Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

NORSK Sammendrag

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 lavutslipps-samfunnet 2050.

Videreutviklingen omfatter:

- **Eksplisitt modellering av klimagassutslipp. Både energirelaterte utslipp og prosess-utslipp, 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 sammen-koblede 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

Utslippsmodulen 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 næringssammensetning. 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.

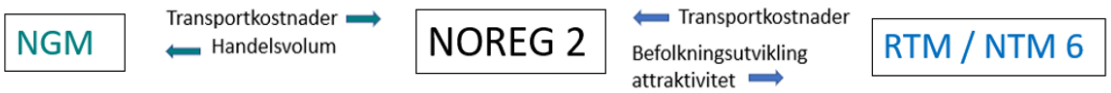
Pendlingen modelleres endogent ved hjelp av en logistisk sannsynlighetsfordeling som bestemmes av bedriftenes etterspørsel etter arbeidskraft og de generaliserte reisekostnadene mellom regioner. Dermed påvirkes pendlerstrømmene både av økonomiske endringer (lønnsnivå og sysselsettingsvekst) og av endringer 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 infrastrukturtiltak 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 nærings-vis 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 kjøringer 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 klima-politikken.

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 trans-portsektoren 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-nivå[1].
- **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 kvalitetssikring er nødvendig før resultatene kan benyttes i politikkutforming.

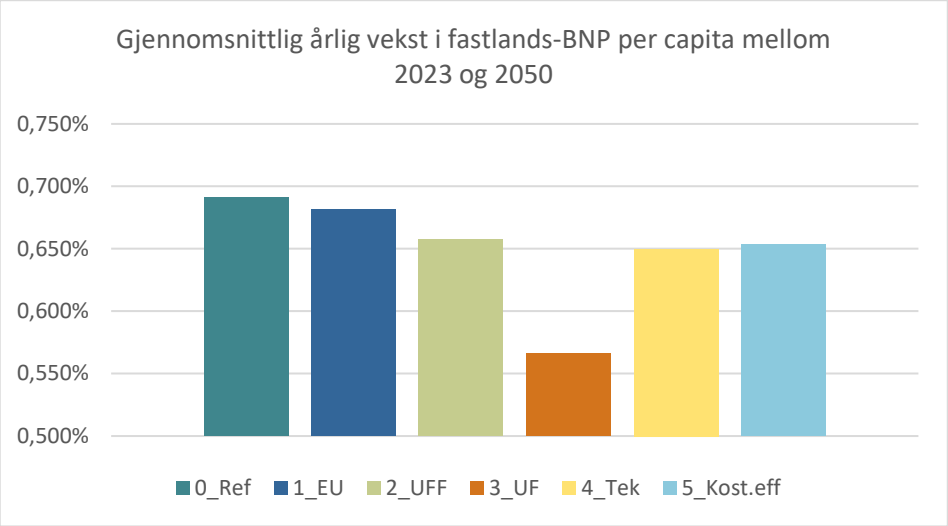
Evaluering at eksempelstrategier

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 forenklede 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 sto variasjon mellom strategiene når man zoomer inn på økonomiske regioner og enkeltnæringer, mens noe av variasjonen hviskes 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 eksempel-strategier. 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 leveransekjeder 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.