



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

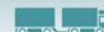
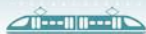


Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050

Nye modelleringsmuligheter

Paal Brevik Wangsness, Anne Madslien, Wiljar Hansen,
Christian Steinsland, Niels Buus Kristensen, Inger Beate Hovi,
Bjørn Gjerde Johansen, Daniel Ruben Pinchasik,
Askill Harkjerr Halse

2119/2025



Tittel:	Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050 : Nye modelleringsmuligheter
Tittel engelsk:	Developing methods and processes for analyzing strategies towards a carbon-neutral transport sector in 2050 : New modelling approaches and example strategies
Forfatter:	Paal Brevik Wangness, Anne Madslie, Wiljar Hansen, Christian Steinsland, Niels Buus Kristensen, Inger Beate Hovi, Bjørn Gjerde Johansen, Daniel Ruben Pinchasik, Askill Harkjerr Halse
Dato:	10.2025
TØI-rapport:	2119/2025
Antall sider:	131
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-1811-7
Finansieringskilder:	Statens vegvesen
TØIs p.nr.:	5606 – Backcasting i NTP
Prosjektleder:	Askill Harkjerr Halse
Kvalitetsansvarlig:	Kjell W. Johansen
Ferdigstilling:	Trude Kvalsvik
Fagfelt:	Transportmodeller
Emneord:	NTP-prosess, Backcasting, Strategiutforming, Transportmodeller, Generell likevektsmodell

Kort sammendrag

Hvordan planlegger man for en karbonnøytral transportsektor i 2050? Man har gjerne en prosess for å identifisere de relevante virkemiddelpakkene som kan drive transportsektoren mot målet. En slik prosess kan gjerne kalles for backcasting. I dette prosjektet videreutvikler vi backcastingsprosessen ved å konkretisere ulike strategier eller virkemiddelpakker på et vis som gjør at de kan testes ut i transportmodeller og makroøkonomiske modeller. På den måten kan effektene av strategiene vurderes kvantitativt og helhetlig.

Vi har utviklet en prosess for koordinert kjøring av de ulike modellene som et samlet modell-apparat, ofte kalt soft-linking. Med modellapparatet har vi testet ut fire ulike eksempelstrategier. Soft-linking av modellene fungerer etter hvert godt og gir rimelige, konsistente resultater. Selv om enkelte deler av modellapparatet fortsatt trenger videreutvikling, vurderes helheten som et solid grunnlag for videre arbeid. Metoden demonstrerer at kombinasjonen av backcasting og eksisterende modellverktøy kan brukes til å analysere strategier for transportsektoren og danne et faglig fundament for videre utvikling av Nasjonal transportplan.

Summary

How can we plan for a carbon-neutral transport sector in 2050? Such planning requires a systematic process for identifying policy packages that can drive the transport sector towards the target. This type of process may be referred to as backcasting. In this project, we further develop the backcasting approach by specifying alternative strategies in a way that makes them suitable for testing in both transport models and macroeconomic models. This enables assessing the strategies quantitatively.

We have also developed a process for coordinated execution of the different models— often referred to as soft-linking. Using this modelling framework, we have tested four example strategies. The soft-linking setup produces reasonable and consistent results. Although some parts of the modelling framework still require further refinement, the overall system provides a solid foundation for continued work. The approach demonstrates that combining backcasting with existing modelling tools can be an effective way to analyse transport strategies and be useful in developing the National Transport Plan.

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

Samferdselsdepartementet er i 2025 i en prosess med å undersøke hvorvidt «visjonsstyrt» planlegging kan være en del av norsk transportplanlegging. De har gitt et **metodeoppdrag** til NTPs Metodegruppe, med representanter fra transportvirksomhetene Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor, om å undersøke i hvordan og i hvilken grad det faglige grunnlaget for å vurdere måloppnåelse og fremtidig transportetterspørsel kan forbedres. Dette innebærer å prøve ut en backcastingsprosess og undersøke hvilke metoder som er best egnet til å støtte opp om visjonsstyrt planlegging. Denne rapporten dokumenterer TØIs bistand til dette oppdraget.

TØI fikk i april 2025 et oppdrag fra Statens vegvesen og transportvirksomhetene med bistand til å:

1. **etablere en metodikk** for overgang fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering og analyse
2. **etablere en prosess** for koordinert og samkjørt bruk (soft-linking) av et større batteri av transportmodeller og en regional generell likevektsmodell
3. **teste ut denne nye modelleringsprosessen** på en rekke forskjellige eksempelstrategier for å oppnå en karbonnøytral transportsektor innen 2050 som del av Norges omstilling til lavutslippssamfunnet
4. **teste ut hvordan man kan vurdere samfunnsnytte av et knippe eksempelprosjekter** når man legger til grunn forskjellige eksempelstrategier.

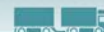
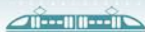
TØI-forskerne har fra april til oktober 2025 bistått NTPs metodegruppe gjennom en iterativ prosess med å etablere og anvende en metodikk for overgangen fra kvalitativ backcasting til operasjonaliserbare virkemiddelpakker til kvantitativ modellering i etablerte transportmodeller (RTM, NTM6 og NGM) og den regionale likevektsmodellen NOREG2. Dette «soft-linkede» modellapparatet er så brukt til å gjøre beregninger av effekter av et sett med eksempelstrategier for en karbonnøytral transportsektor i 2050. Prosessutvikling, metodeutvikling, beregninger og rapportering er gjort av følgende team av TØI-forskere: Paal Brevik Wangsness, Anne Madslien, Wiljar Hansen, Christian Steinsland, Niels Buus Kristensen, Inger Beate Hovi, Bjørn Gjerde Johansen, Daniel Ruben Pinchasik og Askill Harkjerr Halse, med sistnevnte som administrativ prosjektleder.

Våre primære kontaktpersoner på oppdragssiden har vært Oskar Kleven i Statens vegvesen og Cecilie Bjørlykke i Jernbanedirektoratet. Vi takker imidlertid hele NTPs metodegruppe for et godt samarbeid under prosjektet, samt alle kommentarer og innspill underveis. Vi håper resultatene kommer til nytte for forskere og praktikere som jobber med dette og beslektete temaer.

Oslo, oktober 2025
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Forskningssjef



Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Formål	6
1.3	Rapportstruktur	6
1.4	Avgrensning	7
1.5	Ordforklaring.....	9
2	Sentrale premisser	10
2.1	Hvordan best operasjonalisere den relevante referansebanen?	10
2.2	Premisser for strategiene.....	15
2.3	CO ₂ -prising i referansebanen og eksempelstrategiene	16
3	En trinnvis prosess for å velge ut virkemidler til strategier	19
4	Eksempelgjennomgang av prosessen	20
4.1	Etabler referansebanen	20
4.2	Analyser gjenværende utslipp i 2050.....	21
4.3	Vurder hvilke tiltak som adresserer gjenværende utslipp.....	22
4.4	Kvalitativt vurder størrelsesordenen på tiltakenes effekt	23
4.5	Velg ut de tiltakene som har vesentlig effekt	27
4.6	Undersøk virkemidler som stimulerer tiltakene/tilpasningene.....	29
4.7	Sett sammen kombinasjoner av virkemidler for de alternative eksempelstrategiene	36
4.8	Detaljberegn CO ₂ -effekten (og andre) av strategiene i modeller	44
5	Metodeutvikling og implementering i modellene	51
5.1	Utvikling og implementering i NOREG 2	51
5.2	Utvikling og implementering i NGM	58
5.3	Utvikling og implementering i persontransportmodellene	61
5.4	Hvordan itereringen mellom modeller gir utslag	64
5.5	Sentrale lærdommer fra metodeutviklingen	70
6	Resultater fra uttesting av eksempelstrategier i modellapparatet.....	71
6.1	Referansebanen 2050 - steg 0	71
6.2	EU-banen - steg 1.....	75
6.3	Strategibane F: Teknologibanen	77
6.4	Strategibane UFF: Den balanserte banen	79
6.5	Strategibane UF – Redusere-banen	81
6.6	Strategibane KE – Kostnadseffektivtetsbanen.....	83
6.7	Noen metodiske innsikter fra eksempelberegningene.....	86



7	Konklusjon og diskusjon	88
7.1	Konklusjon.....	88
7.2	Diskusjon	89
7.3	Videre forskning.....	91
	Referanser	92
	Vedlegg A: Følsomhetsanalyser fra eksempelberegningene	94
	Effekter av endret inntektsskatt og utslippsmål	94
	Effekter av endret CO ₂ -prising og restriksjoner på bygg- og anleggsbransjen	96
	Effekter av endrede forutsetninger for omfanget av digitale møter i 2050	97
	Endrede forutsetninger om kostnadsutviklingen i og elektrifiseringen av lastebilparken i Referansebanen	98
	Effekt på transportomfanget av å loope med NOREG 2.....	99
	Vedlegg B: Beregninger av CO₂-utslipp og energibruk	101
	Vedlegg C: Eksempler på nytteberegning i de ulike strategiene.....	106
	Vedlegg D: Bruttoliste av virkemidler	111
	Vedlegg E: Foreslåtte virkemiddelpakker i strategiene med tentative startverdier til modellering.....	115
	Teknologibanen	115
	UFF-banen	117
	UF-banen	120
	Kostnadseffektive banen	123
	Vedlegg F: Sentrale parameterforutsetninger.....	125
	Vedlegg G: Vare-næringskobling mellom NGM og NOREG 2.....	127
	Vedlegg H: Beregning av prisendringene på flybilletter med PACER-modellen.....	129

Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050

Nye modelleringsmuligheter

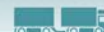
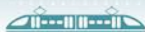
TØI rapport 2119/2025 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Anne Madslie, Wiljar Hansen, Christian Steinsland, Niels Buus Kristensen, Inger Beate Hovi, Bjørn Gjerde Johansen, Daniel Ruben Pinchasik, Askill Harkjerr Halse
• Oslo 2025 • 131 sider

Hvordan planlegger man for en karbonnøytral transportsektor i 2050? Man har gjerne en prosess for å identifisere de relevante virkemiddelpakkene som kan drive transportsektoren mot målet. En slik prosess kan gjerne kalles for *backcasting*. I dette prosjektet videreutvikler vi backcastingsprosessen ved å konkretisere ulike strategier eller vikemiddelpakker på et vis som gjør at de kan testes ut i transportmodeller og makroøkonomiske modeller. På den måten kan effektene av strategiene vurderes kvantitativt og helhetlig.

Vi har utviklet en prosess for koordinert kjøring av de ulike modellene som et samlet modellapparat, ofte kalt *soft-linking*. Med modellapparatet har vi testet ut fire ulike eksempelstrategier. *Soft-linking* av modellene fungerer etter hvert godt og gir rimelige, konsistente resultater. Selv om enkelte deler av modellapparatet fortsatt trenger videreutvikling, vurderes helheten som et solid grunnlag for videre arbeid. Metoden demonstrerer at kombinasjonen av *backcasting* og eksisterende modellverktøy kan brukes til å analysere strategier for transportsektoren og danne et faglig fundament for videre utvikling av Nasjonal transportplan.

Samferdselsdepartementet er i 2025 i en prosess med å undersøke hvorvidt «visjonsstyrt» planlegging kan være en del av norsk transportplanlegging. De har gitt et **metodeoppdrag** til transportvirksomhetenes felles metodegruppe for Nasjonal transportplan om å undersøke i hvordan og i hvilken grad det faglige grunnlaget for å vurdere måloppnåelse og fremtidig transportetterspørsel kan forbedres. Dette innebærer å prøve ut en backcastingsprosess og undersøke hvilke metoder som er best egnet til å støtte opp om visjonsstyrt planlegging. Denne rapporten dokumenterer TØIs bistand til dette oppdraget. Bistanden er knyttet til å:

1. etablere en metodikk for overgang fra backcasting til modell og analyse
2. etablere en prosess for bruk av et større batteri av transportmodeller og en regional-økonomisk generell likevektsmodell



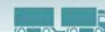
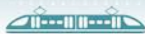
3. teste ut denne nye modelleringsprosessen på en rekke forskjellige eksempelstrategier for å oppnå en karbonnøytral transportsektor innen 2050 mens Norge som helhet omstiller seg til lavutslippssamfunnet
4. teste ut hvordan man kan vurdere samfunnsnytte av et knippe eksempelprosjekter når man legger til grunn forskjellige eksempelstrategier.

En 8-trinns-prosess for å velge ut virkemidler til strategier

Rapporten beskriver en **8-trinns prosess som skal muliggjøre analyse av ulike strategier** mot lavutslippssamfunnet gjennom bruk av modellene RTM, NTM6, NGM og NOREG 2. Denne prosessen har til formål å hjelpe det overordnede strategiske arbeidet med å gå fra tidligfase-arbeidet med bl.a. analyser av trender, kvalitativ utvikling av scenarier og definering av mål til å kunne **identifisere strategier med konkrete virkemiddelpakker som kan analyseres i kvantitative modeller**. Parallelt ble det utviklet et Excel-verktøy til å støtte prosessen, slik at man på systematisk vis kan gjøre vurderinger (både individuelt og i grupper) og ta avgjørelser ved hvert trinn i prosessen fram mot de modellbaserte analysene. I denne Excel-fila er det også laget en omfattende bruttoliste med potensielle virkemidler, med beskrivelser av hvordan de kan implementeres i modellene.

Prosessten i de åtte trinnene er skissert under. I rapporten er alle disse åtte punktene beskrevet og utdypet ved hjelp av et «gjennomgående eksempel».

1. **Etabler referansebane – både «frozen policy» (Steg 0) og implementeringen av relevante EU-krav (Steg 1).** Basert på ulike kilder kan man etablere framskrivninger av innfasingen av mer klimaeffektiv- og nullutslippsteknologi i ulike deler av transportsektoren i et scenario hvor dagens politikk holdes uendret fram mot 2050. Videre må det vurderes hvordan referansebanen vil se ut dersom vedtatt EU-politikk, spesielt ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime, blir implementert i Norge.
2. **Analyser gjenværende utslipp i 2050.** Hvis hovedmålet for strategiene er å oppnå null utslipp fra transportsektoren innen 2050, så vil hovedfokusert være på tiltak hos de transportformene som har mest gjenværende utslipp. For de transportformene som har en (tilnærmet) 100 % utslippsfri kjøretøyflåte i god tid før 2050, vil det være liten effekt av ytterligere tiltak som adresserer deres utslipp.
3. **Vurder hvilke tiltak som adresserer disse gjenværende utslippene.** For transportsektoren har Miljødirektoratets arbeid med Klimatiltak munnet ut i totalt 31 tiltak (27 tiltak for landtransport og luftfart og 4 tiltak for sjøfart). Dette har fungert som utgangspunkt i det gjennomgående eksempelet hvor vi kun har forholdt oss til de foreliggende tiltaksbeskrivelsene fra Miljødirektoratet.
4. **Kvalitativt vurder størrelsesordenen på tiltakenes effekt.** Basert på kvalitativ scoring får vi systematisert individuelle vurderinger av hvor stort utslag ulike tiltak kan forventes å gi for gjenværende utslipp for et gitt transportmiddel (f.eks. lastebiltransport). Det er laget et opplegg i det støttende Excel-verktøyet for konsekvent gjennomføring. I oppsettet vil den kvalitative scoren man gir oversettes til en prosentvis reduksjon av gjenværende utslipp for et gitt transportmiddel.
5. **Velg ut de tiltakene som har vesentlig effekt.** Dette er et trinn for prioritering. Basert på de kvalitative vurderingene i trinn 4 kan prosjektgruppa velge ut de tiltakene som er vurdert til å ha en tilstrekkelig effekt.
6. **Undersøk virkemidler som stimulerer tiltakene/tilpasningene.** Miljødirektoratet har skissert en rekke med virkemidler som underbygger hvert tiltak. Arbeidsgruppen kan hente fram de virkemidlene som Miljødirektoratet beskriver i forbindelse med hvert av



tiltakene som i forrige trinn vurderes og ha vesentlig effekt, og supplere med flere. Nettopp disse virkemidlene skal være en viktig del av strategiene for å eliminere de gjenværende utslippene i referansebanen.

7. Sett sammen kombinasjoner av virkemidler for de 4 strategiene. Premisser:

- a) Hver strategi skal resultere i at direkte utslipp fra transportsektoren som reduseres til tilnærmet null i 2050, eller i hvert fall minst 90 % lavere enn 1990-nivået (iht. klimaloven). Eksempelstrategiene har ikke indirekte utslipp utenfor transportsektoren, som en del av sin målformulering, men det legges fortsatt til grunn at det brukes sterke klimapolitiske virkemidler (en høy CO₂-avgift) ellers i økonomien for at modelleringen skal fange opp at norsk økonomi er en omfattende klimaomstilling fram mot 2050.
- b) I praksis vil dette bety at all transport baserer seg på nullutslippsteknologi eller 100 % innblanding av nullutslippsdrivstoff. Dette vil gjelde for alle strategier.
- c) I 2050 har man for alle praktiske formål et absolutt krav om nullutslippsløsninger ved transport i Norge.
- d) Sentrale aspekter som vil skille disse strategiene fra hverandre er:
 - i. Hvem som tar regningen – blir det transportbrukere eller skattebetalerne?
 - ii. Hva blir det resulterende omfanget av mobilitet og frakt i sektoren?
 - iii. Hvordan blir sammensetningen av mobilitet og frakt fordelt på ulike transportmidler?

Resultatet fra dette trinnet gjennom våren 2025 resulterte i at følgende virkemiddelpakker er vurdert til videre modellering i strategibanene, der vi tar utgangspunkt i «UFF-rammeverket» (Unngå, Flytte, Forbedre).

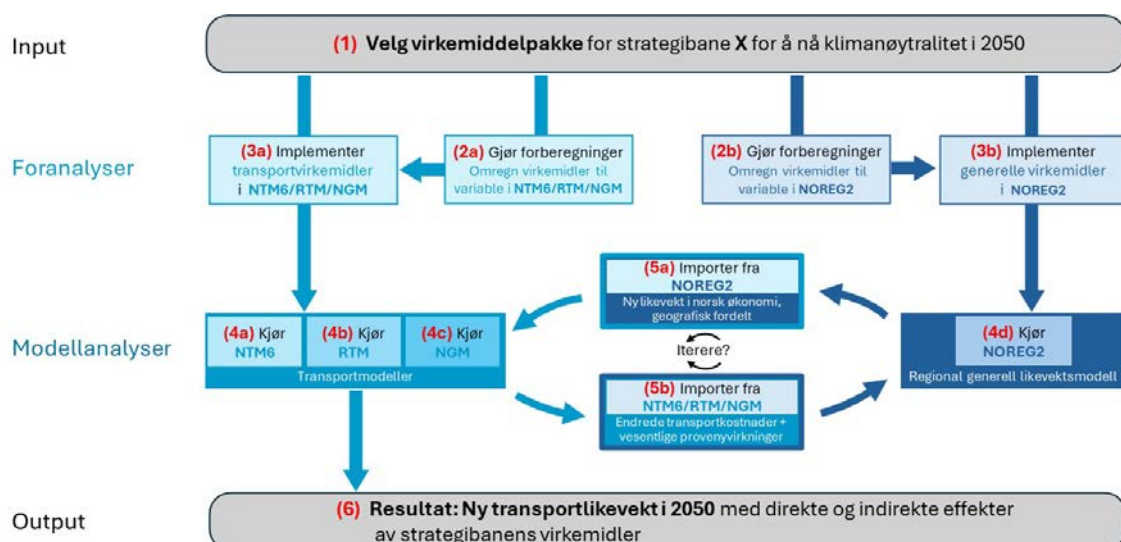
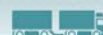
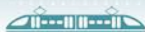
Tabell S 111: Virkemiddelpakker i 2050 i de ulike strategiene som er modellert i metodeprosjektet.

Nr.	Virkemiddelbeskrivelse	Teknologi- banen «Forbedre» (F)	Den balanserte banen (UFF)	Redusere- banen (UF)	Kostnads- effektivitet- banen (KE)
1	Økte CO2-avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	Ja	Ja	Ja (2)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler	Ja	Ja	Ja	
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip og passasjerferger	Ja	Ja	Ja	
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %	Ja	Ja	Ja	
5	Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet		Ja	Ja (1)	
6	Subsidiering av merkostnad til nullutslippsløsninger med påfølgende skattebyrde	Ja			
7	Distansebasert veipricing for personbiler		Ja	Ja (1)	Ja
8	Distansebasert veipricing for lastebiler		Ja	Ja (1)	Ja
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning		Ja	Ja	Ja
10	Stereke restriksjoner på bygging og arealbruk			Ja	
12	Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser		Ja	Ja (1)	
13	Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser		Ja	Ja (1)	
19	Reduserte satser på tog og langdistanse-busser på strekninger og tidspunkter med ledig kapasitet		Ja	Ja	
62	Krav om elfly på kortbanenettet (men bare hvis vurdert som billigere enn SAF)	Ja			
63	Krav til nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog	Ja	Ja	Ja	
64	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for tog			Ja	Ja
65	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for skip			Ja	Ja

(1) Sterkere enn i UFF

(2) Potensielt høyere enn i de andre strategiene, da ingen absolutte krav til nullutslippsteknologi

8. **Detaljberegn CO₂-effekten og andre effekter av strategiene i modeller, og iterer imellom modellene.** I dette trinnet vil det omfattende modelleringsarbeidet bli gjennomført ved bruk av RTM, NTM6, NGM og NOREG 2. Vi ønsker å modellere hvordan 2050-likevekten i vårt fremtidsscenario endrer seg fra «Frozen Policy»-Referansebanen (Steg 0) til Vedtatt-EU-politikk-banen (Steg 1) og til de fire strategibanene. En idealisert fremstilling av dette modelleringsarbeidet vises i figuren under:



Innsikter fra 8-trinnsprosessen

Innsikt 1: Uavhengig av om ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime (Steg 1) vurderes som en del av en referansebane, eller som en felleskomponent i alle strategiene, så vil denne vedtatte EU-politikken være svært utslagsgivende. Den vil sannsynligvis bidra til de største utslippskuttene på veien fra Referansebanen (med «frozen policy») til en transportsektor med null utslipp. Den vil dermed naturligvis også drive fram størsteparten av de samlede kostnadene knyttet til å oppnå lavutslippssamfunnet.

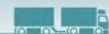
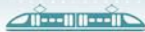
Innsikt 2: Dersom målet er null utslipp fra transport i 2050, så er det tvingende nødvendig at all transport som gjennomføres er basert på nullutslippsløsninger. Det betyr at transporten må ha en CO₂-intensitet på null per energienhet brukt, f.eks. basert på elektrisk fremdrift, avansert biodrivstoff, syntetisk drivstoff eller muskelkraft ved aktiv transport. Dette følger av en såkalt «transport emission identity», her vist for persontransport:

$$GHG \quad = \quad \text{Transportarbeid} \times \text{Drivstoffeffektivitet} \quad \times \quad \text{Drivstoffets CO}_2\text{-intensitet} \\ (\text{tCO}_2\text{e}) \quad (10^6 \text{ personkm}) \quad \times \quad (\text{MJ/personkm}) \quad \times \quad (\text{gCO}_2\text{e per MJ})$$

For at utslipp skal komme helt ned til null må minst en av komponentene i identiteten drives ned til null. Gitt at det fortsatt skal være transport, og det ikke kan gjennomføres transport uten noen form for energi, må nødvendigvis *Drivstoffets CO₂-intensitet* drives ned til null.

I UFF-tankegang (Unngå-Flytte-Forbedre) vil dette bety at Forbedre er nødt til å spille en vesentlig rolle for å oppnå målet om null utslipp i 2050. Hvor mye man reduserer gjennom Unngå og Flytte i 2050, *utover det som drives fram av kostnadene knyttet til tilstrekkelig Forbedre*, er et spørsmål om samfunnskostnader og omfordeling. Derimot kan fordelingen mellom Unngå, Flytte eller Forbedre ha betydning for utslippsvolumene mellom 2025 og 2050.

Innsikt 3: Når man skal analysere en transportsektor med null utslipp i 2050, og legger til grunn at målet skal nås, kan man for alle praktiske formål modellere dette som et *absolutt krav til nullutslippsløsninger i 2050 for alle transportformer*. Om man tar utgangspunkt i en CO₂-avgift som er ekstremt høy eller et absolutt krav vil dermed ikke ha noe å si i 2050, da all transport med CO₂-utslipp uansett må være skiftet ut. Med en slik «hjørneløsning» i 2050, har det heller ingenting å si for kostnadseffektiviteten. Dermed vil et absolutt krav til nullutslippsløsninger i 2050 for alle transportformer være blant de mest sentrale virkemidlene for å ha en utslippsfri transportsektor i 2050. Dette gjelder for strategiene Teknologibanen, UFF-banen og UF-banen.



Innsikt 4: Hvordan kostnadene av å overholde absolutte krav til nullutslippsløsninger i 2050 for alle transportformer blir fordelt, er en svært viktig skillelinje mellom ulike strategier. Hvis disse kostnadene belastes bruken av transport (som i UFF og UF-strategien), så vil det stimulere til en rekke «Flytte»- og «Unngå»-tilpasninger. Hvis derimot transportbrukerne skal skjermes, men merkostnadene heller dekkes av subsidier fra staten (som i Teknologibanen), vil det derimot ikke bli noe direkte incentiv til å gjøre noen «Flytte»- og «Unngå»-tilpasninger. Den økte skattebyrden som må til for å dekke subsidiene vil imidlertid gi en indirekte effekt ved redusert transportetterspørsel gjennom redusert disponibel inntekt.

Innsikt 5: For en konsistent analyse av strategier, må teknologiutviklingen forutsettes som eksogen. Det betyr at enhetskostnadene for f.eks. *Sustainable Aviation Fuel*, elektriske lastebiler eller karbonnøytral ammoniakk til skipsfarten forutsettes å være identiske i 2050 uavhengig av strategi. Det som imidlertid skiller strategiene, er hvem som tar regningen og hvordan det påvirker øvrige tilpasninger både i transportsektoren og annen økonomisk aktivitet.

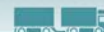
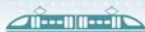
Innsikt 6: Foreliggende framskrivninger indikerer at de mest vesentlige gjenværende utslipp i 2050 i Referansebanen med «Frozen Policy» vil komme fra luftfart, og godstransport med lastebil og skip. Dette indikerer at strategier for en transportsektor med null utslipp i 2050 bør prioritere virkemidler for å redusere nettopp disse utslippene.

Innsikt 7: Basert på foreliggende framskrivninger vil nullutslippsløsninger for noen transportformer være billigere i drift i 2050 enn nåværende fossilbaserte løsninger. Dette gjelder bl.a. elektriske lastebiler og elektrifiserte dieseltogstrekninger. Imidlertid vil det være kostnader knyttet til investeringer i lade- og fyllinfrastruktur som må gjøres i tidsrommet mellom nå og 2050. Hvordan disse kostnadene dekkes vil dermed ha mye å si for transportmiddelfordelingen i de ulike strategiene. Dersom kostnadene dekkes av skattebetalerne (som i Teknologibanen) vil transportlikevekten i 2050 bli preget av en (relativ) økning i transportformene som får lavere driftskostnader (f.eks. lastebiler). Bildet kan bli annerledes hvis investeringskostnadene til lade- og fyllinfrastruktur blir veltet over på transportbrukerne (som i Kostnadseffektivitetsbanen).

Konklusjon

Rapporten har vurdert i hvilken grad prosessen fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering gir en tilfredsstillende operasjonalisering av strategier. Erfaringene viser at metodikken fungerer godt som et strukturert rammeverk for å utvikle logisk konsistente virkemiddelpakker tilpasset ulike strategiprofiler. Gjennom de første seks trinnene i åttetrinnsprosessen sikres en stringent tilnærming til å identifisere og prioritere tiltak som adresserer de gjenværende utslippene i referansebanen. Dette bidrar til å rette oppmerksomheten mot virkemidler med størst effekt og til å utforme strategier som er målrettede og sammenhengende. Metoden har også vist seg egnet til å beskrive virkemidlene på en måte som gjør dem implementerbare i de kvantitative modellene, slik at strategiene kan vurderes helhetlig og sammenlignes på tvers.

Prosessen viser at de eksisterende transportmodellene, som tradisjonelt har vært brukt innen «predict and provide»-planlegging, også kan anvendes i visjonsstyrt planlegging når de kobles til en systematisk backcasting-tilnærming. Ved å kombinere kvalitativ strategiutvikling med et videreutviklet, soft-linket modellapparat kan man kvantifisere effekter, kostnader og robusthet for ulike strategier. UFF-rammeverket (Unngå–Flytte–Forbedre) har vist seg nyttig for å strukturere virkemiddelvurderingene. Analysene illustrerer at *Forbedre* er en nødvendig hoveddriver for å nå målet om nullutslipp i 2050, mens graden av *Unngå*- og *Flytte*-tilpasninger avhenger av det framtidige kostnadsnivået for nullutslippsløsninger og hvorvidt strategien legger vekt på andre aspekter, som areal- og energibruk, i tillegg til klimagassutslipp.



Soft-linking-prosessen mellom modellene viser at de fungerer godt samlet sett. Til tross for noen oppstartsvansker er det oppnådd en mer strømlinjeformet samkjøring mellom modellene, og resultatene fremstår som rimelige og internt konsistente. Særlig verdifullt er koblingen mellom NOREG 2 og transportmodellene, som gjør det mulig å analysere hvordan ulike virkemidler påvirker næringsstruktur og godstransport. NOREG 2 kan undervurdere de samlede omstillingskostnadene, men gir et troverdig bilde av retningen på økonomiske endringer. De fire eksempelstrategiene viser tydelige og logiske forskjeller i hvordan en karbonnøytral transportsektor kan oppnås, og modellapparatet fanger opp disse forskjellene på en konsistent måte.

Samlet vurderes metodikken og modellopplegget som et solid grunnlag for videre arbeid. Prosessen viser at det er mulig å bygge bro mellom kvalitativ backcasting og kvantitativ modellering, og at soft-linking av eksisterende modeller kan gi relevante og troverdige resultater for fremtidige strategier. Med noe videreutvikling og kalibrering vil modellapparatet være godt egnet til å analysere gjennomarbeidede strategier i kommende faser av Nasjonal transportplan.

Developing methods and processes for analyzing strategies towards a carbon-neutral transport sector in 2050

New modelling approaches and example strategies

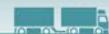
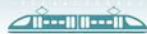
TØI Report 2119/2025 • Authors: Paal Brevik Wangsness, Anne Madslien, Wiljar Hansen, Christian Steinsland, Niels Buus Kristensen, Inger Beate Hovi, Bjørn Gjerde Johansen, Daniel Ruben Pinchasik, Askill Harkjerr Halse
• Oslo 2025 • 131 pages

How can we plan for a carbon-neutral transport sector in 2050? Such planning requires a systematic process for identifying policy packages that can drive the transport sector towards the target. This type of process may be referred to as *backcasting*. In this project, we further develop the backcasting approach by specifying alternative strategies in a way that makes them suitable for testing in both transport models and macroeconomic models. This enables assessing the strategies quantitatively.

We have also developed a process for coordinated execution of the different models— often referred to as soft-linking. Using this modelling framework, we have tested four example strategies. The soft-linking setup produces reasonable and consistent results. Although some parts of the modelling framework still require further refinement, the overall system provides a solid foundation for continued work. The approach demonstrates that combining backcasting with existing modelling tools can be an effective way to analyse transport strategies and be useful in developing the National Transport Plan.

In 2025, the Norwegian Ministry of Transport is considering whether *vision-led planning* can become part of national transport planning. The ministry has commissioned the National Transport Plan methods group to assess how and to what extent the analytical basis for evaluating goal attainment and future transport demand can be improved. This includes testing a *backcasting* process and identifying which methods are best suited to support vision-led planning. The Institute of Transport Economics has provided support and expertise for this process, which involves:

1. establishing a methodology for translating backcasting into modelling and analysis,
2. developing a process for coordinated use of a suite of transport models and a regional macroeconomic general equilibrium model,
3. testing this new modelling process on example strategies for achieving a carbon-neutral transport sector by 2050,
4. and assessing how societal benefits of selected projects may vary under different strategic assumptions.



An eight-step process for selecting policy measures for strategies

The report presents an eight-step process designed to analyze alternative strategies for achieving a low-emission society, using the transport models RTM (regional transport models for short trips up to 70 km), NTM6 (a national transport model for passenger trips above 70 km), NGM (freight transport model), and NOREG 2 (a macroeconomic model). The process bridges early-stage qualitative work—such as trend analyses, scenario development, and goal definition— with the **identification of strategies and concrete policy packages that can be analyzed in quantitative models**.

In parallel, an Excel-based tool was developed to support the process, allowing systematic assessments (both individually and in groups) and decisions to be made at each step leading up to the model-based analyses. The Excel file also includes a comprehensive list of potential policy instruments, with descriptions of how they can be implemented in the models.

The eight steps of the process are outlined in the report, and each step is explained in detail through a running example. The process starts by establishing a reference pathway (“Frozen Policy”) and an EU policy implementation pathway (where *ReFuelEU Aviation* and *FuelEU Maritime* are implemented), before analyzing remaining emissions in 2050, identifying measures addressing these emissions, assessing their qualitative effect, prioritizing the most effective ones, and linking them with supporting policy instruments. Finally, combinations of measures are assembled into four strategic pathways based on the *Avoid–Shift–Improve (ASI)* framework, each aiming for a carbon-neutral transport sector by 2050.

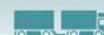
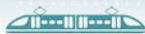
The modelling of these four example strategies was carried out using RTM, NTM6, NGM and NOREG 2. The coordinated use of these models (*soft-linking*) allows the systems to exchange results iteratively, thereby achieving partial convergence. The soft-linked framework now operates efficiently and produces reasonable, internally consistent results. While some model components require further development, the overall framework provides a robust foundation for subsequent analyses.

Insights from the eight-step process

Insight 1: Regardless of whether *ReFuelEU Aviation* and *FuelEU Maritime* are treated as part of the reference pathway or as a common component of all strategy pathways, these EU regulations are highly influential. They are likely to deliver the largest emission reductions along the pathway from the “Frozen Policy” baseline towards a zero-emission transport sector, and they also account for a large share of the total costs of achieving the low-emission society.

Insight 2: Achieving zero emissions from transport by 2050 requires that all transport activities are based on zero-emission solutions, meaning that transport must have a CO₂ intensity of zero per unit of energy used—through electric propulsion, advanced biofuels, synthetic fuels, or muscle power in active transport. This follows directly from the *transport emission identity*. Given that transport cannot occur without energy use, the CO₂ intensity of fuels must be reduced to zero. In the ASI framework, *Improve* must therefore play a crucial role, while *Avoid* and *Shift* primarily affect the distribution of costs between different parts of society and over time between 2025 and 2050.

Insight 3: When analyzing a zero-emission transport sector in 2050, assuming that the target is achieved, *the situation can effectively be modelled as an absolute requirement for zero-emission solutions across all transport modes*. Whether this is represented by a very high CO₂ price or by an explicit regulatory requirement makes no difference for 2050 outcomes or cost-



efficiency. Thus, an absolute requirement for zero-emission solutions by 2050 constitutes one of the central policy measures in all strategies.

Insight 4: How the costs of meeting such absolute zero-emission requirements are distributed is a key distinction between strategies. If costs are borne by transport users (as in the strategies focused on *Shift* and *Avoid*), this will induce *Shift* and *Avoid* adaptations. If, on the other hand, users are shielded and the additional costs are covered through public subsidies (as in the *Improve*-oriented strategy), there will be no direct incentive to change travel or freight patterns—though higher taxes to finance the subsidies may indirectly reduce demand.

Insight 5: For a consistent comparison of strategies, technological development must be treated as exogenous. This means that unit costs for, for example, sustainable aviation fuels, electric trucks, or carbon-neutral ammonia for shipping are assumed to be identical across strategies in 2050. What distinguishes the strategies is who bears the costs and how these costs affect behavior in the transport sector and the wider economy.

Insight 6: Projections indicate that in 2050, the most significant remaining emissions in a “Frozen Policy” reference scenario will come from aviation and freight transport by truck and ship. Strategies for a zero-emission transport sector should therefore prioritize measures addressing these sources.

Insight 7: For some transport modes, zero-emission technologies are expected to have lower operating costs in 2050 than current fossil-based alternatives, such as electric trucks and electrified rail. However, major investments in charging and refueling infrastructure are required before 2050. How these investment costs are financed will strongly influence the modal distribution and cost-effectiveness of each strategy.

Conclusion

The report assesses to what extent the process from qualitative backcasting to quantitative modelling provides a satisfactory operationalization of strategies. We show that the methodology works well as a structured framework for developing logically consistent policy packages tailored to different strategic profiles. Through the first six steps of the eight-step process, it enables systematic identification and prioritization of measures that address residual emissions in the reference pathway and facilitates the implementation of these measures in quantitative models.

The process also demonstrates that existing transport models—traditionally applied in *predict-and-provide* planning—can be used for *vision-led* planning when combined with a structured backcasting approach. By linking qualitative strategy development with an enhanced and soft-linked modelling framework, it becomes possible to quantify effects, costs and robustness across strategies. The ASI framework has proven valuable for structuring these assessments, illustrating that *Improve* is indispensable for reaching zero emissions by 2050, while the degree of emphasis on *Avoid* and *Shift* will depend on the future cost level of zero-emission technologies and the broader societal objectives considered.

The soft-linking process between the models demonstrates that they function well as a combined system. Despite some initial challenges, the coordination between models has become more streamlined, and the results appear reasonable and internally consistent. The integration between the macroeconomic model NOREG 2 and the transport models is particularly valuable, as it enables analysis of how various policy measures influence different sectors and freight transport. While NOREG 2 may underestimate the overall costs of transition, it provides a credible picture of the *direction of changes* in sectoral output. The four example strategies exhibit distinct and logical pathways towards a carbon-neutral transport sector, which the model framework captures consistently.



Overall, the methodology and modelling framework constitute a solid foundation for future work. The process demonstrates that bridging qualitative backcasting and quantitative modelling is both feasible and useful, and that soft-linking existing models can generate relevant and credible results for future strategic analyses. With further development and calibration, the model system will be well suited for analyzing fully elaborated strategies in future phases of the National Transport Plan.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Klima- og naturkrisen utfordrer måten offentlige myndigheter og bedrifter planlegger for fremtiden på. Nesten alle land har forpliktet seg til å redusere klimagassutslippene for å begrense den globale temperaturøkningen til godt under 2 grader i henhold til Parisavtalen, som også er grunnlaget for den norske [klimaloven](#). Dette krever drastiske virkemidler på tvers av alle sektorer, inkludert transport. Globalt står transport for mer enn en tredjedel av CO₂-utslippene (IEA, 2025). Sektoren bidrar også til en rekke andre eksterne kostnader til samfunnet som sluttbrukeren i liten grad tar innover seg (Rødseth et al., 2020). Transport bidrar også til forringelse av naturområder, både direkte gjennom bygging av infrastruktur og indirekte ved å legge til rette for økt arealbruk i andre sektorer. Å tilpasse transportsektoren og resten av samfunnet for å overholde klima- og naturforpliktelser på en mest mulig samfunnsmessig bærekraftig måte, vil kreve drastiske virkemidler på tvers av alle sektorer og tydelig planlegging.

Klimautvalget 2050 (2023) har drøftet hvordan Norge kan bli et lavutslippssamfunn innen 2050 i henhold til klimaloven. Hovedbudskapet er at alle sektorer må bidra, og at knappe ressurser som energi, materialer og land må brukes effektivt på tvers av sektorer. Hvis en sektor ikke når sine mål for utslippsreduksjon eller gjør det ved intensiv bruk av knappe ressurser, legger det en større belastning på andre sektorer. For å lykkes med en koordinert overgang må planer og beslutninger være i samsvar med målet. Tradisjonelt er transportplanlegging preget av «**predict-and-provide**»-tilnærmingen, der transportetterspørsel framskrives basert på gjeldende politikk, og transportpolitikk (typisk infrastrukturinvesteringer) er utformet for å betjene denne etterspørselen. Denne tilnærmingen sikrer ikke at klima- og naturforpliktelser oppfylles og kan gi beslutningstakere råd som kan være irrelevante (eller misvisende) når man samtidig ønsker å oppnå lovpålagte klima- og miljømål (Goulden et al., 2014; OECD, 2023). I «**decide-and-provide**»-tilnærmingen eller «**visjonsstyrt**» planlegging (eller «vision-led planning») kreves det derimot at modellframskrivninger og anvendte virkemidler er i samsvar med alle uttalte mål. Det gjør planleggingen til en tydelig del av prosessen for å oppnå de målene som beslutningstakerne offisielt har satt, og øker sannsynligheten for faktisk måloppnåelse. Dette kan også omtales som **backcasting**, fordi man går tilbake og justerer tiltak og virkemidler, og deretter framskriver på nytt i en iterativ prosess som gjentas til målene er oppfylt (Kishita et al., 2024; Kristensen et al., 2024). I eksempelstrategiene i denne rapporten legges det til grunn at karbonnøytralitet i 2050 er det sentrale målet, som i så måte fungerer som en rammebetingelse. *Innenfor* rammebetingelsen kan planleggere og analytikere jobbe for å maksimere oppnåelse av andre mål (f.eks. forbedret mobilitet eller de andre NTP-målene).

Målrettet planlegging kan legge til rette for konsekvente planer og forutsigbar politikk vil også redusere usikkerheten til private virksomheter når de tar langsiktige beslutninger. I denne rapporten bruker vi 'backcasting' som betegnelse for bruk av de prosesser og modellframskrivninger som tar utgangspunkt i 'visjonsstyrt planlegging' som beskrevet her.

Samferdselsdepartementet er i 2025 i en prosess med å undersøke hvorvidt visjonsstyrt planlegging kan være en del av norsk transportplanlegging. De har gitt et **metodeoppdrag** til NTPs Metodegruppe, med representanter fra transportvirksomhetene Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor, om å undersøke hvordan og i hvilken grad det faglige grunnlaget for å vurdere måloppnåelse og fremtidig transportetterspørsel kan forbedres. Dette innebærer å prøve ut en backcastingsprosess og undersøke hvilke metoder som er best egnet til å støtte opp om visjonsstyrt planlegging. Denne rapporten dokumenterer TØIs bistand til dette oppdraget.

1.2 Formål

Det overordnede formålet er å bistå transportvirksomhetene med å undersøke i hvordan og i hvilken grad det faglige grunnlaget for å vurdere måloppnåelse og fremtidig transportetterspørsel kan forbedres. Dette innebærer å prøve ut en backcastingsprosess og undersøke hvilke metoder som er best egnet til å støtte opp om visjonsstyrt planlegging.

TØI fikk i april 2025 et oppdrag fra Statens vegvesen og transportvirksomhetene med bistand til å

1. **etablere en metodikk** for overgang fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering og analyse
2. **etablere en prosess** for koordinert og samkjørt bruk (soft-linking) av et større batteri av transportmodeller og en regional generell likevektsmodell
3. **teste ut denne nye modelleringsprosessen** på en rekke forskjellige eksempelstrategier for å oppnå en karbonnøytral transportsektor innen 2050 som del av Norges omstilling til lavutslippssamfunnet
4. **teste ut hvordan man kan vurdere samfunnsnytte av et knippe eksempelprosjekter** når man legger til grunn forskjellige eksempelstrategier

De sentrale spørsmålene denne rapporten søker å svare ut er:

- a. I hvilken grad gir **metodikken for å gå fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering og analyse**, tilfredsstillende operasjonalisering av strategier?
- b. I hvilken grad kan **soft-linking prosessen mellom modeller** generere et sett med relevante modellresultater, som i en senere fase av NTP-arbeidet kan brukes til å analysere gjennomarbeidede strategier?

1.3 Rapportstruktur

Rapporten har to hoveddeler:

- I. Første del av denne rapporten går ut på å beskrive en **trinnsvis prosess som skal muliggjøre analyse av ulike strategier** mot lavutslippssamfunnet gjennom bruk av de regionale transportmodellene (RTM) for korte personreiser, Nasjonal Transportmodell (NTM6) for lange personreiser, Nasjonal Godsmodell (NGM) og den regionaløkonomiske likevektsmodellen NOREG 2. Denne prosessen har til formål å hjelpe det overordnede strategiske arbeidet. Særlig er det behov en strukturert overgang **fra tidligfasearbeidet** med bl.a. analyser av trender, kvalitativ utvikling av scenarier og definering av målbilder til å kunne **identifisere strategier med konkrete virkemiddelpakker** som kan analyseres i kvantitative modeller. Dette er dekket i kapitlene 2 til 4. I kapittel 2 gjennomgår vi sentrale premisser for prosessen for å utvikle strategier og implementering av dem i modeller. I kapittel 3 gir vi et overblikk over en 8-trinns prosess for å velge ut virkemidler til strategier. I kapittel 4 gjennomfører vi en eksempelgjennomgang av prosessen.

Som del av metodikken har prosjektet utviklet et Excel-verktøy til å støtte prosessen, slik at man på systematisk vis kan gjøre vurderinger (både individuelt og i grupper) og ta avgjørelser ved hvert trinn i prosessen fram mot de modellbaserte analysene. I denne Excel-fila er det også laget en omfattende bruttoliste med potensielle virkemidler, med beskrivelser av hvordan de kan implementeres i modellene.

Denne delen av rapporten beskriver en prosess for hvordan man logisk kan gå fram for å velge virkemiddelpakker for strategier som videre kan analyseres i det tilgjengelige modellrammeverket. Deretter gis det konkret veiledning på hvordan et stort antall spesifikke virkemidler kan operasjonaliseres i de ulike modellene.

De faktiske virkemiddelpakkene i eksempelstrategiene ble satt sammen gjennom et samspill mellom transportvirksomhetene og Samferdselsdepartementet. TØI ga støtte med hensiktsmessighetsvurderinger fra et modelleringsperspektiv.

- II. Andre del av rapporten gjennomgår først i kapittel 5 hvordan eksempelstrategiene for en karbonnøytral transportsektor er operasjonalisert i de soft-linkede modellene, dvs. persontransportmodellene (RTM og NTM6), godstransportmodellen (NGM) og den regionale generelle likevektsmodellen (SCGE-modell) NOREG 2. Dette inkluderer også beskrivelse av de modelltilpasninger og -forbedringer som er gjort for å forenkle modelleringsarbeidet, heve kvaliteten på analysene og til slutt kunne foreta de soft-linkede beregningene. Endelig gjennomgår kapittel 6 resultatene fra denne modelleringsprosessen for de ulike strategibanene. Totalt modelleres 6 ulike baner gjennom det soft-linkede modellsystemet; Referansebanen, en bane hvor EU-politikken ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime implementeres i Norge, og fire ulike eksempelstrategier med de tidligere nevnte virkemiddelpakkene. Her gjennomgås beregninger av hvordan de ulike virkemiddelpakkene slår ut på både økonomisk utvikling, persontransportmarkedet og godstransportmarkedet.

Avslutningsvis trekkes opp de viktigste erfaringene og hovedkonklusjoner fra dette metodeprosjektet i kapittel 7.

1.4 Avgrensning

Denne rapporten beskriver en trinnvis prosess for hvordan man kan operasjonalisere og teste strategier ved bruk av et omfattende sett av modeller. Transportframskrivinger er en sentral del av prosessen. Men den visjonsstyrte prosessen skiller seg fra tradisjonelle transportframskrivinger, da framskrivingens resultater ikke bare tas som gitt. Påvirkning av framtidig transportetterspørselen og ikke minst dens avledete virkninger gjennom tilpasning av virkemiddelpakken i henhold til en strategi er et integrert element i å oppnå et krevende og komplekst mål bilde, som ofte vil innebære en avveining av flere politiske hensyn.

Bare eksempelstrategier

Metodeutvikling for operasjonelle og praktiske oppgaver skjer ofte best ved oppkobling på konkrete caser. Prosjektet tar derfor utgangspunkt i fire eksempelstrategier som transportvirksomhetene har formulert innledningsvis. Disse er beskrevet nærmere i kapittel 4.7.

Vi vil imidlertid understreke at de fire strategiene som er anvendt som caser i rapporten skal forstås som eksempelstrategier, og ikke fullgode strategier.

Det er et omfattende arbeid å utvikle robuste strategier for å oppnå lavutslippssamfunnet, og det bør **underbygges med solide analyser basert på gode prosesser og verktøy**. Det kan innebære å ta i bruk flere modeller samtidig, og det kan innebære omfattende videreutvikling av modellene. En omstilling til lavutslippssamfunnet vil være transformerende for store deler av norsk økonomi og samfunn, ikke bare for transportsektoren. Vi tror det eksisterende modellrammeverket, hvor et batteri av modeller soft-linkes opp mot hverandre, vil kunne gi viktige bidrag til analyser av strategier mot lavutslippssamfunnet, men det vil ikke kunne svare på alt. Vi vil påpeke områder hvor det kan gjøres modellutvikling eller -tilpasning for å overkomme noen av disse begrensningene, men også påpeke viktige områder hvor modellenes bidrag vil være begrenset.

Bare eksempelberegninger for mål-året 2050 – og heller ikke veien dit

Videre er det viktig å vurdere omfanget av modellanalyser. I dette arbeidsdokumentet fokuserer vi på å modellere en likevekt i transportsektoren (og norsk økonomi for øvrig) i 2050 som oppnår (tilnærmet) null utslipp i år 2050 med alternative virkemiddelpakker (strategier).

I denne omgang har det ikke vært anledning til å gjennomføre modelleringer av flere fremtidsår mellom 2025 og 2050 (f.eks. 2035 eller hvert femte år) under de forskjellige strategiene, for å vise omstillingen. Det har heller ikke blitt gjennomført modelleringer av referansebanen og strategibanene under forskjellige eksogene forutsetninger (utvikling i befolkning, økonomi, teknologi, samfunn etc.), dvs. ulike scenarier. I denne omgang må robustheten av eksempelstrategiene mot ulike scenarier bare vurderes kvalitativt (f.eks. et trafikklssystem).

Denne avgrensningen skal også sees i lys av formålet med beregningene. På samme måte som det nevnt ovenfor bare er snakk om *eksempel*strategier er det også bare snakk om *eksempel*beregninger med det samlede modellsystemet. I tråd med dette har formålet med beregningene av eksempelstrategienes konsekvenser først og fremst vært å illustrere at de iterative soft-linkede beregningene med det videreutviklede modellsystemet er gjennomførbare i praksis og gir plausible resultater.

Man kan se på dette arbeidet som en *forberedelse* til konkrete beregninger med alternative velforankrede og gjennomarbeidede strategier som et ledd i utviklingen av neste NTP. Til dette må det utarbeides standardiserte prosedyrer for beregningene, og noe videre modellutvikling som påpekes i denne rapporten.

Bare hovedparten av transportsektorens utslipp er inkludert

Vi kommer primært til å analysere transport og de assosierte utslippene som dekkes av transportmodellene og NOREG 2. Det betyr at noe av utslippet fra transport og Norges utslippsregnskap ikke blir dekket. NGM, RTM og NTM6 modellerer det meste av den norske transportsektoren:

Modellene dekker	Modellene dekker ikke
✓ Personbiltrafikken	÷ Motorsykler
✓ Kollektivtrafikken	÷ Mopeder
✓ Persontransport på jernbane	÷ Fiskebåter
✓ Innenriks luftfart	÷ Fritidsbåter
✓ Lette godsbiler (i begrenset grad)	÷ Snøscootere
✓ Tunge lastebiler	÷ Traktorer
✓ Godstransport til sjøs	÷ Anleggsmaskiner og andre motorredskaper
✓ Godstransport på jernbane	

Ca. 92 % av utslippene fra sektoren i 2023 er dermed fanget opp i modellene¹ Det er også verdt å nevne at en del transport (og assosierte utslipp) verken dekkes av transportmodeller eller NOREG 2,

¹ 78% hvis man inkluderer fritidsbåter, snøscootere, traktorer og anleggsmaskiner i sektoren. [13931: Klimagasser, etter utslippskilde, energiprodukt og komponent, GWP-verdier etter Parisavtalen \(AR5\) 1990 - 2024. Statistikkbanken](#)

eller er en del av Norges klimaforpliktelser, som f.eks. utslipp fra arealnedbygging eller utslipp fra internasjonal sjøfart og luftfart².

Vi ser for øvrig kun på direkte utslipp fra transportsektoren. Vi tar ikke hensyn til hvordan indirekte utslipp påvirkes, dvs. oppstrøms og nedstrøms utslipp fra verken drivstoff, infrastruktur eller transportmidler, heller ikke non-CO₂-utslipp (f.eks. kondensstriper) fra luftfarten. Vi vil imidlertid påpeke at selv om eksempelstrategiene ikke har indirekte utslipp utenfor transportsektoren som en del av sin målformulering, så legges fortsatt til grunn i modelleringsarbeidet at det brukes sterke klimapolitiske virkemidler (en høy CO₂-avgift) ellers i økonomien. Dette for at modelleringen skal fange opp at norsk økonomi er en omfattende klimaomstilling fram mot 2050.

1.5 Ordforklaring

- **Backcasting:** Backcasting er en metode fra fagfeltet fremsyns-studier (eller «futures-studies») som starter med å definere et ønskelig fremtidig resultat og analytikerne jobber bakover for å identifisere de nødvendige trinnene for å oppnå det resultatet³.
- **Referansebane:** Referansebanen (kan også omtales som business-as-usual-banen (BAU-banen) eller «frozen policy»-banen) er den utviklingsbanen man befinner seg på, dersom man *ikke* implementerer noen ny politikk utover det som allerede er vedtatt (eller har sterke signaler om kommer å bli vedtatt).
- **RTM:** Regional Transportmodell. I Norge har vi regionale transportmodeller for fem regioner, som til sammen skal dekke alle personreiser under 70 km én vei.
- **NTM6:** Nasjonal Transportmodell. Tilsvarende transportmodell som dekker alle lange (over 70 km) personreiser i Norge
- **NGM:** Nasjonal Godsmodell. En transportmodell for godstransportsektoren i Norge. Den dekker innenlands godstransport, samt norsk import og eksport.
- **NOREG 2:** En regionaløkonomisk likevektsmodell for Norge.
- **UFF-rammeverket:** Unngå-Flytte-Forbedre-rammeverket brukes for å vurdere klima- og transportpolitiske virkemidler utfra hvordan virkemidlene bidrar til reduserte utslipp gjennom om den berørte befolkningen responderer med å Unngå transport, og/eller Flytte til mer klimavennlige alternativer, og/eller Forbedre nåværende transportformer (f.eks. elektrifisering)
- **Tiltak:** Man kan se på det som *tilpasninger* og *handlinger* mennesker og organisasjoner kan gjøre for å redusere utslipp og tilpasse seg lavutslippssamfunnet, og man vurderer dette gjerne i respons på *virkemidler*.
- **Virkemiddel:** En politisk beslutning eller styringsverktøy (f.eks. en avgift, regulering eller tilskudd) som tas med hensikt om at den kan bidra til å realisere/stimulere tiltaket.
- **Strategi:** Her definert som en plan for å nå et mål som er understøttet av en konsistent og logisk sammensetning av virkemidler som skal stimulere tiltakene som trengs for å nå målene.

² Utslipp fra internasjonal sjøfart og luftfart ikke er en del av Norges direkte klimaforpliktelser, så man kan unnlate å inkludere det og likevel ha relevante analyser for Norges klimaforpliktelser. Det er imidlertid vesentlige utslipp som norsk politikk kan påvirke, så det ville vært en fordel å inkludere disse for å vurdere om strategiene utnytter hele mulighetsrommet for klimateffekt. De er også en viktig del av norske verdikjeder og reisekjeder, som har betydning for transportetterspørsel i Norge også.

³ <https://erc.undp.org/methods-center/methods/evaluation-techniques/backcasting>

2 Sentrale premisser

Et sentralt element i en backcastingsprosess er å etablere strategier for å nå et eller flere mål. Fokuset i denne rapporten er på transportsektoren, hvor vi tar utgangspunkt i et eller flere bindende konkrete *kvantitative*, typisk miljøpolitiske, mål, som mest mulig skal underbygge oppnåelse av de overordnede *kvalitativt* formulerte transportmålene i Nasjonal Transportplan.

La oss innledningsvis definere en rekke begreper, som vil være sentrale i det følgende:

- **Referansebanen** (kan også omtales som business-as-usual-banen (BAU-banen) eller «frozen policy»-banen) er den utviklingsbanen man befinner seg på, dersom man *ikke* implementerer noen ytterligere strategi mot målet. Referansebanen er derfor som regel ikke en realistisk framskrivning, da intensjonen med strategiprosessen jo nettopp er å skape grunnlag for nye tiltak.
Tidsmessig skal referansebanen og andre utviklingsbaner dekke årene fra dagens situasjon til og med alle de årene som de kvantifiserte målene gjelder for. I denne rapporten vil det si fram til 2050.
- En **strategi** er hensikten om å implementere en konkret virkemiddelpakke som gjennom realisering av en rekke *tiltak* skal bringe oss fra referansebanen og til det definerte målet. En utviklingsbane som følger av implementering av en virkemiddelpakke kalles en strategibane.
- Et **tiltak** er en konkret endring som potensielt ønskes realisert i den virkelige verden for å komme tettere på målet. Man kan se på det som tilpasninger og handlinger mennesker og organisasjoner kan gjøre for å redusere utslipp og tilpasse seg lavutslippssamfunnet (Begrepsbruk i tråd med Miljødirektoratet). Endringene vi fokuserer på vil typisk skje i transportsektoren eller ha vesentlige implikasjoner for denne.
- Et **virkemiddel** er en politisk beslutning eller styringsverktøy (f.eks. en avgift, regulering eller tilskudd) som tas med hensikt om at den kan bidra til å realisere/stimulere tiltaket. For å sikre at det er rimelig å forvente at hensikten oppnås, må en del av strategiprosessen være å foreta konsekvensanalyser av virkemidlet.
- En **virkemiddelpakke** er en veldefinert kombinasjon av virkemidler som kan implementeres sammen. Det vil si at de må ikke være gjensidig utelukkende.

2.1 Hvordan best operasjonalisere den relevante referansebanen?

Et svært viktig avklaringspunkt er: **Hvilke utviklingstrekk skal ligge i referansebanen?**

Når man skal vurdere mellom de oppstilte alternative strategiene for å nå målet, skjer det gjennom å sammenligne de enkelte strategibanenes endrede forløp i forhold til referansebanen ut fra de faktorene som er politisk relevante. Når man skal gjennomføre reell analyse av aktuelle strategier er det derfor nødvendig at referansebanen er klart definert. Videre er det avgjørende at alle strategibaner sammenliknes med den samme referansebanen. Dette er en ufravikelig betingelse for å kunne foreta konsistente sammenlikninger av fordeler og ulemper ved de ulike strategiene.

Referansebanen legges fast tidlig i strategiutviklingsprosessen.
Dette er svært viktig for å kunne legge fast relevante tiltak for strategiene.
En strategi skal inneholde de absolutt viktigste virkemidlene som kan tette gapet
mellom referansebanen og målsetningen.

For å konstruere en referansebane for analyser i den norske transportsektoren, vurderer vi det følgende som viktig input til vurdering:

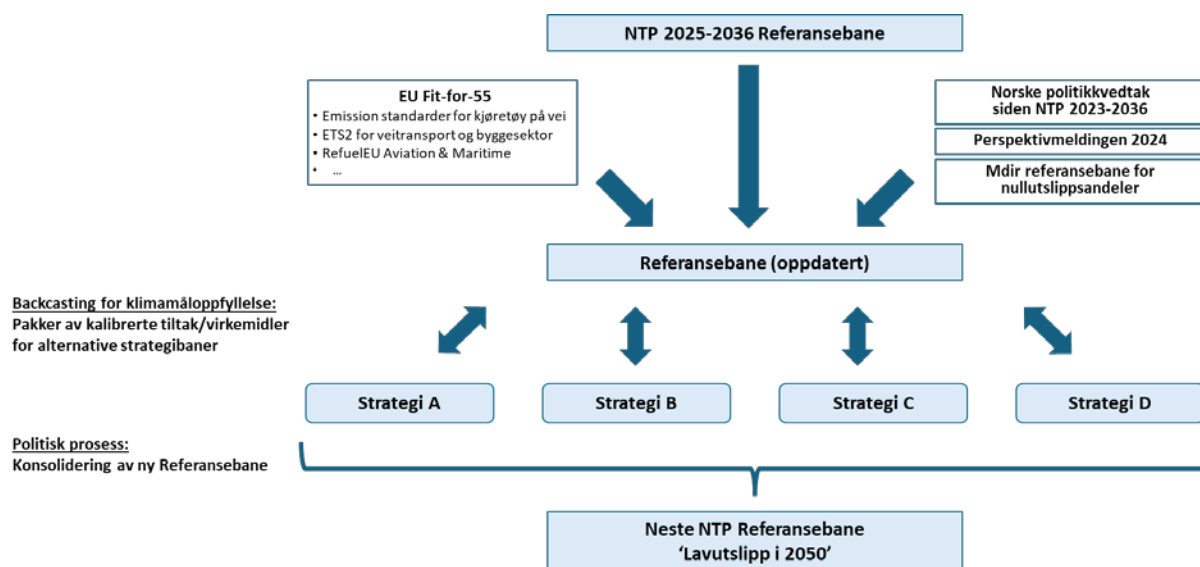
- NTP 2025-2036 Referansebane
- Alle relevante politiske vedtak siden NTP 2025-2036 (Samferdselsdepartementet, 2024)
- Perspektivmeldingen 2024
 - NOREG 2 beregner regionale perspektivmeldinger basert på de overordnede forutsetningene som ligger til grunn for Regjeringens nasjonale perspektivmelding⁴
 - NOREG 2-beregnete implikasjoner av Perspektivmeldingen 2024 for befolkningsutviklingen geografisk fordelt
- Miljødirektoratets referansebane til 2035, basert på Nasjonalbudsjettet 2025 (NB25) med videreføring til 2050 som supplement⁵
- Vedtatt klimapolitikk i EU (men ikke nødvendigvis vedtatt i Norge), for eksempel;
 - EU ETS1 og ETS2-kvotehandelsystemene
 - Utslippsstandards for kjøretøy på vei
 - ReFuelEU Aviation
 - FuelEU Maritime

Dette anses som politikk som er vedtatt eller som realistisk sett blir vedtatt de nærmeste årene. Det er denne banen vi tar utgangspunkt i for å beregne hvilken effekt strategienes virkemiddelpakker har på måloppnåelse. En sentral del av backcastingsprosessen er da vurdere om og hvordan virkemidlene må endres og om det er behov for ytterligere tiltak for å nå målene.

Hvis en av disse strategibanene på et senere tidspunkt vedtas som politisk strategi blir den nærmest per definisjon del av ny referansebane. Denne prosessen er illustrert i figur 2.1. Hvis ikke kan de ulike måloppfylgende strategibanene fungere som en alternativ referansebane for videre analyser av enkeltprosjekter og andre virkemidler i transportsektoren. Da har man en referansebane som er konsistent med å være på vei mot lavutslippssamfunnet, og ikke bare business-as-usual. Hvordan man fastlegger referansebanen, hvis en måloppfylgende strategi ikke er politisk vedtatt ligger utenfor dette prosjektet.

⁴ Dette er sentralt for å kunne beregne næringsvise vekstbaner per handelsrelasjon for framskrivingen av godstransporten

⁵ Denne referansebanen dekker dog bare veitransport. Mye er dokumentert i rapporten Godstransport 2050: [Godstransport 2050: Utredning av klimagassutslipp fra godstransport – scenarioanalyser mot 2050 - miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no/utredning-av-klimagassutslipp-fra-godstransport-scenarioanalyser-mot-2050)



Figur 2.1: En skissering av sammenhengen mellom en oppdatert Referansebane, utvikling av strategier og utvikling av referansebaner konsistent med oppnåelse av lavutslippssamfunnet innen 2050.

2.1.1 Burde referansebanen inkludere vedtatt EU-politikk?

På nåværende tidspunkt er det viktige deler av vedtatt EU-politikk som ikke implementert i norsk rett. Dette gjelder særskilt ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime, som innebærer krav til utslippskutt for luftfart- og sjøfartsektoren. Regjeringen har uttalt at førstnevnte ønskes tatt inn i norsk rett så fort som mulig, men per nå er det ennå ikke implementert.

Det er dermed ikke opplagt at referansebanen i dette metodeprosjektet burde inneholde implementeringen av ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime, gitt standard praksis for samfunnsøkonomisk analyse. Det kan imidlertid argumenteres for at det er relativt sannsynlig at disse kravene vil bli implementert i norsk rett:

- Norge har en lang historie med å implementere EU-krav, og noen av dem har allerede fått eksplisitte signaler om at de er ønsket implementert
- Gitt at Norges og EUs klimaambisjoner i stor grad sammenfaller, ville det vært kontraproduktivt for Norge å oppnå det samme som EU, men uten å implementere EU-kravene. Det er lite trolig at Norge på egenhånd kan oppnå det samme som EU-krav uten økte regulatoriske kostnader av egne særkrav. Særlig for skipsfart er bunkring i utlandet såpass omfattende at norske særtilpasninger vil være av mindre betydning, med skipene eksklusivt seiler i Norge.

Strategibanene settes opp i 2 steg

Etter en diskusjonsrunde mellom NTPs metodegruppe og deres koordineringsgruppe ble det konkludert med at dette metodeprosjektet skal benytte en referansebane som ikke inneholder vedtatt EU-politikk (det vil si vedtatt i EU, men *ikke* i Norge), og dermed holde seg nærmere etablert praksis. TØI-teamet har på den bakgrunn anbefalt å sette opp strategibanene i 2 steg, på følgende vis:

0. **Referansebane uten** vedtatt EU-politikk («frozen policy»)
1. **Steg 1** av strategibanene: Vedtatt EU-politikk (spesielt ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime) implementeres i Norge. Dette steget gjennomføres for *alle* strategiene, dvs. at det

kun analyseres en gang og de videre strategibanene kan bygge videre på den (dvs. i sine respektive steg 2)

2. **Steg 2** av strategibanene: Norske virkemiddelpakker som går utover vedtatt EU-politikk og skal føre til null utslipp i transportsektoren i 2050 ved å adressere de gjenværende utslippene etter Steg 1.

Steg 1 vil innebære en gjennomgang av hvordan vedtatt EU-politikk vil slå ut på Steg 0. Da er det viktig å analysere de EU-kravene som vil kreve tilpasninger som går utover det som allerede ligger inne i Steg 0.

Steg 1: Norsk implementering av vedtatt EU-politikk

Følgende EU-krav vurderer vi som lite relevante for Steg 1, da de sannsynligvis allerede vil være overoppfylt i Norge i Steg 0:

- **EUs utslippsstandarter for passasjerbiler og lette varebiler** impliserer at alle nye biler vil være utslippsfrie fra 2035. Dette tilsier at biler på fossilt drivstoff utfases etter hvert som eldre biler utfases. I praksis betyr det tilnærmet klimanøytralitet i 2050. Dette forventes å være dekket i Norge allerede, hvor tilnærmet hele bilparken forventes å være utslippsfri innen 2050.
- **EUs krav til lastebilprodusenter:** 90 % utslippsreduksjon for nye lastebiler i 2040 sammenlignet med 2019-nivå. Norges offisielle målsetting er at 100 % av alle nye lastebiler er nullutslipp innen 2040⁶.
- Utslippskvotesystemet ETS2, som omfatter veitransport: Med kvotepriser mellom €111 og €259 per tCO₂ innen 2030⁷, vil ETS-prisen sannsynligvis ligge under den norske CO₂-prisen i Steg 0 (se neste delkapittel).

Følgende EU-krav vurderer vi som svært relevante for Steg 1, da de da utviklingen i Steg 0 ikke vil være tilstrekkelig til å imøtekomme kravet:

- **FuelEU Maritime:** Dette innebærer et krav om 80 % reduksjon i GHG-intensitet i energien brukt fra skip over 5000 BT i 2050. Her vil det være behov for innhenting av kostnadsframskrivninger og forberegninger for å gjøre anslag på hvordan dette vil påvirke merkostnadene for sjøtransport i Norge, både kapital og drivstoffkostnader. Forberegningene av merkostnadene av nullutslippsløsninger sammenlignet med konvensjonelle løsninger vil kunne implementeres i Nasjonal Godsmodell for å gjøre beregninger av hvordan dette kan slå ut i transportmiddelsammensetningen i godssektoren.
- **ReFuelEU Aviation:** Dette innebærer et krav om 70 % innblanding av Sustainable Aviation Fuel (SAF) ved alle EU-flyplasser i 2050. Dette er flyplasser som betjener mer enn 100 000 passasjerer per år. De 10 største flyplassene i Norge faller inn under denne kategorien. Her vil det være behov for innhenting **av kostnadsframskrivninger og forberegninger** for å gjøre anslag på hvordan dette vil påvirke kostnadene for luftfart i Norge, dermed videre på billettprisene. Slike forberegninger kan med fordel gjøres med PACER-modellen (Kristensen & Thune-Larsen, 2023). Når man har opparbeidet et anslag på hvordan EU-kravet vil påvirke billettpriser, vil dette legges inn i pristabellen i NTM6 for å gjøre beregninger på hvordan

⁶ Nullutslippsandelen til *hele* lastebilparkens trafikkarbeid i referansebanen, basert på framskrivninger fra Miljødirektoratet og Statens vegvesen, er på 64 % i 2050. Dette ligger noe bak målsettingen, men fortsatt foran EUs krav.

⁷ [EU emissions trading system for buildings, road transport and additional sectors \(ETS2\)](#)

dette vil slå ut i etterspørsel etter lange reiser, både i form av endret transportmiddel og reduserte antall reiser.

Steg 1 vil gi **70 %-90 % utslippskutt** i transportsektoren i **2050** sammenlignet med 1990. På veisektoren vil norsk politikk allerede i Steg 0 bidra til raskere avkarbonisering enn EU-politikk skulle tilsi, selv om det må anerkjennes at EU-politikk er en viktig driver for at bilprodusenter tilpasser seg og utvikler nullutslippsløsninger. Transportsektoren vi vil modellere i Steg 0 (Referansebanen) vil allerede være langt på vei mot målet om lavutslippssamfunnet i 2050, men Steg 1 vil ta det enda lengre, først og fremst gjennom EU-krav innen sjøfart og luftfart.

I det følgende refererer 'EU-banen' til et utviklingsforløp, hvor Steg 1 er implementert.

2.1.2 Sentrale usikkerhetsmomenter i referansebanen

Fremtiden er usikker, og i strategiarbeid er det ofte hensiktsmessig å gjøre følsomhetsanalyser med endringer i eksogene forutsetninger i referansebanen, for å undersøke hvor robuste strategiene er mot slike endringer.

Det er mange usikre forutsetninger, men det er spesielt to forutsetninger som vi vet vil være viktige drivere for hvor aggressive og/eller kostbare virkemiddelpakkene må være for å oppnå målsatte utslippskutt, og som det bør gjøres **følsomhetsanalyser** av:

- En viktig følsomhetsanalyse blir for å teste implikasjonene av at **merkostnadene av nullutslippsløsninger blir høyere** enn fremskrevet: Dette kan testes med f.eks. dobbelt så høye merkostnader for nullutslippsløsninger sammenlignet med konvensjonelle løsninger enn forutsatt i den primære referansebanen. Dette innebærer at kostnadene i både Steg 1 og Steg 2 øker. For at strategiene fortsatt skal nå sine mål vil kostnadene i transportsektoren eller subsidiebehovet øke. Det vil ha implikasjoner for aktivitetsnivå og transportmiddel-fordeling i transportsektoren, eller for skattebyrden for å finansiere subsidiene.
- En interessant følsomhetsanalyse som ikke er gjennomført i forbindelse med denne rapporten er hvorvidt **EU gjør om på vedtatt politikk og reduserer kravene sine** til utslippskutt: Dette kan testes med f.eks. halvering av utslippskravene for luft- og skipsfart. Dette innebærer at norske krav til nullutslippsløsninger må bære drive fram en større del av utslippskuttene i Steg 2, ettersom det vil være høyere gjenværende utslipp etter Steg 1. Det innebærer kraftigere virkemiddelpakker fra norsk side.

Her vil vi understreke at vi legger til grunn at **teknologiutviklingen er eksogen**, og at merkostnadene for en gitt nullutslippsteknologi vil være de samme i referansebanen som i strategibanene. Det strategibanene vil skille seg på er hvorvidt merkostnadene vil bli betalt av transportbrukerne eller subsidiert av skattebetalerne. Begrunnelsen er at transportsektorens teknologiutvikling anses som i store trekk et resultat av den samlede internasjonale innsatsen, hvor Norges bidrag forventelig vil være marginalt. Man kunne vurdert muligheten for at dersom man la til enorme FoU-satsinger så ville det kunne bidra til å få ned merkostnadene, men det vil være en sterk antagelse at norsk FoU vil kunne gi store gevinster for merkostnadene i hele transportsektoren. Norsk FoU vil med fokuserte innsatser sannsynligvis få viktige bidrag på enkeltteknologier, men sannsynligvis ikke for hele sektoren. FoU-innsatsen globalt (og i Europa) er det som til syvende og sist vil bidra til å redusere merkostnadene av nullutslippsløsninger for sektoren som helhet.

2.2 Premisser for strategiene

For å kunne konkretisere strategiene og operasjonalisere dem for modellberegninger, er det viktig å være klare på noen sentrale premisser. Disse er fastsatt i et samråd mellom TØI-teamet og NTPs metodegruppe.

1. Alle strategiene oppnå **samme minstemål** for utslipp i transportsektoren
 - a. Det er med andre ord ikke åpent for ulik måloppnåelse for ulike strategier
 - b. Justerte målsettinger blir eventuelle følsomhetsanalyser
2. Dette målet være (tilnærmet) **100 % utslippsfri transportsektor** i 2050
 - a. Klimaloven sier 90-95 %, og hvis jordbrukssektoren ikke tvinges til omstilling, må nødvendigvis transportsektoren komme nærmere 100 %
 - b. Dersom det skulle vise seg at summen av utslipp fra transportsektoren (beregnet i transportmodellene) og resten av norsk økonomi (beregnet i NOREG 2) i UFF-banen kan oppnås på lavere vis i Kostnadseffektivitetsbanen, vil det være åpent for å beholde noen utslipp i transportsektoren dersom tilsvarende kan kuttes andre steder i økonomien for en lavere kostnad. Det betyr at utslipp i noen deler av transportsektoren hvor utslippskutt er på sitt dyreste kan opprettholdes, mens relativt billigere utslippskutt av samme størrelse kan gjennomføres andre steder i økonomien. En felles CO₂-avgift vil frembringe dette kostnadseffektive samlede utslippskuttet.
3. Strategienes jobb er å **dekke gapet** mellom målet og referansebanen
 - a. De eksogene forutsetningene i referansebanen må ligge fast (befolkning, økonomi, global teknologisk utvikling), mens strategiene er virkemiddelpakkene som skal løfte oss fra BAU-banen til målet
 - b. Strategiene kan også *vurderes* kvalitativt utfra hvor robuste de er mot andre eksogene scenarioer, f.eks. i et trafikklys-system
 - i. Alle strategier blir lettere hvis den teknologiske utviklingen går raskere enn i referansebanen, men Teknologibanen utnytter den nye teknologien i større grad. Men hvis teknologiutviklingen går tregere eller den økonomiske veksten drepes av tollkrig, så kan en UF-strategi være mer robust.
4. **Null utslipp i transportsektoren er det eneste eksplisitte målet** for disse eksempelstrategiene, men vi er interessert i å analysere hvordan strategiene slår ut på indikatorer for:
 - a. Samlet energibruk i sektoren
 - b. Arealbruk
 - c. Trafikkarbeid fra biler i de store byene (relatert til nullvekstmålet)
5. Virkemiddelpakkene i selve **strategiene bør i minst mulig grad inneholde ny transportinfrastruktur** (som ikke allerede er påbegynt)
 - a. Dette fordi senere, mer utviklede, versjoner av strategiene skal brukes til å lage klimakonsistente referansebaner som senere skal brukes til prosjektanalyser i NTP-arbeidet
 - b. Her skal etterspørsel etter ulike typer transport som sammenfaller med lavutslippssamfunnet modelleres, og basert på det kan man vurdere nye infrastrukturprosjekter
6. Vi **legger til grunn at resten av norsk økonomi omstiller seg mot lavutslippssamfunnet** (som anbefalt av Klimautvalget 2050 (2023)). Dette blir modellert med en høy CO₂-pris i NOREG 2. Mer om dette i delkapittel 3.3. Dette vil gi utslag på endret aktivitetsnivå og sammensetning av økonomien, og endret etterspørsel etter varer og tjenester som igjen påvirker transportbehovet. Videre vil endrede kostnader i transportsektoren (som modellert i transportmodellene) påvirke aktivitetsnivået ellers i økonomien. Dette innebærer iterasjoner mellom transportmodellene og NOREG 2. Mer om dette i delkapittel 4.8.

7. **Dersom målet er null utslipp fra transport i 2050, så er det tvingende nødvendig at all transport som gjennomføres er basert på nullutslippsløsninger.** Det betyr at transporten må ha en CO₂-intensitet på (tilnærmet) null per energienhet brukt, f.eks. basert på elektrisk fremdrift, avansert biodrivstoff eller muskelkraft ved aktiv transport. Dette følger av en såkalt transport emission identity, her vist for persontransport:

$$\frac{GHG}{(tCO_2e)} = \frac{Transportarbeid}{(10^6 \text{ pkm})} \times \frac{Drivstoffeffektivitet}{(MJ/pkm)} \times \frac{Drivstoffets CO_2\text{-intensitet}}{(gCO_2e \text{ per MJ})}$$

For at utslipp skal komme helt ned til null må minst en av komponentene i identiteten drives ned til null. Gitt at det fortsatt skal være transport, og det ikke kan gjennomføres transport uten noen form for energi, må nødvendigvis *Drivstoffets CO₂-intensitet* drives ned til null⁸.

I UFF-rammeverket (Unngå-Flytte-Forbedre) vil dette bety at «Forbedre» er nødt til å spille en vesentlig rolle for å oppnå målet om null utslipp i 2050.

Hvor mye man reduserer hver av de andre komponentene er et spørsmål om samfunnskostnader og omfordeling. Derimot kan fordelingen mellom Unngå, Flytte eller Forbedre ha betydning for utslippsvolumene mellom 2025 og 2050.

2.3 CO₂-prising i referansebanen og eksempelstrategiene

En sentral del av virkemiddelbruken i den generelle klimapolitikken er CO₂-prising gjennom avgifter og kvotepriser. For analysen sin del er det viktig å ha klarhet i hva som forutsettes som CO₂-priser. Her vil vi i stor grad basere oss på Finansdepartementet (2025) sin veiledning for bruk av karbonprisbaner i samfunnsøkonomiske analyser⁹.

CO₂-prisen på et gitt tidspunkt defineres her som summen av gjeldende norsk CO₂-avgift og aktuell pris på henholdsvis EU ETS kvoter. CO₂-avgiften er ikke den samme for all norsk CO₂-utslipp og det samme gjelder relevant kvotepris (ETS1, ETS2 eller ingen). Vi gjennomgår CO₂-prising i referansebanen og strategibanen i de tre trinnene beskrevet i delkapittelet før.

Steg 0: I referansebanen forutsettes det at CO₂-prisene følger sine respektive baner som skissert av **Finansdepartementet (2025)** for kvotepliktig utslipp. Dette vil bl.a. være viktig for luftfarten, men også for annen kvotepliktig virksomhet (som er modellert i NOREG 2). CO₂-avgiften forutsettes å ligge på 2025-nivå fram til 2050 («Frozen Policy») som tilsier en CO₂-avgift på 1405 kr₂₀₂₅, og vil dermed ikke følge karbonprisbanen anbefalt av Finansdepartementet for samfunnsøkonomiske analyser ettersom dette ennå ikke er vedtatt politikk. For EU-ETS forutsettes kvoteprisen til å vokse opp til 2220 kr₂₀₂₅ innen 2050. Prisbanene vises i figur 2.2.

Steg 1: Samme forutsetninger om CO₂-priser som i **Steg 0**.

Steg 2: I strategibanene vil vi forutsette CO₂-priser som vil stimulere til betydelig klimaomstilling i Norge. Her legger vi til grunn den høye prisbanen som Finansdepartementet (2025) anbefaler til følsomhetsanalyser. Den er også vist i Figur 2.2. Den **høye prisbanen** tar utgangspunkt i medianverdien av en rekke modellberegninger samlet inn for **FNs klimapanel (IPCC)**, i forbindelse med deres

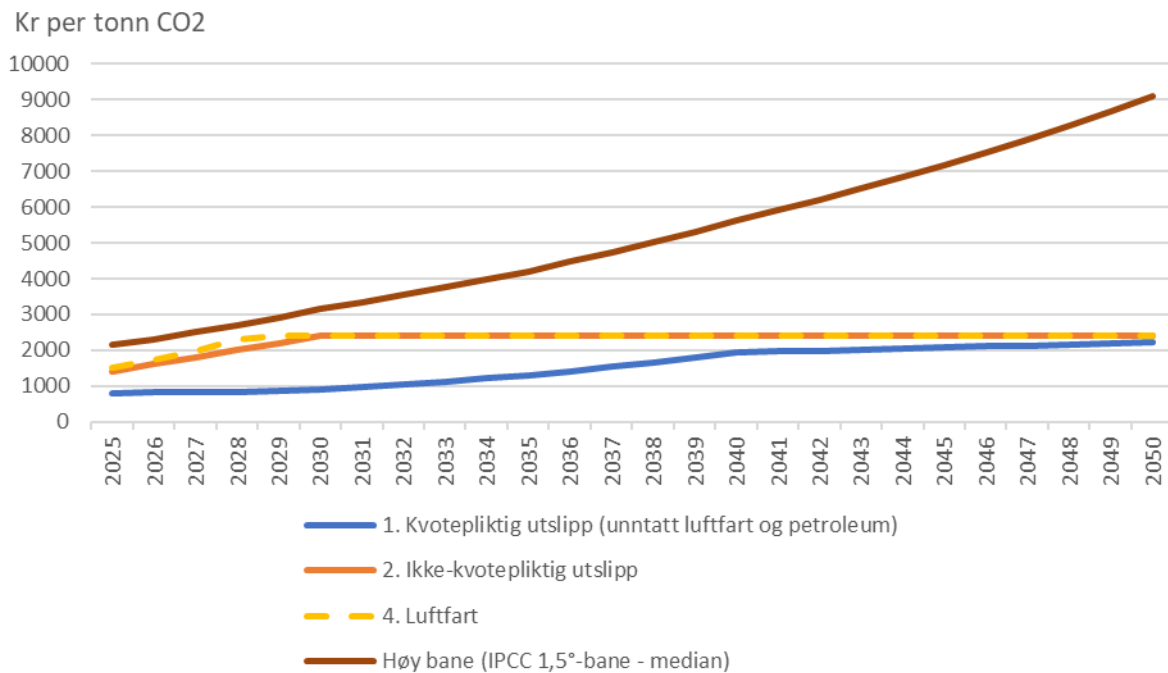
⁸ Man kan under-oppdele identiteten så detaljert man ønsker på ulike transportformer. For hver av disse transportformene må det da fortsatt gjelde at drivstoffets CO₂-intensitet må gå mot null.

⁹ [Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser i 2025 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/karbonprisbaner-for-bruk-i-samfunnsokonomiske-analyser-i-2025)

sjette hovedrapport, som anslår karbonprisen som trengs for å begrense oppvarming til 1,5 grader (med en 50 % sannsynlighet) til lavest mulig kostnad. Den er et uttrykk for en *skyggepris* av klimamålet, eller marginal tiltakskostnad. Det er ingen garanti for at denne karbonprisen alene vil tilstrekkelig incentivere tilpasninger som medfører netto null utslipp i 2050 i Norge, men det er grunn til å forvente at CO₂-priser av den størrelsesordenen vil medføre *svært mye* omstilling.

Av hensyn til både praktisk modellering og generelle effektivitetshensyn, forutsetter vi at CO₂-prisen er lik for alle sektorer og utgjør *summen* av CO₂-avgift og ETS-kvotepri. Dette impliserer at alle sektorer vil ha samme incentiv til å kutte utslipp, og at utslipp samlet sett dermed vil bli kuttet til lavest mulig kostnad. CO₂-prisen vil styre bedrifters og husholdningers innsats for utslippskutt, og man unngår unødvendig dyre utslippskutt i en sektor, siden relativt billigere utslippskutt vil bli gjennomført i en annen sektor, innenfor et samlet karbonbudsjett.

Ikke-kvotepliktige utslipp vil møte en CO₂-avgift som sammenfaller med den høye karbonprisbanen. Kvotepliktige utslipp på sin side vil betale sin kvotepri og i tillegg bli ilagt en CO₂-avgift på toppen slik at det i sum sammenfaller med den høye banen. I 2050 gir den høye banen en CO₂-pris på 9089 kr₂₀₂₅ per tonn CO₂.



Figur 2.2: Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser i 2025. Finansdepartementet (2025).

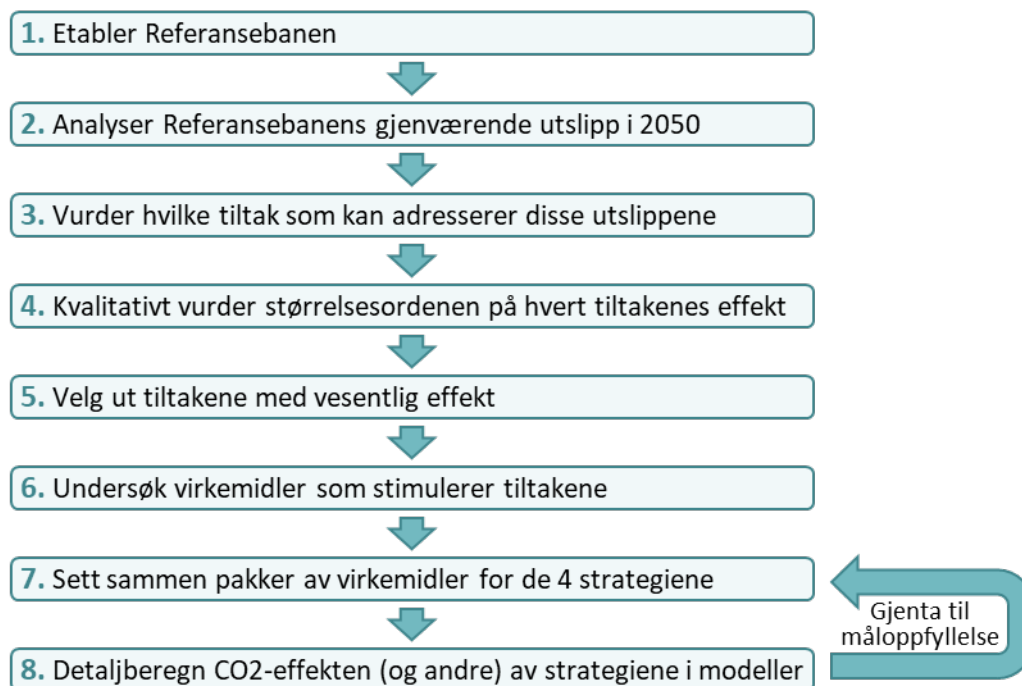
I selve modelleringen av år 2050 i strategiene Teknologibanen, UFF-banen og UF-banen vil vi imidlertid legge til grunn at målet om null utslipp fra transportsektoren *skal* nås. Det kan meget vel medføre at det må flere virkemidler til enn de forutsatte CO₂-prisene, fordi det er områder som har høyere implisitte tiltakskostnader enn hva den høye karbonprisbanen skulle tilsi.

Som nevnt i premiss nr. 6 i forrige delkapittel, kan en operasjonalisere CO₂-prisingen på et litt annet vis i eksempelstrategien Kostnadseffektivitetsbanen. Der vil vi modellere det som et verktøy til å oppnå like store utslippskutt *nasjonalt* som i de andre strategibanene, men hvor man er villig til å unngå de dyreste utslippskuttene i transportsektoren (hvis aktuelt) og heller kutte på relativt billigere vis andre steder i økonomien. Det blir dermed ikke noe absolutt krav for nullutslippsløsninger i transportsektoren. Det vil heller bli en balansering av utslippskutt innenfor og utenfor transportsektoren under samme høye CO₂-pris i 2050. Den må finnes fram til gjennom modellering, men vil i et slikt

tilfelle bli høyere enn 9089 kr₂₀₂₅. Men samfunnskostnadene av å gjøre mer utslippskutt utenfor transportsektorene veies mer enn opp for ved å avstå fra de dyreste kuttene i transportsektoren. Resultatet i et slikt tilfelle blir at de samlede utslippskuttene blir like store som i de andre strategibanene, men til lavere samfunnskostnader. Dersom alle utslippskuttene i transportsektoren kan gjennomføres med tiltakskostnader på under 9089 kr₂₀₂₅, vil også denne eksempelstrategien sikte inn mot en 100 % karbonnøytral transportsektor, men med vekt på samfunnsøkonomisk effektive virkemidler.

3 En trinnvis prosess for å velge ut virkemidler til strategier

Å utvikle en klimastrategi for norsk transportsektors vei mot lavutslippssamfunnet er en kompleks prosess med mange involverte, som skal levere ulike input. En slik prosess kan bli mer effektiv hvis man kan skape et felles overblikk av forløpet, hvor det løpende er tydelig for den enkelte hvor man er i prosessen og hva som skal være klart når. For å understøtte prosessen vurderer vi det som hensiktsmessig å bryte ned prosessen i åtte trinn:



Figur 3.1: Strategiprosess i åtte trinn.

Referansebanen refererer til en utviklingsbane for norsk økonomi og transportsektor i tråd med tradisjonelle framskrivninger fra dagens situasjon, og kun vedtatt politikk (eller politikk man har sterke signaler om skal komme) er implementert. Dette trenger ikke sammenfalle med uttalte politiske mål, ettersom det ikke er vedtatt noe politikk for å oppnå målene.

Videre er det aktuelt i senere faser av strategi- og analysearbeidet for NTP at de utviklede strategiene skal kunne fungere som selvstendige referansebaner (strategibaner kan være et egnet begrep) i analyser av prosjekter som kan være aktuelle i NTPs portefølje. Da vil lønnsomhetsvurderingene av disse prosjektene være konsistent med en fremtid hvor de politiske målene oppnås. Vi utdyper dette mer i kapittel 4.1.

Neste kapittel illustrerer prosessen med alle disse åtte punktene ved hjelp av et gjennomgående eksempel.

4 Eksempelgjennomgang av prosessen

Avsnitt 4.1 til 4.8 går igjennom alle åtte trinnene med et gjennomgående eksempel. Det gjennomgående eksempelet er dokumentert i en Excel-bok som er delt med NTPs metodegruppe. Trinnene skal følge en logisk rød tråd og bygge videre på hverandre. Spesifiseringene man gjør i det første trinnene, dvs. etableringen av referansebanen, kan potensielt få følger for hvilke vurderinger man gjør i de senere trinnene.

4.1 Etabler referansebanen

Med henvisning til "transport emission identity" i kapittel 2 lager vi et eksempel på en referansebane for CO₂-utslipp som er brutt ned i hovedkomponentene transportarbeid og CO₂-intensitet.

I tabell 4.1 presenterer vi et **eksempel** på transportarbeidet i en referansebane. Den er løselig basert på framskrivingene for transportarbeid i referansebanen for NTP 2025-2036. Grovt sett kan vi si at transportarbeidet påvirkes gjennom generaliserte reisekostnader og reisebehov (geografisk bosetning, demografi, inntekt mm.).

Tabell 4.1: Indeks for utviklingen i transportarbeid i referansebanen med 2025 = 100. **Eksempel.**

Transportmiddel	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Personbil	95	100	110	115	120	125	130
Varebil	95	100	110	115	120	125	130
Lastebil	95	100	110	125	135	140	150
Buss	95	100	100	100	100	100	100
Jernbane, pass.	95	100	110	115	120	125	130
Jernbane, gods	95	100	105	115	125	135	140
Luftfart	95	100	101	104	106	108	110
Sjø lastebåt	95	100	110	120	125	130	135
Sjø-ferje	95	100	95	93	92	91	90
Total	95	100	108	115	121	125	131

I tabell 4.2 presenterer vi et eksempel på CO₂-intensitet i en BAU-bane. Den er løselig basert på innfasing av nullutslippsløsninger som MDir har beskrevet, og innfasing av avansert biodrivstoff eller syntetisk drivstoff i luftarten og sjøfarten i henhold til vedtatte EU-regler. Grovt sett kan vi si at CO₂-utslippet påvirkes gjennom: (1) CO₂-innhold i drivstoff; (2) drivstoffeffektivitet for kjøretøyene; (3) personer el. tonn per kjøretøykm.

Tabell 4.2: Indeks for utviklingen i CO₂-intensitet i Referansebanen Normalisert: 2025 = 100. **Eksempel**

Transportmiddel	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Personbil	104	100	70	40	-	-	-
Varebil	104	100	80	50	-	-	-
Lastebil	104	100	90	60	30	15	7
Buss	104	100	50	30	30	15	5
Jernbane, pass.	104	100	90	60	30	15	10
Jernbane, gods	104	100	90	60	30	15	10
Luftfart	104	100	94	80	66	45	30
Sjø lastebåt	104	100	94	85	69	38	20
Sjø-ferje	104	100	90	70	20	10	10
Total	104	100	82	59	28	16	9

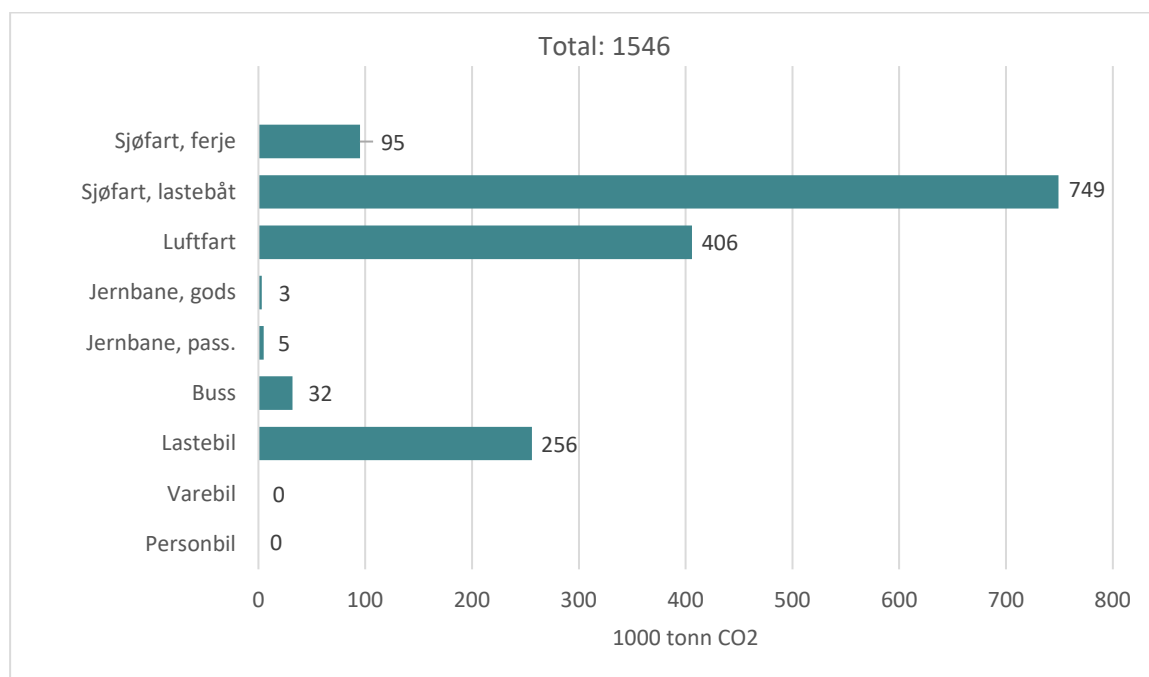
Basert på BAU-bane-eksemplene for transportarbeid og CO₂-intensitet får vi en BAU-bane for CO₂-utslipp fra transporten, fordelt på de sentrale transportmiddelkategoriene. Denne vises i tabell 4.3.

Tabell 4.3: Indeks for utviklingen i CO₂-utslipp i Referanse-banen. Normalisert: 2025 = 100. **Eksempel**

Transportmiddel	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Personbil	95	100	77	46	-	-	-
Varebil	95	100	88	58	-	-	-
Lastebil	95	100	99	75	41	21	11
Buss	95	100	50	30	30	15	5
Jernbane, pass.	95	100	99	69	36	19	13
Jernbane, gods	95	100	95	69	38	20	14
Luftfart	95	100	95	83	70	49	33
Sjø lastebåt	95	100	103	102	86	49	27
Sjø-ferje	95	100	86	65	18	9	9
Total	95	100	89	68	34	20	11

4.2 Analyser gjenværende utslipp i 2050

De gjenværende utslippene i 2050 i referansebanen må brytes ned på transportmidlene som er ønskelig for analyseformål. Dette for å kunne se gjenværende utslipp opp mot mulige tiltak. Hvis hovedmålet for strategiene er å oppnå null utslipp fra transportsektoren innen 2050, så vil hovedfokuset være på tiltak hos de transportformene som har mest gjenværende utslipp. Og for de transportformene som har en (tilnærmet) 100 % utslippsfri kjøretøypark/flåte i god tid før 2050, vil det være liten effekt av ytterligere tiltak som adresserer deres utslipp. I vårt gjennomgående eksempel er nedbrytningen vist i figur 4.1. Vi understreker at utslippstallene i tabellen ikke er av reell betydning, da de er basert på en eksemplifisert BAU-bane.



Figur 4.1: Gjenværende utslipp i 2050 i Referansebanen i det gjennomgående eksempelet.

4.3 Vurder hvilke tiltak som adresserer gjenværende utslipp

For transportsektoren har Miljødirektoratets arbeid med Klimatiltak ¹⁰munnet ut i totalt 31 tiltak (27 tiltak for landtransport og luftfart og 4 tiltak for sjøfart). Disse vises i tabell 4.4. NTPs metodegruppe kan selvfølgelig legge til andre relevante tiltak og fjerne tiltak som vurderes som irrelevante. For arbeidet med det gjennomgående eksempelet har vi kun forholdt oss til de foreliggende tiltaks-beskrivelsene fra Miljødirektoratet.

Tabell 4.4: Klimatiltak for transportsektoren identifisert av Miljødirektoratets Klimatiltak 2025

Tiltaksnr.	Klimatiltak
T01	Transporteffektiv arealplanlegging
T02	Økt bruk av hjemmekontor
T03	Økt bruk av digitale møter - erstatter bil
T03	Økt bruk av digitale møter - erstatter fly
T04	Transportmiddelskifte fra bil til gange og sykkel
T05	Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på korte reiser
T06	Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på lange reiser
T07	Økt samkjøring og bildeling
T08	Transportmiddelskifte fra fly til jernbane
T09	Redusert fartsgrense på motorveier
T10	100 % av nye personbiler er elektriske i 2025
T11	100 % av nye bybusser er elektriske i 2025
T12	Elektrifisering av langdistansebusser
T13	Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere
T14	Nullutslippsløsninger for jernbane
T15	Hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet
T16	Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart
T17	Økt kapasitetsutnyttelse i varetransport
T18	Økte godsandeler på bane
T19	Økte godsandeler på sjø
T20	Tyngre og lengre vogntog
T21	Økokjøring for lastebiler
T22	100 % av nye varebiler er elektriske i 2027
T23	100 % av nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030
T24	Bedre logistikk- og effektivisering i bygge- og anleggsprosjekter
T25	Alle nye maskiner på bygge- og anleggsplasser er nullutslipp i 2030
T26	Overgang til nullutslippsmaskiner i jordbruket
T27	Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer
S01	Nullutslippsløsninger i offentlig passasjertransport på sjø
S02	Landstrøm og batterielektrifisering
S03	Overgang til hydrogenbaserte drivstoff i sjøfarten
S04	Overgang til biogass i sjøfarten

Anmerkning: Fargekoder for tiltakets CO₂-reduksjoner: Svart: Vei; Brun: Jernbane; Blå: Luftfart; Blågrønn: Sjø.

¹⁰ [Klimatiltak i Norge - tiltaksark - miljodirektoratet.no](https://klimatiltak.norge.no/)

4.4 Kvalitativt vurder størrelsesordenen på tiltakenes effekt

Basert på **kvalitativ scoring mellom 0 og 5** får vi en individuell vurdering av hvor stort utslag ulike tiltak kan forventes å gi for gjenværende utslipp for et gitt transportmiddel (f.eks. lastebiltransport), ved konsekvent gjennomføring. Excel-fila som er delt med NTPs metodegruppe har et oppsett som fungerer som et verktøy for å gjøre systematiske kvalitative vurderinger som synliggjør hvilke tiltak som sannsynligvis har en vesentlig effekt. Det disiplinierer vurderingene og muliggjør prioriteringer etterpå. I oppsettet vil den kvalitative scoren man gir oversettes til en prosentvis reduksjon av gjenværende utslipp for et gitt transportmiddel, slik som vist i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Skala for kvalitative vurderinger i Excel-fila som følger dette dokumentet.

Kvalitativ vurdering	Score-skala	Prosentvis implikasjon
Null	0	0 %
Liten	1	1%-10%
Under middels	2	10%-40%
Middels	3	40%-60%
Over middels	4	60%-80%
Høy	5	80%-100%

Verktøyet er også lagt opp til at det er lett å gjøre kvalitative vurderinger individuelt først, og så aggregere til gruppenivå senere.

De kvalitative vurderingene for det gjennomgående eksempelet er vist i

tabell 4.6. Vi understreker at utslippstallene i tabellen ikke er av reell betydning, da de er basert på en eksemplifisert referansebane, og en scoring som først og fremst er gjort for eksempelets skyld.

Tabell 4.6: Kvalitative vurderinger av størrelsesordenen på de utvalgte tiltakenes effekt. Uthevede tall og tall i borte rste kolonne representerer eksempelberegninger for årlige CO₂-utslipp i 2050.

		 = Utvalgt tiltak i eksempelgjennomgangen	Personbil	Varebil	Lastebil	Buss	Jernbane, passasjer	Jernbane, gods	Luftfart	Sjø lastebåt	Sjø-ferje	Total-vurdering Kvalitativ
Tiltaksnr.	Kategori	Gjenværende utslipp i referansebanen (mill tCO ₂ e)	-	-	256	32	5	3	406	749	95	1 546
T01	Unngå	Transporteffektivarealplanlegging	-	-	1	1	-	-	-	-	-	14
T02	Unngå	Økt bruk av hjemmekontor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T03	Unngå	Økt bruk av digitale møter - erstatter bil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T03	Unngå	Økt bruk av digitale møter - erstatter fly	-	-	-	-	-	-	1	-	-	20
T04	Flytte	Transportmiddeleskifte fra bil til gange og sykkel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T05	Flytte	Transportmiddeleskifte fra bil til kollektivtransport på korte reiser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T06	Flytte	Transportmiddeleskifte fra bil til kollektivtransport på lange reiser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T07	Flytte	Økt samkjøring og bildeling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T08	Flytte	Transportmiddeleskifte fra fly til jernbane	-	-	-	-	-	-	1	-	-	20
T09	Forbedre	Redusert farts grense på motorveier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T10	Forbedre	100 % av nye personbiler er elektriske i 2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T11	Forbedre	100 % av nye bybusser er elektriske i 2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T12	Forbedre	Elektrifisering av langdistansebusser	-	-	-	5	-	-	-	-	-	28
T13	Forbedre	Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T14	Forbedre	Nullutslippsløsninger for jernbane	-	-	-	-	5	5	-	-	-	7
T15	Forbedre	Hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet	-	-	-	-	-	-	1	-	-	20
T16	Forbedre	Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart	-	-	-	-	-	-	3	-	-	203
T17	Flytte	Økt kapasitetsutnyttelse i varetransport	-	-	2	-	-	-	-	-	-	64
T18	Flytte	Økte godsandeler på bane	-	-	1	-	-	-	-	-	-	13
T19	Flytte	Økte godsandeler på sjø	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T20	Flytte	Tyngre og lengre vogntog	-	-	1	-	-	-	-	-	-	13
T21	Forbedre	Økokjøring for lastebiler	-	-	1	-	-	-	-	-	-	13
T22	Forbedre	100 % av nye varebiler er elektriske i 2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T23	Forbedre	100 % av nye lastebiler bruker nullutslipps teknologi eller biogass i 2030	-	-	5	-	-	-	-	-	-	230
T24	Unngå	Bedre logistikk- og effektivisering i bygge- og anleggsprosjekter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T25	Forbedre	Alle nye maskiner på bygge- og anleggsplasser er nullutslipp i 2030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T26	Forbedre	Overgang til nullutslippsmaskiner i jordbruket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T27	Forbedre	Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S01	Forbedre	Nullutslippsløsninger i offentlig passasjertransport på sjø	-	-	-	-	-	-	-	-	3	47
S02	Forbedre	Landstrøm og batterielektrifisering	-	-	-	-	-	-	-	2	2	211
S03	Forbedre	Overgang til hydrogenbaserte drivstoff i sjøfarten	-	-	-	-	-	-	-	2	2	211
S04	Forbedre	Overgang til biogass i sjøfarten	-	-	-	-	-	-	-	2	2	211

4.5 Velg ut de tiltakene som har vesentlig effekt

Basert på de kvalitative vurderingene eksemplifisert i tabell 4.7 kan prosjektgruppa velge ut de tiltakene som er vurdert til å ha en tilstrekkelig vesentlig effekt. I det gjennomgående eksempelet har vi valgt ut de tiltakene som er markert i lysegrønt i tabell 4.5. Dette er de samme tiltakene og eksempel-tallene for gjenværende årlig utslipp i 2050 som i

tabell 4.6. Vi understreker igjen at utslippstallene i tabellen ikke er av reell betydning, da de er basert på en eksemplifisert referansebane, og en scoring som først og fremst er gjort for eksempelets skyld.

Tabell 4.7: Liste over aktuelle klimatiltak, med de utvalgte tiltakene markert i gult. Tall i bortenste kolonne representerer eksempelberegninger for årlige CO₂-utslipp i 2050.

Tiltaksnr.	Navn	Totalvurdering Kvalitativ
Gjenværende utslipp i referansebanen (mill. tCO₂e)		1 546
T01	Transporteffektiv arealplanlegging	14
T02	Økt bruk av hjemmekontor	-
T03	Økt bruk av digitale møter - erstatter bil	-
T03	Økt bruk av digitale møter - erstatter fly	20
T04	Transportmiddelskifte fra bil til gange og sykkel	-
T05	Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på korte reiser	-
T06	Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på lange reiser	-
T07	Økt samkjøring og bildeling	-
T08	Transportmiddelskifte fra fly til jernbane	20
T09	Redusert fartsgrense på motorveier	-
T10	100 % av nye personbiler er elektriske i 2025	-
T11	100 % av nye bybusser er elektriske i 2025	-
T12	Elektrifisering av langdistansebusser	28
T13	Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere	-
T14	Nullutslippsløsninger for jernbane	7
T15	Hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet	20
T16	Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart	203
T17	Økt kapasitetsutnyttelse i varetransport	64
T18	Økte godsandeler på bane	13
T19	Økte godsandeler på sjø	-
T20	Tyngre og lengre vogntog	13
T21	Økokjøring for lastebiler	13
T22	100 % av nye varebiler er elektriske i 2027	-
T23	100 % av nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030	230
T24	Bedre logistikk- og effektivisering i bygge- og anleggsprosjekter	-
T25	Alle nye maskiner på bygge- og anleggsplasser er nullutslipp i 2030	-
T26	Overgang til nullutslippsmaskiner i jordbruket	-
T27	Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer	-
S01	Nullutslippsløsninger i offentlig passasjertransport på sjø	47
S02	Landstrøm og batterielektrifisering	211
S03	Overgang til hydrogenbaserte drivstoff i sjøfarten	211
S04	Overgang til biogass i sjøfarten	211

4.6 Undersøk virkemidler som stimulerer tiltakene/tilpasningene

Miljødirektoratet (MDir) har skissert en rekke med virkemidler som underbygger hvert tiltak. De har kategorisert virkemidlene etter hvorvidt det er eksisterende virkemidler (som kanskje må øke i intensitet) og nye virkemidler.

I det forrige steget i vårt gjennomgående eksempel identifiserte vi hvilke tiltak som er mest vesentlige for å adressere de gjenværende utslippene i vår eksempel-referansebane. Vi henter fram de virkemidlene som Miljødirektoratet beskriver i forbindelse med hvert av disse tiltakene. I tillegg til virkemidlene Mdir har skissert, har vi i tabellene under også valgt å legge til noen flere virkemidler som vi anser kan være relevante.

Vi har i tillegg valgt å kategorisere virkemidlene utfra om det «push»-virkemidler (negativ stimulering vekk fra noe) og «pull»-virkemidler (positiv stimulering til noe).

4.6.1 Økt bruk av digitale møter – erstatter fly (Unngå)

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til digitale møter», dvs. «pull»-virkemidler, og «negativ stimulering til å fly mindre (både generelt og ifm. møter)», dvs. push-virkemidler.

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
- CO₂-avgift (økende) - Passasjeravgift (økende)	Push
•	Pull
Nye virkemidler	
- Rapporteringsplikt for offentlige etaters reisevirksomhet eller en generell rapporteringsplikt for utslipp fra reisevirksomhet. - Fellesføringer i tildelingsbrevene til statlige virksomheter. - Tydeligere krav, retningslinjer og vurderingskriterier i statlige reiseretningslinjer	Push
Offentlige virksomheter kan legge til rette for god infrastruktur og gode verktøy for digitale møter, samt opplæring i bruk av disse	Pull

4.6.2 Transportmiddelskifte fra fly til jernbane (Flytte)

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å velge jernbane» og «negativ stimulering til å fly mindre».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
- CO₂-avgift (økende) - Passasjeravgift (økende) - EU ETS (økende)	Push
Midler til Norske Tog sin langtidsplan for toganskaffelser	Pull
Nye virkemidler	
- Rapporteringsplikt for offentlige etaters reisevirksomhet eller en generell rapporteringsplikt for utslipp fra reisevirksomhet. - Fellesføringer i tildelingsbrevene til statlige virksomheter. - Tydeligere krav, retningslinjer og vurderingskriterier i statlige reiseretningslinjer	Push
- Stille krav om internettilgang på hele eller store deler av jernbanestrekningene. - Samordne og strømlinjeforme billettsystemer på tvers av jernbanesektoren. - Stille krav om enkle bestillinger av togreiser i offentlig sektor ved inngåelse av rammeavtaler. - Prioritere enkle infrastrukturtiltak som reduserer reisetiden på fjerntog. - Redusere billettpriser på fjerntog (samtidig som avgifter på flyreiser økes). - Utvide nattogtilbudet. - Tilpasse forbrukerrettigheter for reisegarantier og erstatningsordninger for jernbane.	Pull

4.6.3 Elektrifisering av langdistansebusser (Forbedre)

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å velge elektrifisering» og «negativ stimulering til å bruke fossile».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
- CO₂-avgift (økende) - Veibruksavgift	Push
- Utbygging av ladeinfrastruktur - Bompengerabatt	Pull
Nye virkemidler	
- Nullutslippskrav ved kjøp av tjenester med langdistansebusser - Veipricing - Innføring av engangsavgift på dieseldrevne tunge kjøretøy	Push
- Nasjonal kunnskapsbase/rådgivningsfunksjon om kollektiv ladeinfrastruktur - Finansieringsmodeller for operatører som kjører offentlig kollektivtransport - Målbundne engangsoverføringer til fylkeskommunene til planlegging og etablering av ladeinfrastruktur. - Offentlig standard for ladeinfrastruktur til kollektive busser. - Støtte til ladeinfrastruktur i kollektivtrafikken. - Revurdere/omforme anbudskriterier.	Pull

4.6.4 Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å velge avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart» og «negativ stimulering til å bruke fossile».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
- CO₂-avgift (økende) - EU ETS (økende)	Push
Støtteordninger under Enova og EUs innovasjonsfond for produksjon og teknologiutvikling av avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff	Pull
Nye virkemidler	
ReFuelEU Aviation implementeres i norsk rett	Push
Tilskudd til avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff utover innblandingskravet (kan være problematisk hvis innblandingskravet er bindende på EU-nivå)	Pull

4.6.5 Økt kapasitetsutnyttelse i varetransport

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke utnyttelsen» og «negativ stimulering til å øke utnyttelsen».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
- CO₂-avgift (økende) - Veibruksavgift (økende) - Bompenger (økende)	Push
Piloter for konsolideringssentere	Pull
Nye virkemidler	
- Reguleringer som krever synliggjøring av fraktkostnaden - Nullutslippssoner - Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal) - Veipricing - Krav i offentlige anskaffelser / innretting av rammeavtaler - innføre gebyr for bestiller på småordre og hasteleveranser - fleksibilitet med tanke på leveringstidspunkt - stille krav til samlasting av varer	Push
- Støtte til kompetanseheving og digitale planleggingsverktøy - Etablering av infrastruktur som samleterminaler - Øke tillatt lastvekt på lastebiler	Pull

4.6.6 100 % av nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke bruken av nullutslippsalternativer» og «negativ stimulering til å fase ut fossilalternativene».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • Veibruksavgift (økende) • Bompenger (økende)	• Push
• Nasjonalt bompengefritak • Utbygging av lade- og fylleinfrastruktur • Investeringsstøtte kjøretøy	Pull
Nye virkemidler	
• Nullutslippssoner • Krav om nullutslipp for varetransport i offentlige anskaffelser • Innføring av engangsavgift for fossile lastebiler • Veipricing	Push
• Tilgang til kollektivfelt • Redusert/ fritak fra fergetakst • Økt støtte til battericontainere • Bookingløsning for hurtiglading (for å matche hviletid) • Avgiftsreduksjon ved bompasering for biogasskjøretøy • Økt tillatt lastvekt på nullutslippslastebiler	Pull

4.6.7 Nullutslippsløsninger i offentlig passasjertransport på sjø

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke bruken av nullutslippsalternativer» og «negativ stimulering til å fase ut fossilalternativene».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • FuelEU Maritime (for de største skipene) • Nullutslippskrav for ferjesamband	Push
• Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg • Hurtigbåtprogrammet (Klimasats)	Pull
Nye virkemidler	
• Utlyse anbud for nullutslippskrav for kyststruten • Nedleggelse av ruter med urimelig høy avkarboniseringskostnad, og generelt lav (negativ) samfunnsøkonomisk nytte	Push
• Økt ramme til hurtigbåtprogrammet • Tilstrekkelig kompensasjon for krav til ferjer	Pull

4.6.8 Landstrøm og batterielektrifisering for skip

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke bruken av nullutslippsalternativer» og «negativ stimulering til å fase ut fossilalternativene».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • FuelEU (for de største) • NO_x-avgift (økende) • Miljødifferensierte havneavgifter og vederlag • I 2050: Krav til bruk av nullutslippsløsninger i transport for å kunne operere i norsk territorium	Push
• Investeringsstøtte og samarbeidsprosjekter fiskefartøy og fiskerihavner	Pull
Nye virkemidler	
• Nullutslippskrav til mindre havbruksfartøy • Klimahensyn innlemmes i fiskerilovgivningen • Engangsavgift på fossile fritidsbåter (egentillagt) • Krav om bruk av landstrøm • Nullutslippssoner til sjøs	Push
• Lokale insentiver til nullutslippsfritidsbåter • Insentiver til båtdeling	Pull

4.6.9 Overgang til hydrogenbaserte drivstoff i sjøfarten

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke bruken av nullutslippsalternativer» og «negativ stimulering til å fase ut fossilalternativene».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • FuelEU Maritime (for de største) • NO_x-avgift (økende) • Miljødifferensierte havneavgifter og vederlag • Krav og insentiver i offentlige anbud for godstransport • I 2050: Krav til bruk av nullutslippsløsninger i transport for å kunne operere i norsk territorium	Push
• Investeringsstøtte og samarbeidsprosjekter fiskefartøy og fiskerihavner	Pull
Nye virkemidler	
• Nullutslippskrav til mindre havbruksfartøy • Klimahensyn innlemmes i fiskerilovgivningen • Engangsavgift på fossile fritidsbåter (egentillagt) • Krav om bruk av landstrøm • Nullutslippssoner til sjøs	Push
• Lokale insentiver til nullutslippsfritidsbåter • Insentiver til båtdeling	Pull

4.6.10 Overgang til biogass i sjøfarten

I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, vil det i forbindelse med dette tiltaket være hensiktsmessig å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å øke bruken av nullutslippsalternativer» og «negativ stimulering til å fase ut fossilalternativene».

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • FuelEU Maritime (for de største) • NO_x-avgift (økende) • Miljødifferensierte havneavgifter og vederlag • I 2050: Krav til bruk av nullutslippsløsninger i transport for å kunne operere i norsk territorium	Push
• Investeringsstøtte til biogassanlegg	Pull
Nye virkemidler	
• Klimakrav til offshorefartøy • I fornying av offentlige kontrakter kan det stilles krav som åpner for biogass	Push
• Subsidier til bruk av biogass • Miljøbonus e.l. i kontrakter der LNG-fartøy benyttes	Pull

4.6.11 Oppsummering virkemidler – en bruttoliste for eksempelet

Alle skisserte virkemidler som underbygger de valgte tiltakene samles i tabellen under, som en bruttoliste for vårt gjennomgående eksempel. I tillegg til inndelingen etter nye og eksisterende virkemidler, har vi valgt å dele virkemidlene inn i «positiv stimulering til å redusere utslipp» og «negativ stimulering til å redusere utslipp» (hhv. pull og push).

For å gi overblikk har vi gjenbrukt fargekodene for transportmidlene fra tiltakene, men med den modifikasjon at de for virkemidlene er kategorisert ut fra hvilken sektor som de er rettet mot:

Vei (og generelt (svart))	Luftfart (blå)	Jernbane (brun)	Sjøfart (blågrønn)
Eksisterende virkemidler			Push/Pull?
• CO₂-avgift (økende) • EU ETS (økende) • Veibruksavgift (økende) • Bompenger (økende) • Passasjeravgift fly (økende) • FuelEU (for de største skipene) • Nullutslippskrav for ferjesamband • NO_x-avgift (økende) • Miljødifferensierte havneavgifter og vederlag • Krav og insentiver i offentlige anbud for gods- og bulktransport • Bompengerabatt (eller fritak) for tungnullutslippsbiler • Piloter for konsolideringssentere • Utbygging av lade- og fylleinfrastruktur • Investeringsstøtte nullutslippskjøretøy • Støtteordninger under Enova og EUs innovasjonsfond for produksjon og teknologiutvikling av avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff • Midler til Norske Tog sin langtidsplan for toganskaffelser			Push
			Pull

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg • Hurtigbåtprogrammet (Klimasats) • Investeringsstøtte og samarbeidsprosjekter fiskefartøy og fiskerihavner • Investeringsstøtte til biogassanlegg	
Nye virkemidler	
• Rapporteringsplikt for offentlige etaters reisevirksomhet eller en generell rapporteringsplikt for utslipp fra reisevirksomhet. • Fellesføringer i tildelingsbrevene til statlige virksomheter. • Tydeligere krav, retningslinjer og vurderingskriterier i statlige reiseretningslinjer. • Nullutslippskrav ved kjøp av tjenester med langdistansebusser. • Veipricing • Innføring av engangsavgift på dieseldrevne tunge kjøretøy. • Reguleringer som krever synliggjøring av fraktkostnaden. • Nullutslippssoner i byer • Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal). • Krav i offentlige anskaffelser / innretting av rammeavtaler ◦ innføre gebyr for bestiller på småordre og hasteleveranser ◦ fleksibilitet med tanke på leveringstidspunkt ◦ stille krav til samlasting av varer • Krav om nullutslipp for varetransport i offentlige anskaffelser • Innføring av engangsavgift for fossile lastebiler • ReFuelEU Aviation implementeres i norsk rett • Utlyse anbud for nullutslippskrav for kystruten • Nedleggelse av ruter med urimelig høy avkarboniseringskostnad, og generelt lav (negativ) samfunnsøkonomisk nytte • Nullutslippskrav til mindre havbruksfartøy • Klimahensyn innlemmes i fiskerilovgivningen • Engangsavgift på fossile fritidsbåter • Krav om bruk av landstrøm • Klimakrav til offshorefartøy • Offentlig eide rederier anskaffer nullutslippsfartøy • Nullutslippssoner til sjøs • I fornying av offentlige kontrakter kan det stilles krav som åpner for biogass. • I 2050: Krav til bruk av nullutslippsløsninger i transport for å kunne operere i norsk territorium	Push
• Offentlige virksomheter kan legge til rette for god infrastruktur og gode verktøy for digitale møter, samt opplæring i bruk av disse • Nasjonal kunnskapsbase/rådgivningsfunksjon om kollektiv ladeinfrastruktur. • Finansieringsmodeller for operatører som kjører offentlig kollektivtransport • Målbundne engangsoverføringer til fylkeskommunene til planlegging og etablering av ladeinfrastruktur. • Offentlig standard for ladeinfrastruktur til kollektive busser. • Støtte til ladeinfrastruktur i kollektivtrafikken. • Revurdere/omforme anbudskriterier. • Tilskudd til avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff utover innblandingskravet (egentillagt - kan være problematisk hvis innblandingskravet er bindende på EU-nivå) • Reguleringer som krever synliggjøring av fraktkostnaden • Støtte til kompetanseheving og digitale planleggingsverktøy • Etablering av infrastruktur som samleterminaler • Tilgang til kollektivfelt (nullutslippslastebiler) • Redusert/ fritak fra fergetakst for tunge nullutslippsbiler • Økt støtte til battericontainere	Pull

Eksisterende virkemidler	Push/Pull?
• Bookingløsning for hurtiglading (for å matche hviletid) • Avgiftsreduksjon ved bompasering for biogasskjøretøy • Utvide nattogetilbudet. • Tilpasse forbrukerrettigheter for reisegarantier og erstatningsordninger for jernbane. • Stille krav om internetttilgang på hele eller store deler av jernbanestrekningene. • Samordne og strømlinjeforme billettsystemer på tvers av jernbanesektoren. • Stille krav om enkle bestillinger av togreiser i offentlig sektor ved inngåelse av rammeavtaler. • Prioritere enkle infrastrukturtiltak som reduserer reisetiden på fjerntog. • Redusere billettpriiser på fjerntog (samtidig som avgifter på flyreiser økes). • Økt ramme til hurtigbåtprogrammet • Tilstrekkelig kompensasjon for krav til ferjer • Lokale insentiver til nullutslippsfritidsbåter • Insentiver til båtdeling • Grønne låneordninger • Subsidier til bruk av biogass • Miljøbonus e.l. i kontrakter der LNG-fartøy benyttes	

4.7 Sett sammen kombinasjoner av virkemidler for de alternative eksempelstrategiene

Vi gjentar kort de viktigste premissene fra kapittel 2:

- Hver strategi skal resultere i utslipp fra transportsektoren som er tilnærmet null i 2050
- I praksis vil dette bety at all transport baserer seg på nullutslippsteknologi eller 100 % innblanding av nullutslippsdrivstoff, med noen unntak hvor sikkerhetshensyn, lovverk, ekstreme kostnader e.l. gjør at noen mindre segmenter av sektoren ikke kan benytte seg av nullutslippsløsninger. Dette vil gjelde for alle strategier.
- **I 2050 har man for alle praktiske formål et *absolutt krav* om nullutslippsløsninger ved transport i Norge.**

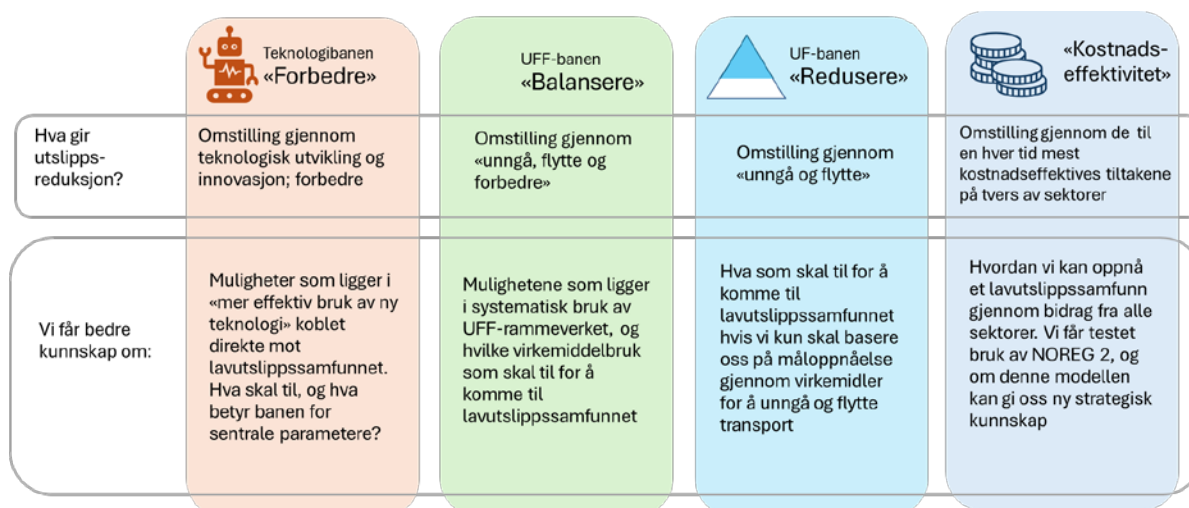
Sentrale aspekter som vil skille disse strategiene fra hverandre er:

- Hvem som tar regningen – blir det transportbrukere eller skattebetalerne?
- Hva blir det resulterende omfanget av mobilitet og godstransport i sektoren?
- Hvordan blir mobilitet og godstransport fordelt på ulike transportmidler?

Med disse premissene i grunn har NTPS metodegruppe tatt utviklet fire ulike strategikonsepter for å nå lavutslippssamfunnet i 2050.

- «Forbedre» [Teknologibanen eller F-banen]
- «Balansere» [UFF-banen]
- «Redusere» [UF-banen]
- «Kostnadseffektivitet» [KE-banen]

De fire strategikonseptene er presentert i nedenstående figur.



Figur 4.2: Strategikonsepter for metodeprosjektet utviklet av transportvirksomhetene.

Disse fire strategikonseptene benyttes i det følgende som *eksempel*-strategier i den konkrete uttestingen av trinn 7 og 8 i prosessen. Gjennom en iterativ prosess har vi i samarbeid med NTPS metodegruppe kommet fram til hensiktsmessige virkemiddelpakker som sammenfaller med profilen til hvert strategikonsept. Disse virkemiddelpakkene skal operasjonaliseres på en måte at de kan kvantitativt modelleres og bli testet ut et soft-linket modellapparat som har undergått en del nyutvikling for dette metodeprosjektet. Detaljene i virkemiddelpakkene er dokumentert i en omfattende Excel-bok delt med NTPs metodegruppe. I Excel-boken er det laget en bruttoliste med 65 virkemidler. Forskjellige virkemidler har ulike primæreffekt på enten Unngå, Flytte eller Forbedre, og noen har indirekte effekter på flere typer tilpasninger. Bare hovedpunktene blir presentert her.

For at man skal kunne jobbe med en sammenhengende og målrettet strategi vurderer vi 65 virkemidler som noe uhandterlig. Da er det også fare for at man mister av syne de virkemidlene som har en stor effekt i en skog av virkemidler med liten effekt. Dersom to eller flere virkemidler har liknende effekter, er det også mindre interessant å analysere dem hver for seg. Våre analyser i metodeprosjektet innebærer derfor at kun en liten andel av virkemidlene modelleres. Dette vil inneholde **virkemidlene som har sterkest effekt på måloppnåelse**, dvs. (tilnærmet) null utslipp i 2050, og er mest rettet mot transportformene som har mest gjenværende utslipp i referansebanen. Samtidig inneholder det virkemidler som adresserer andre viktige aspekter, som økonomisering med areal, energi, natur og miljø, og **vil direkte eller indirekte påvirke alle transportformer** (luftfart, sjøfart, tog, biltransport, kollektivtransport, sykkel og gange) for både gods- og passasjertransport.

Tabell 4.8 viser en oversikt over de virkemidlene som er implementert i de ulike strategiene. Disse pakkene av virkemidler er beskrevet mere detaljert i avsnitt 4.7.1 – 4.7.4.

Tabell 4.8: Virkemiddelpakker i 2050 i de ulike strategiene som er modellert i metodeprosjektet.

Nr.	Virkemiddelbeskrivelse	Teknologi-banen «Forbedre» (F)	Den balanserte banen (UFF)	Redusere-banen (UF)	Kostnads-effektivitet-banen (KE)
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	Ja	Ja	Ja (2)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler	Ja	Ja	Ja	
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip og passasjerferger	Ja	Ja	Ja	
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %	Ja	Ja	Ja	
5	Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet		Ja	Ja (1)	
6	Subsidiering av merkostnad til nullutslippsløsninger med påfølgende skattebyrde	Ja			
7	Distansebasert veiprisering for personbiler		Ja	Ja (1)	Ja
8	Distansebasert veiprisering for lastebiler		Ja	Ja (1)	Ja
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning		Ja	Ja	Ja
10	Stereke restriksjoner på bygging og arealbruk			Ja	
12	Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser		Ja	Ja (1)	
13	Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser		Ja	Ja (1)	
19	Reduserte satser på tog og langdistansebusser på strekninger og tidspunkter med ledig kapasitet		Ja	Ja	
62	Krav om elfly på kortbanenettet (men bare hvis vurdert som billigere enn SAF)	Ja			
63	Krav til nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog	Ja	Ja	Ja	
64	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for tog			Ja	Ja
65	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for skip			Ja	Ja

(3) Sterkere enn i UFF

(4) Potensielt høyere enn i de andre strategiene, da ingen absolutte krav til nullutslippsteknologi

4.7.1 Teknologibanen – «Forbedre» (F)

Teknologibanen er formulert som: «Omstilling gjennom teknologisk utvikling og innovasjon; forbedre» (F), jf. figur 4.2. Strategien er her at tiltak som bringer oss fra referansebanen til målet primært skal oppnås med implementering av nullutslippsløsninger. Strategien sikter mot å opprettholde minst samme mobilitet og godstransport som i Steg 1 (EU-banen), og legger dermed liten eller ingen vekt på restriktive virkemidler. Formuleringen «Mobiliteten er ikke begrenset» er brukt. I praksis blir dette en **subsidiert teknologibane**, for å unngå at mobiliteten blir begrenset av kostnadsøkninger som følge av klimakrav. Den tilstrekkelige utviklingen og utrulling av nullutslippsløsninger blir da finansiert av skattebetalerne og ikke spesifikt transportbrukerne. En kan se for seg at filosofien bak en slik bane vil innebære subsidier til forskning og innovasjon for å utvikle nullutslippsteknologi for kjøretøy og nye løsninger for produksjon av kraft, hydrogen og avansert biodrivstoff, men dette blir ikke medregnet i modelleringen. Som påpekt tidligere legger vi til grunn at merkostnadene for nullutslippsløsninger er eksogene og identiske i alle strategibaner.

Hovedlinjene i den modellerte virkemiddelbruken i 2050 i Teknologibanen er dermed:

Virkemiddelpakke i teknologibanen

- **Krav om nullutslippsløsninger for lastebiler**¹¹ som kjører i Norge, kombinert med
 - **subsidiert hurtigladeinfrastruktur** for økningen i dekning som trengs fra EU-banen til 100 % elektrifisert lastebiltransport (slik at kostnadene for hurtiglading forblir på samme nivå som i både Referansebanen og EU-banen).
- **Krav om nullutslippsløsninger i skipsfarten** i norske farvann, kombinert med
 - **subsidiert lading/bunkring**; el-lading, hydrogen-bunkring og/eller bio-bunkring (nok til å holde kostnader per transportarbeid på et nivå som i referansebanen).
- **Subsidier til SAF i luftfart**, gjelder til den innblandingsdelen som ligger utover innblandingskravet fra EU (70 % i 2050).
- **Subsidier til elfly på kortbanenettet** (dersom dette skulle fremkomme som billigere enn SAF for de aktuelle rutene, men dette blir ikke eksplisitt modellert).
- **Subsidier til å elektrifisere dieseltogstrekningene**. 1433 km (36%) er ikke elektrifisert i dag.
- **Økt skatt på inntekt** for å finansiere subsidiebehovet fra øvrige virkemidler.
- **Økte CO₂-avgifter og EU-ETS kvotepriser** på andre sektorer utenfor transportsektoren (dette vil gjelde i samtlige strategibaner, se kapittel 2.3).

Ettersom transportkostnadene for private og virksomheter i stor grad vil være uendret sammenlignet med EU-banen pga. de forutsatte subsidiene, blir det viktig å fange opp effekten av at skattebyrden som skal finansiere subsidiene. Vi utdyper dette i avsnittet under.

I denne banen vil mobilitetsnivåene (og godstransportnivåene) kunne opprettholdes eller økes på nivåene som i EU-banen ettersom virkemiddelbruken skal sørge for at de generaliserte transportkostnadene ikke skal øke utover EU-banen. Merkostnadene av nullutslippsløsningene vil heller bli båret av skattebetalerne. Skattebetalerne må betale for subsidiene til utrulling av nullutslippsløsninger. Dette betyr at *ceteris paribus*, skattebetalerne får en større skattebyrde (inntektsskatt, mva, formueskatt etc.) enn i referansebanen. Denne skattebyrden kan forventes å slå ut på den økonomiske veksten. Effekten av den økte skattebyrden modelleres i NOREG 2.

4.7.2 Den balanserte banen (UFF)

Den balanserte banen kan overordnet beskrives om: «Omstilling gjennom å unngå, flytte og forbedre» (UFF), jf. figur 4.2. Strategien er her utslippskutt mellom EU-banen og målet skal kunne oppnås med tiltak som både faller under «unngå», «flytte» og «forbedre». Ettersom det endelige målet er null utslipp, vil krav om nullutslippsløsninger stå sentralt i 2050, som er et direkte virkemiddel rettet mot Forbedre. Men i motsetning til den subsidierte teknologibanen, vil **kostnaden av å overholde kravet måtte bæres av transporttilbydere og transportbrukere, og ikke skattebetalerne**

¹¹ Som det vil komme frem av kostnadsutviklingsbanene, så forventes det å være bedriftsøkonomisk lønnsomt å velge elektrisk lastebil over dieseldrevet. I modelleringen vil de dermed ikke motta subsidier. Det legges imidlertid inn et behov for subsidiering av tilstrekkelig hurtigladeinfrastruktur (antatt i de mindre sentrale områdene) som gjenspeiles i et behov for høyere skattetrykk.

generelt som i Teknologibanen. I møte med denne kostnadsøkningen vil transportbrukere velge ulike former for tilpasninger under både Unngå og Flytte.

Etter en kvalitativ gjennomgang av de innhentede virkemidlene (se en bruttoliste i Vedlegg D) har vi valgt ut de vi vurderer som de mest vesentlige utover nullutslippskravene. Hovedlinjene i virkemiddelbruken i 2050 blir da:

Den balanserte UFF-banen - virkemiddelpakke

- **Krav om nullutslippsløsninger for lastebiler** som kjører i Norge i 2050, men uten noen form for subsidiering¹²
- **Krav om nullutslippsløsninger i skipsfarten** i norske farvann i 2050, men uten subsidiering¹³
- **Subsidier til SAF i luftfart**, utover innblandingskravet fra EU, finansiert av økt passasjeravgift (for å overholde EU-regler kan ikke innblanding utover EU-kravet pålegges direkte, men det kan finansieres frivillig av det enkelte land).
- **Distansebasert veipricing** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene av veitransport (Rødseth et al., 2020; Wangsness et al., 2023), selv om all veitransport har oppnådd null CO₂-utslipp, samt å bidra til at nullvekstmålet overholdes i byområdene. Dette vil gjelde for både personbiler og lastebiler. Dette vil innebære relativt lave priser i rurale strøk og høye priser i storbyer. KVUen om veipricing (Steinsland et al., 2022) kan fungere som et utgangspunkt.
- **Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning**, for å beslaglegge mindre areal og redusere det totale transportbehovet. Dette gir kortere gjennomsnittlig avstand mellom startpunkt og slutt punkt og øker konkurransedyktigheten til kollektivtransport, sykkel og gange.
- **Tilrettelegging (eller krav) for mer hjemmekontor**. Virkemidlet innrettes med henblikk på å erstatte arbeids- og tjenestereiser, så den totale energibruken på korte turer (primært bilreiser) reduseres.
- **Tilrettelegging (eller krav) for digitale møter**. Virkemidlet innrettes med henblikk på å erstatte flyreiser, for å redusere den totale energibruken på flytrafikk.
- **Subsidier til å elektrifisere dieseltogstrekningene**. 1433 km (36%) er ikke elektrifisert i dag.
- **Reduserte satser og transaksjonskostnader på togtransport og langdistansebusser** på strekninger og tidspunkter hvor det er ledig kapasitet
- **Økte CO₂-avgifter og EU-ETS kvotepriser** på andre sektorer utenfor transportsektoren.

¹² Etter spesifisering fra NTPs metodegruppe vil denne eksempelstrategien inneholde subsidiering av å øke omfanget av hurtigladsnettverket for å imøtekomme etterspørselen økt fra EU-banen til 100% elektrifisert lastebilpark. Dette vil slå ut i noe høyere skattetrykk enn i referansebanen, men lavere enn i Teknologibanen.

¹³ Etter spesifisering fra NTPs metodegruppe vil denne eksempelstrategien inneholde subsidiering av å øke omfanget av fyllingsinfrastruktur for karbonnøytrale drivstoff i norske havner for å imøtekomme etterspørselen økt fra EU-banen til 100% bruk av karbonnøytralt drivstoff. Dette vil slå ut i noe høyere skattetrykk enn i referansebanen, men lavere enn i Teknologibanen.

I denne banen forventer vi at transportbrukere vil tilpasse seg det økte kostnadsnivået fra det absolutte nullutslippskravet både ved å redusere aktiviteten og å flytte reiser og gods til transportmidler hvor nullutslippsløsningene er billigere. Disse økte transportkostnadene vil ha en effekt på økonomien for øvrig, i form av f.eks. reduserte etterspørsel etter varer. Hvordan de økte transportkostnadene påvirker etterspørselen ellers i økonomien analyseres gjennom de regionale kryssløpsvirkningene i NOREG 2. Den indirekte effekten dette har på transportsektoren framkommer gjennom iterasjoner mellom NOREG 2 og NGM.

4.7.3 Redusere-banen (UF)

Det er beskrevet for denne strategien: «Omstilling gjennom å unngå og flytte» (UF), jf. figur 4.2. I UF-banen vil det legges til ytterligere restriktive virkemidler fra UFF-banen, hvor hensikten er å redusere de mest belastende transportformer, fly- og individuell veitransport. Dette er gjerne rettfærdiggjort med at det sparer energi, arealer, miljø og andre ressurser. Ettersom det endelige målet er null utslipp, må krav om nullutslippsløsninger også i dette scenariet stå sentralt, som i og for deg er et direkte virkemiddel rettet mot Forbedre. Men som påpekt ifm. UFF-banen vil kostnaden av å overholde kravet måtte bæres av transporttilbydere og transportbrukere (og ikke skattebetalerne som i Teknologibanen), som betyr at de vil velge ulike former for tilpasninger under både Unngå og Flytte i møte med disse økte transportkostnadene.

Etter en kvalitativ gjennomgang av de innhentede virkemidlene (se en bruttoliste i Vedlegg D) har vi valgt ut de vi vurderer som de mest vesentlige utover nullutslippskravene. Hovedlinjene i virkemiddelbruken i 2050 blir da:

Redusere-banen - virkemidler

- **Krav** om nullutslippsløsninger for lastebiler som kjører i Norge i 2050, men uten noen form for subsidiering¹⁴
- **Krav** om nullutslippsløsninger i skipsfarten i norske farvann i 2050, men uten noen form for subsidiering¹⁵
- **Subsidier til SAF i luftfart**, utover innblandingskravet fra EU, finansiert av økt passasjeravgift (for å overholde EU-regler kan ikke innblanding utover EU-kravet pålegges direkte, men det kan finansieres frivillig av det enkelte land). Passasjeravgiften vil være høyere enn i UFF-banen.
- **Distansebasert veipricing** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene av veitransport (selv om all veitransport har oppnådd null CO₂-utslipp) og bidra til at nullvekstmålet overholdes i byområdene. Veipricingen i storbyene vil være høyere enn i UFF-banen.
- **Distansebasert pricing av godstransport til sjøs** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene (f.eks. akutt forurensing til vann).

¹⁴ Etter spesifisering fra NTPs Metodegruppe vil denne eksempelstrategien inneholde subsidiering av å øke omfanget av hurtigladdenettverket for å imøtekomme etterspørselen økt fra EU-banen til 100% elektrifisert lastebilpark. Dette vil slå ut i noe høyere skattetrykk enn i referansebanen, men lavere enn i Teknologibanen.

¹⁵ Etter spesifisering fra NTPs Metodegruppe vil denne eksempelstrategien inneholde subsidiering av å øke omfanget av fyllingsinfrastruktur for karbonnøytrale drivstoff i norske havner

- **Distansebasert prising av godstransport på jernbane** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene (f.eks. støy, ulykker og slitasjekostnader)
- **Tilrettelegging (eller krav) for mer hjemmekontor.** Virkemidlet innrettes med henblikk på å erstatte arbeids- og tjenestereiser, så den totale energibruken på korte turer (primært bilreiser) reduseres.
- **Økt stimulering til og krav om digitale møter** istedenfor flyreiser. Sterkere virkemiddelbruk enn i UFF-banen.
- **Subsidier til å elektrifisere dieseltogstrekningene.** 1433 km (36%) er ikke elektrifisert i dag.
- **Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning,** for å beslaglegge mindre areal og redusere det totale transportbehovet. Dette gir kortere gjennomsnittlig avstand mellom startpunkt og slutt punkt og øker konkurransedyktigheten til kollektivtransport, sykkel og gange. Restriktiv politikk på arealbruk og nedbygging kan også slå ut i lavere materialbruk.¹⁶
- **Reduserte satser og transaksjonskostnader på togtransport og langdistansebusser på strekninger og tidspunkter** hvor det er ledig kapasitet
- **Økte CO₂-avgifter og EU-ETS kvotepriser** på andre sektorer utenfor transportsektoren (se kapittel 2.3)

På samme måte som i UFF-banen forventer vi at i UF-banen at transportbrukere vil tilpasse seg det økte kostnadsnivået fra det absolutte nullutslippskravet både ved å redusere aktiviteten og å flytte reiser og gods til transportmidler hvor nullutslippsløsningene er billigere. Gitt at UF-banen også skal tilstrebe å redusere energibruken og belastningene på miljø og øvrige arealer, vil det her være ytterligere virkemiddelbruk sammenlignet med UFF-banen. For å fange opp de direkte kryssløpseffektene av en restriktiv politikk på arealbruk og nedbygging, samt de indirekte inntekts- og konsumeffektene av slik politikk, må det modelleres inn restriksjoner pålagt bygg- og anleggssektoren i NOREG 2.

I UF-banen er det naturlig at distansebasert veipricing er en del av strategien. Dette kan både være rettet mot effektiv internalisering av de eksterne kostnadene ved veitransport (kø, støy, veislitasje, ulykkesrisiko og partikler fra veistøv, dekk og bremses) og sikre at nullvekstmålet overholdes i byområdene. Tilsvarende implementerer vi distansebasert prising av godstransport til sjøs og på bane utfra deres marginale eksterne kostnader. Dette vil også være med på å drive opp de generaliserte transportkostnadene. Disse økte transportkostnadene vil ha en effekt på resten av økonomien i form av f.eks. reduserte etterspørsel etter varer og tjenester. Hvordan de økte transportkostnadene påvirker etterspørselen ellers i økonomien analyseres gjennom de regionale kryssløpsvirkningene i NOREG 2. Den indirekte effekten dette har på transportsektoren framkommer gjennom iterasjoner mellom NOREG 2 og NGM.

Miljødirektoratets Klimatiltak rettet mot Flytting tilsier at det bør flyttes gods fra sjø og vei til bane i perioden fram mot 2050, og at lengre reiser flyttes fra fly til tog. Dersom modellberegningene vil resultere i en togbruk som overstiger det som er realistisk kapasitet på noen strekninger, kan det

¹⁶ Her ønsker vi å fange opp at dette sannsynligvis vil slå ut på mindre materialbruk og lavere aktivitet i bygg- og anleggsbransjen gjennom restriksjoner på bygging av f.eks. hytter, eneboliger og nye veier. Gitt at byggematerialer (trelast, plank, stein, sand og pukk) er blant varekategoriene med flest tonnkilometer på norsk område enten med lastebiler eller bulkskip, vil slike være virkemidler til å begrense både arealbehovet, byggebehovet og transportbehovet.

være hensiktsmessig i senere iterasjoner å øke prisene på de strekningene (og tidspunktene) som har kapasitetsproblemer. Alternativt kan man anta høy trengsel. Når man bruker strategibanene senere til å lage klimakonsistente referansebaner, vil man kunne analysere prosjekter som øker kapasiteten i togsektoren med en høyere latent etterspørsel enn det man hadde i BAU-banen.

4.7.4 Den kostnadseffektive banen (KE)

Som påpekt i kapittel 2.3 kan vi i modelleringen av år 2050 i Kostnadseffektivitetsbanen operasjonalisere CO₂-prisingen i Norge, både i transportsektoren og utenfor, på et litt annet vis enn i de andre banene. Der vil vi modellere det som et verktøy til å oppnå like store utslippskutt *nasjonalt* som i de andre strategibanene, men hvor man er villig til å unngå de dyreste utslippskuttene i transportsektoren og heller kutte på relativt billigere vis andre steder i økonomien, hvis dette er mulig. Resultatet blir at de samlede utslippskuttene blir like store som i UFF-banen, men til lavere samfunnskostnader. Det blir dermed ikke noe absolutt krav om nullutslippsløsninger i transportsektoren. Det vil heller bli en balansering av utslippskutt innenfor og utenfor transportsektoren under en felles CO₂-pris i 2050, som kan være høyere enn 9089 kr/tonn hvis det trengs. Denne prisen må finnes fram til gjennom modellering. Dersom noen av utslippskuttene i transportsektoren i 2050 anslås til en høyere tiltaks-kostnad enn 9089 kr₂₀₂₅, vil dette være aktuelt.

Ettersom denne strategien legger høy vekt på samfunnsøkonomisk effektivitet, har vi **i tillegg til omfattende CO₂-prising** inkludert følgende virkemidler:

Den kostnadseffektive banen - virkemidler

- **Distansebasert veipricing** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene ved veitransport, som kjø, ulykkesrisiko, støy, slitasje og partikkelforurensing
- **Distansebasert pricing av godstransport til sjøs** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene (f.eks. akutt forurensing til vann)
- **Distansebasert pricing av godstransport på jernbane** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene (f.eks. støy, ulykker og slitasjekostnader)
- Økt regulatorisk frihet til **fortetting**
- Økte CO₂-avgifter og EU-ETS kvotepriser **på andre sektorer utenfor transportsektoren** (kan overstige 9089 kr₂₀₂₅ om tiltakskostnadene i transportsektoren er høyere)

Denne strategien vil skille seg fra de andre strategiene ved at man utvider målene for transportsektoren til hele økonomien, dersom dette skulle være kostnadseffektivt for samfunnet som helhet. Dersom ingen av virkemidlene innebærer en tiltakskostnad på over 9089 kr₂₀₂₅ i transportsektoren, vil strategien beholde det absolutte kravet til nullutslippsløsninger i 2050, som i de andre strategibanene. I tillegg vil strategibanen inneholde andre samfunnsøkonomiske effektive virkemidler for å adressere andre eksterne kostnader.

4.8 Detaljberegn CO₂-effekten (og andre) av strategiene i modeller

Vi ønsker å modellere hvordan 2050-likevekten i vårt fremtidsscenario endrer seg fra referansebanen til hver av strategibanene. Men aller **først må referansebanen være konsistent implementert i alle modellene i rammeverket** som skal brukes.

Som påpekt i kapittel 4.1 vil det i 2050 i referansebanen og i enda høyere grad i EU-banen (Steg 1) allerede være slik at mye transport har gått over på nullutslippsløsninger, eller har en relativt høy innblandingsgrad av avansert bio-/syntetisk drivstoff. I vårt gjennomgående eksempel har vi lagt til grunn dette, bla. på grunn av vedtatte EU-regler. I tidligere brukte referansebaner til analyser i NTP (f.eks. referansebanen til NTP 2025-2036) er ikke disse aspektene inkludert.

Som vi kommer til å se i senere kapitler vil modelleringsarbeidet ta innover seg det endrede kostnadsbildet av en høyere grad av innfasede nullutslippsløsninger i både Steg 0 og Steg 1 (EU-banen). En kan se for seg at for noen transportmidler kan transportkostnadene være lavere, f.eks. for elektriske personbiler, som kan være med på å drive opp trafikkvolumene for dette transportmidlet, alt annet likt. På den andre siden kan f.eks. innblandingskravet for luftfart i EU-banen innebære høyere kostnader og lavere transportvolum for luftfart sammenlignet med tidligere referansebaner.

I møte med f.eks. EU-krav vil vi forvente at ulike deler av transportsektoren (og resten av økonomien) vil reagere på kostnadsendringer med både unngå, flytting og forbedring. I strategibanene legger vi til grunn at **alle strategier skal oppnå null utslipp fra transportsektoren i 2050, som i praksis innebærer et bindende krav til nullutslippsteknologi**. Hvis null CO₂-utslipp i 2050 er et ufravikelig krav, kan nullutslippsløsninger «tvinges»¹⁷ inn i modellene, med deres respektive merkostnader.

- *Forbedring* må implementeres eksogent i modellene, med de assosierte kostnadene (f.eks. endringer i drivstoffkostnader og kapitalkostnader)
- *Flytting*: Noen brukere vil substituere seg bort til andre transportformer (f.eks. til jernbane) eller øke utnyttelsesgraden på eksisterende kjøretøy (til tross for transaksjonskostnadene)
- *Unngå*: For noen brukere vil de generaliserte kostnadene både for nåværende transportvalg og ved flytting til annet transportmiddel bli såpass høye at velger å reise mindre eller transportere mindre gods; alternativt til nærmere destinasjoner som også sparer kostnader.

4.8.1 Sentrale virkemidler å implementere i modellene

Kapittel 4.6 illustrerer tydelig at det finnes en lang rekke med mulige virkemidler for å stimulere tiltak og tilpasninger mot lavutslippssamfunnet. I Vedlegg D er listet en bruttoliste på 65 virkemidler. Her er det beskrevet hvordan hvert eneste av de 65 innhentede virkemidlene kan implementeres i modellrammeverket. Denne analysen er dokumentert i et Excel-ark, som er delt med NTP-arbeidsgruppen. I denne rapporten begrenser vi oss til å gi en oversikt.

Det sentrale punktet, *bindende krav til nullutslippsteknologi* for skip, lastebiler og luftfart, med de assosierte, usikre, økte kostnadene vil utgjøre kjerne av strategianalysene for 2050. Kapittel 2 argumenterer for at dersom et minstekrav for alle strategiene er at de skal føre til en transportsektor med null utslipp, så er det tvingende nødvendig at all transport foregår med nullutslippsløsninger. Alle strategier inneholder derfor *Forbedring* fra UFF-rammeverket, jf. avsnitt 4.7. Det som skiller

¹⁷ Vi bruker ordet «tvinges» nettopp på grunn av en antagelse om merkostnader. Dersom et transportmiddel med nullutslippsløsning har oppnådd kostnadspareitet med tilsvarende fossile alternativ, så vil markedsaktør velge nullutslippsløsningen uten behov for ytterligere virkemidler, og derav ikke behov for «tvang».

strategiene er hvem som tar regningen for bruken av nullutslippsløsningene, og hvorvidt det blir bruk av virkemidler som i tillegg adresserer økonomisering av andre knappe ressurser som areal, natur og kapital, eller har tilleggsmål, som f.eks. nullvekstmål i byer.

Uansett blir et kjerneaspekt i alle strategier: **Hva er kostnadene for nullutslippsløsningene i 2050?**

Det er umulig å gjøre noen fullgode prediksjoner på dette. Men for å gjennomføre analysene er det nødvendig å legge noen forutsetninger til grunn, og disse forutsetningene vil være svært utslagsgivende for hva resultatet av modellanalysene blir.

I vårt gjennomgående eksempel er det primært luftfart og godstransport med skip og lastebil som er fokus i strategiene, da disse transportmidlene står for stort sett alle gjenværende CO₂-utslipp i 2050 i BAU-banen (avsnitt 4.2). Da er det nullutslippsløsninger for disse som det blir viktig å komme med kostnadsanslag på. I NGMs kostnadsmodell er det tilrettelagt for at man kan justere input på f.eks. kostnadene ved bruk av alternative fremdriftsteknologier/drivstoff for både lastebil og skip.

Før kjøring av NGM velger man, for hver enkelt lastebiltype og skipstype, hvilket drivstoff som skal legges til grunn i modellberegningen. Hvis modellen skal kjøres for en situasjon der en forutsetter nullutslipp fra transport, er det en forutsetning at det må velges nullutslippsløsninger for alle kjøretøy/skip. Analytikerne må gå gjennom kostnadsfunksjonene og vurdere:

- 1. Hva er en rimelig utvikling i kostnadsbildet for disse nullutslippsløsningene fram mot 2050?**
 - a. Kostnadsfunksjonene i godsmodellen gjelder dagens situasjon, og er basert på grove anslag hentet fra litteraturen.
 - b. Disse kostnadene må ekstrapoleres fram til 2050. Merkostnadene vil endres over tid, og det er nødvendig å etablere utviklingsbaner som gir et anslag på kostnadene ved bruk av alternative drivstoff i 2050.
- 2. Hvilken av tilgjengelige nullutslippsløsninger vil være billigst i 2050? – Det er den vi må forvente at aktørene vil benytte seg av.**
 - a. Dette vil også henge sammen med forutsetningen om hvilken nullutslippsløsning aktørene har måttet investere gjennom perioden 2035-2040, da det er disse som vil utgjøre mesteparten av kjøretøyparken/flåten i 2050.
 - b. Prosjektgruppa må være omforent om en årlig prosentvis effektivisering og /eller tidspunkt for teknologisprang med fall i kostnader for nullutslippsløsninger.
 - c. Man ender da opp med et anslag på merkostnader i 2050 (med mindre nullutslippsløsningene har oppnådd kostnadsparitet allerede før 2050, som med elektriske personbiler), og fra disse merkostnadene får vi gjennom modellkjøringer gjort beregninger av tilpasninger og samlede kostnader for å oppnå målet i 2050.

I TØI-rapport 2116/2025 *Kostnadsbaner for alternative drivlinjer i et framtidsperspektiv* (Figenbaum et al., 2025) etableres anslag på framtidige kostnader for nullutslippsløsninger for både lastebiltransport og godstransport til sjøs. Dette er underlaget for å anslå kostnader for ulike nullutslippsløsninger for vei- og sjøtransport i 2050 og å anvende de som er vurdert som billigst.

I TØI-rapport 2073/2025 *Fly til lavutslippssamfunnet* (Kristensen et al., 2025) etableres anslag på framtidige kostnader for Sustainable Aviation Fuel (SAF) til luftfarten, samt vurderinger av andre null- og lavutslippsteknologier. Dette er underlaget for å anslå kostnader for SAF, som er implementert i siste versjon av PACER-modellen. Studien gir ikke noen anslag for kostnadene for elfly. Dersom elfly i 2050 i praksis kan levere luftfartjenester på deler av norsk innenriks luftfart til en lavere kostnad enn konvensjonelle fly med SAF, så vil dette, alt annet likt, innebære at dette metodeprosjektet overvurderer den samlede kostnaden ved overgang til nullutslippsløsninger. Det vil imidlertid kreve mer utredning for å etablere velfunderte kostnadsestimater for elfly.

Vi systematiserer hvordan virkemidlene skissert i kulepunktene over kan bli implementert i modellene i tabell 4.9.

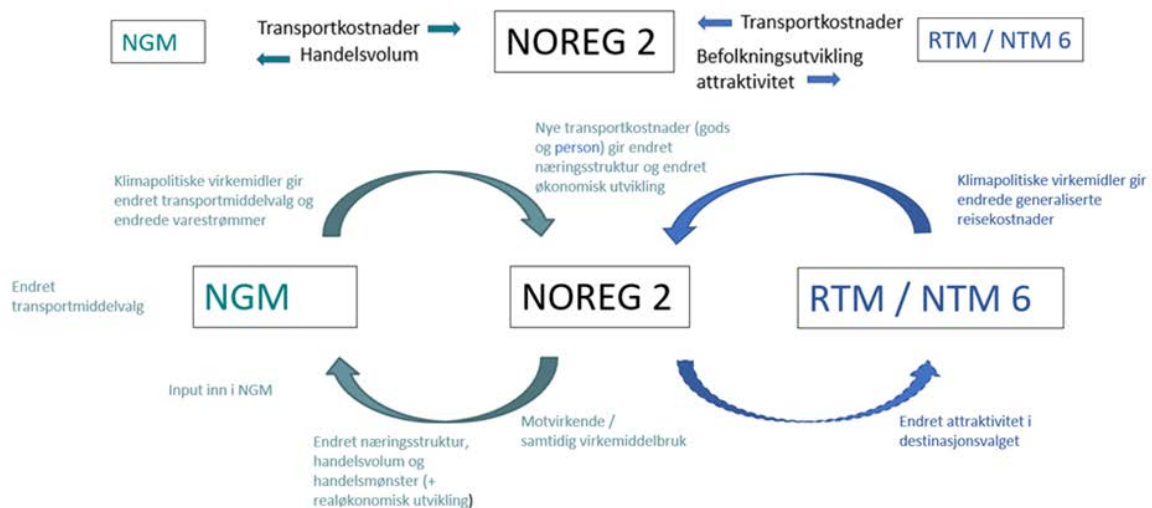
Tabell 4.9: Systematisering av de viktigste virkemidlene fra det gjennomgående eksempelet i 2050, og hvordan de kan implementeres i modeller.

Virkemiddel og effekt via U, F eller F	Modellkode og virkning
Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler Effekt: Direkte effekt på Forbedre , men sterk indirekte effekt på Unngå og Flytte	NGM og NOREG 2: Forutsett bruk av nullutslippslastebiler i NGMs kostnadsfunksjoner. Legg inn kostnader til hurtigladeinfrastruktur enten inn som et påslag på distansekostnader eller som en skatteøkning. → Mulig økte transportkostnader for veitransport, redusert transportetterspørsel, flytting av gods til sjø og bane, alternativt reduserte transportkostnader og økte skattekostnader
Krav til nullutslippsløsninger for godsskip Effekt: Direkte på Forbedre , men sterk indirekte effekt på Unngå og Flytte	NGM og NOREG 2: Tving bruk av nullutslippsløsninger for skip i NGMs kostnadsfunksjoner → Økte transportkostnader for sjøtransport, redusert transportetterspørsel, flytting av gods til vei og bane
Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 % Effekt: Direkte på Forbedre , men sterk indirekte på Unngå og Flytte	NTM6 og NOREG 2: Endre pristabell i NTM6 med høyere flybillettpriser → Økte reisekostnader for flyreiser, redusert transportetterspørsel, flytting av lange reiser til vei og bane Sannsynlige andreordenseffekter med redusert tilbudt flykapasitet
Distansebasert veipricing for personbiler, Effekt: på Unngå og Flytte	RTM, NTM6 og NOREG 2: Implementer veipricing som en del av de distansebaserte kostnadene for personbiler i RTM og NTM, varierende med tid og sted/område → Økte GK for bilreiser, redusert transportetterspørsel, flytting av bilreiser til kollektiv, sykkel og gange
Distansebasert veipricing for lastebiler, Effekt: på Unngå og Flytte	NGM og NOREG 2: Implementer veipricing som en del av de distansebaserte kostnadene for lastebiler i NGM, varierende med område → Økte transportkostnad for lastebiltransport, redusert transportetterspørsel, flytting av gods til sjø og bane (at veipricing også slår ut på tilbringertransporten kan også påvirke konkurranseflaten mot sjø og bane)
Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning Effekt: på Unngå og Flytte	RTM: Implementer arealrestriksjoner i RTM/NTM6 ved at befolkningsveksten (internt i kommuner) fordeles på grunnkretser ved kollektivknutepunkt eller der hvor det er mest aktivitet → Kortere reisedistanser for flere, behov for færre personkm, flytting av reiser fra bil til kollektiv, sykkel og gange
Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser Effekt: på Unngå	NTM: Justere ned reisefrekvensparametere i NTM6 for flytransport for tjenestereiser → Redusert transportetterspørsel for flyreiser Sannsynlige andreordenseffekter med redusert tilbudt flykapasitet (f.eks. lavere frekvens)
Sterkere restriksjoner på bygging og arealbruk, med påfølgende effekt på etterspørsel etter byggematerialer Effekt: på Unngå	NGM og NOREG 2: Implementer restriksjoner innen bygg- og anleggssektoren i NOREG 2, eksporter redusert godsetterspørsel til NGM for nye vekstbaner. → Redusert transportbehov av byggematerialer på vei, sjø og bane
Distansebasert pricing utfra eksterne kostnader for godstog, Effekt: på Unngå og Flytte (men vekk fra tog)	NGM og NOREG 2: Implementer prisingen som en del av de distansebaserte kostnadene for godstog i NGM → Økte transportkostnad for togtransport, redusert transportetterspørsel, flytting av gods til sjø og vei

Virkemiddel og effekt via U, F eller F	Modellkode og virkning
Distansebasert prising utfra eksterne kostnader for sjøfart, Effekt: på Unngå og Flytte (men vekk fra sjøtransport)	NGM og NOREG 2: Implementer prisingen som en del av de distansebaserte kostnadene for skip i NGM → Økte transportkostnad for sjøtransport, redusert transportetterspørsel, flytting av gods til vei og bane
Økte CO₂-avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer i økonomien (industri, petroleum, bygg etc.) Effekt: på Unngå og Flytte og Forbedre i andre sektorer, men vil først og fremst påvirke Unngå i transportsektoren gjennom endret etterspørsel	NOREG 2 Implementer CO ₂ -pris på alle utslippskilder i modellen → Høyere priser på CO ₂ -intensive varer og tjenester, redusert etterspørsel etter disse tjenestene, som resulterer i redusert transportbehov, både på vei, sjø og bane

4.8.2 Ideelt analyseopplegg med modellrammeverket

For en mest mulig komplett analyse av hvordan transportsektoren og resten av den norske økonomien skal se ut i et lavutslippssamfunn, er det ønskelig å bruke både NOREG 2 og transportmodellene. En grundig diskusjon om hvordan disse modellene kan belyse temaet hver for seg og samlet finnes i Kristensen et al. (2024). NOREG 2-modellen kan brukes til å analysere effektene klimapolitikken og transportpolitikken (overordnet) har på den norske økonomien, som igjen har konsekvenser for hvor folk vil bo og jobbe. Resultater fra analyser i NOREG 2 kan sendes tilbake til transportmodellene for beregning av transportarbeid. Da kan transportmodellene både beregne den direkte effekten av transport- og klimapolitikk og de indirekte effekten gjennom endret sammensetning av norsk økonomi. Samhandlingen mellom NOREG 2 og transportmodellene er skissert i figur 4.3.

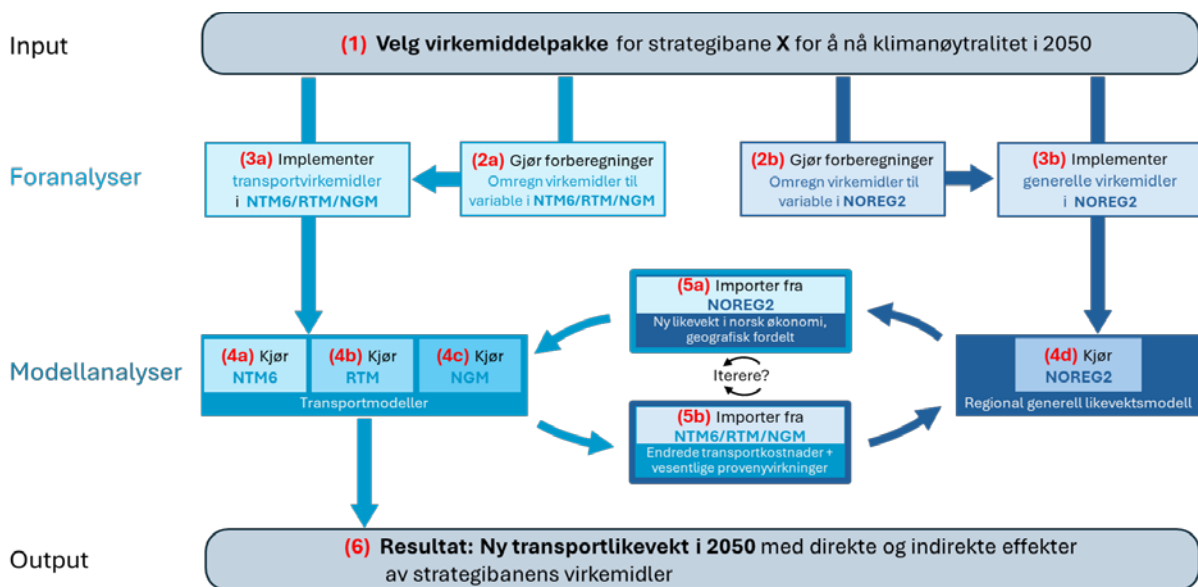


Figur 4.3: Skissering av hvordan samhandlingen mellom NOREG 2 og transportmodellene kan foregå.

Man kan si at NOREG 2 og transportmodellene utgjør et modellsystem av gjensidig avhengige modeller. I NOREG 2 er transportkostnadene for både godstransport og persontransport eksogent gitt fra henholdsvis Nasjonal godsmodell og RTM/NTM6. Handelsvolumet per sonepar beregnes i NOREG 2 og dette modellresultatet inngår eksogent i NGM, mens modellberegnete befolkningsframskrivninger fra NOREG 2 kan implementeres (noe manuelt) inn i RTM/NTM6 og sammen med næringssammensetningen uttrykke en eksogent endret destinasjonsattraktivitet.

Det er viktig å samkjøre forutsetningene som skal legges inn i både transportmodellene og i NOREG 2. Dette gjelder både i referansebanen og i alle strategibanene. Ettersom den økonomiske utviklingen framskrevet i Perspektivmeldingen (og evt. med vedtatt EU-politikk) kan få implikasjoner for næringssammensetningen i Norge, vil NOREG 2 fremskrive en annen geografisk fordeling av befolkningen enn det SSB sine framskrivinger på kommunalt nivå vil. Dette har implikasjoner for både handelsvolum (mtp. godstransport) og områders attraktivitet (mtp. persontransport), som bør implementeres i transportmodellene for å sikre konsistens.

Vi har hatt en iterativ prosess med samkjøring av forutsetninger, utvalg av virkemidler, forberegning av virkemidlenes styrke og implementeringen av dem i de ulike modellene. En stilisert versjon av denne prosessen vises i figur 4.4.



Figur 4.4: Analyseprosess for modellering av strategier.

Samtlige strategier kan følge denne logikken, men med ulike virkemiddelpakker. Vi vurderer dette som en oversiktlig struktur som muliggjør diskusjoner om styrker og svakheter i ulike deler av analyseprosessen. Steg (1) svarer til trinn 7 i figur 3.1. Figuren kan også settes opp som et flytskjema som man kan legge til flere konkretiseringer ved behov. Dette er gjort i tabell 4.10.

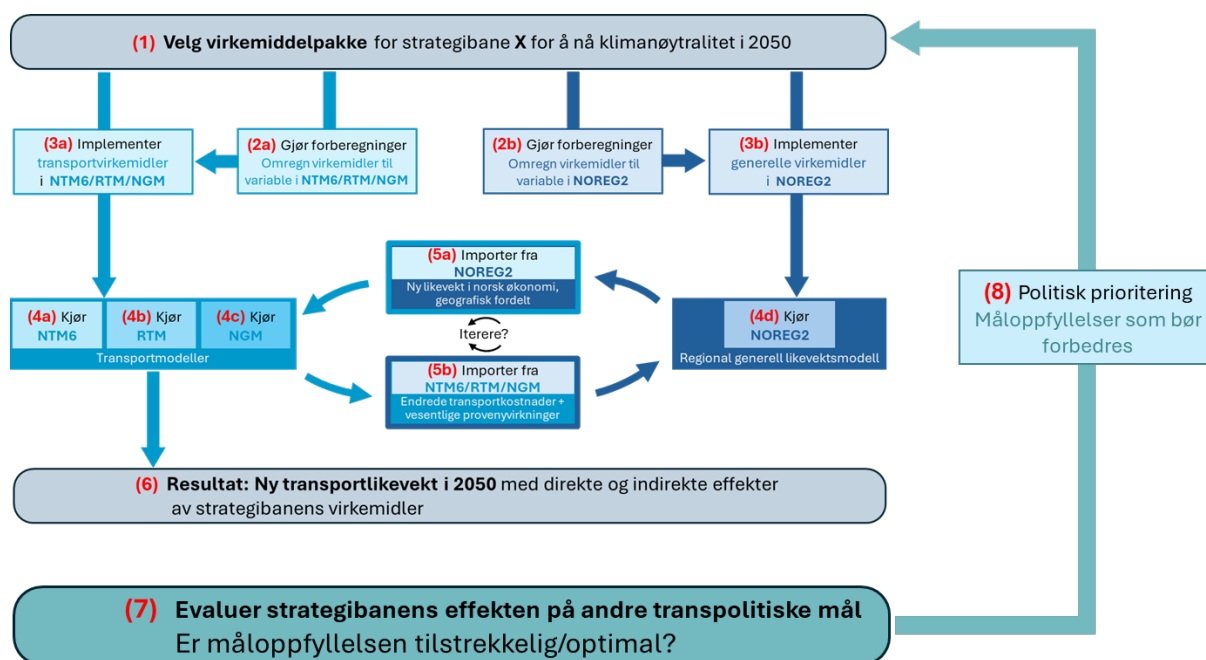
Tabell 4.10: Flytskjema for implementering av strategier i modellanalyse. Kolonnen Trinn samsvarer med beskrivelsen av aktiviteter/ «bokser» i figuren over.

Flytskjema for detaljberegning av strategiens effekter	
Trinn	Beskrivelse av hva man gjør i hovedtrinn
1	Velg virkemidler for å oppnå mål i 2050 i strategi-banen (se Ja-listen over)
2a	Gjør forberegninger for virkemidler i NTM6 (se Ja-lista over)
2a	Gjør forberegninger for virkemidler i RTM (se Ja-lista over)
2a	Gjør forberegninger for virkemidler i NGM (se Ja-lista over)
2b	Gjør forberegninger for virkemidler i NOREG 2 (se Ja-lista over)
3a	Implementer virkemidler i NTM6 (se Ja-lista over)
3a	Implementer virkemidler i RTM (se Ja-lista over)
3a	Implementer virkemidler i NGM (se Ja-lista over)
3b	Implementer virkemidler i resten av økonomien: Økt CO ₂ -avgift, ellers se Ja-listen over
4a	i. Kjør NTM6 - direkte effekt av virkemidler
4b	i. Kjør RTM - direkte effekt av virkemidler
4c	i. Kjør NGM - direkte effekt av virkemidler
4d	i. Kjør NOREG 2 – isolert likevektseffekt av virkemidler direkte implementert i NOREG 2 (kan samle opp til oppkjøring til punkt 4dii)
5a	Eksporter transportkostnader avledet fra virkemidlene fra NTM6/RTM/NGM , pluss eventuelle (vesentlige) provenyeffekter og implementer i NOREG 2
4d	ii. Kjør NOREG 2 - beregn likevektseffekten av virkemidlene i transportsektoren (eventuelt samlet for alle virkemidlene)
5b	Eksporter fra NOREG 2 ; input fra ny likevekt i norsk økonomi, geografisk fordelt og implementer i transportmodellene NTM6/RTM/NGM
4a	ii. Kjør NTM6 - samspill mellom direkte og indirekte effekter
4b	ii. Kjør RTM - samspill mellom direkte og indirekte effekter
4c	ii. Kjør NGM - samspill mellom direkte og indirekte effekter
Iterer	Gjenta trinn 4 og 5 til resultatene er tilstrekkelig konvergent
6	Sluttresultat: Ny transportlikevekt i 2050 i strategi-banen med både direkte og indirekte effekter fra virkemiddelbruken

4.8.3 Ved behov for ytterligere iterasjoner etter evaluering opp mot andre transportpolitiske mål

Itereringen mellom modeller i tabell 4.10 er først og fremst en modellteknisk øvelse for å finne en konvergering mellom modeller, og få et bilde av hvordan transportsektoren og resten av økonomien har tilpasset seg etter både direkte og indirekte effekter av virkemidlene.

Det kan imidlertid typisk være behov for også å 'iterere' strategiene i lys av resultatene. Strategiene er primært utarbeidet med tanke på å nå målet om lavutslippssamfunnet i 2050. Dersom det etter en evaluering av resultatene ser at det er dårlig oppnåelse av andre transportpolitiske mål (f.eks. knyttet til areal, energibruk, natur og miljø) kan det være behov for å justere på virkemidlene eller legge til nye for å forbedre den samlede måloppnåelsen. Logikken av en slik iterativ prosess er avbildet i figur 4.5.

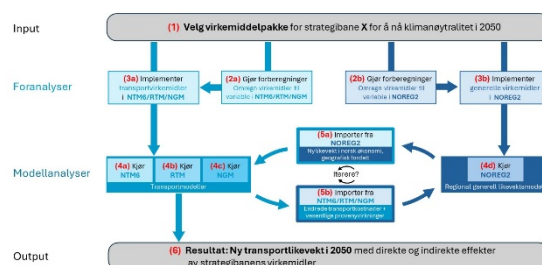


Figur 4.5: Prosess for å modellere av strategier, evaluere og iterere modellanalysene.

I denne figuren tilsvarer steg 1 til trinn 7 i den 8-trinn prosessen i figur 3.1 i kapittel 3, steg (2) til (6) er en teknisk detaljering av trinn 8 og steg (7) og (8) tilsvarer gjenta-pilen fra trinn 8 tilbake til 7.

5 Metodeutvikling og implementering i modellene

Oversiktsbildet over de samordnede modellene i Figur 4.4 og flytskjemaet i tabell 4.10 kan fremstå som relativt oversiktlig og enkelt, men å få dette samlede apparatet til å fungere i praksis - og implementere referansebaner og strategibaner i modellene - har krevd betydelig utvikling og tilpasning. Dette har naturlig nok vært en kjerneoppgave i metodeprosjektet. Vi har gjort flere viktige fremskritt, men også møtt en rekke utfordringer. Vi gjennomgår dem kort i de neste delkapitlene.



5.1 Utvikling og implementering i NOREG 2

For en fullstendig gjennomgang av metodeutviklingen i NOREG 2 henviser vi til TØI-rapport 2120/2025 (Hansen et al., 2025).

5.1.1 Utvikling av NOREG 2: fremskritt og utfordringer

NOREG 2 er en regional generell likevektsmodell (SCGE-modell) for økonomisk utvikling i norske fylker og kommuner og hvor den geografiske dimensjonen muliggjør detaljerte regionale eller lokale analyser av de langsiktige konsekvensene av politiske virkemidler. Modellsystemet er utviklet for scenarioanalyser av langsiktige økonomiske problemstillinger, som næringsutvikling og regional utvikling, strukturpolitiske tiltak, politikkendringer, offentlig virkemiddelbruk eller eksogene sjokk i økonomien. NOREG 2 muliggjør simulering av regionale virkninger av for eksempel endring i skatter, avgifter og subsidier, endrede transportkostnader, regionale utviklingsprogram eller andre målrettede nasjonale eller regionale tiltak.

NOREG 2 gir et helhetlig rammeverk for å analysere hvordan norsk regional økonomi og næringsstruktur utvikler seg over tid, og hvordan ulike politiske tiltak og eksterne endringer påvirker regioner og næringer på forskjellig måte. Modellens styrke ligger i kombinasjonen av et mikroøkonomisk teorifundament, elastisiteter estimert på norske data og en fleksibel geografisk inndeling som muliggjør detaljerte regionale analyser.

En av styrkene til denne typen modeller er muligheten til å analysere hvordan endringer i én del av økonomien påvirker andre deler av økonomien og den gjensidige påvirkningen som oppstår mellom sektorer. NOREG 2 kan dermed benyttes til både å analysere hvordan tiltak i transportsektoren påvirker resten av økonomien, og hvordan transportsektoren påvirkes av tiltak i andre sektorer.

NOREG 2 er i dette metodeoppdraget videreutviklet og tilpasset for å kunne benyttes til analyser av virkemiddelpakker for å nå lavutslippssamfunnet 2050 (se Hansen, W. m.fl., 2025 for dokumentasjon av NOREG versjon 2.4).

En omstilling til et lavutslippssamfunn i 2050 vil trolig innebære en omfattende samfunnsendring. NOREG 2 kan benyttes til å fremskrive hvordan næringsstrukturen i lavutslippssamfunnet vil se ut (under ulike forutsetninger om hvilke tiltak man gjennomfører for å komme dit), og hvordan denne endringen i næringsstruktur vil påvirke framtidens transporttetterpørsel.

Nytt i NOREG 2.4 er:

1. Eksplisitt modellering av klimagassutslipp og klimapolitiske avgifter

NOREG 2 er videreutviklet til å bedre analysere effektene av klimapolitikk, både nasjonalt og på regionalt/lokalt nivå. Modellutvidelsen omhandler i store trekk om å inkludere i modellen:

- Utslipp fra næringer og aktiviteter
- Relevante klimapolitiske virkemidler (kvoter, skatter, avgifter, subsidier, mm)

Begge disse kulepunktene innebærer tilrettelegging av data, kalibrering av modellen, utslipp og avgifter og endringer i selve modellkoden til NOREG 2-modellen.

Utslipp stammer både fra *energibruk* og fra *prosesser i industrier*.

- *Energirelaterte utslipp* (også kalt forbrenningsutslipp) skyldes bruk av energivarer som bensin, diesel, osv. Hver liter av fossile brenslere inneholder en bestemt mengde CO₂ som slippes ut ved forbrenning. Utslippene fra transport og oppvarming skyldes nettopp forbrenning av fossile brenslere. Det er energirelaterte utslipp både fra næringene og fra husholdningene.
- *Prosessutslipp* er knyttet til prosesser i industrien eller i jordbruket. For eksempel er det utslipp knyttet til aluminiumproduksjon og sementproduksjon som skyldes kjemiske prosesser, ikke energibruk. Utslipp i jordbruket er knyttet til husdyrhold.

Modelleringen må skille mellom disse utslippene, siden det er ulike muligheter til å redusere disse utslippene og det brukes ulike tiltak og virkemidler:

- Energirelaterte utslipp (forbrenningsutslipp) kan reduseres ved å redusere bruken av fossile energivarer. Det kan skje enten ved redusert aktivitetsnivå (f.eks. at man kjører mindre) eller ved å bruke andre, mindre forurensende energivarer (f.eks. vridning fra konvensjonelle bensin- og dieslbiler mot elektriske kjøretøy).
- Reduksjon av prosessutslipp innebærer i stor grad redusert aktivitetsnivå. Prosessutslipp kan i veldig liten grad reduseres. CCS er en mulig renseteknologi i framtiden.

Modellen har 6 klimagasser, regnet om til CO₂-ekvivalenter: karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), hydrofluorkarboner (HFK), perfluorkarboner (PFK), svovelheksafluorid (SF₆). Vi skiller også mellom kvotepliktige og ikke-kvotepliktige næringer. Det er viktig for virkemiddelbruk.

Det er utviklet næringsspesifikke utslippskoeffisienter for fossil energibruk og prosessutslipp i industrien¹⁸, basert på historiske data og med skille mellom ETS og ikke-ETS-næringer.

Det er lagt til rette for analyser av virkemiddelbruk i klimapolitikken gjennom en forbedret modellering av relevante skatter og avgifter. Karbonavgiftene er skilt ut fra de øvrige politiske virkemidlene og i kalibreringen av avgiftsnivået benyttes totale utgifter til karbonavgifter for hver næring, noe som gir oss en effektiv karbonpris hvor det også blir tatt hensyn til eventuelle subsidier til næringene. Forbedret modellering av skatter og avgifter muliggjør analyser av kombinasjoner av virkemidler, der f.eks. avgiftslettelser i enkelte sektorer kan dempe negative effekter av klimatiltak på realøkonomien. NOREG 2 kan også belyse ulikheter i regionale konsekvenser.

¹⁸ Prosessutslipp er utslipp av klimagasser som følge av kjemiske eller fysiske prosesser i selve produksjonen, ikke fra forbrenning av drivstoff til energi. Eksempler er kalk- og sementproduksjon, metallproduksjon og kjemisk industri. Energiutslipp er utslipp av klimagasser relatert til forbrenning av drivstoff. I tillegg er det i NOREG 2 modellert utslipp av klimagasser relatert til husholdningenes sluttkonsum.

2. Oppdatering av modellens basisår til 2022

Det viktigste datagrunnlaget i en generell likevektsmodell er næringskryssløpet. Kryssløpstabellen gir en detaljert og systematisk oversikt over hvordan produksjon, forbruk og handel henger sammen i økonomien. Den viser hvordan aktivitet i en næring skaper etterspørsel i andre, og hvordan produksjonen fordeles mellom ulike sluttbrukere.

Kryssløpet består av tre hovedkomponenter:

- **Inter-industrielle transaksjoner**, som viser vare- og tjenestestrømmer mellom næringene.
- **Endelig etterspørsel**, som viser fordelingen av varer og tjenester til husholdninger, offentlig sektor, investeringer og eksport.
- **Primærinntekter**, som viser næringenes kostnader til innsatsfaktorer som lønn, kapital og skatter.

Kjernen i NOREG 2 er den nasjonale kryssløpstabellen fra SSB. Denne har vi videreutviklet ved å regionalisere dataene ned til kommunenivå, slik at modellen fanger opp økonomiske forskjeller og sammenhenger på tvers av landet.

Siste tilgjengelige regnskapsår for næringskryssløp for Norge er 2022, og vi har oppdatert modellens grunnlagsdata til dette året. Dette innebærer å oppdatere de økonomiske og demografiske grunnlagsdata til siste tilgjengelige regnskapsår.

Sammen med næringskryssløpet er alle de øvrige økonomiske- og demografiske- inngangsdata til modellen oppdatert til 2022.

3. Kalibrering mot perspektivmeldingen

For å kunne benytte NOREG 2 til virkemiddelanalyser og framskrivinger av norsk økonomi, må modellen kalibreres slik at den følger de offisielle framtidsvisjonene for norsk økonomi gitt av Regjeringens perspektivmelding.

Forutsetninger som ligger til grunn for kalibreringen mot Perspektivmeldingen 2024:

- **Befolkningsutvikling** er basert på SSBs kommunevise befolkningsframskrivinger fra 2024.
- For å framskrive **arbeidsstyrken** tar vi utgangspunkt i befolkningsutviklingen for personer i alderen 16-74 år. Deltakelse i arbeidsstyrken er basert på årlige sysselsettingsandeler fra DEMEC. For perioden 2024-2060 ligger denne stort sett mellom 71 og 72 prosent for aldersgruppen 16-74 år.
- **Endring i utdanningsnivå** følger Cappelen et al. (2020). Andelen av arbeidsstyrken med lav utdanning og fagutdanning er antatt å gå ned, mens andelen med universitetsutdanning øker.
- **Etterspørselen etter utdanning** er antatt å øke i tråd med utdanningsnivået, slik at bedrifter er i stand til å benytte seg av den stadig mer utdannede arbeidsstyrken.
- **Petroleumsnæringen** er antatt å reduseres med om lag 60 prosent i 2060 sammenlignet med 2024-nivå¹⁹.
- **Vekst i offentlig konsum** følger DEMEC. Dette innebærer en årlig vekst på i overkant av 1,5 prosent (i faste priser) fram mot 2036, og en avtakende vekst etter dette. I snitt vil offentlig sektor øke med 1,3 prosent i året i perioden 2024-2060.

¹⁹ Perspektivmeldingens anslag på utviklingen i oljeproduksjon på norsk sokkel baseres på Sjøkkeldirektoratets anslag for den gjenværende ressursbasen på norsk kontinentalsokkel. Anslaget følger mulighetsbildet «Forventning» fra Sjøkkeldirektoratets Ressursrapport 2024.

- Vi legger til grunn en **sterk vekst i forsvaret** den første 12-årsperioden. I tråd med Perspektivmeldingen vil det, på grunn av lave fødselstall den siste tiden, være tilsvarende lavere vekst i utdanning. Dette betyr at ekspansjonen av forsvaret ikke vil gi et trendbrudd i veksten for offentlig sektor som helhet.
- **Produktivitetsvekst** bygger også på DEMEC. Gjennomsnittlig årlig produktivitetsvekst i perioden 2024-2060 er på litt over 0,7 prosent i private næringer, og i underkant av 0,5 prosent i offentlige næringer.
- **Energieffektivisering** er antatt å være nesten 1 prosent årlig, basert på anslag fra CEPII (EconMap, 2016).

4. Revisjon av næringsinndelingen og forbedret regionalisering

Revidert nærings sammensetning: I det nasjonale kryssløpet fra SSB er fiskeri, fangst og akvakultur samlet i én næring. I NOREG 2 har vi delt denne opp i to: Fiske og fangst (03a) og Akvakultur (03b). Dette er gjort fordi næringene har svært ulike geografiske strukturer, kostnadsprofiler og vekstbaner. Oppsplittingen bygger på nasjonalregnskapets totaler kombinert med geografisk spesifikk regnskapsdata for enkeltbedrifter. Resultatet er en mer realistisk representasjon av fiskeri- og oppdrettsnæringen i modellen.

Forbedret metodikk for geografisk fordeling av landbruksnæringen: Vi har inkludert nye data for landbruksnæringen som gjør at vi kan gi et mer presist estimat på den geografiske fordelingen av landbruksnæringen enn hva som har vært mulig tidligere. I dette arbeidet har vi benyttet data om produksjonstilskudd og salgsdata fra Landbruksdirektoratet, inkludert blant annet areal, dyretall, tilskudd, salg til meieri, slakteri og mer for å fordele den økonomiske aktiviteten utover geografisk på de ulike kommunene. Dette gir et mye mer presist estimat på hvor den økonomiske aktiviteten foregår enn det tidligere analyser har kunnet gjøre, og gjør at vi har et betydelig forbedret estimat på den geografiske fordelingen av jordbruksnæringen enn det vi og andre regionale analyser har kunnet ha tidligere.

5. Detaljering av eksportmarkedet

Hovedarbeidet har vært å etablere et datasett for kommunefordelt og næringsspesifikk utenriks-handel. Dette gir mer realistisk modellering av utenrikshandelen og bedre grunnlag for å analysere utviklingsbaner med virkemidler for grønn eksportvekst. I arbeidet med å videreutvikle modellgrunnlaget for norsk import og eksport har vi lagt vekt på å forbedre den geografiske presisjonen i data-grunnlaget. Ved å kombinere informasjon fra blant annet *Eksportmeldingen* (Menon Economics, 2025), har vi utviklet en mer detaljert fordeling av utenrikshandelen etter region. Dette gir et mer realistisk bilde av hvor i landet eksportinntektene faktisk skapes, og dermed et bedre grunnlag for å analysere regionale effekter av internasjonal handel. Selve størrelsen på eksporten per næring er fortsatt basert på kryssløpet, og den regionale fordelingen er nå betydelig mer presis enn tidligere.

I tillegg til å forbedre den geografiske fordelingen av eksporten innenlands, har vi utviklet nye estimater for hvilke utenrikssoner de ulike næringene selger til og lagt til rette for modellering av differensierte utenrikshandelssoner.

6. Sterkere kobling til persontransportmodellene

Formålet med denne utviklingsoppgaven har vært å implementere modellering av arbeidspendling i NOREG 2. Dette gir modellverktøyet full mobilitet i arbeidsmarkedet og en kobling av NOREG 2 til de nasjonale og regionale modellene for persontransport i Norge. En slik kobling vil blant annet gi utvidede muligheter til å analysere hvordan tiltak i transportsystemet kan medføre regionale demografi- og næringseffekter, samt utvidede muligheter til iterative kjøringer mellom NOREG 2 og

persontransportmodellene ved at endogen flytting i NOREG benyttes til å korrigere befolkningsprognosene i transportmodellene og muligheter for at NOREG 2 sine sysselsettings- og næringsresultater videreutvikles til å avstemme destinasjonsattraktiviteten i RTM/NTM6.

Det er utviklet en CUBE-applikasjon for bearbeiding av resultatfilene fra persontransportmodellene slik at disse kan benyttes som inngangsdata inn i NOREG 2. Applikasjonen tar utgangspunkt i turer fra RTM/NTM6 for hele Norge, fordeler disse på transportmidlene «bilfører», «bilpassasjer», «kollektiv» og «fly» og på reisehensiktene «arbeidsreiser», «fritidsreiser» og «tjenestereiser». En oppdatert versjon av CUBE-applikasjonen er tilpasset til å kunne innhente data fra persontransportmodellkjøringer med en forenklet regional modell, som ikke har den samme detaljerte oppsplittingen på reisehensikt som RTM/NTM6 har.

7. Etablering av rutiner for soft-linking av NOREG 2 og transportmodellene

Med soft-linking mener vi sammenkobling av separate modeller der informasjonsutvekslingen mellom modellene skjer manuelt. NOREG 2 er allerede soft-linket til Nasjonal godsmodell. I denne modellutvidelsen har modellen også blitt soft-linket til persontransportmodellene.

NOREG 2 er soft-linket til modellene i transportmodellsystemet, og i analysene i dette metodeprosjektet benytter vi iterative prosesser mellom modellverktøyene for å fange det fulle bildet av omstillingen til et lavutslippssamfunn.



NOREG 2 benytter transportkostnadene fra både nasjonal godsmodell (NGM) og fra persontransportmodellene (RTM/ NTM 6) som eksogene parameterverdier i modelleringen av de geografiske sammenhengene i økonomien. Fra NGM hentes det godstransportkostnader per sonepar og per næring, mens det fra persontransportmodellene hentes transportkostnader er sonepar og reisehensikt. I NGM er handelsvolumet eksogent og dette hentes fra NOREG 2, mens den regionale befolkningsutviklingen og attraktiviteten til sonene i persontransportmodellene er eksogene i disse modellene. NOREG 2 har endogen flytting og beregner næringsvis endring i sysselsetting og produksjon m.m., som kan benyttes som eksogene endringer av befolkningsutviklingen og den sonevise reiseattraktiviteten i persontransportmodellene.

Utvikling av rutiner for soft-linking mellom NOREG 2 og transportmodellen har vært sentralt i metodeutviklingen i dette prosjektet.

Sentrale utfordringer i videreutviklingen av NOREG 2 til analyser av klimaomstilling:

De sentrale utfordringene i modellutvidelsen har i hovedsak vært knyttet til omfattende modellutvikling innenfor en svært kort tidsramme.

Modellutvikling og modellutvidelse bør- og anbefales utført trinnvist. Dette for å sikre kvaliteten, forsikre seg om at modellutvidelsen favner intensjonen og er i henhold til faglige anbefalinger, transparens i utviklingen og validering av modellens resultater. Sammen gir dette et robust verktøy for politikkevaluering. I dette prosjektet har vi gjort et stort utviklingsarbeid innenfor en kort tidsramme, noe som har gått på bekostning av kalibreringen av modellen og valideringen av modellresultatene. For at NOREG 2 skal kunne levere framskrivinger av aktivitetsnivået både regionalt og etter næring som er konsistente med både PM24, nasjonalbudsjettet og likevektsbanene fra SNOW-modellen, må NOREG 2 kalibrerer til å replisere disse framskrivingene av norsk økonomi og utslipp fra aktivitet i Norge.

5.1.2 Implementering av Referansebane og strategibaner i NOREG 2

Etableringen av referansebanen er på mange måter det viktigste trinnet i en analyse. Dette gjelder for analyser med likevektsmodellen alene, men særlig for analyser hvor det skal etableres en felles base for referansen mellom soft-linkede modeller.

Rutinen for soft-linkingen av NOREG 2 og transportmodellene for å etablere referansebanen er delt opp i følgende steg:

Steg 0: Avklaring av hvilke utviklingstrekk og hvilket transportnettverk som skal ligge til grunn i referansebanen.

I transportmodellene må det avklares hvilket transportnettverk som skal ligge til grunn for referansebanen. Dette transportnettverket kodes inn i transportmodellene, her vil normalt sett vedtatte prosjekter fra NTP ligge til grunn for referansen. I tillegg må det spesifiseres hvilke vedtatte politiske og andre utviklingstrekk som skal ligge i referansebanen og hvilken politikk som er et virkemiddel som skal analyseres i alternativbanen.

Vedtatt politikk i transportsektoren modelleres i transportmodellene, mens øvrig vedtatt politikk og makroøkonomiske utviklingstrekk inkluderes i NOREG 2.

Steg 1: Beregne transportkostnader per vare og sonepar i NGM, samt beregne transportkostnader per reisehensikt og transportmiddel i persontransportmodellene.

Transportmodellene kjøres for det valgte transportnettverket og det settet av utviklingstrekk som skal ligge til grunn for referansebanen. Da vi enda ikke har kjørt NOREG 2, benyttes det næringsvise vekstbaner fra siste offisielle godsframskriving for framskrivingene i NGM.

Steg 2: NOREG 2 kjøres med det settet av virkemidler som er definert til å være en del av referansebanen og med transportkostnader fra transportmodellene beregnet i steg 1.

Transportkostnadene fra både NGM og persontransportmodellene benyttes som inngangsdata i kjøring med NOREG 2 for å produsere regionale makroøkonomiske utviklingstrekk for referanse-scenarioet.

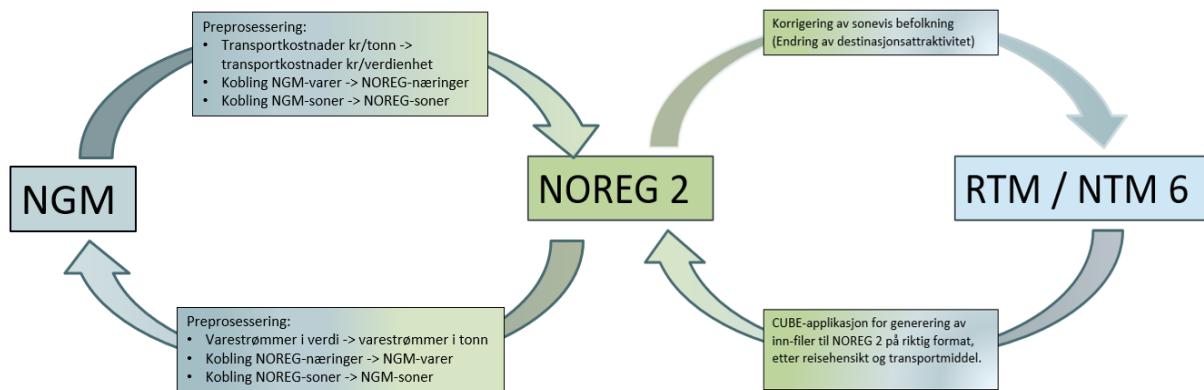
For å kunne benytte resultatfilene fra transportmodellene som inngangsdata i NOREG 2, kjøres det utviklede preprosesseringsrutiner for datautveksling mellom modellverktøyene.

Steg 3: NGM kjøres med utviklingsbaner for varestrømmer fra NOREG 2 beregnet i steg 2.

Vekstbaner for handel for hver vare og hvert sonepar fra NOREG 2 benyttes som inngangsdata i NGM til å beregne framskriving av godsvolumer per kjøretøy/transportmiddel i referansebanen.

Utviklede preprosesseringsrutiner kjøres for å kunne benytte resultatene fra NOREG 2 inn i NGM.

Steg 4: Steg 2-3 kan gjentas i en iterativ prosess for å konvergere mot konsistens mellom de sammenkoblede modellene. Når tilstrekkelig konvergens er oppnådd mellom NOREG 2 og NGM, vurderes det om resultatene fra NOREG 2 skal benyttes til å korrigere den regionale befolkningsframskrivingen og sone-attraktiviteten i persontransportmodellene.



Figur 5.1: Dataflyt for iterativ soft-linking mellom NOREG 2 og transportmodellene.

I referansebanen kalibreres NOREG 2 til å følge de nasjonale makroøkonomiske utviklingstrekkene som er fastlagt i Regjeringens perspektivmelding, samt Nasjonalbudsjettet, og en videreføring av dagens CO₂-avgiftsnivå.

Det er helt avgjørende for validiteten til analysene at Referansebanen er klart definert. Alle strategibanene skal sammenlignes med referansebanen og da er det svært viktig at referansebanen reflekterer robuste framskrivninger av sannsynlige utviklingstrekk dersom dagens politikk videreføres. I analyse med likevektsmodellen, vurderes de klimapolitiske virkemidlene som skal evalueres, ved at et kontrafaktisk scenario (eksempelstrategiene) sammenlignes med Referansebanen hvor dagens politikk videreføres.

For hver av eksempelstrategiene, følger de iterative analysene med modellverktøyene samme stegvise oppsett:

Steg 1: Transportmodellene kjøres med de klimapolitiske virkemidlene som tilhører transportsektoren.

Steg 2: NOREG 2 kjøres med eksogene endringer i transportkostnader fra steg 1 og klimapolitiske virkemidler og tilpasninger modellert i NOREG 2.

Steg 3: NGM kjøres med utviklingsbaner for varestrømmer fra NOREG 2 beregnet i steg 2 for å beregne framskriving av godsvolumer per transportmiddel i eksempelstrategiene. Ved større endringer, vurderes det om det er formålstjenlig å oppdatere befolkningsutviklingen i persontransportmodellene med resultatene fra den endogene flyttingen i NOREG 2.

De fire settene av virkemiddelpakker definert i eksempelstrategiene inneholder både virkemidler som er spesifikt rettet mot transportsektoren, og virkemidler som er rettet mot de øvrige sektorene i økonomien, samt finansieringen av klimatilpasningen i transportsektoren. Tabell 5.1 gir en sammenvatt oversikt over hvilke spesifikke klimapolitiske virkemidler og andre tilpasninger som er modellert i NOREG 2 for de ulike eksempelstrategiene. Virkemidlene modellert i transportsektoren er nærmere beskrevet i kapittel 5.2 for NGM og kapittel 5.3 for persontransportmodellene.

Tabell 5.1: Modelltilpasninger i NOREG 2 for hver av eksempelstrategiene

	CO ₂ -avgifter	Finansiering av tiltak i transportsektoren	Andre sektoravgifter	Annen modelltilpasning
Referansebanen	Uendret			
EU-banen	Uendret			
UFF-banen	9089 kr/tonn	2.6 mrd. lump-sum overføring fra husholdningene		Vridning i utenlandsk etterspørsel mot varer med lavere CO ₂ -intensitet
UF-banen	9089 kr/tonn	2.6 mrd. lump-sum overføring fra husholdningene	Sektoravgift i bygg- og anleggssektoren som reduserer innsatsfaktor-bruken med 20 %	Vridning i utenlandsk etterspørsel mot varer med lavere CO ₂ -intensitet
Teknologibanen	9089 kr/tonn	9.8 mrd. lump-sum overføring fra husholdningene		Vridning i utenlandsk etterspørsel mot varer med lavere CO ₂ -intensitet
Kostnads - effektivitetsbanen	9089 kr/tonn			Vridning i utenlandsk etterspørsel mot varer med lavere CO ₂ -intensitet

5.2 Utvikling og implementering i NGM

5.2.1 Utvikling i NGM

Utviklingen rundt grønn omstilling i godstransport har utløst behov for å inkludere alternative framdriftsteknologier i NGM. I 2023/2024 ble det etablert kostnadsmodeller for batterielektriske, hydrogenelektriske og biogassdrevne lastebiler, samt for ulike fremdriftsteknologier i skipsfarten. Dette er dokumentert i Grønland og Pinchasik (2025) Fordi de nye drivlinjene er basert på fortsatt umoden teknologi med betydelige merkostnader sammenliknet med dagens drivlinjer basert på fossilt drivstoff, er det laget framskrivningsbaner for investerings- og drivstoffkostnader frem til 2050, med hovedkilder fra ENOVA, FME MoZEES, DNV og Statens vegvesen/Miljødirektoratet. Dette arbeidet er dokumentert i Figenbaum et al. (2025).

NGM er i utgangspunktet en kostnadsminimeringsmodell uten eksplisitt valg av drivlinjer. For å analysere overgangen til klimanøytral transport er det derfor utviklet en metode der kostnadene vektlegges etter forventet drivlinjesammensetning i ulike scenarier. Dette innebærer at kjøretøy- og fartøystyper får kostnadsprofiler som er sammensatt av flere drivlinjer.

De ulike scenariene som er analysert for 2050 har følgende forutsetninger om drivlinjesammensetning:

- Referansebane: 64 % elektrifiserte lastebiler, uendret drivstoffbruk i skipsfarten.
- EU-bane: som referanse for lastebiler, men 80 % av skip >500 BT går på klimanøytralt drivstoff.
- Strategibaner: 100 % elektrifiserte lastebiler og 100 % klimanøytralt drivstoff i skipsfarten, særlig ammoniakk.

Denne tilnærmingen gjør det mulig å gjennomføre scenarioanalyser i NGM med drivlinje-vektede kostnadsparametere frem til 2050.

Videre er det utviklet et beregningsopplegg for energibruk i de ulike scenariene, basert på samme forutsetninger om framdriftsteknologier som i kostnadsmodellen til NGM. Beregningene omfatter veg- og sjøtransport, og skiller mellom vare, transportform, framdriftsteknologi og import/eksport. Metoden er gjennomført ved at dominerende modellberegnet kjøretøy- og fartøyskategorier er identifisert per varegruppe i referansescenariet. Drivstofforbruk for fossile drivstoff (diesel, MGO) er

hentet fra NGMs kostnadsmodell og omregnet til energibehov (kWh/km) for alternative energikilder som strøm, ammoniakk og LBG og hensyntatt at virkningsgraden er høyere for elektromotoren sammenliknet med forbrenningsmotoren. Dette er videre beregnet per tonnkilometer ved bruk av kapasitetsklasser. Faktorene er justert for tomkjøring, med 35 % for vegtransport og 50 % for sjøtransport, for å kompensere for at transportarbeidet ikke inkluderer tomkjøring og at NGM ikke beregner drivstofforbruk når skip ligger i havn.

Resultatet er teknologispesifikke energifaktorer for ulike transportmidler, koblet til vare og justert for tomkjøring. Disse er deretter kombinert med transportarbeid og teknologifordeling i hvert scenario for å beregne samlet energibehov. Beregningene er foreløpig grove, særlig for skip der energibehovet bygger på forenklete anslag av energiinnhold og motoreffektivitet for ulike drivstofftyper. Til tross for usikkerheten gir opplegget et detaljert rammeverk som kan knyttes til modellens aggregerte resultatfiler («summary.out»), og er et godt grunnlag for videre utvikling.

5.2.2 Modellering av referansebaner og strategibaner i NGM

Nasjonal godstransportmodell (NGM) er benyttet til å beregne effekten på transportmiddelfordeling og samlede transport-/logistikkostnader av de ulike strategiene, målt opp mot det som beregnes for referansebanen i 2050. Beregnet transport- eller trafikkarbeid per transportform og kjøretøytype/skipstype er i sin tur brukt videre i utslipps- og energiberegninger.

Tids- og distanseavhengige transportkostnader for ulike kjøretøytyper og framdriftsteknologier står sentralt i modellberegningene for de ulike scenarier og strategier, fordi nullutslippsandelen varierer mellom ulike strategibaner. Kostnadsmodellen i NGM har enhetskostnader for ulike drivlinjer for dagens situasjon (2023), men fordi scenariene beregnes i 2050 har det vært behov for anslag på kostnadsutvikling fram til 2050. Dette er dokumentert i Figenbaum et al. (2025). Fordi det er både er varierende andel nullutslippsløsninger i de ulike scenariene og ulike strategier for hvordan merkostnader blir dekket, vil også de tids- og distanseavhengige kostnadene for samme kjøretøy-/fartøyskategori ha varierende kostnader mellom de ulike scenariene.

Basert på NGM-beregninger av varestrømmer og transportkostnader mellom soner, samt ulike andre framskrivinger for norsk økonomi, har NOREG 2 etablert en referansebane som er konsistent med Perspektivmeldingen 2024. I NOREG 2 genereres nærings- og geografispesifikke vekstrater, og disse er brukt til å etablere varestrømmer til bruk i NGMs referansebane for 2050.

NOREG 2 er deretter benyttet til å beregne hvordan varestrømmene forventes å endre seg til EU-banen (Steg1) og hver av strategiene i Steg2, basert på de spesifikke virkemiddelpakkene som ligger i strategiene. I NOREG 2 legges det da inn virkemidler som har effekt i hele økonomien, samt eventuelt behov for ekstra subsidier/skatt, i til transportkostnader mellom regioner fra NGMs første beregning av strategiene (dvs. med varestrømmene utviklet i referansebanen). Når NOREG 2 kjøres med disse forutsetningene, vil modellen gi resultater som bidrar til at vi får ulike varestrømmer i de ulike strategiene. Disse er i neste omgang benyttet videre til de endelige NGM-beregningene for strategiene.

I det følgende beskriver vi kort hvilke endringer som gjøres i NGM i de ulike stegene og strategiene, og oppsummerer grovt den isolerte effekten på transportarbeid som endringene i NGM ville føre til. I og med at de ulike stegene og strategiene også inkluderer reviderte varestrømmer basert på NOREG-beregninger, så kan den endelige effekten avvike fra dette. Resultater fra beregningene etter «looping» med NOREG 2 er vist i kapittel 6.

Referansebanen (Steg0)

Referansebanen følger de vanlige retningslinjene («frozen policy»), der man i infrastrukturnettet inkluderer prosjekter som er åpnet i 2024, eller som har startet opp eller fått bevilgning i statsbudsjettet 2025. Dagens oppsett for brukerfinansiering (bompenger) videreføres, som for 2050 innebærer en forutsetning om at prosjekter knyttet til strekningsvise utbygginger er nedbetalt og at det

kun gjenstår bompenger i byene. De byene som opprettholder bomringene sine er Oslo, Bergen, Nord-Jæren, Trondheim, Tromsø, Grenland, Kristiansand og Nedre Glomma. Satsen i bomringene skal være slik at gjennomsnittstakst per passering samsvarer med dagens nivå.

Forbedringer i veinettet knyttet til nye veiprosjekt, samt reduksjonen i bompengebelastning i 2050, innebærer at det blir billigere med veitransport enn i dag. Dette forsterkes av at det er forutsatt 64 % elektrisk andel av kjørte kilometer med lastebil, med lavere kostnader enn for lastebiler på fossilt drivstoff. Dette innebærer at lastebilen øker sin konkurransekraft i referansebanen.

EU-banen (Steg1):

Denne banen bygger på referansebanen, men forutsetningen om at 80 % av skip >500 BT går på klimanøytralt drivstoff medfører at det blir dyrere med skipstransport. Dette fører til høyere transportarbeid med lastebil enn i referansebanen og også en viss økning for togtransport.

Teknologibanen (Steg2):

I denne banen forutsettes det at det direkte klimagassutslippet er 0 for alle transportformer (etter- som de sentrale virkemidlene vil være absolutte krav) og at de ekstra kostnadene knyttet til null-utslippsløsningene subsidieres (ved økt beskatning ellers i økonomien). Dette gjelder både økte kostnader knyttet til dyrere drivstoff for skip, kostnader til ombygging av skip eller investering i dyrere skip, kostnader til elektrifisering av togstrekninger, samt lade- og fylleinfrastruktur for skip og lastebil. Dette subsidiebehovet er noe som tas inn i NOREG 2, mens transportkostnadene i NGM holdes uendret. Unntaket er for lastebil, der 100 % nullutslipp (økning fra 64 % i referansebanen og EU-banen) innebærer noe lavere transportkostnader for bil pga. lavere energipris for elektrisitet enn diesel. Dette slår i NGM ut i økt konkurransekraft for lastebil. Omlegging fra dieseltog til elektriske tog der det i dag er dieseldrift, reduserer også transportkostnadene på enkelte togstrekninger noe.

Den isolerte effekten av endringene i transportkostnader er i første rekke at lastebil øker sin konkurransekraft ytterligere fra EU-banen.

UFF-banen (Steg2):

I UFF-banen forutsetter vi at kostnadene ved overgang til nullutslippsteknologi (utover det som ligger i EU-banen) inkluderes i transportkostnadene som betales av transportkjøper (i motsetning til i Teknologibanen der kostnadene ved ytterligere overgang til nullutslipp ble forutsatt tatt inn gjennom subsidier/økt skatt). Hvordan dette slår ut i kostnadene ved bruk av de ulike transportformer og kjøretøytyper/skipstyper varierer.

I denne banen legges også inn veipricing for alle lastebiler, med ulik sats per kilometer etter bilstørrelse og hvor transporten foregår. For en tung lastebil (høyere for modulvogntog) er satsen satt til 0,96 2023-kroner per kilometer i områder ved spredt bebyggelse, 3,76 kroner i tettsteder med 15 000 til 100 000 innbyggere og 9,57 kroner i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere.

Den isolerte effekten på transportmiddelfordelingen av disse kostnadsendringene er at transportarbeid med lastebil og skip reduseres, mens tog får økt etterspørsel.

UF-banen (Steg2):

I denne banen er transportkostnadene som brukes som input til NGM enda høyere enn i UFF-banen. Her legges det til grunn distansebasert pricing av marginale eksterne kostnader også for godstransport til sjøs og på jernbane, i tillegg til det som allerede er inkludert for veitransport. Isolert sett vil dette føre til mer veitransport enn i UFF-banen, så lenge det ikke er «loopet» med NOREG 2 for oppdaterte varestrømmer. For å (delvis) kompensere for dette er veipricingen for lastebiltransport i rurale strøk - som utgjør mesteparten av langdistansetransporten og som dermed har konkurranseflater mot sjø og bane - økt med 150 % sammenlignet med UFF-banen. Det er vanskelig å si hvordan

den isolerte effekten av disse kostnadsendringene er, uten å gjøre en spesifikk modellberegning av det.

Kostnadseffektivitets-banen (Steg2):

I denne banen er transportkostnadene som brukes som input til NGM. Det legges til grunn distansebasert veipricing på samme nivå som i UFF-banen for å matche marginale skadekostnader. I tillegg blir det et påslag per kilometer for å dekke investeringskostnadene for økt hurtigladeinfrastruktur for å gå fra EU-banen til 100 % elektrifisert lastebilpark. Videre legges det til grunn distansebasert pricing for godstransport til sjøs og på jernbane for å matche marginale skadekostnader. I tillegg legges det på et påslag per kilometer for togtransport for å dekke kostnadene knyttet til elektrifisering, og et påslag per km for skip for å dekke kostnadene for økt ammoniakk-fylleinfrastruktur for å gå fra EU-banen til 100 % karbonnøytralt drivstoff.

5.3 Utvikling og implementering i persontransportmodellene

5.3.1 Utvikling av forenklet persontransportmodell: fremskritt og utfordringer

Det har det siste året vært arbeidet med å utvikle forenklede etterspørselsmodeller for persontransport, basert på dagens fulle varianter av RTM og NTM6, men med vesentlig kortere beregningstider. Hovedhensikten med dette er dels å imøtekomme et behov for raskere modellberegninger, og dels å gjøre modellene mer fleksible når det gjelder å inkludere nye typer transportmidler som ikke finnes i de opprinnelige modellene.

De forenklede etterspørselsmodellene er programmert i Python. Dette gjør kildekoden mer tilgjengelig og enklere å vedlikeholde sammenlignet med den kompilerte C++-koden som ligger til grunn for de tradisjonelle etterspørselsmodellene. C++ er imidlertid et mer effektivt programmeringsspråk med tanke på beregningstid, så reduksjonen i beregningstid som følger av overgang til forenklet modell er et resultat av ulike forenklinger knyttet til reduksjon av reisehensikter og segmentering.

De forenklede etterspørselsmodellene er implementert i de kommersielle transportmodellverktøyet CUBE, og bruker standardiserte algoritmer for beregning av rutevalg og LOS-data. I forenklet modell for korte reiser under 70 km én vei er det også gjort en del tidsbesparende forenklinger knyttet til rutevalg og LOS-data siden dette ofte er svært detaljerte og tidkrevende operasjoner som utgjør en relativt stor andel av den totale beregningstiden. Forenklet modell for lange reiser over 70 km én vei benytter i all hovedsak samme oppsett for rutevalg og LOS-data som den tradisjonelle modellen for lange reiser siden denne modellen i utgangspunktet krever langt mindre beregningstid, og det er lite tid å spare på forenklinger i beregning av rutevalg og LOS-data.

Utviklingsarbeidet med de forenklede persontransportmodellene ble ferdigstilt våren 2025. Dette prosjektet er første gang modellene brukes til analyseformål. Dette innebærer at modellene i liten grad er blitt kvalitetssikret og validert før analysearbeidet startet.

Selv om begge de forenklede modellene gir relativt store besparelser i beregningstid, er det store forskjeller i absolutte besparelser. Den tradisjonelle modellen for korte reiser kan ta opp mot et døgn å kjøre for de største regionene. Dermed er beregningstid en vesentlig utfordring i analyser som krever mange scenario-beregninger. I den forenklede modellen for korte reiser kan en tilsvarende beregning gjøres på omtrent 6 timer. Dette innebærer at man i stor grad slipper å vente på at beregningene skal bli ferdige, men får kjørt gjennom ønskede beregninger i løpet av natten og kan analysere resultatene dagen etter.

Den tradisjonelle modellen for lange reiser tar imidlertid bare omtrent en time i dag, og beregnings-tid er således sjeldent en begrensende faktor i analysearbeidet. Den forenklete varianten bruker omtrent 20 minutter.

I dette prosjektet bruker vi forenklet modell for korte reiser under 70 km én vei, og tradisjonell modell for de lange reisene. Bakgrunnen for valget om å bruke tradisjonell modell for lange reiser er at beregningstiden man sparer ved å bruke forenklet modell ikke påvirker våre muligheter til å få gjennomført beregningene. I tillegg ville bruk av forenklet modell for lange reiser innebære noe tap av detaljering og en del ekstra arbeid knyttet til tilpasninger og kvalitetssikring slik at modellen samlet sett ville krevd mer ressurser og tid enn den tradisjonelle modellen.

For de korte reisene har vurderingen vært annerledes. Bruk av forenklet modell gir noe lavere detaljeringsgrad i beregnede resultater, og har medført en god del ekstra tidsbruk knyttet til kvalitetssikring, tilpasninger og resultatuttak. Men samtidig har tidsbesparelser knyttet til beregningstid frigjort mye tid vi har kunnet benytte til andre prosjektaktiviteter.

Det har også vært et tydelig ønske fra oppdragsgiver om å benytte forenklet modell i dette prosjektet siden dette først og fremst er et metodeprosjekt.

Som konsekvens av at vi bruker forenklet modell for korte reiser, har vi vært nødt til å endre opplegget for datautveksling mellom persontransportmodellene og den generelle likevektsmodellen NOREG 2. NOREG 2 bruker turer og transportkostnader mellom norske kommuner som inndata for sine beregninger. Det opprinnelige opplegget for dette var basert på de tradisjonelle transportmodellene, og la til grunn en høyere detaljeringsgrad for transportkostnader og reisehensikter enn hva den forenklete modellen i utgangspunktet støtter.

Det er også etablert funksjonalitet for å justere transportmodellenes befolkningsfiler basert på resultater fra NOREG 2, som beregner endring i antall arbeidstakere pr økonomisk sone. Dette kan brukes til å justere den forventede befolkningsutviklingen som ligger til grunn i transportmodellene.

Vi får da en tettere integrasjon mellom persontransportmodellene og NOREG 2. Dette innebærer at resultater fra NOREG 2 brukes som inndata til persontransportmodellene, i tillegg til at persontransportmodellens resultater benyttes som inndata til NOREG 2.

5.3.2 Modellering av referansebaner og strategibaner i persontransportmodellene

Persontransportberegningene i dette prosjektet er gjennomført ved bruk av den nasjonale modellen og de fem regionale modellene. I sum gir dette samlet turproduksjon og transportarbeid for landet som helhet.

Modellene er kjørt for dagens situasjon og referanseåret 2050. De regionale transportnettverkene er mottatt fra oppdragsgiver. For enkelte regioner er det gjort mindre justeringer og kodet inn enkelte manglende prosjekter der vi har fått beskjed fra oppdragsgiver om feil og mangler. TØI har oppdatert nasjonale transportnettverket for dagens situasjon med nyåpnede prosjekter siden forrige NTP-beregninger, og justert referansenettverket på bakgrunn av informasjon om fremtidige bomstasjoner og bompengesatser for elbiler.

I referanseåret 2050 forutsetter vi 100 % elbilandel i personbilparken. Vi forutsetter at alle strekningsbaserte bomstasjoner er nedlagt, men at bomringene i følgende åtte byområder opprettholdes med provenynøytrale takster: Tromsø, Trondheim, Oslo, Nedre Glomma, Grenland, Kristiansand, Nord-Jæren og Bergen.

Vi forutsetter videre befolkningsutvikling i tråd med de siste framskrivningene fra SSB for referanseåret 2050.

Prosjektet omfatter modellberegninger av en rekke ulike strategibaner. Disse banene illustrerer ulike utviklingstrekk som vil ha konsekvenser for norsk økonomi generelt og transportsektoren spesielt. Noen konsekvenser vil i liten grad påvirke transportsektoren, men kan ha store virkninger for andre sektorer. Andre konsekvenser vil bare være relevante for deler av transportsektoren.

Det er gjennomført beregninger av fire ulike strategibaner ved bruk av persontransportmodellene, i tillegg til referansebanen. Dette er EU-banen, UFF-banen, UF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen.

EU-banen er ikke forutsatt å ha vesentlige konsekvenser for persontransporten utover kravet om økt innblanding av bærekraftig drivstoff (SAF) for luftfarten. Effekten dette kravet vil ha for billettpris på innenlands flygninger er beregnet ved bruk av PACER-modellen, og modellert i den nasjonale persontransportmodellen som økning i billettpris på 4 % for regionale flyruter og 5 % for nasjonale flyruter. Billettprisen for FOT-rutene antas uendret.

I *UFF-banen* forutsettes det økning i billettpris på 8 % for regionale flyruter og 9 % for nasjonale flyruter grunnet skjerpede krav til SAF-innblanding. Billettprisen for FOT-rutene antas uendret. Det forutsettes også at billettprisen på lange buss- og togreiser reduseres med 20 %.

Det innføres veipricing med sats på 2.92 kroner pr kilometer i storbyområder med mer enn 100 000 innbyggere, 0.90 kroner for tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere og 0.25 kroner for tettsteder med mindre enn 15 000 innbyggere. Tallene er oppgitt i 2022-kroner, og modelleres som direkte-kostnader i transportmodellene.

Det forutsettes en kraftig nedgang i arbeids- og tjenestereiser grunnet økt bruk av hjemmekontor og digitale møter. Det antas at 80 % av arbeidstakere med mulighet for hjemmekontor vil jobbe hjemmefra 1.5 dager i uken, og at 50 % av alle lange arbeids- og tjenestereiser vil erstattes av digitale møter. Nedgangen er modellert ved å endre modellene parameterverdier for turgenerering.

I kommuner med befolkningsvekst frem mot 2050 antas det at veksten skjer i områdene med best kollektivtilbud. Knutepunktfortettingen er gjennomført ved å rangere alle grunnkretser antall kollektivavganger, og fordele befolkningsveksten til grunnkretsene med det beste tilbudet.

Kostnadseffektivitetsbanen bygger på mange av de samme forutsetningene som UFF-banen, men inneholder ikke forutsetning om reduserte billettpriser på lange buss- og togruter eller færre arbeids- og tjenestereiser grunnet hjemmekontor og digitale møter.

I *UF-banen* forutsettes det økning i billettpris på 12 % for regionale flyruter og 14 % for nasjonale flyruter grunnet skjerpede krav til SAF-innblanding. Billettprisen for FOT-rutene antas uendret. Det forutsettes også at billettprisen på lange buss- og togreiser reduseres med 20 %.

Det innføres veipricing med sats på 3.50 kroner pr kilometer i storbyområder med mer enn 100 000 innbyggere, 0.90 kroner for tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere og 0.25 kroner for tettsteder med mindre enn 15 000 innbyggere. Tallene er oppgitt i 2022-kroner, og modelleres som direkte-kostnader i transportmodellene.

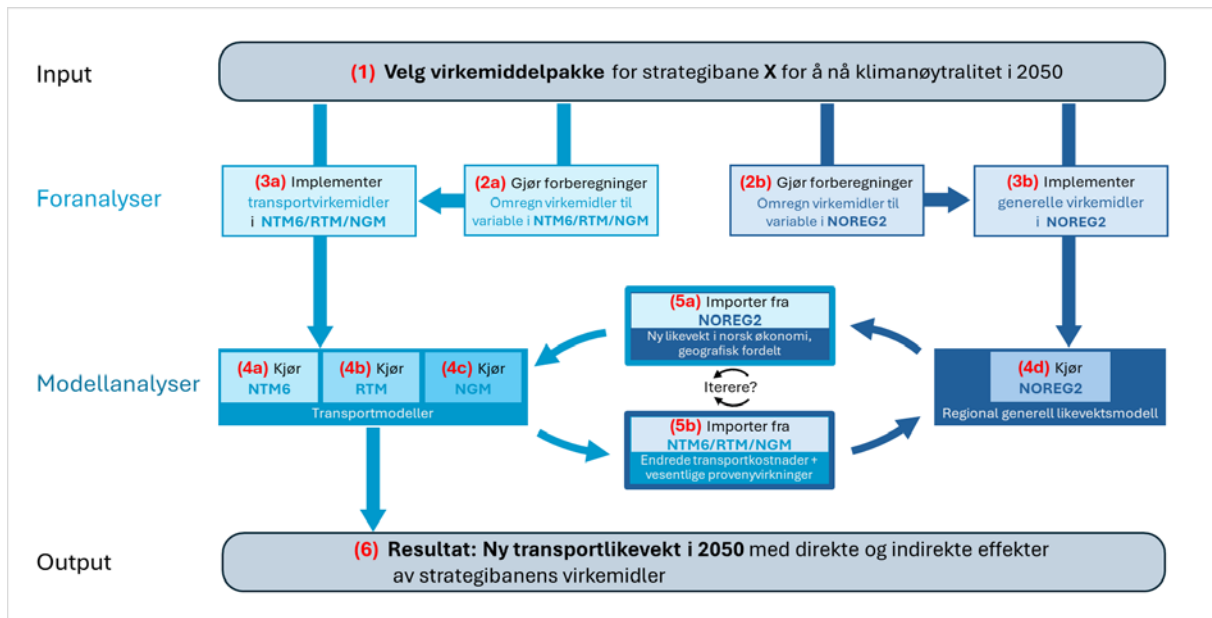
Det forutsettes videre en kraftig nedgang i antall arbeids- og tjenestereiser grunnet økt bruk av hjemmekontor og digitale møter. Det antas at 80 % av arbeidstakere med mulighet for hjemmekontor vil jobbe hjemmefra 2 dager i uken, og at 60 % av alle lange arbeids- og tjenestereiser vil erstattes av digitale møter.

I UF-banen legges det til grunn knutepunktfortetting på tilsvarende måte som i UFF-banen.

I *Kostnadseffektivitetsbanen* implementeres det for persontransportmodellene en virkemiddelpakke som er helt lik UFF-banen, fratrasket implementeringen av økt grad av hjemmekontor og digitale møter, samt prisreduksjonene på lange reiser med tog og buss. Virkemiddelpakken er dermed relativt rendyrket i sitt fokus på samfunnsøkonomisk effektivitet, med veipricing og fortetting (samme styrke som i UFF-banen) som sine sentrale virkemidler utover nullutslippskravene.

5.4 Hvordan itereringen mellom modeller gir utslag

Samkjøringen av persontransportmodellene, godsmodellen og NOREG 2 gir et mye rikere bilde av hva som skjer med transportsektoren og norsk økonomi enn om man hadde kjørt modellene hver for seg. Samspillet mellom modellene er illustrert i figuren under.



Figur 5.2: Analyseprosess for modellering av strategier.

Et startpunkt i modellprosessen er at NOREG 2 lager en referansebane til 2050 som er konsistent med Perspektivmeldingen 2024 (PM24). Dette gir nærings- og geografispesifikke vekstrater som tas med inn i NGM, slik at NGM kan lage en referansebane som også er konsistent med NOREG 2 og Perspektivmeldingen. Dersom NOREG 2-referansebanen innebærer en vesentlig forskjellig fordeling av befolkningen geografisk, så vil det også være behov for å justere befolkningsframskrivingen som ligger i persontransportmodellene (SSBs MMM-alternativ).

Med referansebaner på plass for alle transportmodeller, dvs. Steg 0, kan nye baner i både Steg 1 (EU-banen) og 2 (strategibanene) kjøres, med iterasjoner med NOREG, i følgende prosess (denne er mer omstendelig beskrevet i Hansen et al., 2025):

1. Beregne transportkostnader per vare og sonepar i NGM, med forutsetninger som gjelder mht nullutslippsandeler og finansiering av merkostnader, samt evt. andre virkemidler.
2. NOREG 2 kjøres med det settet av virkemidler som er definert til å være en del av referansebanen og med transportkostnader fra NGM beregnet i punktet over.
3. NGM kjøres med utviklingsbaner for varestrømmer fra NOREG 2 beregnet i forrige punkt.

Både regioninndeling og næring er mer aggregert i NOREG 2 enn det som er soneinndeling og varegruppering i NGM. Ved interaksjoner mellom modellene brukes koblingsnøkler basert på aggregerte soner og varer i NGM, der sonene er aggregert fra kommuner til økonomiske regioner. Vedlegg G gir en oversikt over hvilke næringer fra NOREG 2 som er koblet til de ulike varegruppene i NGM.

Nedenfor forklarer vi hvordan vi har gått fram for å modellere de ulike strategibanene.

5.4.1 EU-banen

EU-banen - Kvalitativ beskrivelse av skritt

Utgangspunktet for transportetterspørselen er Steg 0-referansebanen fra NOREG, implementert i varestrømsmatrisene i NGM.

1. Andelen nullutslippsløsning per skipstype økes i kostnadsmodellene i NGM, i tråd med DNV-prognoser i et scenario med FuelEU Maritime. Dette øker kostnadene for skipsfart i EU-banen.
2. Bruk PACER-modellen til å anslå billettprisøkningen i 2050 for å imøtekomme kravet på 70 % SAF i flytrafikken i henhold til ReFuel EU Aviation. Implementer billettprisøkningen i NTM6.
3. Kjør NTM6 med høyere flybillettpriser og beregn ny etterspørsel etter lange reiser
4. Kjør NGM med referansematriser for 2050 og økte driftskostnader for skipsfarten (revidert kostnadsmodell, jfr. pkt. 1)
5. Implementer NGM-resultatene og NTM6-resultatene i NOREG 2. Kjør NOREG 2 med de økte transportkostnadene, og beregn endringen i etterspørsel etter varer og tjenester. Ved det får en nye utviklingsrater til 2050 for bruk ved generering av nye varestrømsmatriser til NGM.
6. Implementer de resulterende utviklingsbanene for 2050 fra NOREG 2 i varestrømsmatrisene i NGM.
7. Kjør transportmodellen NGM med reviderte matriser for 2050, og få fram etterspørselsendringene på grunn av endrede transportkostnader.

Gjennomgå resultatene

Resultatene av denne banen gjennomgås i et annet kapittel, men vi kan nevne her at økningen i transportkostnader ikke ga store utslag i NOREG 2 når det gjelder vekst i BNP per capita. Derimot medførte effekten av å kjøre NOREG 2 til at det ble noe lavere transportarbeid i NGM, som indikerer noe lavere transportvolumer og/eller at leveransestrukturen endres i retning av at en redusert andel av handelen skjer mellom fjerntliggende regioner.

5.4.2 Teknologibanen

Teknologibanen - Kvalitativ beskrivelse av skritt

1. Utgangspunktet er andel nullutslippsløsninger som i EU-banen. I Teknologibanen erstattes gjenværende fossile løsninger med de best egnede nullutslippsløsninger i kostnadsmodellene i NGM (dvs. 100 % nullutslipp for alle transportformer).
Kostnadsøkninger knyttet til dette skal dekkes av subsidier, se pkt. 2 og pkt. 4. Godstransport på vei får en netto besparelse av å gå over til elektrisk fremdrift (selv med noe dyrere varianter siden utskiftningen må fremskyndes), og dette legges inn i NGMs kostnadsmodell.
2. Kostnadsforskjellen per transportmiddel (per år) representerer den nødvendige statlige subsidien for å opprettholde samme kostnader for nullutslippsløsninger i Teknologibanen som det fossile løsninger har i EU-banen (dvs. det skal ikke være noen direkte kostnadsøkninger for transportbrukerne). Dette subsidiebehovet beregnes, under en forutsetning om samme transportmiddelfordeling som i EU-banen. I tillegg må man anslå annuitetskostnaden av de investeringene som trengs for å imøtekomme avkarboniseringen av den siste delen av transportsektoren (elektrifisering av dieseltogstrekninger, fylleinfrastruktur for ammoniakk i norske havner og lynladeinfrastruktur for lastebiler).
3. Anslå det årlige statlige subsidieringsbehovet i 2050 for å gå fra 70 % til 100 % SAF i flytrafikken uten at det bidrar til en direkte økning i billettpriser sammenlignet med EU-banen
4. Subsidiebehovet skal implementeres som en skatteøkning i NOREG 2-modellen, basert på anslag over hvor stor skatteøkning på arbeidsinntekt som er nødvendig for å finansiere subsidiebehovet.
5. Kjør NGM med referansematriser for 2050 og endrede (lavere) tids- og distanseavhengige kostnader for lastebiler og elektrifiserte dieseltogstrekninger (revidert kostnadsmodell, jfr. Pkt. 1). Transportmidler/kjøretøytyper med økte transportkostnader får dekket merkostnader gjennom subsidier.
6. Implementer effekten av endrede transportkostnader fra NGM-kjøringen i NOREG 2. Kjør NOREG 2 med et høyere skattetrykk og høye CO₂-priser, og lag nye utviklingsrater til 2050 for bruk ved generering av nye varestrømsmatriser til NGM.
7. Implementer de resulterende etterspørselsendringene fra NOREG 2 i varestrømsmatrisene i NGM for 2050.
8. Kjør NGM med reviderte matriser for 2050, og få fram etterspørselsendringene på grunn av endrede transportkostnader, skatteøkning og økt CO₂-pris i NOREG 2

Gjennomgå resultater

Resultatene av denne banen gjennomgås i et annet kapittel, men vi kan legge fram to viktige observasjoner fra denne samkjøringen av modeller:

- Den betydelig økte CO₂-prisingen har en sterk påvirkning på utslippene beregnet i NOREG 2, og næringssammensetningen. Den er også med på å svekke den økonomiske veksten noe, sammenlignet med Steg 0-referansebanen og EU-banen. Denne endringen i vekst og næringssammensetning har en merkbar påvirkning på godsvolumer, godssammensetning og hvilke transportmidler som brukes.
- Økningen i transportkostnader (sammenlignet med Steg 0-referansebanen) ser ut til å ha hatt en relativt liten effekt på BNP-veksten, men ser ut til å ha påvirket noen næringer ulikt. Skatteøkningen ser ut til å ha gitt en (svært) liten demping på BNP-veksten.

Vi utdyper disse innsiktene i slutten av kapittelet.

5.4.3 UFF-banen

UFF-banen - Kvalitativ beskrivelse av skritt

1. Det forutsettes 100 % nullutslippsløsninger for alle transportmåter. I denne banen skal kostnadene dekkes av transportkjøper (ingen subsidiering fra Staten), og de resulterende tids- og distansekostnadene implementeres i NGMs kostnadsmodell.
 2. Legg inn distansebasert veipricing for lastebiler i NGM
 3. Kjør NGM med referansematriser for 2050, beregn tilpasninger (U og F) i basert på endringene i transportkostnader
 4. Beregn merkostnadene av å gå fra 70 % SAF til 100 % SAF, finansiert av passasjeravgifter i PACER, med estimert økning i billettpris
 5. Legg inn økningen i billettpriser i NTM6
 6. Legg inn distansebasert veipricing for personbiler i NTM6, samt legg inn en redusert etterspørsel fra arbeids- og tjenestereiser ettersom flere møter skal tilrettelegges for å bli tatt digitalt, samt noe reduserte billettpriser for tog og langdistansebusser.
 7. Kjør NTM6 med økningen i billettpriser, veipricingen og de andre tiltakene i pkt. 6, og beregn tilpasninger (U og F) og kostnader
 8. Legg inn distansebasert veipricing for personbiler i RTM, samt fordel befolkningsveksten etter fortningsprinsipper og implementer høyere bruk av hjemmekontor.
 9. Kjør RTM med veipricing og de andre tiltakene i pkt. 8, og beregn tilpasninger (U og F) og kostnader
 10. Implementer de resulterende transportkostnadene fra NGM-kjøringen i NOREG 2.
 11. Eksporter resultatfiler fra NTM6 og RTM med endret transportetterspørsel og økte kostnader til NOREG 2
 12. Kjør NOREG 2 med oppdaterte resultater fra transportmodellene. CO₂-prisen er den samme som i Teknologibanen, men skattetrykket vil være lavere (i denne banen kun for å støtte økte infrastruktur-kostnader).
 13. Resultatene beregnet i NOREG 2 benyttes til å etablere nye utviklingsbaner til NGMs varestrømsmatriser for 2050
 14. Kjør NGM med de oppdaterte varestrømsmatrisene for en ny transportmiddelfordeling i 2050
- Gjennomgå resultater

Resultatene av denne banen gjennomgås i et annet kapittel, men vi understreker de samme to viktige observasjoner fra denne samkjøringen av modeller som under Teknologibanen:

- Den betydelig økte CO₂-prisingen har en sterk påvirkning på utslippene beregnet i NOREG 2, og næringssammensetningen og BNP-vekst.
- Økningen i transportkostnader (sammenlignet med Steg 0-referansebanen) ser ut til å ha hatt en relativt liten effekt på BNP-vekst, men ser ut til å ha påvirket noen næringer ulikt.

Det kan bemerkes at ikke er store forskjeller i BNP-vekst mellom Teknologibanen og UFF-banen, men noe av den mer fordelaktige veksten i UFF-banen kan tilskrives skatteøkningene i Teknologibanen.

Vi utdyper disse innsiktene i slutten av kapittelet.

5.4.4 UF-banen

UF-banen - Kvalitativ beskrivelse av skritt

1. De samme virkemidlene som i UFF-banen, gjelder også i UF-banen, dvs. 100 % nullutslippsandel for alle transportformer uten subsidieordninger, samt passasjeravgift på innenriks luftfart for å finansiere full innblanding av SAF og distansebasert veipricing. I tillegg legges det til grunn marginalkostnadsbasert pricing av godstransport på sjø og bane, kombinert med noe høyere veipris i spredtbygd område.
 2. Kjør NGM med referansematriser for 2050 og kostnadsmodell basert på kostnadene beskrevet i pkt. 1, og beregn tilpasninger i transportmiddelfordeling og transportkostnader mellom regioner til NOREG 2
 3. Implementer arealrestriksjoner i RTM ved at befolkningsveksten (internt i kommuner) fordeles på grunnkretser som ligger nært kollektivknutepunkt eller med mest aktivitet. I tillegg legges det inn enda sterkere veipricing i byer og enda sterkere tilrettelegging for hjemmekontor
 4. Kjør RTM, beregn tilpasninger (U og F, dvs. endret reiseomfang og transportmiddelfordeling) og kostnader
 5. Implementer redusert behov for flyreiser i reisefrekvensmodulen i NTM6 for å fange opp økt bruk av digitale møter
 6. Implementer billigere togbilletter på lange distanser i NTM6 for å stimulere til mindre bruk av fly
 7. Kjør NTM6 med økte flybillettpriser, krav om færre flyreiser, billigere langdistansetog og -buss, veipricing og tettere arealbruk, og beregn tilpasninger (U og F, dvs. endret transportomfang og transportmiddelfordeling) og kostnader
 8. Eksporter resultatfiler fra NGM med oppdaterte kostnader fra modellberegningene til NOREG 2
 9. Eksporter resultatfiler fra NTM6 med endret transportteterspørsel og økte kostnader til NOREG 2
 10. Eksporter resultatfiler fra RTM med endret transportteterspørsel og økte kostnader til NOREG 2
 11. Kjør NOREG 2 med oppdaterte resultater fra transportmodellene. CO₂-pricing er som i de andre strategibanene og skattetrykket er som i UFF-banen. I denne banen legges det i tillegg inn restriksjoner på byggematerialer for å fange opp de effektene som strengere arealregulering, redusert veibygging, redusert hyttebygging og fortettet boligbygging har på omsetningen av byggevarer (trelast, betong, pukk mm).
 12. Resultatet av modellberegningen fra NOREG 2 benyttes til å etablere nye endringsrater til varestrømsmatrisene i NGM for 2050
 14. Kjør NGM med de oppdaterte varestrømsmatrisene for en ny transportmiddelfordeling i 2050
- Gjennomgå resultater

Resultatene av denne banen gjennomgås i et annet kapittel, men vi understreker de samme to viktige observasjoner fra denne samkjøringen av modeller som under Teknologibanen og UFF:

- Den betydelig økte CO₂-prisingen har en sterk påvirkning på utslippene beregnet i NOREG 2, og næringssammensetningen og BNP-vekst.
- Økningen i transportkostnader (sammenlignet med Steg 0-referansebanen) ser ut til å ha hatt en relativt liten effekt på BNP-vekst, men ser ut til å ha påvirket noen næringer ulikt.

UF-banen har noe lavere BNP-vekst enn Teknologibanen og UFF-banen. Dette drives i stor grad av den eksogene reduksjonen i bygg- og anleggsnæringen i NOREG 2, som gir et større negativt utslag på både BNP-vekstrater i NOREG 2 og på transportarbeid i NGM.

5.4.5 Kostnadseffektivitetsbanen

Kostnadseffektivitetsbanen - Kvalitativ beskrivelse av skritt

1. Først må det etableres om den modellerte transportsektoren har høyere break-even tiltakskostnader per tonn CO₂ enn CO₂-prisen modellert i resten av økonomien, dvs. 9089 kr₂₀₂₅ per tonn i 2050. Ettersom høyeste identifisert break-even tiltakskostnad i transportsektoren var på ca. 7000 kr i 2050, kan Kostnadseffektivitetsbanen på lik linje som de andre eksempelstrategiene sikte seg inn på en 100 % karbonnøytral transportsektor, men med vekt på samfunnsøkonomisk effektive virkemidler. Her benytter vi oss av de samfunnsøkonomisk effektive virkemidlene (og effektive nivåer) fra både UFF- og UF-banen. Dette innebærer. 100 % nullutslippsandel for alle transportformer uten subsidieordninger, samt passasjeravgift på innenriks luftfart for å finansiere full innblanding av SAF og distansebasert veipricing (nivåer fra UFF-banen) og marginalkostnadsbasert prising av godstransport på sjø og bane (nivåer fra UF-banen). Merkostnadene for nullutslippsinfrastruktur som i de andre eksempelstrategiene er dekket av skattebetalere legges her som et påslag på distansekostnadene.
 2. Kjør NGM med referansematriser for 2050 og kostnadsmodell basert på kostnadene beskrevet i pkt. 1, og beregn tilpasninger i transportmiddelfordeling og transportkostnader mellom regioner til NOREG 2
 3. Implementer arealrestriksjoner i RTM ved at befolkningsveksten (internt i kommuner) fordeles på grunnkretser som ligger nært kollektivknutepunkt eller med mest aktivitet. I tillegg legges det inn enda sterkere veipricing i byer og enda sterkere tilrettelegging for hjemmekontor
 4. Kjør RTM, beregn tilpasninger (dvs. endret reiseomfang og transportmiddelfordeling) og kostnader
 5. Kjør NTM6 med økte flybillettpriser, veipricing og tettere arealbruk, og beregn tilpasninger (dvs. endret transportomfang og transportmiddelfordeling) og kostnader
 6. Eksporter resultatfiler fra NGM med oppdaterte kostnader fra modellberegningene til NOREG 2
 7. Eksporter resultatfiler fra NTM6 med endret transporttettersspørsmål og økte kostnader til NOREG 2
 8. Eksporter resultatfiler fra RTM med endret transporttettersspørsmål og økte kostnader til NOREG 2
 9. Kjør NOREG 2 med oppdaterte resultater fra transportmodellene. CO₂-prising er som i de andre eksempelstrategiene. men det er ingen økning i skattetrykk ift. Referansebanen.
 10. Resultatet av modellberegningen fra NOREG 2 benyttes til å etablere nye endringsrater til varestrømsmatrisene i NGM for 2050
 11. Kjør NGM med de oppdaterte varestrømsmatrisene for en ny transportmiddelfordeling i 2050
- Gjennomgå resultater

Resultatene av denne banen gjennomgås i et annet kapittel, men vi understreker de samme to viktige observasjoner fra denne samkjøringen av modeller som under Teknologibanen, UFF-banen og UF-banen:

- Den betydelig økte CO₂-prisingen har en sterk påvirkning på utslippene beregnet i NOREG 2, og næringssammensetningen og BNP-vekst.
- Økningen i transportkostnader (sammenlignet med Steg 0-referansebanen) ser ut til å ha hatt en relativt liten effekt på BNP-vekst, men ser ut til å ha påvirket noen næringer ulikt.

Det er ikke store forskjeller i BNP-vekst mellom Teknologibanen, UFF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen. Selv om transportkostnadene er høyere i Kostnadseffektivitetsbanen, er også skattetrykket lavere, som igjen peker på at de kan være omtrent like veksthemmende

5.5 Sentrale lærdommer fra metodeutviklingen

Erfaringene fra arbeidet viser at de enkelte modellene i stor grad leverer gode resultater hver for seg. Samkjøringen av modellene har imidlertid hatt enkelte oppstartsvansker, og prosessen har vist seg å være tidkrevende. Etter hvert er det likevel oppnådd en god arbeidsflyt, og samspillet mellom NGM og NOREG fungerer nå tilfredsstillende med rimelige og konsistente resultater. Erfaringene tilsier at det vil være ønskelig med mer tid til kalibrering og kvalitetssikring av NOREG, samt til grundigere analyser av de samlede resultatene fra modellkjøringene.

For analyser med **NOREG 2** innser vi at det hadde vært hensiktsmessig med en finere oppsplitting av enkelte økonomiske sektorer. Dette gjelder særlig når noen sektorer med høy karbonintensitet sammenblandes med sektorer med lav karbonintensitet, utfra grupperinger i Nasjonalregnskapet. Det hadde også vært nyttig med en vurdering av omstillingskostnadene for innsatsfaktorer mellom sektorer i NOREG. Per nå modelleres denne omstillingen friksjonsløst, som indikerer en underestimert omstillingskostnadene.

Analysene av **NGM**-resultatene har vært nyttige, men tiden har ikke strukket til for å gjennomføre grundige vurderinger som tydelig isolerer transporteffekter fra næringseffekter. Videre arbeid vil kunne inkludere analyse av hvordan virkemidlene implementert i transportmarkedet isolert sett slår ut på endrede fordelinger mellom transportmidler og godstyper, og hvordan de samlede kostnadene av virkemiddelbruken i både transportsektoren og ellers i økonomien slår ut på etterspørselen etter godstransport, fordelt på både transportmidler og godstyper. I Vedlegg A viser vi en følsomhetsanalyse der vi kun beregner effekten av endrede transportkostnader i NGM, under en forutsetning om faste varestrømmer (dvs. helt uten looping med NOREG 2).

Det gjenstår også arbeid med å bedre fange opp sammenhengen mellom eventuell importvekst og hvordan dette påvirker den regionale fordelingen av veksten i innenriks distribusjon.

På kort tid er det utviklet et nytt verktøy for beregning av energiforbruk i godsmodellen. Dette verktøyet er konsistent med drivstofforbruket i kostnadsmodellen og koblet til endringer i beregnet transportarbeid på norsk område pr vare, transportmiddel, kjøretøy-/fartøyskategori og forutsetninger om ulike drivlinjer. Det har imidlertid ikke vært tid til å etablere tilsvarende beregninger for jernbane, ferge og fly, og det gjenstår et behov for kvalitetssikring og avstemming mot blant annet Miljødirektoratets anslag.

Med tanke på analyser med **persontransportmodellene** har prosjektet hatt noen utfordringer med de forenklede modellene med tanke på turproduksjon i rushtid, som det hadde vært ønskelig å grave dypere i. Det hadde også vært ønskelig å undersøke nærmere eventuelle kapasitetsutfordringer på tog og kollektivtransport i de banene der disse transportmidlene får økt etterspørsel. Utvikling av en trafikanntyttemodul for de forenklede modellene er blitt gjort relativt ad hoc og det er ønskelig å utvikle denne til mer ordinær bruk.

Det kan også nevnes at det hadde vært ønskelig å etablere bottom-up estimer for kostnadene for elfly for å kunne vurdere om de kan være med på å redusere kostnadene for utslippskutt i luftfartssektoren sammenlignet med SAF. Dette ville vært en nyttig videreutvikling av PACER-modellen.

Videre vil vi understreke at transportmodellene har modellert en transportsektor med null utslipp i 2050, med de assosierte kostnadene og dermed folks tilpasninger. Det sentrale virkemidlet er absolutte krav til nullutslippsløsninger i 2050. Det er imidlertid ønskelig å modellere *veien til 2050*, før man implementerer absolutte krav til nullutslippsløsninger, og konvensjonelle og nullutslippsløsninger vil brukes side om side over en lengre periode. Det hadde vært ønskelig å modellere 2040 og 2030 etter samme modellapparat, men med flere virkemidler, som stigende drivstoffavgifter og engangsavgifter.

6 Resultater fra uttesting av eksempelstrategier i modellapparatet

Resultatene vi gjennomgår i dette kapittelet må som nevnt oppfattes som eksempelberegninger. Eksempelstrategiene er blitt laget gjennom en prosess med NTPs metodegruppe og TØI-teamet med kontinuerlige vurderinger om hva som er hensiktsmessig fra strategisk transportpolitisk perspektiv og hva som er hensiktsmessig å modellere. De har ikke blitt til gjennom fastsatte, målbare kriterier. Videre er det første gang hele dette modellapparatet (NOREG 2, RTM, NTM6 og NGM) skal samordnes og samkjøres i praksis, attpåtil med bruk av nyutviklede forenklete/nedskalerte versjoner av RTM. Dette gir svært viktig lærdom for utvikling og anvendelse av metodikken, men selve beregningene bør tolkes med stor forsiktighet. Det er ønskelig med mer modelljustering og kvalitetssikring før resultatene kan anvendes til beslutningstaking.

Kapittelet gjennomgår beregningene for likevekten i 2050 fra alle modellene i

- Referansebanen - «Frozen Policy» (Steg 0)
- EU-banen - Implementering av ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime (Steg 1)
- De fire strategiebanene (Steg 2)
 - Teknologibanen (F)
 - Den balanserte banen (UFF)
 - Redusere-banen (UF)
 - Kostnadseffektivitetsbanen (KE)

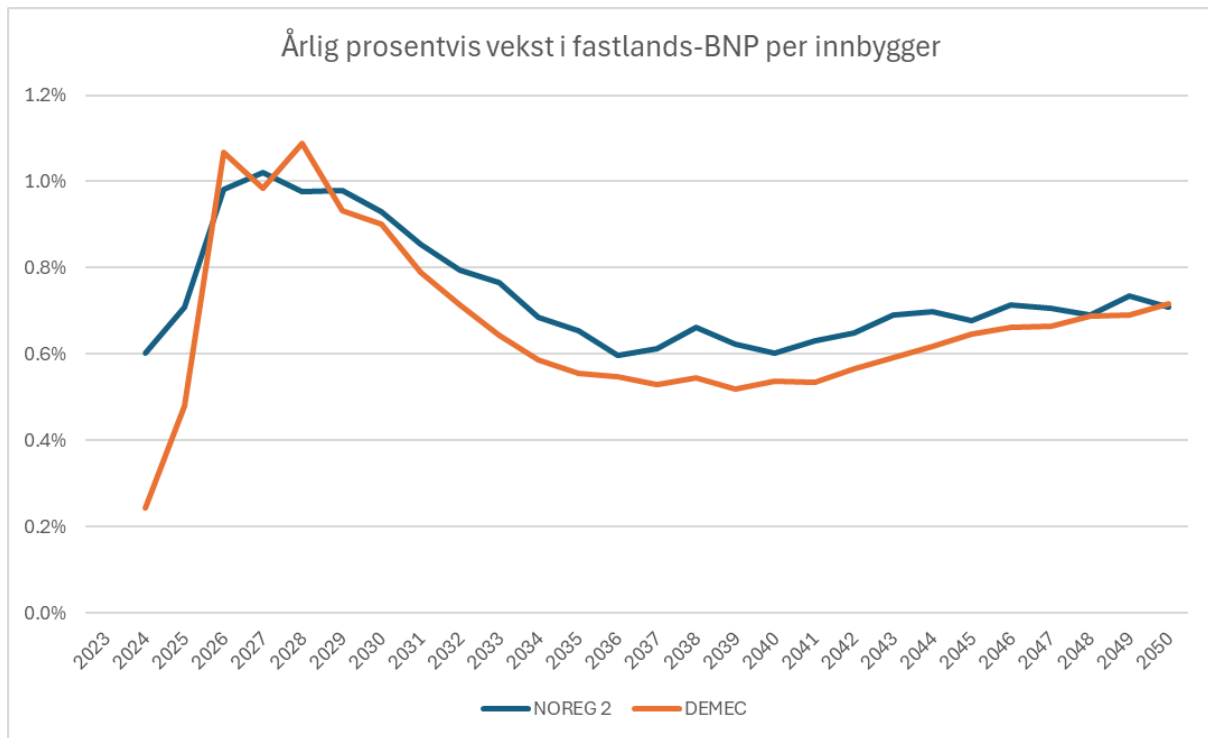
I tillegg er det gjort en rekke følsomhetsanalyser for å undersøke hvordan modellene responderer på en rekke ulike antagelser.

De neste delkapitlene representerer ulike kjøringar av de ulike modellene for ulike forutsetninger om 2050. Sammenlagt kan modellene gi et temmelig rikt bilde av hva slags 2050 som kan inntreffe utfra hvilken bane man trenger, både på persontransport, godstransport og økonomien som helhet. De sentrale indikatorene vi ser på er på endringer i antall personturer (korte og lange) per år, endring i godstransportarbeid (tonnkilometer) per år og endring i vekst i fastlands-BNP²⁰ per innbygger.

6.1 Referansebanen 2050 - steg 0

Utvikling i økonomien som helhet: Det legges til grunn at Norge som helhet utvikler seg i tråd med framskrivningene i Perspektivmeldingen 2024 (Finansdepartementet, 2024). Dette innebærer en langsiktig vekstrate fram mot 2060 på 0,7 % per år. Den nasjonale likevektsmodellen DEMEC benyttes av Finansdepartementet til å beregne de makroøkonomiske utviklingstrekkene som ligger til grunn for Perspektivmeldingen. I etableringen av referansebanen, kalibrerer vi NOREG 2 til å følge samme nasjonale årlige prosentvise vekst i fastlands-BNP som DEMEC. Dette gjøres ved å legge de samme underliggende forutsetningene til grunn for begge modellene og kalibrere parameterverdier slik at den aggregerte nasjonale framskrivingen i NOREG 2 repliserer den nasjonale framskrivingen fra DEMEC (se figur 6.1).

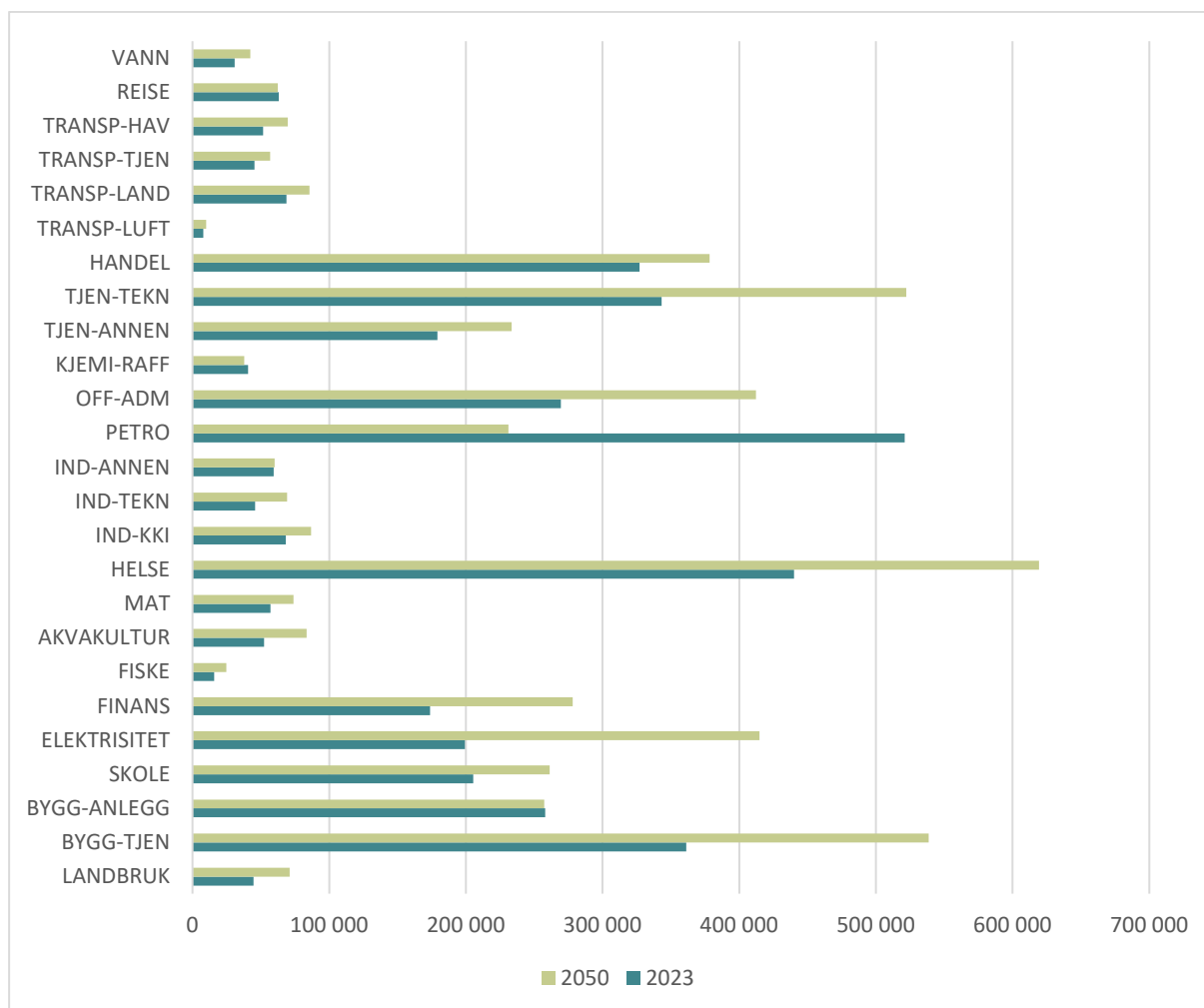
²⁰ Her vil vi påpeke at BNP ikke er et fullgodt mål på økonomisk velferd (det inneholder bl.a. ikke konsumentoverskudd eller verdi av ikke-markedsgoder som ikke-kommersielle naturopplevelser). Det er fullt mulig å ha en nedgang i BNP over en periode som følge av klimatiltak som bidrar til oppnåelse av klimamål, og samtidig ha en økning i økonomisk velferd som følge av de samme tiltakene.



Figur 6.1: Årlig prosentvis vekst i fastlands-BNP per innbygger iht. Perspektivmeldingen 2024, både utfra Finansdepartementets DEMEC-modell og NOREG 2

NOREG 2 er en regional likevektsmodell med en finere sektorinndeling enn DEMEC (sektorinndelingen i NOREG 2 framkommer av Figur 6.2) og i motsetning til DEMEC, beregner NOREG 2 regionale framskrivninger. I dette prosjektet er SSB sin geografiske inndeling i økonomiske regioner benyttet som regioninndeling i NOREG 2, og modellen beregner regionale perspektivmeldinger på dette nivået. Prosessen er dokumentert i Johansen et al. (2025). Dette har implikasjoner for regionale geografisk utvikling og for framskrivingen av godsstrømmer. For å gi leseren et holdepunkt for hvor mye dette har å si, kan dette forstås som at bruttoprodukt per nordmann i snitt i 2050 er ca. 20% høyere enn den var i 2023, målt i faste priser.

NOREG 2 beregner videre at denne veksten i bruttoprodukt skjer i de fleste næringer, med unntak av petroleum og kjemi/raffineri. De er særlig høy vekst i helse, tekniske tjenester og byggetjenester. Dette vises i figur 6.2. Det legges til grunn samme klimapolitikk, skatter og avgifter som i 2023, men med forespeilet vekst i kvoteprisene i EU-ETS (se kapittel 2.3), som har en viss innvirkning på nærings sammensetningen.

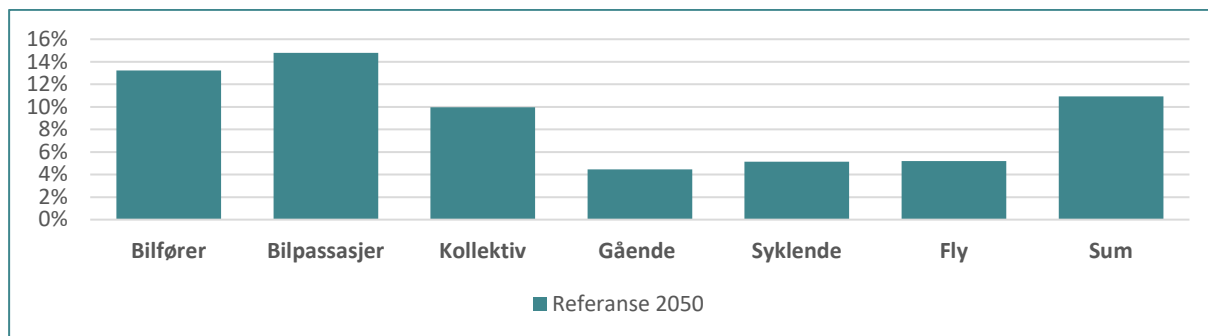


Figur 6.2: NREG-beregnet bruttoprodukt (målt i mill. NOK₂₀₂₂) per næring for 2023 og 2050 i referansebanen.

I NREG 2 bidrar disse endringene i aktivitet per næring til beregninger i endringer i utslipp fra norsk økonomi. I tillegg stimulerer den økte ETS-kvotepriisen til substitusjon mellom innsatsfaktorer innad i næringer for å bli mer klimaeffektive. Resultatet i NREG 2 er utslipp som er ca. 32 % lavere i referansebanen 2050 enn i 2023.

Utvikling i persontransportmarkedet: Samtidig som Perspektivmeldingen peker mot at gjennomsnittlig inntekt (bruttoprodukt) per nordmann vil være merkbart høyere i 2050, vil også befolkningens mengden ha økt, fra ca. 5,55 mill. innbyggere i 2024 til 6,15 mill. innbyggere i 2050²¹. Begge deler drar i retning av flere reiser innenfor Norges grenser, både kort og lange turer. Når man i tillegg legger til grunn «frozen policy», uten noen nye restriktive tiltak på transport, kan man forvente ytterligere vekst. Med standard antagelser om at nåværende bompenger er fjernet etter at prosjektene er nedbetalt (med unntak av bomringer i 8 byregioner) legges det særlig opp til ytterligere vekst i bilreiser. Denne veksten styrkes av at elbiler, som forventes å utgjøre hele personbilparken i 2050, har lavere distansebaserte kostnader enn biler med forbrenningsmotor. Den beregnede utviklingen for korte turer i alle de regionale transportmodellene (RTM) og for lange turer (over 70 km) i Nasjonal Transportmodell (NTM6) er samlet i figur 6.3.

²¹ MMM-alternativet i SSBs befolkningsframskrivninger: [14282: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn, alder, innvandringskategori og landbakgrunn, i 15 alternativer 2024 - 2100. Statistikkbanken](#)



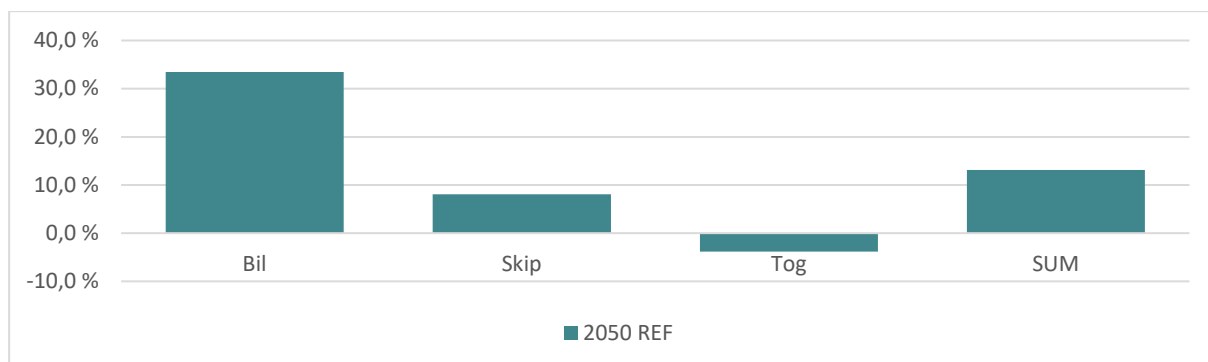
Figur 6.3: Endringer i turer for landet som helhet i Referansebane 2050 (Steg 0) målt opp mot referanse 2023.

Utviklingen i godstransportmarkedet: Den økte verdiskapingen og befolkningsveksten gjenspeiler seg i økt bruk av innsatsfaktorer i norske bedrifter og økt konsum i norske husholdninger. Basert på beregnede endringer i nærings sammensetning i NOREG 2, beregner Nasjonal Godsmodell (NGM) endringer i transportmiddelfordeling i tonn og transportarbeid. I Referansebanen 2050 beregnes vekst i transportarbeid for lastebil og skip, men noe reduksjon for tog. Dette vises i figur 6.3.

Årsaker til den svake utviklingen for tog i referansebanen er bl.a. at lastebilen får et konkurransefortrinn når vi i 2050 har lagt til grunn at elektriske lastebiler har lavere kostnader enn det dagens fossile løsninger har. I tillegg er det forutsatt betydelig lavere bompengebelastning enn i dag, ved at alt av bompenger i veinettet er nedbetalt, kun bomringene i de største byene er beholdt. Infrastrukturprosjekter som i dag er under bygging eller har fått bevilgning er forutsatt åpnet i 2050 (og er ferdig nedbetalt). Dette innebærer at både Rogfast og andre store veiprosjekter er tilgjengelig uten bompenger i 2050, og at det heller ikke er bompenger i en rekke mellomstore byer som i dag har bomfinansierte bypakker eller planer om dette. I forhold til for noen år tilbake så har også lastebil økt sin konkurransekraft mot tog gjennom en vesentlig utvidelse av hvilket veinett som er åpent for modulvogntog.

Det er gjort følsomhetsberegninger i NGM av effekten av at man i 2050 opererer med en stor andel elektriske lastebiler med lavere kostnader enn dagens lastebiler (dvs. en beregning med dagens kostnadsstruktur for lastebilene), og av en situasjon der all lastebiltransport er forutsatt elektrisk i 2050.

Det er verdt å minne om at figur 6.4 kun er et *eksempel* på framskriving av godstransportetterspørselen til 2050. En eventuell senere framskriving bør bygge på lærdom og forbedringspunkter fra foreliggende metodeprosjekt, samt nye basismatriser til NGM som ikke var klare til bruk da beregningene i dette arbeidet ble gjort. Hvor mye slike endrede forutsetninger vil bety for transportframskrivingen i figur 6.4 er vanskelig å si.



Figur 6.4: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i Referansebane 2050 (Steg 0) målt opp mot referanse 2023.

6.2 EU-banen - steg 1

Som beskrevet tidligere er EU-banen i stor grad en videreføring av Steg 0, men med innføring av følgende vedtatte EU-krav:

- FuelEU Maritime, som innebærer et krav om 80 % reduksjon i GHG-intensitet i energien brukt fra skip over 5000 BT i 2050.
- ReFuelEU Aviation, som innebærer et krav om 70 % innblanding av Sustainable Aviation Fuel (SAF) ved alle EU-flyplasser i 2050.

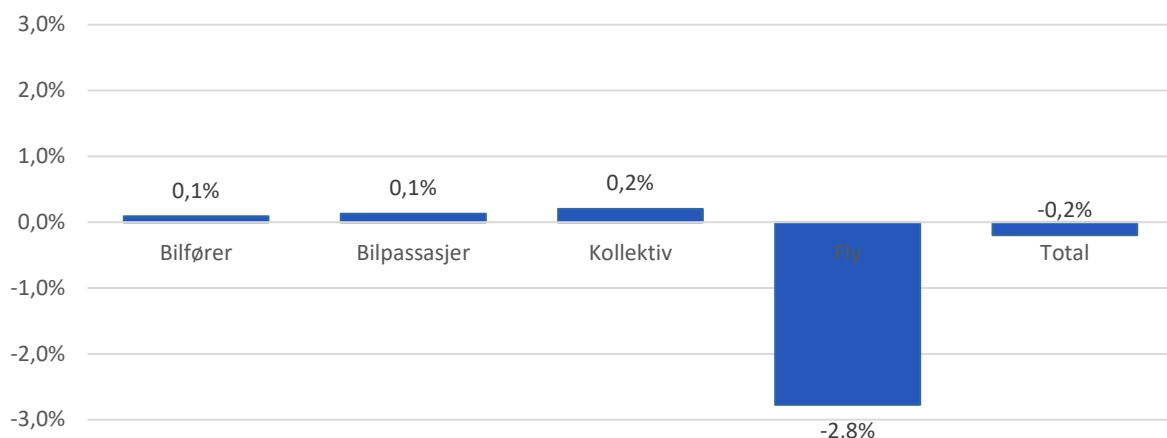
Disse EU-kravene vil bidra til at svært store andeler av klimagassutslippene i transportsektoren blir kuttet. Sammenlignet med 2023 kan man forvente ca. 80 % lavere utslipp, ettersom:

- Personbilene, varebilene og bussene er forventet å være tilnærmet 100 % nullutslipp
- 64 % av lastebilenes trafikkarbeid er nullutslipp
- Mer enn 65 % av utslippene fra innenriks luftfart kuttes, hovedsakelig med SAF
- Mer enn 70 % av utslippet fra norsk sjøfart kuttes

Utslippskuttene kommer imidlertid med en merkostnad til transportbrukere. De direkte kostnads-virkningene vil rette seg spesifikt mot sjøfarten og luftfarten, og transportmodellene vil beregne hvordan dette medfører endring i samlet etterspørsel og flytting til andre transportmidler i en endret likevekt i 2050.

Utviklingen i persontransportmarkedet: Vi bruker PACER-modellen til å beregne hvordan norsk innføring av kravene i ReFuelEU Aviation påvirker billettprisene til innenriks luftfart. Det antas at luftfartsselskapenes kostnadsøkning veltes over fullt ut i billettprisene, bortsett fra at FOT-rutene antas skjermet. Beregningene tilsier billettpriser som i snitt vil være 4 %-5 % høyere i 2050 sammenlignet med Referansebanen. Dette kan virke som en lav kostnadsøkning, men det er viktig å være klar over at det allerede er antatt kvotepriser på EU-ETS på 2200 kroner i 2050 i Referansebanen og at innblandingen bare skjer på ruter fra de ti største norske lufthavnene som faller inn under kategorien 'EU-lufthavner'. Det er fortsatt en vesentlig merkostnad for flyselskapene med dagens CO₂-avgift på innenriks luftfart og denne kvoteprisen, men det må også huskes at energikostnadene i utgangspunktet kun utgjør ca. 30 % av totalkostnadene.

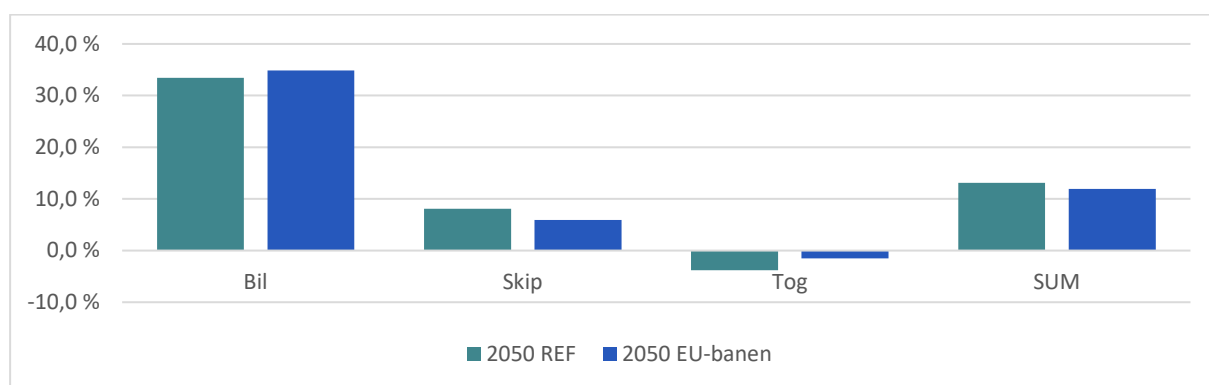
De økte billettprisene i 2050 legges inn i NTM6 og det beregnes en ny transportlikevekt for lange reiser. Økningen i flybillettpriser medfører noe nedgang i flyreiser (ca. 2,8 %), og det blir samtidig noe oppgang i reiser med bil, tog og langdistansebuss. I sum blir det en liten nedgang (-0,2 %) i totalt antall lange reiser. Resultatene vises i figur 6.5.



Figur 6.5: Prosentvis endring i antall lange reiser i EU-banen i 2050 sammenlignet med Referansebanen 2050.

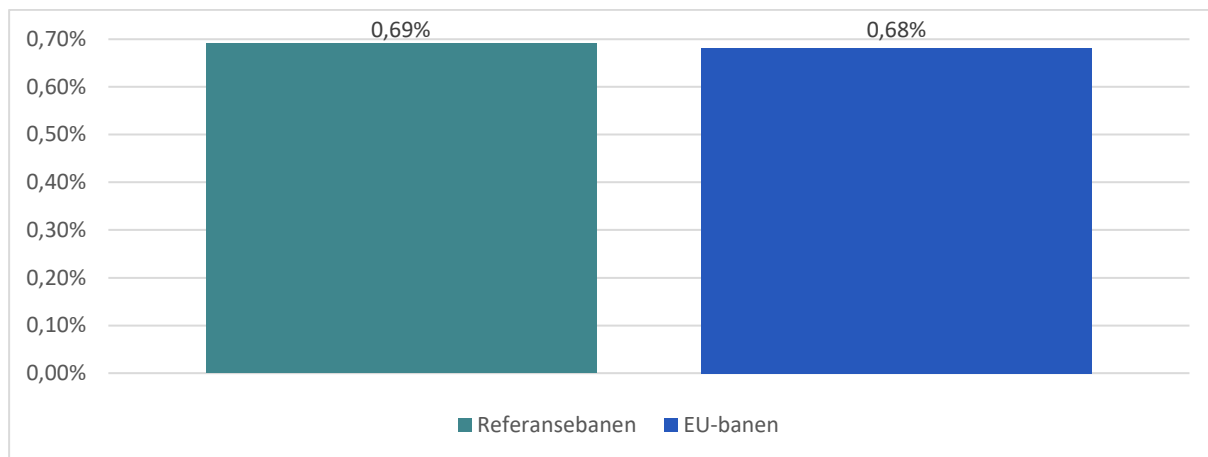
Utviklingen i godstransportmarkedet: Sammenlignet med Referansebanen er kostnadene for skips-transport blitt vesentlig dyrere. For mindre skip som faller utenfor reguleringen regnes det ikke med noen kostnadsøkninger, men for noen skipstyper tilsier implementeringen i NGMs kostnadsmodell at de distanseavhengige kostnadene kan øke opptil 113 %.

Den direkte effekten av dyrere skipsfart er at NGM beregner at godstransport flyttes vekk fra sjøtransport og over til tog- og veitransport. De økte kostnader blir videre input til NOREG 2, som beregner hvordan dette slår ut på ulike næringer. Økte kostnader i ulike næringer fører til at Norge over tid fram mot 2050 omstiller seg vekk fra de næringene som opplever høyest kostnadsvekst. Resultatene fra disse beregningene implementeres i NGM, og vi får beregninger av både endringer i transportarbeid mellom transportformer og totalt transportvolum. Resultatene fra beregningene vises i figur 6.6. Her ser vi at skipstransport taper andeler til tog- og veitransport, samt at nærings-effektene tilsier moderat samlet nedgang i godstransport sammenlignet med referansebanen.



Figur 6.6: Endringer i transportarbeid (mill. tonnm) på norsk område i både Referansebane 2050 (Steg 0) og EU-banen (Steg 1) målt opp mot referanse 2023.

Figur 6.6 viser at NOREG 2 beregner en endring i veksten i vareproduserende næringer, men den modellberegnete veksten i BNP per innbygger er marginal lavere i EU-banen enn i Referansebanen. Dette synliggjør hvordan endringer som kan fremstå som svært kostnadsdrivende ikke nødvendigvis trenger å gi store utslag i makroøkonomien. Distanssekostnader er bare en del av transportkostnadene, og transportkostnadene er bare en del av bruttoproduksjonen. Videre er det mulig å substituere seg vekk fra transportformen som er blitt dyrere, og fra næringer som er blitt dyrere. Etter samlede tilpasninger vil mange av de direkte kostnadene bli vannet ut. Effektene vil imidlertid være større for noen enkeltnæringer.



Figur 6.7: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen og EU-banen

6.3 Strategibane F: Teknologibanen

Som beskrevet i kapittel 4.7.1 er Teknologibanen en strategibane hvor filosofien er å sørge for at transportsektoren oppnår 100 % utslippskutt, samtidig transportkostnadene holdes på samme nivå som i EU-banen eller lavere. Dette skal medføre at norske husholdninger og bedrifter skal kunne opprettholde eller øke sin mobilitet og godstransport sammenlignet med EU-banen. Imidlertid legger vi til grunn at alle eksempelstrategibaner for transportsektoren befinner seg i en situasjon hvor hele den norske økonomien er i en klimaomstilling. Dette skjer ved at det forutsettes at CO₂-avgiftene har økt drastisk over tid, slik at alle sektorer møter en karbonpris (sum av ETS-kvotepreis og CO₂-avgift hvor aktuelt) på 9089 NOK₂₀₂₅ i 2050. I NOREG 2 slår dette også ut i en reduksjon i nasjonale CO₂-utslipp på ca. 60 % sammenlignet med 2023. I tillegg forutsettes det at det blir en økning i skatt på arbeidsinntekt for å finansiere subsidieringen av transportsektoren. Dette betyr at selv om transportsektoren skjerms fra økte kostnader, kan omstillingen i resten av økonomien bety lavere, etterspørsel.

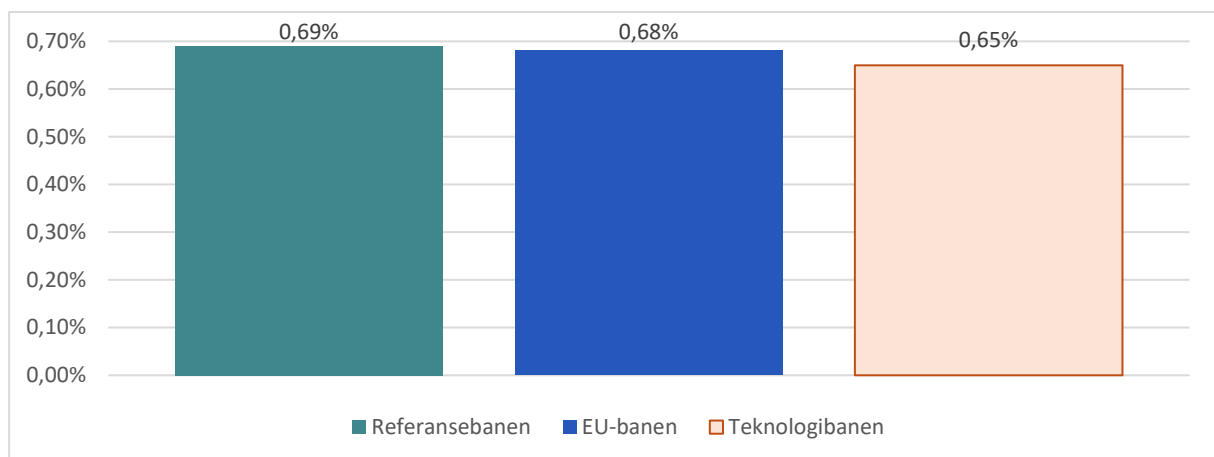
Ettersom hovedhensikten med prosjektet er å teste ut metodikken for modellering av strategier for å oppnå en karbonnøytral transportsektor i et Norge i omstilling er det kun gjort veldig grove beregninger av investeringskostnader til elektrifisering av dieseltogstrekninger, hurtigladeinfrastruktur til lastebiler og fylleinfrastruktur for ammoniakk i norske havner. Her blir investeringskostnadene regnet om til en annuitet over en 25-årsperiode, med en realrente på 4 % som i bruk i samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet, 2021). Her vil vi understreke at det bør jobbes videre med disse temaene i senere faser av NTP-arbeidet. Disse grovberegningene inkluderer bl.a. ikke eventuelle økte kostnader til drift og vedlikehold.

Basert på transportlikevekten i EU-banen får vi også beregnet subsidiebehovet for å finansiere økningen av karbonnøytralt drivstoff i skipsfarten i NGM og SAF i luftfarten i PACER-modellen for å komme helt til 100 % utslippsfritt drivstoff. Oppsummeringen av de grovberegnete subsidiebehovet i Teknologibanen gis i tabell 6.1.

Tabell 6.1: Grovberegninger av behov for årlig skatteinndekning (milliarder kr₂₀₂₅) mellom 2025 og 2050 i eksempelstrategien Teknologibanen, sammenlignet med Referansebanen.

Behov for <u>årlig</u> skatteinndekning mellom 2025 og 2050	Teknologibanen Milliarder NOK
Annuitet investeringskostnader for elektrifisering av dieseltogstrekninger	1,4
Annuitet investeringskostnader for hurtigladeinfrastruktur for lastebiler (fra EU-bane til 100% elektrifisert)	1,1
Annuitet investeringskostnader for hurtigladeinfrastruktur for ammoniakkfyllinfrastruktur (fra EU-bane til 100% karbonnøytralt)	0,2
Årlige subsidier til karbonnøytral skipsfart (fra EU-bane til 100% karbonnøytralt)	5,7
Årlige subsidier til SAF (fra EU-bane til 100% karbonnøytralt)	1,4
SUM	9,8

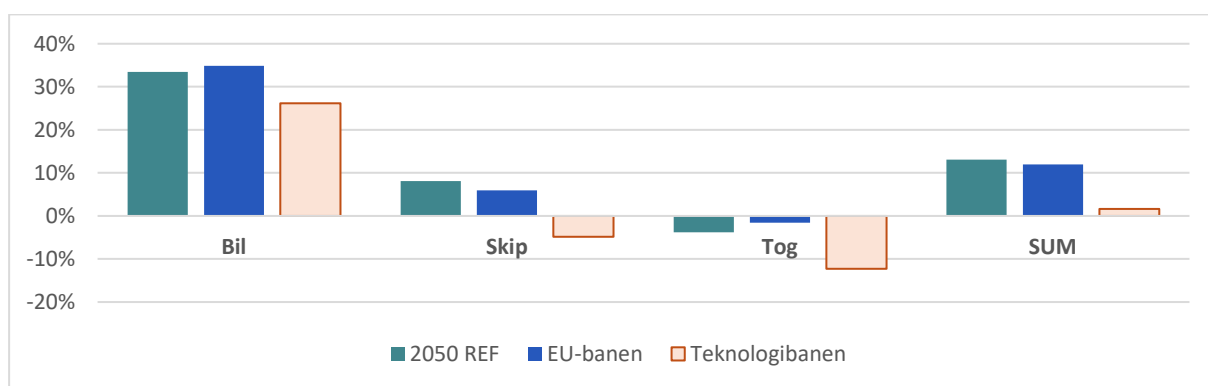
Utvikling i økonomien som helhet: NOREG 2 beregner store omstillinger i økonomien som følge av den høye CO₂-prisen. Næringer responderer med å endre på innsatsfaktorene sine, og innsatsfaktorer flytter til sektorer med lavere CO₂-intensitet (og lavere kostnader med å redusere CO₂-intensitet). Dette slår ut på flere enkelt næringer (bl.a. at flere vareproduserende næringer svekker seg mot tjenesteytende næringer), og på den samlede veksten i fastlands-BNP per innbygger i Norge, se figur 6.8. CO₂-prisingen er enkeltvirkemidlet som i NOREG 2 slår ut mest på samlet økonomisk vekst. Skatteøkningen for å finansiere subsidiene slår noe ut på samlet vekst, men svært lite i sammenligning med den drastiske CO₂-prisingen. Gjennom følsomhetsanalyser med både høyere og lavere skatteøkninger får vi etablert at det har en relativt liten effekt på samlet vekst i NOREG 2, ei heller på fordeling mellom enkelt næringer. Det er fordi skatteøkningen først og fremst påvirker økonomien i NOREG 2 gjennom redusert disponibel inntekt for husholdninger, og dette fordeles proporsjonalt rundt husholdningenes handlekurv.



Figur 6.8: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen og Teknologibanen

Utviklingen i persontransportmarkedet: For persontransport er Teknologibanen designet for å gi et identisk utfall som EU-banen (se Figur 6.5). Forbrukerprisene er identiske som i EU-banen siden staten dekker merkostnaden med subsidier. Den økte skattebyrden kunne slått inn med litt redusert etterspørsel etter flyreiser, men denne effekten forventes å være svært liten. Gitt tidsrammene for metodeprosjektet har vi ikke gjort ytterligere modellering på dette. Dette betyr at for de resterende figurene med resultater fra persontransportmodellene, vil det ikke rapporteres beregningsresultater fra verken EU-banen eller Teknologibanen.

Utviklingen i godstransportmarkedet: Verken skipsfarten eller elektrifiserte dieseltog får noen økninger i kostnader sammenlignet med EU-banen, pga. subsidier. Videre opplever lastebiltransporten en nedgang i distansekostnader ved at resten av lastebilparken elektrifiseres (med noe høyere kapitalkostnader enn i Referansebanen siden utskiftningen må skje tidligere). Kostnadene av å øke omfanget av hurtig- og lynladeinfrastruktur langs det norske veinettet for å imøtekomme denne økningen i elektrifisert lastebiltransport er forutsatt dekket av subsidier. Dermed preges Teknologibanen av uendrede transportkostnader for skipsfart og togtransport, men med kostnadsbesparelser for veitransport (og for noen typer elektrifisert togtransport). NGM beregner dermed at veitransporten øker sin markedsandel på bekostning av skipsfart og togtransport. Imidlertid slår de makroøkonomiske beregningene fra NOREG 2 inn som innebærer redusert etterspørsel og produksjon av varer. I disse eksempelberegningene slår dette ut ved at det samlede transportarbeidet i 2050 er lavere enn i både Referansebanen og EU-banen, men fortsatt høyere enn i 2023. Dette vises i figur 6.9.



Figur 6.9: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i både Referansebane 2050 (Steg 0), EU-banen (Steg 1) og Teknologibanen målt opp mot referanse 2023.

Merknad om metode:

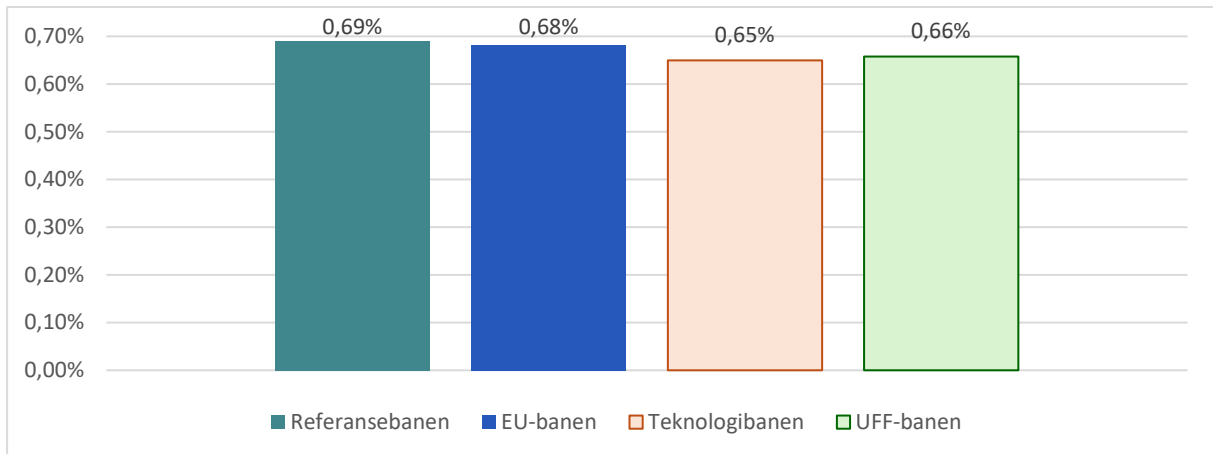
I dette metodeprosjektet har det ikke vært tid til å sjekke implikasjonene av endret likevekt i NOREG 2 på persontransport. Nye likevekter i NOREG 2 kommer fram til endret sysselsetting på tvers av næringer og økonomiske soner. Resultatene kan variere med et par tusen sysselsatte i forskjell mellom strategibanene for ulike regioner. Selv om dette potensielt impliserer store effekter på lokalsamfunn, vurderes det som altfor lite utslagsgivende for å gjennomføre nye transportmodellberegninger med alle regioner, i respons til endringer i NOREG 2-resultater. Videre metodearbeid burde innebære å utvikle noe veiledning på hva som er «store nok» endringer for å gjøre iterative modellkjøringer

6.4 Strategibane UFF: Den balanserte banen

Som beskrevet i kapittel 4.7.2 er UFF-banen en strategibane hvor filosofien er å sørge for at transportsektoren benytter seg av 100 % karbonnøytral fremdrift («Forbedring»), men transportbrukeren selv skal ta regningen (som også stimulerer «Unngå» og «Flytte»). I tillegg vil det være virkemidler som stimulerer til ytterligere tilpasninger fra husholdninger og bedrifter som faller inn under «Unngå» og «Flytte».

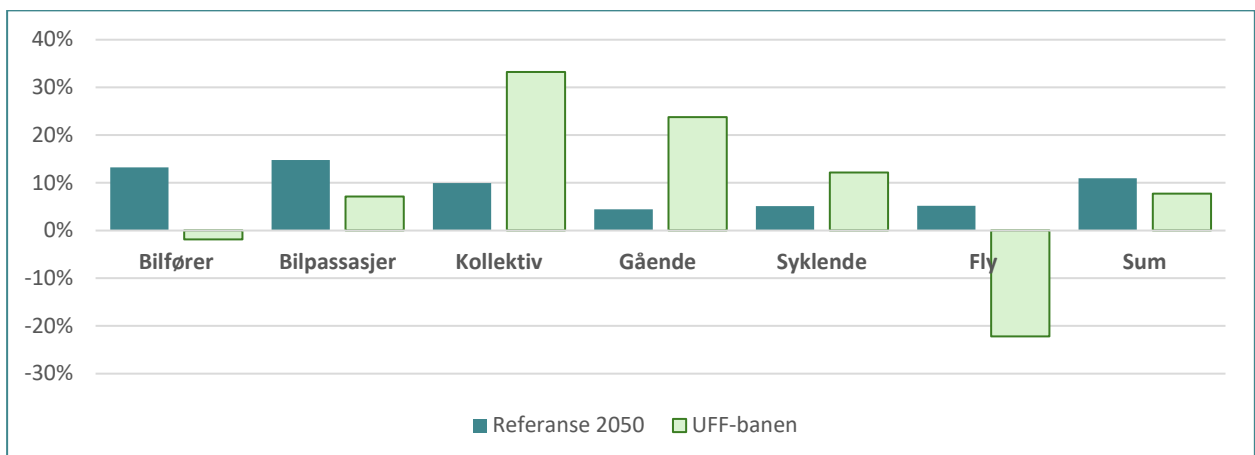
Utvikling i økonomien som helhet: Akkurat som i Teknologibanen (og de andre strategibanene) beregner NOREG 2 store omstillinger i økonomien som følge av den høye CO₂-prisen. Det som imidlertid skiller UFF-banen fra Teknologibanen på et makroøkonomisk nivå, er at skatteøkningen er vesentlig lavere (kun de 2,6 mrd. NOK₂₀₂₅ per år i første tre radene av Tabell 6.1Tabell),

transportkostnadene per kilometer er høyere, men disponibel inntekt for husholdninger kan ha økt som følge av økt bruk av hjemmekontor og dermed isolert sett lavere utgifter til transport. Den samlede veksten i fastlands-BNP per innbygger er lavere enn i referansebanen, men noe høyere enn i Teknologibanen, se figur 6.10. Det må imidlertid påpekes at denne forskjellen er svært liten.



Figur 6.10: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen, EU-banen, Teknologibanen og UFF-banen.

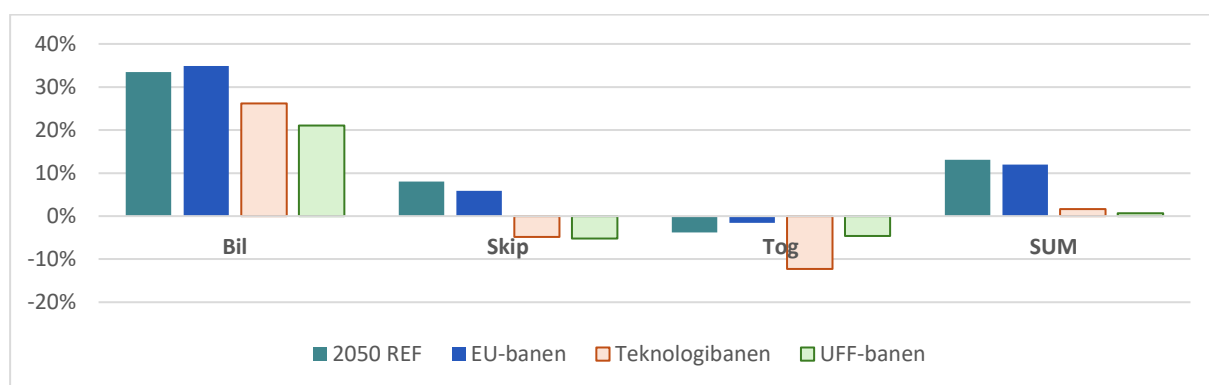
Utviklingen i persontransportmarkedet: I eksempelstrategien UFF-banen modelleres det relativt sterke effekter i persontransportsektoren, som en konsekvens av relativt sterke virkemidler. Dette vises i figur 6.11. Persontransportmodellene beregner at dyrere flybilletter, vesentlig økt bruk av digitale møter og billigere billetter for langdistansebusser og tog driver ned flyreisene, sammenlignet med 2023. Den økte bruken av digitale møter driver for øvrig også ned noe av etterspørselen etter lange reiser med langdistansebusser og tog. Videre beregnes det at distansebasert veipricing (særlig i byene), tettere bosetning og økt bruk av hjemmekontor driver ned bilreisene. Denne effekten er sterkere for korte turer enn for lange turer. I noen fylker kan for øvrig den økte bruken av hjemmekontor også drive ned bruken av kollektivtransport sammenlignet med 2023. Tettere bosetning i tettsteder og veipricing til sammen driver også flere reiser til kollektivtransport, sykkel og gange.



Figur 6.11: Endringer i turer for landet som helhet i Referansebane 2050 (Steg 0) og UFF-banen målt opp mot referanse 2023.

Utviklingen i godstransportmarkedet: Sammenlignet med Teknologibanen blir det dyrere for alle transportformer i eksempelstrategien UFF-banen. Brukerne av sjøtransport må betale for å øke andelen karbonnøytralt drivstoff fra EU-krav til 100 %, og brukere av lastebiler må betale en veipris for å ta innover seg marginale eksterne kostnader (Wangness et al., 2023). For de togtypene hvor elektrifiserte tog medførte høyere distansebaserte eller tidsbaserte kostnader, må dette også dekkes av transportbruker.

NGM beregner at veiprisingen for lastebiler gir lavere markedsandeler for veitransport, så det er en del «Flytting». Den samlede økningen i transportkostnader er med på å drive den samlede godstransporten nedover gjennom samkjøringen med NOREG 2-modellen, som innebærer enda lavere transportarbeid i UFF-banen enn i Teknologibanen, men fortsatt høyere nivåer enn i 2023. Dette vises i figur 6.12. Og i begge disse strategibanene er det store makroøkonomiske omstillinger modellert i NOREG 2 som følge av høy CO₂-prising, som innebærer redusert etterspørsel og produksjon av varer.



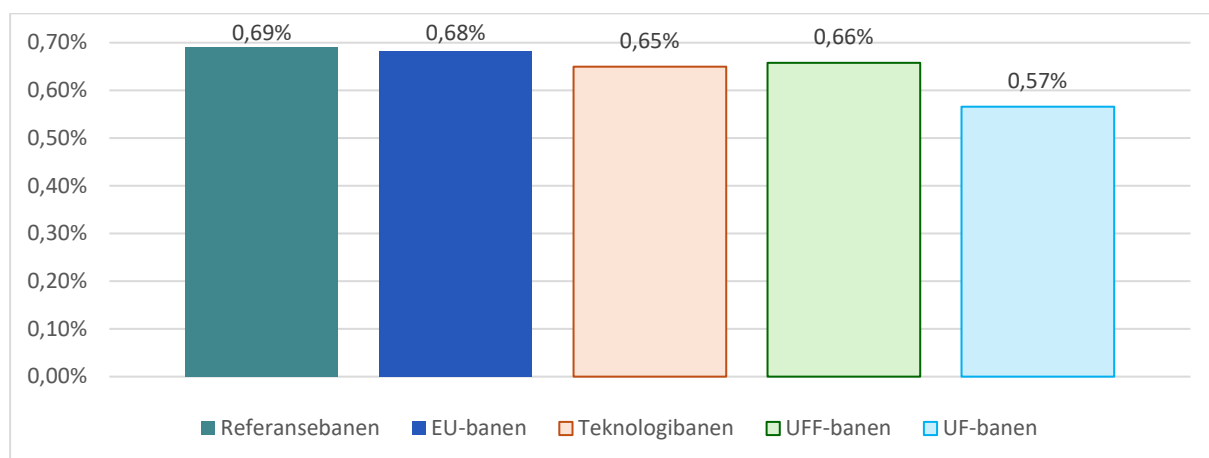
Figur 6.12: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i både Referansebane 2050 (Steg 0), EU-banen (Steg 1), Teknologibanen og UFF-banen målt opp mot referanse 2023.

6.5 Strategibane UF – Redusere-banen

Som beskrevet i kapittel 4.7.3 er UF-banen en eksempelstrategibane hvor filosofien er å sørge for at transportsektoren benytter seg av 100 % karbonnøytral fremdrift («Forbedring»), og som i UFF-banen skal transportbrukeren selv ta regningen og derigjennom også stimulerer «Unngå» og «Flytte», på samme måte som i UFF-banen. I UFF-banen vil det i tillegg være virkemidler som i enda sterkere grad enn i UFF-banen stimulerer til ytterligere tilpasninger fra husholdninger og bedrifter som faller inn under «Unngå» og «Flytte». Dette inkluderer bl.a. distansebasert prising av marginale eksterne kostnader for både godstransport til sjøs og på jernbane. Isolert sett bidrar dette til «Unngå»-effekter i godstransporten, men også «Flytte»-effekter tilbake til veisektoren som man tradisjonelt sett tenker man bør flytte fra, i et energi- og arealbruksperspektiv. For å (delvis) kompensere for dette er veiprisingen for lastebiltransport i rurale strøk (som mesteparten av langdistanse-transporten kjører gjennom) økt med 150 % sammenlignet med UFF-banen.

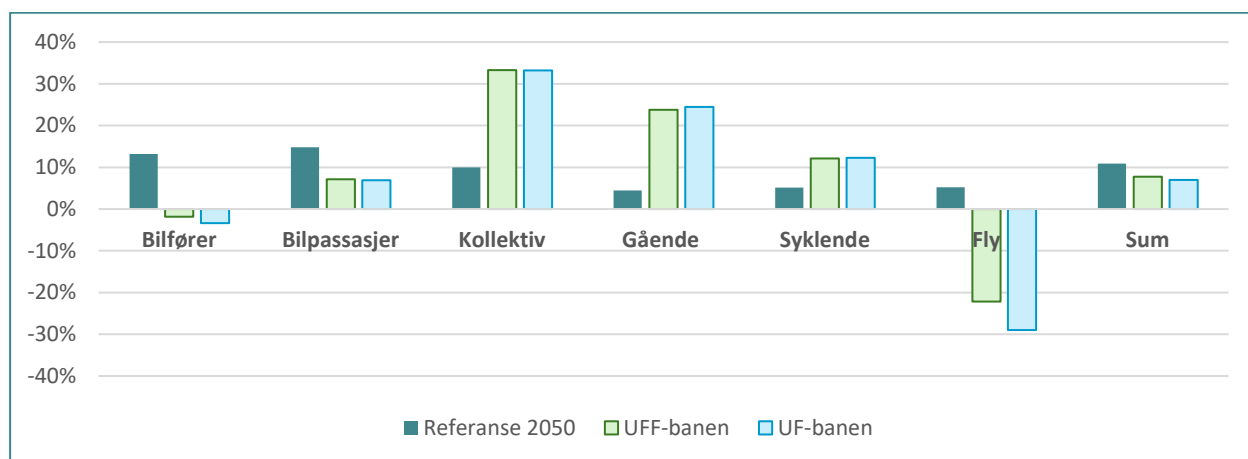
Utvikling i økonomien som helhet: Akkurat som i de andre strategibanene beregner NOREG 2 store omstillinger i økonomien som følge av den høye CO₂-prisen. Virkemiddelbruken i UF-banen har imidlertid en sterkere effekt på det makroøkonomiske bildet enn både Teknologibanen og UFF-banen. Det er samme økning i inntektsskatt i UF-banen som i UFF-banen, men økningene i transportkostnader er merkbart større, men det som gir sterkere effekt sammenlignet med de andre eksempelstrategiene er antagelsen om redusert aktivitet i bygg- og anleggsnæringen som følge av virkemiddelbruken. I dette metodeprosjektet tester vi ut hvordan en fremtid hvor det av hensyn til naturarealer (og som konsekvens av mindre transportetterspørsel) blir mindre byggeaktivitet til f.eks. hytter,

eneboliger og veier. Den samlede veksten i fastlands-BNP per innbygger er lavere enn i både referansebanen og de andre strategibanene, se figur 6.13.



Figur 6.13: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen, Teknologibanen, UFF-banen og UF-banen.

Utviklingen i persontransportmarkedet: I eksempelstrategien UF-banen er virkemidlene enda sterkere enn i UFF-banen, og gir enda sterkere effekter særlig mot «Unngå». Dette vises i figur 6.14. Sammenlignet med UFF-banen har UF-banen enda dyrere flybilletter og enda høyere bruk av digitale møter. Dette fører til ytterligere reduksjon i flyreisene. Den økte bruken av digitale møter driver også ytterligere reduksjon i etterspørselen etter lange reiser med langdistansebusser og tog. Sammenlignet med UFF-banen har UF-banen også enda høyere bruk av hjemmekontor og høyere veipricing i de store byene. Endringen i disse to virkemidlene er med på å drive ned antall bilreiser ytterligere, men de tilnærmet utligner hverandre med tanke på endringer i kollektivbruk, sykling og gåing. I denne eksempelstrategibanen beregnes dermed en netto nedgang i reiser, hovedsakelig drevet av nedgang i bil- og flyreiser.

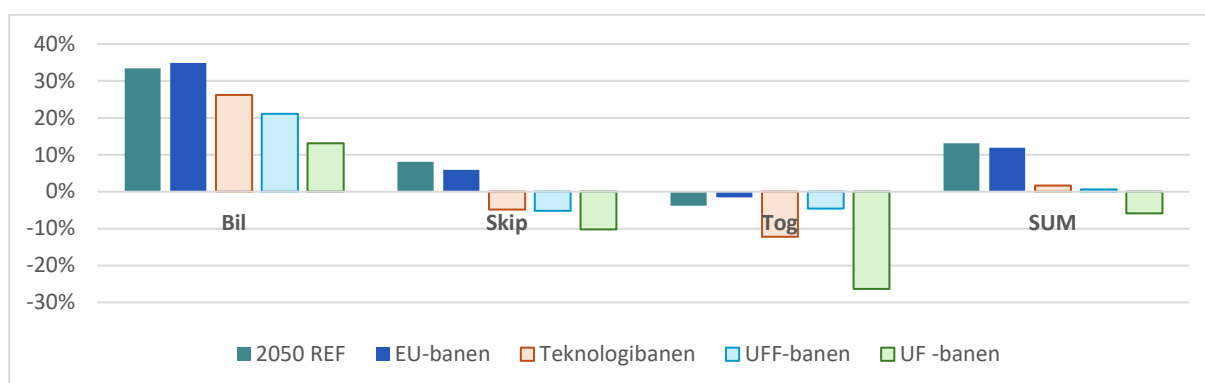


Figur 6.14: Endringer i turer for landet som helhet i Referansebane 2050 (Steg 0), UFF-banen og UF-banen målt opp mot referanse 2023

Utviklingen i godstransportmarkedet: Sammenlignet med UFF-banen blir det dyrere for alle transportformer i eksempelstrategien UF-banen, hvor alle transportformer møter distansebasert prising for å ta innover seg marginale eksterne kostnader. Den direkte effekten av denne distansebaserte

prisingen beregnet i NGM gir noe lavere markedsandeler for sjøfart sammenlignet med vei- og jernbanetransport sammenlignet med UFF-banen.

Den samlede godstransporten i UF-banen ender opp på et nivå lavere enn i 2023 etter samkjøringen med NOREG 2-modellen. Som påpekt tidligere påvirkes godstransportvolumene i alle strategibaner negativt av høy CO₂-prising i NOREG 2-kjøringene, som innebærer redusert etterspørsel og produksjon av varer. Reduksjonen i godsvolumer sammenlignet med UFF-banen skyldes delvis økningen i transportkostnader for alle transportformer, men aller mest skyldes det den eksogene implementeringen av redusert aktivitet i bygg- og anleggssektoren (dette verifiseres i en følsomhetsanalyse uten redusert bygg- og anleggsaktivitet). Denne tilpasningen medfører redusert transport av sand, pukk, trelast og andre innsatsvarer til bygg- og anleggssektoren. Det gir en reduksjon i transportarbeid for alle transportformer, men særlig for sjøfart. Dette vises i figur 6.15.



Figur 6.15: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i både Referansebane 2050 (Steg 0), EU-banen (Steg 1), Teknologibanen, UFF-banen og UF-banen målt opp mot referanse 2023.

Merknad om metode:

I dette metodeprosjektet tester vi ut en rekke drastiske virkemiddelpakker i norsk transportsektor og i økonomien som helhet. NOREG 2 gir viktige innsikter i hvilken retning innsatsfaktorer kan forventes å ta når slike virkemidler iverksettes, og hvilke næringer som kan komme til å tjene og hvilke som kan komme til å tape. Det er imidlertid klart at når denne omstillingen mellom sektorer skjer helt friksjonsløst, så under vurderer man omstillingskostnadene. Men å legge til slike friksjoner ville gitt et langt mer komplekst modellverk. På kort sikt vil det være behov for å supplere med kvalitative vurderinger av slike omstillingskostnader. Modelleringen av UF-banen var av spesiell interesse, da restriksjoner i bygg- og anleggssektoren i NOREG 2 fikk sterke effekter på godstransportsektoren. Og selv om disse restriksjonene fikk modellerte konsekvenser for norsk økonomi, kunne det vært nyttig med en grundigere vurdering av hvordan omstillingskostnadene ville utartet seg.

6.6 Strategibane KE – Kostnadseffektivtetsbanen

Som beskrevet i kapittel 4.7.4 er Kostnadseffektivtetsbanen en eksempelstrategibane hvor filosofien er å benytte seg av samfunnsøkonomisk effektiv virkemiddelbruk og samtidig sikre at utslippskuttene er like store som i UFF-banen. Strategien er agnostisk til hvordan tilpasningene fordeler seg mellom «Unngå», «Flytte» og «Fordele».

Kjernes spørsmålet i denne eksempelstrategien er om det på marginene vil være billigere å kutte utslipp utenfor transportsektoren enn inne i transportsektoren, sammenlignet med de andre strategibanene. Her baserer vi oss på framskrivninger av kostnader for nullutslippsteknologier og -drivstoff for lastebiler, sjøfart og luftfart (Figenbaum et al., 2025; Kristensen et al., 2025), og break-

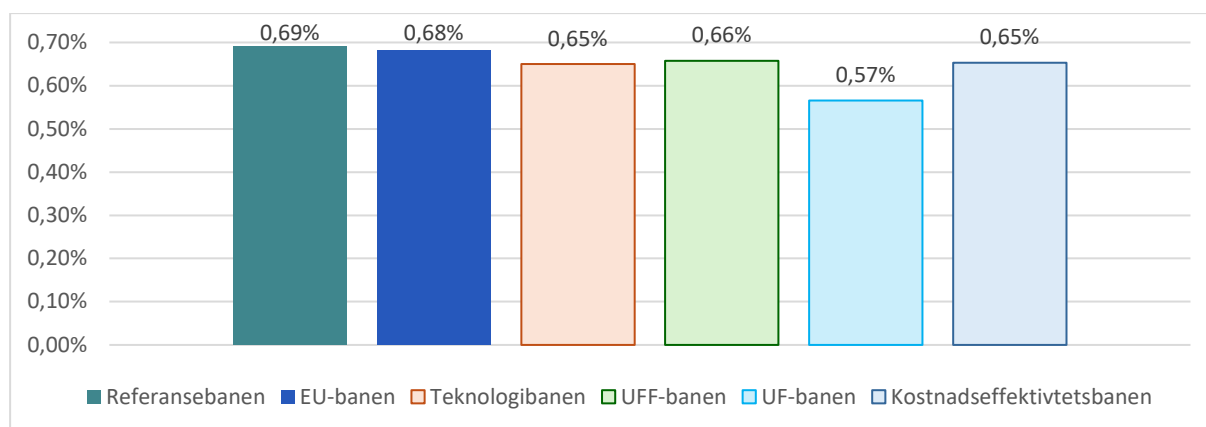
even beregninger gjort med kostnadsmodellene til NGM og PACER fra å gå fra konvensjonell løsning til nullutslippsløsninger. I tillegg baserer vi oss på KS1-rapporten av KVV Green (Vista Analyse & Metier, 2024) for å anslå tiltakskostnaden av å elektrifisere de gjenværende dieseltogstrekningene.

Break-even-beregninger gir hovedsakelig tiltakskostnader i størrelsesordener 2500-7000 NOK₂₀₂₅ per tonn spart CO₂ i 2050, og med batterielektrifisering av Raumabanen som det dyreste tiltaket med en kostnad på 7000 per tonn (Vista Analyse & Metier, 2024). Dette indikerer at når en CO₂-pris på 9089 NOK₂₀₂₅ i NOREG 2 ikke medfører mer enn 60 % utslippskutt sammenlignet med 2023, så er det mindre kostbart på marginen å oppnå en karbonnøytral transportsektor, i hvert fall i vårt modellapparat.

Basert på dette vil dermed strategimålet om å oppnå en 100 % karbonnøytral transportsektor bestå, men med mest mulig samfunnsøkonomisk effektiv virkemiddelbruk. Videre opprettholdes antagelsen om at resten av økonomien er i omstilling, med de høye CO₂-prisene implementert i NOREG 2.

Kostnadseffektivitetsbanen vil, som i UFF-banen, innebære at transportbrukerne dekker kostnadene av å gå over til nullutslippsløsninger uten subsidier. Her vil de også måtte dekke merkostnadene av økt omfang av lade- og fyllinfrastruktur for å imøtekomme økningen i elektriske lastebiler og skipsfart med karbonnøytralt drivstoff. Virkemiddelpakken vil også inkludere distansebasert prising av marginale eksterne kostnader for både godstransport til sjøs og på jernbane, samt for både personbiler og lastebiler. På samme måte som i UFF-banen legges det opp til mer fortettet bosetning. Det er derimot ingen tilrettelegging for økt bruk av hjemmekontor eller digitale møter utover det som stimuleres fram av prisvirkemidlene.

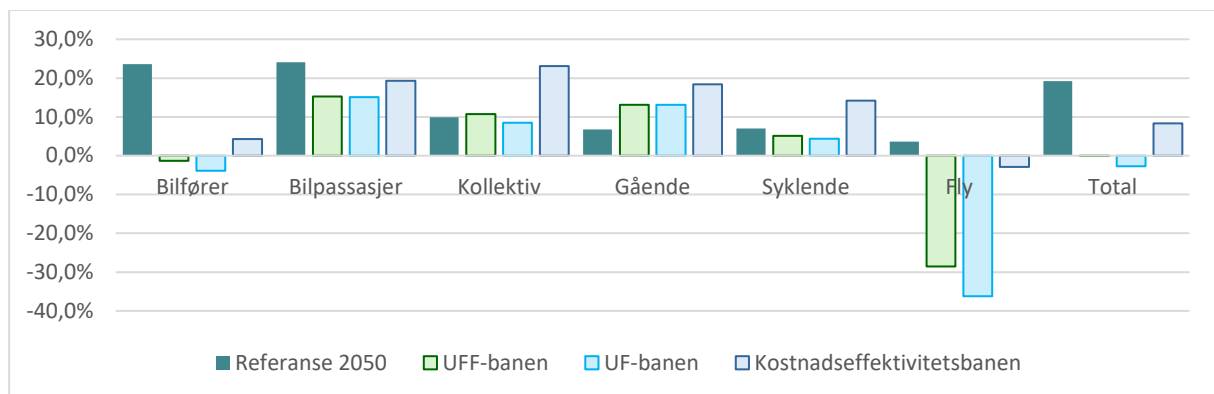
Utvikling i økonomien som helhet: Akkurat som i de andre strategibanene, beregner NOREG 2 store omstillinger i økonomien som følge av den høye CO₂-prisen. Kostnadseffektivitetsbanen skiller seg fra de andre eksempelstrategiene ved at den ikke medfører økt skatt på inntekt. Til gjengjeld har den relativt høye transportkostnader ved at transportbrukeren betaler for sine eksterne kostnader og ny infrastruktur, men det legges ikke inn noe eksogene økninger i hjemmekontor eller digitale møter. I sum beregner NOREG 2 en samlet vekst i fastlands-BNP per innbygger som er lavere enn i referansebanen²², men plasserer seg mellom Teknologibanen og UFF-banen, se figur 6.16. Det må imidlertid påpekes at disse forskjellen er svært små.



Figur 6.16: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen, Teknologibanen, UFF-banen, UF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen.

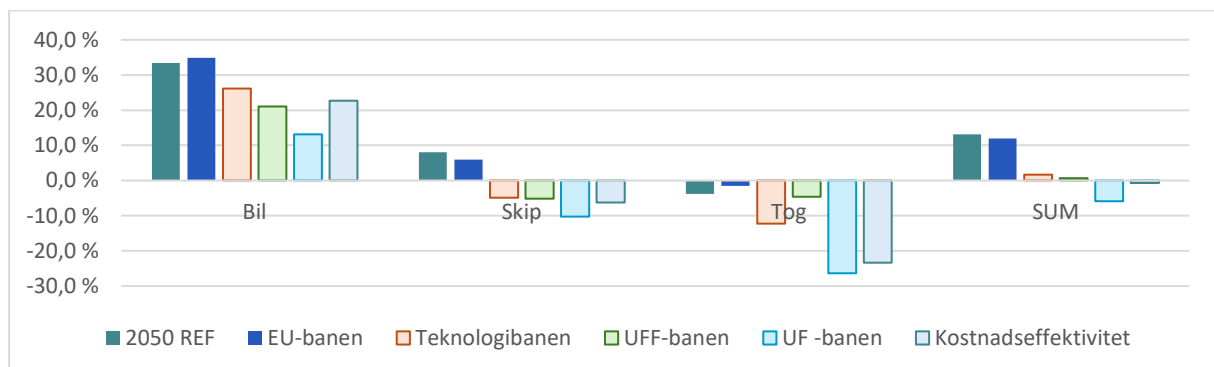
²² Det kan påpekes at fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, så kan økonomisk velferd i denne banen være høyere enn i referansebanen, selv om BNP er redusert, da samfunnsøkonomisk effektivitet øker.

Utviklingen i persontransportmarkedet: I Kostnadseffektivitetsbanen benyttes samme veipricing som i UFF-strategien, og samme fortetting, men det legges ikke opp til noen drastisk økning i hjemmekontorbruk og digitale møter. Modellene beregner vesentlige reduksjoner i bilreiser, men ikke like mye som i UFF og UF-banen. Det er også økninger i bruk av kollektivtransport, sykkel og gange sammenlignet med UFF- og UF, som indikerer en større grad av «Flytte», snarere enn «Unngå». NTM6 kommer også fram til færre flyreiser enn i 2023 i denne banen, men fortsatt flere enn i UFF- og UF-banen, drevet av at det ikke legges inn en eksogen økning i digitale møter og det ikke legges opp til ytterligere billettsubsidier av langdistansebusser og -tog. Sammenlagt beregner persontransportmodellene en reduksjon i antall reiser sammenlignet med 2023, men høyere enn i UFF- og UF-banen.



Figur 6.17: Endringer i turer for landet som helhet i Referansebane 2050 (Steg 0), UFF-banen, UF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen målt opp mot referanse 2023.

Utviklingen i godstransportmarkedet: Sammenlignet med UFF-banen blir det dyrere for alle transportformer i Kostnadseffektivitetsbanen, hvor alle transportformer møter distansebasert prising for å ta innover seg marginale eksterne kostnader. Men i motsetning til UF-banen legges det ikke opp til noen ekstra prising av lastebilkjøring i rurale strøk for å motvirke «Flytting» fra sjø- og banetransport til veitransport. I denne eksempelberegningen med det kostnadseffektive distanseprisingen ender vi opp med mer transportarbeid med lastebil, vesentlig lavere transportarbeid med sjøfart og noe lavere transportarbeid med jernbane enn i referansebanen. Dette vises i figur 6.18. Markedsandelen til veitransporten styrker seg markant. I sum reduseres transportarbeidet på norsk område sammenlignet med UFF-banen, men fortsatt høyere enn i UF-banen.



Figur 6.18: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i både Referansebane 2050 (Steg 0), EU-banen (Steg 1), Teknologibanen, UFF-banen, UF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen målt opp mot referanse 2023.

6.7 Noen metodiske innsikter fra eksempelberegningene

Innsikt 1: Sterke virkemidler i NOREG 2 har stor innvirkning på godstransportsektoren i NGM.

Det er særlig to virkemidler som implementeres i NOREG 2 som peker seg ut med store effekter i både sammensetning og volum i godstransportsektoren:

- **En svært høy pris på CO₂, satt til 9089 kr/tonn i 2050:** Når dette implementeres i NOREG, ser vi at det har en stor effekt på bruttoproduktet i ulike næringer, med særlig nedgang i kraftkrevende industri og landbruk. Det gir også en liten reduksjon i den samlede BNP-veksten mellom 2023 og 2050. Slik avgiften slår ut på produksjonen i ulike næringer, og med en stimulans generelt i retning av tjenesteytende næringer, gir dette merkbare endringer i vekstrater for godstransporten som overføres til NGM. Generelt blir vekstratene lavere, som indikerer lavere godsvolumer og transportarbeid. Dette merkes i alle strategibanene, sammenlignet med både Steg 0 og Steg 1.
- **En eksogen reduksjon i bygg- og anleggssektoren, for å ta innover oss at det i en UF-strategi vil bli mindre bygging av hytter, eneboliger og veier som indikerer lavere byggeaktivitet:** I NOREG 2 fører dette til at ressurser flyttes til andre sektorer i økonomien, og bruttoproduktet i bygg- og anleggssektoren reduseres. Det gir også en liten ekstra reduksjon i den samlede økonomiske veksten mellom 2023 og 2050. Dette gir merkbare endringer i vekstrater for godstransporten, særlig for bulkvarer som sement, trelast og pukk. Generelt blir vekstratene lavere, som indikerer lavere godsvolumer og transportarbeid.

Innsikt 2: Sterke virkemidler i transportmodellene har liten effekt på samlet BNP-vekst i NOREG, men har noe effekt på enkelt næringer.

Det er relativt liten forskjell mellom BNP-vekstratene mellom Teknologibanen, UFF-banen og Kostnadseffektivitetsbanen. UFF-banen har noe høyere vekstrater enn de to andre. Men forskjellen er ikke større enn at real-BNP per innbygger i 2050 er 19,4 % høyere enn i 2023 i UFF-banen, sammenlignet med ca. 19,2 % høyere i de to andre banene²³. Dette vurderes som et relativt lite utslag. Tilsvarende økning i UF-banen er på 16,5 %, hvor dette noe sterkere negative utslaget i stor grad er drevet av restriksjonen på bygg- og anleggssektoren.

Vi ser også at noen næringer påvirkes forskjellig med ulike strategibaner. Det kan se ut som f.eks. de økte transportkostnadene for særlig skipsfart og lastebiltransport over tid kan bidra til svekkelser i næringer som fiske og akvakultur (men en dypere gjennomgang av resultatene kreves for å isolere hva som er de viktigste driverne).

Hvis man forsøker å forstå strategibanene konseptuelt med et generell-likevekt-perspektiv, så virker hovedtrekkene i disse funnene logiske. Transportkostnadene påvirker først og fremst vareproduserende sektorer (både husholdning- og industrivarer) og utgjør typisk under 20 % av varekostnaden. Selv om strategiene påvirker de distansebaserte kostnadene for enkelte kjøretøytyper dramatisk (mer enn 120 % økning i noen tilfeller), så er fortsatt de distansebaserte kostnadene bare en mindre andel av de totale varekostnadene. Selv dramatiske økninger i de distansebaserte kostnadene burde dermed i det store og hele ha begrenset effekt på varekostnader og på økonomien som helhet, i hvert fall i en økonomi hvor man tar innover seg at arbeidskraft kan flytte på seg til sektorer med høyere lønnsomhet. Derimot vil ulike sektorer bli rammet ulikt. Så selv om nettotapet i økonomien av økte transportkostnader fremstår som lite, vil noen næringer oppleve nedgang, og miste arbeidskraft til andre næringer, som vil oppleve oppgang.

²³ Vi ønsker å understreke at disse tallene er satt opp for å vise *kvalitative* forskjeller mellom banene, og ønsker ikke å gi inntrykk av at dette er veldig presise estimater.

Innsikt 1 og 2 til sammen indikerer at den største styrken med samkjøring av modeller for analyseformål til NTP er å fange opp hvordan transportlikevektene endrer seg når *norsk økonomi endrer seg*. Et 2035-Norge i klimaomstilling ser annerledes ut enn et 2035-Norge som i stor grad følger dagens kurs, og det vil ha sterke implikasjoner for både omfanget og sammensetningen av transporten. Videre er det en styrke å samkjøre modellene for å analysere fordelingsvirkninger mellom næringer og geografiske områder, eller om utfallet for noen næringer eller områder er av større interesse enn for andre.

7 Konklusjon og diskusjon

7.1 Konklusjon

I dette delkapittelet svarer vi ut de sentrale spørsmålene beskrevet i kapittel 1.2:

I hvilken grad gir prosessen og metodikken for å gå fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering og analyse, tilfredsstillende operasjonalisering av strategier?

I del I av rapporten beskriver vi denne prosessen og metodikken, og foretar en omfattende eksempel gjennomgang av prosessen i kapittel 4. Vi konkluderer med følgende:

Proessen og metodikken kan brukes til å lage logisk konsistente virkemiddelpakker i tråd med ulike strategiprofiler. Prosessen og metodikken gjennom de første seks trinnene av åttetrinnsprosessen sikrer et stringent opplegg for å vurdere hvilke tiltak som adresserer de gjenværende utslippene i Referansebanen og størrelsesordenen på deres effekt, som dermed muliggjør prioritering av tiltak med vesentlig effekt. Videre danner det grunnlag for prioritering av virkemidler for å realisere tiltakene. I Vedlegg D oppgir vi en bruttoliste av 65 virkemidler, og dette er bare en andel av alle virkemidlene som listes opp i Miljødirektoratets Klimatiltak i Norge. Metodikken og prosessen bidrar til at man unngår å miste av syne de virkemidlene som har en stor effekt i en skog av virkemidler med liten effekt. For å lage målrettede strategier trengs det prioritering av virkemidler med sterkest effekt på måloppnåelse. I møte med eksempelstrategier med klart ulike profiler, kunne vi gjennom denne prosessen danne en konsistent og målrettet struktur som muliggjør en logisk sammensetning av virkemiddelpakker tilpasset hver eksempelstrategi.

Videre har metodikken muliggjort at virkemiddelpakkene kan beskrives på en måte som **muliggjør implementering i de ulike modellene**. Dette er et svært viktig skritt for å faktisk vurdere strategier kvantitativt. Etter at man har gjennomført en kvalitativ analyse av målsettinger og virkemidler gjennom en backcastingsprosess, kan man på stringent vis operasjonalisere strategiene gjennom et veletablert og videreutviklet modellapparat. Det muliggjør kvantitativ analyse av ulike konsekvenser av ulike strategier, slik at man bedre kan vurdere fordeler, ulemper og robusthet av strategiene. Dette viser også at de eksisterende modeller og verktøyene, som historisk sett er blitt brukt i tradisjonell «predict and provide» transportplanlegging, kan også være viktige hjelpemidler i visjonsstyrt transportplanlegging. Med et velstrukturert analyseopplegg og litt nyutvikling, både på modellene hver for seg og hvordan de kan «soft-linkes» sammen, kan det eksisterende modellapparatet bidra til å lukke gapet mellom de to ulike filosofiene for transportplanlegging.

Gjennom prosessen og metodikken har vi også illustrert hvordan UFF-rammeverket kan oversettes til virkemiddelvurdering i praksis, gitt mål om en karbonnøytral transportsektor i 2050. Selv om et virkemiddel kan ha en primær effekt rettet mot enten *Unngå*-, *Flytte*- eller *Forbedre*-tilpasninger, kan det ha sekundære effekter på de andre tilpasningene. Videre kommer prosessen fram til at for å oppnå en karbonnøytral transportsektor er det matematisk nødvendig at *Forbedre* vil spille en vesentlig rolle ved at all gjenværende transport må være basert på nullutslippsløsninger. Dermed er det sentrale spørsmålet være rettet mot havis om blir de forventede kostnadene for disse nullutslippsløsningene. Jo høyere kostnad (som kan være drevet av ressurstilgang) for nullutslippsløsninger, jo mer vil strategien presse mot *Unngå*- og *Flytte*-tilpasninger gjennom markedsaktørenes respons på de økte kostnadene.

Vår samlede vurdering er at prosessen og metodikken vi har utviklet i dette prosjektet for å gå fra kvalitativ backcasting til kvantitativ modellering og analyse, kan gi tilfredsstillende operasjonalisering av strategier til modellering.

I hvilken grad kan «soft-linking» prosessen mellom modeller generere et sett med relevante modellresultater, som i en senere fase av NTP-arbeidet kan brukes til å analysere gjennomarbeidede strategier?

I del II av rapporten gjennomgår vi først arbeidet som er gjort på utvikling av modellene og hvordan eksempelstrategiene er implementert i de ulike soft-linked modellene, deretter gjennomgår vi hovedresultatene fra 6 modellerte fremtidsbaner i 2050; Referansebanen, EU-banen og fire eksempelstrategier. Vi konkluderer med følgende:

- Vi har utviklet et fungerende opplegg hvor modellene kan kjøres med hver sin del av tiltakspakkene hver for seg, men gjennom en koordinert *soft-linking* vil de levere input til hverandre og muliggjøre en konvergeringsprosess mellom modellene.
- Det har vært flere nyttige utviklingsgrep som er gjort i de enkelte modellene, som er med på å heve kvaliteten på det samlede modellapparatet
- Det var oppstartsvansker med å få soft-linking prosessen til å foregå på effektivt vis, men etter noen runder ble det mer strømlinjeformet.
- Hovedresultatene fra de ulike modellene virker rimelige og internt konsistente, gitt oppsettet av virkemiddelpakker i de ulike banene.
 - I et så omfattende modellsystem vil det alltid være mulig å finne detaljerte resultater som kan virke inkonsistente, f.eks. på enkelt næringer, enkeltkjøretøy eller enkeltregioner. Disse virker imidlertid lite utslagsgivende, og endrer ikke bildet av at hovedresultatene virker rimelige.
- En stor styrke i modellapparatet er hvordan vi har systematisert feedback mellom NOREG 2 og transportmodellene. Det er særlig hvordan NOREG 2 beregner hvordan ulike virkemidler slår ut på veksten i ulike næringer, som er nyttig for å analysere implikasjoner for godstransport. Imidlertid virker effektene av omfattende virkemiddelpakker til å ha en moderat negativ effekt på økonomisk vekst. Vi vurderer at NOREG 2 isolert sett undervurderer kostnadene av omstilling i økonomien, f.eks. som følge av svært høye CO₂-avgifter og økninger i inntektskatt, men det viser seg som et godt verktøy for å vurdere *retningen* på hvor bruttoproduksjonen øker og reduseres, etter næring.
- De fire ulike eksempelstrategiene har en tydelig forskjell i profil på hvordan man skal oppnå en karbonnøytral transportsektor i et Norge i omstilling. Modellapparatet fanger opp disse forskjellene på en logisk og konsistent måte, og viser seg egnet til å modellere ulike strategier

Vår samlede vurdering er at soft-linking prosessen mellom modeller kan gi relevante, logiske og konsistente modellresultater, som synliggjør plausible effekter av strategier med ulike virkemiddelpakker. Resultatene må tolkes med noe skjønn, da det er visse deler av modellapparatet som trenger videreutvikling. Vi vurderer det imidlertid slik at med litt videreutvikling så vil dette modellapparatet kunne brukes til å analysere gjennomarbeidede strategier i en senere fase av NTP-arbeidet.

7.2 Diskusjon

I dette delkapittelet ønsker vi å gjennomgå og diskutere noen sentrale innsikter fra åtte-trinnsprosessen:

Analysen viser at **ReFuelEU Aviation** og **FuelEU Maritime** vil ha stor betydning for utslippsutviklingen, uavhengig av om de inngår som del av referansebanen eller som felleskomponent i strategiene. Disse vedtatte EU-regelverkene vil trolig stå for en betydelig del av utslippskuttene fra en «Frozen Policy»-bane mot en nullutslippssektor. Samtidig vil de også innebære store kostnader sammenlignet med Referansebanen, men dette er kostnader man uansett hadde måttet ta dersom man skal oppnå en karbonnøytral transportsektor. Det har implikasjoner for vurdering av virkemiddelbruk.

For å nå målet om null utslipp i 2050 fullt ut, må all transport som gjennomføres være basert på nullutslippsløsninger. Det betyr at transporten må ha en CO₂-intensitet på null per energienhet brukt, f.eks. basert på elektrisk fremdrift, avansert biodrivstoff, syntetisk drivstoff eller muskelkraft ved aktiv transport. Dette følger av en såkalt transport emission identity:

$$\begin{array}{ccccccc} GHG & = & \text{Transportarbeid} & \times & \text{Drivstoffeffektivitet} & \times & \text{Drivstoffets CO}_2\text{-intensitet} \\ (tCO_2e) & & (10^6 \text{ pkm eller tkm}) & & (MJ/pkm \text{ eller MJ/tkm}) & & (gCO_2e \text{ per MJ}) \end{array}$$

Ettersom det alltid vil kreves noe energi for å utføre transport, må utslippene nødvendigvis elimineres gjennom drivstoffets karboninnhold. I et **Unngå-Flytte-Forbedre (UFF)**-perspektiv innebærer dette at *Forbedre* blir helt avgjørende for å nå nullutslipp, mens *Unngå* og *Flytte* i større grad påvirker hvor raskt og med hvilke fordelingsvirkninger omstillingen skjer, og forbruket av andre ressurser som energi og areal.

Dersom målet er null utslipp, vil et **absolutt krav til nullutslippsløsninger** i 2050 være et kostnads-effektivt virkemiddel, ettersom dette i praksis vil være det samme som å sette en så høy CO₂-pris at dette målet nås. En slik «hjørneløsning» kan derfor legges til grunn i modelleringen av alle strategier. Forskjellen mellom strategiene ligger i **hvordan kostnadene fordeles**: I UFF- og UF-banene bæres kostnadene av transportbrukerne, noe som gir sterke insentiver til å *Unngå* og *Flytte*. I *Teknologibanen* finansieres overgangen i større grad gjennom offentlige subsidier, som skjermer brukerne, men reduserer etterspørselen indirekte gjennom økt skattebyrde.

For å sikre konsistente sammenlikninger må **teknologiutviklingen antas eksogen** – eksempelvis at enhetskostnader for bærekraftig flydrivstoff, elektriske lastebiler og karbonnøytral ammoniakk er like i 2050 på tvers av strategiene. Det som skiller strategiene er dermed **hvem som betaler**, og hvordan dette påvirker tilpasningene i transportsektoren og resten av økonomien.

Framskrivningene viser at **de gjenværende utslippene** i en «Frozen Policy»-bane hovedsakelig vil komme fra **luftfart og godstransport på vei og sjø**. Strategiene for nullutslipp bør derfor prioritere tiltak mot disse segmentene. Samtidig indikerer analysene at nullutslippsløsninger for flere transportformer – som **elektriske lastebiler og elektrifiserte tog** – kan være billigere i drift i 2050 enn dagens alternativer. Kostnadene til nødvendig lade- og fylleinfrastruktur før 2050 vil likevel være betydelige, og **hvordan disse finansieres** vil i stor grad påvirke transportmiddelfordelingen og den samlede samfunnsøkonomiske effektiviteten.

Arbeidet med å tilpasse modellapparatet til å kvantitativt modellere omfattende strategier i en back-castingsprosess har resultert i flere nyttige forbedringer som har løftet kvaliteten på det samlede modellapparatet. Selv om det var oppstartsvansker med å få soft-linkingen mellom modellene til å fungere effektivt, ble prosessen etter hvert mer strømlinjeformet. Hovedresultatene fra de ulike modellene framstår som rimelige og internt konsistente gitt de forutsetningene og virkemiddelpakkene som er lagt til grunn. Som i alle omfattende modellsystemer finnes enkelte detaljresultater som kan virke inkonsistente på mikro-nivå (for eksempel innen enkelte næringer eller regioner), men disse vurderes som marginale og uten betydning for de overordnede konklusjonene.

Hver for seg er alle de anvendte modellsystemene; RTM, NTM6, NGM og NOREG 2 relativt veletablerte og spesialiserte modeller. Soft-linking mellom dem er krevende, men det åpner for at analyser hvor man kan se både for transportsektoren og i resten av økonomien i sammenheng. Vi vil likevel understreke at omfanget av det man ønsker å analysere må være forholdsmessig til modellapparatet. Modellapparatet er egnet til å gjøre analyser av f.eks. nasjonale strategier med store vikemiddelpakker, men ville vært uforholdsmessig omfattende for å analysere lokale infrastrukturprosjekter («skyte spurv med kanon»).

Når man først skal analysere nasjonale strategier er koblingen mellom **NOREG 2** og transportmodellene en særlig styrke ved modellopplegget som er utviklet. NOREG 2 bidrar med verdifull informasjon om hvordan ulike virkemidler påvirker næringsvekst og dermed transportetterspørsel, spesielt innen

godstransport. Samtidig ser vi tendenser til at omfattende virkemiddelpakker gir en moderat negativ effekt på økonomisk vekst.

Dette er imidlertid et område hvor det er behov for videre modellutvikling. Vi vurderer at NOREG 2 isolert sett trolig undervurderer de samlede kostnadene ved en omstilling til lavutslippssamfunnet, blant annet som følge av høye CO₂-avgifter og økt skattetrykk. Dette følger i stor grad at innsatsfaktorer (f.eks. arbeidskraft) kan flytte seg relativt friksjonsløst mellom næringer i møte med endringer i relative priser og lønnsomhet mellom næringer. Intuitivt vet vi at det vil være noe friksjon, som kan skape perioder hvor en del innsatsfaktorer kan stå uvirksomme og næringer som ikke får skalert seg opp pga. f.eks. manglende tilgang på kompetanse. Vi mener likevel at NOREG 2 gir et godt bilde av *retningen* på endringer i bruttoproduksjon mellom næringer, som er viktig i analyser av effekter på godstransport.

Man kan sette sammen strategier på ulike måter. De fire eksempelstrategiene viser tydelig ulike tilnærminger til hvordan en karbonnøytral transportsektor kan oppnås, med ulik vekt på Unngå-, Flytte- og Forbedre-tiltak, og ulik vekt på samfunnsøkonomisk effektivitet. Å ha flere strategier opp til vurdering er positivt for å konkret vurdere forskjeller i fordeler og ulemper. Modellene fanger opp disse forskjellene på en logisk og konsistent måte, og gir hovedsakelig plausible resultater. Selv om enkelte deler av modellapparatet fortsatt trenger videreutvikling og kalibrering, vurderes helheten som et solid grunnlag for videre analyser som kan gi gode beslutningsgrunnlag.

7.3 Videre forskning

Et naturlig neste steg fra å **teste modellapparatet på eksempelstrategier** er å **teste det på reelle strategier** som kan inngå i arbeidet med Nasjonal transportplan og tilhørende sektorstrategier. I dette prosjektet har vi fokusert på metodeutvikling og illustrerende eksempelbaner. Et videreutviklet modellapparat bør anvendes på faktiske strategier med realistiske virkemiddelpakker, slik at resultatene kan gi direkte innspill til politikkutforming og prioriteringer i transportsektoren. Dette vil også gi verdifull læring om hvordan modellene håndterer de politiske og praktiske avveiningene som følger av konkrete strategivalg.

På mer modellteknisk nivå burde videre forskning også omfatte **uttesting av full konvergering mellom modellene**. I dette prosjektet er samspillet mellom modellene delvis etablert, men det gjenstår å utforske hvordan en mer dynamisk og iterativ kobling kan gi bedre helhetlige resultater over tid. Et annet viktig steg er å **utvide analysene til flere beregningsår**. I dag gir modellene et godt bilde av situasjonen i 2050, men de sier mindre om tempoet og formen på omstillingen underveis. Ved å modellere flere mellomår kan man undersøke «brattheten» i både virkemiddelbruken og utslippsreduksjonene og vurdere hvordan ulike virkemidler virker over tid – både økonomisk og sosialt.

Et tredje område for videre forskning er **robusthetstesting og samfunnsmessig forankring**. Dette innebærer å prøve ut modellene med ulike referansebaner som representerer alternative eksogene fremtidsscenarioer, for eksempel variasjoner i teknologiutvikling, energipriser og internasjonale rammevilkår. En slik robusthetssjekk vil bidra til å vurdere hvor følsomme resultatene er for endringer i omverdenen. I tillegg vil det være verdifullt å utforske **hvordan borgere og beslutningstakere selv ville satt sammen virkemiddelpakker**, for eksempel gjennom eksperimentelle metoder eller deltakende prosesser hvor de får tilbakemelding gjennom modellresultater. Dette kan gi ny innsikt i preferanser, legitimitet og mulige kompromisser i utformingen av fremtidens transportpolitikk.

Referanser

Vi anerkjenner bruken av Chat GPT 5 som sparringspartner, skrivehjelp og oversetter gjennom prosjektet.

- Cappelen, Å., Dapi, B. & Gjefsen, H. M. (2020). *Framskrivninger av arbeidsstyrken og sysselsettingen etter utdanning mot 2040 [SSB-rapport 2020/41]*. Statistics Norway.
- Figenbaum, E., Hovi, I. B., Pinchasik, D. R., Tvedt, J. & Wangsness, P. B. (2025). *Kostnadsbaner for alternative drivlinjer i et framtidsperspektiv - Underlag til en backcastingsprosess fram mot 2050 [TØI-rapport 2116/2025]*.
- Finansdepartementet. (2021). *Rundskriv R-109/21: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser*. M. o. Finance.
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Finansdepartementet. (2024). *Meld. St. 31 - Perspektivmeldingen 2024*.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-31-20232024/id3049290/>
- Goulden, M., Ryley, T. & Dingwall, R. (2014). Beyond 'predict and provide': UK transport, the growth paradigm and climate change. *Transport Policy*, 32, 139-147.
- Grønland, S. E. & Pinchasik, D. R. (2025). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk - basisår 2023 [TØI-rapport 2093/2025]*. Institute of Transport Economics.
- Hansen, W., Johansen, B. G., Rosnes, O., Svartsund, H. & Vennerød, Ø. (2025). *Videreutvikling av makromodellen NOREG 2 for analyser av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050 [TØI-rapport 2120/2025]*. Institute of Transport Economics.
- IEA. (2025). *Energy System: Transport*. <https://www.iea.org/energy-system/transport>
- Johansen, B. G., Hansen, W., Rosnes, O., Vennemo, H., Svartsund, H., Erraia, J., Vennerød, Ø. & Skjerpen, T. (2025). *Regional økonomisk utvikling i norske fylker 2024–2060 : Regionale referansebaner beregnet med likevektsmodellen NOREG 2.3 [TØI-Rapport 2099/2025]*. Institute of Transport Economics.
<https://www.toi.no/publikasjoner/regional-okonomisk-utvikling-i-norske-fylker-2024-2060-regionale-referansebaner-beregnet-med-likevektsmodellen-noreg-2-3>
- Kishita, Y., Höjer, M. & Quist, J. (2024). Consolidating backcasting: A design framework towards a users' guide. *Technological Forecasting and Social Change*, 202, 123285.
- Klimautvalget 2050. (2023). *NOU 2023: 25 - Omstilling til lavutslipp: Veivalg for klimapolitikken mot 2050*. K.-o. miljødepartementet.
<https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Klimautvalget-2050.pdf>
- Kristensen, N. B., Flügel, S., Hovi, I. B., Madslie, A., Wangsness, P. B., Hansen, W., Halse, A. H., Steinsland, C. & Johansen, B. G. (2024). *Transporttetterpørsel ved fremsyn og backcasting - Vurdering av etablerte transportmodeller og andre verktøy [TØI-Report 2051/2024]*.
<https://www.toi.no/publikasjoner/transporttetterpørsel-ved-fremsyn-og-backcasting-vurdering-av-etablerte-transportmodeller-og-andre-verktoy>
- Kristensen, N. B. & Thune-Larsen, H. (2023). *Luftfartsstrategiens klimatiltak: Hvordan påvirkes billettpriser, passasjertall og CO2-utslipp? [TØI-rapport 1956/2023]*.
<https://www.toi.no/publikasjoner/luftfartsstrategiens-klimatiltak-hvordan-pavirkes-billettpriser-passasjertall-og-co2-utslipp>
- Kristensen, N. B., Ydersbond, I. M., Denstadli, J. M. & Thune-Larsen, H. (2025). *Ruteplan til lavutslippssamfunnet - Kunnskapsgrunnlag om klimavennlig luftfart i Norge [TØI-rapport 2073/2025]*.

OECD. (2023). *ITF Transport Outlook 2023*. https://www.oecd.org/en/publications/itf-transport-outlook-2023_b6cc9ad5-en.html

Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R., Høye, A. K., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Rialland, A., Odolinski, K. & Nilsson, J.-E. (2020). *Eksterne skadekostnader ved transport i Norge - Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport [TØI-rapport 1704/2019]* (TØI-Rapport 1704/2019, Issue. <https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-skadekostnader-ved-transport-i-norge-estimer-av-marginale-skadekostnader-for-person-og-godstransport-article35997-8.html> [in Norwegian]

Samferdselsdepartementet. (2024). *Meld. St. 14 (2023-2024). Nasjonal transportplan 2025-2036*.

Sokkeldirektoratet. (2024). *Ressursrapport 2024*. Norwegian Offshore Directorate. <https://www.sodir.no/aktuelt/publikasjoner/rapporter/ressursrapporter/ressursrapport-2024/>

Steinsland, C., Madslien, A., Johansen, K. W. & Wangsness, P. B. (2022). *Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger, vedlegg 6-3 Transportmodellberegninger*. <https://www.toi.no/publikasjoner/konseptvalgutredning-veibruksavgift-og-bompenger-vedlegg-6-3-transportmodellberegninger-article37880-8.html>

Vista Analyse & Metier. (2024). *Kvalitetssikring av KVV Green: Statens prosjektmodell – Rapport nummer f005a*. For Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/ekstern-kvalitetssikring-av-kvu-green/id3054388/>

Wangsness, P. B., Rødseth, K. L., Thune-Larsen, H. & Ellingsen, L. A.-W. (2023). *Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs-Oppdaterte estimer av marginale skadekostnader - 2022 TØI-Rapport 1953/2023*

<https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-kostnader-fra-godstransport-pa-veg-og-til-sjos-oppdaterete-estimer-av-marginale-skadekostnader-2022>

Vedlegg A: Følsomhetsanalyser fra eksempelberegningene

For å vurdere sentrale usikre forutsetninger om hvordan utviklingen fram mot 2050 kommer til å bli, og samtidig øke innsikten i modellapparatet velger vi å kjøre en rekke følsomhetsanalyser på sentrale parametere. Disse parameterne vil også være av interesse i senere utvikling av mer gjennomarbeidede strategier mot en karbonnøytral transportsektor.

Etter at følsomhetsberegningene i dette vedlegget var gjort, ble det gjort forbedringer i NOREG-modellen (bl.a. knyttet til modelleringen av eksport), samtidig som vi endret enkelte koblinger mellom sektor i NOREG 2 og varegruppe i NGM slik at noen varer fikk andre vekstfaktorer (der en av endringene er høyere vekst for forbruksvarer med nye vekstrater, som i seg selv bidrar til høyere transportarbeid både for jernbane og vei).

Noen følsomhetsberegninger ble gjort på nytt etter disse endringene, men ikke alle. Det innebærer at det i noen tilfeller ikke er fullt samsvar mellom beregningene for godstransport som er vist tidligere i rapporten og følsomhetsberegningene i dette vedlegget. Denne inkonsistensen bør ikke bety så mye for selve følsomhetsberegningene, så lenge hver beregning sammenlignes mot en referansebane som er beregnet med samme versjon av modell og metodikk for generering av varestrømmer.

Effekter av endret inntektsskatt og utslippsmål

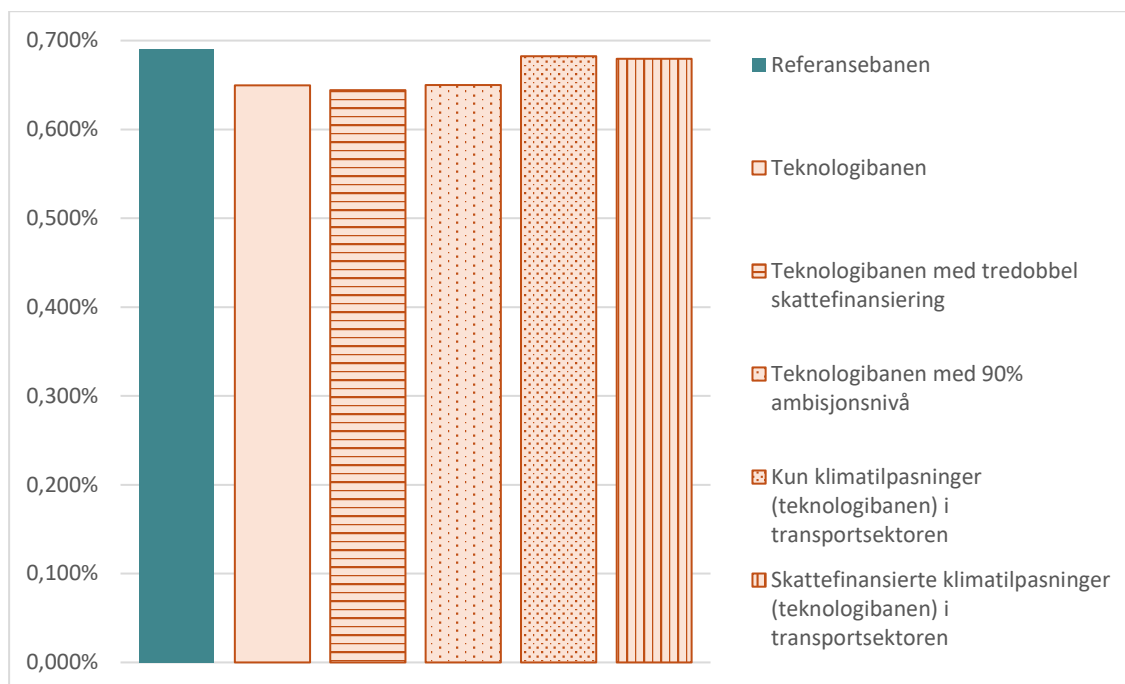
I utformingen av eksempelstrategiene var spørsmålet om finansiering av merkostnadene av nullutslippsløsninger utover EU-krav i teknologibanen sentralt. I denne eksempelstrategien vil merkostnadene dekkes av subsidier. For modelleringens skyld besluttet vi å dekke subsidiebehovet med økt skatt på inntekt. Man kan selvfølgelig velge andre finansieringsformer i en senere mer gjennomarbeidet strategi. Skatt på inntekt ble valgt fordi det impliserer små økninger på et bredt skattegrunnlag, og det ligger som standard antagelse bak skattefinansieringskostnader i samfunnsøkonomiske analyser.

Vi undersøkte følgende varianter:

- Et skattetrykk som er tre ganger så høyt som i hovedvarianten av Teknologibanen, for å gjenspeile muligheten for at nullutslippsløsningene blir vesentlig dyrere enn først forutsatt, gjenspeiles i en økning i skatt på inntekt på 30 mrd. NOK per år over tidsperioden 2025-2050 sammenlignet med Referansebanen.
- Et lavere skattetrykk for å gjenspeile et mindre ambisiøst mål for utslippsreduksjoner i transportsektoren i 2050, hvor subsidiebehovet for å dekke merkostnaden fra EUU-banen reduseres tilsvarende. Vi tar utgangspunkt i at utslippsreduksjonsmålet reduseres til 90 %. Dette er blitt implementert på følgende måte:
 - Det forutsettes fortsatt full elektrifisering av veitransporten, så 100 % oppnås der
 - De siste dieseltogstrekningene forutsettes også elektrifisert
 - I stedet for å ta steget fra 70 % SAF til 100 % SAF, vil luftfarten begrense økningen til 80 % SAF (og bare på EU-lufthavner)
 - I stedet for å ta steget fra 80 % klimanøytralt drivstoff til 100 % i sjøfarten, begrenses økningen til 90 %
 - Sammenlignet med den opprinnelige Teknologibanen reduserer det subsidiebehovet (se Tabell 6.1), gjenspeilet i økningen i skatt på inntekt, på ca. 3 mrd. NOK per år over tidsperioden 2025-2050.

- En variant hvor CO₂-avgiftene og skattetrykket holdes på samme nivå som i Referansebanen, og det eneste som påvirker veksten i økonomien utover EU-banen er klimatilpasningene i transportsektoren.
- En variant hvor CO₂-avgiftene holdes på samme nivå som i Referansebanen, og det eneste som påvirker veksten i økonomien utover EU-banen er klimatilpasningene i transportsektoren og det økte skattetrykket for å dekke merkostnadene ved nullutslippsløsninger utover EU-banen.

Disse følsomhetsanalysene kjøres først i NOREG 2. Resultatene av disse følsomhetsanalysene vises i Figur V.



Figur V.1: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen, Teknologibanen-original, Teknologibanen-90%-utslippsmål, Teknologibanen uten skatt og Teknologibanen med trippel skatt

Som det fremkommer av Figur V.1, har endringene i skattetrykk på inntekt lite så si for den samlede veksten i BNP per capita. Høyere skattetrykk medfører lavere vekst, men med de størrelsesordenene som er relevante i disse eksempelstrategiene, er effektene moderate. Det er bl.a. fordi at skatt på inntekt ikke er implementert på en måte som har vridende effekter på arbeidstilbudet og dermed produksjonen. Den fungerer først og fremst som en reduksjon i disponibel inntekt for husholdningene. Denne reduksjonen i disponibel inntekt for husholdningene blir dermed en overføring til transportsektoren (i transportmodellene) for å dekke merkostnader, og effektene på makroøkonomien begrenser seg i stor grad til selve beløpet husholdningene taper. Og med en gjennomsnittlig årslønn i 2024 på over 700 000 NOK²⁴ blir selv følsomhetsanalysen med 30 mrd. NOK per år i økt skattetrykk godt under 1 % av en gjennomsnittlig årslønn i 2050. Ettersom effekten er såpass liten, og sprer seg såpass jevnt mellom næringer velger vi ikke å bruke plass på å presentere tilvarende resultater fra NGM-beregninger.

²⁴ Årslønn – SSB

Vi ser også at å beholde CO₂-avgiftene og ETS-kvotepreisen på nivået som Referansebanen, istedenfor en heldekkende CO₂-pris på 9089 NOK₂₀₂₅ per tonn, har endel å si for den økonomiske veksten. Den modellerte økonomiske veksten ender omtrent på nivå med Referansebanen. Det er verdt å huske at referansebanen har en CO₂-avgift på 2025-nivå, dvs. 1405 NOK₂₀₂₅, og en forventet EU-ETS kvotepris på 2200 NOK₂₀₂₅. Endringene er enda større for enkelt næringer.

Merknad om metoden: Slik NOREG 2 modellerer responsen på skattesystemet i dag, fremstår det som lite utslagsgivende for den økonomiske veksten å bruke skatt på inntekt til å finansiere merkostnaden ved nullutslippsløsninger. Det at skatt på inntekt i liten grad har noen vridende effekt, kombinert med relativt friksjonsløs flytting av innsatsfaktorer mellom næringer, gjør at vi vurderer at NOREG 2 isolert sett undervurderer kostnadene av omstilling i økonomien. Imidlertid vurderer vi det som et godt verktøy for å vurdere *retningen* på hvor bruttoproduksjonen øker og reduseres, etter næring.

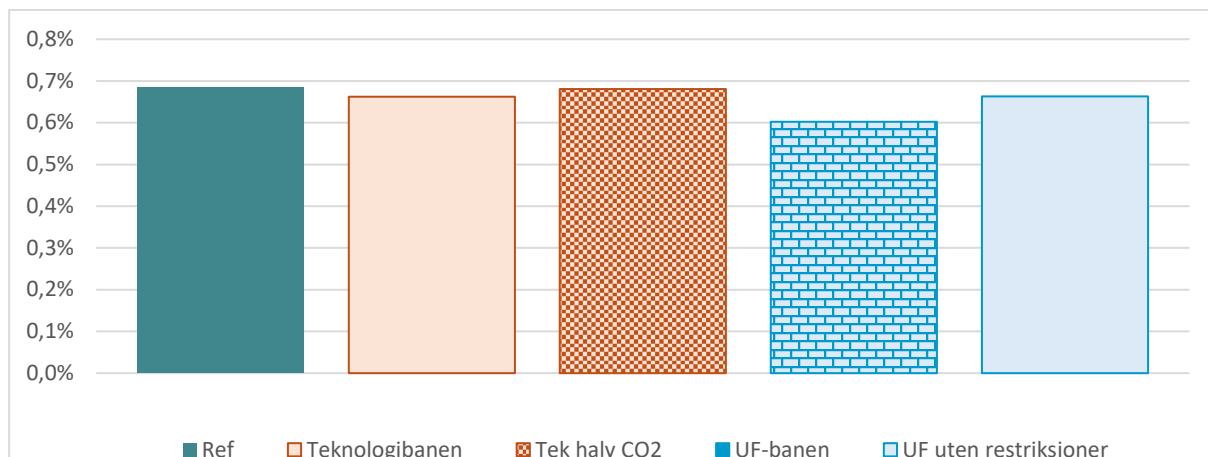
Vi observerer også at når NOREG 2 modellerer en særdeles høy CO₂-pris, så får man høye utslippskutt (ca. 60 %), men kanskje lavere enn man skulle forventet. Det er mye justering av innsatsfaktorbruken og flytting mellom sektorer. Imidlertid virker effekten på den samlede økonomiske veksten som noe moderat, selv om det gir merkbart utslag. Vi vurderer at NOREG 2 isolert sett undervurderer kostnadene av omstilling i økonomien, men et godt verktøy for å vurdere *retningen* på hvor bruttoproduksjonen øker og reduseres, etter næring.

Effekter av endret CO₂-prising og restriksjoner på bygg- og anleggsbransjen

Som påpekt i kapittel 7 ser vi at den kraftige CO₂-prisingen på 9089 NOK₂₀₂₅ i eksempelstrategiene hadde en merkbart påvirkning både på den samlede økonomiske veksten og på godstransportsektoren. Videre ser vi at eksempelstrategien UF-banen også opplevde relativt store utslag på både økonomisk vekst og godstransportsektoren gjennom restriksjonene på bygg- og anleggsnæringen. Vi vil her illustrere hvordan å justere på antagelsene om CO₂-prising og restriksjoner på bygg- og anleggssektoren slår ut kvantitativt i modelleringsapparatet. Vi undersøker følgende:

- Effekten av å halvere CO₂-prisen, dvs. en pris på 4544 i 2050 i Teknologibanen
- Effekten av å ikke implementere restriksjoner på bygg- og anleggssektoren i UF-banen

Disse følsomhetsanalysene kjøres først i NOREG 2 og så i NGM (med utgangspunkt i de respektive hovedalternativene for strategibaner). Resultatene av disse følsomhetsanalysene vises i Figur V.2. Her vil vi påpeke at modellkjøringene i denne figuren ikke er basert på kjøringene som er gjengitt i kapittel 6, men kjøringene av NOREG 2 gjort på et tidligere tidspunkt i prosjektet. Resultatene for Referansebanen, Teknologibanen og UF-banen er derfor ikke identiske med resultatene i kapittel 6, men vi forventer at de relative endringene som følsomhetsanalysene viser, vil være svært like, selv om de skulle blitt gjentatt med helt oppdaterte modellkjøringene.



Figur V.2: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita mellom 2023 og 2050 i Referansebanen, Teknologibanen (original), Teknologibanen med halv CO₂-avgift, UF-banen med byggerestriksjoner og UF-banen uten byggerestriksjoner

I Figur V.2 ser vi at det å fjerne restriksjonene på bygg- og anleggssektoren fra UF-banen medfører merkbart høyere vekst i BNP per capita, hvor den kommer opp på nivå med den originale Teknologibanen. Det er naturlig nok bygg- og anleggsnæringen som kommer sterkere ut i denne følsomhetsanalysen, men det påvirker andre næringer også.

Merknad om metoden: Det er interessant hvordan implementeringen av restriksjoner på enkeltsektoren bygg- og anlegg gir såpass stort utslag på samlet vekst. Restriksjonen er implementert som en avgift som begrenser størrelsen på sektoren, men hvor de modellgenerte avgiftsinntektene fordeles jevnt ut blant husholdninger (lump-sum). Dette er en særdeles vridende restriksjon, som innebærer at bruttoprodukt fra denne sektoren faller bort, den vil etterspørre færre innsatsvarer fra andre sektorer, og den vil også produsere mindre innsatsvarer til andre sektorer. Den fungerer også som en god case for å undersøke koblingen mot NGM, hvor vi ser at dette medfører vesentlig lavere godsvolumer. Slike case-analyser av ulike sektorgrep virker som svært interessante anvendelser av modellapparatet.

Begge følsomhetsanalysene gir merkbare utslag i NGM-kjøringer. Følsomhetsanalysene vi har gjort viser i stor grad gir samme bilde i NGM som i NOREG 2. UF-banen uten restriksjoner på bygg- og anleggssektoren ender også med vesentlig høyere transportarbeid, enn når restriksjonene er implementert. Vi ser at den absolutte endringen er størst for sjøfart.

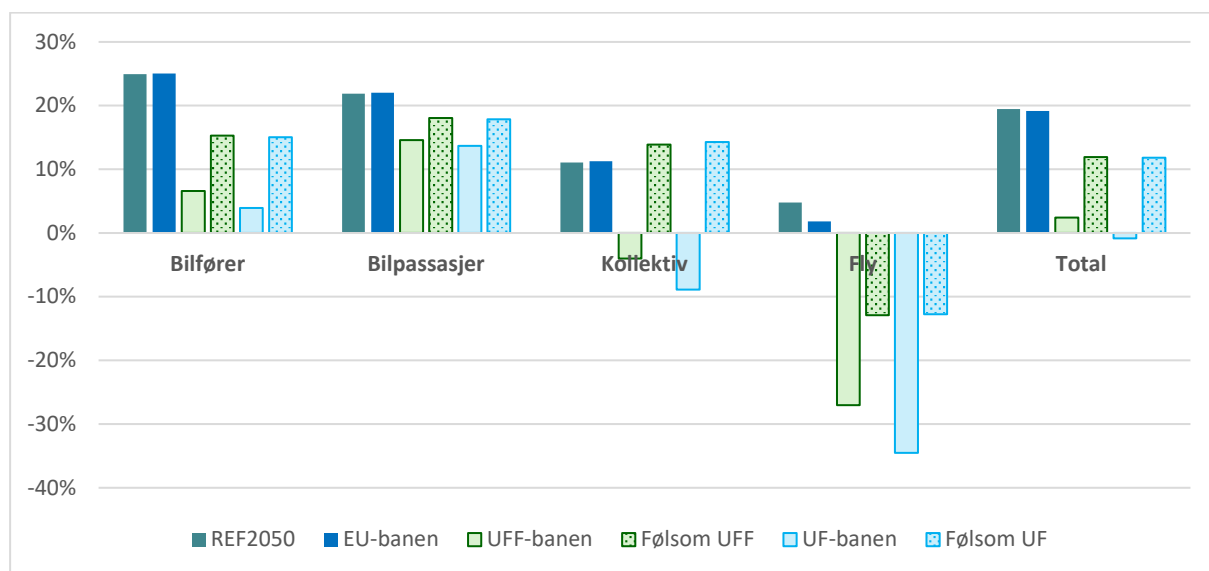
Effekter av endrede forutsetninger for omfanget av digitale møter i 2050

Forutsetningen om at 50 % av alle lange arbeids- og tjenestereiser kan gjennomføres digitalt i 2050 i UFF-banen kan være sterk, spesielt når virkemidlene uttenkt i kapittel 4.6.1 virker relativt moderate. Forutsetningen om at 60 % av disse reisene kan erstattes av digitale løsninger i UF-banen er enda sterkere. En kan selvfølgelig tenke seg at i 2050 kan digitale hjelpemidler for interaksjon, såkalt metavers²⁵, AR- og VR-teknologi vil være av såpass høy kvalitet at det er et veldig godt substitutt for fysisk nærvær. I et slikt tilfelle vil følsomheten bli høyere for både tidsmessige og monetære kostnader ved lange reiser. Hvordan denne utviklingen blir de neste 25 årene er imidlertid svært usikker. Da

²⁵ [Metavers – Wikipedia](#)

kan det være hensiktsmessig å undersøke hvor følsomme resultatene er i UFF- og UF-banen er for mer moderate forutsetninger om andelen lange arbeids- og tjenestereiser som kan erstattes med digitale møter. Vi undersøker derfor implikasjonene av at:

- Andelen lange arbeids- og tjenestereiser som erstattes med digitale møter reduseres fra 50 % til 20 % i UFF-banen
- Andelen lange arbeids- og tjenestereiser som erstattes med digitale møter reduseres fra 60 % til 20 % i UF-banen

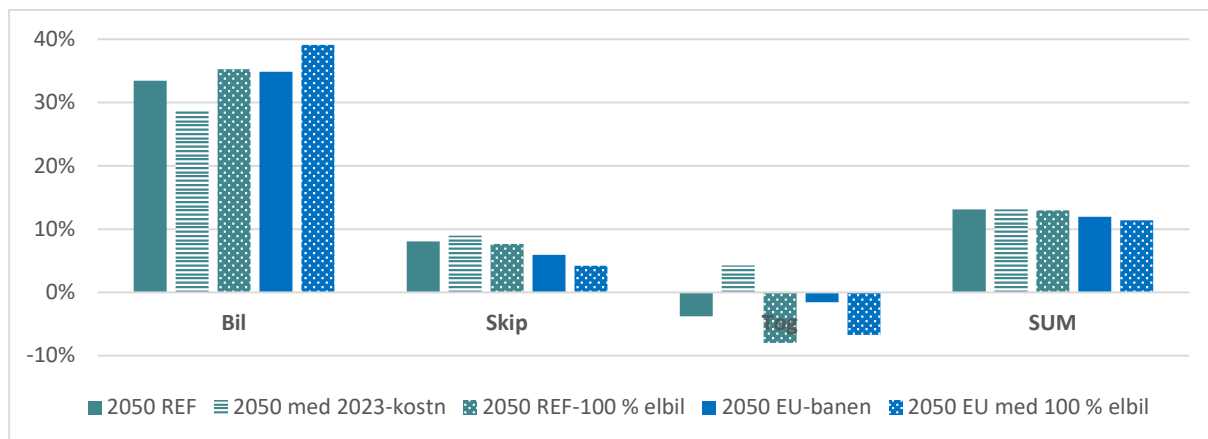


Figur V.3: Endringer i lange turer i Referansebane 2050 (Steg 0), EU-banen, UFF-banen, Følsomhetstesting med UFF-bane med mindre digitale møter, UF-banen og Følsomhetstesting med UF-bane med mindre digitale møter målt opp mot referanse 2023.

Endrede forutsetninger om kostnadsutviklingen i og elektrifiseringen av lastebilparken i Referansebanen

I gjennomgangen av modellresultatene kommer det tydelig fram at forutsetningene som gjøres om framtidige kostnader for godstransport med lastebil er veldig utslagsgivende for både fordeling mellom transportmidler og totalt transportomfang. Her er det særlig forventede kostnader knyttet til elektriske lastebiler i 2050 som slår ut i modellberegningene. Med vesentlig lavere distansekostnader og bare litt høyere kapitalkostnader, forventes elektriske lastebiler å redusere samlede transportkostnader, alt annet likt. Framskrivningen i Referansebanen, hvor 64 % av trafikkarbeidet med lastebil er elektrifisert, kan være konservativ. Vi ønsker derfor å undersøke implikasjonene av å forutsette at hele lastebilparken er elektrifisert for både Referansebanen og EU-banen. Dette gjøres i Figur V.

I tidligere transportframskrivninger har det ikke vært tatt hensyn til at kostnadene ved bruk av gitte transportmidler kan forventes å endre seg når det innføres ny teknologi. I referansebanen vi nå har laget for lastebiler er det forutsatt at 64 prosent av kjøringen foregår elektrisk i 2050, med lavere framføringskostnader enn ved tilsvarende biler på fossilt drivstoff. Vi har i en egen følsomhetsberegning sett på den isolerte effekten av at kilometerkostnadene for lastebil går ned (kombinert med en liten økning av tidskostnadene knyttet til at de elektriske bilene fortsatt forventes å være noe dyrere i innkjøp). Beregningen er gjennomført ved at man for 2050 legger til grunn de samme tids- og distansekostnadene for lastebil som i 2023. Andre forhold som virker i favør av lastebiltransport er opprettholdt, som nye veiprosjekter og bortfall av det aller meste av bompenger. Dette vises også i Figur V.4.



Figur V.4: Endringer i transportarbeid (prosent) på norsk område i både Referansebanen, Følsomhetsberegnet Referansebane med opprettholdte 2023-kostnader, Følsomhetsberegnet Referansebane med 100 % elektrisk lastebilpark, EU-banen og Følsomhetsberegnet EU-bane med 100 % elektrisk lastebilpark målt opp mot referanse 2023.

Effekt på transportomfanget av å loope med NOREG 2

I beregningene av strategiene er NOREG 2 brukt til å beregne reviderte varestrømmer for godstransporten som følge av forutsetningene i den enkelte strategi (transportkostnader, CO₂-pris, skatter/subsidier osv.). Dette har bidratt til at vi har fått en reell forskjell i både samlede godsmengder og geografisk fordeling av godset, både fra referansebanen til strategiene og strategiene imellom. Dette har vi i kapittel 7 sett at slår ut i lavere samlet transportarbeid i alle strategiene sammenlignet med referansebanen. Lavest transportarbeid er beregnet i UF-banen, der det er beregnet en nedgang også fra dagens situasjon.

Det er til dels kraftige virkemidler og kostnadsøkninger som ligger til grunn for de ulike strategiene, som man bør forvente vil ha en påvirkning på utvikling og etterspørsel etter godstransport framover. En analyse som ikke tar hensyn til dette vil nødvendigvis være mangelfull. Vi har likevel gjort en følsomhetsberegning for hver av strategiene, der etterspørselen etter godstransport er holdt uendret fra referansebanen, dvs. uten bruk av NOREG 2.

Disse beregningene isolerer dermed effekten av transportkostnadsendringene som ligger til grunn i de ulike banene (kostnadsendringer via NGMs kostnadsmodell samt kilometerkostnader/veipricing direkte i veinettet). Nivået på kostnadsendringer varierer mellom strategiene, og er både knyttet til kostnader ved elektrifisering/nullutslippsteknologi (eventuelt sparte kostnader ved dette), veipricing og marginalkostnader for sjø og bane.

Forskjellen mellom hovedberegningene og følsomhetsberegningene blir dermed effekten NOREG 2 har på varestrømmene, som både er en konsekvens av endrede transportkostnader, endret CO₂-avgift i resten av økonomien og subsidier/skatteøkning der dette har vært forutsatt. I praksis betyr dette at vi bruker de samme matrisene som i referansebanen.

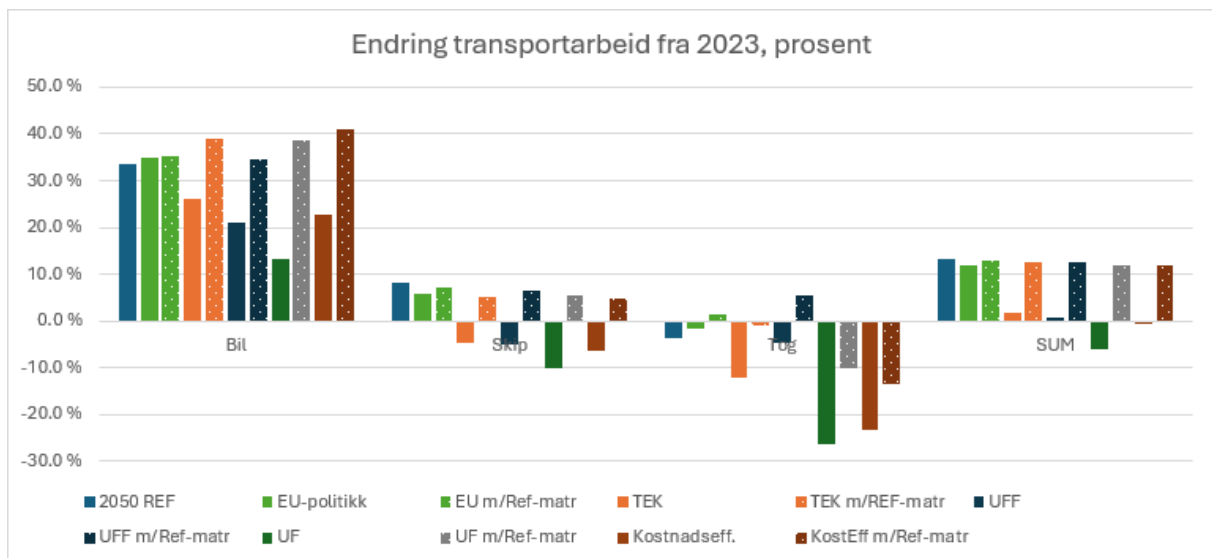
Følgende figur viser beregnet endring i transportarbeid fra 2023 i referansebanen og hovedberegningene for strategiene, samt i følsomhetsberegningen for hver strategi. I figuren er det brukt samme farge innenfor hver strategi, men der følsomhetsberegningene skiller seg ut ved å være skravert/hvitprykkete.



Figur V.5: Beregnet endring i transportarbeid (millioner tonnkm) på norsk område i hovedberegningene og i følsomhetsberegninger med faste varestrømmer (lik referansebanen).

Vi ser av figuren at alle de skraverte søylene ligger relativt likt for SUM transportarbeid på norsk område, med kun små endringer fra referansebanen. Dette er en konsekvens av at varestrømmene som brukes som input er like, der forskjeller vil være knyttet til endringer i transportmiddelfordeling (der ulike transportmåter vil ha ulike distanse på samme relasjon). I alle strategier og for alle transportmidler er det slik at følsomhetsberegningen (skravert søyle) viser høyere transportarbeid enn i hovedberegningen der NOREG 2-loopingen har bidratt til redusert transportetterspørsel.

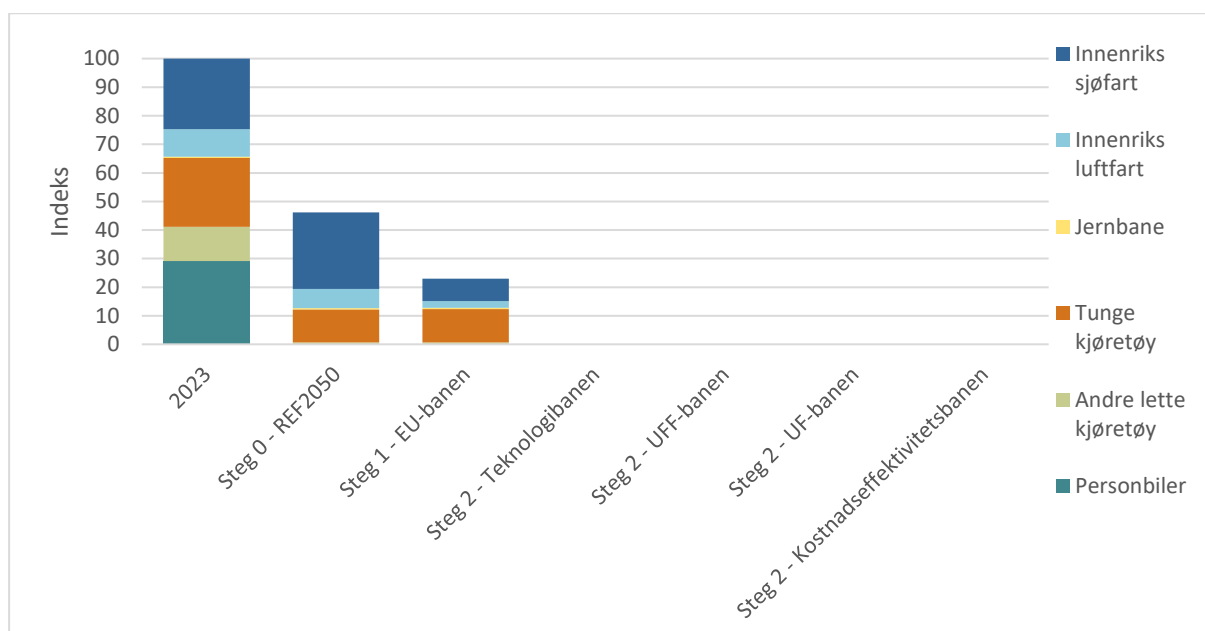
I figuren under viser vi de prosentvise utslagene i forhold til 2023.



Figur V.6: Beregnet endring i transportarbeid (prosent) på norsk område i hovedberegningene og i følsomhetsberegninger med faste varestrømmer (lik referansebanen).

Vedlegg B: Beregninger av CO₂-utslipp og energibruk

Alle strategibanene oppnår per definisjon null direkte utslipp fra (den modellerte) transportsektoren i 2050. Det er nettopp kostnadene av å bytte over til nullutslippsløsninger som driver kostnadsendringer som videre driver endringer i transportlikevekten i Norge. Det er imidlertid interessant å vurdere hvordan modellene kan brukes til å beregne endringer i CO₂-utslipp i både Referansebanen (Steg 0) og EU-banen (Steg 1) og sammenligne det med referanseåret 2023. I Figur V.7 viser vi beregninger av CO₂-utslipp i de ulike banene, indeksert mot utslippene i SSBs Tabell 13931: Klimagasser AR5, etter kilde (aktivitet), statistikkvariabel og år i 2023. Skaleringen er gjort utfra den modellerte trafikkendringen beregnet i transportmodellene og forutsetninger om nullutslippsandeler i 2050 i de ulike banene. For innenriks luftfart er det også lagt inn en forutsetning om 32% energieffektivisering mellom 2025 og 2050 (Kristensen et al., 2025).



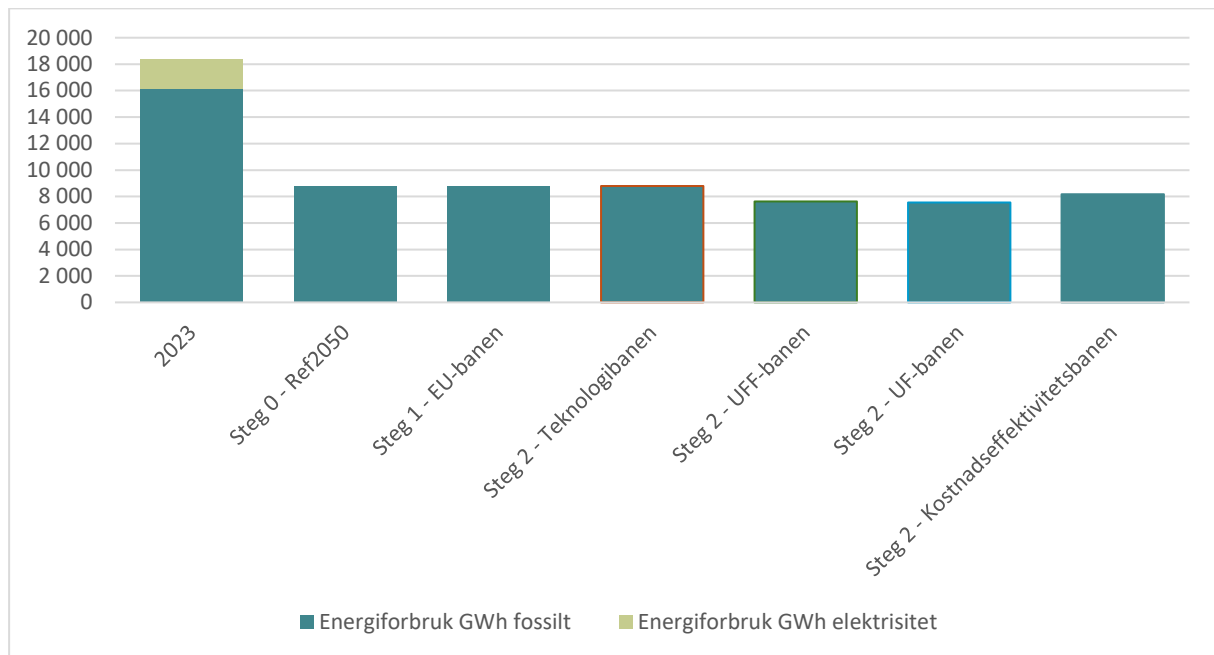
Figur V.7: CO₂-utslipp fra transportsektoren i ulike baner ift. 2023 (2023 indeksert til 100). Grov beregning. Tallene må tolkes med forsiktighet.

En tilleggsoppgave i dette metodeoppdraget har vært å undersøke effektive måter å gå fra transportmodellberegninger av turer, trafikkarbeid og transportarbeid til beregninger av energibruk. Her har det ikke vært anledning til å dekke hele den modellerte transportsektoren, så vi har fokusert på de største kildene til energibruk:

- Personbilparken
- Innenriks luftfart
- Lastebilparken
- Sjøtransport

For beregning av personbilparken har det ikke vært utviklet noen spesifikk metode. Her baserer beregningene seg kun på SSBs energibruksstatistikk og trafikkarbeidsstatistikk, koblet sammen med

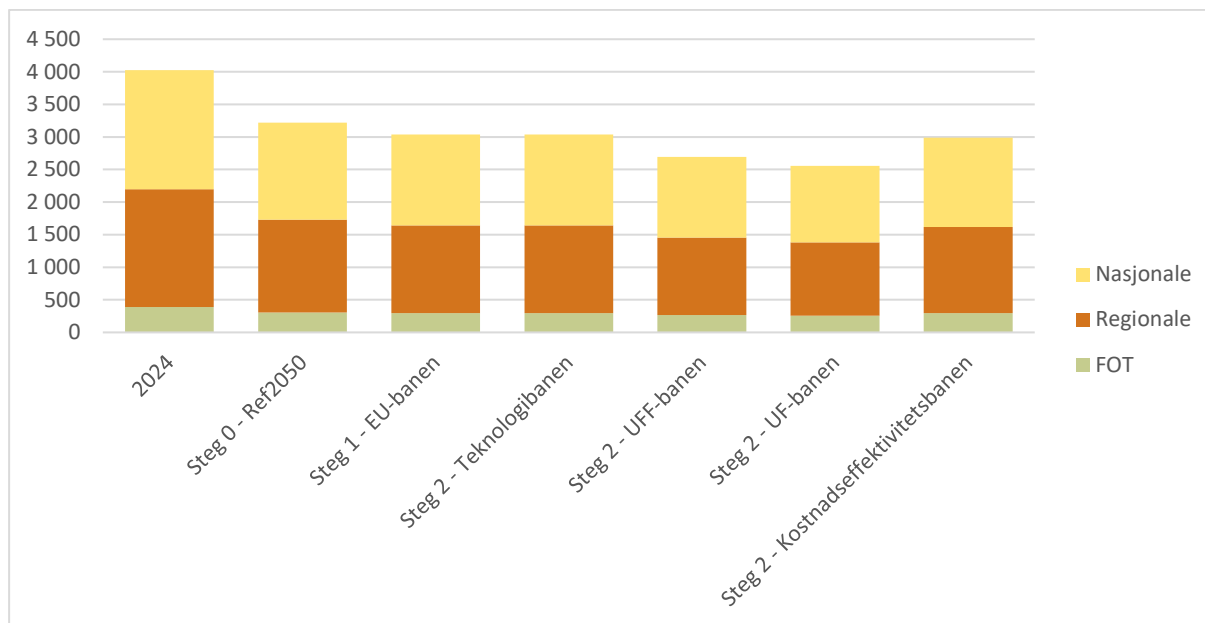
faktorer for gjennomsnittlig energibruk per kjøretøykilometer og modellresultater for trafikkarbeid. Beregningene vises i Figur V.8.



Figur V.8: Energiforbruk (GWh) personbilparken, grovberegnet.

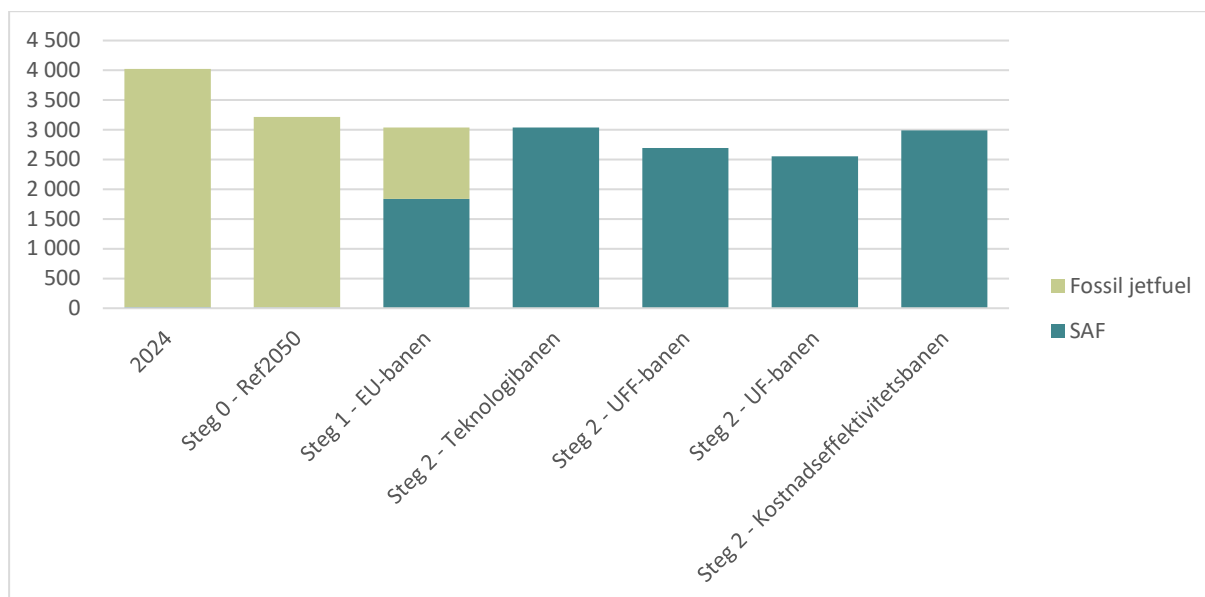
Resultatene i Figur V drives av at i 2050 forutsettes 100% elektriske personbiler, med gjennomsnittlig strømforbruk per km i både Referansebanen, EU-banen og alle strategibanene. Da drives gjennomsnittlig energiforbruk per km ned fra 0,51 kWh til 0,22 kWh. Videre skaleres trafikkarbeidet ut fra resultatene fra RTM og NTM6 i de ulike banene. Viser at selv med vekst i trafikkarbeid forventes ca. 50% lavere energiforbruk fra personbilparken i 2050 enn i 2023 pga. overgangen til elbiler.

For beregninger av energibruk i luftfarten kan mye av inputen tas direkte ut av PACER-modellen. PACER-beregningene for 2024, som er startåret for denne modellversjonen, samsvarer bra med SSBs energibruksstatistikk. Med moderat passasjervekst, kombinert med en forventet energieffektivisering på 32 % (Kristensen et al., 2025), mellom 2025 og 2050 oppnås vesentlig lavere energibruk allerede i referansebanen. Det som skiller strategibanene er hovedsakelig hvorvidt etterspørselen drives ned av kraftig overgang til digitale møter, og i mindre grad av de direkte modellerte prisvirkningene. Prisvirkningene er drevet av kravet til økt innblanding av SAF fra EU, hvor det i strategibanene i tillegg legges på høyere passasjeravgifter for å finansiere en økning av innblandingen opp til 100 %. I tillegg vil det i UFF- og UF-banen være noe flytting fra fly til tog og langdistansebuss, da sistnevnte pålegges en 20% prisreduksjon. Resultatene vises i Figur V.9.



Figur V.9: Energiforbruk GWh, innenriks luftfart, grovberegnet.

Fordelingen kan også fordeles mellom fossil jet fuel og SAF. Dette vises i Figur V.10.



Figur V.10: Energiforbruk GWh, innenriks luftfart, grovberegnet, fordelt på energibærer.

Vi har på kort varsel forsøkt å etablere grove energiberegninger for godstransport for hver av strategiene. Utgangspunktet er beregnet transportarbeid på norsk område i NGM, teknologiavhengig energiforbruk pr tonnkm og teknologifordeling ved de ulike strategibanene.

Selv om beregningene i dette vedlegget er å anse som grove, har det vært nyttig som en del av metodeprosjektet. Målet vært å etablere et mer detaljert opplegg for NGM enn det som har vært tilgjengelig hittil og som det er mulig å videreutvikle.

Beregningsopplegget for godstransport har i første omgang fokusert på veg- og sjøtransport. For hver varegruppe er det, basert på den detaljerte resultatfilen fra referansescenariet, hentet ut hva som er de(n) dominerende kjøretøy-/fartøyskategori og -størrelse for hver kombinasjon av hovedtransportmiddel og varegruppe for hhv. innenrikstransport og ved import og eksport.

For disse kjøretøy-/fartøyskategoriene er det påkoblet drivstofforbruk pr km ved fossilt drivstoff (diesel, MGO) – basert på grunnlaget fra kostnadsmodellen til NGM. Dette drivstofforbruket er omregnet til energibehov (kWh/km) for de ulike alternative energikildene, dvs. kWh-behov av f.eks. strøm (for vegtransport) og ammoniakk, LBG etc. (for skip).

For å konvertere energibehov pr km, til energibehov pr tonnkm (transportarbeid) er det tatt utgangspunkt i kapasitetsklassen (1,2,3) som er gjeldende for de dominerende transportmidlene for hver vare. Eksempelvis er kWh-behovet pr km for en større lastebil delt med 28 der hvor den aktuelle kapasitetsklassen (dvs. 28 tonn med last) tilsier dette. Tilsvarende er gjort for skip. Dette gir faktorer for kWh-forbruk pr tonnkm for de ulike transportmidlene, for de ulike teknologiene og koblet til vare.

For å hensynta tomkjøring er faktorene justert med en «tomkjøringsfaktor». Gitt tidsrammen er denne skjønnsmessig satt til 35% for vegtransport og 50% for sjø. For sistnevnte er dette påslaget brukt for å ta hensyn til energibruk under lasting/lossing. Tomkjøringsfaktorene vil kunne justeres og differensieres i videre arbeid

Resultatet har blitt faktorer for kWh-forbruk pr tonnkm for de ulike transportmidlene, for de ulike teknologiene, koblet til vare, og justert for tomkjøring, og som er konsistente med forutsetningene om drivstofforbruk i NGMs kostnadsmodell.

For å anslå totalt energibehov har vi for hver av banene tatt utgangspunkt i transportarbeidet for hovedtransportmidlene og kombinert dette med teknologifordelingen i de ulike banene og tilhørende energiforbruksfaktorer

Gitt den korte tidsrammen har det ikke vært mulig å etablere like detaljerte opplegg for godstransport med jernbane-, ferge- og fly. Energiforbruk for varebiler er heller ikke inkludert i beregningene, fordi varebiler ikke inngår i NGM.

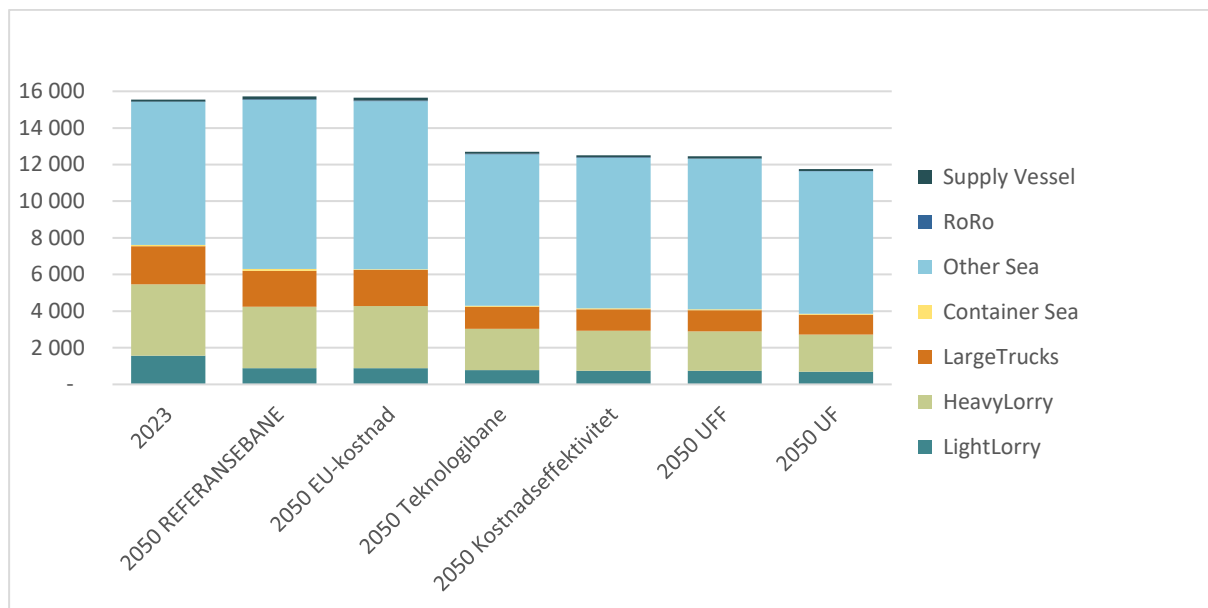
Energibruksberegningene ser rimelig ut mellom scenarioene, men totalt energiforbruk ligger lavere enn det andre anslag fra f.eks. Mdir tilsier. Vi minner derfor om at beregningene som ligger til grunn er nokså grove og at dette er en metodikk under utvikling.

Bl.a. med hensyn til tomkjøring vil det kunne være behov for justeringer, mens særlig for skip er energibehovet nokså sjablongmessig beregnet ut fra relativt energiinnhold i ulike drivstoff og relativ motoreffektivitet.

For de «nye» skipsteknologiene (som LBG og ammoniakk) er informasjonstilfanget foreløpig begrenset og anslag på motoreffektivitet varierer fra litt under til litt over effektiviteten for konvensjonelle skipsmotorer (dvs. ca. 40 %). Vi har ikke hatt grunnlag til å detaljdifferensiere mellom f.eks. konvensjonelle, dual-fuel eller alternativspesifikke motorer og antatt 40 % motoreffektivitet for samtlige «nye» teknologier som bruker forbrenningsmotor.

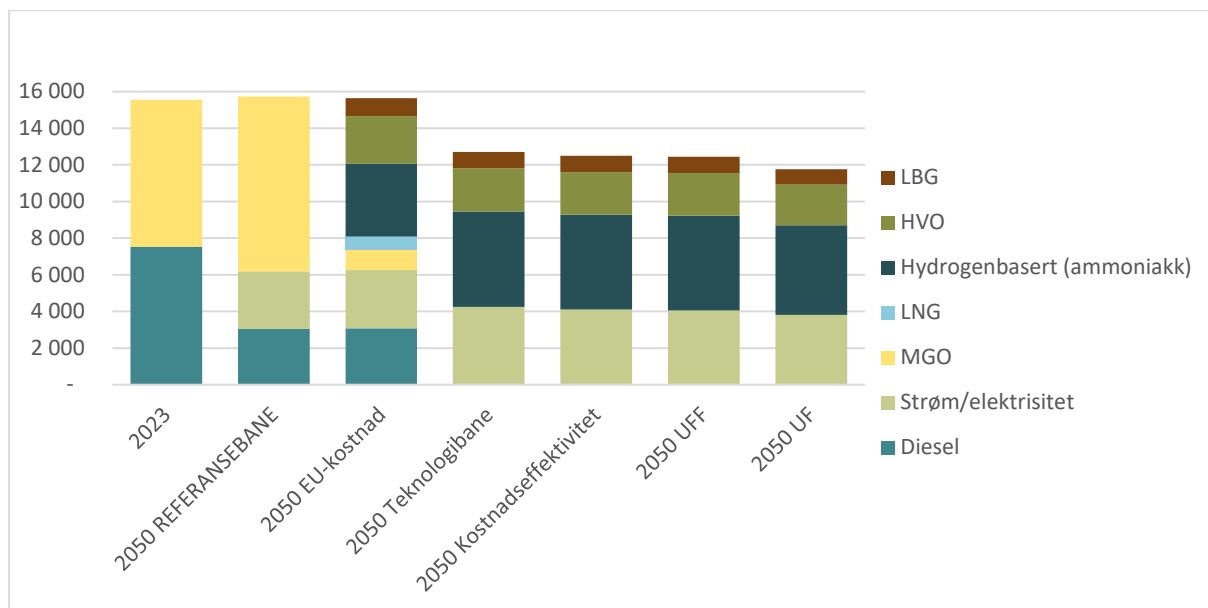
Med dette blir også energibehovet pr km og pr tonnkm likt for de alternative drivstoffene.

Totalbildet (pris, tilgjengelighet, praktisk brukbarhet, men ikke minst energiforbruket for hele fremstillings- og distribusjonsprosessen) vil imidlertid variere. Resultatene vises i Figur V.11. Beregningene tilsier noe lavere energibruk i strategibanene sammenlignet med Referansebanen og EU-banen. Dette er hovedsakelig drevet av den komplette elektrifiseringen av lastebiltransporten, som også tar noe av markedsandelene fra sjøfarten.



Figur V.11: Energibruk i GWh - veg og sjø - INNENRIKS + IMP/EKSP (innenriks del).

Energibruken kan også fordeles mellom de ulike energibærerne. Dette vises i Figur V.12.



Figur V.12: Energibruk i GWh, fordelt på energibærere, - veg og sjø - INNENRIKS + IMP/EKSP (innenriks del).

Vedlegg C: Eksempler på nytteberegning i de ulike strategiene

Et sentralt spørsmål i forbindelse med nye metoder i transportplanleggingen, er hvordan dette vil påvirke hvilken nytte som beregnes av infrastrukturprosjekter. Trafikantnyttens av et prosjekt avhenger av mange elementer, der de viktigste er hvordan transporttilbudet endres (tid, distanse og andre kostnadselementer) og hvor mange som påvirkes av prosjektet (eksisterende trafikanter, overført trafikk og eventuell nygenerert trafikk).

Nytten av et infrastrukturprosjekt beregnes ved å summere nytten over mange år (prosjektets levetid), basert på beregninger for noen utvalgte år og interpolering for mellomliggende år. I og med at vi i vårt arbeid kun har gjort beregninger for år 2050, så gjelder også nytteberegningene vi vil vise kun for dette ene året.

I dette vedlegget viser vi *eksempler* på hvordan beregnet nytte av et prosjekt i år 2050 kan variere med hvilken strategibane som gjelder. Vi har sett på to prosjekter, valgt av oppdragsgiver, hhv. veiprojektet Moi-Ålgård (E39 på Jæren, som gir betydelig innkorting både i distanse og tid) og et jernbaneprojekt med økt frekvens på Jærbanen (dvs kortere ventetid for togreisende). Veiprojektet påvirker både godstrafikken og persontrafikken, mens frekvensen på Jærbanen kun regnes på for persontransport. I hver bane er nytten av prosjektet beregnet mot et nullalternativ som er **samme strategibane uten at prosjektet er gjennomført**. Nullalternativet vil dermed være de beregningene som er vist tidligere i rapporten. Fokus i beregningene er hvilken effekt de ulike strategibanene vil ha på beregnet nytte av prosjektene.

I det følgende gjengis først resultater fra en grov nytteberegning for godstransporten av Moi-Ålgård-prosjektet, mens det deretter vises beregninger for persontransport for både dette veiprojektet og for frekvensforbedringen på Jærbanen.

Det er verdt å merke seg at nytteberegningene er gjort uten at det har vært gjort noen verifisering av hvor god de ulike modellene er i det spesifikke området, dvs. om de treffer dagens trafikk for lette og tunge biler på E39 eller trafikken på Jærbanen i dagens situasjon. Beregningene må derfor ses som **eksempler på hvordan nytten av et prosjekt kan variere ut fra hvilket framtidsbilde vi har i 2050, men de er ikke egnet til å vurdere om prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke**.

Godstransport

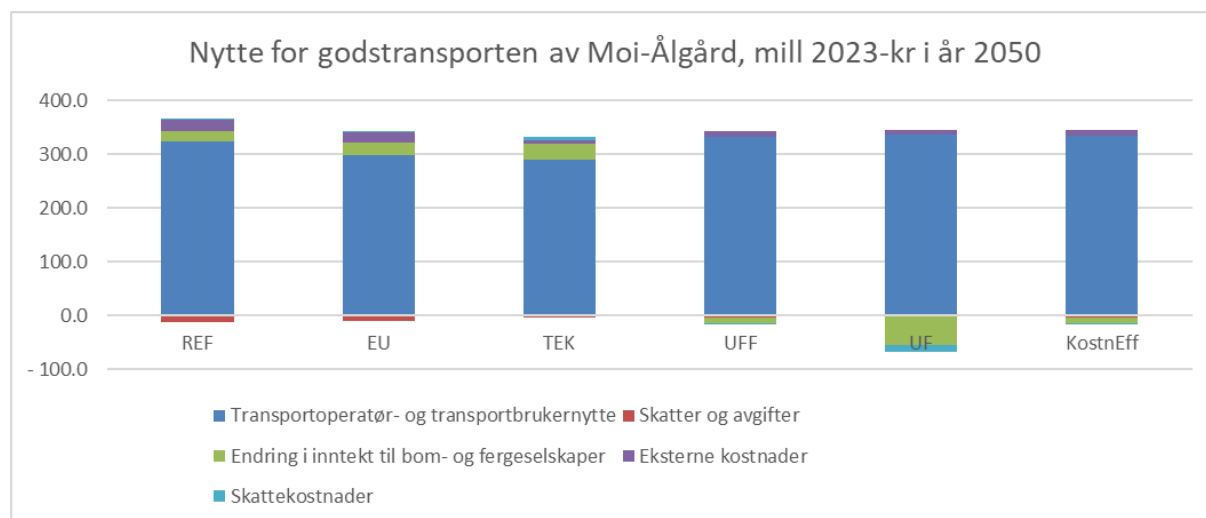
Alle tall gjelder **nytte i enkeltåret 2050**, i 2025-kroner. I hver bane er nytten av prosjektet beregnet mot et nullalternativ som er **samme bane uten prosjektet**. I dette ligger at det i hver strategi ligger til grunn **forskjellige varestrømsmatriser**, basert på loopingene som er gjort med NOREG 2. Det innebærer både at transportomfanget er forskjellig i de ulike strategiene, og at det er regionale forskjeller i varestrømmene. Begge deler vil være med og påvirke nytteberegningen. Det er ellers verdt å merke seg at beregningen er gjort uten bompenger for veiprojektet Moi-Ålgård, fordi 2050 er så langt fram at prosjektet er forutsatt nedbetalt før den tid.

Tabellen under viser beregnet nytte for godstransport av veiprojektet Moi-Ålgård.

Tabell V.1: Beregnet nytte av Moi-Ålgård for godstransport i år 2050 i de ulike strategiene. Millioner 2025-kroner.

Nytte godstransport Moi-Ålgård	REF	EU	TEK	UFF	UF	KostnEff
Transportoperatør- og transportbrukernytte (inkl. godsets tidsverdi)	323.3	299.5	290.0	332.1	336.5	335.5
Skatter og avgifter	-11.2	-9.5	-2.6	-3.2	-2.4	-2.7
Endring i inntekt til bom- og fergeselskaper, inkl. veipricing i UFF, UF og KostnEff	19.5	22.6	29.8	-10.7	-53.1	-10.9
Eksterne kostnader	22.8	18.9	6.6	12.2	7.9	9.2
Skattekostnader	1.7	2.6	5.5	-2.8	-11.1	-2.7
SUM nytte for godstransport i 2050	356.1	334.1	329.2	327.6	277.8	328.3

Samme tall som i tabellen er også vist i følgende figur.



Figur V.13: Eksempel på beregnet nytte for godstransport i år 2050 i de ulike strategiene. Millioner 2025-kroner.

Tabellen viser at nytten for godstransportbrukere/transportører er høyest i UFF, UF og KostnEff, selv om trafikken i utgangspunktet er lavere i disse strategiene. Årsaken til dette er at det i disse strategiene ligger inne veipricing, som innebærer at nytten av en veiinnkorting er høyere enn når man ikke har veipricing. Effekten motvirkes av at det blir reduserte inntekter fra veipricingen, som i tabellen over ligger i posten «Inntekt til bom- og fergeselskaper». Her ser vi at spesielt UF-banen skiller seg ut med negativ nytte (lavere inntekter), fordi veiprisen i spredtbygd område (som det nye veiprojektet ligger i) er betydelig høyere i denne banen enn i UFF og KostnEff. UF-banen har dermed høyest nytte for transportører/transportbrukere, men samlet nytte er likevel lavest i denne strategien. Høyest samlet nytte beregnes for referansebanen.

Persontransport

Frekvensforbedringen på Jærbanen er et ganske lite tiltak. Det er snakk om en oppjustering av frekvens slik at tid mellom avganger går fra 30 minutter til 15 minutter på linjen mellom Sandnes og Stavanger. All den tid strekningen også betjenes av toglinjer mellom Stavanger og Oslo, Kristiansand, Nærbø og Egersund er den reelle kombinerte ventetiden allerede veldig lav for de som reiser med tog mellom Stavanger og Sandnes, og tiltaket gir slik sett lite spart ventetid.

Tiltaket gir som forventet ingen merkbar nytteeffekt i NTM6. NTM6 omfatter bare lange reiser over 70 km én vei, og inneholder således ikke interne reiser på Nord-Jæren. Togreisende fra Stavanger skal til destinasjoner mye lenger unna enn Sandnes, og kostnaden ved å bytte tog i Sandnes er høyere enn den ekstra ventetiden man får ved å velge et direktetog.

Tabellen under viser nytteeffekter for korte kollektivreiser ved økt frekvens mellom Stavanger og Sandnes. Sekundære nyttebidrag for andre transportformer er ikke inkludert i resultatene for denne eksempelberegningen fordi de beregnende effektene er små og usikre. Det er heller ikke tatt med effekter for eksterne kostnader knyttet til tiltaket.

I beregningen for Jærbanen er nytten beregnet med tidsverdi spesifikt for togreisende.

Tallene er oppgitt i millioner 2025-kroner kroner for beregningsåret 2050.

Tabell V.2: Beregnet nytte av Jærbanen for kollektivreisende i år 2050 i de ulike strategiene. Millioner 2025-kroner.

	REF	UFF	UF
Brukernytte ombordtid	20.1	21.4	21.1
Brukernytte tilbringertid	-17.8	-18.9	-18.8
Brukernytte ventetid	27.0	27.7	27.3
Brukernytte bytteulempe	-1.3	-1.5	-1.5
Brukernytte billettpris	0.0	0.0	0.0
Endring inntekter fra kollektivbilletter	4.3	6.6	6.4
Samlet nytte i 2050 for kollektivreisende	32.3	35.2	34.5

Det er intuitivt overraskende at beregnet trafikantnytte for Jærbanen er såpass lik i de tre banene, samtidig som antall kollektivreiser er vesentlig høyere i UFF og UF enn i referansebanen. Det virker å være to hovedforklaringer på dette. Den ene er at antall arbeidsreiser er lavere i UFF og UF grunnet mer hjemmekontor i disse banene. Dette gir lavere nytte fra arbeidsreiser og disse har vesentlig høyere tidsverdi enn fritidsreisene.

Et annet aspekt er at det åpenbart skjer en relativt betydelig endring av hvilke kollektivlinjer som brukes i området. Man kunne kanskje forvente at redusert ventetid for eksisterende togpassasjerer på Jærbanen ville dominere nyttebegrunnelsen, men det blir også et betydelig skifte av hvilke kollektivlinjer som brukes. Dette gir lavere ombordtid, men kompenseres i stor grad av høyere tilbringertid. Dette er antakeligvis reisende som bytter ut ganske høyfrekvente bussruter til fordel for Jærbanen. Disse sparer ikke like mye ventetid som eksisterende togreiser, og bidrar således ikke like mye til total brukernytte som de som reiser med tog i både før og ettersituasjonen. Dette er passasjerer som står for en god del av kollektivveksten i strategi-banene, noe som bidrar til at den totale brukernytten i strategibanene øker mindre enn passasjerveksten sammenlignet med referansen. Denne effekten er nok i stor grad drevet av fortetningen i knutepunkter som forutsettes i UFF- og UF-banen.

Fordi billettprisen for kollektivtransporten er sonebasert i området, vil man ikke få trafikantnytte knyttet til endret billettpris som følge av endret reisemønster.

Ny vei mellom Moi og Ålgård gir primært nytte for langdistansetrafikken, men i tabellen under er det også inkludert noe nytte for de korte bilreisene. Effekten av prosjektet på eksterne kostnader, samt skattekostnader og avgiftsinntekter er ikke tatt med. Tallene er oppgitt i millioner 2025-kroner for beregningsåret 2050.

Tabell V.3: Beregnet nytte av Moi-Ålgård for persontransport i år 2050 i de ulike strategiene. Millioner 2025-kroner.

	REF	UFF	UF
Brukernytte tid bilfører	304	248	237
Brukernytte distansekostnader	60	52	51
Korreksjon distansekostnader	-37	-32	-29
Brukernytte direktekostnader	-1	4	4
Brukernytte tid passasjer	106	99	97
Brukernytte fly	15	10	9
Endring inntekter bom, ferge og veipris	8	29	29
Endring inntekter fra kollektivbilletter	-5	-4	-5
Endring inntekter fra flybilletter	-65	-46	-45
Samlet nytte i 2050	386	359	348

Eksempelberegningene for Moi-Ålgårdprosjektet viser, som for godstransporten, høyere nytte i referansebanen enn UFF og UF-banene. Årsaken til dette er at det er færre bilister som får nytte av tiltaket i de mer bilrestriktive strategibanene, og at økt bruk av hjemmekontor og digitale møter gir spesielt stor nedgang i bilturer knyttet til arbeid og tjenesteformål. Disse reisehensiktene har vesentlig høyere tidsverdi enn fritidsreisene.

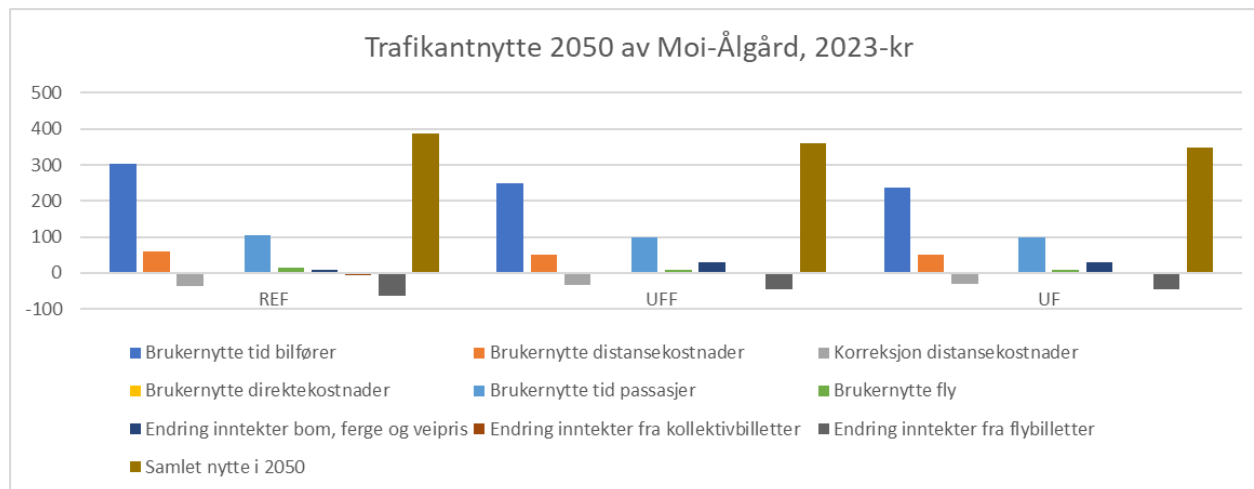
Tiltaket gir betydelig kortere reisedistanse mellom Moi og Ålgård, og resulterer derfor i betydelig trafikanntytte som følge av reduserte distanseavhengige kostnader. Det totale trafikkarbeidet øker likevel noe i alle banene, og dette gir negativt korreksjonsledd.

Korreksjonen stammer i all hovedsak fra korte bilturer under 70 km én vei. I transportmodellen for korte reiser forutsettes det at kun halvparten av distansekostnadene er adferdsrelevante. Dermed vil hver ekstra kjørt kilometer gi en korreksjon på omtrent 0.75 kroner i økte brukerkostnader. I transportmodellen for lange reiser forutsetter man at bilistene forholder seg til de fulle distansekostnadene. Dette innebærer at korreksjonen for økt trafikkarbeid fra lange bilreiser er ganske marginal.

Trafikanntytten knyttet til direktekostnader som bomtakst, fergetakst og veipris utgjør lite. Likevel gir økt trafikk inn mot Nord-Jæren en viss økning i inntekter fra bomringen i referanseberegningen. For strategibanene er denne økningen større, noe som skyldes at økt trafikkarbeid også gir økte inntekter fra veipris. Tiltaket gir dessuten en viss overføring av langdistansetrafikk fra E134 til E18/E39. Dette gir noe høyere inntekter fra veipris fordi E18 passerer en del mellomstore byer mellom Drammen og Kristiansand. Økt trafikk i Stavangerområdet gir også høyere inntekter siden veiprisen er høyest i storbyområdene.

Ny vei gir økt biltrafikk og reduksjon av alternative transportformer. Reduksjon i antall fly- og kollektivturer medfører tapte billettinntekter for fly- og kollektivselskapene. Trafikanntytten for flyreisende er et resultat av reduserte tilbringerkostnader til flyplass og endringer i valg av flyavganger som følger av dette.

Eksemplet på nytteberegning for Moi-Ålgård for år 2050 er også vist i følgende figur.



Figur V.14: Beregnet nytte av Moi-Ålgård for persontransport i år 2050 i de ulike strategiene. Millioner 2025-kroner.

Vedlegg D: Bruttoliste av virkemidler

Nr.	Virkemiddel - opprinnelig beskrivelse
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer i økonomien (industri, petroleum, bygg etc.)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %
5	Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %
6	Subsidiering av merkostnad til nullutslippsløsninger (alle påkrevde (dvs. forventet ulønnsomme i BAU-banen) - med påfølgende skattebyrde
7	Distansebasert veipricing for personbiler , med utgangspunkt i marginale skadekostnader (lave priser i rurale strøk, høye i storbyer og rush), kan også knyttes til eksplisitte mål om trafikkreduksjon hvis ønskelig (f.eks. nullvekstmål i byområder). KVUen om veipricing kan fungere som et utgangspunkt.
8	Distansebasert veipricing for lastebiler , med utgangspunkt i marginale skadekostnader (lave priser i rurale strøk, høye i storbyer og rush), kan også knyttes til eksplisitte mål om trafikkreduksjon hvis ønskelig. KVUen om veipricing kan fungere som et utgangspunkt.
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning
10	Sterkere restriksjoner på bygging og arealbruk, med påfølgende effekt på etterspørsel etter byggematerialer
11	Eventuelt Økt kapasitet på jernbanenettet for å imøtekomme flere togpassasjerer flyttet fra fly eller mer gods flyttet fra vei og sjø
12	Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser
13	Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser
14	Subsidiering av potensielt inaktive mennesker til å sykle til jobben (belønningsordning)
15	Fjerning av parkeringsplasser
16	Økte parkeringsavgifter
17	Redusert hastighet på bilveier
18	Forbedret sykkelinfrastruktur
19	Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser (her kan også strømlinjeforming av billettsystemer tas med som en "transaksjonskostnad")
20	Infrastrukturtiltak som reduserer reisetiden på fjerntog
21	Reduserte satser på øvrig kollektivtransport
22	Økt tillatt lastevikt på nullutslippslastebiler
23	Økt CO ₂ -avgift på drivstoff
24	Økt Veibruksavgift på drivstoff
25	Økt NO _x -avgift
26	Økte Bompenger, byer
27	Økte Bompenger, veilenker
28	Rabatterte parkeringsavgifter for nullutslippskjøretøy (lokale varianter)
29	Engangsavgift på lastebiler (CO ₂ -komponent)
30	Investeringsstøtte til nullutslippslastebiler
31	Innblandingskrav biodrivstoff
32	ReFuelEU Maritime
33	Krav om bruk av landstrøm
34	ReFuelEU Aviation
35	Nullutslippskrav til bybusser
36	Nullutslippskrav til langdistansebusser
37	Nullutslippssoner i byer
38	Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal).
39	Konsolideringssentre

Nr.	Virkemiddel - opprinnelig beskrivelse
40	Nullutslippssoner til sjøs
41	Bompengreabatt til nullutslippslastebiler
42	Subsidier til bygging av lade- og fylleinfrastruktur landstransport
43	Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg
44	Subsidier til bruk av biogass i skipsfart
45	Grønne låneordninger
46	Tilgang til kollektivfelt (nullutslippslastebiler)
47	Redusert/ fritak fra fergetakst for tunge nullutslippsbiler
48	Engangsavgift for lette kjøretøy: CO ₂ -komponent
49	Engangsavgift for lette kjøretøy: Vektkomponent
50	Øke MVA-rabatt for nullutslippskjøretøy
51	Miljødifferensiert veitrafikkforsikringsavgift - øke avgiften for fossilbiler
52	Støtteordning for godstransport med jernbane
53	Krav til nullutslippsferger (riksvei og fylker)
54	Statlig støtte til nullutslippsferger (riksvei og fylker)
55	Reduksjon i inntektsskatt som følge av provenyøkning som følge av veipricing og andre (ikke-CO ₂ -avhengige) avgifter
56	Fremkommelighetstiltak for kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
57	Omfordeling av midler fra veiprosjekter til kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
58	Øke dekningsgraden for ferjer og hurtigbåter («transport-on-demand») (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
59	Autonome nullutslipps godsfartøy på korte og mellomlange distanser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
60	Effektiviseringskrav for luftrommet; kurvede innflygninger og optimalisering av inn- og utflygninger (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
61	Økt støtte til FoU, testarena, krav eller premiering i FOT-anskaffelser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
62	Krav til elektrifisering av kortbanenettet
63	Krav til nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog
X1	Distansebasert pricing av marginale skadekostnader for tog
X2	Distansebasert pricing av marginale skadekostnader for skip

Fire av virkemidlene i denne lista er i Excel-arket «Virkemiddel-tilpasning» blitt merket med «Per nå ingen gode metoder for modellering. Vurderes uansett som lite prioritert virkemiddel i en nasjonal strategi». Dette gjelder:

- "Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal)." (38)
 - Vil kreve modellutvikling i NGM
- Konsolideringssentre (39)
 - Vil kreve modellutvikling i NGM
- Nullutslippssoner til sjøs (40)
 - Krevende å modellere, siden NGM opererer med «gjennomsnittskip» per skipstype, og kan dermed ikke skille mellom «fossile» og «grønne» skip innad i skipstyper. Vil i så fall kreve modellutvikling.
- Autonome nullutslipps gods fartøy på korte og mellomlange distanser (59)
 - Vil muligens kreve opprettelsen av et nytt gods fartøy i NGM

Det er flere nye virkemidler som ble gjennomgått i kapittel 4 som også faller under kategorien at de per nå er vanskelig å modellere, men samtidig uansett ikke vurderes uansett som et prioritert virkemiddel i en nasjonal strategi. Fra kapittel 4 kan vi trekke fram:

- Rapporteringsplikt for offentlige etaters reisevirksomhet eller en generell rapporteringsplikt for utslipp fra reisevirksomhet
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Fellesføringer i tildelingsbrevene til statlige virksomheter.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Tydeligere krav, retningslinjer og vurderingskriterier i statlige reiseretningslinjer.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Nullutslippskrav ved kjøp av tjenester med langdistansebusser.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Reguleringer som krever synliggjøring av fraktkostnaden.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Krav i offentlige anskaffelser / innretting av rammeavtaler
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Krav om nullutslipp for varetransport i offentlige anskaffelser
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Utlyse anbud for nullutslippskrav for kystruten
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Nullutslippskrav til mindre havbruksfartøy
 - Ute av scope for dagens modeller
- Klimahensyn innlemmes i fiskerilovgivningen
 - Ute av scope for dagens modeller
- Engangsavgift på fossile fritidsbåter
 - Ute av scope for dagens modeller
- Offentlig eide rederier anskaffer nullutslippsfartøy
 - For modelleringens del er det et spørsmål om andel nullutslippsfartøy. Hvor mange nullutslippsfartøy det er snakk om må spesifiseres
- I fornying av offentlige kontrakter kan det stilles krav som åpner for biogass.
 - For modelleringens del er det et spørsmål om andel nullutslippsfartøy. Hvor mange nullutslippsfartøy det er snakk om må spesifiseres

- Offentlige virksomheter kan legge til rette for god infrastruktur og gode verktøy for digitale møter, samt opplæring i bruk av disse
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Stille krav om internettilgang på hele eller store deler av jernbanestrekningene.
 - Kunne evt. justert på tidsverdier om bord på jernbane.
- Samordne og strømlinjeforme billettsystemer på tvers av jernbanesektoren.
 - Modellene opererer per nå uten slike «plunder og heft» kostnader
- Stille krav om enkle bestillinger av togreiser i offentlig sektor ved inngåelse av rammeavtaler.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Offentlige virksomheter kan legge til rette for god infrastruktur og gode verktøy for digitale møter, samt opplæring i bruk av disse
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Nasjonal kunnskapsbase/rådgivningsfunksjon om kollektiv ladeinfrastruktur.
 - Ute av scope for dagens modeller
- Finansieringsmodeller for operatører som kjører offentlig kollektivtransport
 - Ute av scope for dagens modeller
- Målbundne engangsoverføringer til fylkeskommunene til planlegging og etablering av ladeinfrastruktur.
 - Ute av scope for dagens modeller
- Offentlig standard for ladeinfrastruktur til kollektive busser.
 - Må evt forberegne om dette vil slå ut på operatørkostnader og billettpriser
- Støtte til ladeinfrastruktur i kollektivtrafikken.
 - Må evt forberegne om dette vil slå ut på operatørkostnader og billettpriser
- Revurdere/omforme anbudskriterier.
 - Ute av scope for dagens modeller å modellere spesifikk offentlig virksomhet
- Utvide nattogtilbudet.
 - NTM6 skiller ikke mellom dag og natt. Vil kreve modellutvikling
- Tilpasse forbrukerrettigheter for reisegarantier og erstatningsordninger for jernbane.
 - Modellene opererer per nå uten slike «plunder og heft» kostnader
- Reguleringer som krever synliggjøring av fraktkostnaden
 - Ute av scope for dagens modeller
- Støtte til kompetanseheving og digitale planleggingsverktøy
 - Ute av scope for dagens modeller
- Økt støtte til battericontainere
 - Ute av scope for dagens modeller
- Bookingløsning for hurtiglading (for å matche hviletid)
 - Ute av scope for dagens modeller
- Økt ramme til hurtigbåtprogrammet
 - Ute av scope for dagens modeller
- Tilstrekkelig kompensasjon for krav til ferjer
 - Kan forberegnes. Vil i så fall slå ut som subsidiebehov og økt skattetrykk.
- Lokale insentiver til nullutslippsfritidsbåter
 - Ute av scope for dagens modeller
- Insentiver til båttdeling
 - Ute av scope for dagens modeller
- Miljøbonus e.l. i kontrakter der LNG-fartøy benyttes
 - For modelleringens del er det et spørsmål om andel LNG-fartøy. Hvor mange fartøy det er snakk om må spesifiseres

Vedlegg E: Foreslåtte virkemiddelpakker i strategiene med tentative startverdier til modellering

I gjennomgangen av virkemidler vil vi understreke at alle strategibanene bygger på at ReFuelEU Aviation og FuelEU Maritime er implementert i Steg 1 av modelleringen (se kapittel 3.1.1).

Teknologibanen

Virkemidler til modellering i 2050:

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Forbedre"	Tentativ startverdi for virkemidlet i 2050 i Teknologibanen	Berørte parametre/funksjoner i modellene
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	9089 kr/tCO ₂ (2025-kr)	Under "Skatter og avgifter" i NOREG 2, juster CO ₂ -avgiften, Variabelnavn (enhet): tco ₂ (kr/tonn)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler	Ja	Ikke aktuell for denne strategien (eventuelle merkostnader dekkes av subsidier)	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip	Ja	Ikke aktuell for denne strategien (eventuelle merkostnader dekkes av subsidier)	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %	Ja	Merkostnaden dekkes av subsidier	Forberegning i PACER
6	Subsidiering av merkostnad til nullutslippsløsninger med påfølgende skattebyrde	Ja	Økning i inntektsskatt TRENGER FORBEREGNIGNER	Under "Skatter og avgifter" i NOREG 2, juster inntektsskatten, ty Variabelnavn (enhet): ty (gjennomsnittlig skattesats av arbeidsinntekt)
42	Subsidier til bygging av lade- og fyllinfrastruktur landtransport	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
43	Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg (til subsidieberegninger ser vi kun på bunkringsanlegg)	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
62	Krav til elektrifisering av kortbanenettet	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Hvis det på virker billettpriser, se "Passasjeravgift". Hvis subsidiebehov, se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger". Først og fremst aktuell hvis det forventes at det kan levere besparelser ift. SAF.
63	Krav nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Hvis det på virker billettpriser, se "Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser hvor ledig kapasitet". Hvis subsidiebehov, se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"

Øvrige virkemidler som passer inn i strategiens tankegang, men som ikke vil bli modellert i 2050.

Det kan være flere grunner til at det ikke bli modellert, blant annet fordi:

- Ingen god metode for modellering per nå.
- Virkemidlet kan være aktuelt i perioden 2025 til 2049, men mister sin relevans i 2050 når det uansett vil være et hardt krav om nullutslippsløsninger.
- Virkemidlet vurderes å ha lav prioritet i en nasjonal strategi for 2050, da effektene kan være lokale og små.

Følgende virkemidler fra bruttolista passer inn i Teknologibanens tankegang, mer er per nå ikke aktuelle for modellering:

22	Økt tillatt lastevekt på nullutslippslastebiler
28	Rabatterte parkeringsavgifter for nullutslippskjøretøy (lokale varianter)
30	Investeringsstøtte til nullutslippslastebiler
31	Innblandingskrav biodrivstoff
38	Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal).
39	Konsolideringssentre
40	Nullutslippssoner til sjøs
41	Bompengreabatt til nullutslippslastebiler
44	Subsidier til bruk av biogass i skipsfart
45	Grønne låneordninger
46	Tilgang til kollektivfelt (nullutslippslastebiler)
47	Redusert/ fritak fra fergetakst for tunge nullutslippsbiler
50	Øke MVA-rabatt for nullutslippskjøretøy
58	Øke dekningsgraden for ferjer og hurtigbåter («transport-on-demand») (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
59	Autonome nullutslipps godsfartøy på korte og mellomlange distanser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
60	Effektiviseringskrav for luftrommet; kurvede innflygninger og optimalisering av inn- og utflygninger (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
61	Økt støtte til FoU, testarena, krav eller premiering i FOT-anskaffelser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)

UFF-banen

Virkemidler til modellering i 2050:

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Balansere"		
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	9089 kr/tCO ₂ (2025-kr)	Under "Skatter og avgifter" i NOREG 2, juster CO ₂ -avgiften, Variabelnavn (enhet): tco2 (kr/tonn)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler	Ja	4-7% % økning i kapitalkostnader 16-30% % reduksjon i drivstoffkostnader ift referansebanen TRENGER FORBEREGNINGER	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip	Ja	1-17 % økning i kapitalkostnader 75-127 % økning i drivstoffkostnader ift referansebanen TRENGER FORBEREGNINGER	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100 %	Ja	Se "Passasjeravgift" (under)	Forberegning i PACER
5	Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet	Ja	52 % økning i passasjeravgift ift. referansebanen TRENGER FORBEREGNINGER	Endre pristabell i NTM6 med høyere flybillettpriser
7	Distansebasert veiprising for personbiler	Ja	Veiprising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslippspersonbiler: Beløp i 2022-kr: Spredtbygd: 0,25 Mellomstor by: 0,90 Storby: 2,92	I både RTM og NTM6 kan veiprising implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad pr kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
8	Distansebasert veiprising for lastebiler	Ja	Veiprising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslipp Heavy Lorry: Beløp i 2024-kr: Spredtbygd: 0,99 Mellomstor by: 3,87 Storby: 9,86 Resten av prisene finnes i arkfane "Prisbaner"	I NGM kan veiprising implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad per kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning	Ja	All vekst i kommunebefolkning legges til mest sentrale/kollektivbetjente grunnkrets opptil et predefinert tak, for deretter fordeling til de nest mest sentrale grunnkretsene	I RTM og i NTM6 kan man legge til grunn tettere utbygging ved å omfordele befolkningsveksten mot 2050 slik at grunnkretser som ikke inneholder et kollektivknutepunkt har uendret befolkning, mens all vekst legges til grunnkretser som har et slikt knutepunkt.
12	Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser	Ja	50 % av jobb- og tjenestereiser over 70 km gjøres digitalt fra 2032.	Kan tas hensyn til ved å justere en eller flere parametere for tjenestereiser i NTM6 sin reisefrekvensmodell. Eventuelt ved å nedjustere omfanget av tjenestereiser med fly etter modellkjøring er gjennomført.

Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Balansere"		
13	Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser	Ja	80 % av kontorjobber har i snitt 1,5 dager hjemmekontor i uka	Justere ned reisefrekvensparametere i NTM6 og RTM for alle arbeidsreiser
19	Reduserte satser og transaksjonskostnader på togtransport og langdistansebusser, på strekninger og tidspunkter med ledig kapasitet	Ja	20% reduksjon i billettpriser	Justere billettsatser under "Priser" med X%
36	Nullutslippskrav til langdistansebusser	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Forberegning på hvordan dette vil slå ut på kostnader for kollektivselskap. Må sees i sammenheng med "Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser". Subsidiebehov legges under "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
42	Subsidier til bygging av lade- og fylleinfrastruktur landtransport	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
43	Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg (til subsidieberegninger ser vi kun på bunkringsanlegg)	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
63	Krav nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Hvis det på virker billettpriser, se "Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser hvor ledig kapasitet". Hvis subsidiebehov, se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"

Øvrige virkemidler som passer inn i strategiens tankegang, men som ikke vil bli modellert i 2050.

Det kan være flere grunner til at det ikke bli modellert, blant annet fordi:

- Ingen god metode for modellering per nå.
- Virkemidlet kan være aktuelt i perioden 2025 til 2049, men mister sin relevans i 2050 når det uansett vil være et hardt krav om nullutslippsløsninger.
- Virkemidlet vurderes å ha lav prioritet i en nasjonal strategi for 2050, da effektene kan være lokale og små.

Følgende virkemidler fra bruttolista passer inn i UFF-banens tankegang, mer er per nå ikke aktuelle for modellering:

15	Fjerning av parkeringsplasser
16	Økte parkeringsavgifter
17	Redusert hastighet på bilveier
18	Forbedret sykkelinfrastruktur
20	Infrastrukturtiltak som reduserer reisetiden på fjerntog
21	Reduserte satser på øvrig kollektivtransport
22	Økt tillatt lastevikt på nullutslippslastebiler
23	Økt CO ₂ -avgift på drivstoff
24	Økt Veibruksavgift på drivstoff

25	Økt NO _x -avgift
26	Økte Bompenger, byer
27	Økte Bompenger, veilenker
28	Rabatterte parkeringsavgifter for nullutslippskjøretøy (lokale varianter)
29	Engangsavgift på lastebiler (CO ₂ -komponent)
30	Investeringsstøtte til nullutslippslastebiler
31	Innblandingskrav biodrivstoff
33	Krav om bruk av landstrøm
35	Nullutslippskrav til bybusser (forventes oppfylt i referansebanen)
37	Nullutslippssoner i byer
38	Samlastingssoner (soner der kjøretøyene må komme fra en samleterminal).
39	Konsolideringssentere
40	Nullutslippssoner til sjøs
41	Bompengerabatt til nullutslippslastebiler
42	Subsidier til bygging av lade- og fylleinfrastruktur landtransport
44	Subsidier til bruk av biogass i skipsfart
45	Grønne låneordninger
48	Engangsavgift for lette kjøretøy: CO ₂ -komponent
49	Engangsavgift for lette kjøretøy: Vektkomponent
50	Øke MVA-rabatt for nullutslippskjøretøy
51	Miljødifferensiert veitrafikkforsikringsavgift - øke avgiften for fossilbiler
52	Støtteordning for godstransport med jernbane
53	Krav til nullutslippsferger (riksvei og fylker)
54	Statlig støtte til nullutslippsferger (riksvei og fylker)
55	Reduksjon i inntektsskatt som følge av provenyøkning som følge av veipricing og andre (ikke-CO ₂ -avhengige) avgifter
56	Fremkommelighetstiltak for kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
57	Omfordeling av midler fra veiprojekter til kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
58	Øke dekningsgraden for ferjer og hurtigbåter («transport-on-demand») (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
59	Autonome nullutslipps godsartøy på korte og mellomlange distanser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
60	Effektiviseringskrav for luftrommet; kurvede innflygninger og optimalisering av inn- og utflygninger (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
61	Økt støtte til FoU, testarena, krav eller premiering i FOT-anskaffelser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
62	Krav til elektrifisering av kortbanenettet

UF-banen

Virkemidler til modellering i 2050:

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Redusere"	Tentativ startverdi for virkemidlet i 2050 i kostnadseffektivitetsbanen	Berørte parametere/funksjoner i modellene
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	9089 kr/tCO ₂ (2025-kr)	Under "Skatter og avgifter" i NOREG 2, juster CO ₂ -avgiften, Variabelnavn (enhet): tco2 (kr/tonn)
2	Krav til nullutslippsløsninger for lastebiler	Ja	4-7% % økning i kapitalkostnader 16-30% % reduksjon i drivstoffkostnader ift. referansebanen TRENGER FORBEREGNIGNER	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
3	Krav til nullutslippsløsninger for godsskip	Ja	1-17 % økning i kapitalkostnader 75-127 % økning i drivstoffkostnader ift. referansebanen TRENGER FORBEREGNIGNER	Justeres i NGM kostnadsfunksjoner i Arkfanen "Mode-navn og Teknologi-valg"
4	Innfasing av SAF utover EU-kravet i luftfarten, opptil 100%	Ja	Se "Passasjeravgift" (under)	Forberegning i PACER
5	Passasjeravgift for å finansiere innfasing av SAF utover EU-kravet	Ja	50% økning i passasjeravgift ift. UFF-banen TRENGER FORBEREGNIGNER	Endre pristabell i NTM6 med høyere flybillettpriser
7	Distansebasert veipricing for personbiler	Ja	Veipricing basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslippspersonbiler: Beløp i 2022-kr: Spredtbygd: 0,25 Mellomstor by: 0,90 Storby: 3,50	I både RTM og NTM6 kan veipricing implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad per kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
8	Distansebasert veipricing for lastebiler	Ja	Veipricing basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslipp Heavy Lorry: Beløp i 2024-kr: Spredtbygd: 2,40 (oppjustert for å motvirke den isolerte Flytte-effekten av distansebasert pricing på sjø og bane) Mellomstor by: 3,87 Storby: 9,86 Resten av prisene finnes i arkfane "Prisbaner"	I NGM kan veipricing implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad per kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning	Ja	All vekst i kommunebefolkning legges til mest sentrale/kollektivbetjente grunnkrets opptil et predefinert tak, for deretter fordeling til de nest mest sentrale grunnkretsene	I RTM og i NTM6 kan man legge til grunn tettere utbygging ved å omfordele befolkningsveksten mot 2050 slik at grunnkretser som ikke inneholder et kollektivknutepunkt har uendret befolkning, mens all vekst legges til grunnkretser som har et slikt knutepunkt.
10	Stereke restriksjoner på bygging og arealbruk	Ja	15% reduksjon i bruk av byggematerialer sammenlignet med BAU-banen	I NOREG 2: Legg restriksjoner på X% ift. referansebanen på bygg- og anleggsbransjen. Dette skal følge av økte restriksjoner på hyttebygging, mindre veibygging, og mer fortettet boligbygging.

Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Redusere"	Tentativ startverdi for virkemidlet i 2050 i kostnadseffektivitetsbanen	Berørte parametere/funksjoner i modellene
12	Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser	Ja	60 % av jobb- og tjenestereiser over 70 km gjøres digitalt fra 2032.	Kan tas hensyn til ved å justere en eller flere parametere for tjenestereiser i NTM6 sin reisefrekvensmodell. Eventuelt ved å nedjustere omfanget av tjenestereiser med fly etter modellkjøring er gjennomført.
13	Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser	Ja	80 % av kontorjobber har i snitt 2 dager hjemmekontor i uka	Justere ned reisefrekvensparametere i NTM6 og RTM for alle arbeidsreiser
19	Reduserte satser og transaksjonskostnader på togtransport og langdistansebusser	Ja	20% reduksjon i billettpriser	Justere billettsatser under "Priser" med X%
36	Nullutslippskrav til langdistansebusser	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Forberegning på hvordan dette vil slå ut på kostnader for kollektivselskap. Må sees i sammenheng med "Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser". Subsidiebehov legges under "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
42	Subsidier til bygging av lade- og fylleinfrastruktur landtransport	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger»
43	Investeringsstøtte til skip, drivstoffproduksjon og bunkringsanlegg (til subsidieberegninger ser vi kun på bunkringsanlegg)	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger»
63	Krav nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog	Ja	Aktuell MÅ FORBEREGNES	Hvis det på virker billettpriser, se "Reduserte satser på togtransport og langdistansebusser hvor ledig kapasitet". Hvis subsidiebehov, se "Subsidiering av merkostnad for nullutslippsløsninger"
X1	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for tog	Ja	Distansebasert prising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader for elektriske tog. Marginale skadekostnader: Beløp i 2023-kr: 28 kr per togkm	Distansekostnader i NGM. Følger TØI-rapport 1704/2019
X2	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for skip	Ja	Distansebasert prising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader for skip på karbonnøytralt drivstoff: Marginale skadekostnader: Beløp i 2023-kr: 8 kr – 125 kr per fartøykm, avhengig av skipstype og størrelse	Distansekostnader i NGM. Følger TØI-rapport 1922/2022

Øvrige virkemidler som passer inn i strategiens tankegang, men som ikke vil bli modellert i 2050.

Det kan være flere grunner til at det ikke bli modellert, blant annet fordi:

- Ingen god metode for modellering per nå.
- Virkemidlet kan være aktuelt i perioden 2025 til 2049, men mister sin relevans i 2050 når det uansett vil være et hardt krav om nullutslippsløsninger.
- Virkemidlet vurderes å ha lav prioritet i en nasjonal strategi for 2050, da effektene kan være lokale og små.

Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050

Følgende virkemidler fra bruttolista passer inn i UF-banens tankegang, mer er per nå ikke aktuelle for modellering:

15	Fjerning av parkeringsplasser
16	Økte parkeringsavgifter
17	Redusert hastighet på bilveier
18	Forbedret sykkelinfrastruktur
20	Infrastrukturtiltak som reduserer reisetiden på fjerntog
21	Reduserte satser på øvrig kollektivtransport
23	Økt CO ₂ -avgift på drivstoff
24	Økt Veibruksavgift på drivstoff
25	Økt NO _x -avgift
26	Økte Bompenger, byer
27	Økte Bompenger, veilenker
29	Engangsavgift på lastebiler (CO ₂ -komponent)
31	Innblandingskrav biodrivstoff
33	Krav om bruk av landstrøm
35	Nullutslippsskrav til bybusser (forventes oppfylt i referansebanen)
37	Nullutslippssoner i byer
40	Nullutslippssoner til sjøs
48	Engangsavgift for lette kjøretøy: CO ₂ -komponent
49	Engangsavgift for lette kjøretøy: Vektkomponent
51	Miljødifferensiert veitrafikkforsikringsavgift - øke avgiften for fossilbiler
52	Støtteordning for godstransport med jernbane
53	Krav til nullutslippsferger (riksvei og fylker)
55	Reduksjon i inntektsskatt som følge av provenyøkning som følge av veiprising og andre (ikke-CO ₂ -avhengige) avgifter
56	Fremkommelighetstiltak for kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
57	Omfordeling av midler fra veiprosjekter til kollektivtransport (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
58	Øke dekningsgraden for ferjer og hurtigbåter («transport-on-demand») (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
59	Autonome nullutslipps godsfartøy på korte og mellomlange distanser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
60	Effektiviseringskrav for luftrommet; kurvede innflygninger og optimalisering av inn- og utflygninger (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
61	Økt støtte til FoU, testarena, krav eller premiering i FOT-anskaffelser (ordbruk fra MDir og/eller Backcasting_rapport)
62	Krav til elektrifisering av kortbanenettet

Kostnadseffektive banen

Nr.	Virkemiddel - kort beskrivelse	"Lavest samfunnskostnader"	Tentativ startverdi for virkemidlet i 2050 i kostnadseffektivitetsbanen	Berørte parametre/funksjoner i modellene
1	Økte CO ₂ -avgifter og EU-ETS kvotepriser på andre sektorer	Ja	Hvis break-even kostnader for nullutslippsløsninger i transportsektoren er høyere enn 9089 kr/tCO ₂ : Høyere CO ₂ -priser enn i de andre strategiene, men heller ingen absolutte krav til null utslipp i transportsektoren ikke når helt til null. Men SUMMEN av utslippskutt nasjonalt i kost-eff-banen kan bli like god som i de andre banene. Hvis break-even priser er lavere: Oppretthold absolutte krav til nullutslippsløsninger i transportsektoren.	Under "Skatter og avgifter" i NOREG 2, juster CO ₂ -avgiften, Variabelnavn (enhet): tco2 (kr/tonn)
7	Distansebasert veipricing for personbiler	Ja	Veipricing basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslippspersonbiler: Beløp i 2022-kr: Spredtbygd: 0,25 Mellomstor by: 0,90 Storby: 2,92	I både RTM og NTM6 kan veipricing implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad per kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
8	Distansebasert veipricing for lastebiler	Ja	Veipricing basert på realprisjustering av marginale skadekostnader: Nullutslipp Heavy Lorry: Beløp i 2024-kr: Spredtbygd: 0,99 Mellomstor by: 3,87 Storby: 9,86 Resten av prisene finnes i arkfane "Prisbaner"	I NGM kan veipricing implementeres som en direktekostnad på lenkene, der kostnad per kilometer kan variere geografisk (f.eks. storby, mindre by, spredtbygd område) og eventuelt også etter tid på døgnet i RTM. Nivået på avgiften må bestemmes på utsiden av modellverktøyet. En metodikk er beskrevet nærmere i TØI-rapport 1922/2022, men bør trolig forenkles noe i forhold til det som ble gjort der. Variabelnavn (enhet): Direktekostnad (kr/km)
9	Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning	Ja	All vekst i kommunebefolkning legges til mest sentrale/kollektivbetjente grunnkrets opptil et predefinert tak, for deretter fordeling til de nest mest sentrale grunnkretsene	I RTM og i NTM6 kan man legge til grunn tettere utbygging ved å omfordele befolkningsveksten mot 2050 slik at grunnkretser som ikke inneholder et kollektivknutepunkt har uendret befolkning, mens all vekst legges til grunnkretser som har et slikt knutepunkt.
X1	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for tog	Ja	Distansebasert prising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader for elektriske tog. Marginale skadekostnader: Beløp i 2023-kr: 28 kr per togkm	Distansekostnader i NGM. Følger TØI-rapport 1704/2019
X2	Distansebasert prising av marginale skadekostnader for skip	Ja	Distansebasert prising basert på realprisjustering av marginale skadekostnader for skip på karbonnøytralt drivstoff: Marginale skadekostnader: Beløp i 2023-kr: 8 kr – 125 kr per fartøykm, avhengig av skipstype og størrelse	Distansekostnader i NGM. Følger TØI-rapport 1922/2022

Øvrige virkemidler som passer inn i strategiens tankegang, men som ikke vil bli modellert i 2050.

Det kan være flere grunner til at det ikke bli modellert, blant annet fordi:

- Ingen god metode for modellering per nå.
- Virkemidlet kan være aktuelt i perioden 2025 til 2049, men mister sin relevans i 2050 når det uansett vil være et hardt krav om nullutslippsløsninger.
- Virkemidlet vurderes å ha lav prioritet i en nasjonal strategi for 2050, da effektene kan være lokale og små.

Følgende virkemidler fra bruttolista passer inn i Kostnadseffektivtetsbanens tankegang, mer er per nå ikke aktuelle for modellering:

55	Reduksjon i inntektsskatt som følge av provenyøkning som følge av veipricing og andre (ikke-CO ₂ -avhengige) avgifter
61	Økt støtte til FoU

Vedlegg F: Sentrale parameterforutsetninger

I tabellen under oppsummerer vi sentrale parameterforutsetninger for å sikre så mye konsistens som mulig mellom de ulike modellene og verktøyene. Hvis ikke annet er oppgitt, så er det parameterverdier for 2050. Hvis ikke andre verdier er oppgitt, snakker vi om 2025-kr.

	Steg 0 Referanse	Steg 1 EU-banen	Steg 2 Teknologibanen	Steg 2: UFF-banen	Steg 2: UF-banen	Steg 2: Kostnads- effektivitet
CO₂-avgift	1405 kr/tCO₂ (dvs. frozen policy på 2025-nivå) Avgiftssatser 2025 - regjeringen.no (omregnet for bensin og diesel) Finansdep.(2025)	1405 kr/tCO₂ (dvs. frozen policy på 2025-nivå) Avgiftssatser 2025 - regjeringen.no (omregnet for bensin og diesel) Finansdep.(2025)	9089 kr/tCO₂ for resten av økonomien. Finansdep.(2025) Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	9089 kr/tCO₂ for resten av økonomien. Finansdep.(2025) Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	9089 kr/tCO₂ for resten av økonomien. Finansdep.(2025) Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
ETS-pris	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)	2220 kr/tCO₂ (Beregnet fra 190 Euro/tCO ₂) Finansdep. (2025)
Strøm-pris	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)	1 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM Litt i overkant av NVEs 2050-referansebane (endogen i NOREG 2?)
Strømpris ved hurtiglading (som påslag på ordinær strømpris)	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM	5 kr/kWh (eks. nettleie og avgifter) Default i NGM
Andel av el-lastebilers strømforbruk dekket med hurtiglading	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)	Distribusjonskjøring: 0% Regional kjøring: 17% Lang-distanse kjøring: 22% (TCO-modellen)
Dieselpris (pumpepris)	20,90 kr/liter Default i NGM (inkl. CO ₂ - og vegbruksavgift)	20,90 kr/liter Default i NGM (inkl. CO ₂ - og vegbruksavgift)	Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	Irrelevant for transport-sektoren når alt er nullutslipp	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
Andel elektrisk, personbil 2050	100% (framskrivninger av MDir og SVV)	100% (framskrivninger av MDir og SVV)	100% (krav)	100% (krav)	100% (krav)	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
Andel elektrisk, varebil 2050	96% (framskrivninger av MDir og SVV)	96% (framskrivninger av MDir og SVV)	100% (krav)	100% (krav)	100% (krav)	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
Andel elektrisk, lastebil 2050	64% (framskrivninger av MDir og SVV)	64% (framskrivninger av MDir og SVV)	100% (krav)	100% (krav)	100% (krav)	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
Andel (tilnærmet) nullutslipps-drivstoff i sjøfart	0% (default i NGM)	80% (RefuelEU Maritime)	100% (krav)	100% (krav)	100% (krav)	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt
Andel SAF i luftfart	0,5% Dagens krav	70% (RefuelEU Aviation)	100% (krav)	100% (krav)	100% (krav)	Endogen , 9089 kr/tCO ₂ som utgangspunkt

	Steg 0 Referanse	Steg 1 EU-banen	Steg 2 Teknologibanen	Steg 2: UFF-banen	Steg 2: UF-banen	Steg 2: Kostnads- effektivitet
Passasjeravgift for å finansiere innføring av SAF utover EU-kravet				Ja	Ja	
Subsidiering av merkostnad til nullutslippsløsninger med påfølgende skattebyrde			Ja NOREG 2- beregning			
Distansebasert veiprising for personbiler				Ja	Ja	Ja
Distansebasert veiprising for lastebiler				Ja	Ja	Ja
Arealrestriksjoner og mer fortettet bosetning				Ja	Ja	Ja
Sterkere restriksjoner på bygging og arealbruk					Ja	
Tilrettelegging (eller krav) for at digitale møter skal erstatte flyreiser				Ja	Ja	
Tilrettelegging for at mer hjemmekontor skal erstatte bilreiser				Ja	Ja	
Reduserte satser og transaksjonskostnader på togtransport og langdistansebusser, på strekninger og tidspunkter med ledig kapasitet				Ja	Ja	
Nullutslippskrav til langdistansebusser			Ja	Ja	Ja	Ja
Krav nullutslippsløsninger på dagens strekninger med dieseltog			Ja	Ja	Ja	Ja
Distansebasert prising av marginale skadekostnader for tog					Ja	Ja
Distansebasert prising av marginale skadekostnader for skip					Ja	Ja

Vedlegg G: Vare-næringskobling mellom NGM og NOREG 2

Tabellen under viser vare-næringskoblingen mellom NGM og NOREG 2 i denne analysen, sammenstilt med det som ble benyttet i framskrivingene til NTP 2025-2036. Noen varer i NGM har fått endret hvilken næring vekstfaktoren er basert på, fra det som ble benyttet i framskrivingen til NTP 2025-2036. Dette gjelder for de varene som er markert med beige/oransje raster i tabellen under. Tabellen har to kolonner som viser hhv koblingen mellom NGM vare og næring i NOREG (Næring i NOREG 2 i analysen) og en kolonne som viser tilsvarende kobling som ble benyttet til framskrivingen til NTP 2025-2036 (Næring fra NOREG i NGM i NTP 2025-2036). De varene der næringskoden er markert med blå-grønn raster er det endringer som følge av at FISK er splittet i to næringer i NOREG 2 til AKVAKULTUR OG FISKE, fra framskrivingen til NTP 2025-2036. PETRO-næringen i NOREG inkluderer Bergverk og utvinning i tillegg til petroleum. I og med at det er petroleum som dominerer verdiskapningen i denne næringen, medfører det at bergverk vil følge samme negative trend. Vi har derfor gjort to avvik, der vi har overstyrt vekstraten for vare 23 Kull, torv og malm, til vekstfaktoren for IND-KKI (Kraftkrevende industri), mens vi for vare 24 Stein, sand, grus, pukk og leire har benyttet vekstfaktoren for BYGG og ANLEGG. Vare 35 raffinerte petroleumsprodukter er egentlig koblet til vekstfaktoren for KJEMI-RAFF i NOREG 2, der verdiskapningen er dominert av kjemisk industri, som har en helt annen utvikling enn petroleums-sektoren som dagens karbonbaserte drivstoff er basert på. Dette drivstoffet vil fases ut, men vil delvis erstattes av andre energibærere. Vi har derfor benyttet vekstfaktoren for PETRO også for Raffinerte petroleumsprodukter. Vare 28 Byggevarer og 29 Sement og kalk er koblet opp mot NOREG-næring IND-KKI (Kraftkrevende industri). Dette er tunge innsatsvarer innenfor bygg og anlegg, og vekstfaktorene for disse to varene ble derfor koblet til BYGG-ANLEGG i framskrivingene til NTP 2025-2036, noe vi har videreført i denne analysen.

Vare 30 Forbruksvarer er i NOREG 2 linket til IND-ANNEN, som vil si andre industrinæringer enn de som er knyttet til kraftkrevende industri og teknisk industri. Fordi forbruksvarer i liten grad inkluderer varer som er produsert i Norge, har vi valgt å linke denne til handelsnæringen i NOREG 2, som inkluderer utviklingen for engros- og detaljhandel.

Vare 31 er koblet til to næringer i NOREG, hhv. IND-TEKN og KJEMI-RAFF, for å fange opp at det både er teknisk industriproduksjon og farmasøytisk produksjon.

NGM-vare	Næring i NOREG 2 i analysen	Næring fra NOREG 2 i NGM i NTP 2025-2036
1 Jordbruksvarer	LANDBRUK	LANDBRUK
2 Fukt, grønt, blomster og planter	LANDBRUK	LANDBRUK
3 Levende dyr	LANDBRUK	LANDBRUK
4 Innsatsvarer termo	MAT	MAT
5 Fersk fisk og sjømat	AKVAKULTUR	FISK
6 Fryst fisk og sjømat	FISKE	FISK
7 Termovarer, konsum	MAT	MAT
8 Matvarer konsum	MAT	MAT
9 Drikkevarer	MAT	MAT
10 Dyrefôr	MAT	MAT
11 Organiske råvarer	IND-ANNEN	IND-ANNEN
12 Andre råvarer	IND-KKI	IND-KKI
13 Jern og stål	IND-KKI	IND-KKI
14 Andre metaller	IND-KKI	IND-KKI
15 Metallvarer	IND-ANNEN	IND-ANNEN
16 Kjemiske produkter	KJEMI-RAFF	KJEMI-RAFF
17 Plast og gummi	IND-KKI	IND-KKI
18 Tømmer og produkter fra skogbruk	LANDBRUK	LANDBRUK
19 Trelast og trevarer	IND-KKI	IND-KKI
20 Flis og tremasse	IND-KKI	IND-KKI
21 Papir	IND-KKI	IND-KKI
22 Trykksaker	TJEN-ANNEN	PETRO
23 Kull, torv og malm	IND-KKI	PETRO
24 Stein, sand, grus, pukk, leire	BYGG-ANLEGG	BYGG-ANLEGG
25 Mineraler	IND-KKI	IND-KKI
26 Maskiner og verktøy	IND-TEKN	IND-TEKN
27 Elektrisk utstyr	IND-TEKN	IND-TEKN
28 Byggevarer	BYGG-ANLEGG	BYGG-ANLEGG
29 Sement og kalk	BYGG-ANLEGG	BYGG-ANLEGG
30 Forbruksvarer	HANDEL	IND-ANNEN
31 Høyverdivarer	IND-TEKN og KJEMI-RAFF	IND-TEKN og KJEMI-RAFF
32 Transportmidler	IND-ANNEN	IND-ANNEN
33 Petroleum uraffinert	PETRO	PETRO
34 Naturgass	PETRO	PETRO
35 Raffinerte petroleumsprodukter	PETRO	PETRO
36 Bitumen	PETRO	KJEMI-RAFF
37 Avfall og gjenvinning	VANN	VANN
38 Bearbeidet fisk	FISKE	FISK
39 Kunstgjødsel	KJEMI-RAFF	KJEMI-RAFF

IND-KKI = Kraftkrevende industri, IND-TEKN = Teknisk industri, IND-ANNEN = Annen industri. KJEMI-RAFF = Kjemisk industri og raffineriproduksjon.

Vedlegg H: Beregning av prisendringene på flybilletter med PACER-modellen

Etterspørselsendringene for flyreiser som følge av at SAF-innblanding gjør det dyrere å fly beregnes med NTM6, men prisendringene på flybillettene, som ligger bak etterspørselsendringene beregnes med PACER-modellen.

PACER-modellen

PACER-modellen ble opprinnelig utviklet av TØI i forbindelse med et oppdrag for NHO Luftfart i 2022. Modellen er siden oppdatert i flere omganger senest i forbindelse med dette prosjektet. PACER er Excel-basert og beregner konsekvensene for luftfarten av ulike klimatiltak i Norge fram mot 2050. PACER er basert på data om antall avganger, setetilbud, CO₂-utslipp og estimerte billettpriser for hver av de rundt 500 flyrutene internt i Norge og fra Norge til andre land. Med antatte overveltingsgrader gir kostnadsøkninger for flyselskapene som følge av klimatiltak anledning til høyere billettpriser. For hver rute beregnes etterspørselsendringene ut fra priselastisiteter som avhenger av om det er innenlands, europeiske eller interkontinentale ruter. Modellen baserer seg på antallet av avganger for hver av de 500 rutene i 2024. Reiseetterspørselen framskrives til 2030, 2035, 2040, 2045 og 2050 i overensstemmelse med Avinors passasjerprognose. Gjennomsnittlig energieffektivitet for flyene er framskrevet basert på flåtefornyelser og litteraturstudier av forventet drivstoffeffektivitetsforbedringer for neste generasjon fly og som følge av bedre ATM ('air traffic management') og operasjonelle effektiviseringer (se TØI-rapport 2072/2025 avsnitt 6.1). For en mer detaljert redegjørelse og dokumentasjon av modellen henvises til TØI-rapport 1878/2022.

Forutsetninger bak scenarieberegningene

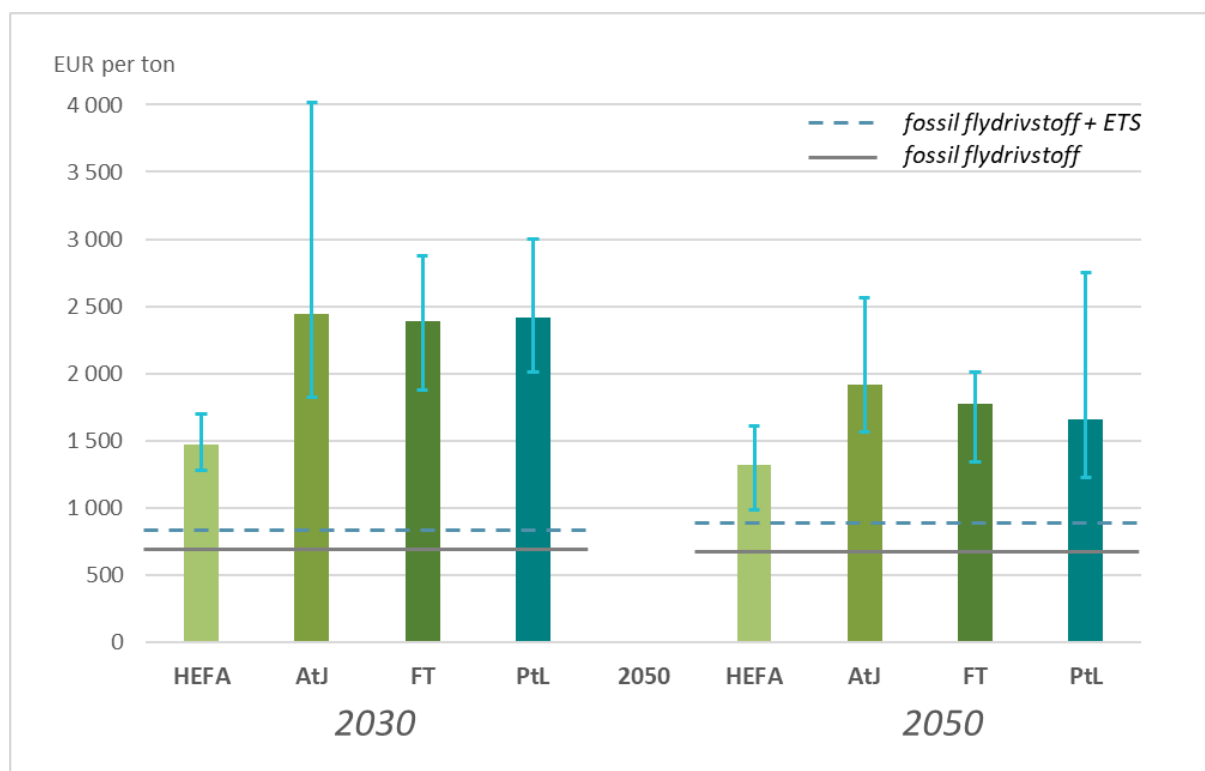
Drivstoffeffektivitet: Det forventes økt gjennomsnittlig drivstoffeffektivitet i framtiden. Lavere drivstoffforbruk per avgang har som konsekvens at endringer i drivstoffkostnader som følge av en gitt merpris for SAF i forhold til fossilt flydrivstoff blir mindre. PACER-modellen beregner en gjennomsnittlig forbedring av drivstoffeffektiviteten på innenlands ruter på **cirka 30 % i 2050**.

ETS-kvotepreis: Her er lagt til grunn Finansdepartementets framskriving til bruk for samfunnsøkonomiske analyser [[lenke](#)]. Finansdepartementet legger til grunn ETS-kvotepreisen øker til 2200 NOK per tonn CO₂ i 2050 i tråd med IEA's APS ('Announced Pledges Scenario').

CO₂-avgift: I tråd med 'Frozen Policy' forutsetningen antas uendret CO₂-avgift framover.

Fossil flydrivstoffpris: Her antas uendret verdensmarkedspris på olje i overensstemmelse med Finansdepartementets anbefalinger. (*Bemerk* at IEA har beregnet et 20 % fall i oljeprisen i APS).

SAF-produksjonskostnader: PACER-modellen legger beregninger fra bransje-rapporten *Destination2050* (2025) produksjonskostnader til grunn. Denne rapporten har på basis av litteraturstudier tatt fram langsiktige produksjonskostnader ('levelised costs') for ulike typer av SAF for 2030 og 2050. De analyserte studiene er basert på oppskalert produksjon og mer effektive prosesser som følge av læring og teknologiutvikling. Resultatene fra *Destination 2050* rapportens tabell 44 er vist i figuren under. Søylen viser et simpelt gjennomsnitt av produksjonskostnadene fra de identifiserte studiene og den blå strek indikerer intervallet fra laveste til høyeste estimat blant studiene.



Figur V.15: Produksjonskostnader for fire typer av SAF i 2030 og 2050.

Kilde: Destination2050(2025) Tabell 44.

Det fremgår av figuren at i både 2030 og 2050 er kostnaden lavest for HEFA. Men HEFA kan ikke skaleres til å imøtekomme innblandingskravet i 2050 på grunn av begrensede mengder råstoff fra brukt matolje og liknende. Det vises også at kostnadsreduksjonen fra 2030 til 2050 er minst for HEFA, som er den mest modne teknologien. Reduksjonen er størst for PtL (Power-to-Liquid, dvs. e-SAF), men usikkerheten for PtL er også størst, blant annet på grunn av stor usikkerhet om teknologiutvikling og kostnader for karbonfangst. I 2050 ligger den forventede prisene for alle fire SAF-typer i det relativt lille intervallet 1300-1900 EUR per tonn drivstoff (fossilt flydrivstoff ekvivalenter).

Et vektet gjennomsnitt av gjennomsnittsprisen for de fire SAF-typer vil ligge på cirka 1700 EUR per tonn i både 2030 og 2050, fordi HEFA, som har de minste kostnader har stor vekt i 2030 og liten vekt i 2050. Både i 2030 og 2050 vil SAF-kostnadene være omtrent dobbelt så høye som prisen på fossilt flydrivstoff. Selv hvis vi tillegger fossilt flydrivstoff forventet ETS-kvotepreis på 190 EUR/ton CO₂ i 2050, vil SAF stadig være vesentlig dyrere per tonn drivstoff enn fossilt flydrivstoff. For innenlands ruter blir forskjellen mindre, da drivstofforbruket her også er pålagt CO₂-avgift på ca. 2 000 NOK per tonn drivstoff.

I tabellen under er vist hva det betyr for den samlede SAF-merprisen på norske innlandsruter:

Tabell V.4: Benyttede drivstoff-kostnader til fossilt flydrivstoff, ETS-kvoter, CO₂-avgift og SAF for norske innenlandsruter i 2050.

NOK per tonn drivstoff	Fossil flydrivstoff	SAF	SAF-merpris
Drivstoff	7 891	19 426	11 535 (+ 146 %)
ETS-kvoter	6 977	-	- 6 977
CO ₂ -avgift	2 164	-	- 2 164
Total	17 032	19 426	2 395 (+ 14 %)

Figuren viser at kostnadstillegget for SAF med de brukte forutsetningene er omtrent 150 %, hvis vi tar utgangspunkt i de forventede direkte prisene på fossilt flydrivstoff og SAF. Når man tar høyde for at det på fossilt flydrivstoff skal tillegges på ETS-kvotepreis og CO₂-avgift blir pristillegget cirka 2 400 NOK per tonn drivstoff tilsvarende 14 % ekstrakostnader.

Det bør fremheves at **de store usikkerhetene** rundt framtidig SAF-kostnader som er angitt i Figur V.15 **har avgjørende betydning** for SAF-merprisen. Tar vi i stedet utgangspunkt i den høye produksjonskostnader på SAF blir SAF-merprisen, når det tas høyde for ETS-kvotepreis og norsk CO₂-avgift, på 10 017 NOK per tonn drivstoff, altså fire ganger så høy som i Tabell V. Tar vi derimot utgangspunkt i de lave produksjonskostnader blir merprisen *negativ* (- 2 161 NOK per tonn). Konsekvensene av endrede prisantakelser er analysert i følsomhetsanalyser nedenfor.

Konsekvenser for billettprisene i EU-banen og strategibanene

Drivstoffkostnadene er i dag rundt 25-30 % av billettprisen, men varierende på tvers av rutene og generell en høyere andel jo lengre rute. Billettprisøkningen blir derfor langt mindre enn den prosentvise økning av drivstoffkostnadene selv med 100 % SAF-innblanding og 100 % overvelting av kostnadsøkningen i billettprisene.

I **EU-scenariet** innblandes 70 % SAF for avganger fra EU-lufthavner og 0 % fra de øvrige. Resultatet blir en innblanding på godt og vel 60 % og en økning i billettprisene på 4-5 % i forhold til Referansebanen, hvis vi ser bort fra FOT-rutene, som antas å bli kompensert for kostnadsøkningen.

I **alle strategibanene** innblandes 100 % SAF fra alle lufthavner. Merkostnadene i både **UFF-banen** og **Kostnadseffektivitetsbanen** finansieres av en 52 % økning av passasjeravgiften²⁶. Det gir naturligvis en ytterligere økning av billettprisene, og dermed samme isolerte etterspørselseffekt. For innenlandsrutene bortsett fra FOT-rutene blir billettprisøkningen omtrent 8 % i forhold til Referansebanen.

Følsomhetsanalyser på SAF-prisen i 2050

Antakelsene i denne rapporten avviker fra Destination 2050, som legger til en markedsfaktor som korreksjon for at markedsprisen i perioder kan avvike fra produksjonskostnadene (se Boks G.1). Legger man seg helt opp til *Destination2050* antakelsene og ganger **markedsfaktoren** på 1,36 med SAF-produksjonskostnadene i 2050 blir SAF-merprisen markant høyere. Flypassasjeravgiften må økes for å dekke de økte SAF-kostnadene når innblandingen økes fra 70 % til 100 %, og da for alle lufthavner. Avgiften skal økes ytterligere, hvis man i tillegg anvender Figur V.15's høye produksjonskostnader for SAF i, og lavere hvis man benytter de *lave* produksjonskostnader.

²⁶ Både innblandingen og passasjeravgiftsøkningen skjer også på utenlandsrutene. Flypassasjeravgiften økes så provenyet motsvarer merkostnadene til 100 % innblandingen i det blanserte scenario sammenliknet med innblandingskravet på 70 % for EU-lufthavner i EU-scenario (Step 1).

Konsekvensene av de store usikkerhetene om framtidige SAF-priser er undersøkt i tre følsomhetsanalyser:

- A. SAF-prisen i 2050 = de gjennomsnittlige produksjonskostnadene skalert med den såkalte 'market factor' på 1,36.
- B. SAF-prisen i 2050 = de høye produksjonskostnadene skalert med 'market factor' på 1,36.
- C. SAF-prisen i 2050 = de lave produksjonskostnadene.

Tabellen under viser resultatene av disse følsomhetsanalyser for Kostnadseffektivitetsbanen (KE). Til sammenlikning er også vist EU-banen (Steg 1) med gjennomsnittlige SAF-produksjonskostnader.

Tabell V.5: Følsomhetsanalyser av SAF-pris i 2050. Konsekvenser for Kostnadseffektivitetsbanen sammenlignet med Referansebanen.

	Passasjeravgift (NOK) Europa	Passasjeravgift (NOK) Interkont.	Passasjeravgift %-endring	Billettpriser %-endring	Antall reiser %-endring
EU-banen (GP u. MF)	60	353	0 %	4 %	-3 %
Kostnadseffektivitetsbanen* (GP u. MF)	91	536	52 %	7 %	-5 %
Følsomhetsanalyser for KE-banen					
A. GP + MF	140	825	134 %	23%	-14 %
B. HP + MF	213	1252	255 %	46 %	- 23 %
C. LP uten MF	60	353	0 %	-11 %	9 %

GP/HP/LP = Gjennomsnittlig/Høye/Lave produksjonskostnader for SAF; MF = 'market factor' = x 1,36

*Det implementeres samme økning i passasjeravgift i Kostnadseffektivitetsbanen og UFF-banen, som gir samme isolerte effekt på billettpriser og etterspørsel. I UFF-banen er det imidlertid flere virkemidler som påvirker etterspørselen etter flyreiser utenom passasjeravgiften.

Tabellen viser at for Kostnadseffektivitetsbanen vil bruk av Destination 2050's 'market factor' bety at flypassasjeravgiften i stedet skal økes med 134 %²⁷(A). Det impliserer en billettprisøkning på innenlands reiser på 23 %, som reduserer etterspørselen med 14 %. Bruker vi i tillegg høyt estimat for produksjonskostnadene (B) må passasjeravgiften økes med over 200 NOK per avgang på innenlandske og europeiske reiser, svarende til over 400 NOK tur/retur. For interkontinentale reiser økes passasjeravgiften med 1 250 NOK. Prosentvis svarer det til en økning på cirka 250 % i forhold til Referansebanen. Ser vi endelig på beregningen med antakelse av lave produksjonskostnader for SAF blir SAF *billigere* enn fossilt flydrivstoff tillagt ETS-kvotepreisen. Det betyr at flyselskapene frivillig vil overgå til 100 % SAF, og at det ikke blir behov for en passasjeravgift til å finansiere en SAF-merpris. Da vi antar at de lavere drivstoffkostnader også veltes over fullt i billettprisene gir det, sammenliknet med Referansebanen et gjennomsnittlig prisfall på 11 % på innenlandsreiser, og det øker etterspørselen med ca. 9 %.

²⁷ Det er en tilfeldighet at de 135 % som flypassasjeravgiften skal økes er tilnærmet lik markedsfaktoren på 1,36.

Boks G.1 Destination2050 tillegger en 'market factor' til produksjonskostnadene.

Det er viktig å bemerke at de SAF-prisene som benyttes her er vesentlig lavere enn de som benyttes i *Destination2050*, som ganger produksjonsprisen med en 'market factor' på 1,36 i 2050, som et tillegg begrundet i overnormal profitt i forhold til normal kapitalavkast (se Destination2050 Appendix D.4.3.5). Forklaringen på denne faktoren er basert på en observert overretterspørsel i 2022 og 2023, hvor appendixet ut fra sammenstilling av ulike kilder konkluderer at markedsprisen for HEFA er mellom 47 % og 78 % høyere enn produksjonskostnadene. Gjennomsnittet er da 63 % som forventes også å gjelde for 2030 på grunn av fortsatt overretterspørsel. De 36 % i 2050 svarende til 'market factor' på 1,36 framkommer som et gjennomsnitt av de 63 % for 2030 og et skjønn på 10% i 2050 fra '*Study supporting the impact assessment of the ReFuelEU Aviation initiative*' utført av tre konsulentfirmaer for Europakommisjonen. SAF-prisen «... includes a profit margin of about 10% in addition to production costs that are typically reported in literature.» (EC, 2021 p. 72).

Det er vår vurdering at det er både dårlig teoretisk og empirisk belegg for denne faktor. Vi har derfor satt faktoren til 1, så produksjonskostnadene brukes direkte. Det bør bemerkes at produksjonskostnadene inneholder et 'normalt' avkast på den investerte kapitalen. Ønsker man å foreta følsomhetsanalyser for SAF-kostnadene foreslås det at man heller tar utgangspunkt i usikkerhetsintervallet som angitt i figuren. Det tilsvarer ca. ± 50 % på gjennomsnittskostnaden.

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 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. Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

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
Postboks 8600 Majorstua
0349 Oslo
Norge

E-post: toi@toi.no

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gaustadalléen 21

Hjemmeside: www.toi.no

