



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

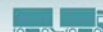
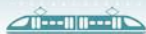


Videreutvikling av makromodellen NOREG 2 for analyser av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050

Nye modelleringsmuligheter

Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen, Orvika Rosnes,
Øyvind Vennerød, Harald Svartsund

2120/2025



Tittel:	Videreutvikling av makromodellen NOREG 2 for analyser av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050 - Nye modelleringsmuligheter
Tittel engelsk:	Advancing the NOREG 2 Macroeconomic Model for Assessing Norway's Transition to a Low-Emission Society by 2050 - Expanding the modelling framework
Forfatter:	Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen, Orvika Rosnes, Øyvind Vennerød, Harald Svartsund
Dato:	10.2025
TØI-rapport:	2120/2025
Antall sider:	78
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2390-6
Finansieringskilder:	Statens vegvesen
TØIs p.nr.:	5585 – NOREG2 NTP
Prosjektleder:	Wiljar Hansen
Kvalitetsansvarlig:	Kjell Werner Johansen
Ferdigstilling:	Trude Kvalsvik
Fagfelt:	Transportmodeller
Emneord:	Lavutslippssamfunnet, Generell likevektsmodell, Nasjonal transportplan, klimaomstilling

Kort sammendrag

NOREG 2 er en regional generell likevektsmodell (SCGE-modell) for Norge, utviklet av TØI, SSB, Vista Analyse og Menon Economics. Modellen muliggjør detaljerte analyser av regional næringsutvikling og økonomisk tilpasning over tid. I dette prosjektet er NOREG 2 videreutviklet til å kunne gi regionaløkonomiske analyser av de langsiktige virkningene av Norges omstilling til et lavutslippssamfunn innen 2050. Viktige forbedringer omfatter modellering av utslipp og klimapolitiske virkemidler, oppdatering av basisåret til 2022, mer presis utenrikshandels- og regionaldata, samt kobling til nasjonale gods- og persontransportmodeller. Disse koblingene gir konsistente analyser av økonomiske, demografiske og transportmessige sammenhenger mellom regioner. NOREG 2 er soft-linket til transportmodellene for både gods- og persontransport, og i prosjektet er det utviklet rutiner for iterative analyser med det sammenkoblede modellsystemet.

Summary

NOREG 2 is a regional computable general equilibrium (SCGE) model for Norway, developed by TØI, Statistics Norway (SSB), Vista Analyse, and Menon Economics. The model enables detailed analyses of regional industrial development and economic adjustment over time. In this project, NOREG 2 has been further developed to provide regional economic analyses of the long-term effects of Norway's transition to a low-emission society by 2050. Key improvements include explicit modeling of emissions and climate policy instruments, updating the model's base year to 2022, enhancing foreign trade and regional data, and linking the model to national freight and passenger transport models. These linkages enable consistent analyses of economic, demographic, and transport-related interactions between regions. NOREG 2 is soft-linked to both the freight and passenger transport models, and procedures for iterative analyses within the integrated modeling system have been developed as part of the project.

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

Denne rapporten dokumenterer arbeidet med å videreutvikle og tilrettelegge den regionale generelle likevektsmodellen NOREG 2 for analyser av klimaomstilling. Formålet er å styrke modellens evne til å analysere langsiktige strukturelle endringer i norsk økonomi og transportsektor i overgangen mot lavutslippssamfunnet 2050.

Videreutviklingen omfatter blant annet:

- Eksplisitt modellering av klimagassutslipp.
- Oppdatering av modellens basisår til 2022
- Detaljering av utenrikshandelen
- Kobling til persontransportmodellene
- Utvikling av rutiner for analyser med soft-linkede modeller

Samferdselsdepartementet utreder i 2025 hvordan visjonsstyrt planlegging kan innarbeides i norsk transportplanlegging. I den forbindelse har Nasjonal transportplan (NTP) sin metodegruppe – bestående av Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor – fått i oppdrag å vurdere hvordan det faglige grunnlaget for analyser av måloppnåelse og framtidig transportetterspørsel kan styrkes. Dette arbeidet omfatter blant annet utprøving av backcasting og vurdering av metoder som kan understøtte visjonsstyrt planlegging.

Oppdraget omfatter oppdatering og videre klargjøring av NOREG 2-modellen slik at den kan benyttes til analyser av virkemiddelpakker for å nå lavutslippssamfunnet i 2050, og dermed bidra til at transportetatene kan svare ut sitt oppdrag fra Samferdselsdepartementet (fase 2).

Prosjektleder hos TØI har vært Wiljar Hansen, som sammen med Bjørn Gjerde Johansen (TØI) har implementert og videreutviklet NOREG 2 sin modellkode og foretatt analysene med modellverktøyet. Innhenting og bearbeiding av data for klimagassutslipp er gjort av Orvika Rosnes og Harald Svartsund ved Vista Analyse, mens Øyvind Vennerød (Menon Economics) har oppdatert modellens kryssløp til 2022 og etablert detaljerte data for utenrikshandelen.

Arbeidet er finansiert av transportvirksomhetene og utført av NOREG 2-konsortiet, som består av Transportøkonomisk institutt (TØI), Vista Analyse, Menon Economics og Statistisk sentralbyrå (SSB). Utviklingen ledes av TØI. NOREG 2-modellen har grunnfinansiering fra Kommunal- og distriktsdepartementet og Norges forskningsråd gjennom DEMOS-programmet (prosjektnummer 283398).

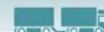
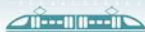
Våre primære kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Oskar Kleven i Statens vegvesen og Cecilie Bjørlykke i Jernbanedirektoratet. Vi takker imidlertid hele NTPs metodegruppe for et godt samarbeid under prosjektet, samt alle kommentarer og innspill underveis.

Oslo, oktober 2025

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Forskningssjef

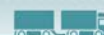
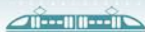


Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål	1
1.3	Avgrensning	2
1.4	Rapportstruktur	3
2	Kort om den makroøkonomiske modellen NOREG 2.....	4
2.1	Innledning	4
2.2	Modellstruktur og aktører	4
2.3	Dynamikk og tilpasning.....	5
2.4	Husholdninger og regionale forskjeller.....	5
2.5	Bedrifter og produksjon.....	5
2.6	Regional modellering	5
2.7	Sammenligning med etterspørselsdrevne modeller	6
2.8	Oppsummert	6
3	Videreutvikling og tilrettelegging av NOREG 2 for å bedre kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn 2050	7
3.1	Innledning	7
3.2	Utvikling og tilrettelegging for analyser av klimaomstilling.....	7
3.3	Oppdatering av modellens basisår til 2022 og revidert næringssammensetning	12
3.4	Utenrikshandel.....	13
3.5	Kobling til persontransportmodellene.....	14
4	Utvikling av rutiner for soft-linking av NOREG 2 og transportmodellene	19
4.1	Hva menes med soft-linking av modeller?.....	19
4.2	Soft-linking av NOREG 2 og Nasjonal godsmodell	20
4.3	Soft-linking av NOREG 2 og persontransportmodellene	24
4.4	Oppsummering: Sammensatte rutiner for soft-linking i etableringen av referansebanen .	26
5	Eksempelresultater fra referansebanen	28
5.1	Innledning: Referansebane og EU-bane	28
5.2	Forutsetninger bak referansebanen	28
5.3	Steg 0 Referansebanen	30
5.4	Referansebane: Utvikling i bruttoprodukt per næring	31
5.5	Referansebane: Korrigert befolkningsframskriving	35
5.6	Referansebane: CO ₂ -utslipp.....	38
6	Oppbygging av virkemiddelpakkene i strategibanene.....	39



6.1	Fire strategier for å nå lavutslippssamfunnet 2050.....	39
6.2	Sammensetningen av virkemidler i de fire strategibanene.....	40
7	Eksempelresultater fra strategibanene	44
7.1	Eksempelberegninger fra et metodeutviklingsprosjekt.....	44
7.2	Trinnvise analyser med sammenkoblede modeller.....	44
7.3	Fokus på metodeutvikling, ikke modellresultater	45
7.4	Eksempelresultater: Nasjonal BNP-effekt.....	46
7.5	Eksempelresultater: Næringsvis BNP-effekt.....	47
7.6	Eksempelresultater: Regionale effekter	52
7.7	Eksempelresultater: Klimagassutslipp	56
7.8	De samfunnsøkonomiske kostnadene av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050	56
7.9	Følsomhetsanalyser	57
8	Hvilke faktorer / effekter fanger vi ikke i NOREG 2	60
9	Neste trinn i modellutviklingen.....	61
9.1	Videre nødvendig arbeid for å kunne benytte framskrivingene til politikkutforming.....	61
9.2	Annen videreutvikling som vi tilrettelegge for bedre analyser av omstillingen til lavutslippssamfunnet 2050	62
10	En nærmere beskrivelse av NOREG 2.4	64
10.1	Generelle likevektsmodeller	64
10.2	Produksjon	65
10.3	Konsum: Representativ husholdning og offentlig sektor	66
10.4	Klimagassutslipp.....	67
10.5	Sparing og investering.....	68
10.6	Tilgang på arbeidskraft	69
10.7	Handel mellom regioner og mellom land	70
10.8	Modellens inngangsdata.....	71
10.9	Næringer i NOREG 2.4.....	73
10.10	Geografiske soner.....	75
	Referanser	77

Videreutvikling av makromodellen NOREG 2 for analyser av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050

Nye modelleringsmuligheter

TØI rapport 2120/2025 • Forfattere: Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen, Orvika Rosnes, Øyvind Vennerød, Harald Svartsund • Oslo 2025 • 77 sider

I denne rapporten dokumenteres videreutviklingen og tilretteleggingen av den regionale generelle likevektsmodellen NOREG 2 til å bedre kunne analysere omstillingen til lavutslippssamfunnet 2050.

Videreutviklingen omfatter:

- Eksplisitt modellering av klimagassutslipp. Både energirelaterte utslipp og prosessutslipp, samt modellering av klimapolitiske virkemidler i modellen.
- Oppdatering av modellens basisår til 2022
- Detaljering av utenrikshandelen
- Kobling til persontransportmodellene

Den videreutviklede likevektsmodellen er soft-linket til transportmodellene for både gods- og persontransport og det er utviklet rutiner for iterative analyser med bruk av de sammenkoblede modellene.

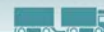
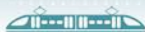
NOREG2 er en regional SCGE-modell (Spatial Computable General Equilibrium), tallfestet på data for norske fylker og kommuner. Modellen er designet for detaljerte regionale eller lokale økonomiske analyser hvor man ved bruk av modellapparatet kan vurdere de langsiktige konsekvensene av politikkendringer eller eksogene sjokk.

NOREG 2-modellen utvikles og driftes som et samarbeidsprosjekt mellom Transportøkonomisk institutt (TØI), Statistisk sentralbyrå (SSB), Vista Analyse og Menon Economics.

Denne rapporten beskriver tilretteleggingen og videreutviklingen av NOREG 2-modellen for å kunne analysere omstilling av den norske økonomien til lavutslippssamfunnet 2050.

Videreutvikling av NOREG 2 for analyser av klimaomstilling

Gjennom klimaloven har Norge lovfestet målet om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050. Rapporten dokumenterer NOREG 2-konsortiets arbeid med å videreutvikle og tilrettelegge NOREG 2-modellen med formål om å styrke modellens evne til å analysere langsiktige struktu-



relle endringer i norsk økonomi og transportsektor i overgangen mot lavutslippssamfunnet 2050. Oppdraget omhandler blant annet oppdatering og videre klargjøring av likevektsmodellen NOREG 2 til å kunne benyttes til analyser av virkemiddelpakker for å nå lavutslippssamfunnet i 2050. Behovet for slike verktøy er stort: Klimapolitikk vil endre næringsstruktur, lokalisering av aktivitet og transportbehov nasjonalt og regionalt. Modellutvidelsen gjør det mulig å studere hvordan ulike klimapolitiske virkemidler (kvoter, skatter/avgifter, subsidier m.m.) påvirker utslipp, produksjon, sysselsetting og transportetterspørsel – samlet og fordelt på regioner og næringer.

Utviklingen og tilretteleggingen av NOREG 2 til å møte analysebehovene til transportvirksomhetene er inndelt i fire tematisk beslektede utviklingstrinn:

1. Tilrettelegging av NOREG 2 for analyser av klimaomstilling
2. Oppdatering av modellens basisår til 2022
3. Detaljering av eksportmarkedet
4. Sterkere kobling til persontransportmodellene

Modellering av utslipp og klimapolitiske virkemidler

Utslippetsmodulen skiller mellom energirelaterte (forbrennings-) utslipp og prosessutslipp, og inkluderer seks klimagasser (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFK, PFK, SF_6) omregnet til CO_2 -ekvivalenter. Det skilles mellom kvotepliktige og ikke-kvotepliktige næringer. Datagrunnlaget bygger på SSBs offisielle statistikk for utslipp fra norsk territorium (relevant for klimamål) og for norsk økonomisk aktivitet, kombinert med Miljødirektoratets anleggsdata. Slik kan utslipp fordeles på NOREG 2s næringer og regionaliseres til kommuner. Karbonavgifter kalibreres fra SSB for å beregne effektiv karbonpris per næring.

Med denne utvidelsen kan NOREG 2 gjennomføre scenarioanalyser av enkelttiltak og samtidig virkemiddelbruk, vurdere hvilke næringer og regioner som påvirkes mest, beregne utslippsreduksjoner per næring og region, og analysere effekter på transportetterspørselen. Modellen kan også belyse hvordan eventuelle kompenserende avgiftsendringer i andre deler av økonomien kan dempe negative effekter på BNP, og hvordan virkemidler slår ulikt ut geografisk gitt variasjoner i regional nærings sammensetning. Samlet gir dette et styrket beslutningsgrunnlag for målrettet og geografisk treffsikker klimapolitikk.

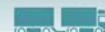
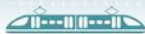
Oppdatering av modellens basisår til 2022

I NOREG 2 er SSBs nasjonale kryssløp regionalisert ned til kommunenivå, slik at modellen fanger opp økonomiske forskjeller og koblinger på tvers av landet. Datagrunnlaget i NOREG 2, versjon 2.4 er i arbeidet dokumentert i denne rapporten oppdatert til regnskapsåret 2022.

Samtidig med oppdateringen av basisåret er det gjort flere forbedringer i regionaliseringen og i modellens næringsinndeling:

- **Landbruksnæringen** er geografisk fordelt med høyere presisjon ved bruk av data fra Landbruksdirektoratet om tilskudd, areal, dyretall og salg til meieri og slakteri. Dette gir et langt mer realistisk bilde av hvor den økonomiske aktiviteten faktisk foregår.
- **Næringsinndelingen** er revidert slik at *fiske og fangst* og *akvakultur* behandles som separate næringer, basert på forskjeller i geografi, kostnadsstruktur og vekstbaner.

Samlet gir disse oppdateringene et mer presist og balansert empirisk grunnlag for modellering av regional økonomisk utvikling i Norge, og styrker NOREG 2 som verktøy for analyser av nærings- og klimapolitikk på tvers av sektorer og regioner.



Utenrikshandel

I arbeidet med å videreutvikle modellgrunnlaget for norsk eksport og import er det lagt vekt på å øke den geografiske presisjonen i datagrunnlaget. Ved å kombinere informasjon fra tidligere prosjekter, som *Eksportmeldingen*, er det utviklet en mer detaljert regional fordeling av eksporten. 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 eksportnivået per næring bygger fortsatt på kryssløpsdata, men den regionale og geografiske fordelingen er nå betydelig mer presis. I tillegg er det utviklet nye estimater for eksportens mottakerregioner, basert på detaljerte handelsdata på varenivå (HS-koder) koblet til NOREG-næringer via OECDs koblingsnøkler. Tilsvarende er det utviklet en forbedret metodikk for import, der kryssløpsinformasjon, OECD-data og handelsstatistikk kombineres for å identifisere hvilke produkter som importeres og fra hvilke land. Denne utvidelsen gir en mer helhetlig forståelse av Norges internasjonale handelssystem – både utadgående og innadgående – og styrker grunnlaget for analyser av hvordan globale endringer påvirker norsk økonomi og regionale næringer.

Kobling til persontransportmodellene

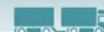
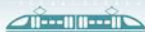
I denne modellutvidelsen er NOREG 2 koblet sammen med de nasjonale persontransportmodellene (RTM/NTM6), i tillegg til den eksisterende koblingen til Nasjonal godsmodell. Formålet har vært å implementere modellering av arbeidspendling, slik at husholdninger i modellen kan bo i én region og arbeide i en annen. Dette gir en mer realistisk beskrivelse av det norske arbeidsmarkedet og et bedre grunnlag for å analysere samspillet mellom økonomi, demografi og transportinfrastruktur.

Tidligere var arbeidsstyrken i hver region antatt å tilsvare de som bodde der. I den nye versjonen er bosted og arbeidssted frikoblet basert på registerdata for alle sysselsatte (microdata.no, A-meldingen, foretaksregisteret). Dette gjør det mulig å beregne realistiske pendlerstrømmer på kommunenivå, fordelt etter utdanningsnivå. Lønnsinntektene flyter nå mellom bosteds- og arbeidsregioner, slik at modellen bedre fanger hvordan verdiskaping, inntekt og forbruk fordeles geografisk.

Koblingen til transportmodellene er etablert gjennom en egen CUBE-applikasjon, som aggregerer data fra RTM/NTM6 om turer, transportmiddel, reisehensikt, distanse, tid og kostnader mellom alle norske kommuner. Disse dataene inngår både i kalibreringen av basisåret og som eksogene scenariodata for 2050, der endringer i transportkostnader og reiseomfang brukes til å beregne årlige vekstrater som påvirker pendlingsmønstre og privat konsum i NOREG 2.

Pendlingen modelleres endogent ved hjelp av en logistisk sannsynlighetsfordeling som bestemmes av bedriftenes etterspørsel etter arbeidskraft og de generaliserte reisekostnadene mellom regioner. Dermed påvirkes pendlerstrømmene både av økonomiske endringer (lønnsnivå og sysselsettingsvekst) og av endringer i transporttilbud og -kostnader fra transportmodellene.

I tillegg er utlegg til transport koblet direkte til husholdningenes private konsum i NOREG 2, slik at endringer i transportkostnader og reiseaktivitet fra RTM/NTM gjenspeiles i forbruket av transporttjenester. Dette skaper konsistens mellom transport- og økonomimodellene, og gir et helhetlig rammeverk for analyser av hvordan transportpolitikk og infrastrukturiltak påvirker arbeidsmarked, konsum, regional utvikling og velferd på lang sikt.



Utviklede rutiner for soft-linking mellom 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.

De sammensatte rutinene 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.

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

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.

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

Steg 4: Etablere referansebanen gjennom iterative kjøring med NOREG 2, NGM og persontransportmodellene.

Referansebane og eksempelstrategier

Analysene i rapporten er foretatt i en modell med SSB sine økonomiske regioner som geografisk enhet. Det er 85 økonomiske regioner i Norge.

For å kunne vurdere effektene av klimapolitiske virkemidler i NOREG 2 må det etableres en referansebane som beskriver hvordan økonomien utvikler seg dersom dagens politikk videreføres. Referansebanen fungerer som et sammenligningsgrunnlag for de alternative strategibanene, og et tydelig skille mellom disse er avgjørende for analysens validitet.

Referansebanen representerer en business-as-usual-utvikling, der produksjon, konsum, handel, priser og utslipp følger gitte forutsetninger om befolkningsvekst, produktivitet,



teknologi og eksisterende politikk. Den er ikke en prognose, men en normativ referanse som danner et konsistent utgangspunkt for å analysere virkninger av nye tiltak og endringer i klimapolitikken.

I dette prosjektet er det definert to referansebaner:

- 0. Referansebanen (business-as-usual / frozen-policy)
- 1. EU-banen

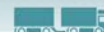
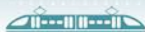
Steg 0 representerer den tradisjonelle referansebanen hvor det legges til grunn at Norge som helhet utvikler seg i tråd med framskrivningene i Perspektivmeldingen 2024 (St.Meld. 31 (2023-2024)). EU-banen i stor grad en videreføring av Steg 0, men med innføring av EU-krav knyttet til reduksjon i GHG-intensitet i skipsfarten og krav om innblanding av Sustainable Aviation Fuel (SAF) i luftfarten.

Det er utviklet fire eksempelstrategier for norsk transportsektors vei mot lavutslippssamfunnet 2050. De overordnede premissene for alle de fire strategibanene er at utslippene fra transportsektoren skal være tilnærmet null i 2050. I analysene med NOREG 2 evalueres disse fire eksempelstrategiene opp imot referansebanen.

Følgende eksempelstrategier er definert

- UFF-banen
- UF-banen
- Teknologibanen
- Kostandseffektivitetsbanen

	 Teknologibanen «Forbedre»	UFF-banen «Balansere»	UF-banen «Redusere»	 «Kostnads- effektivitet»
Hva gir utslipps-reduksjon?	Omstilling gjennom teknologisk utvikling og innovasjon; forbedre	Omstilling gjennom «unngå, flytte og forbedre»	Omstilling gjennom «unngå og flytte»	Omstilling gjennom de til en hver tid mest kostnadseffektives tiltakene på tvers av sektorer
Vi får bedre kunnskap om:	Muligheter som ligger i «mer effektiv bruk av ny teknologi» koblet direkte mot lavutslippssamfunnet. Hva skal til, og hva betyr banen for sentrale parametere?	Mulighetene som ligger i systematisk bruk av UFF-rammeverket, og hvilke virkemiddelbruk som skal til for å komme til lavutslippssamfunnet	Hva som skal til for å komme til lavutslippssamfunnet hvis vi kun skal basere oss på måloppnåelse gjennom virkemidler for å unngå og flytte transport	Hvordan vi kan oppnå et lavutslippssamfunn gjennom bidrag fra alle sektorer. Vi får testet bruk av NOREG 2, og om denne modellen kan gi oss ny strategisk kunnskap



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, finansieringen av disse klimatilpasningene og virkemidler som er rettet mot de øvrige sektorene i økonomien.

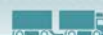
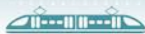
Forutsetninger bak referansebanen

Referansebanen i NOREG2 framkommer ved å bruke de samme antakelsene som ligger til grunn for framskrivinger i Perspektivmeldingen. Dette vil gi ulike utslag i ulike regioner i Norge på grunn av forskjeller i befolkningsutvikling, næringsstruktur, handelsmønster og befolkningens utdanningssammensetning.

Forutsetningene for de regionale utviklingsbanene følger forutsetningene som ligger til grunn for Regjeringens Perspektivmelding 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 2024-2050 ligger denne stort sett mellom 71 og 72 prosent for aldersgruppen 16-74 år.
- **Endring i utdanningsnivå** følger Cappelen mfl. (2020).
- **Etterspørselen etter utdanning** er antatt å øke i tråd med utdanningsnivået.
- **Petroleumsnæringen** er antatt å reduseres med om lag 60 prosent i 2060 sammenlignet med 2024-nivå¹.
- **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.
- 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.

¹ Perspektivmeldingens anslag på utviklingen i oljeproduksjon på norsk sokkel baseres på Sokkeldirektoratets anslag for den gjenværende ressursbasen på norsk kontinentalsokkel. Anslaget følger mulighetsbildet «Forventning» fra Sokkeldirektoratets Ressursrapport 2024.



- **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).

Referansebanene i NOREG 2 er regionale varianter av referansebanen som ligger til grunn for Regjeringens perspektivmelding, og er kalibrert til å samsvare med de nasjonale makrotallene og forutsetningene derfra. Modellen produserer dermed regionale perspektivmeldinger som er konsistente med den nasjonale utviklingen.

Referansebanen som presenteres i dette kapittelet er imidlertid en eksempelberegning, utviklet gjennom iterasjoner mellom NOREG 2 og transportmodellene (RTM, NTM6, NGM). Innenfor prosjektets tidsramme har det ikke vært mulig å kalibrere banen fullt ut mot Perspektivmeldingen 2024, Nasjonalbudsjettet 2025 og SNOW-modellen.

Resultatene må derfor betraktes som metodiske illustrasjoner, ikke som beslutningsgrunnlag eller framskriving av norsk økonomi. Arbeidet gir verdifull erfaring med samkjøring av modellene og videreutvikling av soft-linking-rutinene, men en mer grundig kalibrering og kvalitets-sikring er nødvendig før resultatene kan benyttes i politikkutforming.

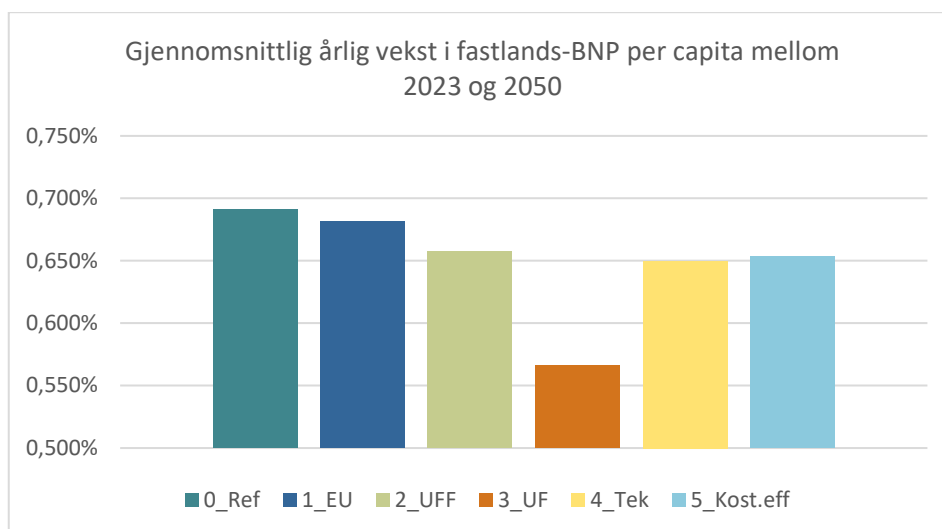
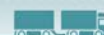
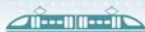
Evaluering av eksempelstrategier

De fire settene av virkemiddelpakker definert i eksempelstrategiene inneholder både virkemidler som er spesifikt rettet mot transportsektoren, finansieringen av disse klimatilpasningene og virkemidler som er rettet mot de øvrige sektorene i økonomien.

I dette prosjektet har hovedfokuset vært på metodeutvikling, både en videreutvikling av NOREG 2-modellen til å bedre kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn i 2050, men også utviklingen av rutiner for soft-linking av NOREG 2 med transportmodellene, både NGM og persontransportmodellene. Parallelt har det pågått et stort arbeid med utvikling av prosesser for sammenstillingen av virkemiddelpakker og etablering av fremtidsstrategier for å nå lavutslippssamfunnet for transportsektoren.

Resultatene og læringspunktene fra dette metodeutviklingsprosjektet, skal tas med i videre arbeid. Resultatene som presenteres fra modellanalysene må forstås som illustrative eksempelberegninger. De ulike eksempelstrategiene er utviklet i samarbeid mellom NTPs metodegruppe og forskere på TØI, gjennom en prosess preget av løpende vurderinger av hva som er hensiktsmessig både fra et strategisk transportpolitisk perspektiv og fra et modellteknisk ståsted, samtidig som det har vært en løpende avveining mellom behovet for å kvalitetssikre og kalibrere modellverktøyene, og behovet for framdrift og leveranser i prosjektet.

Dette er første gang hele modellapparatet – NOREG 2, RTM, NTM6 og NGM – samordnes og kjøres i fellesskap, og i tillegg er det benyttet nyutviklede forenklete versjoner av RTM. Erfaringene fra dette arbeidet gir verdifull innsikt for videre utvikling og anvendelse av metodikken, men selve beregningene bør tolkes med varsomhet. Ytterligere modelltilpasning, kalibrering og kvalitetssikring vil være nødvendig før resultatene kan brukes som grunnlag for beslutninger.



Analyseresultatene aggregert opp til nasjonalt nivå, indikerer at UF-banen har den mest inngripende effekten på norsk økonomi.

I rapporten presenteres resultater både for enkeltnæringer og per økonomisk region, samt et anslag på den samfunnsøkonomiske kostnaden for en omstilling til lavutslippssamfunnet 2050.

Analysene av eksempelstrategiene viser relativt stor variasjon mellom strategiene når man zoomer inn på økonomiske regioner og enkeltnæringer, mens noe av variasjonen hvikes ut når resultatene aggregeres over næringer og soner og presenteres som nasjonale verdier.

Videre arbeid

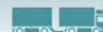
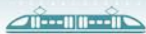
Videreutviklingen av NOREG 2 skjer både innenfor rammen av det tiårige forskningsprosjektet finansiert av Forskningsrådets DEMOS-program og gjennom oppdragsfinansierte prosjekter. I samarbeid med transportetatene er NOREG 2 utvidet for å styrke analysene av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050. Arbeidet har omfattet utvikling av selve modellen, etablering av rutiner for kobling mot transportmodellene (RTM, NTM6, NGM) og testing gjennom eksempelstrategier. Neste steg er å bruke verktøyet på reelle strategier som kan inngå i arbeidet med Nasjonal transportplan (NTP).

Før modellene kan brukes direkte i politikkutforming, må det gjennomføres flere utviklings-trinn:

- Rekalibrering av NOREG 2 til oppdaterte varestrømsmatriser fra utviklingsprosjektet i Nasjonal godsmodell (NGM).
- Etablering av en politikk-konsistent og validert referansebane, slik at framskrivingene blir konsistente med Perspektivmeldingen 2024 og Nasjonalbudsjettet 2025, inkludert implementering av sektorspesifikke teknologiforutsetninger fra Finansdepartementets SNOW-modell.

Annen videreutvikling som også legger til rette for bedre analyser av omstillingen til lavutslippssamfunnet innbefatter:

- Prisområder i kraftmarkedet skal modelleres mer presist for å fange geografiske forskjeller i kraftpriser og effekter på næringslokalisering.



- Iterativ kobling mellom NOREG 2 og transportmodellene skal utforskes videre, slik at endringer i befolkning, arbeidsplasser og destinasjonsattraktivitet i NOREG 2 kan påvirke transportmodellene, og omvendt.
- Et pågående arbeid med å innlemme kontinentalsokkelen som et nytt geografisk element i modellen. Aktiviteten på sokkelen deles inn i fem petroleumsregioner, med tilhørende leveransejeder på land kartlagt via AIS-data og næringsdata. Dette vil gjøre det mulig å analysere regionale konsekvenser av endringer i petroleums- og havvind-aktivitet, samt koblingen mellom offshore og fastlandsøkonomien.

Samlet sett vil disse videreutviklingene gi et mer presist, geografisk detaljert og integrert modellverktøy som bedre kan brukes til å vurdere langsiktige nærings-, klima- og transport-politiske strategier frem mot 2050.

Advancing the NOREG 2 Macroeconomic Model for Assessing Norway's Transition to a Low-Emission Society by 2050

Expanding the Modeling Framework

TØI Report 2120/2025 • Authors: Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen, Orvika Rosnes, Øyvind Vennerød, Harald Svartsund • Oslo 2025 • 77 pages

This report documents the further development and adaptation of the regional general equilibrium model NOREG 2 to better analyse Norway's transition to a low-emission society by 2050.

The model enhancements include:

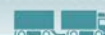
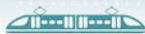
- **Explicit modelling of greenhouse gas emissions, covering both energy-related and process emissions, as well as the inclusion of climate policy instruments in the model.**
- **Updating the model's base year to 2022.**
- **Greater detail in modelling foreign trade.**
- **Linking the model to the national passenger transport models.**

The updated general equilibrium model is soft-linked to both freight and passenger transport models, and routines for iterative analyses using the integrated modelling framework have been developed.

NOREG 2 is a regional Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) model calibrated with data for Norwegian counties and municipalities. The model is designed for detailed regional or local analyses, enabling assessment of the long-term economic impacts of policy changes or external shocks.

NOREG 2 is developed and maintained as a collaboration between the Institute of Transport Economics (TØI), Statistics Norway (SSB), Vista Analyse, and Menon Economics.

This report describes the adaptation and further development of the NOREG 2 model to analyze the transition of the Norwegian economy toward a low-emission society by 2050.



Further development of NOREG 2 for climate transition analysis

Through the Climate Act, Norway has legally committed to becoming a low-emission society by 2050. This report documents the NOREG 2 consortium's efforts to improve and adapt the model to better analyze long-term structural changes in the Norwegian economy and transport sector during this transition. The project includes updating and preparing NOREG 2 to analyze policy packages aimed at achieving the low-emission target.

The need for such analytical tools is substantial: climate policy will reshape industrial structure, activity location, and transport demand at both national and regional levels. The model extension makes it possible to study how various climate policy instruments (quotas, taxes, subsidies, etc.) affect emissions, production, employment, and transport demand—both in total and distributed across regions and industries.

The development work has been organized into four main thematic components:

1. Adapting NOREG 2 for climate transition analysis
2. Updating the model's base year to 2022
3. Adding greater detail to the export market
4. Strengthening links to passenger transport models

Modeling of emissions and climate policy instruments

The emissions module distinguishes between energy-related (combustion) emissions and process emissions, and includes six greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) expressed in CO₂-equivalents. It also separates emission trading system (ETS) and non-ETS sectors.

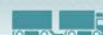
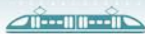
The data are based on Statistics Norway's official emission statistics for both territorial emissions (relevant for national climate targets) and emissions from Norwegian economic activity, combined with facility-level data from the Norwegian Environment Agency. This allows emissions to be allocated across NOREG 2's industries and regionalized to municipalities.

Carbon taxes are calibrated using Statistics Norway's data to calculate effective carbon prices per industry.

With this extension, NOREG 2 can perform scenario analyses of individual measures or combinations of instruments, identify which sectors and regions are most affected, estimate emission reductions per industry and region, and analyze transport demand impacts. The model can also assess how compensatory tax adjustments in other sectors could mitigate negative GDP effects, and how the policy impacts differ geographically due to variations in regional industrial structure. Together, these capabilities provide a stronger basis for targeted and geographically balanced climate policy.

Updating the model's base year to 2022

In NOREG 2, the national input-output tables from Statistics Norway have been regionalized down to the municipal level, capturing economic differences and linkages across Norway. In this work (NOREG 2 version 2.4), the base year has been updated to 2022.



Several improvements have been made alongside this update:

- The agriculture sector has been geographically distributed with higher precision using data from the Norwegian Agriculture Agency on subsidies, land use, livestock numbers, and sales to dairies and slaughterhouses, providing a more realistic picture of where production actually occurs.
- The industrial classification has been refined by separating fishing and catching from aquaculture, reflecting their different geographic structures, cost profiles, and growth paths.

These updates provide a more accurate and balanced empirical foundation for modeling regional economic development in Norway and strengthen NOREG 2 as a tool for analyzing industrial and climate policies across sectors and regions.

Foreign trade

In the further development of the model's trade module, emphasis has been placed on improving the geographical precision of export and import data. By combining information from previous projects (such as the Norwegian Export White Paper) with new datasets, a more detailed regional distribution of exports has been established. This provides a more realistic picture of where export revenues are generated, improving the basis for analyzing regional impacts of international trade.

While export levels per industry remain based on the input-output framework, the regional and international distribution has become much more precise. New estimates have been developed for export destinations, using detailed commodity-level trade data (HS codes) linked to NOREG industries through OECD concordance keys.

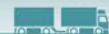
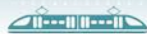
A corresponding methodology has been developed for imports, combining input-output data, OECD keys, and trade statistics to identify which products are imported and from which countries. These enhancements provide a comprehensive view of Norway's trade system, both inbound and outbound, and strengthen the analytical basis for assessing how global changes affect Norway's economy and regional industries.

Linking to the passenger transport models

In this development phase, NOREG 2 has been connected to the national passenger transport models (RTM/NTM6), in addition to the existing link to the National Freight Model (NGM). The objective has been to implement commuting behavior in the model, allowing households to live in one region and work in another. This creates a more realistic representation of the Norwegian labor market and a stronger analytical basis for examining interactions between the economy, demographics, and transport infrastructure.

Previously, each region's labor force was assumed to match its resident population. In the new version, residence and workplace are decoupled using register data for all employed persons (from microdata.no, A-melding, and the business register). This enables realistic commuting flows at the municipal level, disaggregated by education level. Income now flows between residence and work regions, improving the model's ability to represent how value creation, income, and consumption are geographically distributed.

The link to transport models is implemented through a dedicated CUBE application that aggregates data from RTM/NTM6 on trips, transport modes, travel purposes, distances, times, and costs between all Norwegian municipalities. These data are used both for base-year calibration and as exogenous scenario inputs for 2050, where changes in transport costs and travel



demand determine annual growth rates that influence commuting and private consumption in NOREG 2.

Commuting is modeled endogenously using a logistic probability distribution, driven by firms' labor demand and the generalized travel cost between regions. Thus, commuting flows are affected by both economic changes (wages and employment) and transport system developments (costs and accessibility).

In addition, household transport expenditure is directly linked to private consumption in NOREG 2, so changes in transport costs and travel behavior from RTM/NTM are reflected in the consumption of transport services. This ensures consistency between transport and economic models, providing an integrated framework for analyzing how transport policy and infrastructure investments affect the labor market, consumption, regional development, and welfare over time.

Development of soft-linking routines between NOREG 2 and the transport models

Soft-linking refers to the manual integration of separate models where information is exchanged iteratively. NOREG 2 has previously been soft-linked to the National Freight Model (NGM), and in this phase, it has also been linked to the passenger transport models.

In this methodological project, iterative processes between the models have been used to capture the full dynamics of the low-emission transition. NOREG 2 uses transport cost data from both NGM (freight costs per zone pair and industry) and RTM/NTM6 (travel costs per zone pair and purpose) as exogenous parameters. Conversely, NGM relies on trade volumes from NOREG 2, while NOREG 2 provides regional employment and demographic projections that can feed back into the passenger models.

The soft-linking routine for establishing a reference pathway involves five main steps:

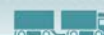
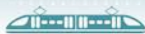
0. Define the underlying development trends and transport network for the reference case.
1. Calculate transport costs per commodity and zone pair in NGM, and per travel purpose and transport mode in RTM/NTM6.
2. Run NOREG 2 using the defined policy set and transport costs from step 1.
3. Run NGM with freight flow trajectories from NOREG 2 (step 2).
4. Establish the reference pathway through iterative runs between NOREG 2, NGM, and the passenger transport models.

Reference scenario and example strategies

The analyses in this report use Statistics Norway's 85 economic regions as the geographic unit.

To assess the effects of climate policy measures, NOREG 2 requires a reference pathway describing how the economy would evolve under current policies. This pathway serves as a benchmark for the alternative strategic scenarios, and maintaining a clear distinction between them is crucial for analytical validity.

The reference pathway represents a business-as-usual development, where production, consumption, trade, prices, and emissions follow assumptions about population growth, productivity, technology, and existing policies. It is not a forecast but a normative baseline providing a consistent foundation for evaluating the effects of new policy interventions.



Two reference pathways have been defined:

0. Reference Pathway (business-as-usual / frozen-policy) – assuming Norway develops in line with the projections in the 2024 Perspective Report (White Paper 31 (2023–2024)).
1. EU Pathway – largely based on the same assumptions as step 0 but incorporating EU requirements related to reduced GHG intensity in shipping and Sustainable Aviation Fuel (SAF) blending mandates.

Four example strategies have been developed to illustrate potential pathways for the Norwegian transport sector toward a low-emission society by 2050. All assume near-zero transport emissions by 2050 and are evaluated against the reference pathway in NOREG 2:

- UFF Pathway
- UF Pathway
- Technology Pathway
- Cost-Effectiveness Pathway

Iterative Analysis Setup

For each of the example strategies, the iterative analyses across the model tools follow the same stepwise procedure:

Step 1: The transport models are run with the climate policy instruments that apply to the transport sector.

Step 2: NOREG 2 is run using the exogenous changes in transport costs from Step 1, along with the climate policy measures and adjustments modeled within NOREG 2.

Step 3: The National Freight Model (NGM) is run using the projected freight flows from NOREG 2 (Step 2) to calculate future freight volumes by transport mode for each example strategy. For larger structural changes, it is assessed whether it is appropriate to update the population development in the passenger transport models based on endogenous migration results from NOREG 2.

The four sets of policy packages defined in the example strategies include both sector-specific measures for transport, financing mechanisms for these climate adaptations, and measures targeting other sectors of the economy.

Assumptions Underlying the Reference Pathway

The reference pathway in NOREG 2 is based on the same assumptions used in the Government's 2024 Perspective Report (PM2024). This yields different regional outcomes due to variations in population growth, industrial structure, trade patterns, and educational composition across Norwegian regions.

The regional development assumptions follow those of the 2024 Perspective Report:

- **Population growth:** Based on SSB's 2024 municipal population projections.
- **Labor force:** Projected using population data for ages 16–74, with participation rates from DEMEC. Between 2024 and 2050, participation remains around 71–72 percent for this age group.
- **Education:** Educational attainment follows Cappelen et al. (2020), with demand for education assumed to rise in line with attainment levels.
- **Petroleum sector:** Expected to decline by about 60 percent by 2060 relative to 2024.

- **Public consumption growth:** Based on DEMEC—just over 1.5% annually (real terms) until 2036, tapering thereafter, averaging 1.3% per year from 2024–2060.
- **Defense and education:** Strong defense growth is assumed in the first 12-year period; lower birth rates imply weaker growth in education, consistent with PM2024.
- **Productivity growth:** Based on DEMEC—just over 0.7% annually in private industries and just under 0.5% in public services between 2024 and 2060.
- **Energy efficiency:** Assumed to improve by almost 1% annually, following CEPII (EconMap, 2016).

The reference pathways in NOREG 2 are thus regionalized versions of the Perspective Report baseline, calibrated to align with national macroeconomic aggregates and assumptions. NOREG 2 therefore produces regional perspective pathways consistent with the national one.

The reference pathway presented in this chapter, however, is a demonstration case developed through iterations between NOREG 2 and the transport models (RTM, NTM6, NGM). Within the project timeframe, it has not been possible to fully calibrate the pathway to the 2024 Perspective Report, the 2025 National Budget, and the SNOW model.

As such, the results should be regarded as methodological illustrations, not as forecasts or policy-ready outputs. The work provides valuable experience in coordinating the models and advancing soft-linking routines, but further calibration and quality assurance are required before the results can inform policy decisions.

Evaluation of Example Strategies

The four example strategies comprise integrated policy packages that include sector-specific measures for the transport sector, their financing, and related policies targeting other parts of the economy.

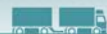
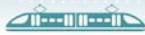
The project's main focus has been methodological development—both refining NOREG 2 to better analyze the transition toward a low-emission society by 2050, and developing soft-linking routines between NOREG 2 and the transport models (NGM and the passenger models). In parallel, significant effort has gone into designing the policy packages and long-term strategic pathways for achieving low emissions in the transport sector.

The findings and lessons from this methodological project will inform future work. The model results presented here should be interpreted as illustrative examples, not forecasts. The example strategies were developed jointly by the National Transport Plan (NTP) methods group and researchers at TØI, through a process involving continuous assessments of what is appropriate both from a strategic transport policy perspective and a modeling perspective. Throughout, trade-offs were made between the need for model calibration and quality assurance and the need for progress and delivery within the project timeline.

This marks the first time the entire modeling system—NOREG 2, RTM, NTM6, and NGM—has been integrated and run jointly, including the use of newly developed simplified versions of RTM. The experience gained provides valuable insights for future methodological and model development, though the current calculations must be interpreted with caution. Further model refinement, calibration, and validation will be necessary before the results can serve as a solid basis for policymaking.

When aggregated to the national level, the results indicate that the UF pathway has the most significant overall impact on the Norwegian economy.

The report presents results both by individual industries and by economic regions, as well as an estimate of the socioeconomic cost of transitioning to a low-emission society by 2050.



The analyses of the example strategies reveal considerable variation between strategies when examined at the regional or sectoral level. However, much of this variation becomes less pronounced when the results are aggregated across sectors and zones and presented as national averages.

Further Work

The further development of NOREG 2 is progressing both within the framework of the ten-year research project funded by the Research Council of Norway's DEMOS program and through commissioned projects. In cooperation with the Norwegian transport agencies, the model has been expanded to strengthen its capacity to analyze the transition to a low-emission society by 2050.

This work has involved improvements to the model itself, the establishment of routines for linking with the transport models (RTM, NTM6, NGM), and testing through example strategies. The next step is to apply the tool to real strategic analyses that can be incorporated into the National Transport Plan (NTP).

Before the models can be used directly for policy formulation, several additional development steps are required:

- **Recalibration of NOREG 2** using updated freight flow matrices from the ongoing development project for the National Freight Model (NGM).
- **Establishment of a policy-consistent and validated reference pathway**, ensuring projections are aligned with the 2024 Perspective Report and the 2025 National Budget, including the implementation of sector-specific technology assumptions from the Ministry of Finance's SNOW model.

Other planned extensions that will improve the model's ability to analyze the transition to a low-emission economy include:

- **More detailed modeling of electricity price zones** to capture regional variations in power prices and their effects on industrial location.
- **Further exploration of iterative linkages** between NOREG 2 and the transport models, enabling mutual feedback between changes in population, employment, and destination attractiveness.
- **Integration of the Norwegian continental shelf** as a new geographic component of the model. Offshore activity will be divided into five petroleum regions, with associated onshore supply chains mapped using AIS shipping data and industrial datasets. This will enable analysis of regional impacts of changes in petroleum and offshore wind activity, and strengthen the connection between the offshore and mainland economies.

Overall, these enhancements will provide a more precise, geographically detailed, and integrated modeling framework, better suited for evaluating long-term industrial, climate, and transport policy strategies toward 2050.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Denne rapporten beskriver tilretteleggingen og videreutviklingen av NOREG 2-modellen for å kunne analysere omstilling av den norske økonomien til lavutslippssamfunnet 2050. Arbeidet som dokumenteres er finansiert av transportvirksomhetene og utført av NOREG 2-konsortiet. NOREG 2 modellen har grunnfinansiering fra Kommunal- og distriktsdepartementet og Norges forskningsråd gjennom DEMOS-programmet i NFR.

Utviklingen av likevektsmodellen NOREG 2 er et samarbeidsprosjekt mellom TØI, Vista Analyse, Menon Economics og SSB. Utviklingen ledes av TØI. Heretter omtales samarbeidspartnerne i NOREG 2-utviklingen som NOREG 2-konsortiet.

Gjennom klimaloven har Norge lovfestet målet om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050. Loven fastslår at klimagassutslippene skal reduseres i størrelsesorden 90-95 % sammenlignet med referanseåret 1990. Størstedelen av norske utslipp av klimagasser kommer fra olje- og gassutvinning og fra industrien, etterfulgt av transportsektorene, jordbrukssektoren og avfallssektoren ².

I Parisavtalen oppmuntres alle land til å utvikle langsiktige lavutslippsstrategier³. Norges lavutslippsstrategi skisserer fire hovedtrekk ved lavutslippssamfunnet 2050:

- Lavutslippssamfunnet er et samfunn med lave utslipp i alle sektorer
- Areal, skog og ressurser blir forvaltet på en bærekraftig måte som legger til rette for høyt opptak og lavt utslipp. Våre arealer lagrer karbon og forsyner oss med materialer, mat og energi.
- Et grønt næringsliv med lave utslipp av klimagasser
- Byer og lokalsamfunn legger til rette for lave klimagassutslipp og gode levekår for innbyggerne

For å begrense den globale temperaturøkningen til godt under to grader celsius, slik Parisavtalen forplikter til, må alle land gjennomføre omfattende utslippskutt på tvers av sektorer. NOU 2023:25

(Klimautvalget 2050) peker på at Norge må bruke energi, materialer og arealer mer effektivt for å nå målet om et lavutslippssamfunn. Alle sektorer må bidra, og dersom én sektor ikke leverer tilstrekkelige utslippsreduksjoner, øker belastningen på de andre. En koordinert overgang krever derfor at analyser og beslutningsgrunnlag er konsistente med de langsiktige klima- og naturmålene.

1.2 Formål

Samferdselsdepartementet undersøker i 2025 hvordan visjonsstyrt planlegging kan innarbeides i norsk transportplanlegging. I den forbindelse har NTPs metodegruppe – bestående av Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor – fått i oppdrag å vurdere hvordan det faglige grunnlaget for å analysere måloppnåelse og framtidig transportetterspørsel kan styrkes. Dette inkluderer utprøving av backcasting og vurdering av metoder som kan understøtte visjonsstyrt planlegging.

² NOU 2023:25 Klimautvalget

³ Stortinget behandlet Norges lavutslippsstrategi i forbindelse med Klima- og miljødirektoratet sin budsjettproposisjon for 2020 (Prop. 1S (2019-2020)). Gjennom Parisavtalen er hvert land forpliktet til å oppdatere klimamålene hvert femte år. I 2025 skal alle land melde inn sine klimamål for perioden etter 2030.

Denne rapporten dokumenterer NOREG 2 -konsortiets arbeid med å videreutvikle og tilrettelegge en regional generell likevektsmodell (SCGE-modell) som verktøy i dette arbeidet. Formålet er å styrke modellens evne til å analysere langsiktige strukturelle endringer i norsk økonomi og transportsektor i overgangen mot lavutslippssamfunnet 2050. Oppdraget omhandler oppdatering og videre klargjøring av likevektsmodellen NOREG 2 til å kunne benyttes til analyser av virkemiddelpakker for å nå lavutslippssamfunnet i 2050, og skal bidra til at transportetatene skal kunne svare ut sitt oppdrag fra Samferdselsdepartementet, fase 2.

Transportvirksomhetene er bedt som en del av et oppdrag fra Samferdselsdepartementet å benytte makromodeller som en del av virkemiddelanalysene for å nå lavutslippssamfunnet i 2050. I den forbindelse er NOREG 2-modellen valgt til å svare ut oppdraget fra Samferdselsdepartementet.

En omstilling til et lavutslippssamfunn i 2050 vil trolig innebære en radikal endring av både samfunnet og økonomien. En utvikling mot et lavutslippssamfunn vil gi både muligheter og utfordringer, hvor en av hovedutfordringene er omstillingen til en situasjon uten store olje- og gassinntekter. NOREG 2 er et godt verktøy 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 transportetterspørsel.

En makroøkonomisk modell er en forenklet representasjon av økonomien utviklet for å analysere endringer som omfatter flere sektorer i samspill. På klimaområdet benyttes gjerne makroøkonomiske modeller til virkningsanalyser av klimapolitikk, herunder hvordan virkninger av reguleringer og virkemidler rettet mot én næring forplanter seg gjennom hele økonomien som følge av samspillet mellom næringene. NOREG 2 er en type makroøkonomisk modell kalt Spatial Computable General Equilibrium (SCGE)-modeller. Dette er en generell likevektsmodell som har en geografisk dimensjon gjennom en regional inndeling av den nasjonale økonomien.

Makroøkonomiske modeller gjør det mulig å blant annet:

- Simulere effekter av klimatiltak som karbonavgifter, subsidier, teknologistøtte eller utslippskvoter på makroøkonomiske størrelser som BNP, sysselsetting, faktorpriser, investeringer, forbruk, osv.
- Analysere omstillingskostnader og fordelingsvirkninger (geografisk og/eller mellom befolkningsgrupper), avhengig av modelltype
- Vurdere samspillet mellom klimapolitikk og annen økonomisk politikk, som hvordan karbonavgifter påvirker konsum og utenrikshandel.
- Utvikle referansebaner og scenarier for lavutslippsomstilling som kan sammenlignes med «business-as-usual»-utvikling.

1.3 Avgrensning

Denne rapporten dokumenterer det store metodeutviklingsprosjektet som er gjennomført for å videreutvikle og tilpasse NOREG 2 til analyser av klimaomstilling. Hovedfokus i prosjektet og i dokumentasjonen har vært metodeutvikling.

Rapporten beskriver modellutviklingsarbeidet som er utført og de nye metodene som er utviklet for soft-linking av NOREG 2 og transportmodellene.

For å utvikle og teste metodikken er prosjektet basert på fire eksempelstrategier utarbeidet av transportvirksomhetene. Disse skal forstås som illustrative eksempler, ikke som ferdige strategier. Utvikling av robuste og helhetlige strategier for lavutslippssamfunnet krever omfattende analyser, gode prosesser og videreutvikling av modellverktøyene. En slik omstilling vil være transformativ for hele økonomien, ikke bare transportsektoren. Det eksisterende modellsystemet, der flere modeller soft-linkes, gir et

sterkt grunnlag for strategiske analyser, men har også begrensninger som omtales i rapporten. Analysene som presenteres må betraktes som eksempelberegninger, hvor det i framtidige analyser som skal ligge til grunn for politikkutforming, må gjennomføres en grundigere kalibrering av de sammenkoblede modellene og validering av modellresultatene.

FNs klimapanel (IPCC) har gjentatte ganger dokumentert at dersom verden ikke når klimamålene – særlig målet om å begrense oppvarmingen til godt under 2 °C – vil det få alvorlige og vedvarende negative konsekvenser for global økonomisk vekst. Økende temperaturer vil føre til havnivåstigning og mer ekstremvær, som tørke, flom og hetebølger, som får negative effekter på alt fra helse til makroøkonomi. I flere modellberegninger samlet inn av IPCC vil man finne at de langsiktige økonomiske tapene som følger av klimaendringer vil overstige de kortsiktige kostnadene ved å overholde togradersmålet, særlig ved diskonteringsrater på 3 % eller lavere.

I våre beregninger sammenlignes ulike eksempelstrategier for å nå lavutslippssamfunnet i 2050 med en referansebane der dagens politikk videreføres. Denne såkalte «frozen-policy»-utviklingsbanen inkluderer ingen direkte økonomiske skadekostnader av klimaendringene, og tar heller ikke hensyn til IPCCs prognoser for hvordan et varmere klima vil svekke den globale økonomiske utviklingen. Når vi i våre analyser sammenligner strategibanene med referansebanen, kan det derfor se ut som om klimaomstilling kun har en negativ effekt på norsk økonomi. Dette skyldes imidlertid at referansebanen ikke tar hensyn til kostnadene ved å ikke handle, og ikke at klimaomstillingen i seg selv svekker den økonomiske utviklingen. Når vi i rapporten diskuterer effektene av eksempelstrategiene på realøkonomien, så er dette relativt til en framskriving av verden slik vi kjenner den i dag, og ikke en verden som gjennomgår omfattende klimaendringer.

1.4 Rapportstruktur

Rapporten inneholder 10 kapitler. I kapittel 2 gir vi en kort og overordnet innføring i den generelle likevektsmodellen NOREG 2 og hvilke bruksområder et slikt modellverktøy har. I kapittel 3 går vi videre til å presentere videreutviklingen av NOREG 2 til bedre å kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn 2050. De nyutviklede rutinene for soft-linking av NOREG 2 og transportmodellene diskuteres i kapittel 4, mens eksempelberegningen av en referansebane gis i kapittel 5. Kapittel 6 beskriver oppbyggingen av eksempelstrategiene som vi analyserer og presenterer eksempelberegninger av i kapittel 7. I kapittel 8 diskuterer vi enkeltfaktorer ved utviklingen fram mot et framtidsscenario som ikke fanges i likevektsmodellen, mens kapittel 9 tar for seg neste trinn i modellutviklingen. I kapittel 10 gir vi en grundigere gjennomgang av NOREG 2.4.

2 Kort om den makroøkonomiske modellen NOREG 2

2.1 Innledning

NOREG 2 er en regional generell likevektsmodell (SCGE-modell) utviklet for analyser av regional næringsutvikling og økonomisk tilpasning over tid. Modellen kombinerer nasjonal makroøkonomisk modellering med en geografisk dimensjon som muliggjør analyser på regionalt nivå (økonomiske regioner, fylker eller kommuner). Formålet med modellen er å framskrive hvordan den regionale næringsstrukturen endres over tid under ulike forutsetninger, og å analysere de langsiktige virkningene av politikk, strukturelle endringer og eksterne sjokk.

Modellen er basert på regionale data for norsk økonomi med elastisitetsverdier estimert på norske data.

En mer teknisk beskrivelse av modellens oppbygging og datagrunnlag gis i kapittel 10.

2.2 Modellstruktur og aktører

NOREG 2 beskriver økonomien som et samspill mellom husholdninger, bedrifter og offentlig sektor.

- Husholdningene representeres ved én representativ husholdning per region, som mottar alle inntektene fra primærfaktorene arbeidskraft og kapital, og maksimerer nytten gitt priser og budsjettbetingelser
- Bedriftene representeres ved én aktør per næring i hver region, som minimerer kostnader og maksimerer profitt.
- Offentlig sektor er modellert på nasjonalt nivå, mottar skatteinntekter og kapitalinntekter fra offentlige næringer, og foretar overføringer til husholdninger og subsidier til bedrifter.

Likevektsmodellen modellerer samspillet mellom aktørene i økonomien hvor atferden til alle aktører er fundamentert i mikroøkonomisk teori. Økonomien modelleres som liten og åpen, med handel mellom de innenlandske regionene i modellen og mot utlandet.

Eksempler på anvendelsesområder for en regional likevektsmodell

- Regionale effekter av nasjonal politikk: Hvordan påvirker regulering, skatt og subsidier ulike regioner forskjellig.
- Regionale effekter av infrastrukturprosjekter: arbeidsmarkedstilpasning, pendling, handel, næringstilpasning.
- Nasjonale og regionale effekter av målrettet distriktpolitikk: Målrettet politikk i én region gir effekter i andre regioner.
- Hvordan slår klimatiltak ut regionalt: Utslipp, energibruk, sektorsammensetning
- Regional sårbarhets- og sjokkanalyse: for eksempel oljeprisfall, tollbarrierer, pandemi.
- Regionale handels- og arbeidsmarkedstilpasninger: Hvordan flyten av arbeidskraft, kapital og varer mellom regioner endrer seg når forutsetningene endres.

2.3 Dynamikk og tilpasning

Modellen er dynamisk rekursiv, dvs. den består av en serie statiske likevektsmodeller som bindes sammen over tid gjennom sparing, investering og migrasjon.

- Husholdningenes sparing og bedriftenes investeringer kobler sammen økonomien i ett år med neste år.
- Over tid angir sparing og investering en tidsutvikling for realkapital, som sammen med forutsetninger om sysselsettingsutviklingen og forutsetninger om teknologisk fremgang bestemmer økonomisk vekst på makronivå

Tilpasningen mellom år skjer uten friksjoner. Det innebærer at kapital og arbeidskraft omdisponeres umiddelbart, og at arbeidstakere skifter jobb uten ledighet. Slike forutsetninger gjør modellen godt egnet til langsiktige analyser, mens resultater på kort sikt bør tolkes med varsomhet.

2.4 Husholdninger og regionale forskjeller

Hver region har én representativ husholdning som reflekterer regionens befolkning og inntektsnivå. Husholdningene er imidlertid ikke identiske på tvers av regioner:

- Størrelsen på arbeidsmarkedet og utdanningsnivået varierer.
- Det er geografiske forskjeller i disponibel realinntekt.
- Ulik nærings sammensetning skaper regionale variasjoner i inntekts- og konsumstrukturen.

Dette gjør modellen i stand til å fange opp ulikheter i tilpasningsevne og sårbarhet mellom regioner.

2.5 Bedrifter og produksjon

I hver region finnes én representativ bedrift per næring som produserer én varetype. Bedriftene antas å minimere kostnader gitt produksjonsnivået, og produksjonsteknologiene har konstant skautbytte. Det samme produksjonsnivået kan oppnås ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorer, og til hvert produksjonsnivå antar vi at bedriftene velger kombinasjoner av innsatsfaktorer på en slik måte at produksjonskostnaden minimeres. Dette gir den kostnadsminimerende mengden av kapital, arbeidskraft, energi- og innsatsvarer som skal til for å produsere en enhet av varen. Hvor mange enheter som blir produsert blir deretter bestemt utfra profittbetingelsen til bedriftene.

Produksjonsfunksjonene er modellert som CES-funksjoner (Constant Elasticity of Substitution), der kapital, arbeidskraft, energi og andre innsatsvarer (den såkalte *KLEM*-strukturen) kan substitueres i ulik grad. Når relative priser endres, justerer bedriftene faktorinnsatsen i tråd med de estimerte elastisitetene.

Unikt for NOREG 2 er at disse elastisitetene er estimert på norske data – 64 næringer over ti år på kommunenivå – i stedet for å bruke internasjonale anslag. Dermed er modellen bedre kalibrert til norske produksjonsforhold.

2.6 Regional modellering

NOREG 2 er utviklet for å studere regional økonomisk utvikling og har en fleksibel geografisk inndeling. Analysene kan gjennomføres:

- på fylkesnivå,
- på kommunenivå for et mindre antall kommuner, f.eks. kommuner i ett fylke

- med andre regionale aggregeringer etter behov, som for eksempel SSB sin inndeling i økonomiske regioner.

Gitt den valgte inndelingen beregner modellen utviklingen i hver region innenfor en nasjonal makro-økonomisk ramme. Dette gjør modellen særlig egnet til å analysere:

- nærings- og regional utvikling
- fremveksten av økonomiske ubalanser mellom regioner
- samt virkninger av politikk og eksterne sjokk på lang sikt.

Handel i varer og tjenester binder sammen de geografiske sonene i modellen. Det er handel i både varer og tjenester mellom de representative aktørene internt og mellom hvert par av modellsoner. Dette er svært viktig komponent i en SCGE-modell og muliggjør ringvirkningsanalyser både på tvers av geografi og sektorer: vareflyten gjør at virkningene av en politikkendring eller et sjokk sprer seg både utover i geografien og ut i økonomien gjennom kryssløpssammenhengene.

2.7 Sammenligning med etterspørselsdrevne modeller

NOREG 2 skiller seg fra tradisjonelle etterspørselsdrevne modeller ved at ressursgrunnlaget er begrenset. Virkemåten til NOREG 2 kan kontrasteres med virkemåten til etterspørselsdrevne modeller: I en etterspørselsdrevet modell vil en regional stimulans gi økt aktivitet og ringvirkninger både i målsektoren og hos leverandører. Økte inntekter til sektoren og til underleverandører vil så sette i gang ringvirkninger når inntektene blir brukt på varer og tjenester. Samlet kan en etterspørselsstimulans lede til et betydelig antall arbeidsplasser i form av ringvirkninger. NOREG 2 har alle de samme egenskapene som en etterspørselsdrevet modell, men i tillegg har modellen en realøkonomisk ramme som reflekterer at ressursene som strømmer til regionen som opplever etterspørselsstimulans, må flytte ut av andre sektorer og regioner. I NOREG 2 antas full ressursutnyttelse, slik at ressurser som tilføres en region må hentes fra andre regioner eller sektorer. Dette demper ringvirkningene og reflekterer de langsiktige realøkonomiske tilpasningene.

I NOREG 2 møtes etterspørsels- og tilbudssiden i økonomien i likevekt. Hvilken modell som modellerer virkeligheten best, kommer an på om det faktisk er ledige ressurser eller full ressursutnyttelse i økonomien. Dermed kan man si at:

- etterspørselsdrevne modeller beskriver kortsiktige virkninger, mens
- NOREG 2 beskriver langsiktige likevektsvirkninger i økonomien.

2.8 Oppsummert

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.

Modellen egner seg derfor særlig godt til scenarioanalyser, vurdering av strukturelle endringer og analyser av politikk som påvirker den langsiktige økonomiske balansen mellom regioner. Gjennom slike anvendelser bidrar NOREG 2 til å styrke grunnlaget for kunnskapsbasert og geografisk treffsikker politikktutforming.

3 Videreutvikling og tilrettelegging av NOREG 2 for å bedre kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn 2050

3.1 Innledning

Utviklingen og tilretteleggingen av NOREG 2 til å møte analysebehovene til transportvirksomhetene er inndelt i fire tematisk beslektede utviklingstrinn som alle har blitt gjennomført i løpet av våren/sommeren 2025:

1. Tilrettelegging av NOREG 2 for analyser av klimaomstilling
2. Oppdatering av modellens basisår til 2022
3. Detaljering av eksportmarkedet
4. Sterkere kobling til persontransportmodellene



Regional likevektssmodell for Norge

- Fleksibel geografisk oppløsning
- Fleksibel næringsinndeling
- Regional handel
- Endogen flytting
- Substitusjonselastisiteter estimert på norske data
- Arbeidsstyrke etter utdanningsnivå
- Klimagassutslipp **Nyhet**
- Oppdatert basisår **Nyhet**
- Eksportdetaljering **Nyhet**
- Pendling **Nyhet**

3.2 Utvikling og tilrettelegging for analyser av klimaomstilling

Det er stort behov for verktøy som kan benyttes til analyser av effektene av virkemidler i klimapolitikken, både på nasjonalt og regionalt/lokalt nivå. Klimapolitikk som er nødvendig for å nå klimamålene vil

føre til samfunnsendringer som vil påvirke både næringsstrukturen i Norge, den geografiske beliggenheten til næringer og fremtidig transportomfang og behov.

Modellutviklingen av NOREG 2 som skal gi et bedre grunnlag for å analysere omstilling til lavutslippssamfunnet i 2050 er utformet med utgangspunkt i transportvirksomhetenes oppdrag fra Samferdselsdepartementet om bruk av makromodeller i framsynsanalyser av klimaomstilling.

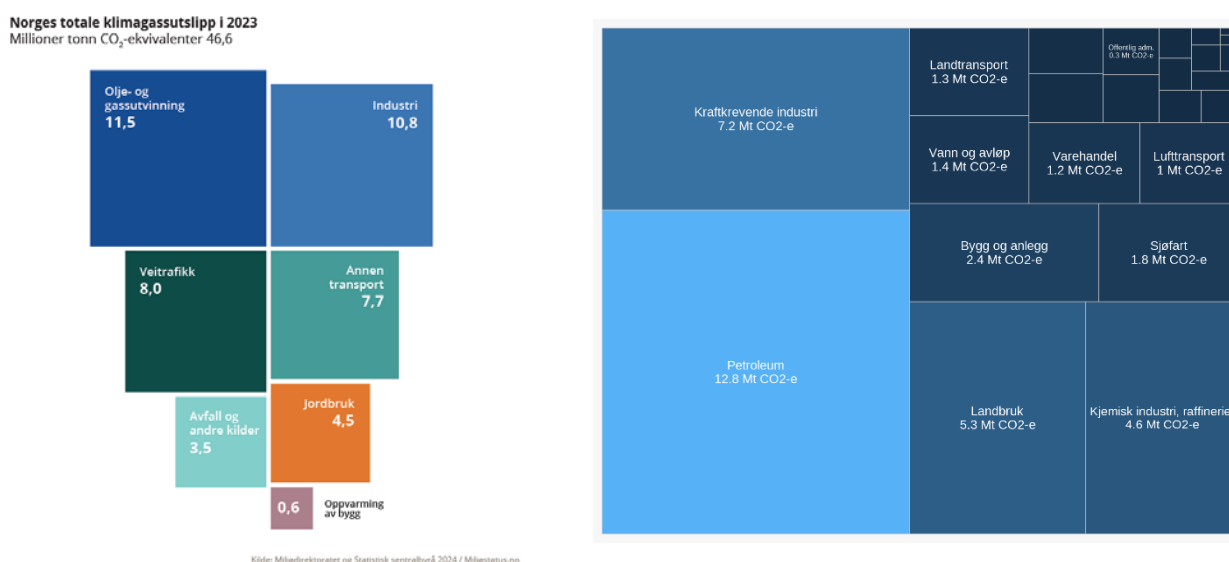
Modellutvidelsen handler i store trekk om å inkludere i modellen:

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

Begge kulepunktene innebærer tilrettelegging av data, kalibrering av modellen og endringer i selve modellkoden. Vi beskriver dette nærmere nedenfor.

3.2.1 Utslipp

De viktigste utslippene av klimagasser kommer fra olje- og gassutvinning, industri, veitrafikk og annen. Jordbruk, avfall og oppvarming av bygg forårsaker også utslipp. Norges klimagassutslipp i 2023 er vist i figur 3.1. Figuren viser også at det er ulike måter å kategorisere utslippene på: basert på aktivitet eller basert på næring. I figuren til venstre er alle utslippene fra veitrafikk samlet, mens på figuren til høyre er utslippene knyttet til veitrafikk fordelt på næringer (f.eks. varehandel).



Figur 3.1: Utslipp av klimagasser, 2023. Kilde: Miljødirektoratet og SSB 2024 / Miljøstatus.no

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.
- *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 renses. CCS er en mulig renseteknologi i framtiden.

Det er også viktig å merke seg at mens energirelaterte utslipp skjer hos så godt som alle aktørene i økonomien, er prosessutslippene konsentrert hos noen næringer. For eksempel har de fleste aktørene i økonomien utslipp knyttet til transport. I tillegg til transportnæringene har for eksempel varehandel, bygg og anlegg og offentlig administrasjon en del utslipp knyttet til transport. Husholdninger har utslipp knyttet til egen bilbruk, mens utslipp knyttet til kollektivtransport regnes under transportnæringene.

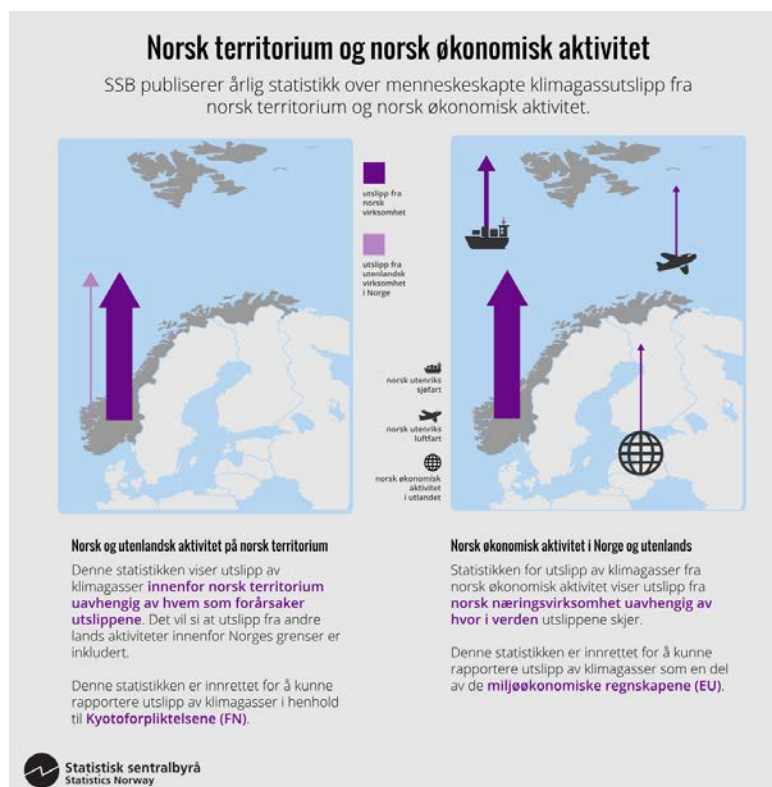
Vi har inkludert 6 klimagasser: karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), hydrofluorkarboner (HFK), perfluorkarboner (PFK), svovelheksafluorid (SF₆) i modellen. Alle er regnet om til felles enhet (CO₂-ekvivalenter).

Vi skiller også mellom kvotepliktige og ikke-kvotepliktige næringer. Det er viktig for virkemiddelbruk.

3.2.2 Modellering og data

En viktig del av tilretteleggingen av NOREG2 for analyser av klimaomstilling handlet om innhenting og bearbeiding av relevante data og kalibrering av modellen. Utslppsmodulen basert på det offisielle utslppsregnskapet utarbeidet av SSB. Utslippene i modellen samsvarer med den offisielle statistikken.

Statistikken er laget på to måter: for utslipp fra norsk territorium og for utslipp av norsk økonomisk aktivitet, se figur 3.2. For vårt formål er det relevant å bruke utslippene fra norsk territorium, siden klimamål og Kyoto-forpliktelsene er knyttet til det.



Figur 3.2: Utslippene fra norsk territorium og fra norsk økonomisk (Kilde: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hvilke-utslipp-dekkes-av-statistikkene>)

Utfordringen er imidlertid at den offentlige utslippsstatistikken har ikke inndeling etter næring på en måte som man trenger til NOREG 2:

- Utslipp av klimagasser fra *norsk territorium* (SSB Statistikkbanken tabell 13931) viser utslipp etter utslippskilde (f.eks. oppvarming, kjøretøy, kunstgjødsel, ...), men ikke etter hvilken næring disse utslippene oppstår i.
- Utslipp av klimagasser fra *norsk økonomisk aktivitet* (SSB Statistikkbanken tabell 13932) viser utslipp etter næringer i nasjonalregnskapet (A64, som også er grunnlaget for NOREG2). Men denne statistikken inkluderer også utslipp som skjer andre steder i verden (norske datterselskap i utlandet). Utenriks sjøfart er den største kilden til utslipp som skjer utenlands, men det er også andre næringer som har utslipp i utlandet. Tilsvarende er ikke utslipp knyttet til utenlandske selskapers aktivitet i Norge ikke inkludert.

3.2.2.1 Datagrunnlag til NOREG2

Vi har kombinert begge utslippsstatistikken, i tillegg til statistikken over anleggsutslipp fra landbasert industri fra Miljødirektoratet, for å etablere datagrunnlaget til NOREG2. Statistikken over anleggsutslipp inneholder punktutslipp fra alle rapporteringspliktige landbaserte anlegg (dekker 13,7 mill. tonn CO₂-ekvivalenter).

Vi bruker data for utslipp i Norge for å anslå hvordan utslippene fra norsk økonomisk territorium fordeles seg på næringer (A64). SSB Statistikkbankens tabell 13931 sammen med datasettet fra Miljødirektoratet gir oss utslippene innenfor norsk territorium for en del av næringene. Utslippene i de resterende næringene fordeles basert på forskjellen mellom økonomisk aktivitet fra utenlandske datterselskap i Norge og norske datterselskap i utlandet ved å bruke antall sysselsatte i næringen som et mål på for økonomisk aktivitet. Til slutt sprer vi ut de resterende utslippene basert på en antagelse om homogen utslippsintensitet for resten av landet. I tillegg må vi regionalisere utslippene, dvs. fordele dem på kommuner (som er den minste regionale enheten i NOREG2).

Vi utdyper de ulike stegene nedenfor.

3.2.2.2 Fordeling av utslipp fra norsk territorium på næringer

Tabell 13932 mangler utslippene fra utenlandske foretak i Norge, men inkluderer utslippene fra norske datterselskap i utlandet. Dette gjør at totalen for utslipp for tabell 13932 blir større enn for tabell 13931.

For noen næringer kan vi bruke utslippstall basert på tabell 13931 direkte, ettersom noen av kildene peker på en spesifikk næringskategori. Dette gjelder følgende næringer:

- Utvinning av råolje og naturgass inkl. tjenester og rørtransport
- Produksjon av papir og papirvarer
- Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter
- Elektrisitets-, gass- og varmtvannsforsyning
- Luftransport
- Utenriks sjøfart

For de resterende næringene bruker vi Tabell 08882 og Tabell 08085 for å beregne forskjellen i sysselsatte i utenlandske foretak i Norge versus sysselsatte i norske datterselskap i utlandet. Vi bruker sysselsatte som en proxy for økonomisk aktivitet og forutsetter at utslippsintensiteten til en næring er det samme i datterselskap i utlandet og utenlandskontrollerte selskap i Norge. Da kan vi justere utslippene fra norsk økonomisk aktivitet basert på differansen i utslipp. Et eksempel på dette er at vi justerer hovedområdet 'industri' ned med 78% for de næringene vi ikke identifiserer spesifikt fra tabell 13931. Dette er fordi det er sysselsatt flere norske datterselskap i utlandet enn i utenlandske foretak i Norge i industrien i 2022.

Husholdninger er en egen kategori i begge tabellene.

Vi bruker også tabell 13931 for å kategorisere prosessutslipp, og antar at alle andre utslipp kommer fra forbrenning av brensel.

3.2.2.3 Regionalisering: Fordeling av utslipp på kommuner

Videre sprer vi disse utslippene ut på kommuner ved å bruke to datakilder: Miljødirektoratets anleggsdata for landbasert industri og det regionaliserte kryssløpet som utgjør kjernen av NOREG2.

Vi bruker anleggsdata for næringen *Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri*, siden denne er slått sammen av flere næringer og et gjennomsnitt av utslippene vil ikke fange opp heterogeniteten i de ulike industrielle aktivitetene i næringene. Vi gjør det samme for *Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter* og *Produksjon av metaller*, ettersom utslippsintensiteten varierer avhengig av hvilken vare man produserer.

Etter at vi har delt ut utslipp fra næringenes total, beregner vi nasjonale utslippskoeffisienter basert på produksjon og forbruk av fossile brensler. Dette bruker vi til å fordele de resterende utslippene til hver kommune.

3.2.3 Klimapolitiske virkemidler

For analyser av klimapolitikk er det også viktig å legge til relevante skatter og avgifter. I den forrige modellversjonen var karbonavgifter mm. slått sammen med andre særavgifter. I denne tilretteleggingen har vi skilt dem ut fra de samlede skattene og avgiftene som hver næring betaler.

For å kalibrere avgifter, bruker vi totale utgifter til karbonavgifter for hver næring (fra SSB Statistikkbanken tabell 14360). Dette gir oss en effektiv karbonpris, med andre ord tar vi også hensyn til eventuelle subsidier.

3.2.4 Nye muligheter med ny modellversjon

En slik modellutvidelse gir oss muligheten til flere nye analyser:

- Analyser av virkninger av klimapolitikk
 - Ulike virkemidler
 - Samtidig virkemiddelbruk
- Analyser av hvilke næringer som blir mest berørt av virkemidlene
- Regionale forskjeller av effekten av virkemidlene
- Beregnede utslippsreduksjoner per næring og region
- Effekt på transportetterspørselen av klimapolitikk

Modelleringen av skatte- og avgiftsnivået i modellen er forbedret og gir nå ikke bare mulighet for analyser av enkeltvirkemidler med også mulighet for analyser av samtidig virkemiddelbruk, hvor avgiftslettelse i andre sektorer i økonomien kan minske de negative effektene klimatiltakene vil kunne ha på realøkonomien. Isolert sett vil et klimapolitisk virkemiddel med en høy utslippspris per CO₂-ekvivalent eksempelvis kunne gi en reduksjon i BNP. Dette kan motvirkes med avgiftslettelse i andre deler av økonomien. Den regionale konsekvensen av denne typen samspill i politikktutforming vil kunne analyseres ved bruk av NOREG 2, hvor ulikheter i den regionale næringssammensetningen på tvers av regioner vil gjøre at politikktutforming slår ulikt ut i ulike deler av landet. Slike analysemuligheter vil bidra til økt forståelse av hvordan økonomiske konsekvenser av virkemiddelbruk slår ulikt ut på tvers av regioner og mer målrettet virkemiddelbruk.

Eksempler på analyser og dataflyt mellom NOREG 2 og transportmodellene

Avgift pålegges fossil kjøretøyteknologi i NGM

- Gir nye matriser for godstransportkostnader i NGM (per sonepar og næring)
- Disse benyttes som input i NOREG 2
- Varer som transporteres blir relativt sett dyrere enn varer som ikke transporteres, og varer som transporteres langt blir relativt sett dyrere enn varer som transporteres kort.
- Konsumentene (folk og bedrifter) substituerer seg mot relativt sett billigere varer.
- Påvirker næringsstrukturen og demografi
- Gir nye etterspørselsmatriser som kan leses inn i NGM for beregning av endret transportmiddelfordeling gitt den nye næringsstrukturen og de demografiske endringene som fulgte av tiltaket



NOREG 2: Pålegger CO₂-avgift i produksjonen

- Varer fra utslippsintensive næringer blir relativt sett dyrere.
- Varer fra næringer som benytter innsatsvarer fra utslippsintensive næringer blir relativt sett dyrere
- Varer fra grønne næringer blir relativt sett billigere
- Konsumenter (folk og bedrifter) substituerer seg mot relativt sett billigere alternativer.
- Da produksjonen og konsumentene er lokalisert på ulike steder i geografien, slår dette ulikt ut mellom sonene i modellen (lønnvekst, sysselsetting, innsatsvarebruk, næringsstruktur, produksjon)
- Som igjen påvirker flyttemønsteret og arbeidspendlingen (som igjen påvirker lønnvekst, sysselsetting, innsatsvarebruk, næringsstruktur, produksjon)
- Alt dette påvirker transportetterspørselen og varestrømmene.
- Nye varestrømmer kan benyttes inn i NGM for å beregne endring i transportmiddelfordeling, tonnkm og tilhørende CO₂ – utslipp fra transport



3.3 Oppdatering av modellens basisår til 2022 og revidert nærings sammensetning

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. Grunnet uregelmessigheter i økonomien som følge av Covid19 og myndighetenes tiltakspakker for å stimulere økonomien under pandemien, har det tidligere ikke vært hensiktsmessig å oppdatere basisåret i modellen. Nå foreligger det 2022 data for nasjonalt næringskryssløp som muliggjør første oppdatering til en økonomi som kan forutsettes å være i likevekt.

Spesialtilpasning av Petroleumssektoren. Petroleumssektoren fikk et midlertidig oppsving i 2022 som følge av energikrisen etter Russlands invasjon av Ukraina. De ekstraordinært høye olje- og gassprisene førte til en kunstig økning i sektorens størrelse. For å unngå at modellen starter fra et ubalansert nivå

med midlertidige pris- og aktivitetsnivåer, er sektoren derfor justert tilbake til 2019-nivået. Dette gir et mer realistisk utgangspunkt for langsiktige framskrivninger og analyser.

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 produksjons-tilskudd 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.

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.

Splitting av kryssløpet for R19, R20 og R21. I SSBs kryssløp er næringene R19, R20 og R21 slått sammen for å ivareta konfidensialitet, men disse sektorene har i realiteten ulike innkjøpsmønstre og markedsroller. For å forbedre modellens realisme har vi benyttet kryssløp fra EU27 for å estimere fordelingen av leveranser og kjøp mellom disse tre næringene. Totaltallene er balansert slik at de samsvarer med SSBs data, men den interne fordelingen er basert på mønstre fra europeiske økonomier. Dette gir en mer nyansert fremstilling av disse sektorene i den norske økonomien.

3.4 Utenrikshandel

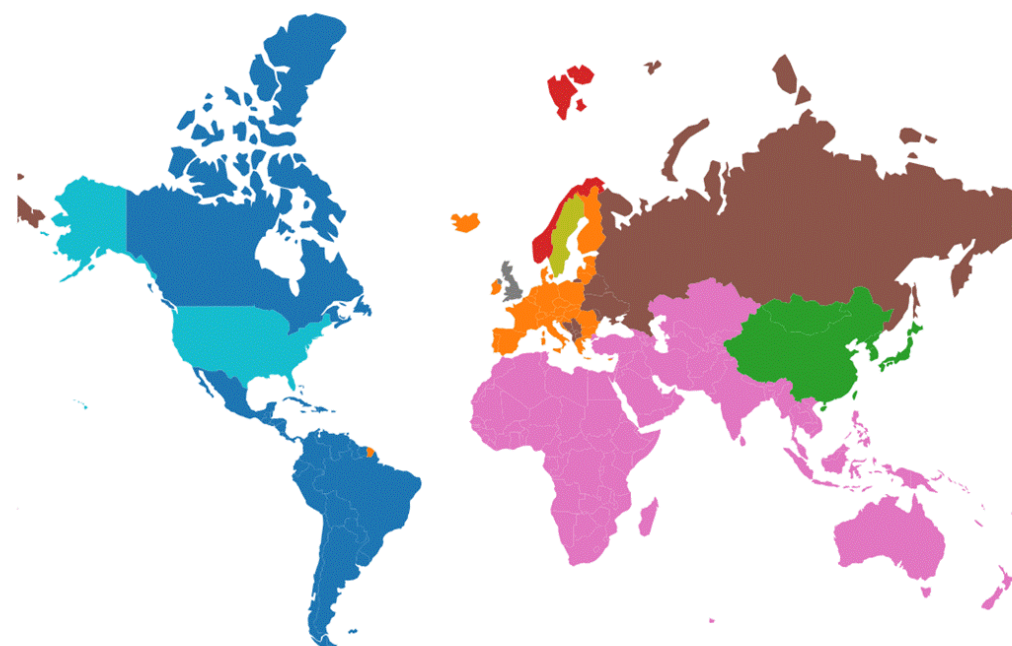
I arbeidet med å videreutvikle modellgrunnlaget for norsk eksport har vi lagt vekt på å forbedre den geografiske presisjonen i datagrunnlaget. Ved å kombinere informasjon fra tidligere prosjekter – blant annet *Eksportmeldingen* – med intervjuer av sentrale næringsaktører, har vi utviklet en mer detaljert fordeling av eksporten 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.⁴ 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. Dette gjør det mulig å analysere hvordan økonomiske endringer eller sjokk i ett land eller en region påvirker norsk eksportsektor.

Fordelingen av eksport etter mottakerland bygger på detaljerte handelsdata på varenivå (HS-koder), som er koblet til næringene i NOREG-modellen gjennom koblingsnøkler fra OECD⁵. Denne metoden gir oss et mer presist bilde av hvilke land og regioner som er sentrale handelspartnere for hver enkelt næring, og hvordan sjokk hos enkelte handelspartnere kan påvirke norsk geografi regionalt.

⁴ Det er fortsatt slik at eksporten er fordelt der verdien av eksporten oppstår som ikke nødvendigvis samsvarer med der varen transporteres fra. Hvis en industribedrift har produktdesign i en kommune, produksjon i en annen kommune, og hovedkontor i en tredje kommune, fordeles eksporten mellom disse tre etter antall ansatte i disse tre kommunene.

⁵ [OECDs HS to ISIC to End-use conversion key fra OECD, TiVA / STAN Team - Directorate for Science, Technology and Innovation \(STI\).](#)



En tilsvarende metodikk er utviklet for importen. Ved å kombinere informasjon fra kryssløpet – som viser hvilke næringer som kjøper fra hverandre – med OECDs koblingsnøkler og detaljert utenriks-handelsstatistikk, kan vi nå estimere hvilke produkter som importeres, og fra hvilke land de kommer. Dette gir en mer fullstendig forståelse av Norges handelssystem, både innadgående og utadgående og legger grunnlag for bedre analyser av hvordan internasjonale endringer slår ut i norsk økonomi.

3.5 Kobling til persontransportmodellene

NOREG 2 er allerede soft-linket til Nasjonal godsmodell. I denne modellutvidelsen har modellen også blitt soft-linket til persontransportmodellene.

Formålet med denne utviklingsoppgaven har vært å implementere modellering av arbeidspendling i NOREG 2. Dette har gitt modellverktøyet full mobilitet i arbeidsmarkedet og en kobling av NOREG 2 til de nasjonale og regionale modellene for persontransport. En slik kobling vil blant annet gi utvidede muligheter til å analysere demografi- og næringseffekter av tiltak i transportsystemet. Denne modellutvidelsen tillater at husholdningene i modellen bor i en modellsone og jobber i en annen modellsone.

3.5.1 Frikobling av bosted og arbeidssted i NOREG 2

I forrige versjon av NOREG 2-modellen var arbeidsstyrken i en region antatt å tilsvare antall arbeidere som er bosatt i den samme regionen. Dette er også en standard antakelse i de fleste SCGE-modeller hvor transportnæringene ikke er det primære fokuset. Denne forenklingen innebærer at arbeidstakere verken pendler mellom regioner, eller endrer (geografisk) arbeidssted uten å endre bosted. Selv om antakelsen gjør modellstrukturen mer håndterbar og bidrar til en tydelig kobling mellom regional befolkning, inntekt og produksjon, kan den også introdusere betydelige skjevheter i hvordan regionale arbeidsmarkeder og økonomiske interaksjoner blir fremstilt.

I virkeligheten er arbeidsmarkedene sterkt integrerte på tvers av regioner. Mange arbeidstakere pendler daglig over både kommune- og fylkesgrenser, og bedrifter rekrutterer arbeidskraft fra et langt større geografisk omland enn det som reflekteres i bostedsregionen alene. Når SCGE-modeller antar at arbeidskraften i en region utelukkende består av personer som er bosatt der, ignoreres derfor viktige dimensjoner ved arbeidsmobilitet og regional samhandling. Dette kan føre til feilaktig kalibrering av

både regionale inntekter, produksjonsnivåer og velferdseffekter, særlig i analyser som omhandler infrastruktur, transportkostnader, eller endringer i næringsstruktur.

I en modell hvor bosatte og sysselsatte arbeidere per region er antatt å være den samme gruppen, vil det nødvendigvis ikke være samsvar med offentlig regional statistikk over arbeidsinntekter og lønnsutbetalinger. I Oslo, for eksempel, er de samlede lønnsutbetalingene fra bedrifter betydelig høyere enn de totale lønnsinntektene til arbeidstakere som er bosatt i regionen. Dette skyldes at en stor andel av lønnsutbetalingene går til arbeidstakere som pendler inn fra andre kommuner. Å skille mellom bosted og arbeidssted i modellen bidrar derfor ikke bare til en mer realistisk beskrivelse av arbeidsmarkedet, men også til bedre samsvar mellom modellen, regionaliserte nasjonalregnskapsdata og inntektsdata.

Når arbeidstakere kan bo i én region og arbeide i en annen, oppstår det en mer realistisk geografisk fordeling av inntekter og etterspørsel. Arbeidere bringer med seg lønnsinntekter opptjent i arbeidsregionen tilbake til bostedsregionen, hvor de konsumerer varer og tjenester og betaler lokale avgifter. Dette innebærer at verdiskaping og produksjon kan være konsentrert i enkelte regioner, mens deler av inntektene og forbrukseffektene fordeles over et større geografisk område. Ved å tillate slike interregionale pendlerstrømmer fanger modellen opp hvordan økonomiske impulser sprer seg mellom regioner, og hvordan endringer i for eksempel næringsstruktur, transportkostnader eller regional politikk påvirker både arbeids- og bostedsregioner. Dermed gir en eksplisitt modellering av pendling ikke bare et mer korrekt bilde av arbeidsmarkedet, men også en mer presis beregning av geografiske ringvirkninger og regional velferd.

I tidligere SCGE-modeller (se bl.a. Hansen og Johansen, 2016) har pendlerstrømmer typisk blitt kalibrert ved hjelp av OD-matriser for arbeidsreiser fra de norske persontransportmodellene. I dette arbeidet har vi derimot benyttet oss av registerdata for alle norske sysselsatte, ved hjelp av tjenesten microdata.no. Fra registerdata har vi informasjon om bostedskommunen til hele den norske befolkningen, og hver enkelt persons utdanningsnivå. A-meldingsdata gjør at vi kan identifisere hvem som er sysselsatte, og hvilken virksomhet som er hovedarbeidsgiveren til hver enkelt sysselsatt. Ved hjelp av bedrifts- og foretaksregisteret har vi informasjon om kommunen hver enkelt virksomhet er lokalisert i, og dette kan kobles til sysselsatte individer via organisasjonsnummeret til virksomheten fra A-meldingen. Dermed kan vi hente ut data om bosted og arbeidssted på kommunenivå for alle sysselsatte i Norge, fordelt på utdanningskategoriene vi benytter i NOREG 2-modellen.

Ved hjelp av disse dataene kan vi frikoble bo- og arbeidsmarkedene. Konseptuelt innebærer dette tre endringer:

- Tidligere klarerte arbeidsmarkedet for hver utdanningskategori og region ved at summen av antall sysselsatte per næring måtte samsvare med den sysselsatte befolkningen i regionen. Den sysselsatte befolkningen i regionen er det regionale arbeidstilbudet i modellen, som endres fra år til år (eksogent, gjennom SSBs befolkningsprognoser og endringer i utdanningsnivå, og endogent, gjennom flytting mellom regioner). Nå klarer arbeidsmarkedet for hver utdanningskategori og region, ved at summen av antall sysselsatte per næring må samsvare med summen av antall *innpendlere* til regionen, fra alle modellens andre regioner. På samme måte må summen av antall *utpendlere* fra en region samsvare med antall sysselsatte som er bosatt i regionen.
- Tidligere var delen av den regionale husholdningsinntekten som lønninger utgjorde bestemt av det utdanningsspesifikke lønnsnivået i regionen. Nå blir lønnsinntekten i en region heller beregnet som den pendler-vektede summen av lønnsnivåene i omkringliggende regioner. På den måten vil pendlere ta med seg lønna si tilbake til bostedsregionen. Dette innebærer at lønna bedrifter som er lokalisert i en region kan tilby, ikke nødvendigvis trenger å samsvare med hva de bosatte i den samme regionen vil tjene.
- Dette også vil påvirke modellpredikerte flyttemønstre. Det er lønnsnivået som påvirker flytting utover det som allerede er fanget opp i SSBs befolkningsframskrivninger, men med frikoblet bosted og arbeidssted tilsvarer ikke nødvendigvis lønna for en regions innbyggere det lønnsnivået som tilbys ved arbeidsplassene i regionen. En konsekvens av dette er at økte lønninger i

for eksempel Oslo nå vil medføre økt tilflytting til de omkringliggende regionene, hvor en stor andel av de sysselsatte pendler inn til Oslo. På denne måten vil pendlingsmønstrene også bidra til en geografisk spredning av hvordan lønnsforskjeller påvirker flyttemønstre.

3.5.2 CUBE-applikasjon for innhenting og aggregering av data fra RTM/NTM6

Det første trinnet for å koble NOREG 2 til persontransportmodellene, etter at bosted og arbeidssted er frikoblet, er å lese inn data. Dette innebærer å generere inndata-filer på riktig format til NOREG 2, basert på resultatene av kjøringer med persontransportmodellene. For dette formålet har det blitt utviklet en egen CUBE-applikasjon.

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». Dette resulterer i totalt 12 filer med transportmodellresultater – én for hver kombinasjon av transportmiddel og reisehensikt.

De 6 filene for «bilfører» og «bilpassasjer» inneholder kolonnene:

- Fra-kommune
- Til-kommune
- Turer per år
- Gjennomsnittlig tidsbruk
- Gjennomsnittlig distanse
- Gjennomsnittlige direktekostnader

De 6 filene for «kollektiv» og «fly» inneholder kolonnene:

- Fra-kommune
- Til-kommune
- Turer per år
- Gjennomsnittlig tilbringertid
- Gjennomsnittlig ombordtid
- Gjennomsnittlig ventetid
- Gjennomsnittlig antall påstigninger
- Gjennomsnittlig billettpris

Fra-kommune og til-kommune omfatter alle kommunepar i Norge. Variabelen «tur per år» angir det totale antallet reiser, per transportmiddel og reisehensikt, aggregert fra transportmodellenes sonenivå til kommunenivå. De øvrige variablene er beregnet som turvektede gjennomsnitt på kommunenivå, der vekten er antall turer.

Resultatet av denne applikasjonen er altså datasett som omfatter alle årlige bilturer, kollektivturer og flyturer mellom norske kommuner, og kostnaden for disse.

Det siste året har det blitt utviklet en forenklet etterspørselsmodell for persontransport, basert på RTM og NTM6, med mål om å redusere beregningstiden og øke fleksibiliteten for nye transportmidler. I analysene i dette metodeutviklingsprosjektet er den forenklete modellen benyttet for korte reiser under 70 km én vei, mens den tradisjonelle persontransportmodellen er benyttet for de lange reisene. Overgangen til forenklet modell har krevd endringer i datautvekslingen mellom persontransportmodellene og NOREG 2. NOREG 2 benytter data om turer og transportkostnader mellom kommuner, og det opprinnelige oppsettet var tilpasset et mer detaljert datagrunnlag. Løsningen er derfor justert for å sikre konsistente dataflyter mellom modellene.

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. For å fordele turene fra forenklet modell mellom reisehensikter

brukes det forholdstall fra basiskjøring med RTM/NTM6 på transportmiddel-transportmodellsone-transportmodellsone-nivå.

3.5.3 Bearbeiding av inngangsdata fra RTM/NTM6 til NOREG 2

Etter at dataene har blitt lest inn i NOREG 2, blir det beregnet både monetære og generaliserte reise-kostnader for alle transportmidler og reisehensikter. For å kunne lese inn turer og generaliserte/mone-tære kostnader fra persontransportmodellene i basisåret, har applikasjonen blitt kjørt én gang for nå-situasjonen. Disse dataene inngår nå som en del av grunn-kalibreringen av modellen, uavhengig av hvilket scenarie man ønsker å kjøre.

Deretter har applikasjonen blitt kjørt én gang per scenarie for 2050 (inkludert for referansen). Datafilene fra disse kjøringene inngår i NOREG 2 som scenario-spesifikke inndatafiler. En egen modul i NOREG 2-modellen sammenligner antall turer, monetære kostnader og generaliserte kostnader for ulike reisehen-sikter og transportmidler i basisåret med de scenario-spesifikke 2050-tallene, og beregner deretter gjen-nomsnittlige årlige vekstrater basert på tallene. Disse årlige vekstratene blir deretter brukt som årlige eksogene sjokk, som en del av hvert scenarie.

Endringer i persontransportkostnader og antall turer fra transportmodellene blir i hovedsak brukt til to ulike formål i NOREG 2-modellen: (a) til å beregne pendlertilbøyeligheten mellom modellens regioner, og hvordan denne endrer seg dersom generaliserte transportkostnader ved pendling endrer seg; og (b) til eksogene endringer i privat konsum av transporttjenester og varer knyttet til persontransport. Disse to modellmekanismene er nærmere beskrevet i de to neste avsnittene.

Da det er dårlig samsvar mellom registerbasert sysselsettingsdata (antall sysselsatte som bor i én kommune og jobber i en annen kommune) og persontransportmodellgenererte arbeidsreiser (antall årlige arbeidsreiser mellom de to samme kommunene i dagens situasjon), er det arbeidskrevende å harmonisere de ulike datakildene slik at de danner et konsistent bilde av nå-situasjonen i basisåret.

3.5.4 Endogenisering av pendlingsmønstre

Hvorvidt en arbeider velger å pendle til en annen region, avhenger av to forhold: (a) bedrifters etterspørsel etter arbeidskraft i denne regionen (relativt til bedrifters etterspørsel i omkringliggende regio-ner), og (b) den generaliserte reisekostnaden for arbeidsreiser til regionen (relativt til den generaliserte reisekostnaden til omkringliggende regioner). For hver utdanningsgruppe og hver bostedsregion er valget av arbeidsstedsregion modellert slik at pendlerandelene følger en logistisk sannsynlighetsforde-ling, som avhenger av disse to forholdene.

Som beskrevet i forrige avsnitt, leses transportkostnadene for nåsituasjonen inn som en del av kalibre-ringen av modellen. Pendlingspreferansene er deretter kalibrert slik at den logistiske sannsynlighets-fordelingen gjenspeiler pendlingsmønsteret fra sysselsettingsbasert registerdata i basis-året (som beskrevet i avsnitt 3.5.1), gitt de generaliserte reisekostnadene for arbeidsreiser mellom kommuner fra nå-situasjonen. Men dette pendlingsmønsteret vil endres i modellens årlige likevektssituasjoner i de ulike scenarietkjøringene:

- For det første vil endringer i generaliserte reisekostnader for arbeidsreiser som leses eksogent inn fra transportmodellene (se forrige avsnitt) påvirke pendlingsmønsteret. Dersom for eksem-pel transportkostnaden per kilometer for arbeidsreiser øker, vil attraktiviteten til nære arbeids-plasser øke relativt til arbeidsplasser som er lengre unna. Transportkostnader har dermed direkte påvirkning på sammensetningen til ulike arbeidsmarkeder.
- For det andre vil regionaløkonomiske endringer påvirke størrelsen på arbeidsmarkedene. Der-som etterspørselen etter, og dermed lønna til, en viss type arbeidskraft i en region øker, vil en økt andel av bosatte fra omkringliggende regioner velge å pendle dit. Hvor attraktivt dette er for de bosatte i omkringliggende regioner, kommer an på den generaliserte reisekostnaden for å komme seg dit, relativt til andre regioner.

Pendlingsmønstrene som nye markedslikevekter resulterer i må også sikre at arbeidsmarkedet klareres for hver utdanningskategori. Dette innebærer at summen av sysselsatte per næring må samsvare med summen av innpendlere til regionen, og summen av utpendlere fra regionen må samsvare med antall sysselsatte som er bosatt der.

3.5.5 Kobling av utlegg til transport fra RTM/NTM6 til privat konsum i NOREG 2

Transportmodellene er bedre på transportmarkedet enn va NOREG 2 er. Av den grunn ønsker vi å åpne for at modellresultatene fra RTM/NTM kan styre privat konsum av transportnæringene i NOREG 2, og på den måten sikre konsistens mellom modellverktøyene. Som beskrevet i avsnitt 3.5.3, leser vi inn årlige endringer i transportkostnader og antall turer for ulike reisehensikter og transportmidler per scenarie. Endringen i totale utlegg til transport per transportmiddel brukes til å eksogent endre det private konsumet av transportvarer i hver region tilsvarende. Endring i utlegg til kollektivturer fra transportmodellene er koblet til NOREG 2-transportnæringen «land-transport», mens endringer i utlegg til flyturer er koblet til NOREG 2-transportnæringen «luft-transport». Endring i utlegg til bilturer er koblet til NOREG 2-næringen «elektrisitet», ut fra en antakelse om at så å si all privatbilisme er elektrisk i 2050.

Dette påvirker andelen av husholdningenes konsumbudsjett som benyttes til transport, og dermed også den gjenstående andelen som benyttes til konsum av andre varer og tjenester.

4 Utvikling av rutiner for soft-linking av NOREG 2 og transportmodellene

4.1 Hva menes med soft-linking av modeller?

Utarbeidelsen av rutiner for soft-linking av NOREG 2 med nasjonal godsmodell og med persontransportmodellene er en sentral del av metodeutviklingsprosjektet til transportetatene.

Med soft-linking mener vi sammenkobling av separate modeller der informasjonsutvekslingen mellom modellene skjer manuelt. Alternativene til *soft-linking* er *hard-linking* og *hybridmodeller*. I modellsystemer der de separate modellene er *hard-linket*, er informasjonsutvekslingen mellom modellene automatisert. For *hybridmodeller*, så er modellene integrert i felles matematisk oppbygging. Felles for både soft-linking og hard-linking er at det itereres mellom de sammenkoblede modellene til man oppnår konsistens (TBU Klima, 2021).

NOREG 2 er en generell likevektsmodell. Dette innebærer at NOREG 2 er en økonomisk markedsbasert modell som løses ved å finne den vektoren av priser som simultant klarer alle markedene. Som beskrevet tidligere, er generelle likevektsmodeller i hovedsak utformet for å beskrive økonomiske tilpasninger mellom sektorer, regioner og aktører. Noe av disse modellenes styrker ligger i evnen til å fange opp samspillet mellom markeder og de makroøkonomiske effektene av endringer i politiske virkemidler eller teknologi. Samtidig innebærer dette at likevektsmodellene i mindre grad er egnet til å modellere og fange opp detaljerte tekniske sammenhenger i enkeltsektorer.

Partielle modeller på sin side beskriver økonomiske eller tekniske sammenhenger for deler av økonomien. Partielle modeller har ofte en detaljert beskrivelse av teknologien i den aktuelle sektoren, sammen med etterspørsels- og tilbudsatferd. Transportmodellene er eksempler på slike partielle modeller hvor transportmarkedet modelleres i detalj. Nasjonal godsmodell har en rik beskrivelse av kostnadsfunksjonene til ulike framdriftsteknologier for godstransport, mens modellene for både korte- og lange-personreiser har en detaljert modellering av markedene for persontransport.

I generelle likevektsmodeller representeres produksjonsprosesser vanligvis ved enkle funksjonelle sammenhenger, som for eksempel CES-funksjoner, som beskriver hvor lett ulike innsatsfaktorer kan erstattes med hverandre. Slike funksjoner gir en konsistent og beregningseffektiv framstilling av økonomisk atferd, men de fanger ikke opp faktiske teknologiske prosesser, virkningsgrader, eller fysiske begrensninger som er sentrale i mange sektorer – for eksempel innen energi, transport eller industri. Dermed er generelle likevektsmodeller mindre egnet til å analysere detaljerte teknologiske skift, som innfasing av ny energiteknologi, overgang til lavutslippskjøretøy, eller endringer i produksjonsprosesser som krever spesifikke innsatsfaktorer.

For å utnytte det beste fra begge verdenen, benyttes ofte koblinger (linking) mellom CGE-modeller og mer detaljerte partielle sektormodeller. Disse sektormodellene kan representere teknologiske og fysiske sammenhenger på et langt mer detaljert nivå, og brukes til å beregne teknologispesifikke endringer i kostnader, utslipp eller ressursbruk som så kan overføres til den generelle likevektsmodellen.

En vanlig tilnærming er såkalt soft-linking, hvor informasjonsutvekslingen mellom modellene skjer manuelt uten at de sammenkoblede modellene er integrert i én modellstruktur. Det innebærer typisk at resultatene fra sektormodellen – for eksempel endrede transportkostnader per reisehensikt eller i godsframføringen – brukes som eksterne sjokk eller parametere i CGE-modellen. Deretter kan de makroøkonomiske effektene fra likevektsmodellen mates tilbake til sektormodellen for en ny beregning. Denne iterative prosessen gjør det mulig å kombinere teknisk realisme med økonomisk konsistens, samtidig som modellene kan videreutvikles uavhengig av hverandre.

En slik kobling mellom partielle sektormodeller og en generell likevektsmodell gir dermed et mer helhetlig analyseverktøy for studier av lavutslippsomstilling, energisystemendringer og andre tverrsektorielle problemstillinger. Det muliggjør en mer presis vurdering av hvordan teknologiske og politiske tiltak på sektornivå påvirker økonomien som helhet – og omvendt.

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 per 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.

I etableringen av en rutine for soft-linking av modellverktøyene som skal sammenkobles, skilles det på rutiner for sammenkobling i referansescenarioet og rutiner for sammenkobling i tiltaksscenarioet.

4.2 Soft-linking av NOREG 2 og Nasjonal godsmodell

4.2.1 Nasjonal godsmodell (NGM)

Nasjonal godsmodell beregner framskrivninger av godsvolumer per lastbærer og vare for gitte makroøkonomiske utviklingstrekk. Tilbudssiden i NGM er representert ved kostnadsfunksjoner og en nettverksmodell som definerer transporttilbudet mellom alle soner i systemet. I tillegg er det en logistikkmodell (de Jong et al 2013) hvor transportløsninger velges på en slik måte at bedriftenes logistikk-kostnader minimeres.

NGM er en detaljert sektormodell over det norske markedet for godstransport. De viktigste komponentene som inngår i nasjonal godstransportmodell er (Madslien m.fl. 2022):

- **Varestrømsmatriser**, som skal representere årlig vareflyt mellom norske kommuner og mellom norske kommuner og utlandet, fordelt på 39 aggregerte varegrupper. Disse matrisene fremskrives til ulike prognoseår, slik at de representerer etterspørselen etter godstransport for hvert år man ønsker å analysere.
- **Informasjon om antall bedrifter i hver sone** som er henholdsvis leverandør eller mottaker av hver varetype i varestrømsmatrisene.
- **Kostnadsmodell/kostnadsfunksjoner**, som representerer transportmidlenes tids- og distanseavhengige kostnader relatert til framføring av godset, samt lasting-/lossing og omlastingskostnader, og kapitalkostnader inkludert tidskostnader og degraderingskostnader for varer i transport. Det inngår også andre logistikkostnader, som ordrekostnader, lagerholdskostnader mv.
- **Transportnettverk** som representerer de fysiske framføringsårene for vei, sjø, jernbane og flytransport, og terminaler og omlastingspunkter mellom transportformene. Basert på dette nettverket hentes det ut informasjon om transportdistanse, transporttid etc. mellom alle soner i systemet, ved ulike transportmidler og kjøretøytyper (LoS-matriser). Disse dataene benyttes

sammen med kostnadsfunksjonene til å etablere transportkostnader for alle fremføringsalternativer.

- **Optimeringsrutiner** for valg av sendingsstørrelse og transportkjede, der optimale valg gjøres basert på minimering av logistikkostnadene.

Etterspørselen etter godstransport beregnes i NOREG 2, hvor likevektsmodellen beregner utviklingsbaner for fremtidig intra- og inter-regional handel med varer. Vekstbanene for handel fra NOREG 2 for hver næring og hvert par av soner, benyttes som inngangsdata i NGM og da til å fremskrive varestrømsmatrisene til ulike prognoseår.

4.2.2 Etablering av en felles referansebase: Step-by-step rutiner for soft-linking mellom NOREG 2 og NGM for etablering av referansebanen

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 framskrivinger av sannsynlige utviklingstrekk dersom dagens politikk videreføres.

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-linked modeller. Noen viktige premisser for etablering av en slik felles referansebase mellom NOREG 2 og NGM er:

- Samme vare-kobling og samme sone-kobling i alle iterasjoner, og ingen manuelle korreksjoner på noen trinn i itereringsprosessen.
- Ved korreksjon / endring av koblingene mellom varer og/eller soner, bør man gå tilbake og restarte prosessen med å iterere seg fram til en felles referansebane

Rutinen for soft-linkingen av NOREG 2 og NGM 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 NGM må det avklares hvilket transportnettverk som skal ligge til grunn for referansebanen. Dette transportnettverket kodes inn i NGM, 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.

Steg 1: Beregne transportkostnader per vare og sonepar i NGM.

NGM 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

Steg 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 steg 1.

Transportkostnadene fra NGM benyttes som inngangsdata i NOREG 2, som løses iterativt år for år. Basert på resultatene fra NOREG 2-kjøringene, beregnes utviklingsbaner for varestrømmer mellom sonepar for hver næring, i tillegg til næringsspesifikke regionale import- og eksportstrømmer.

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.

Steg 2-3 kan gjentas i en iterativ prosess for å konvergere mot konsistens mellom de sammenkoblede modellene. I dette prosjektet har vi funnet det tilstrekkelig å stoppe etter steg 3.

4.2.3 Kobling av varegrupper mellom NGM og NOREG 2

NGM har en modellspesifikk inndeling i varer. I denne inndelingen er det tatt hensyn til at ulike egenskaper ved godset stiller ulike krav til transportkvalitet og framføringstid, og hvor det også skilles mellom innsats- og konsumvarer. Vareinndelingen i NGM følger ikke varene i A64-næringene fra Nasjonalregnskapet, men er et aggregat av varer fra 4-sifrede SN2007-næringer, og hvor det til dels aggregeres på tvers av varene fra A64-næringene.

Næringene i NOREG 2 er aggregater av A64-næringene. Datagrunnlaget til NOREG 2 er basert på kryssløpstabellene fra Nasjonalregnskapet og A64 er det minst aggregerte nivået for denne datakilden. Det benyttes derfor koblingsnøkler mellom NOREG 2-varer og NGM-varer.

Under gjengis koblingsnøkkelen som er benyttet i eksempelanalysene som presenteres i denne rapporten. I en fremtidig offisiell fullt ut kvalitetssikret referansebane vil vi basert på erfaringene fra dette metodeutviklingsprosjektet vurdere både koblingsnøkkelen og hvorvidt det er hensiktsmessig å videre disaggregere næringsgrupperingen i NOREG 2. I tabellen under markerer de blå cellene den nye oppsplittingen av næringen *Fiske, fangst og akvakultur* til de to nye næringene *Fiske* og *Akvakultur*. De øvrige fargede rutene markerer endrede koblinger fra analysene som lå til grunn for framskrivingen av godstransport til NTP 2025-2036.

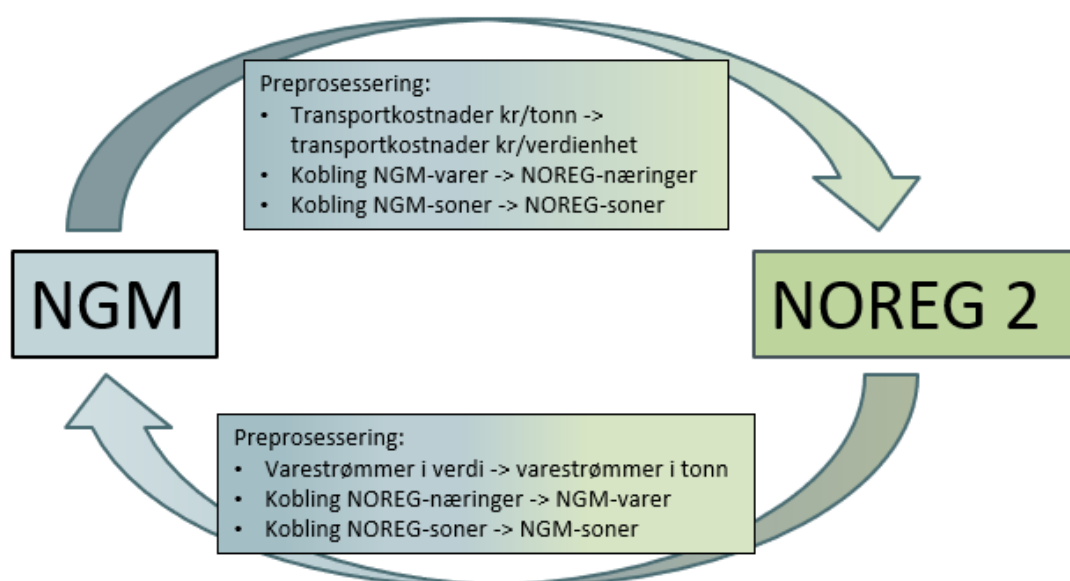
Tabell 4.1: Koblingen mellom varene i NGM og næringen ei NOREG 2 benyttet i eksempelanalysene.

	NGM-vare	Næring i NOREG 2 i analysen
1	Jordbruksvarer	LANDBRUK
2	Frukt, grønt, blomster og planter	LANDBRUK
3	Levende dyr	LANDBRUK
4	Innsatsvarer termo	MAT
5	Fersk fisk og sjømat	AKVAKULTUR
6	Fryst fisk og sjømat	FISKE
7	Termovarer, konsum	MAT
8	Matvarer konsum	MAT
9	Drikkevarer	MAT
10	Dyrefôr	MAT
11	Organiske råvarer	IND-ANNEN
12	Andre råvarer	IND-KKI
13	Jern og stål	IND-KKI
14	Andre metaller	IND-KKI
15	Metallvarer	IND-ANNEN
16	Kjemiske produkter	KJEMI-RAFF
17	Plast og gummi	IND-KKI
18	Tømmer og produkter fra skogbruk	LANDBRUK
19	Trelast og trevarer	IND-KKI
20	Flis og tremasse	IND-KKI
21	Papir	IND-KKI
22	Trykksaker	TJEN-ANNEN
23	Kull, torv og malm	IND-KKI
24	Stein, sand, grus, pukk, leire	BYGG-ANLEGG
25	Mineraler	IND-KKI
26	Maskiner og verktøy	IND-TEKN

NGM-vare	Næring i NOREG 2 i analysen
27 Elektrisk utstyr	IND-TEKN
28 Byggevarer	BYGG-ANLEGG
29 Sement og kalk	BYGG-ANLEGG
30 Forbruksvarer	HANDEL
31 Høyverdivarer	IND-TEKN og KJEMI-RAFF
32 Transportmidler	IND-ANNEN
33 Petroleum uraffinert	PETRO
34 Naturgass	PETRO
35 Raffinerte petroleumsprodukter	PETRO
36 Bitumen	PETRO
37 Avfall og gjenvinning	VANN
38 Bearbeidet fisk	FISKE
39 Kunstgjødsel	KJEMI-RAFF

4.2.4 Preprosesseringsrutiner i soft-linkingen mellom NGM og NOREG 2

Mellom alle stegene i prosessen som leder fram til en felles referansebane, er det rutiner for preprosessering av resultatene fra én av modellene før disse benyttes som inngangsdata i den andre modellen.



Figur 4.1: Dataflyt mellom NOREG 2 og NGM.

Det er nødvendige rutiner for preprosessering begge veier i itereringen mellom NOREG 2 og NGM. Dette skyldes:

1. ulike enheter i de to modellene
2. forskjeller i vareinndelingen
3. ulik geografisk soneinndeling

NGM er en modell med en detaljert beskrivelse av godsmarkedet med kostnadsfunksjoner for ulike lastbærere. Modellen opererer i fysiske størrelser og beregner kostnader per tonn for ulike kostnadselementer i framføringen av godset. NOREG 2 er en modell som opererer i verdienheter. For å konvertere de beregnede transportkostnadene fra kr/tonn og til kr/verdienhet, benyttes næringspesifikke data

for vareverdi/tonn fra SSB sin utenrikshandelsstatistikk. Det samme gjelder for konvertering av varestrømmene fra NOREG 2 som er målt i verdi, over til fysiske godsstrømmer i NGM.

NGM har en finere geografisk soneinndeling enn NOREG 2. I NGM er varestrømmene lokalisert til bydeler for de seks største byene, mens de øvrige kommunene innenlands er representert ved én sone per kommune (basert på kommuneinndelingen fra 2003, dvs. før kommunereformen). For utenriks-handelen, er det i hovedsak én sone per land for europeiske handelspartnere mens verdensdeler utenfor Europa i hovedsak er representert ved én sone pr kontinent. Våre nærmeste handelspartnere er imidlertid representert med mer enn én sone, der Sverige har mest detaljert inndeling med 13 soner. NOREG 2 har en fleksibel geografisk inndeling med kommune som minste mulige byggestein. I dette prosjektet har vi bygd NOREG 2 til et nivå hvor vi har SSB sine økonomiske regioner som sone-enhet. Dette er aggregater av kommuner. I preprosesseringen av data mellom NGM og NOREG, aggregerer vi tonnmengdene som transporteres mellom sonepar i NGM opp til sonene i NOREG 2 før de regnes om til kr/verdienhet.

Samtidig benyttes koblingsnøkkelen for koblingen mellom NGM-varer og NOREG 2 -næringer til å avstemme varene og næringene de to modellverktøyene.

4.3 Soft-linking av NOREG 2 og persontransportmodellene

Rutinene for soft-linkingen av NOREG 2 og persontransportmodellene er nyutviklet gjennom dette metodeutviklingsprosjektet. Noen av linkene er utprøvd i prosjektet, mens andre itereringsmuligheter og utnyttelser av NOREG 2-resultater inn i transportmodellen fremdeles er på det konseptuelle stadiet hvor utprøving gjenstår. Det er utviklet funksjonalitet som gjør at resultater fra NOREG 2 – som endringer i antall arbeidstakere per økonomisk sone – kan brukes til å oppdatere befolkningsgrunnlaget i transportmodellene. Dermed etableres en tettere integrasjon mellom persontransportmodellene og NOREG 2, der begge modellene gjensidig utveksler informasjon. Denne koblingen gir et mer konsistent og dynamisk rammeverk for analyser av samspillet mellom transport, arbeidsmarked og regional utvikling.

En detaljert gjennomgang av de nye koblingene mellom NOREG 2 og persontransportmodellen er gitt i kapittel 3.5.

Resultater fra persontransportmodellene er viktige inngangsdata i modelleringen av arbeidsmarkedet i NOREG 2, hvor pendlingsmuligheten skaper større mobilitet i modelleringen av arbeidsmarkedet. I tidligere modellversjoner har arbeidstakeren vært låst til å arbeide i den modellsonen hvor han bor, og dersom de relative lønnsforskjellene øker har han hatt en tilbøyelighet til å flytte til en sone med relativt sett høyere lønninger. I den nye modelleringen av arbeidsmarkedet i NOREG 2.4 utviklet i dette prosjektet, tilføres muligheten for arbeidstakeren til å bo i en sone og jobbe i en annen sone.

Det er utviklet en CUBE-applikasjon for sammenstilling av transportmodellresultater og til å generere inndatafiler på riktig format til NOREG 2. Som en konsekvens av at forenklet persontransportmodell benyttes for korte reiser i dette prosjektet, har vi vært nødt til å endre opplegget for datautveksling mellom persontransportmodellene og 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. NOREG 2 beregner endring i antall arbeidstakere pr økonomisk sone. Dette kan brukes til å justere den forventede befolkningsutviklingen som ligger til grunn i transportmodellene. I den etablerte funksjonaliteten tas det både hensyn til at NOREG 2 beregner sonevis flytting målt i antall arbeidere, og at NOREG 2 opererer med en grovere geografisk oppdeling enn hva som benyttes i transportmodellene.

En ytterligere soft-linkingsmulighet, men som foreløpig ikke er utforsket, ligger i justering av destinasjonsattraktiviteten i persontransportmodellene basert på resultater fra NOREG 2. Her er det spesielt endring i sysselsetting mellom næringer som kan bidra til en endring i transportmønsteret innad i sonen.

Rutinen for soft-linkingen av NOREG 2 og persontransportmodellene 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.

Det må 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.

Steg 1: Kjøre en referansebanekjøring i persontransportmodellene

Transportmodellene kjøres for referansetransportnettverket og med de forutsetningene som er definert til å være en del av referansebanen.

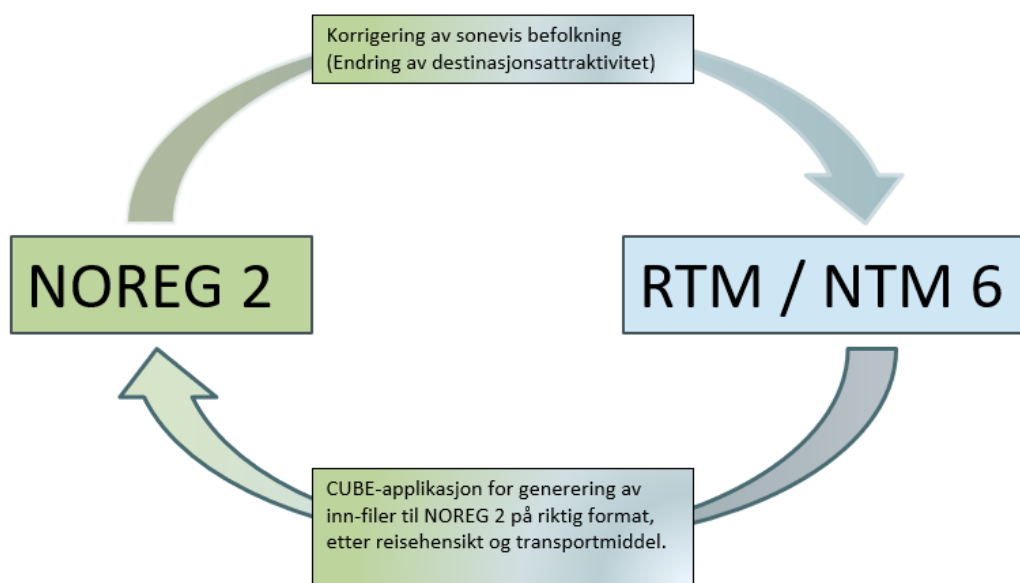
Steg 2: Benytte CUBE-applikasjonen for å prosessere resultatene fra transportmodellen over til inngangsfiler til NOREG 2

I datautvekslingen mellom transportmodellene og NOREG 2 genereres det 12 inndatafiler i kombinasjonen mellom reisehensiktene arbeids-, fritids- og tjenestereiser, og transportmidlene bilfører, bilpassasjer, kollektiv og fly.

Steg 3: NOREG 2 kjøres med det settet av virkemidler som er definert til å være en del av referansebanen og med transportkostnader fra RTM/NTM 6 (eventuelt forenklet modell dersom den er benyttet) beregnet i steg 1.

Funksjonalitet for preprosessering av resultater fra NOREG 2 før disse benyttes som endringsfiler i transportmodellene.

Steg 4: RTM/NTM6 kjøres med endret sonevis befolkningsframskriving og endret soneattraktivitet fra NOREG 2 sin kjøring på steg 3.



Figur 4.2: Dataflyt mellom NOREG 2 og persontransportmodellene.

Også mellom NOREG 2 og persontransportmodellene er det rutiner for preprosesserings av modell-resultatene fra det ene modellen før disse kan benyttes som inngangsdata i den andre modellen. Persontransportmodellene opererer på et svært finmasket geografisk nivå, mens NOREG 2 opererer med geografiske soner som er aggregater av kommuner. Hver sone i NOREG 2 består av en mengde soner i persontransportmodellene. Det er utviklet funksjonalitet for å kunne beregne reiser og kostnader etter transportmiddel og reisehensikt for aggregater av soner i transportmodellene, slik at disse kan benyttes inn i NOREG 2. Samtidig er det også utviklet rutiner for å justere befolkningsutviklingen på grunnkrets-nivå i transportmodellene basert på NOREG 2 resultater på en grovere geografisk oppdeling.

4.4 Oppsummering: Sammensatte rutiner for soft-linking i etableringen av referansebanen

Rutiner for sammenkobling av NOREG 2 og NGM ble presentert i kapittel 4.2, mens rutinene for kobling av NOREG 2 og persontransportmodellene ble presenter i kapittel 4.3. I dette oppsummerende avsnittet, setter vi sammen rutinene for soft-linking av modellverktøyene til en helhetlig felles rutine for etablering av en felles referansebane.

De sammensatte rutinene 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 referansescenarioet.

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

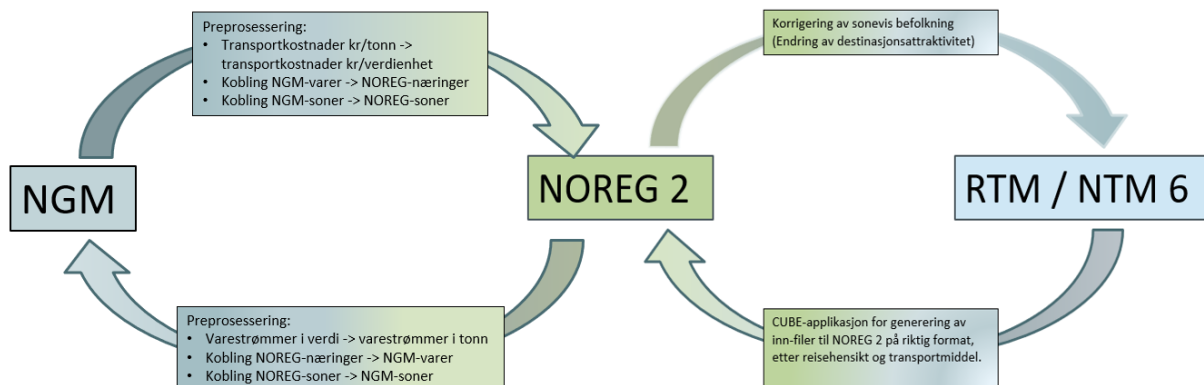
Steg 3: NGM kjøres med utviklingsbaner for varestrømmer fra NOREG 2 beregnet i steg 2.

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.

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

Steg 4: Etablere referansebanen gjennom iterative kjøring med NOREG 2, NGM og persontransportmodellene.

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 4.3: 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.

5 Eksempelresultater fra referansebanen

5.1 Innledning: Referansebane og EU-bane

For å kunne evaluere klimapolitiske virkemidler, må det etableres en referansebane som reflekterer sannsynlige utviklingstrekk dersom dagens politikk videreføres. I NOREG 2-analysene benyttes referansebane som grunnlaget i analysene av virkemidlene som skal evalueres i de ulike strategibanene, og det er helt avgjørende for validiteten til analysene at referansebanen er klart definert og at det er et konsistent og klart skille mellom referansebanen og de alternative strategibanene.

Referansebanen (*business-as-usual / frozen-policy*) representerer utviklingen i økonomien slik den forventes å forløpe uten nye politiske inngrep eller endringer utover de som allerede er vedtatt. Den fungerer som et sammenligningsgrunnlag og etablerer et konsistent likevektsforløp over tid, der produksjon, konsum, handel, priser og utslipp utvikler seg i tråd med gitte forutsetninger om befolkningsvekst, produktivitetsutvikling, internasjonale priser, teknologi og eksisterende politikk. Referansebanen er dermed ikke et prognoseverktøy i seg selv, men en normativ referanse som danner utgangspunkt for analyse.

I dette prosjektet er det definert to referansebaner:

2. Referansebanen (*business-as-usual / frozen-policy*)
3. EU-banen

Steg 0 representerer den tradisjonelle referansebanen hvor det legges til grunn at Norge som helhet utvikler seg i tråd med framskrivningene i Perspektivmeldingen 2024 (St.Meld. 31 (2023-2024)). I etableringen av referansebanen, kalibrerer vi NOREG 2 til å følge samme nasjonale årlige prosentvise vekst i fastlands-BNP som DEMEC⁶. Dette gjøres ved å legge de samme underliggende forutsetningene til grunn for begge modellene og kalibrere parameterverdier slik at den aggregerte nasjonale framskrivningen i NOREG 2 repliserer den nasjonale framskrivningen fra DEMEC.

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.

I denne rapporten omtaler vi Steg 0 referansen som *Referansebanen*, og Steg 1 referansen som *EU-banen*.

5.2 Forutsetninger bak referansebanen

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

⁶ DEMEC er en numerisk generell likevektsmodell (Computable General Equilibrium – CGE) for Norge, utformet for å studere langsiktige sammenhenger mellom demografi, makroøkonomisk utvikling og offentlige finanser. Den er særlig egnet til å belyse finanspolitikkenes langsiktige bærekraft og blir blant annet brukt av Finansdepartementet i analysene som ligger til grunn for Regjeringens perspektivmeldinger.

melding er en stortingsmelding som legges frem av Finansdepartementet og som skisserer de langsiktige utfordringene og mulighetene for norsk økonomi. Denne stortingsmeldingen legges frem hvert fjerde år og Perspektivmeldingen 2024 ble lagt frem av Regjeringen i august 2024.

Perspektivmeldingen er et sentralt strategisk dokument som blant annet skal sikre at nasjonen tidlig nok tar de grep som er nødvendig for å møte utfordringene og mulighetene som ligger foran oss i et langsiktig perspektiv.

Regjeringens perspektivmelding er en referansebane for den nasjonale utviklingen av norsk økonomi inn i fremtiden. NOREG 2 modellen kan benyttes til å produsere regionale perspektivmeldinger. Referansebanen i NOREG2 framkommer ved å bruke de samme antakelsene som ligger til grunn for framskrivinger i Perspektivmeldingen. Dette vil gi ulike utslag i ulike regioner i Norge på grunn av forskjeller i befolkningsutvikling, næringsstruktur, handelsmønster og befolkningens utdannings sammensetning.

De økonomiske framskrivingene i Perspektivmeldingen er i hovedsak basert på modellen DEMEC, som er driftet av SSB og finansiert av Finansdepartementet. DEMEC har imidlertid en grovere inndeling enn NOREG2: det er ingen geografisk dimensjon, og kun to private næringer (varer og tjenester). Til gjengjeld er petroleumssektoren og offentlig sektor mer detaljert modellert, med henholdsvis tre offshore-næringer og 11 offentlige sektorer.⁷

Både DEMEC og NOREG 2 er makroøkonomiske modeller som er utformet for å studere langsiktige sammenhenger i norsk økonomi. Men der DEMEC legger hovedvekt på demografi og offentlige finanser, og er bedre egnet til å studere langsiktige finanspolitiske sammenhenger, fokuserer NOREG 2 mer på den regionale samhandlingen i økonomien.

NOREG 2 er en SCGE-modell for Norge med en geografisk dimensjon, der landet er delt opp i regioner. DEMEC har ingen slik geografisk dimensjon. Med det menes at det i NOREG 2 eksplisitt blir modellert at konsum og produksjon oppstår på ulike steder i landet, og at varer fraktes internt og mellom de innenlandske regionene (sonene) i modellen, i tillegg til handel med utlandet.

NOREG 2 produserer mange av de samme makroøkonomiske resultatvariablene som DEMEC (BNP, produksjon og verdiskapning for hver næring, konsum, handel, osv.), men at der DEMEC kun gir nasjonale resultater, beregner NOREG 2 resultater både på nasjonalt og på regionalt nivå.

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 mfl. (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-nivå⁸.

⁷ [Offentlige finanser på lang sikt \(DEMEC\) – SSB](#)

⁸ Perspektivmeldingens anslag på utviklingen i oljeproduksjon på norsk sokkel baseres på Sokkeldirektoratets anslag for den gjenværende ressursbasen på norsk kontinentalsokkel. Anslaget følger mulighetsbildet «Forventning» fra Sokkeldirektoratets Ressursrapport 2024.

- **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 2024-2050.
- 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).

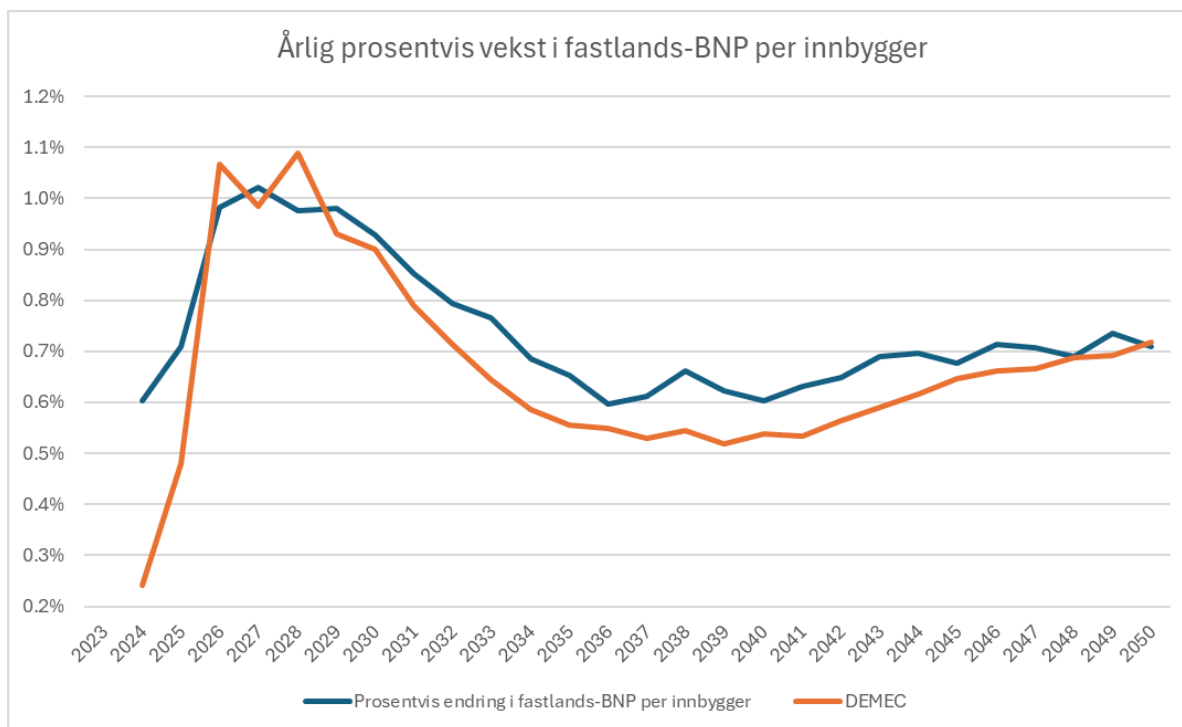
Et viktig grunnlag for å kalibrere NOREG 2 riktig er varestrømsmatrisene fra Nasjonal godsmodell (NGM), som bestemmer handelsmønsteret mellom innenlandsregioner i modellen. Handelsmønsteret er avgjørende for hvordan økonomiske impulser forplanter seg mellom regioner – altså hvordan endringer i produksjon, transportkostnader eller etterspørsel i én region gjennom handel vil gi ringvirkninger i andre deler av landet. Det pågår for tiden et arbeid med å oppdatere varestrømsmatrisene som brukes i NGM. Når dette arbeidet er ferdigstilt, ønsker vi å implementere de oppdaterte varestrømmene i NOREG 2-modellen. Dette vil kunne endre hvordan modellen fanger opp samhandlingen mellom regioner, etter som oppdaterte varestrømmer påvirker de grunnleggende handelsmønstrene i økonomien. Som følge av dette kan også de beregnede virkningene av ulike tiltak endre seg. For å sikre at modellen fortsatt gir et nasjonalt vekstforløp som er konsistent med Perspektivmeldingen, vil det derfor være nødvendig å rekalkulere NOREG 2 mot denne når de oppdaterte varestrømmene tas i bruk.

5.3 Steg 0 Referansebanen

Referansebanene som produseres i NOREG 2 er regionaliserte varianter av den referansebanen som ligger til grunn for Regjeringens perspektivmelding. I kalibreringen av referansebanen sikter vi på å treffe makrotallene fra perspektivmeldingen og benytter samme sett av forutsetninger som ligger til grunn for denne. NOREG 2 produserer regionale perspektivmeldinger som er konsistente med den nasjonale perspektivmeldingen.

Referansebanen som presenteres i dette kapitlet må behandles som en eksempelberegning og ikke som en referansebane til bruk i politikkutforming eller som framskriving av norsk økonomi. I dette kapitlet presenteres et regneeksempel hvor vi har beregnet en referansebane gjennom iterasjon mellom NOREG 2 og transportmodellene. Dette er kun et regneeksempel da det innenfor tidsrammen for dette prosjektet ikke har vært mulig å kalibrere referansebanen slik at denne fullt ut følger de politisk vedtatte utviklingstrekkene fra PM24, NB25 og SNOW. Fokuset i arbeidet har vært at dette er et metodeutviklingsprosjekt og dette er første gang hele modellsystemet (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 nødvendig med en grundigere kalibrering av modellene og mer konsistent gjennomføring av rutine for soft-linking av modellverktøyene, samt kvalitetssikring før resultatene kan anvendes til beslutningstagning.



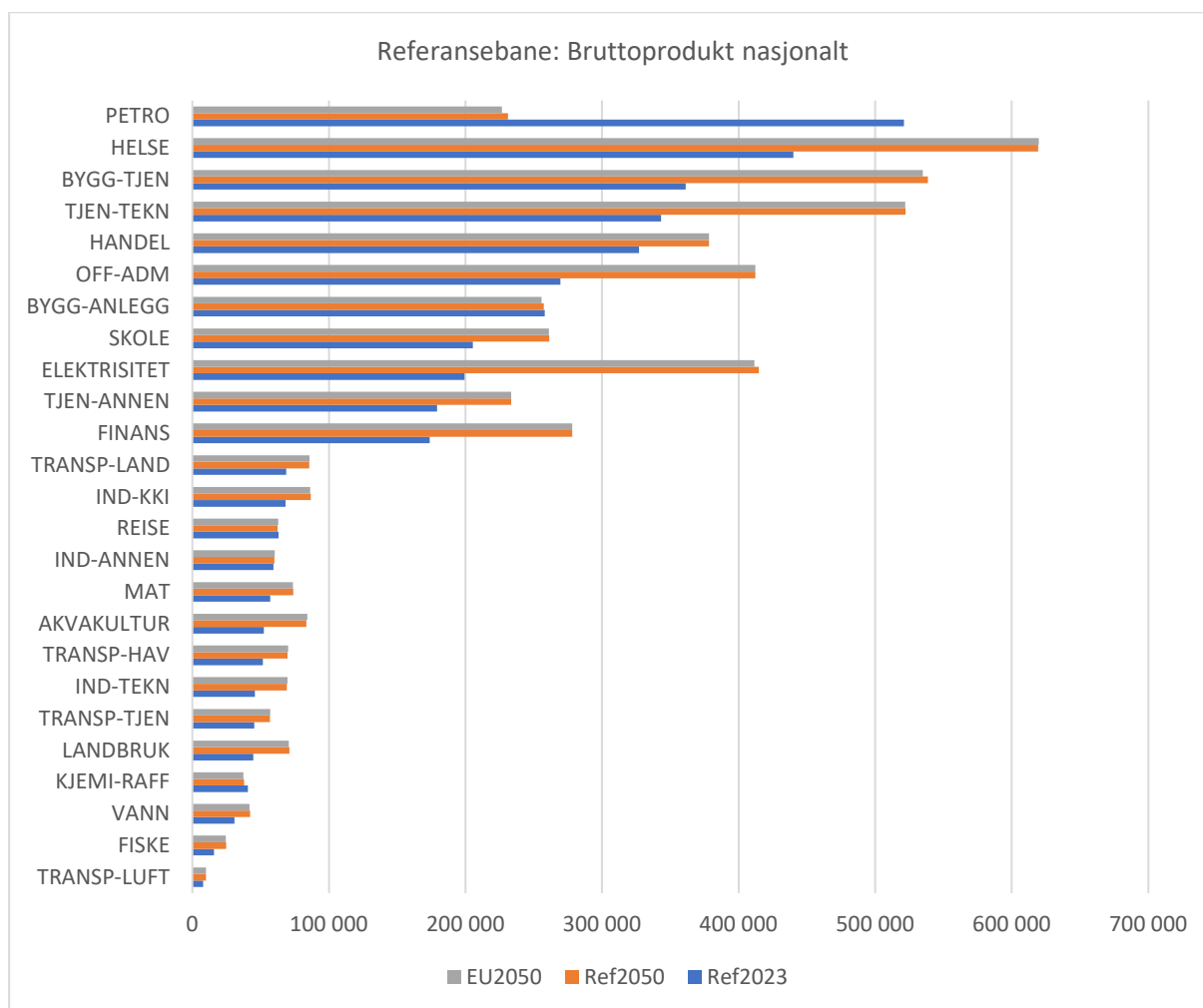
Figur 5.1: Årlig prosentvis vekst i fastlands-BNP per innbygger iht. Perspektivmeldingen 2024, både utfra Finansdepartementets DEMEC-modell og NOREG 2.

I Perspektivmeldingen er det lagt til grunn en vekst i petroleumsnæringen i de første årene av prognoseperioden, før produksjonen faller i takt med at ressursene på norsk sokkel tømmes (Sokkeldirektoratet, 2024). Dette reflekteres i utviklingsbanen for årlig prosentvis vekst i fastlands-BNP per capita som holder et nivå på rundt 1 % årlig vekst fram imot decennieskiftet, hvor det faller kraftig fram imot 2040 og øker deretter svakt fram mot 2050. Figur 5.1 viser at det er samsvar mellom de aggregerte nasjonale framskrivingene fra NOREG 2 og framskrivingen fra DEMEC som ligger til grunn for Perspektivmeldingen 2024.

Med utgangspunkt i forutsetninger i Perspektivmeldingen framskriver vi den gjennomsnittlige BNP-veksten per innbygger i fastlands-Norge i perioden 2024-2050 er rett i underkant av 0,7 prosent per år. Veksten er noe høyere de nærmeste årene, rundt 1,0 prosent, mens aktiviteten i petroleumssektoren er antatt å øke. Etter 2026 er det forutsatt lavere aktivitet i petroleumssektoren, og dette får ringvirkninger til resten av økonomien. Veksten i fastlands-BNP per innbygger synker til rundt 0,6 prosent i perioden rundt 2035- 2040, og øker deretter til rundt 0,7 % utover mot 2050.

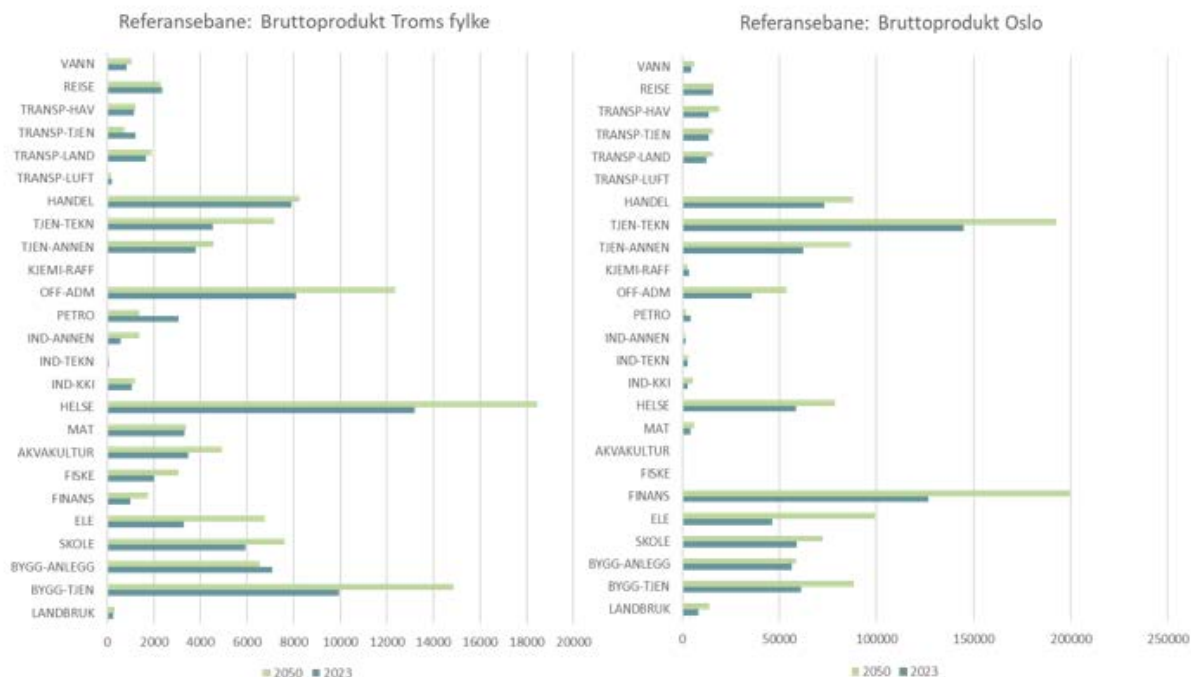
5.4 Referansebane: Utvikling i bruttoprodukt per næring

Figur 5.2 viser den økonomiske utviklingen fram mot 2050 for hver av modellens næringer. Resultatene er her aggregert opp fra resultater per økonomisk region og til nasjonale verdier per næring.



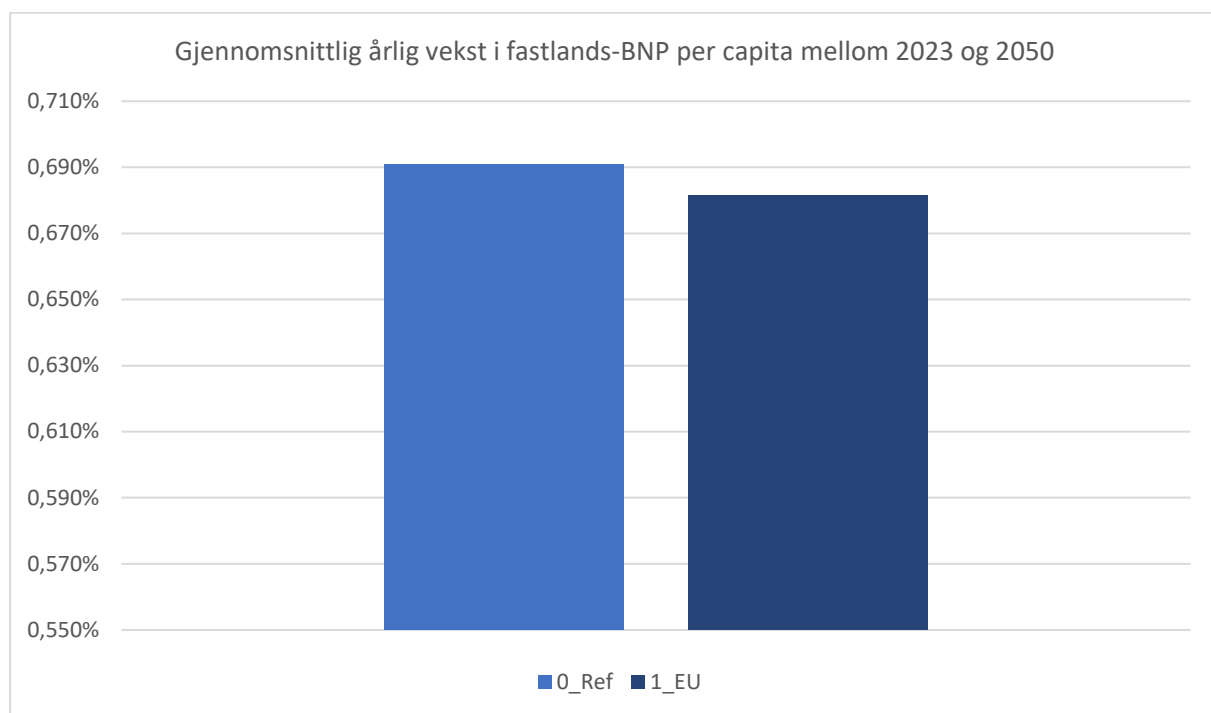
Figur 5.2: BNP per næring, absolutte tall. Mill. 2022kr. Referansebanen for 2023 og 2050, og EU-bane 2050.

Figur 5.2 viser BNP per næring i absolutte tall for referansebanen og for EU-banen. Her har vi aggregert opp de regionale referansebanene fra NOREG 2 for å kunne se på nasjonale framskrivninger av brutto-produkt per næring i referansebanen og i EU-banen. Søylen for Ref2023 indikerer det felles startpunktet for både EU-banen og referansebanen. Først ser vi at petroleumsnæringen er styrt til halvering i henhold til perspektivmeldingen, dernest ser vi at det i denne oppløsningen er svært liten forskjell på EU-banen og referansebanen, noe som ikke er overraskende da det er lite som skiller disse to referansebanene. For enkelt næringer, som helse, bygg- og anleggsrelaterte tjenester og elektrisitet, kan vi se små variasjoner mellom EU-banen og referansebanen.



Figur 5.3: Bruttoprodukt per næring for henholdsvis Troms fylke og Oslo. Referansebane 2023 og 2050. Mill 2022kr.

Figur 5.3 gir et eksempel på at utviklingen fram til 2050 også varierer mellom regioner. I dette eksemplet er det aggregert opp til Troms fylke som sammenlignes med Oslo. Merk at det er ulik skala på X-aksen i de to figurene, så de viser også forskjellen i den overordnede næringsstrukturen mellom de to fylkene. I Oslo ser vi at tjenesteytende næringer som finans og tekniske tjenester som har størst økning, mens det for Troms fylke er stor vekst i offentlige tjenester som helse og offentlig administrasjon. Bygg-tjenester vokser i begge fylker.

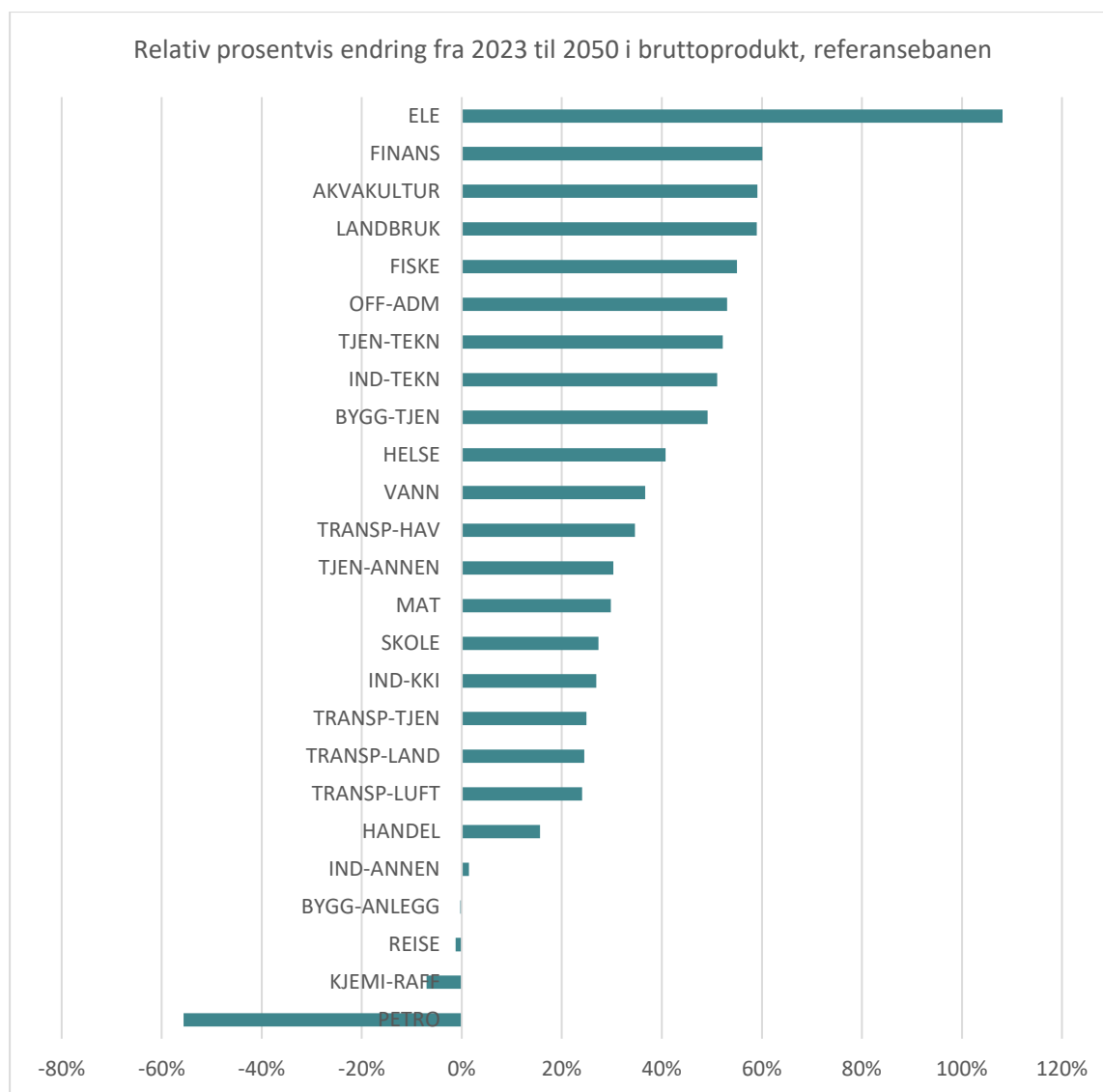


Figur 5.4: Gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP for perioden 2023-2050 for referansebanen og EU-banen.

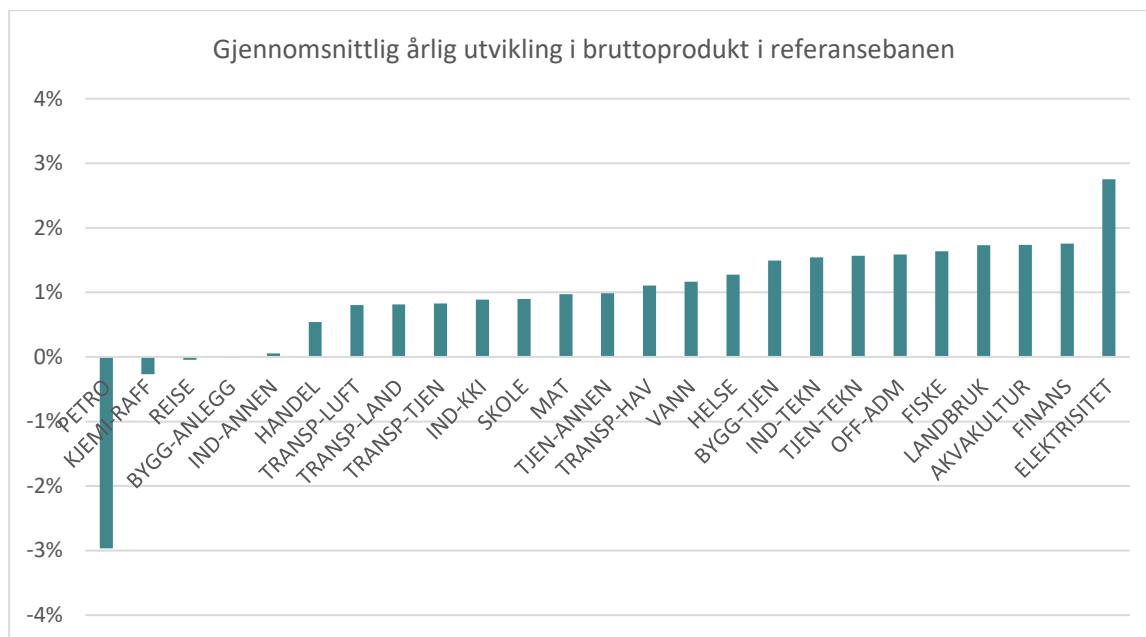
Figur 5.4 Viser gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita for referansebanen og for EU-banen. Vi ser av figuren at de restriksjonene som er pålagt transportsektoren gjennom vedtatte EU-krav i EU-banen, gir marginalt lavere beregnet BNP-vekst enn referansebanen. For resultater av hvordan dette slår ut i endret transportarbeid, henviser vi til Wangsness m.fl. (2025).

Figur 5.5 viser prosentvis vekst i bruttoprodukt per næring på nasjonalt nivå for referansebanen hvor referansebanen 2050 er sammenlignet med referansebanen 2023, mens Figur 5.6 viser gjennomsnittlig årlig vekst for samme næringer og periode.

Næringene som har størst vekst i absolutte tall fra 2023-2050 er næringer som elektrisitet, finans, akvakultur, landbruk, off.adm og fiske, mens vi i andre enden av skalaen finner næringene som eksogent er styrt til tilbakegang (petroleum og kjemi-raff). Det viktigste å få med seg fra disse figurene er at det er stor spredning mellom næringene.



Figur 5.5: Prosentvis vekst i næringsvis bruttoprodukt fra 2023 til 2050 for referansebanen.



Figur 5.6: Gjennomsnittlig årlig vekst i bruttoprodukt per næring for referansebanen i perioden 2023-2050.

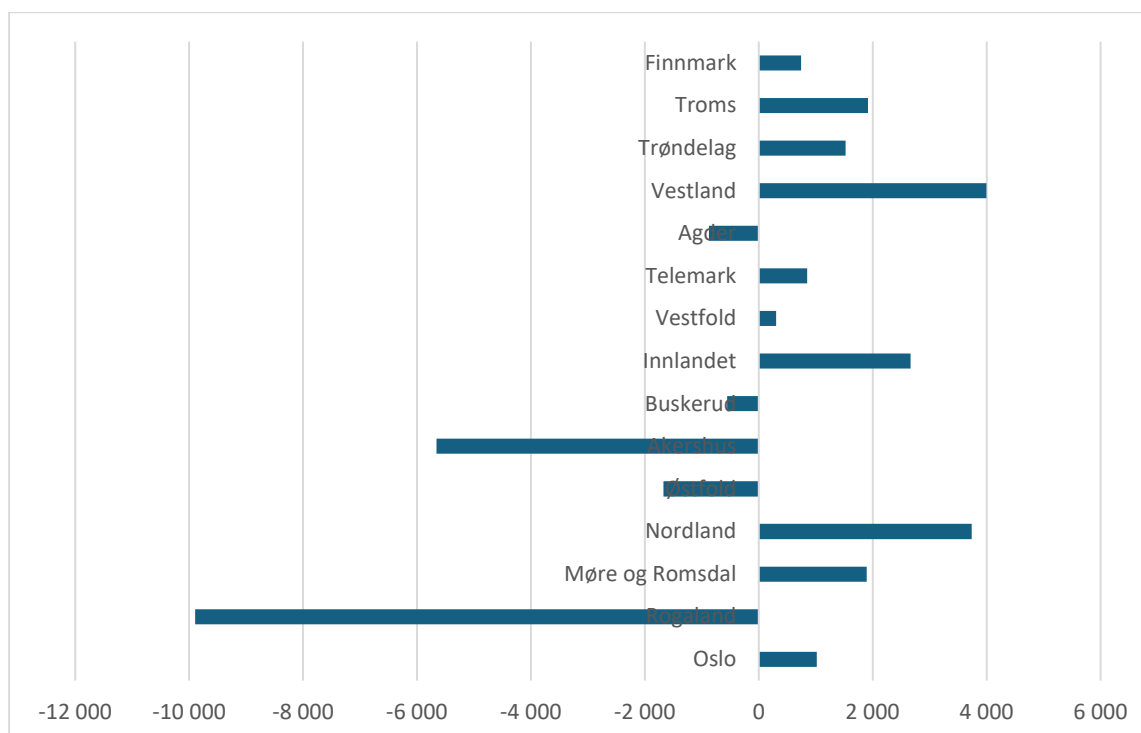
5.5 Referansebane: Korrigert befolkningsframskriving

Statistisk sentralbyrås (SSB) hovedalternativ for befolkningsframskrivinger peker mot en framtid med lavere samlet befolkningsvekst, en sterkere aldring av befolkningen, samt en større og eldre innvandrerbefolkning enn i dag (Tømmerås og Thomas, 2024). Denne utviklingen vil ha betydelige konsekvenser for etterspørselen etter offentlige tjenester, særlig innen utdanning, helse og omsorg. SSB anslår blant annet at «befolkningen over 80 år, en gruppe som i dag er store brukere av helse- og omsorgstjenester, forventes å mer enn doble seg innen 2050».

De regionale befolkningsframskrivingene (Leknes og Løkken, 2024) bygger på demografiske rater for fruktbarhet, dødelighet/levealder og inn- og utvandring, fordelt etter kjønn og ettårige aldersklasser. I tillegg inngår rater for innenlands flytting for personer under 70 år. Mottakerkommunen for en utflytter bestemmes her ut fra observerte flyttemønstre mellom kommuner de siste ti årene. Vi tar utgangspunkt i middelsalternativet for disse (MMMM) og modellerer den flyttingen som skjer i tillegg til SSB sin framskriving.

Ettersom SSBs framskrivinger baserer seg på historiske flyttemønstre, fanger de ikke nødvendigvis opp framtidige endringer i bosettingsmønstre som kan følge av ulik økonomisk utvikling mellom regionene. I NOREG 2 modelleres flytting endogen. Med det menes at flytting mellom sonene i modellen framkommer som et resultat av prisvektoren som løser ligningssettet. I våre analyser modelleres derfor tilleggseffekter av innenlands flytting som kan oppstå som følge av relative endringer i lønnsnivå og sysselsetningsmuligheter mellom regioner, i tillegg til den flyttingen som allerede inngår i SSBs framskrivinger. SSB sin befolkningsframskriving baserer seg på historiske trender og inneholder på den måten de faktoren som historisk har skapt attraktiviteten ved de ulike lokalitetene.

Det som i størst grad gjør at de regionale befolkningsprognosene korrigeres i forhold til SSB sin framskriving i referansebanen, er halveringen av petroleumssektoren fram mot 2050. I PM24 er det forutsatt at norsk olje- og gassproduksjon skal halveres fram imot 2050 i henhold til en utviklingsbane gitt av Sokkel-direktoratet. Dette får direkte konsekvenser for de som arbeider i olje- og gasssektoren, indirekte konsekvenser for leverandørindustrien og indusert effekter gjennom inntekts- og konsumeffekter for de sysselsatte i disse sektorene. Nedskaleringen av oljesektoren får regionale lønnseffekter, som i modellen medfører flytting til regioner hvor det relativt sett er høyere lønningen.

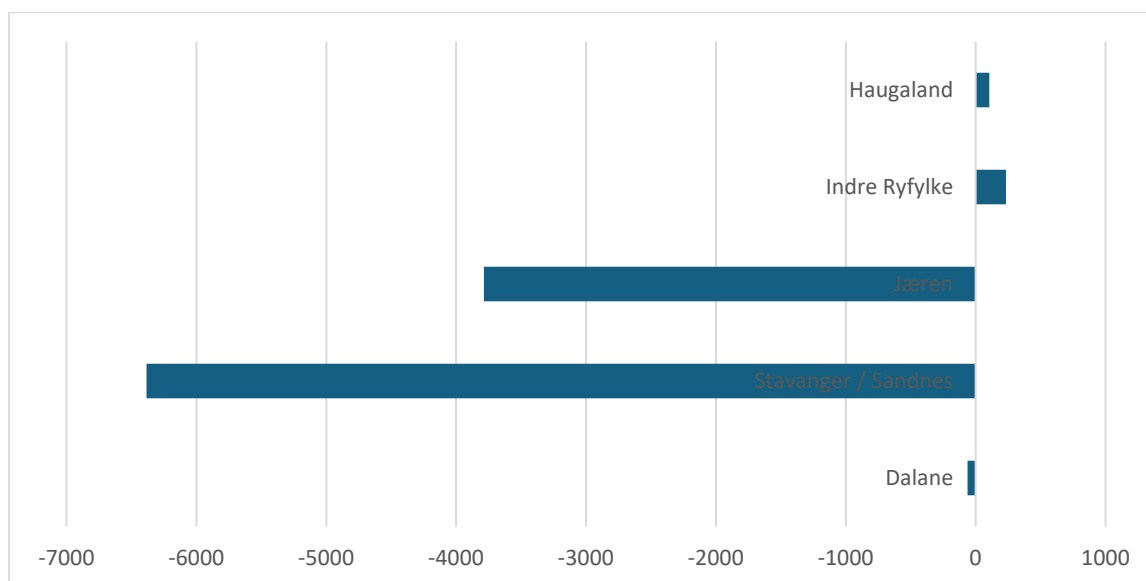


Figur 5.7: Fylkesvis korreksjon av antall arbeidere i referansebanen i forhold til SSBs M4M4M4M4-framskriving. Befolkning i 2050.

I Figur 5.7 er korrigert befolkningsframskriving per økonomisk region aggregert opp til fylke for å lette framstillingen. Her er det viktig å få med seg at dette er regnet i antall arbeidere, og ikke totalt for folketallet i fylket. Antall arbeidere er i modellen definert som prosentvis yrkesdeltakelse ganget med yrkesaktiv befolkning. Framskrivningen av yrkesdeltakelsen er gitt av perspektivmeldingen.

Vi ser at den største korreksjonen kommer i Rogaland, mens Vestland, Nordland og Innlandet får den relativt sett største positive korreksjonen til SSB sin framskriving av befolkningen i 2050. Flyttefigurene fra NOREG 2 må altså tolkes sammen med befolkningsmønsteret som allerede ligger inne som inngangsdata i både NOREG 2 og persontransportmodellene for at man skal få det fulle bildet av bosettingsmønsteret i 2050. Den generelle historiske trenden som også er framtreddende i SSB sine befolkningsframskrivninger, er et flyttemønster preget av sentralisering med befolkningsøkning i sentrale strøk og reduksjon i mindre sentrale strøk. Korreksjonen gitt av NOREG 2, reduserer denne sentraliseringseffekten.

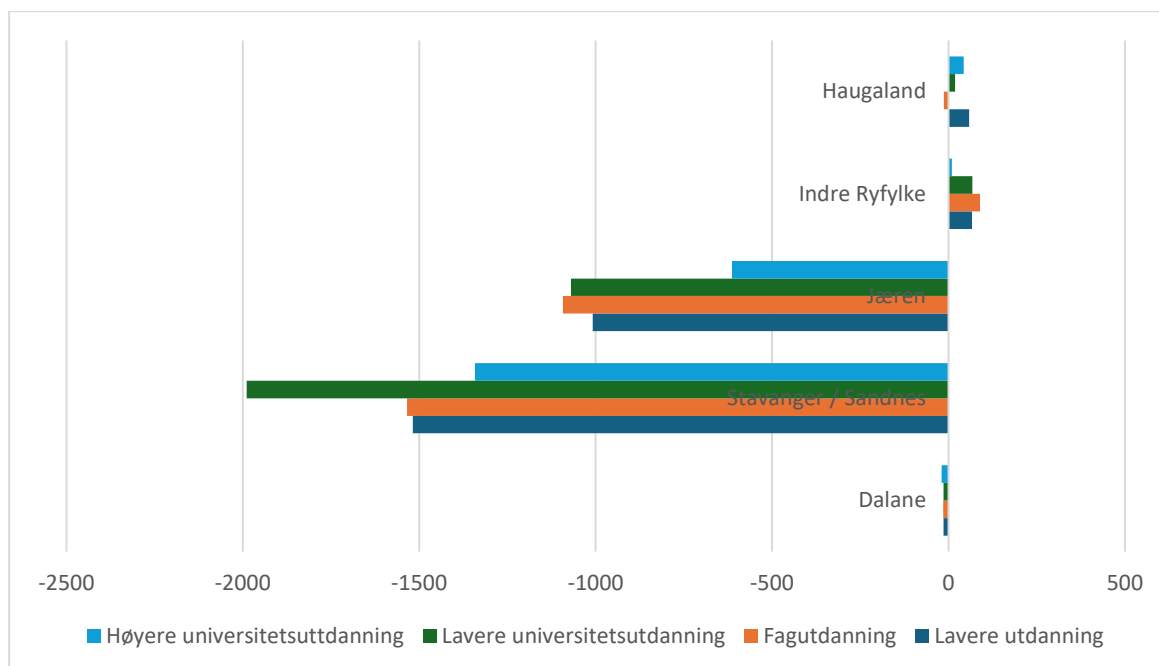
Nasjonalt holdes befolkningsveksten til å følge SSB sine nasjonale framskrivninger, mens det skjer en omfordeling i forhold til de regionale framskrivingene til SSB. Dette kan gi effekter for turproduksjonen i persontransportmodellene dersom den regionale befolkningen i RTM/NTM6 korrigeres i henhold til analysene fra NOREG 2.



Figur 5.8: Modellberegnet korreksjon av antall arbeidere i referansebanen i forhold til SSBs MMMM-framskriving for økonomiske regioner i Rogaland. Befolkning i 2050.

Figur 5.8 zoomer inn på de ulike økonomiske regionene innad i Rogaland fylke. I figur 5.7 så vi at korreksjonen fra MMMM-befolkningsutviklingen for Rogaland ble beregnet til å være tett oppunder 10 000 arbeidere. Når vi går inn i Rogaland fylke og ser på de ulike økonomiske regionene der, finner vi at befolkningskorreksjonen er avgrenset til de to regionene Jæren og Stavanger/Sandnes, mens de øvrige tre regionene i fylket er beregnet til å være tilnærmet uberørt.

For å ytterligere illustrere mulighetene i modellverktøyet, kan vi se nærmere på om det er forskjeller i flyttemønsteret på tvers av utdanningsgrupper.



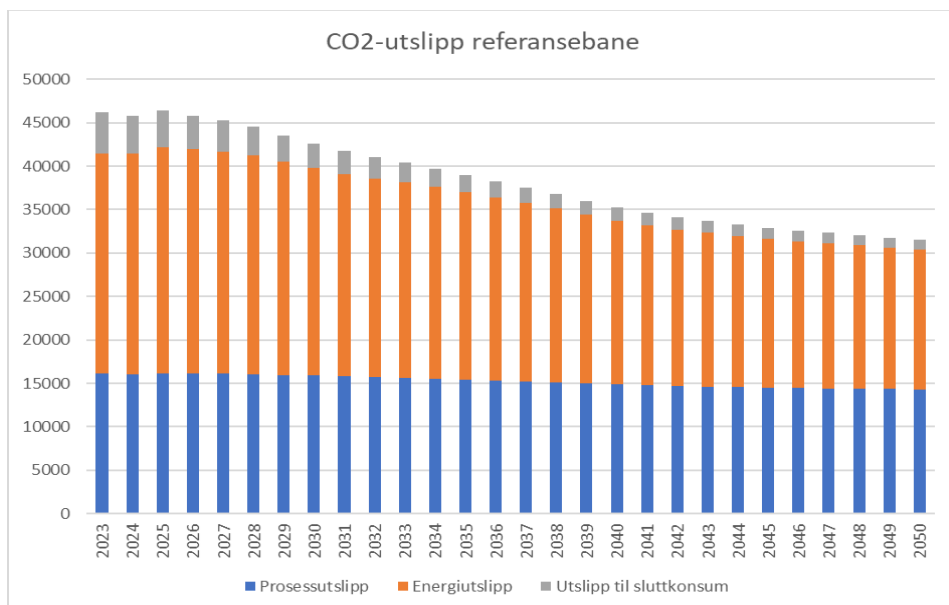
Figur 5.9: Modellberegnet korreksjon av antall arbeidere i referansebanen i forhold til SSBs MMMM-framskriving for økonomiske regioner i Rogaland. Befolkning i 2050.

De regionale husholdningene i modellen er differensiert etter utdanningsnivå, hvor det er estimert flyttetilbøyelighet etter nivå av utdanning (Kornstad m.fl. 2023 og Skjerpen m.fl. 2023). Forskjellen mellom disse publikasjonene er at i Skjerpen m.fl. (2023) er den økonometriske modellspesifikasjonen tilpasset inndelingene i NOREG 2). Hver region i modellen har arbeidsmarkeder for arbeidskraft av hver av de fire utdanningskategoriene, og lønnsnivået er et resultat av tilbudet og etterspørselen etter arbeidskraft på et gitt tidspunkt. Næringer som vokser etterspør mer arbeidskraft. For å få tak i denne arbeidskraften tilbyr de høyere lønn. Når lønnsforskjellene blir store nok, vil arbeidstakere flytte dit hvor lønningene er høyere (til man når en ny likevekt). Flyttetilbøyeligheten er imidlertid ganske lav, særlig for høyt utdannet arbeidskraft. Figur 5.9 viser den modellberegnete korreksjonen av antall arbeidere etter utdanningsnivå i de fem økonomiske regionene i Rogaland.

5.6 Referansebane: CO₂-utslipp⁹

I NOREG 2 er det modellert inn tre typer av CO₂-utslipp (dvs. utslipp av klimagasser målt i CO₂ - ekvivalenter):

- **Prosessutslipp:** Utslipp av klimagasser som følge av kjemiske eller fysiske prosesser i selve produksjonen.¹⁰
- **Energiutslipp:** Utslipp av klimagasser relatert til forbrenning av fossilt drivstoff
- **Utslipp fra sluttkonsum:** Husholdningenes utslipp av klimagasser knyttet til forbruk av fossilt drivstoff.
-



Figur 5.10: Klimagassutslipp målt i CO₂-ekvivalenter for referansebanen, fordelt på utslipp fra prosessindustrien, energiutslipp og utslipp fra husholdningenes sluttkonsum

⁹ Utslippene i referansebanen er ikke fullt ut kalibrert til å stemme overens med PM24, NB25 og SNOW. Dette lot seg ikke gjøre innenfor tidsfristen for dette prosjektet, men vil bli foretatt i neste trinn av modellutviklingen.

¹⁰ Eksempler her er kalk- og sementproduksjon, metallproduksjon og kjemisk industri. Felles for utslippene av klimagasser i prosessindustrien er at det vanskelig lar seg rense da de som oftest er knyttet til selve prosessen i produksjonen.

6 Oppbygging av virkemiddelpakkene i strategibanene

6.1 Fire strategier for å nå lavutslippssamfunnet 2050

For en detaljert gjennomgang av oppbyggingen, forutsetningene, premissene og analysegrunnlaget for strategibanene, henviser vi til Wangsness m.fl. 2025.

Her vil vi gi en kort gjennomgang av de ulike kombinasjonene av virkemidler som ligger til grunn for de fire strategiene for norsk transportsektors vei mot lavutslippssamfunnet 2050. De overordnede premisene for alle de fire strategibanene er at utslippene fra transportsektoren skal være 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.

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

	 Teknologibanen «Forbedre»	UFF-banen «Balansere»	 UF-banen «Redusere»	 «Kostnads- effektivitet»
Hva gir utslipps-reduksjon?	Omstilling gjennom teknologisk utvikling og innovasjon; forbedre	Omstilling gjennom «unngå, flytte og forbedre»	Omstilling gjennom «unngå og flytte»	Omstilling gjennom de til en hver tid mest kostnadseffektives tiltakene på tvers av sektorer
Vi får bedre kunnskap om:	Muligheter som ligger i «mer effektiv bruk av ny teknologi» koblet direkte mot lavutslippssamfunnet. Hva skal til, og hva betyr banen for sentrale parametere?	Mulighetene som ligger i systematisk bruk av UFF-rammeverket, og hvilke virkemiddelbruk som skal til for å komme til lavutslippssamfunnet	Hva som skal til for å komme til lavutslippssamfunnet hvis vi kun skal basere oss på måloppnåelse gjennom virkemidler for å unngå og flytte transport	Hvordan vi kan oppnå et lavutslippssamfunn gjennom bidrag fra alle sektorer. Vi får testet bruk av NOREG 2, og om denne modellen kan gi oss ny strategisk kunnskap

Figur 6.1: Strategikonsepter for metodeprosjektet utviklet av transportvirksomhetene. Kilde: Wangsness m.fl. 2025.

De fire utviklede strategiene vil bli benyttet som grunnlag for eksempelberegningene som presenteres i kapittel 7, her testes de utviklede rutinene for soft-linking av modellverktøyene i praksis.

6.2 Sammensetningen av virkemidler i de fire strategibanene

Under presenteres en kort oppsummering av de klimapolitiske virkemidlene som utgjør hver av de fire utviklede strategiene som skal lede til nullutslipp i transportsektoren i 2050.

1. Teknologibanen
2. UFF-banen
3. UF-banen
4. Kostnadseffektivitetsbanen

6.2.1 Teknologibanen: Omstilling gjennom teknologisk utvikling og innovasjon; forbedre.

Kort beskrivelse av teknologibanen: Strategien her er at tiltak som bringer oss fra referansebanen og til målet om null utslipp i 2050 primært skal oppnås med implementering av nullutslippsløsninger. Det legges liten eller ingen vekt på restriktive virkemidler, og mobiliteten for både gods – og persontransport minst opprettholdes. I denne strategibanen blir den tilstrekkelige utviklingen og utrulling av nullutslippsløsninger finansiert av skattebetalerne og ikke spesifikt av transportbrukerne.

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).

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.

6.2.2 UFF-banen: Omstilling gjennom å unngå, flytte og forbedre

Dette er en mer balansert strategibane hvor utslippskutt mellom 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 generelt som i Teknologibanen. I møte med denne kostnadsøkningen vil transportbrukere velge ulike former for tilpasninger under både Unngå og Flytte.

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. KVV-en 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.

6.2.3 UF-banen: Omstilling gjennom å unngå og flytte

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. Også i denne strategibanen vil kostnaden av å overholde kravet om nullutslipp i transportsektoren måtte bæres av transporttilbydere og transportbrukere (og ikke skattebetalerne som i Teknologibanen). Sentralt i denne strategibanen er arealrestriksjoner og mer fortettet bosetting.

Redusere-banen - virkemidler

- **Krav om nullutslippsløsninger for lastebiler som kjører i Norge i 2050, men uten noen form for subsidiering**¹⁴
- **Krav om nullutslippsløsninger i skipsfarten i norske farvann i 2050, men uten noen form for subsidiering**¹⁵
- **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).
- **Distansebasert pricing 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

¹⁴ Etter spesifisering fra NTPs Metodegruppe vil denne eksempelstrategien inneholde subsidiering av å øke omfanget av hurtigladenettverket 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

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.

- **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**

6.2.4 Kostnadseffektivitetsbanen: Omstilling gjennom de til enhver tid mest kostnadseffektive tiltakene på tvers av sektorer

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.

Den kostnadseffektive banen - virkemidler

- **Distansebasert veipricing** for effektiv internalisering av de eksterne kostnadene ved veitransport, som kø, 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)

I Kostnadseffektivitetsbanen åpnes det for en høyere CO₂-avgift enn 9089 kr/tonn CO₂ i enkelte sektorer dersom det er kostnadseffektivt. Dette er ikke utforsket i denne runden med eksempelberegninger. I NOREG 2 er det implementert lik CO₂-avgift for alle sektorer lik 9089 kr/tonn CO₂.

7 Eksempelresultater fra strategibanene

7.1 Eksempelberegninger fra et metodeutviklingsprosjekt

Resultatene vi gjennomgår i dette kapittelet må behandles 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 nødvendig med grundigere kalibrering av modellverktøyene og at rutinene for soft-linking v modellene følges på en konsistent måte, samt kvalitetssikring før resultatene kan anvendes til beslutningstagning.

7.2 Trinnvise analyser med sammenkoblede modeller

De fire eksempelstrategiene ble presentert i kapittel 6. For en grundig gjennomgang prosessen fram til eksempelstrategiene og en detaljert oversikt over de klimapolitiske virkemidlene i hver enkelt strategi, henviser vi til Wangsness m.fl. 2025.

Følgende eksempelstrategier er definert

- UFF-banen
- UF-banen
- Teknologibanen
- Kostandseffektivitetsbanen

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, finansieringen av disse klimatilpasningene og virkemidler som er rettet mot de øvrige sektorene i økonomien.

For hver av eksempelstrategiene er det i transportmodellene modellert et sammensatt sett av virkemidler i transportsektoren som skal lede fram til målsettingen om nullutslipp i 2050. Disse virkemiddelpakene ble diskutert i kapittel 6. Hver eksempelstrategi gir et sett av strategispesifikke transportkostnader for både gods- og persontransport som inngår som eksogene endringer i NOREG 2 sammenlignet med referansebanen. Tabell 7.1 oppsummerer de øvrige strategispesifikke modelltilpasningene som gjøres i NOREG 2 for hver av eksempelstrategiene, referansebanen og EU-banen.

Tabell 7.1: 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 innsatsfaktorbruken 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

I NOREG 2 modelleres Norge som en liten åpen økonomi som tar verdensmarkedsprisen for gitt og handler med utlandet. Videre har vi antatt at alle våre handelspartnere er gjenstand for de samme internasjonale klimaforpliktelsene, slik at CO₂ avgiftene gjelder globalt. Denne antakelsen innebærer at det ikke er noen vridning mot eksport eller import ettersom CO₂-avgifter på 9089 kr/tonn CO₂ innføres på produksjonen i Norge. Ettersom CO₂-avgiftene innføres globalt, har vi antatt at dette medfører en vridning fra varer med høy CO₂-intensitet og mot varer med lav CO₂-intensitet i den internasjonale etterspørselen etter norske produkter.

I alle policy-analyser med en numerisk generell likevektsmodell, er sammenligningen mellom referanselikevekten og den kontrafaktiske likevekten sentral.

Mens referansebanen representerer en utvikling fram mot 2050 slik den forventes å forløpe uten nye politiske inngrep eller endringer enn de som allerede er vedtatt (frozen-policy), så beskriver strategibanene derimot økonomiens utvikling under endrede forutsetninger. Strategibanene utgjør kontrafaktiske likevekter som viser hvordan økonomien vil tilpasse seg under alternative forutsetninger for de eksogene parameterverdiene. Hver strategibane spesifiseres ved et sett av endringer i modellens eksogene variabler eller parametere i forhold til referansebanen. I NOREG 2 beregnes en ny alternativ likevektsbane for hver eksempelstrategi.

Ved å sammenligne resultatene fra strategibanene med referansebanen, kan man kvantifisere virkningen av de aktuelle tiltakene – for eksempel endringer i produksjon, sysselsetting, konsum, priser, utslipp eller velferd. Differansen mellom alternativ og referanse utgjør den politiske eller økonomiske effekten av tiltaket som evalueres.

7.3 Fokus på metodeutvikling, ikke modellresultater

I dette prosjektet har hovedfokuset vært på metodeutvikling, både en videreutvikling av NOREG 2-modellen til å bedre kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn i 2050, men også utviklingen av rutiner for soft-linking av NOREG 2 med transportmodellene, både NGM og persontransportmodellene. Parallelt har det pågått et stort arbeid med utvikling av prosesser for sammenstillingen av virkemiddelpakker og etablering av fremtidsstrategier for å nå lavutslippssamfunnet for transportsektoren.

Resultatene og læringspunktene fra dette metodeutviklingsprosjektet, skal tas med i videre arbeid. Resultatene som presenteres fra modellanalysene må forstås som illustrative eksempelberegninger. De ulike eksempelstrategiene er utviklet i samarbeid mellom NTPs metodegruppe og forskere på TØI, gjennom en prosess preget av løpende vurderinger av hva som er hensiktsmessig både fra et strategisk transportpolitisk perspektiv og fra et modellteknisk ståsted, samtidig som det har vært en løpende avveining mellom behovet for å kvalitetssikre og kalibrere modellverktøyene, og behovet for framdrift og leveranser i prosjektet.

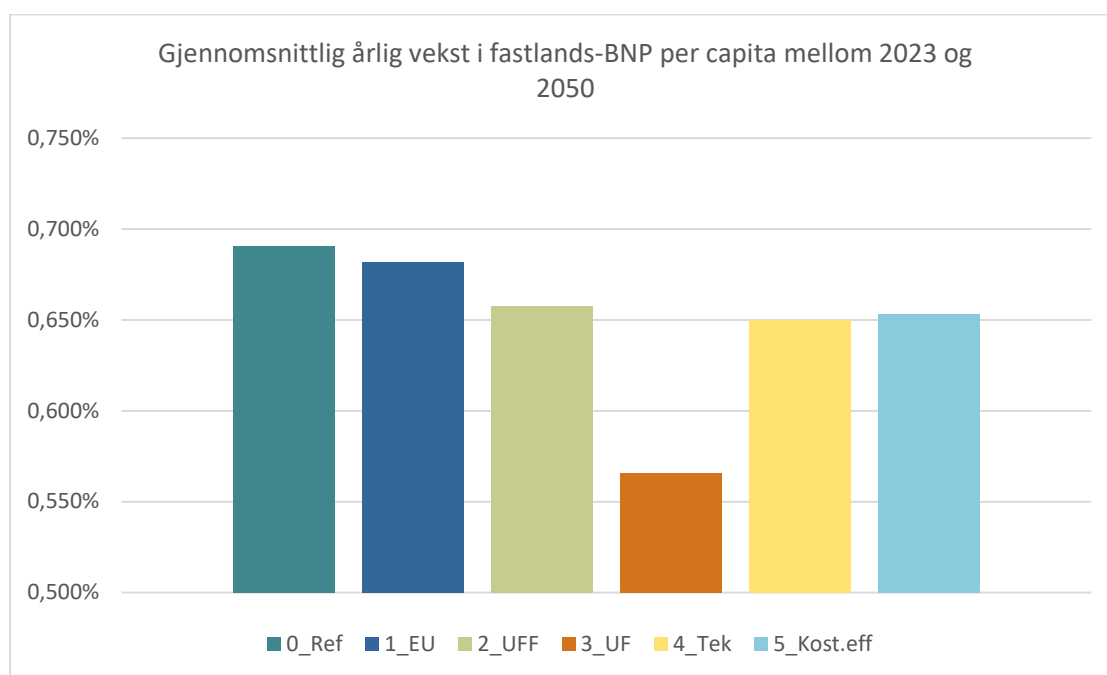
Dette er første gang hele modellapparatet – NOREG 2, RTM, NTM6 og NGM – samordnes og kjøres i fellesskap, og i tillegg er det benyttet nyutviklede forenklete versjoner av RTM. Erfaringene fra dette arbeidet gir verdifull innsikt for videre utvikling og anvendelse av metodikken, men selve beregningene bør tolkes med varsomhet. Ytterligere modelltilpasning, kalibrering og kvalitetssikring vil være nødvendig før resultatene kan brukes som grunnlag for beslutninger.

7.4 Eksempelresultater: Nasjonal BNP-effekt

Den versjonen av NOREG 2 som er benyttet i dette prosjektet, har økonomisk region som geografisk soneinndeling. Norge består av 85 slike økonomiske regioner, og hver region er aggregater av kommuner og avgrenset til å følge fylkesinndelingen. En av hovedstyrkene til NOREG 2 er den regionale dimensjonen i analysene, hvor ulikheten mellom regionene gir ulike makroøkonomiske vekstbaner for hver region.

Imidlertid, er det ofte formålstjenlig å aggregere opp modellresultatene, enten over næringer eller over soner, for å vise resultater på et mer overordnet nivå. Dette for både å få det store bildet og for å lette presentasjonen av resultatene.

Figur 7.1 viser nasjonalt aggregerte resultater for gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita for tidsperioden 2023 – 2050. Fastlands-BNP er her definert som en økonomi uten petroleumssektor. Figuren viser gjennomsnittlig årlig vekst for de to referansebanene (0_Ref og EU-banen), samt for de fire strategibanene (UFF-banen, UF-banen, Teknologibanen og Kostnadseffektivitetsbanen).



Figur 7.1: Eksempelresultater av gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita for 2023-2050 i referansebanene og i strategibanene.

Som det framgår av figuren, gir analysene med NOREG 2 små relative utslag i resultater på nasjonalt nivå mellom UFF-banen, Teknologibanen og Kostnadseffektivitetsbanen, mens vi ser et relativt sett stort utslag mellom både referansebanene og UF-banen, og mellom de øvrige strategibanene og UF-banen. Hver av eksempelstrategiene har et sett av klimapolitiske virkemidler. De virkemidlene som er spesifikt modellert i NOREG 2 er gjengitt i Tabell 7.1. Her framkommer det at CO₂-avgiftene i 2050 er like på tvers av næringer og mellom strategibanene, mens det som varierer, utenom virkemiddelpakkene modellert i transportmodellene, er finansieringsbehovet for tiltakene i transportsektoren og sektorspesifikke restriksjoner i bygg- og anleggssektoren i UF-banen.

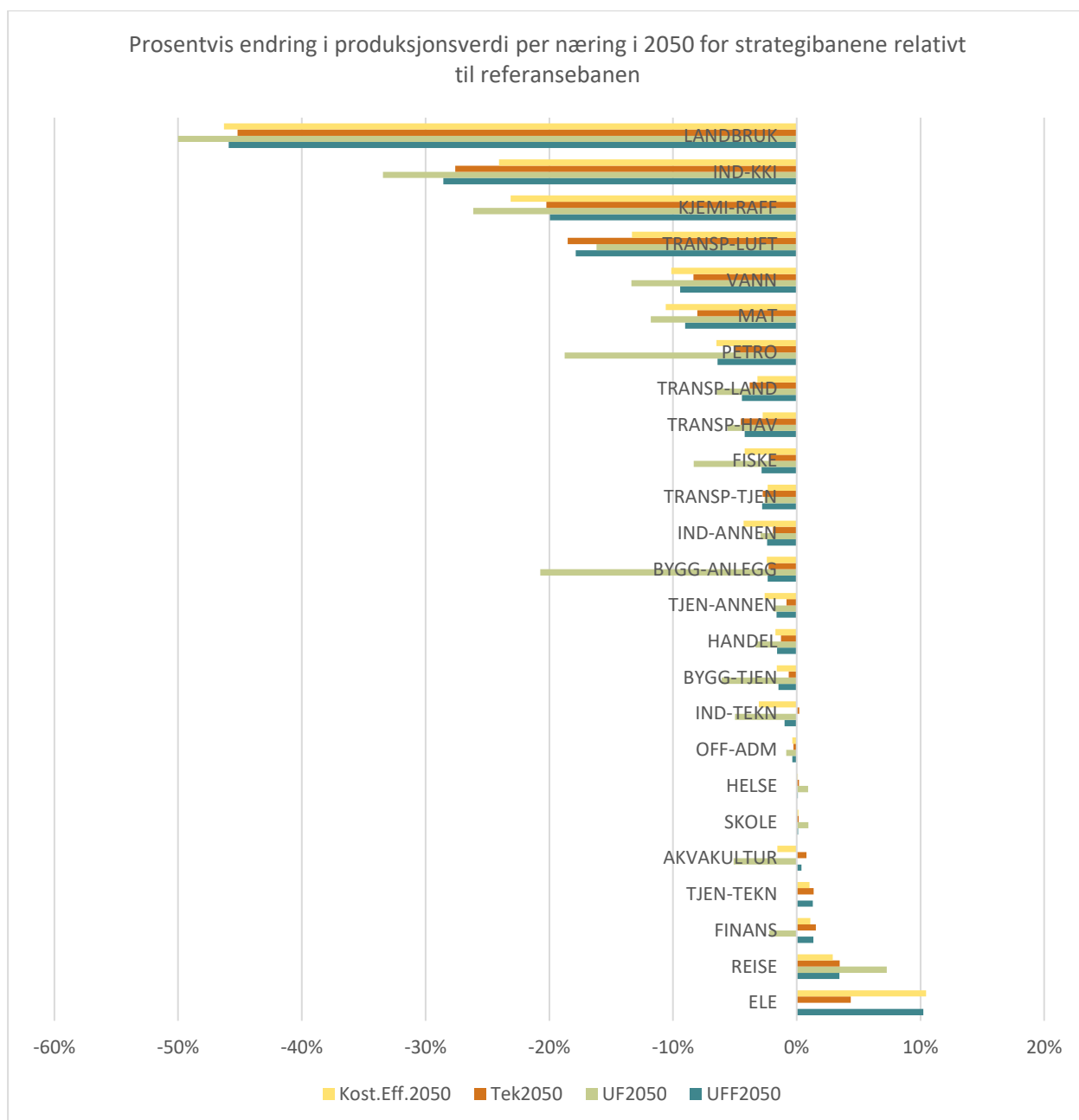
I Kaushal og Yonezawa (2022) analyseres det ulike former for modellering av CO₂-avgifter i SNOW-modellen. De evaluerer blant annet utformingen av overføringene av skatteinntektene tilbake til økonomien og finner at hvorvidt skatteinntektene fra den økte CO₂-avgiften overfører tilbake til økonomien gjennom et engangsbeløp til husholdningene eller som redusert skattesats på arbeidsinntekt, har stor betydning for de beregnede makroøkonomiske effektene fra SNOW-modellen. I utviklingsprosjektet som ligger til grunn for resultatene som vi presenterer i dette kapitlet, har det ikke vært rom for å teste ut ulike utforminger av skatteinntektenes overføringer tilbake til økonomien. I vår utforming av de økte overføringene fra myndighetene som følge av økte CO₂-avgifter, så spres de jevnt ut utover husholdningene i modellen.

Klimatiltakene i transportsektoren i de ulike strategibanene har ulik grad av subsidiering og tilhørende skattefinansiering. Denne skattefinansieringen modelleres i NOREG 2. Utformingen av skattefinansieringen i modellen vil også trolig påvirke resultatene. Dette har det heller ikke vært rom for å evaluere innenfor rammen av dette prosjektet.

7.5 Eksempelresultater: Næringsvis BNP-effekt

I analysene i denne rapporten har vi benyttet en modellversjon av NOREG 2 som har 25 regionale næringer, fordelt på både vareproduserende næringer, tjenesteytende private næringer og offentlige tjenester.

Figur 7.2 viser nasjonale resultater for endring i produksjonsverdi per næring. I figuren presenteres resultatene som prosentvis endring for strategibanene i forhold til referansebanen i 2050.



Figur 7.2: Prosentvis endring i strategibanene i 2050 relativt til referansebanen.

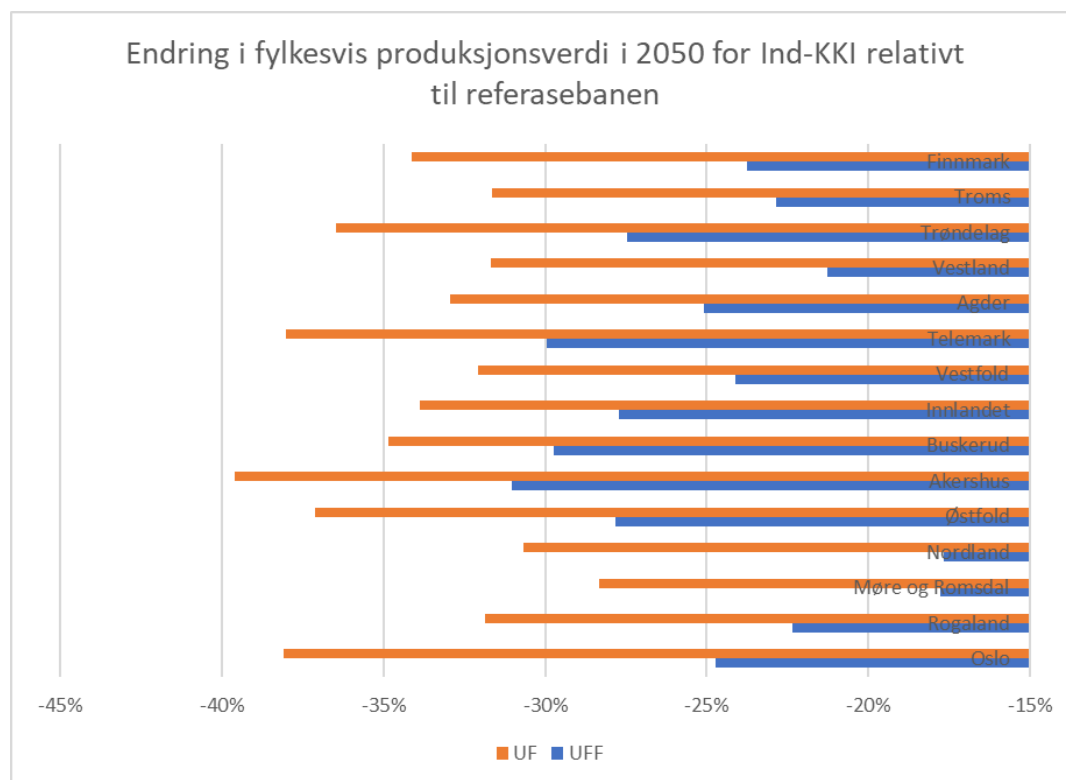
Her ser vi ikke bare at det er stor spredning mellom næringene i effekten på produksjonen av klimatilstandene i strategibanene, men også at det for enkelte næringer er forskjeller i hvor stor effekten er mellom de ulike eksempelstrategiene. Vi ser at landbrukssektoren får den største effekten på produksjonsverdien i alle eksempelstrategiene. Dette skyldes i store trekk innføringen av en lik CO₂-avgift på 9089 kr/tonn CO₂ på tvers av alle sektorer. Landbruket har en relativt sett høy CO₂-intensitet og per i dag en relativt lav CO₂ avgift sammenlignet med øvrige sektorer i økonomien. En innføring av en høy avgift på tvers av alle sektorer, vil medføre en relativt sett høyere avgiftsøkning for landbrukssektoren enn for andre sektorer, og da også en relativt sett høyere effekt av klimatilstandene slik de er definert i eksempelstrategiene.

Mulighetene for energieffektivisering og teknologisk utvikling vil variere mellom næringene. I enkelte næringer er det store muligheter for energieffektivisering, mens andre næringer har begrensede muligheter, det samme med teknologisk utvikling. En kalibrering til næringsvise utslippsbaner fra

Nasjonalbudsjettet 2025, vil kunne gi vridende effekter mellom næringene ettersom ulike næringer har ulik utvikling i CO2-utslipp. Disse forholdene skyldes i hovedsak ulike energieffektiviseringsbaner mellom næringene. I PM24 skilles det på produktivitsvekst i offentlig sektor og i privat sektor. Dette er et grovt skille som nok skjuler reelle forskjeller i teknologisk utvikling på tvers av både de offentlig og private sektorene, hvor noen sektorer vil ha høyere produktivitsvekst enn andre fram imot 2050.

Et moment som burde tas med videre inn i diskusjonen når det skal utvikles strategibaner som skal benyttes i politikkutforming, er i hvilken grad petroleumssektoren skal få ha et endogent forløp i strategibanen eller om den skal styres eksogent også her. PM24 gir en referansebane hvor petroleumssektoren reduseres i takt med sektorframskrivninger fra sokkeldirektoratet. I NOREG 2 har vi eksogent styrt denne sektoren til å følge dette forløpet i referansebanen, samtidig har vi også innført en grad av nedskalering i vår kjemi-raff sektor. Da kjemi-raff sektoren, slik næringsinndelingen i NOREG 2 er i den versjonen som er benyttet i dette arbeidet, inneholder mer enn raffinering av petroleumprodukter, har vi kun delvis styrt denne etter forløpet gitt av PM24. Som det framgår av figur 7.2, så medfører de klimapolitiske virkemidlene som innføres i strategibanene en reduksjon i produksjonsverdi i petroleumssektoren relativt til referansebanen, og vi ser at denne effekten er markant i UF-banen. Sokkeldirektoratets prognose for framtidig produksjon av olje og gasser satt sammen av forventninger rundt gjenværende ressursgrunnlag på norsk sokkel, leteaktivitet og teknologiutviklingen i petroleumssektoren. Leteaktiviteten er noe som både er politisk styrt og styrt av økonomiske avveininger. I utviklingen av eksempelstrategiene er det ikke vurdert hvorvidt de ulike strategiene gir ulikt forløp i leteaktivitet, og derigjennom ytterligere reduksjon i aktiviteten i petroleumssektoren.

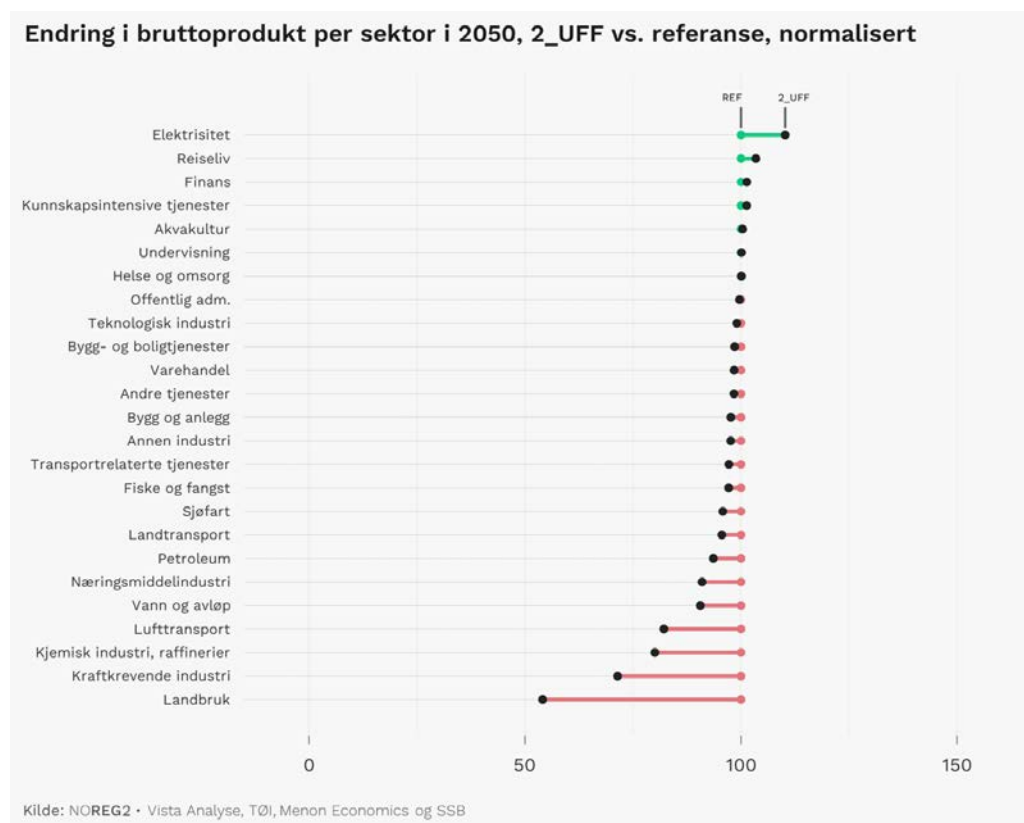
Figur 7.3 gir et eksempel på hvordan produksjonsverdien i en næring varierer på tvers av sonene i modellen. Her har vi benyttet Ind-KKI næringen som eksempel og aggregert opp resultatene fra henholdsvis UF- banen og UFF-banen for økonomisk region og opp til fylkesnivå for å lette fremstillingen.



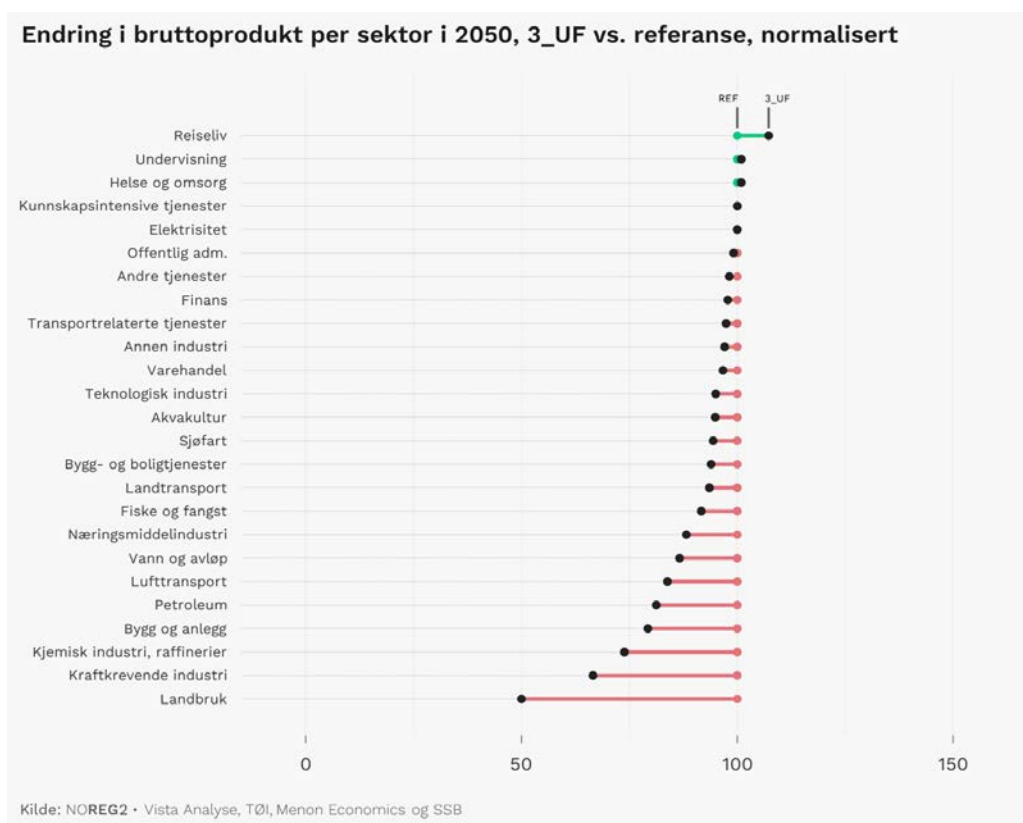
Figur 7.3: Fylkesvis endring i produksjonsverdi for Ind-KKI næringen relativt til referansebanen.

Fra Figur 7.3 ser vi at de næringsspesifikke resultatene varierer både på tvers av strategibane og på tvers av fylke. På bakgrunn av Figur 7.1 - Figur 7.3, kan vi slutte at spredningen i resultatene mellom de ulike strategibanene øker når vi øker dimensjonaliteten i framstillingen. NOREG 2 produserer vekstrater per næring og per sonepar for framtidige varestrømmer. Disse vekstratene benyttes inn i NGM for framskriving av godstransport. Med 85 økonomiske regioner, produserer NOREG 2 mer en 60 000 vekstrater til NGM.

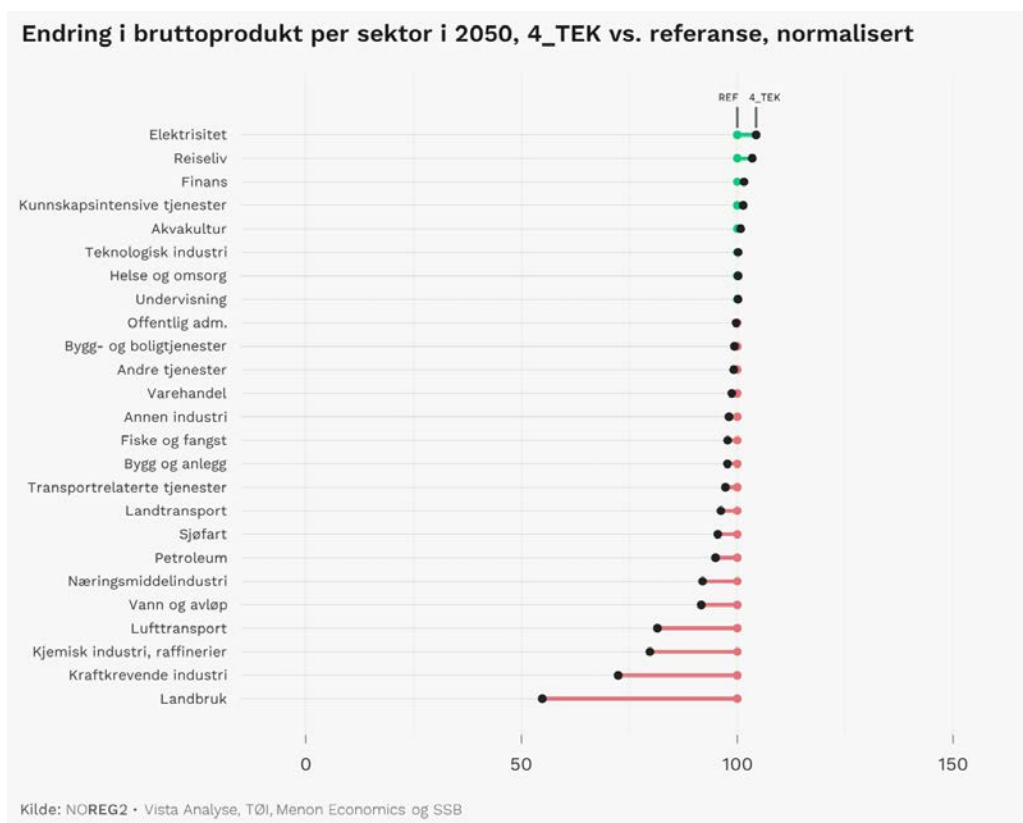
Figur 7.4 - Figur 7.7 viser endringen i bruttoprodukt per næring i 2050 for hver av strategibanene relativt til referansebanen.



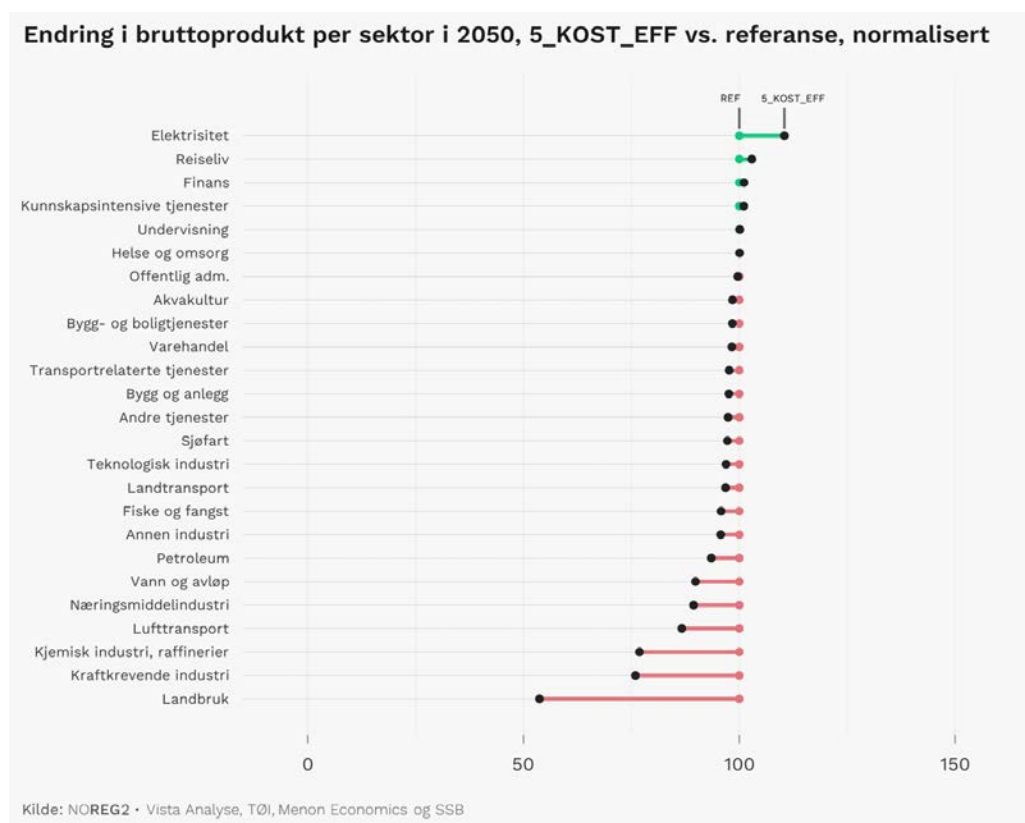
Figur 7.4: Endring i bruttoprodukt i 2050 i UFF-banen relativt til referansebanen.



Figur 7.5: Endring i bruttoprodukt i 2050 i UF-banen relativt til referansebanen.



Figur 7.6: Endring i bruttoprodukt i 2050 i Teknologibanen relativt til referansebanen.

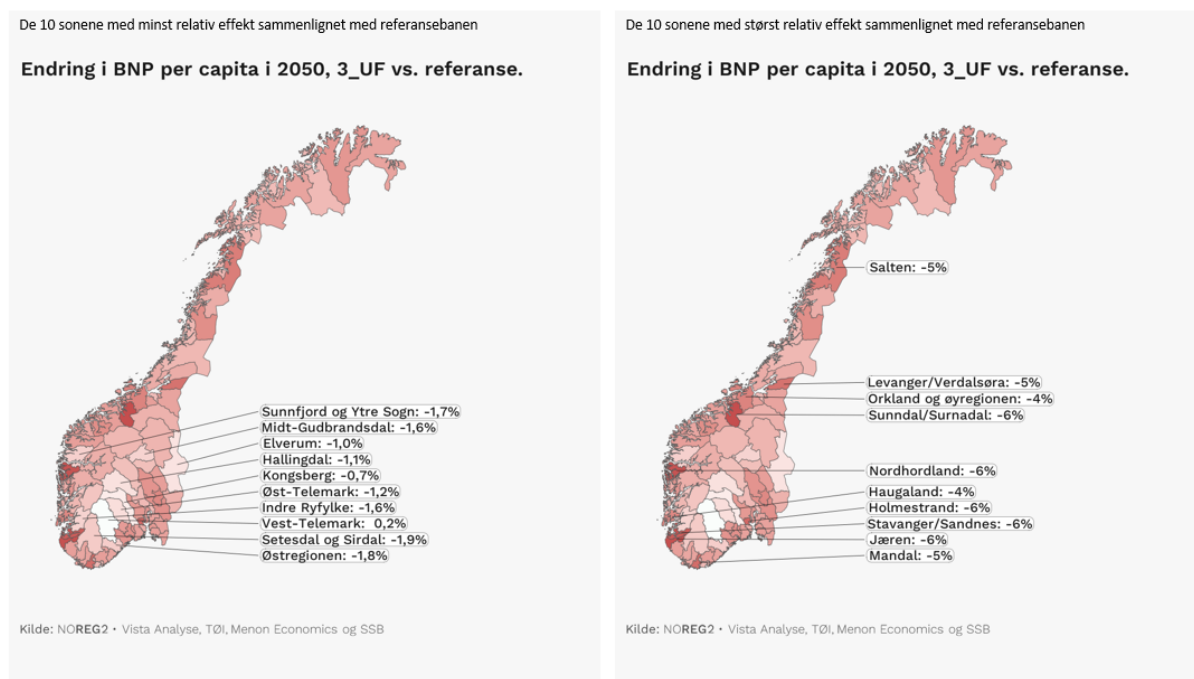


Figur 7.7: Endring i bruttoprodukt i Kostnadseffektivitetsbanen i 2050 relativt til referansebanen.

7.6 Eksempelresultater: Regionale effekter

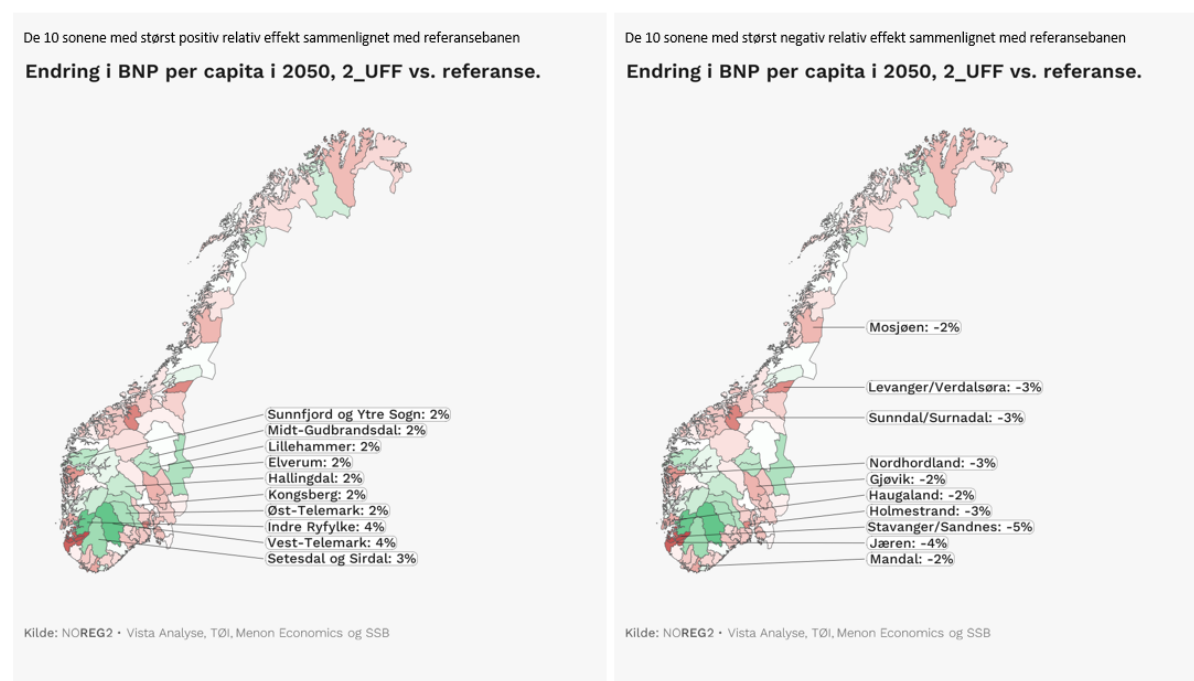
NOREG 2 har en fleksibel geografisk oppløsning hvor modellsonene kan anpasses analyseformålet. Begrensningen ligger i modellens løsningsstid, tilgjengelige data og at soneinndelingen må følge aggregater av kommuner. Kompleksiteten og dermed løsningsstiden for en modellkjøring tiltar eksponentielt med antall geografiske soner. Med de modellspesifikasjonene som ligger til grunn for analysene i denne rapporten med NOREG 2.4, øker løsningsstiden fra ca. 15 minutter for en modell på fylkesnivå og til ca. 9 timer for en modell med 85 økonomiske regioner.

Figur 7.8 til Figur 7.11 viser kartillustrasjoner over endringene i fastlands-BNP per capita i 2050 for hver og en av strategibanene relativt til referansebanen. Kartene viser effektene for økonomiske regioner, hvor henholdsvis de 10 regionene med størst relativ effekt og de 10 regionene med minst relativ effekt er framhevet i kartene.



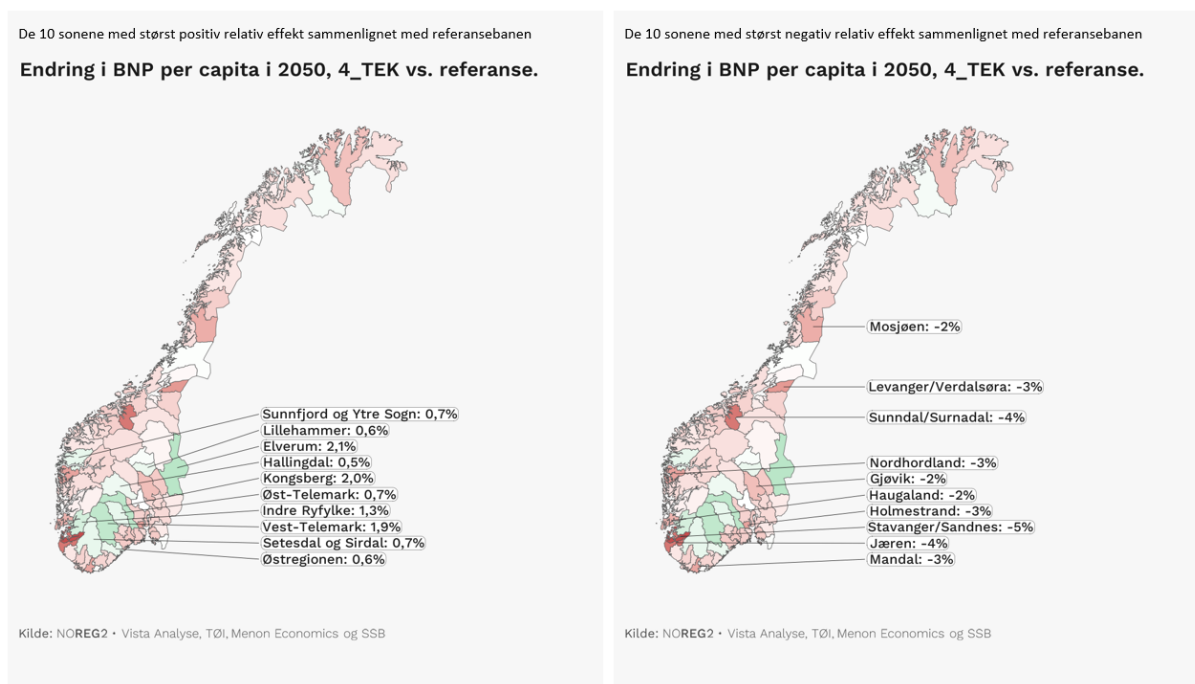
Figur 7.8: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for UF-banen relativt til referansebanen. De 10 økonomiske regionene med henholdsvis minst relativ effekt og de 10 med størst relativ effekt er fremhevet i kartframstillingen.

Fra kartene ser vi at det til dels er stor variasjon i effekten av strategibanene på fastlands-BNP også innad i et fylke, samt at det er stort spenn i resultatene på tvers av økonomiske regioner. For UF-banen ser vi til eksempel at effekten på fastlands-BNP per capita spenner fra svakt positiv i den økonomiske regionen med størst positiv effekt og til 6 % reduksjon i regionen med størst negativ effekt på fastlands-BNP sammenlignet med referansen i 2050.



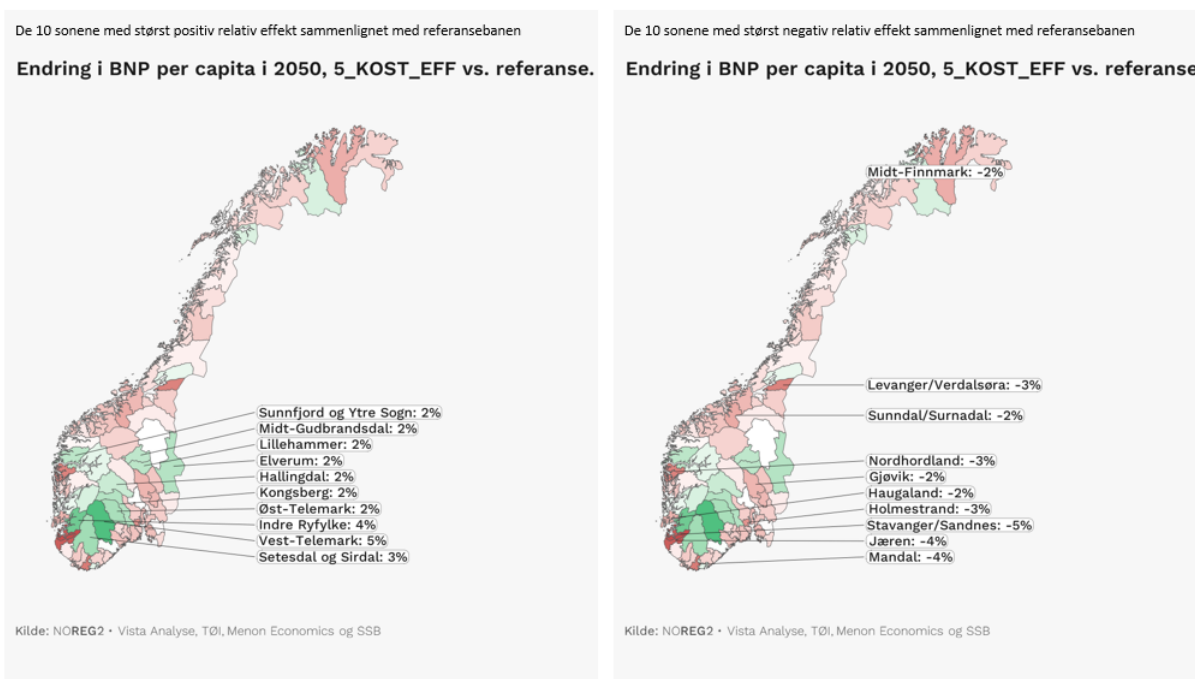
Figur 7.9: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for UFF-banen relativt til referansebanen.

For UFF-banen viser kartene i Figur 7.9 at det er regioner som får til dels merkbare positive BNP-effekter av denne strategibanen, noe som trolig er relatert til modelleringen av klimatiltakene i transportsektoren for denne strategibanen.



Figur 7.10: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for Teknologibanen relativt til referansebanen.

Noe av det samme bildet finner vi igjen i både teknologibanen (Figur 7.10) og i kostnadseffektivitetsbanen (Figur 7.11):

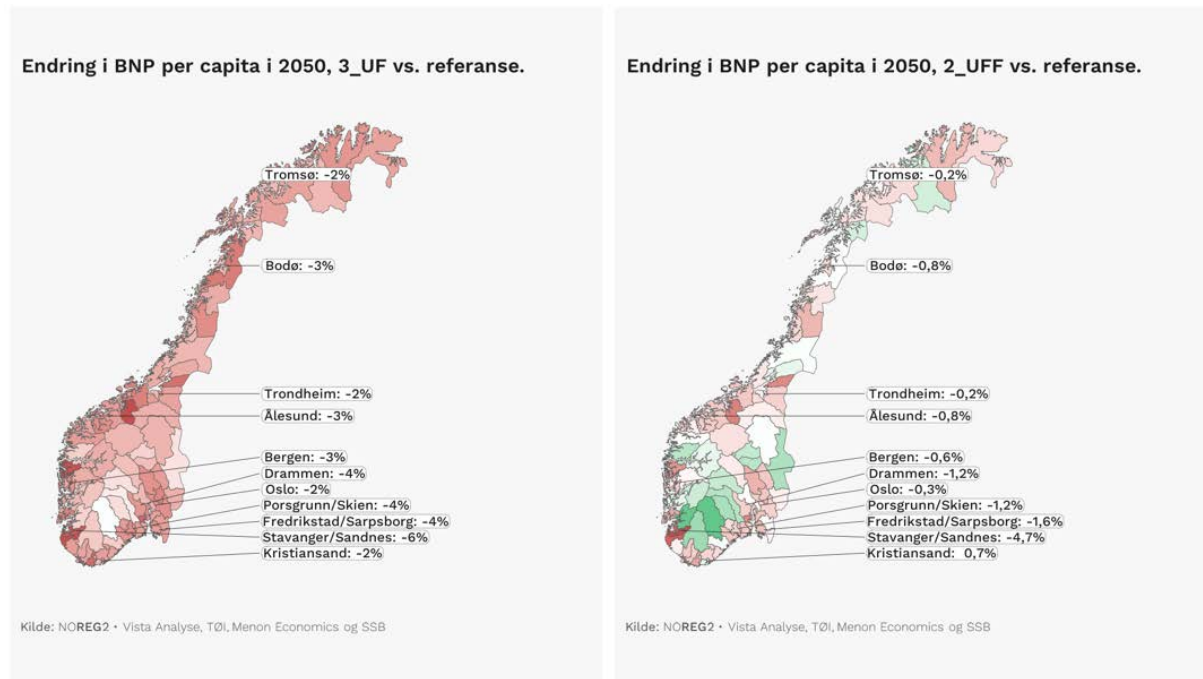


Figur 7.11: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for kostnadseffektivitetsbanen relativt til referansebanen.

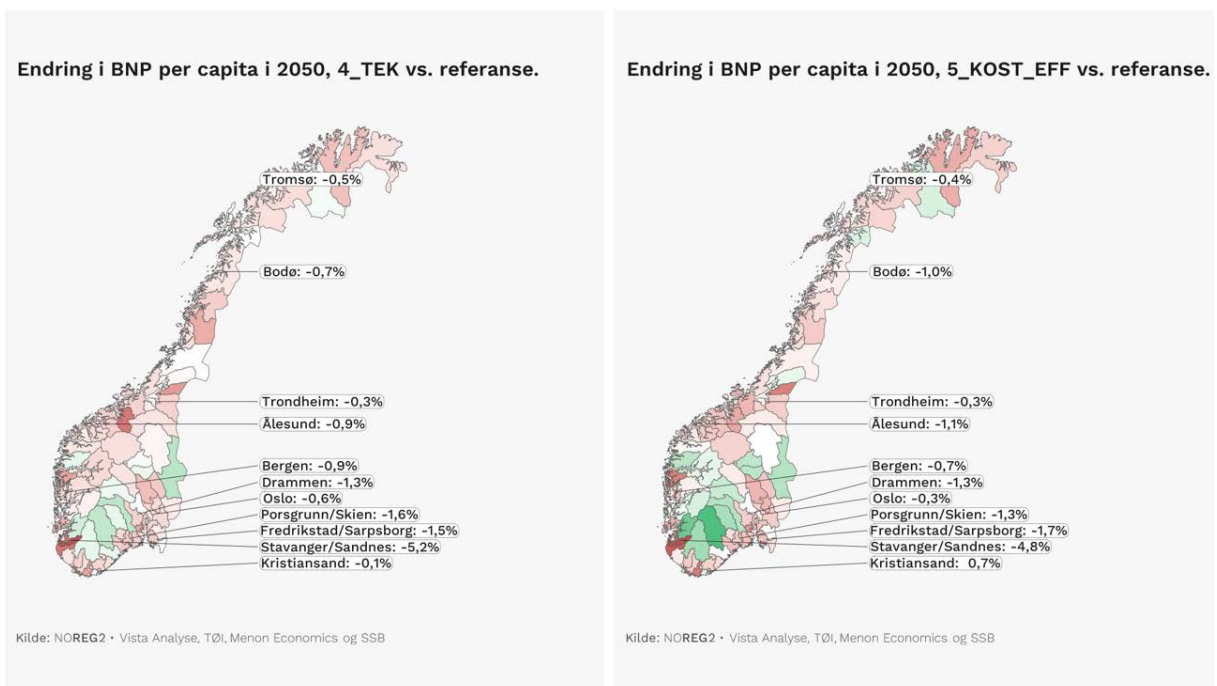
Vi kan også merke oss at spredningen i effekten på regionalt bruttoprodukt er større i kostnadseffektivitetsbanen og teknologibanen, enn hva som er tilfellet for UF-banen. Mens totale nasjonale BNP-effekter gir et bilde hvor UF-banen har den kraftigste BNP-reduksjonen av alle de fire strategibanene.

7.6.1 Regionale effekter: Byområder

I Figur 7.12 og Figur 7.13 framhever vi effekten på fastlands-BNP per capita for 11 regionale byområder.



Figur 7.12: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for UF-banen og UFF-banen relativt til referansebanen.



Figur 7.13: Grafisk kart-framstilling av endring i fastlands-BNP per capita per økonomisk region for teknologibanen og kostnadseffektivitetsbanen relativt til referansebanen.

7.7 Eksempelresultater: Klimagassutslipp

I strategibanene er det antatt en CO₂-avgift på 9089 kr/tonn CO₂ i 2050. Denne avgiften antas på tvers av alle sektorer. Videre antas det at dette avgiftsnivået gjelder globalt ved at alle land er gjenstand for de samme internasjonale klimaforpliktelsene.

Økte CO₂-avgifter generelt for alle sektorene i økonomien medfører en generell økning av produksjonskostnadene. Den relative økningen vil variere etter hvor store avgifter det i utgangspunktet er i de ulike sektorene. Noen sektorer har lave avgifter i dag, andre høyere. Hvis alle sektorer får samme avgiftsnivå, vil det relative forholdet mellom faktorprisene i produksjonen endres da noen innsatsfaktorer blir relativt sett mer dyre enn andre. En avgiftsøkning til 9089 kr/tonn CO₂ for alle sektorer får da flere effekter som spiller inn på transportarbeidet:

- Den samlede produksjonen vil gå ned som følge av økte kostnader. Dette vil gi lavere transportert mengde.
- Gjennom næringskryssløpet vil produsentene substituere seg bort fra varer som har hatt relativt sett høyere økning av faktorpris og mot innsatsvarer som har blitt relativt sett billigere. Dette får en vridende effekt i transporten. Generelt blir det mer transport av varer som har blitt billigere og mindre transport av varer som har blitt dyrere.

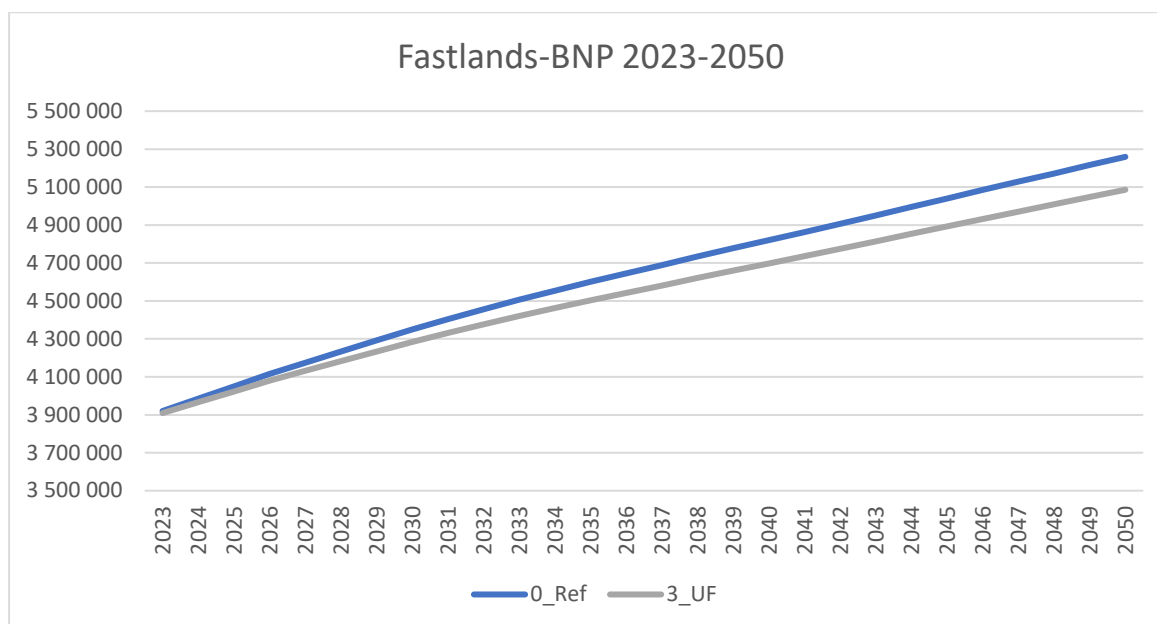
Når produksjonskostnadene øker, så øker også sluttprisene for konsumentene. Husholdningene får mindre igjen for en gitt konsumbudsjett. Noen varer er mer prisfølsomme i etterspørselen enn andre.

7.8 De samfunnsøkonomiske kostnadene av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050

Referansebanen gir et bilde på et referansescenario hvor veksten i økonomien nasjonalt følger en utviklingsbane for norsk økonomi og transportsektor i tråd med de offisielle framskrivninger fra dagens situasjon gitt av PM24, og kun vedtatt politikk (eller politikk man har sterke signaler om skal komme) er implementert. Referansebanen følger de vanlige «frozen policy»-retningslinjene for infrastrukturnettet der prosjekter som er åpnet i 2024 eller som har startet opp eller fått bevilgning i statsbudsjettet 2025 inkluderes. Samlet gir dette en utviklingsbane fram imot 2050 som vi beregner til å ha en gjennomsnittlig årlig vekst i fastland-BNP på 0,69 %.

I hver av eksemplene på strategier for veien fram til lavutslippssamfunnet 2050, har et sett av virkemidler, og vi har illustrert i Figur 7.1 at disse eksempelstrategiene gir lavere gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita enn hva som er tilfellet for referansebanen, hvor styrken og designet på de ulike eksempelstrategiene avgjør størrelsen på avviket.

For å beregne den samlede samfunnsøkonomiske omstillingskostnaden ved eksempelstrategiene, må man summere alle de årlige differansene mellom strategibane og referansebane for hele perioden fram imot 2050.



Figur 7.14: Utvikling i fastlands-BNP for referansebanen og UF-banen for 2023-2050, mill.2022kr.

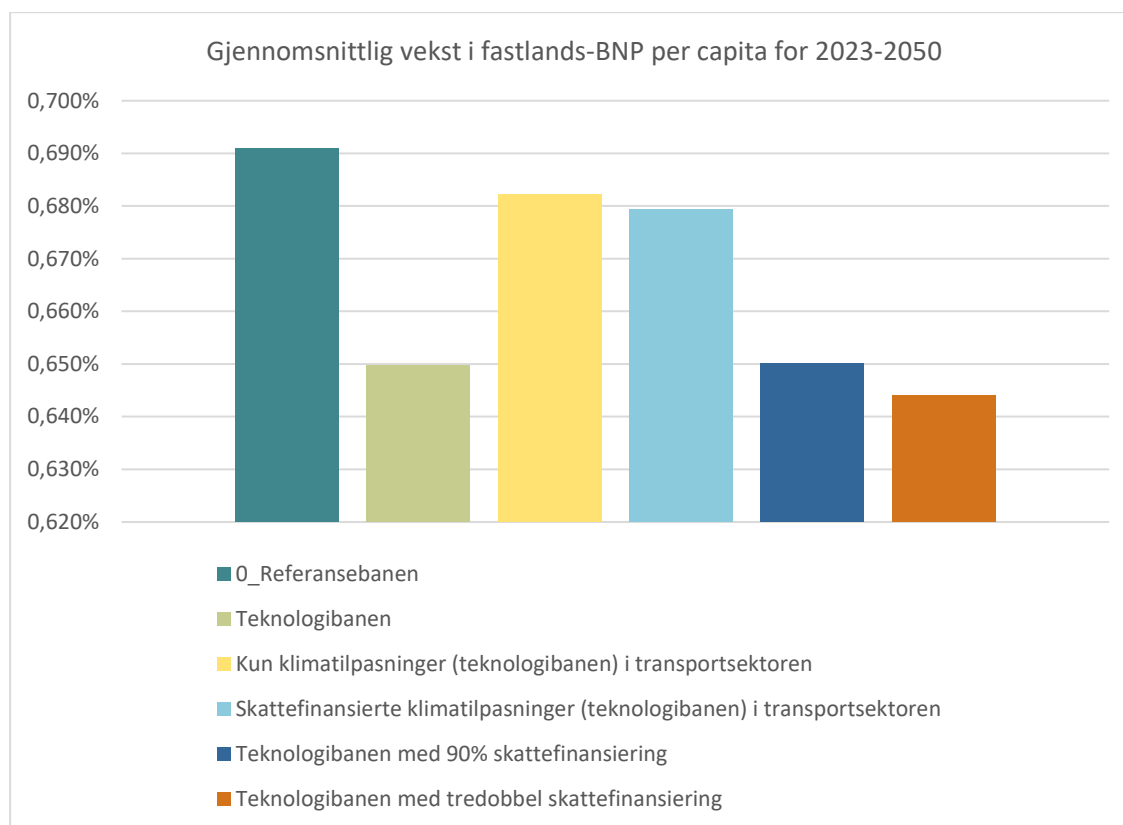
Figur 7.14 viser utviklingsbanene for henholdsvis referansebanen og UF-banen for perioden 2023-2050 målt i millioner 2022kr. I punktet 2050, måler differansen mellom referansen og UF-banen ca. 173 mrd.kr. For å finne et anslag på den samfunnsøkonomiske omstillingskostnaden, må man beregne integralet under referansebanekurven, fratrasket integralet under UF-banekurven. For denne formuleringen av eksempelstrategien i UF-banen, utgjør denne omstillingskostnaden om lag 2800 mrd. kr for hele økonomien samlet.

NOREG 2 er en regional modell med en oppdeling av økonomien i en rekke sektorer. Dette muliggjør resultater på både regionalt nivå og for enkeltnæringer. Dette gjelder også for omstillingskostnadene, som både kan beregnes for enkelt-soner og for enkeltnæringer, eller aggregater av soner og næringer.

7.9 Følsomhetsanalyser

Figur 7.15 viser følsomhetsberegninger for ulike varianter av teknologibanen. I tillegg er referansebanen inkludert i framstillingen for å gi et sammenligningsgrunnlag. Følgende spesifikasjoner av teknologibanen er testet:

- **Teknologibanen:** Dette er strategibanen slik den er definert i kapittel 6.
- **Kun klimatilpasninger (teknologibanen) i transportsektoren:** Dette er en analyse med NOREG 2 hvor vi kun har tatt hensyn til de eksogene endringene i transportkostnader fra NGM og person-transportmodellene. Denne banen reflekterer da en isolert effekt av klimatilpasningen i transportsektoren uten at disse skattefinansieres.
- **Skattefinansierte klimatilpasninger (teknologibanen) i transportsektoren:** Dette er tilsvarende analyse som forrige kulepunkt, men hvor det i tillegg er inkludert en skattefinansiering av klimatiltakene i transportsektoren.
- **Teknologibanen med 90 % skattefinansiering:** Dette er teknologibanen slik den er definert i kapittel 6, men hvor skattefinansieringen er redusert til 90 %.
- **Teknologibanen med tredobbel skattefinansiering:** dette er teknologibanen slik den er definert i kapittel 6, men med tre ganger så høy skattefinansiering.



Figur 7.15: Følsomhetsberegninger for ulike utgaver av teknologibanen.

Figuren viser følsomhetsberegninger for teknologibanen. Teknologibanen består både av et sett av sektorspesifikke virkemidler i transportsektoren, finansiering av disse virkemidlene og virkemidler på øvrige sektorer i økonomien. Referansebanen gir et totalbilde på gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita i referansescenarioet, hvor veksten i økonomien nasjonalt følger en utviklingsbane for norsk økonomi og transportsektor i tråd med de offisielle framskrivninger fra dagens situasjon gitt av PM24, og kun vedtatt politikk (eller politikk man har sterke signaler om skal komme) er implementert. Teknologibanen er designet for å reflektere omstilling gjennom teknologisk utvikling og innovasjon, hvor strategibanen inneholder en rekke skattefinansierte subsidier for at mobiliteten ikke skal begrenses av kostnadene knyttet til innfasing av nullutslippsteknologiene, og få eller ingen restriktive virkemidler. Den gule søylen viser den isolerte effekten av de tiltakene som er implementert i transportsektoren, og som sikter mot minst å opprettholde samme mobilitet og godstransport som i EU-banen. I dette regne-eksemplet ser vi at den beregnede effekten på fastland-BNP fra NOREG stemmer overens med intensjonen til teknologibanen ved at det kun er en marginal nedgang fra referansebanen og til en bane hvor vi kun analyserer BNP-effekten av tiltakene i transportsektoren. Subsidiene av lavutslippsteknologien i transportsektoren er skattefinansierte. Slik denne skattefinansieringen er konstruert og implementert i dette eksemplet, ser vi at den samlede skattebyrden på 9.8 mrd.kr har liten effekt på gjennomsnittlig vekst i fastlands-bnp per capita (differansen mellom gul søyle og lyseblå søyle).

I tillegg til virkemidler i transportsektoren og skattefinansiert subsidiering av lavutslippsteknologi, inneholder teknologibanen, på lik linje med alle eksempelstrategibanene, en forutsetning om at CO₂-avgiftene har økt drastisk over tid, slik at alle sektorer møter en karbonpris (sum av ETS-kvotepris og CO₂-avgift hvor aktuelt) på 9089 NOK i 2050. Eksemplet med en innfasing av en CO₂ avgift på 9089 kr/tonn CO₂ på tvers av sektorer, ser vi slå kraftigere ut i gjennomsnittlig årlig vekst i fastlands-BNP per capita. Her faller veksten i dette eksemplet fra i overkant av 0,69 % årlig vekst og til 0,65 % årlig vekst, i sum tilsvarer dette i underkant av 58 mrd 2022kr i 2050. Eksemplene presentert i figuren indikerer at endringene i skattetrykk på inntekt har lite så si for den samlede veksten i fastlands-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 NOK^[1] blir selv følsomhetsanalysen med 30 mrd. NOK per år i økt skattetrykk (den grå søylen) godt under 1 % av en gjennomsnittlig årslønn i 2050.

[1] [Årslønn – SSB](#)

8 Hvilke faktorer / effekter fanger vi ikke i NOREG 2

I NOREG 2 søker vi å framstille den norske økonomien gjennom bruk av økonomiske- og demografiske data, hvor vi gjennom et omfattende sett av ligninger og parameterverdier modellerer atferden til aktørene i økonomien og samhandlingen dem imellom. Som alle modeller, er NOREG 2 en forenklet representasjon av virkeligheten, og kan ikke forutsi effekten av et tiltak med full presisjon. Formålet med modeller er ikke å gi eksakte svar, men å fungere som beslutningsstøtte i vurderingen av ulike politikkalternativer. Resultatene fra SCGE-modeller gir et felles, analytisk utgangspunkt for diskusjoner om politikkenes virkninger. Gjennom scenarioanalyser og modellbaserte eksperimenter kan modellene bidra til bedre forståelse av de underliggende mekanismene i økonomien, og dermed legge grunnlag for mer kunnskapsbasert styring av transportsystemet.

Selv om modellene er komplekse og bygger på forenklete antakelser, representerer de et mer systematisk og konsistent grunnlag for analyse enn rene, subjektive vurderinger. Det er imidlertid viktig å være bevisst at modellresultater alltid må tolkes med varsomhet og brukes i lys av modellens forutsetninger og begrensninger.

Vi vil trekke fram noen momenter/ effekter vi ikke fanger i NOREG 2.

1. **Nye næringer:** For at det skal oppstå vekst i en næring på en lokalitet, må denne næringen eksistere å denne lokaliteten i utgangspunktet. Det lar seg ikke gjøre å endogen modellere framveksten av nye næringer. Denne typen effekter må eksogen tilføres modellsystemet basert på ekspertkunnskap eller antakelser.
2. I NOREG 2 skjer tilpasningene uten **friksjon og uten tilpasningskostnader**. Dynamikken i modellen fungerer slik at framskrivingene i modellen er et sett av statiske likevekter som løses separat for hvert år i perioden som defineres. Mellom periodene, oppdateres basisgrunnlaget for beregningene basert på forrige prognoseår sine resultater. Alle omstillinger skjer uten kostnad og momentant. I den virkelige verden, så er det gjerne omstillingskostnader knyttet til for eksempel endring av yrke, og for bedriftene så reageres det ikke nødvendigvis momentant på en prisøkning i innsatsfaktorer.
3. **Markedsimperfeksjoner og eksterne effekter:** I NOREG 2 antas det perfekt konkurranse i alle markeder. Dette er i mange tilfeller en helt uproblematisk antakelse og en antakelse man finner igjen i de tradisjonelle nytte-kostnadsanalysene som benyttes i prosjektvurderinger. Man bør imidlertid være klar over at det under en slik antakelse vi være eksterne effekter (både kostnader og gevinster) som ikke fanges opp.

Det først av disse tre momentene er generelt for alle modellvarianter og modelltyper. Moment 2 og moment 3 er vanlig for de aller fleste likevektsmodeller. Det er mulig å innføre både friksjon i tilpasningene og mulig å til en viss grad ta hensyn til markedsimperfeksjoner i modellen, hvor det først er enklere enn det siste.

Relatert til markedsimperfeksjonene og eksterne effekter, så er det enkelte næringer som har restriksjoner/beskrankninger i produksjonen eller i handelen som vi ikke fanger opp i modellen. Eksempler på dette er prisområder for strøm. Disse prisområdene er en funksjon av overføringskapasiteten i strømmettet. Slike prisområder kan modelleres i likevektsmodellen. En slik oppdatering vil være et av en fremtidig modelloppdatering og et neste trinn i utviklingen. Primærnæringene er typiske næringer hvor det er beskrankninger i produksjonen som ikke er modellert i NOREG 2. I fiskerinæringen er det kvoter på fiske som setter tak på produksjonen, skogbruk har på kort sikt en naturlig grense for vekst og noe av det samme finnes i jordbruket.

9 Neste trinn i modellutviklingen

NOREG 2 -modellen utvikles både innenfor rammen av det 10-årige prosjektet finansiert av DEMOS-programmet i forskningsrådet, og gjennom modellutvikling finansiert av øvrige oppdragsgivere.

Finansiert av transportetatene har vi i dette prosjektet videreutviklet NOREG 2 til bedre å kunne analysere omstillingen til et lavutslippssamfunn 2050. Dette har vært et ledd i transportvirksomhetenes vurdering av hvordan det faglige grunnlaget for å analysere måloppnåelse og framtidig transportetterspørsel kan styrkes. Dette inkluderer utprøving av backcasting og vurdering av metoder som kan understøtte visjonsstyrt planlegging.

Metode- og modellutviklingen har inneholdt både videreutvikling av NOREG 2-modellen, men også utvikling av rutiner for sammenkobling av NOREG 2 med transportmodellene, samt funksjonalitet og rutiner for preprosessering av dataflyten mellom modellverktøyene. Modell- og metodeutvidelsen er testet på eksempelstrategier, og i rapporten er det presentert eksempler på resultater fra analyser med det utviklede modellverktøyet. Det er utført et stort stykke arbeid i dette metodeutviklingsprosjektet. ET naturlig neste steg er å gå fra testing av eksempelstrategier, til å teste reelle gjennomarbeidede strategier som kan inngå i politikkutforming og arbeidet med Nasjonal transportplan og tilhørende sektorstrategier. Det er imidlertid noen nødvendige utviklingstrinn som må gjennomføres før verktøyene kan tas i bruk som støtte i politikkutforming.

Under presenteres:

1. Videre nødvendig arbeid for å kunne benytte framskrivingene til politikkutforming
2. annen videreutvikling som vil tilrettelegge for bedre analyser av omstillingen til lavutslippssamfunnet 2050

9.1 Videre nødvendig arbeid for å kunne benytte framskrivingene til politikkutforming

9.1.1 Rekalibrering av modellen til nye varestrømsmatriser i NGM

NOREG 2 benyttes sammen med nasjonal godstransportmodell (NGM) 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.

Det er et pågående revisjons- og utviklingsprosjekt i NGM med blant annet etablering av nye varestrømsmatriser til NGM. Når det foreligger oppdaterte varestrømsmatriser som er implementert i NGM, utløses det en nødvendig recalibrering av NOREG 2 (se avsnitt 10.8.2 for en beskrivelse av hvordan varestrømsmatriser blir hensyntatt i NOREG 2-kalibreringen av basisåret).

9.1.2 Etablering av en politikk-konsistent og validert referansebane

Fokuset i dette oppdraget for transportetatene har i hovedsak omhandlet hvordan klimatiltakene i transportsektoren påvirker de øvrige sektorene i økonomien. Dette har utelukkende omhandlet status på transportsektorene i 2050 og ikke framskrivingsbanen fram imot 2050.

For at NOREG 2 skal kunne levere utslippsframskrivninger både regionalt og etter næring som er konsistente med både Perspektivmeldingen 2024 og Nasjonalbudsjettet, må NOREG 2 kalibreres til å replisere framskrivingene av norsk økonomi og utslipp fra aktivitet i Norge som er presentert der. Utslippsframskrivninger i Perspektivmeldingen 2024 og Nasjonalbudsjettet er nasjonale, og laget med CGE-modellen

SNOW. En viktig del av dette arbeidet innebærer å vurdere og implementere forutsetninger om sektor-spesifikk teknologiutvikling (som vil påvirke utslippskoeffisientene for næringer).

I dette arbeidet vil vi ta utgangspunkt i forutsetninger som ble brukt i SNOW-modellen i fremskrivingen av klimagassutslipp til nasjonalbudsjettet 2025 (Finansdepartementet, 2025). Siden modellene har ulik oppløsning (bl.a. er SNOW en nasjonal modell, uten regional oppløsning), vil denne kalibreringen sannsynligvis kreve en del iterasjoner.

9.2 Annen videreutvikling som vi tilrettelegge for bedre analyser av omstillingen til lavutslippssamfunnet 2050

9.2.1 Prisområder i kraftmarkedet

Det norske kraftsystemet er delt i fem prisområder (NO1-NO5).¹⁷ I de siste årene har det vært stor forskjell i kraftpriser ulike steder i Norge: til dels veldig høye kraftpriser i Sør-Norge og betydelig lavere priser i Nord-Norge. Elektrisitet er en viktig innsatsvare i mange næringer, og forskjell i kraftpriser vil være viktig for lokalisering av ny næringsvirksomhet (f.eks. batterifabrikk, datasenter, hydrogenproduksjon).

For å kunne fange opp dette i regionale analyser vil det være viktig å modellere prisområdene mer presist. Dette vil i all hovedsak innebære tilrettelegging av data, inkl. handelsstrømmer mellom regionene.



9.2.2 Videre utforskning av iterasjonsmulighetene mellom NOREG 2 og transportmodellene

I dette prosjektet har vi etablert rutiner for soft-linking mellom NOREG 2 og transportmodellene. Med soft-linking mener vi sammenkobling av separate modeller der informasjonsutvekslingen mellom modellene skjer manuelt. Vi har utarbeidet rutiner for soft-linking mellom både NOREG 2 og NGM, og mellom NOREG 2 og persontransportmodellene. I tillegg har vi utviklet funksjonalitet for dataflyt mellom de sammenkoblede modellverktøyene.

Slike sammenkoblinger åpner nye muligheter for alle modellverktøyene som er linket sammen. I dette prosjektet har vi testet sammenkoblingsrutinene mellom NOREG 2 og NGM, mens sammenkoblingen mellom NOREG 2 og persontransportmodellene mer er på det konseptuelle stadiet. Det er utviklet funksjonalitet for anvendelse av NOREG 2 sine korrigerte befolkningsframskrivninger i persontransportmodellene, men dette er ikke testet på enkeltprosjekter. Som vist i figur 5.8 og figur 5.9 kan denne korreksjonen gi store utslag for befolkningsframskrivingen i enkeltsoner. Her bør det gjennom praktisk prosjektvurdering evalueres om en slik rutine for soft-linking bør gjennomføres på enkeltprosjekter i særlig berørte soner.

Sammenkobling mellom NOREG 2 og persontransportmodellene åpner også for justering av destinasjonsattraktiviteten i RTM /NTM 6 basert på resultater fra NOREG 2. Framskrivningene i NOREG 2 gir bilder på hvordan arbeidsplassene i regionene utvikler seg per næring. Ved større næringsomlegging, vil det kunne ha effekt på turproduksjonen i persontransportmodellene. Dette er også en iterativ bruk av modellverktøyene som burde utforskes nærmere.

¹⁷ <https://www.statnett.no/om-statnett/forsta-strom-og-kraftsituasjonen/fakta-om-prisomrader/>

9.2.3 Kontinentalsokkel

I en pågående videreutvikling av NOREG 2 finansiert gjennom grunnfinansieringen av modellverktøyet fra forskningsrådet innføres og modelleres det geografisk fordelte kontinentalsokkelsoner som følger leveransemønsteret til offshore installasjonene på norsk sokkel. En slik modellutvidelse vil øke relevansen til modellverktøyet og gi en bedre kobling mellom aktiviteten på sokkelen og fastlands-Norge, både når det gjelder arbeidskraft og for det regionale opphavet til bruken av innsatsvarer på sokkelen.

Den geografiske effekten av økt eller redusert aktivitet på kontinentalsokkelen gir forskjellige utslag i leverandørnæringene på land avhengig av hvor endringen i aktivitet på sokkelen skjer. For å kunne fange opp disse effektene vil vi i denne kommende modelloppdateringen derfor splitte petroleumsaktiviteten på sokkelen inn i fem petroleumsregioner som har forskjellig leveransestruktur. Første skritt i dette arbeidet er å gjøre en omfattende analyse av hvilke supplybaser på land som leverer til hvilke offshore-felt. Denne kartleggingen vil bli utført ved bruk av AIS-data (altså skipstrafikkdata som viser hvor skipene har seilt), slik at vi har en oversikt over hvilke supplybaser som leverer til hvilke felt. I det videre arbeidet vil vi kartlegge hvilke næringer som har mye aktivitet i supplybasene og hvilke som leveres fra leverandører som kun sender varene gjennom supplybasene, slik at vi kan fordele næringsaktiviteten med høyest mulig presisjon. Dette gjør vi med en kombinasjon av intervjuer og sammenstilling av flere forskjellige datakilder.

Petroleumsregioner / kontinentalsokkelregioner vil bli implementert i modellen, slik at det blir mulig å modellere hvordan økning eller nedgang i aktivitet i en petroleumsregion (for eksempel økt aktivitet i Barentshavet, mindre aktivitet i Nordsjøen eller mer aktivitet innen eksempelvis havvind) vil gi utslag i endringer i aktivitet i forskjellige deler av Norge. Dette vil både kunne være nyttig for å analysere de geografiske konsekvensene av en utfasing av petroleumsaktivitet, samt eventuelle nye felter eller ny aktivitet i fremvoksende næringer på sokkelen som havvind eller havbruk til havs.

10 En nærmere beskrivelse av NOREG 2.4

Likevektsmodellen NOREG 2 er under kontinuerlig utvikling og vil gjennomgå flere oppdateringer og forbedringer i løpet av prosjektets 10-årige varighet. Hver ny versjon av modellen innfører betydelige forbedringer og utvidelser. Den opprinnelige versjonen, NOREG 2.0, la grunnlaget for modellsystemet ved å integrere de tidligere SCGE-modellene PINGO (Hansen 2015, Hansen og Johansen 2016) og NOREG (Bruvoll m.fl. 2015). NOREG 2.2 inneholdt flere viktige oppdateringer, inkludert en mer detaljert modellering av arbeidsmarkedet med fire ulike utdanningsnivåer, samt en endogen behandling av arbeidskraftens mobilitet mellom modellens geografiske soner. Nytt i NOREG 2.3 var utviklingen og innføringen av substitusjonselastisiteter tilpasset produksjonsstrukturen i NOREG 2 og estimert på norske data (Winther-Larsen mfl. 2025, under fagfelleevaluering) .

Under følger en grundigere beskrivelse av NOREG 2- modellen, versjon 2.4 som er utviklet og benyttet i analysene av eksempelstrategiene for å nå lavutslippssamfunnet 2050.

NOREG 2 er programmert i GAMS¹⁸

10.1 Generelle likevektsmodeller

En generell likevektsmodell er en matematisk representasjon av et sammenkoblet system av markeder der alle markeder er i likevekt. En numerisk generell likevektsmodell, ofte referert til som en Computable General Equilibrium (CGE)-modell, kan løses matematisk ved å sette inn numeriske verdier og parameterestimater i ligningssystemet, og på den måten kvantitativt analysere og forutsi økonomiens responser på ulike eksogene endringer.

Modellen består av et omfattende sett av ligninger som beskriver atferden til økonomiske aktører som husholdninger, bedrifter og myndigheter, samt strukturen i markedene, inkludert bruken av innsatsfaktorer og vareflyt. Disse ligningene bygger på mikroøkonomisk teori og er formulert ved hjelp av antakelser om funksjonsformer for produksjon og nytte, samt verdier for eksogene parametere som elastisiteter. Dette gjør CGE-modeller teoretisk konsistente, ettersom de er forankret i grunnleggende mikroøkonomiske prinsipper og fanger opp dynamikken i hele økonomien på en systematisk måte.

Til grunn for modellen ligger et referansedatasett som beskriver alle transaksjonene i økonomien i et basisår. Referansedatasettet er et slags øyeblikksbilde av økonomien i basisåret. Den underliggende forutsetningen i numeriske generelle likevektsmodeller er at økonomien er i likevekt i basisåret, og at referansedatasettet dermed representerer en likevektssituasjon. Likevekt kjennetegnes ved at det er likhet mellom tilbud og etterspørsel. Prisene i modellen reflekterer samspillet mellom de ulike aktørene og sørger for at alle markeder simultant bringes i balanse. I en likevektsmodell er både tilbud, etterspørsel og relative priser endogen bestemt. Når prisen på en vare eller tjeneste endres, påvirker det prisene på andre varer og tjenester gjennom produksjons- og etterspørselssammenhengene i økonomien. Høyere priser på en innsatsvare vil øke kostnadene – og dermed prisene – på produktene som bruker den, noe som igjen endrer etterspørselen etter andre varer og tjenester. Disse tilpasningene sprer seg videre i økonomien til ny likevekt er oppnådd. I de fleste generelle likevektsmodeller skjer denne prosessen umiddelbart. Det forutsettes som regel at samfunnets ressurser, som arbeidskraft og kapital, er fullt utnyttet og derfor begrenset. Økt ressursbruk i én næring må dermed motsvares av redusert ressursbruk i andre næringer.

NOREG 2 tilhører en spesialisert form for CGE-modeller som kalles Spatial Computable General Equilibrium (SCGE)-modeller. Dette er en spesialisert form for numeriske generelle likevektsmodeller

¹⁸General Algebraic Modeling System: [GAMS - Cutting Edge Modeling](https://www.gams.com/)

som har en regional inndeling av den nasjonale økonomien. I motsetning til CGE-modeller har SCGE-modellen en geografisk dimensjon. I SCGE-modeller tas det hensyn til at produksjon og konsum foregår på ulike steder i landet, og at transportkostnader utgjør en del av de totale varekostnadene. Dette betyr at interaksjonene mellom aktører og markeder på ulike geografiske lokaliteter også blir modellert. Dermed utvides analysene til å omfatte regionale eller romlige aspekter av økonomien, noe som gir en dypere forståelse av hvordan økonomiske endringer påvirker ulike deler av landet ulikt.

Nytt i Versjon 2.4 er:

- eksplisitt modellering av klimagassutslipp og en utvidet modellering av klimapolitiske virkemidler
- Innføring av arbeidspendling
- Detaljering av utenrikshandelen.

I tillegg er modellen oppdatert til 2022 som basisår.

10.2 Produksjon

I hver region er det én representativ bedrift i hver næring som minimerer kostnadene i hver periode og hver næring produserer én vare. Noen av disse varene er tjenestevare, mens andre er industrivarer. Vi antar at både industri- og tjenestevarene er mobile og kan ha ulikt geografisk opphav. Den representative næringen velger den tilpasningen som maksimerer profitten til gitte priser.

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

Produktfunksjonen er kalibrert slik at de observerte mengdene av innsatsfaktorer i basisåret løser produsentenes kostnadsminimeringsproblem, gitt produksjonsmengden som er observert i basisåret. Ettersom relative priser på innsatsvarer endres, vil bedriftene endre sammensetningen av faktor- og vareinnsatsen, basert på elastisiteter. Produktfunksjonen gir et bilde av hvordan bedriftene kombinerer innsatsfaktorer og innsatsvarer fra andre næringer for å produsere en gitt vare.

Produksjonsteknologiene har konstant skalautbytte, og er modellert som CES-funksjoner der kapital, arbeidskraft og ulike innsatsvarer (inkl. energivarer) til en viss grad er substituerbare med hverandre. Det er mulig å spesifisere ulike substitusjonselastisiteter på alle nivåer i CES-funksjonen. CES-funksjoner karakteriseres ved at de har konstant substitusjonselastisitet (som er en elastisitet som beskriver hvor enkelt det er å bytte mellom innsatsvarer og innsatsfaktorer til et gitt produksjonsnivå). Konstant substitusjonselastisitet innebærer at substitusjonsmulighetene (elastisiteten for å bytte ut én innsatsfaktor med en annen) er uavhengige av hvor mye av innsatsfaktorene eller innsatsvarene som benyttes i utgangspunktet.

Figur 10.1 illustrerer produktfunksjonen (den nestede CES-funksjonen) til en representativ bedrift som produserer vare i . Produsenten kombinerer innsatsen av arbeidskraft, kapital, energivarer og andre innsatsvarer.

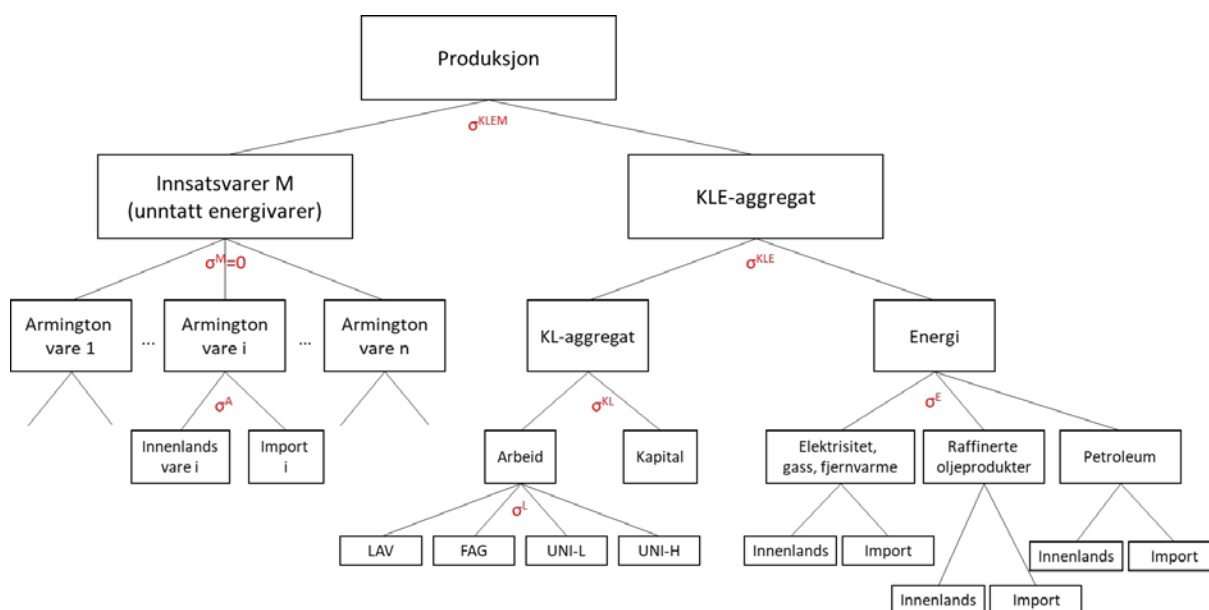
Arbeidskraften er differensiert, basert på utdanningsnivå. Vi antar at arbeidskraft med ulikt utdanningsnivå kan til en viss grad erstatte hverandre (representert med substitusjonselastisiteten σ^L). Videre kan også arbeidskraft og kapital erstatte hverandre til en viss grad (representert med substitusjonselastisiteten σ^{KL}).

Vi skiller mellom energivarer og alle andre varer og tjenester. Energivarene elektrisitet, petroleum og raffinerte petroleumsprodukter kan substitueres med hverandre. Den aggregerte energivaren (ENERGI)

kan videre substitueres med aggregatet av kapital og arbeidskraft (KL). Alle andre varer og tjenester enn energivarer inngår i innsatsvareaggregatet.

Parameterne σ er substitusjonselastisiteter. Substitusjonselastisiteter angir hvor mye bedriftene vil endre den relative mengden av innsatsfaktorer som følge av en endring i den relative prisen. Vi antar substitusjon på alle nivåer. Unntaket er varer og tjenester som inngår i innsatsvareaggregatet, hvor produksjonsteknologien er modellert ved hjelp av Leontief-funksjoner ($\sigma^M = 0$). Dette betyr at det er et fast forhold mellom mengden av ulike innsatsvarer.

Produksjonen i alle næringer er representert ved en slik CES-funksjon. Verdiene som inngår i funksjonen (både mengder av innsatsfaktorer og substitusjonselastisiteter) varierer imidlertid mellom næringene.



Figur 10.1: CES-produksjonsfunksjon av vare i, med tilhørende elastisiteter.

10.3 Konsum: Representativ husholdning og offentlig sektor

En vanlig forutsetning i denne typen modeller, er at konsumentenes preferanser kan representeres gjennom preferansene til én representativ husholdning i hver region. Denne husholdningen representerer adferden til hele befolkningen i regionen, basert på en forutsetning om nyttemaksimerende rasjonelle aktører.

Vi antar at husholdninger får nytte av konsum, og at de bestemmer konsumet slik at nytten maksimeres gitt deres konsumbudsjett. Dette konsumbudsjettet er bestemt av nettoinntekten pluss overføringer fra det offentlige minus privat sparing, som er en fast andel av inntekten. Husholdningene tilbyr sin arbeidskraft til bedriftene i modellen og mottar lønn og kapitalinntekter. Husholdningene eier realkapitalen, som de leier ut mot renteinntekter, og tilbyr arbeidskraft i bytte mot lønnsinntekt. Utleie av kapital og arbeidskraft utgjør husholdningenes inntekt.

Selv om det er én representativ husholdning i hver region i modellen, betyr ikke det at husholdningene er like på tvers av regioner. Størrelsen på arbeidsmarkedene i regionene er ulike (bestemt av referanse-datasettet) og sammensetningen av utdanningsnivå er ulike i de forskjellige geografiske sonene. Det er i tillegg geografiske forskjeller i disponibel realinntekt mellom regionene i modellen. Ulik industrisammensetning i de ulike regionene i modellen forsterker de geografiske forskjellene mellom de representative husholdningene på tvers av regioner.

Nasjonale og regionale myndigheter er inkludert i modellen som en enkelt aktør. Denne aktøren samler inn skatter, mottar kapitalinntekter, konsumerer varer etter en enkel nyttefunksjon og fordeler subsidier og stønader. Samlet utgjør dette myndighetenes budsjettbetingelse, som må overholdes når nyttefunksjonen maksimeres

10.4 Klimagassutslipp

Utslipp av klimagasser er modellert ved å utvide produksjonsfunksjonen (vist i figur 10.1) med utslipp.

Som forklart i kapittel 3 inkluderer vi både forbrenningsutslipp og prosessutslipp.

Forbrenningsutslipp er knyttet til bruken av energivarer. Det er to energivarer som inngår som innsatsvare i produksjonen av en gitt vare: elektrisitet og raffinerte oljeprodukter (som inkluderer bensin, diesel, osv.).¹⁹ Det er fast forhold mellom bruk av raffinerte oljeprodukter og utslipp fra dem. Dette er representert i modellen ved at substitusjonselastisiteten er lik null (Leontief). Det er ingen utslipp knyttet til bruken av elektrisitet. Ev. utslipp knyttet til elektrisitet skjer i produksjonsfasen, f.eks. når man bruker gass som innsatsfaktor for å produsere elektrisitet.

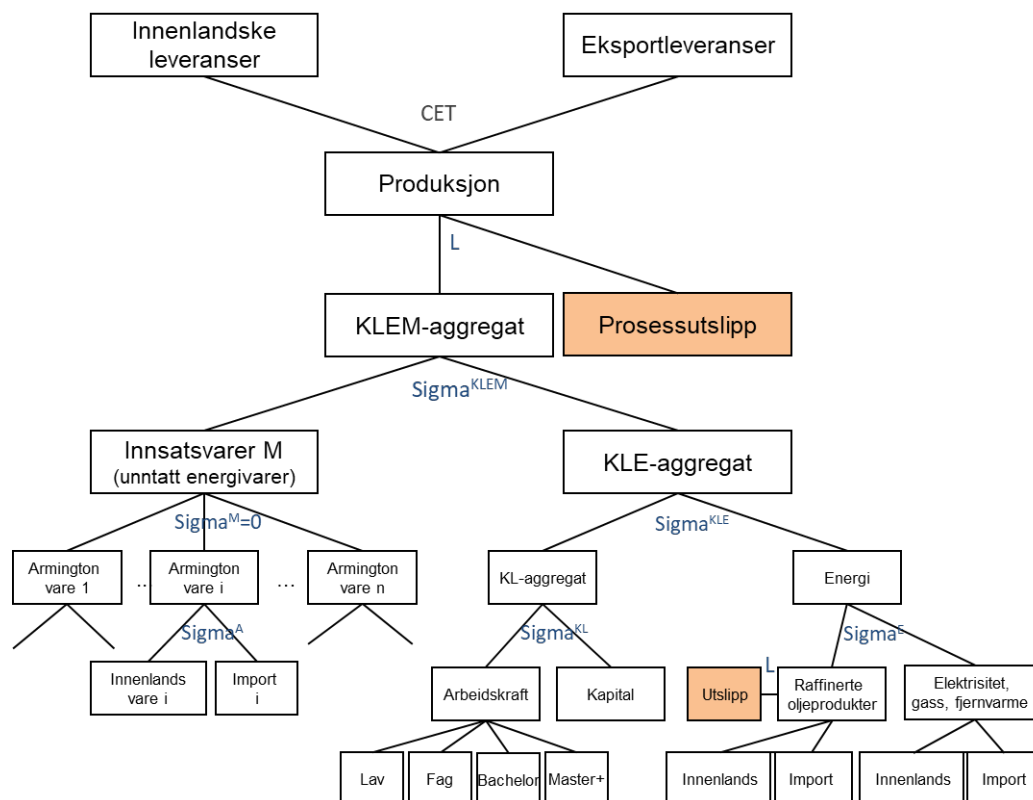
Det er substitusjonsmuligheter mellom ulike energiprodukter (representert ved substitusjonselastisiteten σ_{ME}). Når utslippene blir dyrere, blir også bruken av fossile brensler dyrere (siden det er et fast forhold mellom energi- og CO₂-innhold). Da blir elektrisitet relativt sett billigere. Dette vil trigge en substitusjon fra fossile brensler til utslippsfrie energikilder. Utslippene vil også reduseres hvis man nedskalerer bruken av energivarer totalt (uten å substituere mot utslippsfrie varer).

Prosessutslipp er knyttet til selve produksjonen, ikke til bruk av en bestemt innsatsvare. Prosessutslippene er dermed knyttet til toppnivået (KLEM-aggregatet) i CES-funksjonen, se figur 10.2. Prosessutslippene kan reduseres ved å redusere selve produksjonen (aktivitetsnivået). Vi har foreløpig ikke lagt til rette for rensing (CCS vil kunne være en mulighet i framtiden).

Klimapolitiske virkemidler er representert ved *karbonavgifter*, som er knyttet til både forbrenningsutslipp og til prosessutslipp. I tidligere modellversjoner var karbonavgiftene inkludert i «samlepotten» for skatter og avgifter. Tilsvarende er elavgift skilt ut som egen avgift, knyttet til bruk av elektrisitet.

For *husholdninger* er utslippene i all hovedsak knyttet til forbrenningsutslipp – energibruk knyttet til transport og (i mindre grad) oppvarming. Dette er modellert i husholdningenes etterspørselsfunksjon på tilsvarende måte som bedriftenes produktfunksjon. Utslipp som stammer fra privat transport er knyttet til husholdningenes kjøp av fossile brensler, mens utslipp knyttet til kollektivtransport er allokert til næringen Landtransport (og deres kjøp av fossile brensler). På denne måten unngår vi dobbelttelling.

¹⁹ Det finnes også en tredje energivare, råolje, men denne brukes ikke direkte av noen andre næringer enn raffinerier. Den er derfor utelatt fra figuren for enkelthets skyld.



Figur 10.2: CES-produksjonsfunksjon av vare i , med utslipp.

10.5 Sparing og investering

NOREG 2 er en likevektsmodell med rekursiv dynamikk. Dette innebærer at modellen er en serie av årlige statiske likevekter der hvert enkelt år er knyttet sammen via husholdningenes sparebeslutninger og bedriftenes investeringsbeslutninger. Endringen i realkapitalen mellom periodene sørger for en rekursiv dynamikk ved å koble den statiske likevekten i ett år med den statiske likevekten neste år, men da med en oppdatert kapitalbase. Den rekursive tilnærmingen innebærer at husholdningene i modellen er bakoverskuende, noe som betyr at de lærer av tidligere perioder, men ikke gjør rasjonelle anskuelser om fremtiden. I hver periode tar husholdningene beslutning om konsum, sparing og tilbud av arbeidskraft som maksimerer deres nytte gitt det budsjettet de har tilgjengelig.

Modellens likevektsbetingelse sier at total sparing må være lik totale investeringer. Total innenlands sparing, er definert som husholdningenes sparing, myndighetenes sparing, pluss bedrifters kostnad ved opprettholdelse av realkapital. Innenlands sparing pluss investering i utlandet minus netto økning i lagerbeholdninger utgjør det totale beløpet som kan investeres.

Investeringsfunksjonen produserer ny realkapital med en produktfunksjon på Cobb-Douglas form. Maksimering av denne produktfunksjonen gitt investeringsbudsjettet gir etterspørselsfunksjonen for innsatsvarer for investering i realkapital. Disse investeringsvarene blir investert i de næringene som har høyest etterspørsel etter kapital.

Husholdningene sparer en fast andel av sin totale inntekt, hvor denne andelen er avhengig av deres marginale tilbøyelighet til sparing. Investeringer i realkapital blir brukt til anskaffelse av ulike typer kapitalvarer. Fordelingen av fysisk realkapital til de ulike sektorene bestemmes av kapitalavkastningen i sektorene. Den nominelle renta i økonomien blir beregnet som det vektete gjennomsnittet av kapitalavkastningen i hver sektor.

Driftsbalansen med utlandet og endringer i lagerbeholdning er eksogene størrelser.

10.6 Tilgang på arbeidskraft

Modellen opererer med fire arbeidsmarkeder per geografiske region: ett arbeidsmarked for hver av de fire utdanningsgruppene «lav utdanning», «fagutdanning», «lavere høyskole- og universitetsutdanning» og «høyere høyskole og universitetsutdanning». Hvert av disse arbeidsmarkedene klareres ved hjelp av en likevektspris – altså, lønnsnivået til hver utdanningsgruppe per region. Dette lønnsnivået er den prisen bedrifter som er en del av det samme arbeidsmarkedet (altså konkurrerer om den samme arbeidskraften) er nødt til å betale i likevekt.

Antall arbeidere per region per utdanningskategori i basisåret er informasjon som aggregeres opp fra kommunespesifikk data hentet fra microdata.no. Nytt i denne modellversjonen er at arbeidsstyrken ikke lenger er det samme som sysselsatte som er bosatt i samme region, men også består av innpendlere fra andre regioner. Pendlingsmønsteret i basisåret, definert på bostedsregion-arbeidsstedsregion-utdanningsgruppe-nivå, er også hentet fra microdata.no. Dette er antall sysselsatte i Norge, tabulert etter (a) personens «høyeste fullførte utdanning», definert i tråd med NOREGs utdanningsgrupper, (b) kommunen personen er bosatt i og (c) kommunen virksomheten personens arbeidsgiver er lokalisert i. Virksomheten vi tar utgangspunkt i for hver sysselsatt er hovedarbeidsgiveren, slik hovedarbeidsgiver er definert i SSBs registerdata fra A-meldingen, og kommunen til denne virksomheten er hentet fra virksomhets- og foretaksregisteret.

Arbeidsmarkedene, per utdanningskategori, klareres ved at (a) summen av utpendlere *fra* en region er lik antall bosatte arbeidere, og (b) at summen av innpendlere *til* en region er lik antall sysselsatte arbeidere (altså summen av arbeidere i alle bedrifter som er en del av det samme arbeidsmarkedet).

Utover dette er det hovedsakelig fire mekanismer som påvirker *tilgangen* på arbeidskraft i hvert av modellens arbeidsmarkeder; to eksogene («endring i utdanningsnivå» og «befolkningsutvikling») og to endogene («flytting» og «pendling»).

- Endring i utdanningsnivå følger Cappelen mfl. (2020), på lik linje med Perspektivmeldingen 2024. I og med at modellen antar full sysselsetting, tar vi utgangspunkt i framskrivinger for arbeidsstyrkens utdanningsnivå (i motsetning til befolkningens utdanningsnivå). Andelen av befolkningen med lav utdanning er antatt å gå ned, mens andelen med universitetsutdanning øker. Andelen med fagutdanning er forholdsvis uendret, men er antatt å ha en liten reduksjon.
- Befolkningsutvikling følger SSBs MMMM-bane for kommunevis befolkningsframskrivinger for 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 vi ser på ligger denne stort sett mellom 71 og 72 prosent for denne aldersgruppen.
- NOREG-modellen har også endogen flytting utover flyttemønstre som allerede er hensyntatt i MMMM-banen fra SSB. Årsaken til at vi modellerer dette eksplisitt er at SSBs MMMM-bane utelukkende er basert på flyttemønstret de siste ti årene, og dermed ikke vil ta innover seg hvordan *framtidige* endringer i næringsstruktur og andre regionaløkonomiske forhold vil påvirke attraktiviteten til regioner. Vi modellerer endogen flytting mellom år som en funksjon av relative lønnsforskjeller på tvers av regioner: Dersom et tiltak gjør at lønningene i én region øker, vil også nettoinnflyttingen til denne regionen øke, alt annet likt. I hvor stor grad lønnsforskjeller slår ut i flytting er bestemt av flyttetilbøyeligheter. Dette er utdanningsgruppe-spesifikke parametre estimert på norske data spesielt for NOREG-modellen (se Skjerpen m.fl., 2023). Lønnsnivået en arbeider forventer å motta dersom hen flytter til én region blir beregnet som en pendler-vektet sum av lønningene i omkringliggende regioner (en person som vurderer å flytte til Akershus vil med andre ord ta innover seg at hen kan bo i Akershus, men pendle til Oslo og tjene lønna si der).
- Tilbudet av arbeidskraft i én region er definert som summen av innpendlere til denne regionen. Denne pendlingen er endogenisert: Hvorvidt en arbeider velger å pendle til en annen region,

avhenger av bedrifiers etterspørsel etter arbeidskraft i denne regionen, og dermed lønna arbeideren kan forvente å motta. Den generaliserte reisekostnaden for å pendle mellom to regioner blir lest inn fra persontransportmodellene, og denne kostnaden bestemmer hvor tilbøyelige arbeidere er til å endre pendlemønster. Dersom arbeidsmarkedet i en region styrkes, vil denne regionen dermed tiltrekke seg pendlere fra omkringliggende regioner; hvilke regioner disse pendlerne kommer fra, avhenger av det relative forholdet mellom generaliserte reisekostnader til denne regionen fra de omkringliggende regionene. På samme måte vil en endring i generaliserte reisekostnader mellom to regioner (for eksempel en ny bomstasjon) føre til at en andel av eksisterende pendlere mellom disse to regionene vil velge å jobbe et annet sted: Hvor de velger å jobbe istedenfor kommer an på hvor attraktivt arbeidsmarkedet i den nye regionen er, samt hva som er den generaliserte reisekostnaden for å komme seg dit, relativt til andre regioner. Størrelsen på hvert arbeidsmarked er altså endogent, og bestemt av summen av antall innpendlere til regionen.

10.7 Handel mellom regioner og mellom land

NOREG 2 modellerer Norge som en liten åpen økonomi hvor det både er handel mellom de innenlandske sonene i modellen og mot utlandet. Det antas at prisen på verdensmarkedet tas for gitt og at norsk import og eksport ikke påvirker denne.

Den romlige dimensjonen i modellen ivaretas ved at det er handel med varer og tjenester mellom de ulike innenlandske regionene i modellen og mellom innenlandske regioner og utlandet. I modellen innebærer dette at innsatsvarene i den sektorvise produksjonen i hver region har sitt geografiske opphav i samme region, en annen innenlandsk region og/eller utlandet. Nytt i versjon 2.4 er at vi har lagt til rette for å modellere flere utenlandssoner slik at vi kan skille på det geografiske opphavet til importerte innsatsvarer og bestemmelseslandet til eksporten.

For å kunne modellere handel mellom ulike regioner i modellen, antar vi at det er én handelsagent i hver region som står for all handel med andre regioner og med utlandet. Denne handelsagenten samler alle varene som produseres i regionen og sender de til bruk i annen industriproduksjon i inn- og utland eller som sluttprodukter til husholdningene eller offentlige myndigheter. På samme måte fordeler handelsagenten importvarene (både fra innenlandske regioner og fra utlandet) som kommer inn i regionen mellom de ulike regionspesifikke sektorene.

I modellen er alle varer i hver sektor homogene. Ut ifra økonomisk teori om nyttemaksimering ville dette normalt sett betydd at husholdningene ville importere hver vare fra det landet eller den innenlandske regionen som tilbyr den laveste prisen (som en funksjon av transportkostnadene). Denne forenklingen stemmer ikke med virkeligheten da varene som etterspørres i økonomien ikke er homogene innenfor hver sektor. Dette finner vi også igjen i dataene hvor det framkommer at varer fra den samme sektoren blir etterspurt fra flere forskjellige regioner og land, ikke bare fra der hvor prisen er lavest.

Måten dette problemet løses i modellen er ved hjelp av Armington-elastisiteter. Dette innebærer at produkter fra den samme sektoren, men produsert i forskjellige regioner eller land, blir modellert som imperfekte substitutter av hverandre. Graden av substitusjon mellom produkter fra ulikt geografisk opphav reflekterer at den faktiske produktsammensetningen i hver region varierer. I tråd med de fleste andre tilsvarende likevektsmodeller antar vi at handelen mellom innenlandske regioner er litt mer prisfølsom enn handelen med utlandet. I NOREG 2.4 har vi ikke innført Armington-elastisiteter mellom utenlandske soner.

For handel i tjenester, så antar vi at det regionale handelsmønsteret for tjenestevarer følger mønsteret for arbeidsreiser fra persontransportmodellene. Denne antagelsen muliggjør handel med tjenester på tvers av modellens soner.

10.8 Modellens inngangsdata

10.8.1 Kryssløpstabeller fra nasjonalregnskapet, fordelt på kommuner

NOREG 2.4 er oppdatert til 2022 som basisår.

Kryssløpstabellen representerer det næringsvise nasjonalregnskapet for Norge og gir en systematisk og detaljert oversikt over økonomiens produksjonsstruktur og sammenhenger. For hver næring inneholder datasettet informasjon om all økonomisk aktivitet: produksjon, hvilke innsatsfaktorer (arbeidskraft, kapital og innsatsfaktorer) næringen bruker og hva produksjonen brukes til. Tabellene gir således av en full oversikt over alle næringer og hvordan de samhandler med hverandre.

En av hovedutfordringene i regionale analyser og modellering av den regionale økonomien, er mangelen på data, og da spesielt data på inter-regional handel og inter-industrielle transaksjoner på regionalt nivå. Inter-regional handel refererer til vare- og tjenestestrømmer mellom ulike geografiske regioner, som fylker, kommuner eller landsdeler. Det beskriver hvordan regioner kjøper og selger varer og tjenester til hverandre. Mens inter-industrielle transaksjoner beskriver økonomiske utvekslinger av varer og tjenester mellom ulike næringer innenfor eller mellom regioner. Disse transaksjonene reflekterer produksjonsprosessen, hvor én næring leverer innsatsfaktorer til en annen.

Manglende detaljerte data på regionalt nivå er den største utfordringen når det skal lages næringskryssløp på kommune og fylkesnivå. Input-output tabeller er tilgjengelig på nasjonalt nivå, men ikke for mindre geografiske enheter som kommuner eller fylker. Vår eneste kilde til næringskryssløp, er de nasjonale datatabellene som SSB publiserer.

Den nasjonale kryssløpstabellen *regionaliseres* til kommunevise kryssløpstabeller. Til dette bruker vi årlig regnskaps- og aktivitetsinformasjon for alle norske bedrifter som er rapporteringspliktige til Brønnøysundregistrene, blant annet inkludert hvor bedriften er lokalisert. Vi fordeler alle *produksjonsstørrelser* (alle variabler i kryssløpstabellen unntatt forbruk og investering fra privat og offentlig sektor) ved hjelp av omsetning. Med andre ord, andelen av produksjonen i en næring allokeres til en gitt kommune, basert på kommunens andel av omsetning i den enkelte næring i regnskapsdatabasen; tilsvarende for alle andre produksjonsstørrelser. *Forbruk og investeringer* fordeles basert på disponibel inntekt, og her brukes det samme fordelingsnøkkel for alle næringer i en kommune. Denne øvelsen gir oss dermed en fullverdig kryssløpstabell for hver enkelt kommune. De kommunale kryssløpstabellene er balanserte og summerer seg opp til nasjonalregnskapet når de aggregeres. Målsettingen i en slik regionalisering er at de regionale kryssløpstabellene som konstrueres i størst mulig grad skal reflektere den industrielle strukturen i den aktuelle regionen.

Regionale kryssløpstabeller er et kraftig verktøy for å analysere de økonomiske sammenhengene i en region, hvor tabellene gir et detaljert bilde av hvordan ulike sektorer påvirker hverandre, og hvordan endringer i én del av økonomien kan skape ringvirkninger i andre deler av økonomien.

10.8.2 Varestrømmematriser fra NGM

De regionale kryssløpstabellene mangler informasjon om handelsmønstre. De inneholder *produksjon* og eksport på kommune-nivå, men ikke informasjon om *hvor* varene som produseres til det innenlandske markedet forbrukes. Likeledes inneholder de *sluttforbruket* i hver kommune, av import og norsk-produserte varer, men ikke informasjon om *hvor* i Norge varene som forbrukes har blitt produsert.

Det er avgjørende at handelsmønsteret i NOREG 2 er så virkelighetsnært som mulig, ettersom dette danner grunnlaget for hvordan økonomiske impulser forplanter seg mellom regionene i modellen. Et realistisk handelsmønster sikrer at endringer i produksjon, transportkostnader eller etterspørsel i én region gir plausible og økonomisk konsistente ringvirkninger i andre regioner, gjennom de mellom-regionale varestrømmene.

For å kalibrere et realistisk handelsmønster som er konsistent med de regionale kryssløpstabellene, benyttes varestrømsmatriser fra NGM for basisåret. Dette er en omfattende prosedyre, formulert som et matematisk minimeringsproblem. I en forenklet og konseptuell framstilling, kan man si at minimeringsproblemet består av tre deler: (1) et sett av variabler som skal bestemmes, (2) en objektivfunksjon, som variablene som velges er ment å minimere, og (3) et sett av bibetingelser som må holde for at løsningen skal være gyldig. Disse er:

1. Variable (dimensjon: næring $\times$ avsender-kommune $\times$ mottaker-kommune): Næringsvise varestrømmer til bruk i NOREG 2, for alle Norges kommunepar.
2. Objektivfunksjon: En aggregert differanse mellom varestrømsmatrisene fra NGM (data) og de næringsvise varestrømmene til bruk i NOREG 2 (variable).
3. Bibetingelser: Disse skal sørge for at de næringsvise varestrømmene som bestemmes er konsistente med de regionale kryssløpstabellene. Det er to sett av slike bibetingelser:
 - a. For innenlandsk tilbud (dimensjon: næring $\times$ avsenderkommune): Betingelser for hver næring som sørger for at summen av alle varestrømmer som sendes fra en region er lik det regionale tilbudet, ekskludert eksporten.
 - b. For innenlandsk etterspørsel (dimensjon: næring $\times$ mottakerkommune): Betingelser for hver næring som sørger for at summen av alle varestrømmer som sendes til en region er lik det regionale sluttforbruket, ekskludert sluttforbruk av importvarer.

Kalibreringsprosessen innebærer i praksis en balansering mellom to hensyn: å bevare den empiriske strukturen i NGM-dataene, som reflekterer observerte handelsrelasjoner, og å sikre full konsistens med de regionale kryssløpstabellene, som fastsetter nivået på regional produksjon og etterspørsel. Resultatet er et sett av næringsvise handelsmatriser som beskriver hvordan produksjonen i hver kommune fordeles på mottakerkommuner i Norge.

Før denne prosedyren kan gjennomføres, må varestrømsmatrisene transformeres fra NGM-nivå, til NOREG 2-nivå.²⁰ Dette innebærer:

- En kobling fra NGM-vare til vareproduserende næring (se tabell 4.1 for en oversikt over samsvar mellom NGM-varer og NOREG 2-næring. Koblingen her gjøres imidlertid ikke på NOREG 2-næringsnivå, men på tilnærmet A64-nivå).
- En kobling fra NGM-soner til norske kommuner.
- En omregning fra tonn (som er enheten i NGM) til kroner (som er enheten i NOREG 2).

10.8.3 Demografiske data

Vi benytter en rekke demografiske datakilder i NOREG 2:

- Regionale befolkningsframskrivninger fra SSB. Her benyttes MMM-alternativet for befolkningsframskriving på kommunalt nivå for arbeidsstyrken 16-74 år.
- Kommunevise lønnsdata per utdanningsgruppe og næring hentet fra Micodata.no
- Kommunevis utdanningssammensetning per næring fra Micodata.no
- Framskrivning av sysselsettingsrater

²⁰ Kryssløpstabellene til NOREG 2 er etablert på kommune- og (tilnærmet) A64-nivå, for senere å bli aggregert opp til region- og næringsstrukturen som brukes i den endelige modellen (se avsnitt 10.9 og 10.10 for mer informasjon om dette).

10.8.4 Data for utenrikshandel

For utenrikshandelen benytter vi blant annet

- Utenrikshandel med varer for detaljerte data og eksport og import av varer
- Utenriksregnskapet for eksport og import av tjenester på så finelt nivå som mulig
- Omfattende kartlegging av eksportintensitet i forskjellige selskap fra *Eksportmeldingen*
- SSBs kryssløp for totale eksporttall og totale import-tall
- Næringsspesifikk data for visse næringer, slik som overnattingsnæringen, som fordeles ut fra antall utenlandske gjestedøgn.
- Regnskapsdata fra Brønnøysund om hvor alle norske selskap ligger.

10.8.5 Klimagassutslipp

For beregning av klimagassutslipp benytter vi:

- Utslipp av klimagasser fra *norsk territorium* (SSB Statistikkbanken tabell 13931) viser utslipp etter utslippskilde (f.eks. oppvarming, kjøretøy, kunstgjødsel, ...), men ikke etter hvilken næring disse utslippene oppstår i.
- Utslipp av klimagasser fra *norsk økonomisk aktivitet* (SSB Statistikkbanken tabell 13932) viser utslipp etter næringer i nasjonalregnskapet (A64, som også er grunnlaget for NOREG2). Men denne statistikken inkluderer også utslipp som skjer andre steder i verden (norske datterselskap i utlandet). Utenriks sjøfart er den største kilden til utslipp som skjer utenlands, men det er også andre næringer som har utslipp i utlandet. Tilsvarende er ikke utslipp knyttet til utenlandske selskapers aktivitet i Norge ikke inkludert.

Begge utslippsstatistikkene fra SSB kombineres, i tillegg benytter vi statistikken over anleggsutslipp fra landbasert industri fra Miljødirektoratet. Statistikken over anleggsutslipp inneholder punktutslipp fra alle rapporteringspliktige landbaserte anlegg (dekker 13,7 mill. tonn CO₂-ekvivalenter).

10.8.6 Transportkostnader

Det er nasjonalregnskapsdata over handels- og transportmarginer som bestemmer hvor store de aggregerte transportkostnadene skal være i hver næring i basisåret. Vi bruker imidlertid en NGM-kjøring for NOREG 2 sitt basis-år for å fordele de aggregerte kostnadene til transport mellom ulike innenlandske varestrømmer.

I scenarieanalysene som har blitt gjennomført i dette arbeidet, har nye transportkostnader for ulike framtidsår blitt lest inn eksogent i modellen. Tall for disse eksogene endringene hentes fra en NGM-kjøring for framtidsåret 2050. Med utgangspunkt i dette beregner vi årlige eksogene vekstrater for transportkostnader mellom ulike regioner for hver næring, ved å sammenligne transportkostnadene fra NGM i 2050 med transportkostnadene fra NGM som allerede har blitt innlest for basis-året.

10.9 Næringer i NOREG 2.4

Næringsinndelingen til inngangsdataene er i utgangspunktet begrenset av næringsinndelingen i de nasjonale kryssløpstabellene publisert av SSB. Denne er vist i den første kolonnen i tabellen under. Inngangsdata leses inn på dette nivået, for å sikre mulighet for å aggregere opp på en fleksibel måte etterpå. Tabellen under viser næringsinndelingen som er brukt i NOREG 2.4, og hvilke næringskoder fra SSBs nasjonale kryssløpstabeller som er inneholdt i hver NOREG-næring.

Tabell 10.1: Kobling fra næringskoder i SSBs kryssløpstabeller til NOREG-næringer

Næringskode*	Forklaring	NOREG-næring
R01	Jordbruk, jakt og viltstell; tjenester tilknyttet	LANDBRUK
R02	Skogbruk; tjenester tilknyttet	LANDBRUK
R03A**	Fiske og fangst	FISKE
R03B**	Akvakultur	AKVAKULTUR
R10_12	Matvarer	MAT
R13_15	Klær, lær, sko	IND-ANNEN
R16	Trelast, trevarer	IND-KKI
R17	Papir, papirvare	IND-KKI
R18	Trykking mv	TJEN-ANNEN
R19**	Raffinerte petroleumsprodukter	KJEMI-RAFF
R20**	Kjemisk industri, basisplast	KJEMI-RAFF
R21**	Farmasøytiske produkter	KJEMI-RAFF
R22	Gummi- og plastprodukter	IND-KKI
R23	Glass, keramikk, sement, ikke-metalliske mineraler	IND-KKI
R24	Metaller (jern, stål, ferrolegeringer, aluminium)	IND-KKI
R25	Produksjon av metallkonstruksjoner og metallvarer	IND-ANNEN
R26	Produksjon av datamaskiner, elektroniske og optiske produkter	IND-TEKN
R27	Produksjon av elektrisk utstyr	IND-TEKN
R28	Produksjon av maskiner og utstyr til generell bruk	IND-TEKN
R29	Produksjon av motorvogner, tilhengere, transportmidler	IND-ANNEN
R30	Bygging av skip og båter, oljeplattformer, moduler	IND-ANNEN
R31_32	Produksjon av møbler, annen industriproduksjon	IND-ANNEN
R33	Reparasjon og installasjon av metallprodukter, maskiner og utstyr	TJEN-ANNEN
R36	Vannforsyning mm	VANN
R37_39	Avløp, avfall, miljørydding, osv.	VANN
R45	Handel med og reparasjoner av motorvogner	HANDEL
R46	Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner	HANDEL
R47	Detaljhandel, unntatt med motorvogner	HANDEL
R49	Passasjer- og godstransport på land (jernbane, drosje, annen på vei), rørtransport	TRANSP-LAND
R50	Sjøfart (innenriks og utenriks), supply-virksomhet	TRANSP-HAV
R51	Lufttransport	TRANSP-LUFT
R52	Tjenester tilknyttet transport (sjø, luft, ellers), lagring	TRANSP-TJEN
R53	Post og distribusjonsvirksomhet	TRANSP-TJEN
R58	Forlagsvirksomhet	TJEN-ANNEN
R59_60	Film-, video- og fjernsynsprogramproduksjon, utgivelse av musikk- og lydopptak; radio, fjernsyn	TJEN-ANNEN
R61	Telekommunikasjon	TJEN-TEKN
R62_63	Informasjonstjenester, tjenester tilknyttet informasjonsteknologi	TJEN-TEKN
R64	Bankvirksomhet, finansiell tjenesteyting	FINANS
R65	Forsikring	FINANS
R66	Tjenester tilknyttet finansierings- og forsikringsvirksomhet	FINANS
R68A	Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie	BYGG-TJEN
R68B	Omsetning og drift av fast eiendom; Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie	BYGG-TJEN
R69_70	Juridisk og regnskapsmessig tjenesteyting, Hovedkontortjenester, administrativ rådgivning	TJEN-TEKN
R71	Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet, og teknisk prøving og analyse	TJEN-TEKN
R72	Forskning og utviklingsarbeid	TJEN-TEKN

Næringskode*	Forklaring	NOREG-næring
R73	Annonse- og reklamevirksomhet og markedsundersøkelser	TJEN-ANNEN
R74_75	Annen faglig, vitenskapelig og teknisk virksomhet; Veterinærtjenester	TJEN-ANNEN
R77	Utleie- og leasingvirksomhet	BYGG-TJEN
R78	Arbeidskrafttjenester	HANDEL
R79	Reisebyråvirksomhet, turistkontor samt tilknyttede tjenester; Reisearrangørvirksomhet og andre aktivitetsarrangører	REISE
R80_82	Vakttjeneste og etterforskning; tjenester tilknyttet eiendomsdrift; annen forretningsmessig tjenesteyting	BYGG-TJEN
R84	Offentlig administrasjon og forvaltning; Forsvaret	OFF-ADM
R86	Helsetjenester	HELSE
R87_88	Omsorgstjenester; barnehager, SFO	HELSE
R90_92	Kunstnerisk virksomhet og underholdningsvirksomhet; biblioteker, museer, annen kulturvirksomhet	TJEN-TEKN
R93	Sports- og fritidsaktiviteter	TJEN-ANNEN
R94	Aktiviteter i medlemsorganisasjoner + internasjonale organisasjoner	TJEN-ANNEN
R95	Reparasjon av datamaskiner, husholdningsvarer og varer til personlig bruk	TJEN-ANNEN
R96	Annen personlig tjenesteyting	TJEN-ANNEN
RB	Utvinning av råolje og naturgass, bergdrift	PETRO
RD	Elektrisitet, damp- og varmtvannsforsyning	ELE
RF	Bygg og anlegg; Oppføringer av bygninger; utvikling av byggeprosjekter	BYGG-ANLEGG
RI	Overnattingsvirksomhet; serveringsvirksomhet	REISE
RP	Undervisning	SKOLE
RT	Lønnet arbeid i private husholdninger	TJEN-ANNEN

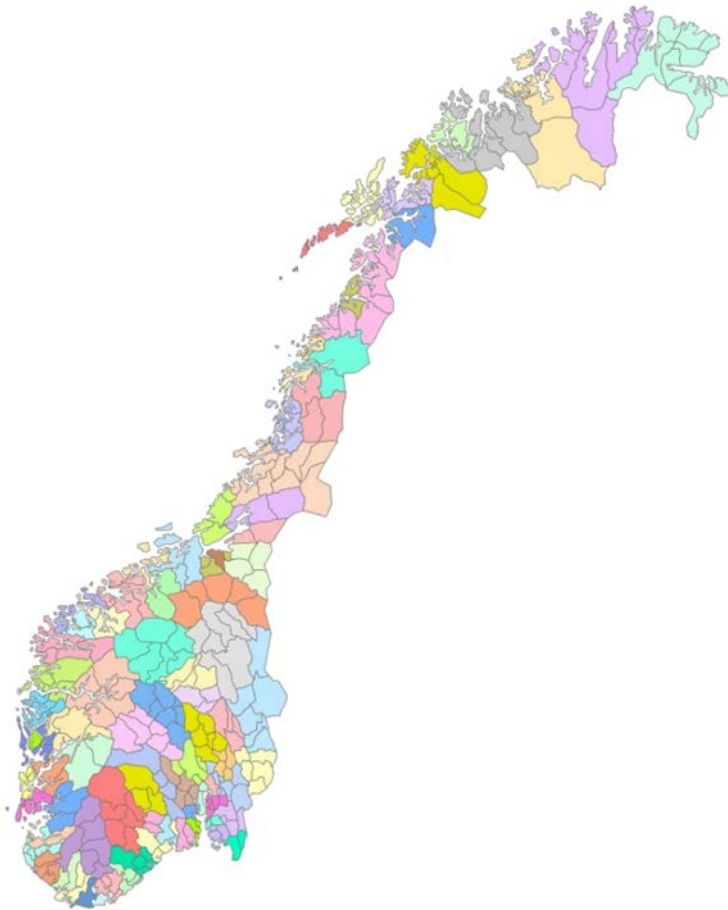
* Se: <https://www.ssb.no/en/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/metoder-og-dokumentasjon/supply-and-use-and-input-output-tables> for en oversikt over SSBs nasjonale kryssløpstabeller, hvor disse næringskodene er hentet fra.

** I næringskodene i de nasjonale kryssløpstabellene er «fiske» og «akvakultur», og «raffinerte petroleumsprodukter», «kjemisk industri» og «farmasøytiske produkter» slått sammen. I dette arbeidet har det blitt gjennomført en omfattende jobb knyttet til å splitte opp alle inngangsdata knyttet til disse næringene. Dette innebærer at vi har kunnet definere egne NOREG 2-næringer for «FISKE» og «AKVAKULTUR». Den samme oppsplittingen kan også gjøres for R19-R21, men det har ikke vært tid til dette innenfor tidsfristene i dette prosjektet.

10.10 Geografiske soner

Ett av de elementene som gjør NOREG 2 til et unikt analyseverktøy er den geografiske oppløsningen. I modellen kan det handles i både varer og tjenester mellom de representative aktørene internt og mellom hver modellsone. Dette er svært viktig komponent i en SCGE-modell og muliggjør ringvirkningsanalyser både på tvers av geografi og sektorer. Modellen har et fleksibelt oppsett som gjør at man, avhengig av analyseformål, kan aggregere modellens regionale inndeling til det ønskede nivået. Nedad er den geografiske oppløsningen begrenset til kommunenivå som minste mulige geografiske enhet. Den geografiske dimensjonen i modellsystemet muliggjør detaljerte regionale og lokale analyser av lang-siktige økonomiske konsekvenser helt ned på kommunenivå.

Data fra nasjonale kryssløpstabeller fordeles ut på hver enkelt kommune slik at vi får et sammenhengende og konsistent sett av kommunefordelte nasjonalregnskap. Modellen brukes imidlertid sjelden på kommunenivå, for de fleste analyser er det lite hensiktsmessig med en så detaljert regional inndeling. Det er da nyttig å aggregere kommunene til større enheter. For analysene av omstilling til lavutslippssamfunnet 2050 har vi i hovedsak basert oss på SSB sin inndeling av Norge i økonomiske regioner som geografisk enhet.



Økonomiske regioner er en geografisk inndeling på nivået mellom fylke og kommune. Dette er en inndeling motivert av praktiske analyseformål hvor inndelingen er laget for å gjøre statistikk på et regionalt nivå mer meningsfull – slik at man får data for områder som er større enn kommuner, men mindre enn fylker. De økonomiske regionene er definert slik at de ikke krysser fylkesgrenser og er aggregater av kommuner.

Per i dag er det 85 slike økonomiske regioner i Norge.

Figur 10.3: SSB sin inndeling av Norge i økonomiske regioner.

Referanser

- Cappelen, Å., Dapi, B. & Gjefsen, H. M. (2020). Framskrivinger av arbeidsstyrken og sysselsettingen etter utdanning mot 2040. SSB-rapport 2020/41. Statistisk sentralbyrå.
- Finansdepartementet (2025): Dokumentasjon av forutsetninger for fremskrivingen av klimagassutslipp til Nasjonalbudsjettet 2025.
- Hansen, W. & Johansen, B. G. (2016): Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter, NTP 2018-2029. TØI-rapport 1471/2016.
- Kaushal, K. R. & Yonezawa, H. (2022): Increasing the CO₂ tax towards 2030; impacts on the Norwegian economy and CO₂ emissions. Statistics Norway Reports 2022/43.
- Kornstad, T., Skjerpen T. & Stambøl L. S. (2023): Empirical modelling of internal migration and commuting flows for economic regions in Norway. The Annals of Regional Science. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1007/s00168-023-01208-3>
- Leknes, S. & Løkken, S. A. (2024). Befolkningsframskrivinger for kommunene 2024. SSB-rapport 2024/20. Statistisk sentralbyrå.
- Menon Economics (2025): Eksportmeldingen 2025. Menon-publikasjon Nr. 35.
- 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]*.
- Skjerpen, T., Kornstad, T. & Stambøl L. S. (2023). Modelling of net domestic migration and commuting flows between economic regions in Norway 2001–2014. Notater 2023/33, Statistisk sentralbyrå.
- Sokkeldirektoratet (2024): Ressursrapport 2024. [Ressursrapport 2024 - Sokkeldirektoratet](#)
- Steinsland, C., Madslie, 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>
- St.Meld. 31 (2023-2024). Perspektivmeldingen 2024. Det Kongelige Finansdepartement.
- Teknisk beregningsutvalg for klima. (2021). *Makromodeller til bruk i klimaanalyser; Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima*. Utgitt av Teknisk beregningsutvalg for klima, oppnevnt av Regjeringen 15. juni 2018 [m-2110_2021-tbu-klima-makrorapport-002.pdf](#)
- Tømmerås, A. M. & Thomas, M. J. (2024). Nasjonale befolkningsframskrivinger 2024. Sammendrag av forutsetninger og resultater. SSB-rapport 2024/21. Statistisk sentralbyrå.
- 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*.
- Wangsness, P. B., Madslie, A., Hansen, W., Kristensen, N. B., Hovi, I. B., Johansen, B. G., Pinchasik, D. R. & Halse, A. H. (2025): Metoder, prosesser og eksempelberegninger for å analysere strategier mot en karbonnøytral transportsektor i 2050; Nye modelleringsmuligheter. TØI-rapport 2119/2025.
- Winther-Larsen, S. G., Vennerød, Ø. E. F., Aslesen, S. R., & Erraia, J. L. (2025). Stabilizing CES Estimates: A Bootstrap Aggregation Approach using Norwegian Industry Data. Manuscript submitted for publication.

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

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gaustadalléen 21

E-post: toi@toi.no

Hjemmeside: www.toi.no

