

Sammendrag:

PINGO

Prognosemodell for regional og interregional godstransport

Versjon 1

For transportplanlegging på nasjonalt nivå trengs prognoser for hvordan økonomien og miljøet på lang sikt påvirkes av demografiske endringer, nye transportavgifter, infrastrukturinvesteringer innen transportsektoren, og økonomisk vekst.

Samferdselsdepartementet har gitt Transportøkonomisk institutt (TØI) i oppdrag å konstruere en såkalt "Spatial Computable General Equilibrium" (SCGE) model, eller regionalisert generell likevektmodell, med hovedvekt på godstransport og prognoser for vekstrater for nasjonal godstransport innen og mellom fylker i Norge og mellom fylker i Norge og andre land. Denne rapporten beskriver utvikling og implementering av den første versjonen av SCGE modellen som har fått navnet PINGO (Prognosemodell for regional og INterregional GODstransport).

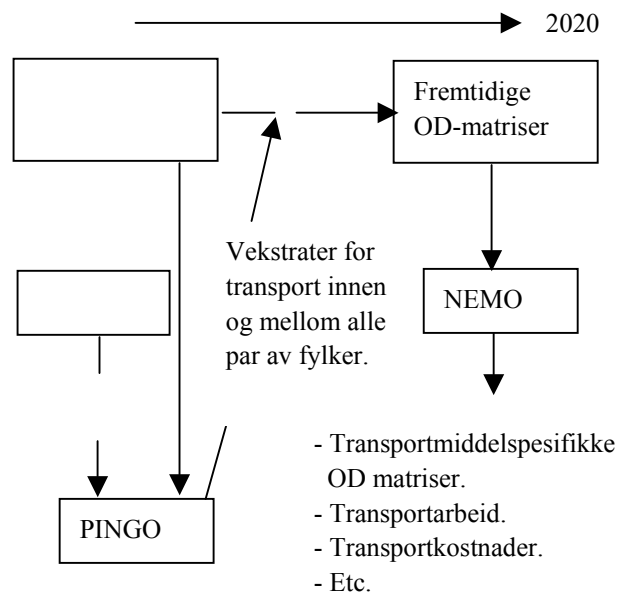
Det som skiller PINGO fra andre modeller av denne typen er at den inneholder leveransestrukturen av gods mellom par av fylker. PINGO predikerer vekstrater for godstransport (1) innen fylker i Norge, (2) mellom fylker i Norge og (3) mellom fylker i Norge og andre land.

Inngangsdata til PINGO er prognoser for fremtidige sosiale og demografiske forhold og OD matriser for godstransport innen og mellom fylker i et basisår og kostnader ved godstransport. Kostnader ved godstransport kan hentes fra NEMO¹. Kalibrering av PINGO blir vanligvis basert på kostnader ved godstransport i et basisår (1999), mens påfølgende modellkjøringer kan baseres på kostnader, der nye drivstoffavgifter, infrastrukturinvesteringer etc., inkluderes (Figur 1.1).

Tilgang til arbeidskraft i fylkene er den eneste variabelen som må settes eksogent, men det er også mulig å sette øvrige variable eksogent, for eksempel priser på varer eller arbeidskraft. De variable vi velger eksogent bestemmes av brukeren i henhold til formålet med analysen.

¹ Siste versjon av NEMO (NETtverksMOdell for godstransport) er beskrevet i Vold et al. (2002).

PINGO kan brukes til å beregne hvordan transportvolumer påvirkes av endrede transportkostnader, endret tilgang til arbeidskraft og endringer i eksport og importpriser. Den kan også brukes for å beregne hvordan transportvolumer påvirkes av teknologiendringer, investeringer i transportinfrastruktur, endringer i konsumentenes preferanser og endringer i distriktspolitikken (for eksempel mer eller mindre overføringer til utvalgte fylker).



Figur 1.1. Skematisk representasjon av koblingen mellom NEMO og PINGO.

Varegruppene i PINGO er: (1) Mat, (2) Fisk, (3) Thermo, (4) Transportmidler/maskiner, (5) Stykkgoods, (6) Tømmer og trelast, (7) Mineraler og steinprodukter, (8) Kjemiske produkter, (9) Metaller og malmer, (10) Flytende bulk, (11) Reparasjonstjenester, (12) Andre tjenester, (14) fysisk kapital. NEMO inneholder samme varegrupper bortsett fra tjenestene. Verken NEMO eller PINGO har eksplisitt representasjon av råoljeproduksjo-

nen på Kontinentalsokkelen, men i PINGO representeres inntektene fra denne aktiviteten implisitt som overføring-er fra det offentlige.

Den første versjonen av PINGO representerer tilbud og etterspørsel av varer for 1997 i en såkalt "Social Accounting Matrix (SAM)". Denne brukes som inputdata for modell estimering. SAM inneholder en rad per vare eller produksjonsfaktor per fylke og representerer markedet for denne vare/produksjonsfaktor. Tilbud og etterspørsel representeres ved henholdsvis positive og negative elementer.

SAM matrisen vi bruker i PINGO representerer Norges 19 fylker pluss en region for alle andre land. Den inneholder data fra det Fylkesvise Nasjonalregnskapet, data fra den nasjonale nettverksmodellen for godstransport i Norge (NEMO), Utenrikshandelsstatistikken og andre kilder.

Kolonnene i matrisen representerer input og output for produksjons- og investeringssektorene, agenter og sektorer for import og eksport, og etterspørsel og initiale ressurser for konsumenter og det offentlige. Transport av hver varegruppe innen hvert fylke og mellom alle par av fylker er representert i del-matriser i SAM som ikke ligger på diagonalen. Siden matrisen representerer en likevektssituasjon, har vi at hver radsum og kolonnesum er null. "Varer" vi kaller operativt overskudd og handelsbalanse, sikrer dette ved at de inkluderes som balanserende faktorer i de sektorvise regnskapene.

For hvert fylke representerer PINGO ni produksjonssektorer, en investeringssektor, ti vareagenter som produserer "samlevarer" (en for hver varegruppe), to tjenestegenter (en for hver type tjeneste), en tjenestesektor (som produserer to tjenester og bruker mye varer som input), en investeringssektor (som produserer fysisk kapital til fylket den er lokalisert i, og der den fysiske kapitalen bindes til fylket) og et representativt hushold per fylke (som kjøper og konsumerer varer og tilbyr arbeidskraft). På nasjonalt nivå er det en transportsektor som selger transporttjenester, en import- og en eksportsektor og en sektor for myndighetene.

Vareagentene kjøper transporttjenester fra den nasjonale transportsektoren og produksjonen av en bestemt varegruppe fra alle fylker og fra andre land for å produsere en tilsvarende "samleware" som kan konsumeres eller brukes som en innsatsfaktor i fylket der vareagenten er lokalisert. Vareagentene kan tolkes som grossister, mens tjenestegentene står for reparasjons- og andre tjenester. Bare privat konsum er representert eksplisitt i modellen, mens offentlig konsum er inkludert som en del av overskuddet eller underskuddet i fylkene.

Selv om PINGO er en SCGE modell, har den i prinsippet den samme strukturen som en CGE (Computable

General Equilibrium) modell. Det var derfor mulig å utvikle en løsningsalgoritme basert på standard teori for generelle likevektsmodeller. Produsentenes og konsumentenes tilbud og etterspørsel ble formulert som et generelt likevektsproblem. Husholdenes nyttefunksjoner ble formulert som vanlige funksjoner med konstant substitusjonselastisitet (CES-funksjoner) og produktfunksjonene ble formulert som "nestede" funksjoner med konstant substitusjonselastisitet (NCES-funksjoner).

Output-strukturen ble spesifisert som funksjoner med konstante transformasjonselastisiteter (CET-funksjoner). CET-funksjonene ligner CES-funksjonene og kan beskrives fullstendig ved å spesifisere representative produksjonsandeler av ulike varegrupper og transformasjonselastisiteter mellom dem².

Vi brukte programvaren MPSGE³ for å formulere og løse det generelle likevektsproblemet som et såkalt "Mixed Complementary Problem" (MCP). Programvaren er basert på forutsetninger om at alle produsenter og konsumenter er informert om alle priser og tar dem for gitt, og at produksjons- og investeringssektorene og agentene er profittmaksimerende. Videre er det forutsatt at konsumentene er nyttemaksimerende innenfor rammene som husholdningsbudsjettene tillater, der budsjettet dekker alle levekostnader, inklusive bokostnader som er representert som en del av konsumentens overskudd. MPSGE beregner likevekts priser og volumer når modellen er riktig spesifisert ved produktfunksjoner, nyttefunksjoner, initiale ressurser etc. og den tilhørende SAM matrisen.

Fire test cases ble analysert for å verifisere modellen. For hver test analyserte vi

- 1) totale transportstrømmer inn i og ut av fylkene.
- 2) import til – og eksport fra andre land (kun test case 3).
- 3) total produksjon og konsum i fylkene.
- 4) en proxy for gjennomsnittlig distanse.

I *Test case 1* anvendte vi PINGO for en situasjon der tilgangen på arbeidskraft i Oslo øker med 6% relativt til basissituasjonen. Resultatene demonstrerte en skarp økning i transportstrømmene til og fra Oslo, noe vi kunne forvente på grunn av produksjonsøkningen som følger av bedre tilgang til arbeidskraft (siden det er forutsatt at arbeidskraft er en begrenset resurs, det er ingen arbeids-

² CET-funksjonene har samme funksjonelle form som CES-funksjonene. Den eneste forskjellen er navnet på substitusjonselastisiteten. I dette tilfellet kalles den transformasjonselastisiteten mellom outputs, dvs. output fra sektorene i basisåret. Elastisitetene i første versjon av PINGO ble satt i henhold til "kvalifiserte gjetninger". Men det er en intensjon at senere versjoner skal inneholde estimater fra mer sofistikerte estimeringsprosedyrer.

³ MPSGE ("mathematical programming system for general equilibrium analysis") er en utvidelse av programmeringsspråket GAMS (Rutherford, 1995).

ledighet, og arbeid ikke kan flyttes fra et fylke til et annet). Økende produksjon i Oslo stimulerer produksjonsvekst i regioner som er knyttet til Oslo gjennom interregional handel, slik at transportstrømmene i disse regionene også øker. Proxy for gjennomsnittlig distanse indikerer en liten vekst i transportdistanse per tonn vare.

Test case 2 skiller seg fra tidligere test case ved at vi øker tilgangen til arbeidskraft med 5% ikke bare i Oslo, men også i alle andre fylker. PINGO predikerer økende produksjon i alle regionene og korresponderende endringer i transportstrømmene som oppstår i disse regionene. Det meste av økningen skjer i Oslo, Rogaland og Hordaland. Vi vet at dette er fylkene som veier tyngst i Nasjonalregnskapet. Vi kan altså konkludere at modellen gjenspeiler dette i økonomisk forstand og med hensyn til transportstrømmer. Proxy for gjennomsnittlig transportdistanse reduseres i forhold til basissituasjonen, noe vi kan forklare ved at produksjonsmulighetene i regionene forbedres og behovet for varer dekkes i større grad av varer produsert i eget eller nærliggende fylke.

Test case 3 ble gjennomført for å vurdere effekten en 5% økning i prisen på importerte varer vil ha på de regionale transportstrømmene. Som en generell effekt får vi at alle regioner får redusert import. De største effektene får vi for Østfold, Akershus og Oslo. Dette er regioner vi assosierer med den største andelen av total import. Den prosentvise endringen i import for regionene er temmelig lik (omtrent - 4.5%), med unntak av Troms, der importen reduseres med 8.5%. Produksjon og transportstrømmer inn og ut reduseres for alle fylker med unntak av Østfold, der produksjon og transportstrømmer inn og ut øker. Konsumet reduseres i alle fylker. Proxy for gjennomsnittlig transportdistanse ble også redusert som følge av økte importpriser. De avvikende resultatene for Østfold skyldes at Østfold i stor grad brukes som transittpunkt (inntollingssted) for importstrømmer som går videre til alle andre regioner, mens dette empiriske faktum ikke reflekteres i modellen på grunn av manglende data. I nåværende versjon av PINGO forbrukes alle inntollende varer i fylket de inntolles i. En korreksjon må derfor gjøres for at modellen skal respondere adekvat ved endringer som påvirker importen.

I *Test case 4* undersøker vi effekten av en 2% økning i prisen på varegruppe 10 (flytende bulk), som inkluderer bensin og olje som er viktige innsatsfaktorer i transportsektoren. Produksjon og transport inn og ut av fylkene reduseres for alle fylkene med unntak av Østfold, mens konsum reduseres for alle fylker. Avvikene for Østfold skyldes de samme problemene vi fikk for Test case 3. Vi får en liten reduksjon i proxy for gjennomsnittlig transportdistanse.

Det generelle inntrykket er at modellen oppfører seg kvalitativt riktig, men at noen modifikasjoner trengs for å representere importaktiviteten på en bedre måte. Det er også andre forbedringsmuligheter. De viktigste er å:

- modifisere importaktiviteten.
- forbedre estimering av substitusjonselastisiteter i produkt- og konsumfunksjoner.
- tillate at arbeidskraft og kapital kan flyttes mellom fylker.
- segmentere husholdningene.
- tillate stordriftsfordeler i produksjonen.
- forbedre metoder for å sette opp fremtidige basisår.