

## Sammendrag

# Nasjonal godstransportmodell: Fra et deterministisk rammeverk til en stokastisk modell

TØI rapport 1538/2016

Forfattere: Elise Caspersen, Bjørn Gjerde Johansen, Inger Beate Hovi, Gerard de Jong

Oslo 2016, 43 sider

*I foreliggende rapport beskrives arbeid knyttet til estimering av økonometriske modeller for det simultane valget av transportmiddel og forsendelsesstørrelse, samt hvordan slike modeller kan brukes til å forbedre Nasjonal godstransportmodell. Arbeidet har bestått i å estimere diskrete valgmodeller for tre forskjellige varegrupper. Datagrunnlaget har vært forsendelsesdata fra den svenske varestrømsundersøkelsen for 2009. Estimerte koeffisienter og tilhørende funksjoner for utvalgsriterier har blitt implementert i det norske godstransportmodellsystemet via en ny versjon av applikasjonen ChainChoice. Vi har validert modellen ved å sammenligne etterspørselselastisiteter for den stokastiske modellen med etterspørselselastisiteter for den deterministiske modellen. Elastisitetene er beregnet med hensyn til endringer i tid og distansebaserte kostnader. Sammenligningen viste at alle egenelastisiteter og krysselastisiteter for sjø og bane har forventet fortegn. For to av varegruppene finner vi at egenelastisitetene i den stokastiske modellen er gjennomgående lavere enn egenelastisitetene i den deterministiske modellen. For den tredje varegruppen finner vi ingen klare mønstre.*

## Introduksjon

Hensikten med denne rapporten er todelt. Først beskriver vi arbeidet knyttet til estimering av økonometriske modeller for valg av transportmiddel og forsendelsesstørrelse. Deretter beskriver vi hvordan modellene kan brukes til å forbedre nasjonal godstransportmodell. Modellene som presenteres i denne rapporten er beregnet for tre av varegruppene i dagens godstransportmodell. Dette er varegruppene 13 «Jern og stål», 17 «Plast og gummi» og 30 «Forbruksvarer». Modellene er estimert på forsendelsesdata fra den svenske varestrømsundersøkelsen fra 2009, for transporter mellom Sverige og Norge.

Ved utviklingen av den norske godstransportmodellen tidlig på 2000-tallet, var den opprinnelige planen å estimere en transportvalgmodell basert på data fra den svenske varestrømsundersøkelsen og noen samlasterselskaper i Norge. Ettersom en deterministisk modell er kompleks og estimeringen av disaggregerte modeller er tidkrevende, ble en «foreløpig» versjon eller en «prototype» av godsmodellen utviklet (se de Jong og Ben-Akiva, 2007, seksjon 8) i 2005-2006. Prototypen ble utviklet som en deterministisk modell, hvor transportmiddel og forsendelsesstørrelse ble valgt i henhold til prinsippet om kostnadsminimering. Til tross for flere videreutviklinger og forbedringer i senere tid har modellen forblitt deterministisk. Nokså nylige studier viser derimot at forutsetningene som hviler bak en deterministisk modell ikke alltid er gyldige for godstransportmodeller. Det synes derfor å være på tide at godsmodellen utvikles fra et deterministisk rammeverk til en stokastisk modell.

## Økonometrisk spesifikasjon av en stokastisk logistikkmodell

Noen av de viktigste grunnene til å bevege seg bort fra en deterministisk modell som utelukkende tar hensyn til kostnader ved valg av transportmiddel og forsendelsesstørrelser er at; en deterministisk modell har svakt empirisk grunnlag i observert atferd; det er vanskelig å få full informasjon om alle kostnadselementer og andre faktorer aktører tar hensyn til når de vurderer valg av transportmiddel og forsendelsesstørrelse; dersom den relevante delen av kostnadsfunksjonene er tilnærmet «flat», kan kun en liten endring i logistikkostnadene føre til et skift som resulterer i en annen optimal løsning enn før endring.

Valgt estimeringsmetode er en økonometrisk valgmodell som muliggjør simultane valg av transportmiddel og forsendelsesstørrelse, hvor vi behandler både transportmiddelvalg og forsendelsesstørrelse som diskrete variabler. Fordelen med denne modellspesifikasjonen er at den ikke krever en kombinasjon av ulike teknikker fra diskrete valg- og regresjonsanalyse, men kan estimeres innenfor rammeverket for diskrete valgmodeller. Ulempen med nevnte metodikk er at dersom aktøren egentlig står overfor en kontinuerlig variabel for forsendelsesstørrelse, kan tilnærmingen gi målefeil.

## Dataanalyse og modelltilnærming

Datasettet som brukes til modellestimering er forsendelser mellom Norge og Sverige registrert i den svenske varestrømsundersøkelsen fra 2009. Totalt inneholder datasettet 105 533 forsendelser mellom Norge og Sverige. For hver forsendelse inneholder dataene informasjon om størrelse, verdi, transportmiddel, varegruppe, og geografisk plassering av avsendere og mottakere av varer, med kommune som laveste geografiske nivå. Transportkostnadene mangler, og må dermed beregnes. Dette gjøres både for observerte valg og dets alternative transportløsninger. For å estimere transportkostnadene trenger vi informasjon om avsender- og mottakersone i Norge og Sverige. Observasjoner som mangler denne informasjon ekskluderes fra datasettet.

Valgsettene gis av alle valgte kombinasjoner av transportmiddelvalg og forsendelsesstørrelse som finnes i datasettet, gitt at kostnadsdata kan beregnes. For varegruppe 13 «Jern og stål» transporteres 44% av forsendelser med bil, og 55% av transportkjeder med bil og jernbane. Resterende 1 % transporteres med fly eller sjøtransport. Flertallet av forsendelsene veier mer enn 50 tonn. For varegruppe 17 «Plast og gummi» transporteres 61% med bil, mens 38% fraktes med bil og jernbane. Mindre enn 1% transporteres med fly eller sjøtransport. Varegruppe 17 blir transportert i mindre forsendelser enn jern og stål. For varegruppe 30 «Forbruksvarer» består valgsettet av 12 alternativer. Dette er den eneste (av tre) varegrupper hvor transport på sjø inkluderes i valgsettet (i kombinasjon med bil/jernbane).

Eksogene variable er transportkostnader, tidsbruk, degraderings- og kapitalkostnader, verditetthet (SEK/kg), kostnader ved å ha varer i transitt og regionspesifikke dummyvariabler.

## Estimering

Estimeringen er gjort for de tre varegruppene 13, 17 og 30 basert på data fra den svenske varestrømsundersøkelsen for 2009, definerte valgsett og forklaringsvariabler. All estimering er gjort i programvaren Biogeme (Bierlaire, 2003). For varegruppe 17 utvidet vi modellen ved å innføre ikke-linearitet i nyttefunksjonene via variablene for tidsbruk og transportkostnader. Den utvidede modellen ble estimert både som en multinomisk og som

en nestet logit-modell. Vi var ikke i stand til å estimere en pålitelig nestet logit-modell for denne modellspesifikasjonen. Dette gir også grunn til å tvile på estimeringen av den tilhørende multinomiske modellen, ettersom denne er en forenkling av nested logit-modellen.

## Resultater fra implementering

Estimerte koeffisienter og tilhørende funksjoner for utvalgs-kriterier ble implementert i Nasjonal godstransportmodell ved å lage en ny versjon av den kjørbare applikasjonen ChainChoice. Applikasjonen bruker samme inndata som før, men har nye utvalgs-kriterier i henhold til en logistisk spesifisering som igjen baserer seg på estimerte koeffisienter. Resultater fra bruk av nye ChainChoice blir noe annerledes enn tidligere; i stedet for én valgt (deterministisk) kombinasjon av transportmiddel og forsendelsesstørrelse for hver varestrøm, presenterer modellen hver kombinasjon av transportmiddel og forsendelsesstørrelse som er aktuell for de enkelte varestrømmene, samt predikerte sannsynligheter for at hvert alternativ velges. Dersom hver varestrøm multipliseres med tilhørende valgsannsynligheter for hvert alternativ og summeres, får man transportmiddelfordelingen som predikert av modellen. Hvis modellen, for enhver varestrøm, beregner sannsynligheter lik null for alle alternativer bortsett fra ett, vil resultatet av den stokastiske modellen være ekvivalent med den deterministiske (opprinnelige) modellen.

Modellen er forsøkt validert ved å sammenligne etterspørselselastisiteter fra den deterministiske modellen med etterspørselselastisiteter fra den stokastiske modellen. Etterspørselselastisiteter er beregnet for de tre transportformene vei, sjø og bane, med hensyn til endringer i tid og distansebaserte kostnader. De viktigste funnene er:

- Alle egenelastisiteter og krysselastisiteter for sjø og bane har forventede fortegn. Dette er ikke tilfellet for krysselastisiteter for veitransport, ettersom «vei» også er en del av transportkjeder definert som «sjø» og «bane».
- Egenelastisiteter for varegruppene 17 og 30 i den stokastiske modellen er gjennomgående lavere enn egenelastisitetene i den deterministiske modellen. Dette er ikke like entydig for varegruppe 13.
- For nesten alle varegrupper, transportformer og begge modellversjoner, finner vi at absoluttverdien av både egen- og krysselastisiteten øker når omfanget av kostnadsendringer øker. Denne sammenhengen er sterkere enn forventet.

## Diskusjon og videre arbeid

Ved å redusere datasettet fra den svenske varestrømsundersøkelsen til kun å dekke transporter mellom Norge og Sverige, sitter vi igjen med få varegrupper som oppfyller kravene til antall forsendelser og variasjon både på tvers av transportformer og geografiske områder. For å øke antall observasjoner og spredning over transportformer og geografi, kan vi enten bruke data fra den svenske varestrømsundersøkelsen utover transporter mellom Norge og Sverige, eller erstatte den svenske varestrømsundersøkelsen med andre datakilder. En alternativ datakilde er den norske utenrikshandelsstatistikken, som TØI har tilgang til på forsendelsesnivå i tilknytning til arbeidet med nye varestrømsmatriser. Dataene inneholder detaljert informasjon om opprinnelse, destinasjon, forsendelsesstørrelse og verdi, samt transportmiddel ved grensepassering.