



NEMO

Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet

Versjon 2

Arild Vold
Jardar Andersen
Inger Beate Hovi
Olga Ivanova
Viggo Jean-Hansen
Lone-Eirin Lervåg
Solveig Meland
Ragnhild Wahl

Denne publikasjonen er vernet etter åndsverklovens bestemmelser og Transportøkonomisk institutt (TØI) har eksklusiv rett til å råde over artikkelen/ rapporten, både i dens helhet og i form av kortere eller lengre utdrag.

Den enkelte leser eller forsker kan bruke artikkelen/rapporten til eget bruk med følgende begrensninger:

Innholdet i artikkelen/rapporten kan leses og brukes som kildemateriale.

Sitater fra artikkelen/rapporten forutsetter at sitatet begrenses til det som er saklig nødvendig for å belyse eget utsagn, samtidig som sitatet må være så langt at det beholder sitt opprinnelige meningsinnhold i forhold til den sammenheng det er tatt ut av. Det bør vises varsomhet med å forkorte tabeller og lignende. Er man i tvil om sitatet er rettmessig, bør TØI kontaktes. Det skal klart fremgå hvor sitatet er hentet fra og at TØI har opphavsretten til artikkelen/rapporten. Både TØI og eventuelt øvrige rettighetshavere og bidragsyttere skal navngis.

Artikkelen/rapporten må ikke kopieres, gjengis, eller spres utenfor det private område, verken i trykket utgave eller elektronisk utgave. Artikkelen/rapporten kan ikke gjøres tilgjengelig på eller via Internett, verken ved å legge den ut på Nettet, intra-nettet, eller ved å opprette linker til andre nettsteder enn TØIs nettsider. Dersom det er ønskelig med bruk som nevnt i dette avsnittet, må bruken avtales på forhånd med TØI. Utnyttelse av materialet i strid med åndsverkloven kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

ISSN 0802-0175

ISBN 82-0269-1

Oslo, juni 2002

Forord

Som en del av forberedelsene til analysearbeidet i forbindelse med Nasjonal Transportplan 2006 – 2015 (NTP) fikk TØI oppdrag fra *Tverretattlig prosjektgruppe for transportanalyser* å utvikle en ny versjon av nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet (NEMO). SINTEF har utført deler av arbeidet på oppdrag fra TØI. Prosjektet ble påbegynt i april 2001 og avsluttet i februar 2002. Som en del av prosjektet ble det opprettet en referansegruppe bestående av Henrik Swahn (Swahn AB), Kjell Olav Skjølvsvik (MARINTEK), Bjørn Silfverberg (LT Konsulter Ab). I tillegg til møter med referansegruppen ble det gjennomført regelmessige møter med arbeidsgruppen. Vi takker for samarbeidet med referansegruppen og arbeidsgruppen som begge har bidratt med viktige innspill i arbeidet med å utvikle modellsystemet.

Medarbeidere på prosjektet fra TØI har vært Inger Beate Hovi, Jardar Andersen, Viggo Jean-Hansen, Arild Vold og Olga Ivanova. TØI og SINTEF har i fellesskap kommet frem til inndelingen i de 11 varegruppene i modellsystemet. Inger Beate Hovi og Jardar Andersen har sammen vært hovedansvarlige for utvikling og estimering av kostnadsfunksjonene og etablering av OD-matriser for utenrikstransport. Dette er et arbeid som også er finansiert og utført som del av prosjektet ”Containerbasert transportopplegg til og fra Nord-Norge” i regi av Norges forskningsråd, Norges havneforbund og Kystdirektoratet.

Lone-Eirin Lervåg, Solveig Meland og Ragnhild Wahl fra SINTEF har bidratt ved utvikling av elementer for omlastingskostnader og transportkvalitet i kostnadsfunksjonene og har bistått i estimeringen gjennom en terminalkostnadsundersøkelse for kvantifisering av omlastingskostnader.

Viggo Jean-Hansen har bearbeidet grunnlagsdata og kommet frem til data for transportvolumer inn i, innen og ut av kommunene for hver varegruppe. Representative transportmiddelspesifikke OD-matriser til bruk i endelig estimering og evaluering av modellsystemet ble utviklet på grunnlag av tellingsdata for lastebiltransport, togtransport og sjøfart av henholdsvis Jardar Andersen, Elisabeth Sæther (Vegdirektoratet) og Viggo Jean-Hansen.

Videre har Jardar Andersen gjennomført den nødvendige koding av nettverk, gjort de nødvendige kjøringene i STAN og analysert og dokumentert resultater, der Olga Ivanova har bistått ved programmering av gravitasjonsmodellen for beregning av de varespesifikke OD-matriser som brukes som inndata til NEMO og de nødvendige beregninger med denne.

Prosjektet har dratt nytte av rammene for det strategiske instituttprogrammet (SIP) ”Nettverkstilknyttede modeller” i år 2001, slik at rapporten også er en dokumentasjon av det arbeid som har vært gjennomført innenfor denne SIPen i år 2001. Arild Vold har vært prosjektleder og ansvarlig for overordnet metodegrunnlag i utviklingen av modellsystemet og har utformet denne sluttrapporten på grunnlag av arbeidsdokumenter og andre innspill fra prosjektmedarbeiderne. Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har vært ansvarlig for kvalitetssikringen av prosjektet. Sekretær Laila Aastorp Andersen har stått for det endelige redigeringsarbeidet av rapporten.

Oslo, juni 2002
Transportøkonomisk institutt

Knut Østmoe *Kjell Werner Johansen*
instituttssjef avdelingsleder

Sammendrag:

NEMO

Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet

I april 2001 ga NTP¹ – Tverretattlig prosjektgruppe for transportanalyser TØI – i oppdrag å utvikle en ny versjon av Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet (NEMO). SINTEF har utført deler av arbeidet på oppdrag fra TØI. I denne rapporten beskriver vi hvordan metoder og data ble brukt i arbeidet med å etablere den nye versjonen av NEMO.

Den nye versjonen av NEMO representerer dagens transportvolumer av 11 varegrupper på lastebil, båt og tog i de ulike delene av det norske transportnettet og mellom Norge og andre land. Modellen består av to STAN-databanker² med representative nettverk for tidsrommet rundt år 2000. En databank skal representere innenlandske godsstrømmer (Innenlandsdel), og en databank skal representere godsstrømmer ut av Norge og inn i og mellom land som mottar og sender varer fra og til Norge (Utenlandsdel).

Soneinndelingen i innenlandsdelen av NEMO er basert på kommuneinndelingen i Norge slik den forelå i 1999, dvs 435 soner. Sonene i modellen bindes sammen av et transportnettverk. Nettverket i utenlandsdelen ble laget med utgangspunkt i STEMM-nettet (Wahl et al., 1998) som så ble knyttet sammen med det norske nettverket fra NEMO, der de 42 utenlandssonene i praksis fungerer på samme måte som kommunesonene.

Transport fra fastlandet til Kontinentalsokkelen (fortrinnsvis supply til Nordsjøen) og transport fra Kontinentalsokkelen til ilandføringskommuner i Norge eller utenlandssonene (fortrinnsvis olje- og gass og pelagisk fisk) er ikke med i verken innenlandsdelen eller utenlandsdelen av NEMO. Det er heller ikke transport til og fra Svalbard (fortrinnsvis kull). Det er allikevel slik at transport av varer til Kontinentalsokkelen og Svalbard er med i modellen frem til siste kommune før de sendes til Kontinentalsokkelen. Også den videre transporten av varer fra

Kontinentalsokkelen og Svalbard fra ilandføringssteder i Norge er med i modellen.

NEMO kan beregne kortsiktige virkninger av endrede transportkostnader, og i kombinasjon med Prognosemodellen for regionale og interregionale og godstransporter, PINGO (Ivanova, Vold og Jean-Hansen, 2002), kan den brukes for mer langsiktige basisprognoser og virkninger av tiltak. Basert på erfaringer så langt mener vi at den nye versjonen av NEMO vil være egnet til:

- Å trekke ut data for utkjørte tonn og tonnkilometer på nasjonalt nivå og et nivå der vi deler transportstrømmene innen og mellom tre innenlandske regioner (Østlandet, Sør og Vestlandet og Nord-Norge) for de 11 varegruppene i basisåret (1999). Modellen er også egnet til å trekke ut data for transportmiddelfordelingen for hver varegruppe og distansefordelinger som viser hvor store andeler av hver varegruppe som faller inn i ulike distanseintervall i basisåret.
- Å analysere virkninger på transportmiddelfordelingen på nasjonalt nivå og innen og mellom de tre innenlandske regionene ved endret dieselaygift.
- Å analysere hvor mye overgang til sjøtransport man får ved å redusere avgiftene ved sjøtransport.
- Å analysere endringer i transportbrukernes kostnader ved en omorganisering av havnestrukturen i Oslo-fjorden.
- Å analysere virkningen i det norske transportnettet av endret etterspørsel etter norske varer i en eller flere av utenlandssonene som er representert i NEMO.
- Å analysere virkningen i det norske transportnettet av endringer i import til Norge fra en eller flere av utenlandssonene.

Basert på erfaring mener vi også at usikkerheten i den nye versjonen av NEMO vil være for stor for de fleste formål på kommunenivå. Modellen vil for eksempel være lite egnet for å vurdere effektene av en bomring rundt Fredrikstad. Den vil heller ikke egne seg for å analysere kapasitetsutnyttelse på enkelte veglenker.

¹ Nasjonal TransportPlan 2006 - 2015

² STAN er en interaktiv programpakke for transportplanlegging spesielt designet for nasjonal og regional strategisk analyse og planlegging av godstransport med omlasting mellom transportmidler for et utvalg varegrupper (INRO, 2001).

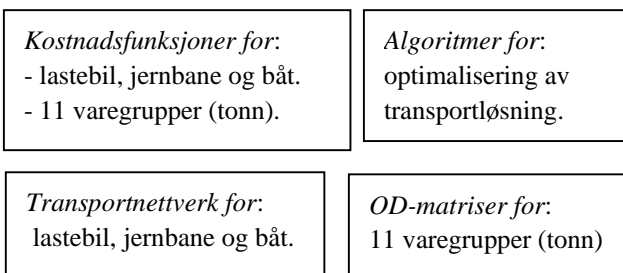
Hovedstruktur

NEMO består av fire hovedelementer:

- 1) Et nettverk som representerer lenker og knutepunkt i infrastrukturen for veg, sjø og jernbane.
- 2) Kostnadsfunksjoner som representerer kostnader knyttet til godsframføring på lenker og i knutepunkter.
- 3) Årlige godsstrømmer mellom par av kommuner og mellom kommuner og utlandet fordelt på 11 aggregerte varegrupper.
- 4) Optimaliseringsalgoritmer som sikrer at den transportløsningen som velges minimerer summen av de samlede transportkostnadene i systemet.

Referanseåret i NEMO er 1999, men sammen med PINGO (Ivanova, Vold og Jean-Hansen, 2002) kan godsstrømmene fremskrives til et hvilket som helst år.

NEMO Nasjonal delmodell Internasjonal delmo-



Figur 1. Skjematisk representasjon av NEMO.
TØI rapport 581/2002.

Varegrupper

En viktig del av arbeidet med utvikling av ny versjon av NEMO var å komme frem til en inndeling av varer i et sett av varegrupper. Ut i fra hensynet til (1) at varegruppene svarer til næringsgrener som vi anser det for interessant å gjennomføre analyser for, (2) om varene internt i varegruppene har tilnærmedesvis de samme krav til transportkvalitet (og derved transportkostnader), (3) om eksisterende grunnlagsdata gjør det mulig å lage OD-matriser basert på varegruppeinndelingen, og (4) et kriterium om at andelen av hver varegruppe skal variere minst mulig med hensyn til produktionssted valgte vi følgende 10 varegrupper til bruk i ny versjon av NEMO:

1. Matvarer
2. Fisk, fersk
Fisk, frossen
3. Termovarer

4. Transportmidler/maskiner
5. Diverse stykkogods
6. Tømmer og trelast
7. Mineraler i steinprodukter
8. Kjemiske produkter
9. Malmer og metallavfall
10. Flytende bulk

I både Innenlandsdelen og Utenlandsdelen er det vare- og transportmiddelspesifikke kostnadsfunksjoner for i alt 10 varegrupper, der varegruppen fisk kan splittes i to grupper slik at det til sammen blir 11 varegrupper. I rapporten opererer vi noen ganger med kun 10 varegrupper når vi omtaler statistiske data der fisk ikke er splittet i fersk og frossen vare. Når varegruppen fisk splittes er fersk og frossen fisk henholdsvis varegruppe 2 og 11.

Vi anser denne inndelingen for å være god ut i fra mange hensyn. Vi mener den er relevant i mange anvendelser. Både matvarer, fisk, termovarer (matvarer som har kjøle- eller frysebehov under transport), tømmer og trelast, og flytende bulk er alle varer med spesielle krav til transportkvalitet. Kjemiske produkter og flytende bulk er varer som kommer inn under regler for farlig gods. Fordi våre datakilder katalogiserer varer ulikt, har det vært nødvendig å klassifisere varene i hver av katalogene i henhold til varegruppene vi kom frem til.

Kostnadsfunksjoner

Kostnadsfunksjonene i NEMO defineres som en del av STAN-databankene for innenlandsdelen og utenlandsdelen. For hvert kommunepar eller kommune og utenlandsone beregner NEMO billigste multimodale transportrute på grunnlag av kostnadsfunksjonene.

Kostnadsfunksjonene uttrykker transportkjøpers samlede kostnader knyttet til transport av gods mellom et start- og et målpunkt. Vi har tatt utgangspunkt i at transportkjøpers transportkostnader består av to hovedkomponenter:

- Operative kostnader (herunder transportørens tids- og distanseavhenge kostnader og kostnader knyttet til lasting, lossing og omlasting).
- Kvalitative kostnader (Vareeiers ikke-operative kostnader knyttet til forsinkelser, transporttid, ventetid ved frekvensavgang, degradering for ferskvarer og faktorer som representerer de ulike transportmidlenes egnethet for ulike varegrupper).

Kostnadsfunksjonene i både Innenlandsdelen og Utenlandsdelen av den nye versjonen av NEMO følger strukturen som ble valgt i den svenske modellen (Lundin, 1998 og 1999). Men endringer er gjort for tilpasning til norske forhold. I tillegg til å innhente data fra eksiste-

rende datakilder for operative kostnader og kvalitetskostnader, ble det gjennomført en terminalkostnadsundersøkelse for også å tallfeste kostnader knyttet til omlasting i terminaler (Lervåg et al., 2001).

Lastebil

Den distanseavhengige kostnaden for innenlandsk lastebiltransport er basert på anslagene i SSBs rapport Energi- bruk og utslipp til luft fra transport i Norge 97/7 og SIKA-rapport 5/1999, mens tidskostnadene etter varegruppe for lastebiltransporter er basert på grunnlag av SSBs Kostnadsindeks samt Lastebiltellingen fra 1998-2000. Opplysninger om faktiske takster for bomstasjoner innenriks fratrukket eventuelle rabatter har vi fått fra Vegdirektoratet. Informasjon om gjennomsnittlige fraktpriser for lastebiltransport fra Lastebiltellingen (der både operative (tids- og distanseavhengige) kostnader og terminalkostnader) inngår ble sammenlignet med tids- og distanseavhengige operative kostnader for en gjennomsnittstur fra kostnadsfunksjonene. Det viste seg at kostnadsnivået i kostnadsfunksjonene og fraktprisene samvarierte meget bra.

De distanseavhengige kostnadene knyttet til utenrikskjøring er beregnet med utgangspunkt i SSBs kostnadsindeks og turdata fra Lastebiltellingen for den del av utenrikstransporten som finner sted på norsk område. Den tidsavhengige kostnaden pr tonn og time, for kjøring til og fra utlandet, er betydelig lavere enn for innenriks kjøring, noe som i hovedsak kan forklares ut fra høyere driftstid, høyere gjennomsnittslast pr tur og høyere gjennomsnittlig hastighet.

Sjøfart

For å beregne de distanse- og tidsavhengige kostnadene for innenriks sjøfart har vi i henhold til sjøfarttellingen 1993 beregnet vekter for hvor stor andel av hver varegruppe som ble transportert med de ulike skipstypene. Vi har forutsatt at hver varegruppe ikke har hatt noen vesentlig endring av skipstype og konstruert et "standardskip" som vi har beregnet kostnader for.

Den tidsavhengige kostnaden for innenriks sjøtransport er basert på årlige regnskapstall for innenriks leie-transport i Norge som SSB publiserte årlig i NOS Sjøfartsstatistikk fram til 1996. Etter 1996 har vi kun opplysninger om kostnadskomponenter for innenriks sjøfart i alt, basert på Nasjonalregnskapsdata.

For egentransport kan vi ikke framskaffe eksplisitte kostnadsdata, da dette er kostnader som inngår i de enkelte bedrifters resultatregnskap. I følge NOS Sjøfartsstatistikk var det bare 16 aktive skip i innenriks egentransport, mens det var 357 aktive skip i innenriks leietrans-

port, noe som innebærer at en ikke begår store feil ved å anvende kostnadsdata fra innenriks leietransport også på skip i egentransport.

For utenriks sjøfart var datamaterialet dårligere enn for innenriks sjøfart. For å konstruere kostnadsfunksjoner for utenriks ferger tok vi utgangspunkt i frakttariffer fra 1999 fra Rutebok for Norge. For linjefart (rutegående sjøtransport mellom Norsk og utenlandsk havn) har vi ikke tilgang til verken kostnader eller frakttariffer eller gjennomsnittlig last pr tur. Det vi har valgt som løsning er at vi også her har benyttet de distanse- og tidsavhengige kostnadene som ble benyttet i første versjon av den internasjonale delversjonen av NEMO (Madslie et al. 2000b), men også her er kostnadene tilpasset den nye varegruppeinndelingen.

Fra Utenrikshandelsstatistikken har vi opplysninger om tonn i hhv import og eksport, der skip eller ferge var transportmiddelet som ble benyttet ved grensepassering. Sammen med de aktuelle avgiftene oppgitt av Kystdirektoratet og St.prp.nr.1 (2000-2001) fra Fiskeridepartementet og en fordeling av gebyrer på sum import og eksport kom vi fram til et gjennomsnittgebyr pr tonn transportert til eller fra Norge som vi har lagt til på siste lenke inn til havn ved import, og første lenke ut fra havn ved eksport.

Jernbane

På grunnlag av data fra NSB Gods for dieselpris og elektrisk strøm i 1999 beregnet vi gjennomsnittlige kilometeravhengige kostnader for all godstransport for innenriks og utenriks jernbanetransport. For jernbanetransport finnes ingen informasjon om hvordan utnyttelsesgraden varierer mellom lastbærere for ulike varer og forsendelser, slik at vi kan beregne varegruppespesifikke estimater på grunnlag av jernbanespesifikk statistikk. Her har vi derfor benyttet Lastebiltellingene 1998-2000, og beregnet hvordan kapasitetsutnyttelsen³ av kjøretøyet varierer mellom de ulike varegruppene for hhv innenrikstransporter som er lenger enn 30 mil og utenrikstransport, og korrigert kostnadskomponentene i henhold til dette. Ut fra varenes andel av all togtransport kunne vi nå beregne de distanseavhengige kostnadene ut fra totalt energi- og dieselforbruk for godstog i 1999, fra NSBs Energiregnskap. Med unntak av containertransport må NSB Gods betale en kjørevegsavgift til Jernbaneverket. Kjørevegsavgiften er knyttet både til lastemengde og vekten av rullende materiell. Dersom en beregner kjørevegsavgiften slik at det blir en gjennomsnittlig kostnad, uavhengig av produkt, kommer en fram til en gjennomsnittlig avgift pr tonn-

³ Kapasitetsutnyttelsen er målt ved lastvekt pr tur som andel av kjøretøyet sitt nyttelast.

kilometer på 0.012 kr/tonnkm som må legges til de distanseavhengige kostnadene.

Den tidsavhengige kostnaden for jernbane er beregnet på grunnlag av frakttariffene, ved å trekke den distanseavhengige kostnaden ut av frakttariffen minus høyeste rabatt. Dette er ikke en fullgod metode, da hele avanseleddet i dette tilfellet blir liggende i den tidsavhengige kostnadskomponenten. På den annen side er det kun et par år som driftsresultatet i NSB Gods har gått med overskudd, slik at det ikke vil være noen stor feil å anta at overskuddet for godstransport med jernbane er tilnærmet lik null.

Omlastingskostnader

Innenrikske og utenrikske operative kostnader for omlasting er basert på en terminalkostnadsundersøkelse utført av Lervåg et al (2001), der det estimeres omlastingskostnad fordelt på stykkgoods og partilast. Fra dette arbeidet bruker vi som hovedregel omlastingskostnaden for partilast for NEMO-varene som kan klassifiseres som bulkvarer og et gjennomsnitt av omlastingskostnadene for partilast og stykkgoods for NEMO-varene som kan klassifiseres som stykkgodsvarer. I tillegg har vi enkelte varespesifikke korreksjoner, blant annet har vi brukt noe høyere kostnader for varegrupper som inneholder farlig gods. For beregning av transportørens tidsavhengige kostnader ved transportmidler bundet i terminal, er det antatt at det går med like lang tid til av som pålessing.

Kvalitetskostnader

Kvalitetskostnadene skal beskrive egenskaper ved en transporttjeneste som kan ha betydning for valg av transportløsning. Informasjon om forsinkelsesrisiko på lenker, ved grensepassering og ved omlastinger er innhentet fra den svenske modellen. I Lervåg et al.(2001) presenteres anslag på avgangsfrekvenser (per uke) for de ulike transportmidlene, og disse avgangsfrekvensene danner grunnlag for kostnader knyttet til ventetid ved avgang fra terminal.

Blant kvalitetskostnadene inngår også kapitalkostnader for varer som er under transport, der vareverdi pr tonn er hentet fra Utenrikshandelsstatistikken 1999. For fersk fisk og termovarer har vi også inkludert degraderingskostnader som representerer verditap når slike varer etter en viss tid vil tape kvalitet.

Vi bruker samme kvalitetskostnader i innenriks- og utenriksmodellen.

Parameter for egnethet

De operative lenkekostnadene i både innenriks- og utenriksdelen av NEMO ble multiplisert med en transport-

middel- og varespesifikk konstant som skal fange opp elementer med betydning for transportmiddelvalget som ikke er representert ved et eget ledd i kostnadsfunksjonene. Denne parameteren ble brukt som kalibreringsparameter slik at vi fikk overensstemmelse mellom transportmiddelfordelingen beregnet i NEMO og henholdsvis tellingene i innenriksdelen og utenrikshandelsstatistikken i utenriksdelen.

OD matriser for basisåret (1999)

Grunnlagsdata er innhentet og bearbeidet til OD matriser for hver varegruppe med respektive totale transportvolumer. Til innenlandsdelen ble grunnlagsdata for produksjon, innsatsfaktorbruk, varehandel og konsum innhentet. Disse ble først bearbeidet til å representerer total transport innen, inn i og ut av hver kommune i Norge for basisåret 1999. Videre ble de brukt i en gravitasjonsmodell for å bestemme OD-matriser for total transport av hver varegruppe mellom sendere og mottakere. For utenlandsdelen var det enklere å komme frem til OD-matriser, fordi det allerede er representert et OD-mønster for import og eksport av varer i Utenrikshandelsstatistikken.

OD-matrisene er definert slik at vi unngår overlapp mellom innenlandsk og utenlandsk transport. OD-matrisen for innenlandsk transport inneholder transport mellom alle par av kommuner i Norge. Dette inkluderer videre transport av import fra soner for fortolling og videre inn i det norske transportnettverket. OD-matrisen for utenlandsk transport inneholder transport av eksport fra produksjonssted i Norge til utlandet og import fra utlandet til tollsted i Norge, der utlandet er delt i 42 soner.

Av dette ser vi at de innenlandske OD-matrisene ikke inneholder transporten i det norske transportnettverket fra produksjonssted og ut av landet og heller ikke transporten i det norske transportnettverket for transporter til tollsted. Fordi mye eksport fra Norge sendes direkte ut med båt og fordi transporten inn til første tollsted er relativt liten i forhold til det totale antall transporter i Norge, vil den innenlandske matrisen allikevel være representativ for transport mellom kommuner i Norge.

Innenlandsk

Blant data for å generere de innenlandske OD-matrisene, har SSB levert grunnlagsdata fra Jordbruksstillingen og –statistikken, Industristatistikk (IS), varehandelsstatistikk (oppdelt på engross- og detaljhandel) og forbruksundersøkelsene for husholdninger for 1999.

Hver statistikk inneholder produksjon, kjøp og salg av varer. Det meste av datagrunnlaget er oppgitt i verdi, og må omregnes slik at vi får et entydig bilde av antall tonn

for hver av de 11 NEMO varene som transporteres og omsettes mellom og innen hver av de 435 kommunene i Norge og mellom Norge og utlandet.

For innenriks transport av fisk har vi imidlertid ikke slik detaljert informasjon som viser hvor mye av fiske-transportene som er fersk fisk og hvor mye som er frosen. Opplysninger om fisk som gjør at den kan inndeles i to grupper er innhentet fra Utenrikshandelsstatistikken. Videre er den transportmiddelspesifikke statistikken støttet med informasjon fra Fiskeridirektoratet.

For å få grep om varestrømmene inn i, innen og ut av kommunene tok vi utgangspunkt i informasjon fra statistikkene om produksjon, engrosshandel, detaljhandel, konsum, import og eksport for hver kommune. Det var mest hensiktsmessig å ta utgangspunkt i IS og deretter de andre statistikkene, fordi vi i IS finner en omregningsfaktor fra verdi til tonn for en del av statistikkgrunnet. For alle bedrifter innen både bergverk og industri i 1999 inneholder IS:

- Produksjonsverdi av industrivarer
- Salgsverdi av industrivarer
- Råvarekostnader til industrivareproduksjonen
- Salgsverdi av handelsvarer som er solgt av industribedriften
- Kjøpeverdi av handelsvarer som er solgt av industribedriften der alle tall er oppgitt i kroner eksklusive merverdiavgift for året 1999 og klassifisert i henhold til NSTR/2.

Fra varehandelsstatistikken har vi data for omsetningsverdien av salget som varehandelsbedrifter i ulike bransjer har hatt i 1999. Varehandelsnæringen er hovedsakelig oppdelt i undernæringene engrosshandel, agenturhandel og detaljhandel. Vi har slått agenturhandel sammen med detaljhandel og har dermed bare engross- og detaljistbedrifter.

Prisene beregnet ved hjelp av IS er utgangspunkt for prisene vi kommer frem til for engrosshandel og detaljisthandel. Beregningene avstemmes for alle varer slik at Sum Inn (alle varekjøp) + Sum intern (kjøpene foretatt av næringslivet og av konsumentene og som er forbrukt i kommunene) blir lik Sum Ut (varesalg fra varehandel og produksjonen innen vareproduserende næringer som er bergverk og industri og primærnæringene) korrigeret for eksport og import. Forbruket i kommunene (Sum Intern) har vi satt til det tonnsvolumet som handles i detaljhandelsleddet som et internt vareforbruk av befolkningen, næringsliv og offentlig sektor i kommunene. Kjøpene som er foretatt av private konsumenter er beregnet separat ut i fra befolkningstall og forbruksundersøkelsene for husholdninger, og videre sammenholdt med tall for varekonsumet i privat konsum i nasjonalregnskapet.

Vi ser av tabell I at det er både direkte kjøp til detaljhandel (utenom tilvarende engrosshandel for matvarer og for kjemiske produkter) på 1 mill tonn og dessuten et ikke ubetydelig direkte kjøp fra engrosshandel (28,8 mill tonn).

Utenlandsk

OD-matriser for Norges utenrikshandel er basert på SSB's Utenrikshandelsstatistikk fra 1999 som inneholder opplysninger om eksport og import i tonn etter vare og mottaks- eller avsenderland og fylke i Norge. Elementene i OD-matrisen representerer transport fra produksjonssted i Norge til mottakersone i utlandet og transporter fra sone i utlandet til første tollsted i Norge. Varegruppeinndelingen for import er den samme som for innenlands transport og eksport, men gruppen fisk er ikke gitt noen finere inndeling for import, slik det er gjort for eksport⁴.

Data til kalibrering

Eksisterende statistikk som grunnlag for å kalibrere NEMO omfatter i hovedsak Sjøfartstellingene og Lastebilteillingene til SSB. I tillegg har vi tall for transportstrømmer mellom relasjoner for jernbane.

Lastebilteillingene er utvalgstillinger hvor man registrerer turene til et utvalg kjøretøy, og så blåser opp tallene slik at de skal representere total lastebiltransport på nasjonalt nivå. Tellingene har vært gjennomført årlig siden 1993, og vi har benyttet informasjon fra samtlige tellinger i perioden 1993-2000, men totalnivået i matrisene er skalert slik at det samsvarer med nivået i 1999-tellingen.

Sjøfartstillingen (Godstransport på kysten, SSB 1995) inneholder kun data om *løsfarten* på kysten, og brukes sammen med en telling gjennomført av MARINTEK av lastmengder med rutefart (Ingebrigtsen et al 1997).

Fra NSB Gods har vi fått datamateriale basert på budsjettall for 2001 for transporterte enheter (altså ikke fordelt på varegruppe). NSB Gods mener at det kun har vært marginale endringer i struktur og volum for godsmengdene siden 1999. I arbeidet med å finne ut noe om varesammensetningen på tog, fikk vi vite av NSB Gods at Linjegods' forsendelser utgjør omtrent 20 prosent av transporterte containere. Linjegods er sannsynligvis den mest representative enkeltkunde mht varesammensetningen i containerne. Fra datamaterialet får vi ingen direkte varegruppeinndeling, men en kan bruke en tilnærming til vår gruppering ved å ta utgangspunkt i Linjegods produktkoder og varekategori.

⁴ Import av fisk til Norge kommer i det alt vesentlige med fiskefartøy inn til havn i Norge, mens ved eksport spesielt av fersk fisk, brukes i hovedsak lastebiltransport.

Tabell I. Varebalanseregnskap for hver NEMO-vare for 1999 i henhold til beregninger på grunnlag av næringsstatistikker (SSB), befolkning i kommunene, forbruksundersøkelser og varehandelsstatistikk (Kontinentalsokkelen er ikke med)

NEMO-vare	Industri input	Varekjøp	En-	Direkte	Eksport	Sum inn	Privat konsum	Kjøp av næringsliv	Sum intern	Industri produksjon	Salg industri	Salg engros-handel	Salg detaljhandel	Jordbruk, skogbruk og fisk	Importut	Sum	Differanse
			gross-handel kjøp	kjøp detaljhandel													sum inn + sum intern – sum ut
Matvarer	0,4	0,1	3,1	0,5	0,1	4,2	3,4	0,5	3,9	1,9	0,1	0,0	3,7	1,2	1,1	8,1	0,0
Fisk	0,4	0,1	2,4	0,0	1,7	4,6	0,1	1,8	1,9	0,8	0,1	2,5	0,0	2,8	0,3	6,5	0,0
Termovarer	3,5	0,5	1,5	0,0	0,1	5,6	0,2	1,0	1,3	2,4	0,4	0,9	0,0	2,7	0,5	6,9	0,0
Transportmidler /maskiner	1,0	0,1	2,8	0,0	0,3	4,1	0,2	2,5	2,7	2,9	0,1	1,8	0,9	0,0	1,0	6,8	0,0
Diverse stykk-gods	9,6	1,7	30,9	0,0	8,8	51,0	4,5	19,1	23,6	29,8	1,8	11,9	23,9	0,6	6,6	74,6	0,0
Tømmer og trelast	3,9	0,3	9,6	0,0	0,9	14,7	0,0	5,2	5,2	4,7	0,3	4,3	0,2	7,1	3,4	19,9	0,0
Mineraler i steinprodukter	7,5	0,3	0,0	0,0	15,8	23,6	0,0	16,2	16,2	32,8	1,6	0,0	0,0	0,0	5,4	39,8	0,0
Kjemiske produkter	2,4	0,4	0,8	0,6	9,4	13,6	0,9	0,5	1,4	9,8	0,4	0,0	1,4	0,0	3,4	15,0	0,0
Malmer og metallavfall	2,8	0,1	2,1	0,0	0,6	5,7	0,0	6,1	6,1	5,2	0,1	1,9	0,0	0,0	4,6	11,8	0,0
Flytende bulk	5,0	0,0	12,5	0,0	4,4	21,9	6,0	3,2	9,2	8,0	0,0	5,5	11,9	0,0	5,7	31,1	0,0
Alle varer	36,6	3,5	65,9	1,0	42,0	149,0	15,5	56,1	71,6	98,4	5,0	28,8	42,0	14,4	32,0	220,6	0,0

TØI rapport 581/2002

Matrisebalansering og kalibrering

For de innenlandske transportene brukes inndata for total transport av hver varegruppe inn i og ut av kommunene, og transportkostnader c_{ij} fra kostnadsfunksjonene for transport mellom alle kommuner, i en gravitasjonsmodell for å genereres OD-matriser for varegruppene. Vi betegner totale transporter inn i og internt i kommunene B_j og totale transporter ut av kommunene A_j . Gravitasjonsmodellen for å generere OD-matriser for hver vare med elementer t_{ij} for hvert kommunepar ij løser ligningssystemet

$$t_{ij} = \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(\gamma \cdot c_{ij}(\mathbf{p})) \quad \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} = A_j \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} = B_i \quad \forall i$$

bestående av $n + n + n \cdot n$ ligninger med like mange ukjente, dvs. balanseringsparametere $\alpha_i, i = 1, \dots, n$, og $\beta_j, j = 1, \dots, n$ og elementene i OD-matrisen $t_{ij}, ij = 1, \dots, n$, der $n = 435$ (antall kommuner).

Kostnadene c_{ij} beregnes ved å kjøre STAN med en vilkårlig OD-matrise som input og beregne transportkostnadene mellom hvert OD-par. Dette fungerer fordi vi ikke har forsinkelser som følge av kapasitetsbegrensninger og fordi STAN tilordner all transport av varegruppene mellom to OD-par til den billigste transportruten - det er med andre ord ikke slik at transportene blir fordelt på forskjellige ruter. Transportkostnadene per tonn for en varegruppe i NEMO vil være uavhengig av hvilken OD-matrise for varegruppen som brukes som input. Mellom to kommuner blir all transport av den enkelte varegruppe lagt til den billigste transportkjeden. Gravitasjonsmodellen finner de ukjente ved hjelp av en itererende metode.

Vi anser den kommuneinterne transport i tellingene vi kalibrerer mot for å være de mest usikre fordi disse transportene er mest influert av transport med mindre biler som ikke er med i lastebiltellingen. For å kalibrere OD-mønstret i modellen valgte vi derfor å forholde oss til modell og tellinger med kommuneinterne turer fratrukket.

I første steg av kalibreringen av NEMO er målet å oppnå kostnadsfunksjoner slik at det blir overensstemmelse mellom kostnadene generert i modellen og faktiske fraktpriser. Videre i kalibreringsprosessen vurderer vi i hvilken grad data fra tellinger og offisielle transportindikatorer samsvarer med OD-matriser fra gravitasjonsmodellen og transportmiddelfordelingen vi får når vi bruker OD-matrisen fra gravitasjonsmodellen som input til NEMO.

Vi reduserte avviket mellom data fra tellinger og OD-matrisene fra gravitasjonsmodellen og avviket mellom data fra tellinger og transportmiddelspesifikke transportvolumer vi får ved å bruke OD-matrisene som input til STAN, ved å kalibrere vare- og transportmiddelspesifikke koeffisienter i kostnadsfunksjonene og parametere γ_i i gravitasjonsmodellen for hver varegruppe i .

Beregninger med NEMO i basisåret ble evaluert ved å sammenligne resultater fra den kalibrerte modellen og de data vi har kalibrert mot (Tabell II). Mønstret er åpenbart det samme, men det er selvfølgelig variasjoner som kan skyldes svakheter i både modell og datamaterialet.

For å evaluere gravitasjonsmodellen og NEMO på et mer disaggregert nivå, sammenlignet vi 3x3 OD-matriser mellom regioner i en tredeling av Norge (Østlandet (fylken⁵: 1-8), Sør- og Vestlandet (fylkenr: 9-15) og Nord-Norge (fylkenr: 16-20)) for all transport og all transport av hver varegruppe. Hvis vi summerer 3x3 matrisene for alle varegruppene får vi 3x3 OD-matriser for samlet godstransport mellom og innen regionene (Tabell III).

Herunder får vi at 79% av alle transportene er regionsinterne. Dette virker ikke urimelig når vi tar i betraktning at vi har relativt store regioner. Over halvparten av alle transportene går til eller fra Østlandsområdet. Det prosentvise avviket mellom beregninger med gravitasjonsmodellen og tellingene er gjennomgående størst på relasjoner der det er lite transport. Avvik på over 100% er stort, og viser at selv om vi har kalibrert modellen slik at både totalt antall tonn transportert, totalt antall tonnkilometer utkjørt og transportmiddelfordeling er nær tilsvarende størrelser fra tellingene så er dette langt fra noen garanti for at vi får overensstemmelse på mer disaggregert nivå.

Kalibrering av den Internasjonale delmodellen bestod i at vi for hver varegruppe estimerte transportmiddel- og varespesifikke konstanter slik at transportmiddelfordelingen beregnet med NEMO ble i samsvar med den korresponderende transportmiddelfordelingen avledet fra Utenrikshandelsstatistikken.

STANs grafiske presentasjonsmodul gir en alternativ og atskillig mer detaljert fremstilling av varestrømmene for hver av varegruppene enn 3x3 matrisene, men det er vanskeligere å lese ut av plottene de totale varestrømmene mellom regionene (Figur II).

⁵ Fylkenumre: (1) Østfold, (2) Akershus, (3) Oslo, (4) Hedmark, (5) Oppland, (6) Buskerud, (7) Vestfold, (8) Telemark, (9) Aust-Agder, (10) Vest-Agder, (11) Rogaland, (12) Hordaland, (14) Sogn & Fjordane, (15) Møre & Romsdal, (16) Sør-Trøndelag, (17) Nord-Trøndelag, (18) Nordland, (19) Troms, (20) Finnmark.

Tabell II. Totalt antall tonn transportert, antall tonnkilometer og gjennomsnittlig transportdistanse basert på summen av all transport med de tre transportmidlene lastebil, båt og tog, basert på tellinger og inndata til NEMO for estimerte verdier for γ for hver varegruppe.

	Matvarer	Fersk fisk	Ter-mova-rer	Trans-portmidler /maskiner	Diverse stykk-gods	Tømmer og trelast	Mineraler i stein-produkter	Kjemiske produkter	Malmer og metallav-fall	Flytende bulk	Frossen fisk	Sum
Tellinger (1000 tonn)	8 091	742	6 199	3 534	37 673	9 252	30 614	3 918	2 335	11 610		113 969
Inndata til NEMO (1000 tonn)	5 839	1 141	5 081	2 982	40 101	9 978	27 442	3 296	1 918	13 706	770	111 950
Tellinger (mill. tonnkilometer)	1 197	293	837	344	7 340	1 206	2 878	766	515	4 073		19 449
Inndata til NEMO (mill. tonnkilometer)	974	187	931	435	7 415	1 301	4 111	663	590	3 979	185	20 771
Gj.snittl. transp.dist (km) basert på tellinger (tonnkilometer/tonn)	148	395	135	97	195	130	94	195	221	351		171
Gj.snittlig transp.dist i km i NEMO (tonnkilometer/tonn)	167	164	183	146	185	130	150	201	308	290	240	186
γ	0,006	0,009	0,014	0,02	0,003	0,08	0,07	0,008	0,09	0,006	0,009	

TØI rapport 581/2002

Tabell III. OD-matriser basert på gravitasjonsmodell og tellinger med samlet transport for alle varegrupper (1000 tonn) mellom 3 regioner.

Alle varer Modell	Til-region				Andel regions- interne
	Fra-region	1	2	3	
Østlandet fylke 1-8 1	55 988	9 729	1 238	66 955	84 %
Vestl. fylke 9-15 2	7 413	21 577	1 229	30 219	71 %
Nord-Norge 3	1 881	2 064	11 132	15 077	74 %
Sum	65 282	33 370	13 599	112 251	
Andel regionsinterne	86 %	65 %	82 %		79 %
Telling	Til-region				
	Fra-region	1	2	3	
1	54 265	4 702	2 573	61 540	88 %
2	3 945	29 621	2 257	35 823	83 %
3	1 494	1 165	13 946	16 605	84 %
Sum	59 704	35 488	18 776	113 968	
Andel regionsinterne	91 %	83 %	74 %		86 %
100%* (Modelltelling)/ Telling	Til-region				
	Fra-region	1	2	3	
1	3.2	106.9	-51.9	8.8	
2	87.9	-27.2	-45.5	-15.6	
3	25.9	77.2	-20.2	-9.2	
Sum	9.3	-6.0	-27.6	-1.5	

TØI rapport 581/2002

Konklusjoner og forslag til videre arbeid

Resultatene viste at vi fikk godt samsvar mellom modell og data på nasjonalt nivå ved å kalibrere mot data på nasjonalt nivå. Videre evaluering mot 3x3 OD-matriser for transport mellom regioner i Norge viste at de relative avvikene hadde en størrelsesorden som tilsier at modellen har en nøyaktighet som for en rekke formål, f. eks vurdering kapasitetsutnyttelse på enkelte veglenker, ikke er god nok. Vi mener imidlertid at den nye versjonen er godt egnet for å analysere virkninger i OD-mønsteret og transportmiddelvalget av strategiske virkemidler (for eksempel avgifter eller kapasitetsendringer) eller endringer i andre inndata. Et annet bruksområdet oppstår dersom NEMO brukes sammen med Prognosemodellen for INterregional GODstransport (PINGO). En kort redegjørelse for dette er gitt i neste kapittel.

En videreutvikling av modellen med tanke på å bedre kalibreringsresultatet vil være å la nærdistribusjon og langtransport ha ulike kostnadsprofiler og/eller å inkludere flere transportmidler i modellen. Modellen kan finkalibreres for aktuelle områder eller man kan utvikle egne modeller for mindre geografiske områder.

Prognoser med PINGO og NEMO

Inndata til PINGO hentes fra nasjonale modeller som MODAG eller MSG, og transportkostnader på relasjoner og OD-matriser med de totale transportene av hver varegruppe i referanseåret fra NEMO.

PINGO (Ivanova, Vold and Jean-Hansen, 2002) fremstiller de totale OD-matrisene for hver varegruppe fra referanseåret 1999 med vekstrater for varetransportene mellom fylker som den beregner som en følge av eksogene forutsetninger om:

1. Demografiske endringer over tid.
2. Nasjonal økonomisk vekst
3. Endringer i handelen med utlandet
4. Endringer i transportnett på en eller flere lenker
5. Avgifter ved produksjon av varer, tjenester og/eller transport
6. Arbeidskraftsproduktivitet i produksjon
7. Lokalisering av spesielle typer produksjon
8. Subsidier og overføringer til konsumenter som kan være et viktig alternativ eller supplement for regioner med svakt inntjeningsgrunnlag fra produksjonsvirksomhet.

Inntekt gir grunnlag for konsum som danner grunnlag for produksjonsvirksomhet og sysselsetting, som kan ha innflytelse på den regionale utvikling og import til regionen. De fremskrevne OD-matrisene for de totale transportvolumene brukes som input til NEMO, der de fordeles på OD-matriser for forskjellige transportmidler.

Summary:

NEMO

Network model for freight transport within Norway and between Norway and other countries

Joint workgroup for transport analysis – NTP¹ provided financial support and engaged Institute of Transport Economics (TOI) to prepare the analytical part of the National Transport Plan for Norway 2006 – 2015 (NTP), by developing a new version of the network model for freight transport within Norway and between Norway and other countries (NEMO). SINTEF was subcontracted by TOI to do parts of the work. This report describes methods and data that were used to establish the new version of NEMO.

The new version of NEMO calculates the present volumes of 11 commodity groups transported on truck, boat and train in the different parts of the Norwegian transport network and between Norway and other countries. The model includes two STAN-databanks² with representative networks for the period around year 2000. One databank represents domestic freight flows, and one databank represents international freight flows from Norway to destinations in other countries (export) and into Norway from origins in other countries (import).

The transport network connects the zones. The zoning in the domestic part of NEMO is identical with the municipalities in Norway in 1999, i.e. 435 zones. The zones and network in the international part was based on the STEMM-network (Wahl et al., 1998) that was coupled with the Norwegian network in NEMO.

Transport from the mainland to the Continental plinth (mainly supply to the North Sea) and transport from the Continental plinth to municipalities on the mainland in Norway or zones abroad (mainly oil- and gas and pelagic fish) is not represented in NEMO. Neither is the transport to and from Svalbard (mainly coal). However, transport of commodities to the Continental plinth and Svalbard is represented in the model on the way to the last municipal-

ity until shipment to the Continental plinth. The part of the transport chains from the Continental plinth and Svalbard that takes place after unloading in municipalities on the main-land are also represented in the model.

NEMO is capable of calculating the short term effects of changed transport costs, and it can be used in combination with the model for prediction of regional- and interregional freight transport, PINGO (Ivanova, Vold and Jean-Hansen, 2002), for long term basic forecasts and effects of infrastructure changes, new taxes, new prices on commodities and services etc.

Based on experience so far, we have the impression that the new version of NEMO is suitable for:

- Extracting data for the number of tons transported and the number of tonne kilometres on national level and for transport flows within and between three aggregated domestic regions (Eastern part, Southern- and Western part and the Northern part) for the 11 commodity groups in the base year (1999). The model is also suited for extracting data at national level of the mode choice of each commodity group and the distribution of transport shares of each commodity group in different distance intervals.
- Analysing the effects of changed diesel fuel taxes on mode choice at national level and transport within and between the three domestic regions.
- Analysing the effects of reduced sea transport taxes on the mode choice.
- Analysing how a reorganisation of the port structure in the Oslo fjord affects transport users costs.
- Analysing how changed demand for Norwegian commodities in one or more abroad zones affects transport in the Norwegian transport network.
- Analysing how changed import to Norway affects transport in the Norwegian transport network.

Based on experiences, we have the impression that the uncertainty in the new version of NEMO is too large for most application at the municipality level. We have for

¹ Nasjonal Transport Plan 2006 - 2015

² STAN is an interactive software package for transport planning that is specially designed for national and regional strategic analysis and planning of multi modal freight transport (INRO, 2001).

instance that the model will be unsuitable for evaluating the effects of a toll cordon around the city of Fredrikstad. It will neither be suited for analysing capacity utilization on arbitrary road links.

Main structure

NEMO consists of four main elements:

- 1) A network that represents links and nodes in the infra structure for road, sea and rail.
- 2) Cost functions for freight transport.
- 3) Yearly freight flows between pairs of municipalities and between municipalities and other countries subdivided by 11 commodity groups.
- 4) Optimisation algorithms that find multi modal transport routes that minimises the sum of the total transport cost in the transport network.

The reference year is 1999, but it is possible together with PINGO (Ivanova, Vold and Jean-Hansen, 2002) to forecast freight flows in any future year.

NEMO National sub model International sub mo-

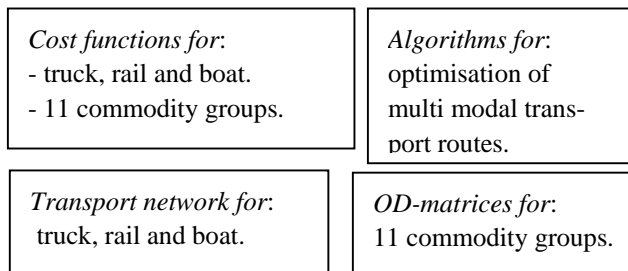


Figure I. Schematic view of NEMO
TØI report 581/2002

Commodity groups

The old version of NEMO was based on a subdivision of all commodities in only four commodity groups. There were several reasons to define of a more refined set of commodity groups in the new version of NEMO. We choose 10 commodity groups based on the requirements (1) that commodity groups represents output from corresponding businesses, which makes them interesting to analyse from model users point of view, (2) that the collection of commodities within each commodity group should have approximately the same requirements for transport quality (and thus transport costs), (3) that available data are sufficient to construct OD-matrices for the

commodity groups, and (4) that the shares of the commodity groups that are produced should vary little among the municipalities. The commodity groups are:

1. Food
2. Fish (fresh)
Fish (frozen)
3. Thermo
4. Vehicles/machinery
5. General cargo
6. Timber and wood ware
7. Minerals in stone products
8. Chemical products
9. Metals and ore
10. Bulk commodities (liquid)

Both the domestic and international part of NEMO includes commodity- and transport specific cost functions for the 10 commodity groups, where the commodity group Fish can be split in two groups. We operate 10 commodity groups when we discuss statistical data, where fish is not split in fresh and frozen good. If fish is split, then fresh and frozen fish becomes commodity groups 2 and 11, respectively.

We consider the grouping to be convenient for many purposes. It is our opinion that the groups are relevant for many application purposes. Food, fish, thermo (food that require cooling or freezing while transported), and liquid bulk are all commodities with special requirements for transport quality. Chemical products and liquid bulk are both commodities that are classified as dangerous goods.

Our statistical data sources group commodities at a more disaggregated level than our 10 commodity groups but differently. Thus, it has been necessary to classify the commodities in each data source according to the NEMO-commodities.

Cost functions

The cost functions in the domestic and international NEMO is defined within the respective STAN-databanks. NEMO calculates the system optimal (SO) multi modal transport routes between pairs of municipalities or municipalities and zones in other countries on the basis of the cost functions.

A cost function expresses the commodity owner's total costs of transporting the commodity on a network link or loading, unloading and reloading in terminals between an origin and a destination. We have split these costs in two components:

- Operative costs (the transport operators time- and distance dependent costs and costs of load, unload and reload).

- Qualitative costs (commodity owners non-operative qualitative costs of delays, transport time, waiting time, degradation for fresh food and costs that represents how suitable the transport modes are for the different commodity groups).

The structure of the cost functions in both the domestic and international part of the new version is similar to the structure that is used in the Swedish model (Lundin, 1998 and 1999). But we have made some changes in order to adapt the functions to Norwegian conditions. Data for operative costs were collected from existing sources, whereas a special terminal cost survey was accomplished as part of the project to quantify costs of load, unload and reload in terminals (Lervåg et al., 2001).

Truck

The distance dependent cost for domestic truck transport is based on the estimates from Statistics Norway that were published in the report *Energy use and emission to air from transport in Norway 97/7*, from the *SIKA-report 5/1999* and the Public Roads Administration, whereas time costs for the commodity groups for truck transport is based on the Estimated lorry cost index and Survey of lorry transport in Norway from 1998-2000 (Statistics Norway).

Transport prices for truck were obtained from the Survey of lorry transport in Norway, obtained by Statistics Norway, that includes information about paid price per trip, where prices include operative costs, time dependent costs, and terminal costs.

Comparison of the average prices with the sum of time and km dependent operative costs from the cost functions (minus reload and tolls), demonstrated that the cost level in the cost functions and the transport prices co-varied quite well.

The distance dependent cost for trucks in other countries for the part of the trip that goes from the origin to the border and vice versa, were calculated on the basis of data from the Survey of lorry transport in Norway (Statistics Norway). The time dependent cost per tons per hour, for transport to and from other countries is considerably lower than for domestic transport, which could be explained by greater time of operation, greater average cargo per trip and higher average speed.

Boat

In order to calculate the distance- and time dependent costs for domestic transport by boat, we used maritime statistics for 1993 (Statistics Norway) to determine the shares of each commodity group that were transported with the different types of ships. We assumed that the shares have not changed from 1993 until 1999. The

shares and operative costs for each ship type were used to calculate the transport costs for each commodity group.

The time dependent cost for domestic transport by boat is based on yearly accounts for domestic hired transport in Norway that Statistics Norway published yearly in Maritime statistics until 1996. After 1996, the only information we have is for the cost components for the total domestic transport by boat from National accounts.

Data for the costs of transport that is operated by the production sectors themselves are part of the internal accounts for each company, which are not available. However, of the 357 active ships in domestic transport there were only 16 ships that were operated by the production sectors themselves, which means that we do not introduce any large error by applying cost data for hired transport to all domestic transport by boat.

Data for international transport by boat were scarce. Construction of cost functions for international ferries was based on transport prices for 1999 from Official time and route tables for passenger transport in and to and from Norway. For liner trade (regular transport by boat between harbours in Norway and other countries) there was neither access to transport costs or prices or average load per trip. To deal with this, we have used distance- and time dependent costs from the first international part of NEMO (Madslie et al. 2000), but costs are adapted to the new commodity groups.

From the Foreign Trade Statistic, we have information about imported and exported tons, where ship or ferry was used while crossing the Norwegian border. Together with actual taxes from The National Coast Administration and "St.prp.nr.1" (2000-2001) from Ministry of Fisheries and a division of taxes on sum import and export, we obtained an average tax per tonne transported to and from Norway that we have put on the last network link in to the port for import, and the first link out of the port for export.

Rail

We calculated average distance dependent costs for domestic and international freight transport by rail. There is no available data, however, for the share of the rail capacity that is used when the different commodities are transported³. To circumvent this problem, we used data from for road goods transport for 1998-2000 (Statistics Norway) for the capacity that is used for the different commodities for respectively domestic transport that are longer than 300 kilometres and international transport, and adjusted the cost components accordingly. We were now in a position to calculate the distance dependent

³ The capacity is measured as commodity weight per trip as the share of the vehicles carrying capacity

costs based on the commodities share of all rail transport and the total energy- and diesel consumption for freight rail in 1999 from the energy accounts of Norwegian Railway Company (NSB).

With the exception of container transport, we have that NSB Freight must pay an infrastructure charge to the Norwegian National Rail Administration. The infrastructure charge is based on the amount of cargo and the weight of the vehicles. The Infrastructure charge is calculated such that it becomes an average cost, independent of commodity group, 0.012 NOK/tonnekm that is added to the distance dependent costs.

The time dependent cost for rail is calculated on the basis of transport prices by subtracting the distance dependent cost from the transport prices minus the largest discount. This is not a very satisfactory method, since the profit in this case becomes part of the time dependent cost component. However, according to company accounts for NSB Freight it is not unreasonable to assume zero profit.

Reload costs

Domestic- and international operative costs for reload are based on a terminal cost survey accomplished by Lervåg et al (2001), where reload costs subdivided on general cargo and load units are estimated.

Generally the reload costs for NEMO-commodities that can be classified as bulk commodities are set at the reload cost for load units and the reload cost for other NEMO-commodities is set at the average of the reload cost for load units and general cargo. We also have some commodity specific corrections, e.g., somewhat higher costs for commodities that contain dangerous goods.

Calculations of the operator's time dependent costs for vehicles that are in the terminal are based on the assumption that load and unload are equally time consuming.

Quality cost (non-operative costs)

The quality costs describe characteristics of a transport service that may affect the choice of transport mode(s). This includes information about the risk of delays on links at the border and in terminals, which were obtained from the Swedish model, and estimates on transport frequencies (per week) for the available transport modes, which were obtained from Lervåg et al. (2001).

The quality costs also includes capital costs for commodities that are transported, where commodity value per tonne were obtained from the Foreign Trade Statistics 1999. We have also added depreciation costs for the commodity groups: fresh fish and thermo good that represent the value loss with respect to time for these com-

modities. The same quality costs were used in the domestic and international parts of NEMO.

Parameters for appropriateness

The operative costs on network links in both the domestic and international part of NEMO were multiplied by a mode- and commodity specific constant that represents elements that affects the mode choice that are not represented within other elements in the cost functions (e.g. appropriateness). This parameter was used for calibration such that the mode specific shares of the total transport of a commodity in NEMO resembled the corresponding shares in the domestic counts and the Foreign Trade Statistic.

OD matrices for the base year (1999)

Basic data were gathered and represented as OD matrices for each commodity group with respective transport volumes. The domestic OD-matrices of NEMO was based on basic data for production, input factors to production, commodity trade and consumption. The data were organised for representation of total transport of each commodity group within, into and out of every municipality in Norway in the base year 1999. The data were further used in a gravity model in order to assess OD-matrices for total transport of all commodities between senders and receivers.

As the OD-pattern for foreign trade is already present as part of the Foreign trade statistic, it was much easier to establish OD-matrices for the international part of NEMO.

The OD-matrices are defined such that we avoid any double counting when the OD matrices for domestic and international trade are merged. The OD-matrix for domestic transport contains transport between all pairs of municipalities in Norway. This includes transport of imported commodities from the place where custom is paid and further into the Norwegian transport network.

OD matrices for international transport contain export from the municipalities where the commodities are produced and import from other countries to the place where custom is paid in Norway, where 42 zones represent other countries.

The OD-matrices for domestic transport do not contain transport in the Norwegian transport network from producers and out of the country and neither import before custom is paid. However, much export from Norway is send directly by boat and transport to the place where custom is paid is minor compared to the total transport in Norway. Thus the domestic OD-matrix is considered

representative for transport between municipalities in Norway.

Domestic

The domestic OD-matrices were based on basic data from Agricultural Counts and –Statistics (Statistics Norway), Manufacturing statistics, Statistics Norway, Statistics on the trade industry, Statistics Norway, (subdivided on wholesale and retailers) and the Household Expenditure Surveys, Statistics Norway, for 1999. The statistics contain data for production, buy and sell of commodities and consumption. Most of the data are given in terms of values for the 11 NEMO commodities. The values must be transformed to tons in a way that gives an unambiguous picture of the transport of each commodity group between and within each of the 435 municipalities in Norway and between Norway and other countries.

We have no detailed information that can be used to quantify the shares of domestically transported fresh- and frozen fish. To subdivide transport of fish in transport of fresh- and frozen fish, we used information from the Foreign Trade Statistic supplemented by information from the Directorate of Fisheries.

We use information from the statistics for industrial production, wholesale, retailers, consumption, import and export for all municipalities in order to assess the value of the commodity flows into, within and out of the municipalities in 1999. The Manufacturing statistics, Statistics Norway, includes data that were used to determine a conversion factor from value to tons. The Manufacturing statistics, Statistics Norway, contains:

- Production value for industrial products
- Sales value of industrial products
- The cost of inputs that are used in industrial production
- Sales value of traded commodities that the industries sell
- Purchase value of traded products that the industries sell

where the units are NOK (VAT not included) for 1999 and classified according to NSTR/2.

The Statistics on the trade industry, Statistics Norway, contain data for the sales value for sales from establishments in the trade industry in different sectors in 1999. The establishments in the trade industry are mainly subdivided in wholesale, agency and retailers, where we have merged agency trade with retailers.

The prices we have determined with the conversion factors are used as a starting point for wholesale and retailers. The calculations are adjusted for all commodities such that Sum In (all commodity trade) + Sum inter-

nal (commodities bought and used in the municipalities by production sectors and consumers) equals Sum out (commodity sale from establishments in the trade industry and producers), where Norwegian export and import it is accounted for.

We set the consumption in the municipalities (Sum internal) at the ton volume that is consumed by the population, companies and public sectors in the municipalities. The private consumption is calculated in a separate calculation based on data from the Household Expenditure Surveys, Statistics Norway for households and national accounts for private consumption.

We see from Table I that there is direct trade between retailers and producers (food and chemical products) of 1 million tons and also a significant direct buy from wholesalers (28.8 million tons).

International

OD-matrices for transport (tons) between counties in Norway and other countries is obtained from the Foreign trade statistic for 1999 (Statistics Norway). The elements in the OD-matrix represents transport from the county where the producers are located in Norway to destinations in other countries and from origins in other countries to the first place of custom declaration in Norway. The commodity groups for import is the same as for domestic transport and export, except that imported fish is not subdivided in fresh and frozen good⁴.

Calibration data

The data we used for calibration of NEMO includes the Survey of vessels in coastal trade in Norway and the Survey of lorry transport in Norway (Statistics Norway), and some figures for transport flows between relations for rail.

The Survey of lorry transport contains registered data from trips for a sample of trucks. These counts are scaled to represent total truck transport between municipalities in Norway. The counts were made yearly since 1993, and we have used information from all the counts from the period 1993–2000, but scaled to match the total level in 1999.

The Survey of vessels in coastal trade in Norway (Statistics Norway, 1995) do only contain data for spot trade on the coast, and is used together with the counts for loads in the regular service that were collected by MARINTEK.

⁴ The majority of import of fish to Norway is transported with fishing boats to ports in Norway, whereas truck is major transport mode for export of fresh fish.

Table I. Commodity trade account for all NEMO-commodities for 1999 according to calculations on the basis of production statistics (Statistics Norway), population in the municipalities, the Households Expenditure Surveys and Statistics on the trade industry, Statistics Norway, (Continental plinth is not included)

NEMO commodity	In-dust. input	Indust. commodity				Sum Export in	Private Consumption	Indust. Buy	Sum internal	Indust. production	Sale from indust.	Sale from whole-salers	Agriculture, forestry and fish		Sum out	Difference sum in + sum internal – sum out	
		buy	Wholesale	Retailers direct	buy								Sale from forestry	Import			
Food	0,4	0,1	3,1	0,5	0,1	4,2	3,4	0,5	3,9	1,9	0,1	0,0	3,7	1,2	1,1	8,1	0,0
Fish	0,4	0,1	2,4	0,0	1,7	4,6	0,1	1,8	1,9	0,8	0,1	2,5	0,0	2,8	0,3	6,5	0,0
Thermo	3,5	0,5	1,5	0,0	0,1	5,6	0,2	1,0	1,3	2,4	0,4	0,9	0,0	2,7	0,5	6,9	0,0
Vehicles /machinery	1,0	0,1	2,8	0,0	0,3	4,1	0,2	2,5	2,7	2,9	0,1	1,8	0,9	0,0	1,0	6,8	0,0
General cargo	9,6	1,7	30,9	0,0	8,8	51,0	4,5	19,1	23,6	29,8	1,8	11,9	23,9	0,6	6,6	74,6	0,0
Timber and wood ware	3,9	0,3	9,6	0,0	0,9	14,7	0,0	5,2	5,2	4,7	0,3	4,3	0,2	7,1	3,4	19,9	0,0
Minerals in stone products	7,5	0,3	0,0	0,0	15,8	23,6	0,0	16,2	16,2	32,8	1,6	0,0	0,0	0,0	5,4	39,8	0,0
Chemical products	2,4	0,4	0,8	0,6	9,4	13,6	0,9	0,5	1,4	9,8	0,4	0,0	1,4	0,0	3,4	15,0	0,0
Metals and ore	2,8	0,1	2,1	0,0	0,6	5,7	0,0	6,1	6,1	5,2	0,1	1,9	0,0	0,0	4,6	11,8	0,0
Bulk commodities (liquid)	5,0	0,0	12,5	0,0	4,4	21,9	6,0	3,2	9,2	8,0	0,0	5,5	11,9	0,0	5,7	31,1	0,0
All commodities	36,6	3,5	65,9	1,0	42,0	149,0	15,5	56,1	71,6	98,4	5,0	28,8	42,0	14,4	32,0	220,6	0,0

TØI report 581/2002

NSB Freight provided a dataset that were based on accounts for 2001 for transported units (i.e., not subdivided by commodity group). NSB Freight has the experience that there has only been a marginal change in structure and volume from 1999 to 2001. We used data from the transport operator Linjegods to obtain some knowledge of the commodity shares. The data are not grouped according to the NEMO commodity groups, but were transformed to match NEMO commodity groups. Linjegods send approximately 20% of all the containers and is probably the most representative customer with respect to the commodity mix in the containers.

Method of matrix balancing and calibration

To generate OD-matrices for the commodity groups for domestic transport, we used model input for total transport of the commodities into and internal in the municipalities B_j , and out of the municipalities A_j , and transport costs c_{ij} from the cost functions for transport between all municipalities in a gravity model to generate OD-matrices for the commodity groups.

The gravity model that was used to generate the OD-matrices for the commodity groups with elements t_{ij} for all pairs of municipalities, ij solves the system of equations

$$t_{ij} = \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(\gamma \cdot c_{ij}(\mathbf{p})) \quad \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} = A_j \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} = B_i \quad \forall i$$

which consist of $n+n+n*n$ equations with the same number of unknowns, i.e., balancing parameters $\alpha_i, i = 1, \dots, n$, and $\beta_i, i = 1, \dots, n$ and elements in the OD-matrix $t_{ij}, ij = 1, \dots, n$, where $n = 435$ (the number of municipalities).

The transport costs between every pair of municipalities, c_{ij} are calculated by running STAN with an arbitrary OD-matrix as input. The reason why this works is because there are no capacity limits and hence no delays in the real network representation and because STAN assign all transport of a commodity groups between two zones to the cheapest route, i.e., the transport is not distributed to different routes. Consequently, the transport costs per ton for a commodity

group are independent of which OD-matrix that is used as input.

The transport internal to the municipalities is considered to be the most uncertain since internal transport is to a greater degree influenced by transport with smaller cars that are not part of the Survey of lorry transport. Thus, for calibration of the OD-pattern in the model, we choose to consider no internal transport in model and accordingly that data for comparison include no counts for internal trips.

The first stage of the calibration process was to make sure that there is coherence between costs that are generated in the model and actual transport prices. Then, we considered to what degree the data from counts and official transport indicators resembled the mode specific OD-matrices we get when the OD-matrices for total transport generated by the gravity model are used as input to NEMO.

We reduced the deviation between the data from counts and the OD-matrices from the gravity model, and data and the mode choice shares we obtain while we use OD-matrices from the gravity model as input to NEMO, by calibrating the commodity- and mode specific coefficients in the cost functions and parameters γ_i in the gravity model for every commodity group i .

Calculations with NEMO in the base year were evaluated by comparison of results from the calibrated model and data we have calibrated against (Table II). The pattern is similar, but there are of course variations that are possibly caused by weaknesses in both model and the data.

To evaluate the gravity model and NEMO at a more disaggregated level, we compared 3x3 OD-matrices for the commodity groups for all transport between zones that subdivide Norway in three regions (Eastern part of Norway, county number⁵: 1-8, Southern- and Western part of Norway county number: 9-15, and Northern part of Norway county number: 16-20).

If the 3x3 OD-matrices for the commodity groups is summed, then we get a 3x3 OD-matrices for all freight transport between and within the regions (Table III).

It is noticed that 79% of the transport is internal to the regions. This is not unreasonable in light of the relatively large regions. Over 50% of all transport has origin or destination in the Eastern part of Norway. The relative deviation is in general larger on relations where there is little transport.

⁵ County numbers: (1) Østfold, (2) Akershus, (3) Oslo, (4) Hedmark, (5) Oppland, (6) Buskerud, (7) Vestfold, (8) Telemark, (9) Aust Agder, (10) Vest Agder, (11) Rogaland, (12) Hordaland, (14) Sogn & Fjordane, (15) Møre & Romsdal, (16) Sør-Trøndelag, (17) Nord-Trøndelag, (18) Nordland, (19) Troms, (20) Finnmark.

Table II. Total amounts (tons) transported, total tonne kilometres and average transport distance based on the sum of all transport with the three transport modes truck, boat and train, based on counts and input data to the new version of NEMO

	Food	Fresh fish	Thermo	Vehicles /machinery	General cargo	Timber and wood ware	Minerals in stone products	Chemical products	Metals and ore	Bulk com- modities (liquid)	Frozen fish	Sum
Counts (1000 tons)	8 091	742	6 199	3 534	37 673	9 252	30 614	3 918	2 335	11 610		113 969
Input to NEMO (1000 tons)	5 839	1 141	5 081	2 982	40 101	9 978	27 442	3 296	1 918	13 706	770	111 950
Counts (mill. tonnekm)	1 197	293	837	344	7 340	1 206	2 878	766	515	4 073		19 449
Input to NEMO (mill. tonnekm)	974	187	931	435	7 415	1 301	4 111	663	590	3 979	185	20 771
Average transport distance (km) based on counts (tonnekm/tons)	148	395	135	97	195	130	94	195	221	351		171
Average transport distance from NEMO (tonnekm/tons)	167	164	183	146	185	130	150	201	308	290	240	186
γ	0,006	0,009	0,014	0,02	0,003	0,08	0,07	0,008	0,09	0,006	0,009	

TØI report 581/2002

Deviation that are larger than 100% is of course large, and demonstrates that even if we have calibrated the model such that the total number of tons transported, the total number of tonne kilometres and the overall shares of the total transport that are transported with the available modes is close to corresponding quantities from the counts, there is no guarantee that there is resemblance on a more disaggregated level.

Table III. OD-matrices based on gravity model and counts with total transport for all commodity groups (1000 tons) between 3 regions.

All commodities Model	To-region				Share of trips internal to the regions-	
	From-region	1	2	3		Sum
Eastern part of Norway county 1-8	1	55 988	9 729	1 238	66 955	84 %
Southern and Western, county 9-15	2	7 413	21 577	1 229	30 219	71 %
North of Norway, county 16-20	3	1 881	2 064	11 132	15 077	74 %
Sum		65 282	33 370	13 599	112 251	
Shares of trips internal to the regions		86 %	65 %	82 %		79 %
Counts	To-region					
From-region	1	2	3	Sum		
1	54 265	4 702	2 573	61 540	88 %	
2	3 945	29 621	2 257	35 823	83 %	
3	1 494	1 165	13 946	16 605	84 %	
Sum	59 704	35 488	18 776	113 968		
Andel regionsinterne	91 %	83 %	74 %		86 %	
100%* (Modelcounts)						
Counts	To-region					
From-region	1	2	3	Sum		
1	3.2	106.9	-51.9	8.8		
2	87.9	-27.2	-45.5	-15.6		
3	25.9	77.2	-20.2	-9.2		
Sum	9.3	-6.0	-27.6	-1.5		

TØI report 581/2002

To calibrate the International part of NEMO we estimated mode- and commodity specific constants such that the mode choices calculated with NEMO were similar to the mode choices derived from the Foreign Trade Statistic.

STANs graphical presentation module gives an alternative and a lot more detailed view of the commodity flows for each of the commodity groups than a 3x3 OD-matrix, but it is more difficult to read the total commodity flows between pairs of regions (Figure II).

Conclusions and suggestions for future work

The results demonstrated that model and data were coherent at national level. Further evaluation with 3x3 OD-matrices for transport between regions in Norway, demonstrated that the relative deviations were in an order of magnitude that indicate that the prediction power is not satisfactory for analyses of for instance capacity utilization on single road links. We have the opinion, however, that the new version is well suited for analysing effects of strategic measures (for instance taxes or capacity changes) or the effects that changes in other input data have on the OD-pattern and the mode choices. Another area of application is addressed if NEMO is used together with the model for prediction of regional- and interregional freight transport (PINGO). A short description of the latter is found in the next chapter.

Distinct cost profiles for short and long trips and/or more transport modes would possibly improve the calibration results. It is also an option to tune the model to fit data for specific areas or one could develop separate models for regional and local areas.

Forecasts with PINGO and NEMO

Input data to PINGO can be obtained from national models like MODAG or MSG, and transport costs and OD-matrices with total transport of every commodity group in the base year from NEMO.

PINGO (Ivanova, Vold and Jean-Hansen, 2002) forecasts the total OD-matrices for each of the NEMO-commodities in terms of growth rates for the commodity flows between all pair of counties. Calculation of the growth rates are based on assumptions about:

1. Demographic changes with time.
2. National economic growth.
3. Changes in the trade with other countries
4. Changes in the transport network on one or more links.
5. Taxes on produced goods, services and/or transport.
6. Work force endowments in the counties.
7. Location of special types of production.
8. Subsidies and transfers to consumers (Income from transfers gives a basis for consumption which gives a foundation for production and employment, which may have influence the regional development and import to the region).

The projected OD-matrices are used as input to NEMO, where the OD-matrices for the total transport volumes are subdivided on mode specific OD-matrices.

Innhold

Sammendrag	I
Summary	i
1 Introduksjon	1
1.1 Hovedstruktur i NEMO	2
1.2 Kapitlene i rapporten	3
2 Varegrupper	6
2.1 Prinsipper for varegruppeinndeling	6
2.2 Kombinasjoner av prinsipper.....	7
2.3 Varegruppering i NEMO	8
3 Metoder og data i NEMO	10
3.1 Soner og transportnettverk.....	10
3.2 Kostnadsfunksjoner for hver varegruppe	11
3.2.1 Operative kostnader på lenker og noder	12
3.2.2 Kvalitetskostnader på lenker og noder	14
3.2.3 Egnethet på transportlenkene.....	16
3.3 Matrisebalansering og kalibrering	16
3.3.1 Matrisebalansering med gravitasjonsmodell.....	16
3.3.2 Kalibrering	17
3.3.3 Evaluering	18
4 Inngangsdata til NEMO	20
4.1 Data i kostnadsfunksjoner	20
4.1.1 Operative kostnader i innenlandsk vegtransport	22
4.1.2 Operative kostnader i utenlandsk vegtransport	24
4.1.3 Operative kostnader for innenriks sjøfart.....	24
4.1.4 Operative kostnader for riksvegfergene.....	27
4.1.5 Operative kostnader for utenriksfergene	28
4.1.6 Linjefart og utenriks bulktransporter	28
4.1.7 Data for jernbanetransporter.....	29
4.1.8 Operative kostnader for omlasting mellom transportmidler	30
4.1.9 Kvalitetskostnader	32
4.1.10 Egnethet	34
4.2 Data for transportvolumer.....	35
4.2.1 Produksjon	36
4.2.2 Varehandel og privat konsum	38
4.2.3 Data for varebalanser i kommunene.....	40
4.2.4 Varebalanser for hver Nemovare.....	43
4.2.5 OD-matriser til den nasjonale delmodellen	54
4.3 Inngangsdata for beregning av OD-matriser for transport til og fra utlandet	55
4.3.1 Eksport	56
4.3.2 Import	57
4.3.3 Korrigeringsfaktorer fra netto- til bruttovekt	58
5 Data til kalibrering av NEMO	60
5.1 Data for lastebiltransport mellom kommuner i Norge.....	60
5.2 Data for sjøtransport mellom kommuner i Norge	63
5.3 Data for togtransport mellom regioner	65
6 Kalibrering og evaluering av NEMO	68
6.1 Innenlandsk delmodell.....	68
6.2 Internasjonal delmodell	74

7 Konklusjoner	79
7.1 Oppsummering	79
7.2 Videre arbeid	80
7.2.1 Differensierte kostnadsprofiler	80
7.2.2 Forbedret kalibreringskriterium	80
7.2.3 Kalibrering på detaljert nivå	81
7.2.4 Transport til og fra Kontinentalsokkelen	81
8 Prognoser med PINGO og NEMO	82
Referanser.....	83
Vedlegg 1	89
Varer i varegrupper og videre inndeling av fiskeprodukter	89
Vedlegg 2	92
Varergruppering i henhold til NST/R(2), CPA, SITC og NACE/Clio	92
Vedlegg 3	93
Regionale matriser for hver varegruppe – 3 regioner	93

1 Introduksjon

Ingebrigtsen et al. (1997) beskriver arbeidet med å etablere den første versjonen av den nasjonale nettverksmodellen for godstransport (NEMO), der basisåret er et gjennomsnitt av årene 1993-1995. Som en del av forberedelsene til arbeidet med Nasjonal transportplan 2006 – 2015 ga *Tverretattlig prosjektgruppe for transportanalyser* i april 2001 TØI, med SINTEF som underleverandør, i oppdrag å oppdatere og videreutvikle NEMO med basisår 1999.

I denne rapporten beskriver vi hvordan metoder og data ble brukt i arbeidet med å etablere den nye versjonen av NEMO. Vi presenterer også resultater på ulike aggregeringsnivå som viser samsvaret mellom transportstrømmer basert på transportmiddelsesifikke tellinger og tilsvarende transportstrømmer beregnet med NEMO i basisåret. Den nye versjonen av NEMO beregner dagens transportvolumer for 11 varegrupper på lastebil, båt og tog mellom parvise kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet. Transport fra fastlandet til Kontinentalsokkelen (fortrinnsvis supply til Nordsjøen) og transport fra Kontinentalsokkelen til ilandføringskommuner i Norge eller utenlandssonene (fortrinnsvis olje- og gass og pelagisk fisk) er ikke med i modellen. Det er heller ikke transport til og fra Svalbard (fortrinnsvis kull). Det er allikevel slik at transport av varer til Kontinentalsokkelen og Svalbard er med i modellen frem til siste kommune før de sendes til Kontinentalsokkelen. Også den videre transporten av varer fra Kontinentalsokkelen og Svalbard fra ilandføringssteder i Norge er med i modellen.

NEMO kan beregne kortsiktige virkninger av endringer i transportørens distanse- og tidsavhengige kostnader og vareeiers kvalitetskostnader, der kostnadsendringene kan komme som en konsekvens av endrede priser eller endringer i transportinfrastrukturen. På lengre sikt vil effekten av kostnadsendringer også påvirke de totale OD-matrisene for hver varegruppe. De totale OD-matrisene påvirkes også av endringer i befolkningssammensetning i kommunene og økonomisk utvikling. NEMO kan ikke alene beregne langsiktige effekter, men i kombinasjon med Prognosemodellen for interregionale og regionale godstransporter, PINGO (Ivanova, Vold og Jean-Hansen, 2002) kan den brukes for å beregne mer langsiktige basisprognoser og virkninger av tiltak (Figur 1.1).

Påliteligheten til NEMO på ulike detaljeringsnivåer er avgjørende for hvilke problemstillinger NEMO er egnet til å analysere. I denne rapporten evaluerer vi påliteligheten til NEMO ved å sammenligne beregninger med modellen og data fra transportmiddelsesifikke tellinger på nasjonalt nivå og et nivå der vi deler transportstrømmene innen og mellom tre innenlandske regioner (Østlandet, Sør- og Vestlandet og Nord-Norge). Evalueringen viste at det var relativt god overensstemmelse mellom modell og data disse aggregeringsnivåene. Det er imidlertid usikkert hvor god modellen mer detaljerte aggregeringsnivåer. Videre evaluering og bruk av modellen kan gi oss innsikt i hvor detaljert vi kan bruke modellen.

Dersom vi ønsker bedre nøyaktighet på et detaljeringsnivå kan det være aktuelt å finkalibrere modellen for hele eller deler av det geografiske området modellen i dag dekker.

Basert på erfaringer så langt mener vi at den nye versjonen av NEMO vil være egnet til:

- Å trekke ut data for utkjørte tonn og tonnkilometer på nasjonalt nivå og et nivå der vi deler transportstrømmene innen og mellom tre innenlandske regioner (Østlandet, Sør og Vestlandet og Nord-Norge) for de 11 varegruppene i basisåret (1999). Modellen er også egnet til å trekke ut data for transportmiddelfordelingen for hver varegruppe og distansefordelinger som viser hvor store andeler av hver varegruppe som faller inn i ulike distanseintervall i basisåret.
- Å analysere virkninger på transportmiddelfordelingen på nasjonalt nivå og innen og mellom de tre innenlandske regionene ved endret dieselasgift.
- Å analysere hvor mye overgang til sjøtransport man får ved å redusere avgiftene ved sjøtransport.
- Å analysere endringer i transportbrukernes kostnader ved en omorganisering av havnestrukturen i Oslofjorden.
- Å analysere virkningen i det norske transportnettverket av endret etterspørsel etter norske varer i en eller flere av utenlandssonene som er representert i NEMO.
- Å analysere virkningen i det norske transportnettverket av endringer i import til Norge fra en eller flere av utenlandssonene.

Basert på erfaring mener vi også at usikkerheten i den nye versjonen av NEMO vil være for stor for de fleste formål på kommunenivå. Modellen vil for eksempel være lite egnet for å vurdere effektene av en bomring rundt Fredrikstad. Den vil heller ikke egne seg for å analysere kapasitetsutnyttelse på enkelte veglenker.

1.1 Hovedstruktur i NEMO

I NEMO inngår fire hovedelementer (Figur 1.2):

1. Et nettverk som representerer lenker og noder i infrastrukturen for veg, sjø og jernbane.
2. Kostnadsfunksjoner som representerer kostnader knyttet til godsframføring.
3. OD-matriser for årlige godsstrømmer mellom par av kommuner og mellom kommuner og utlandet fordelt på 11 aggregerte varegrupper.
4. Optimaliseringsalgoritmer som sikrer at den transportløsningen som velges minimerer summen av de samlede transportkostnadene i systemet.

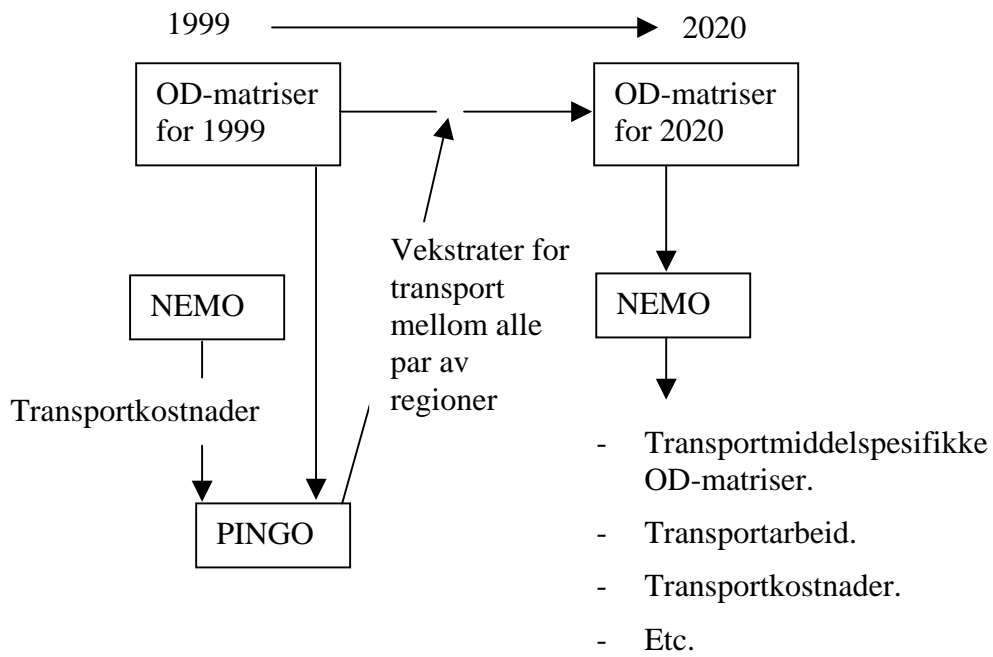
NEMO er implementert i to STAN-databanker¹ med representative nettverk for tidsrommet rundt år 2000. En databank representerer innenlandske godsstrømmer (Innenlandsdel), og en databank representerer godsstrømmer ut av Norge og land som mottar og sender varer fra og til Norge (Utenlandsdel). I både Innenlandsdelen og Utenlandsdelen er det varespesifikke kostnadsfunksjoner for 10 varegrupper, der varegruppen fisk kan splittes i to grupper slik at det i alt blir 11 varegrupper. Som input til modellen brukes OD-matriser for all transport av hver varegruppe mellom kommuner innenlands og OD-matriser for all transport av hver varegruppe til og fra Norge.

Som en del av NEMO har vi etablert slike OD-matriser for basisåret 1999 på grunnlag av tilgjengelige data for produksjon, transport og handel av de 11 varegruppene. For hver varegruppe fordeles tilhørende OD-matriser i NEMO's transportnettverk ved hjelp av kostnadsfunksjoner på en måte som miniméerer de totale transportkostnadene i transportsystemet. Kostnadsfunksjonene defineres særskilt for hver kombinasjon av varegruppe og transportform, og representerer de kriteriene som bestemmer hvordan produktene forflyttes i transportsystemet. NEMO beregner transportvolumer og transportmiddelfordeling i ulike deler av transportnettverket. Blant annet sammenligner vi OD-matrisene for all transport av hver varegruppe og den overordnede transportmiddelfordelingen fra NEMO mot tilsvarende OD-matriser basert på transportmiddelspesifikke tellinger.

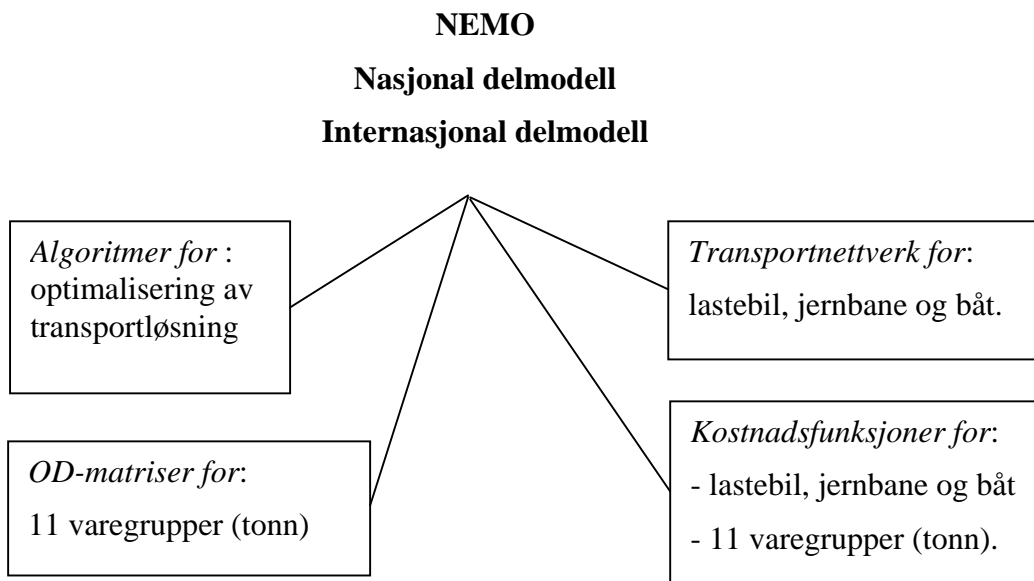
1.2 Kapitlene i rapporten

I Kapittel 2 beskriver vi innholdet i varegruppene vi har valgt og hvordan vi kom frem til denne varegruppeinndelingen. Vi tok blant annet hensyn til varenes verdi, krav til transportkvalitet og tilgjengelige statistikker. Fordi de tilgjengelige statistikker i stor grad har sammenfall mellom varer og næring, var det bare i begrenset grad mulig å ta hensyn til andre kriterier slik som varenes verdi og behovet for transportkvalitet. I Kapittel 3 forklarer vi metodene og nødvendige data for å komme frem til et ferdig modellsystem, mens Kapittel 4 inneholder en beskrivelse av grunnlagsdata og hvordan grunnlagsdata ble bearbeidet for bruk i arbeidet med å ferdigstille modellsystemet. Kapittel 5 viser samsvaret mellom data fra tellinger og offisielle transportindikatorer for transportstrømmer og tilsvarende transportstrømmer beregnet med NEMO i basisåret 1999 på ulike aggregeringsnivå. Konklusjonen i Kapittel 6 oppsummerer resultatene fra kalibreringen av modellen. På grunnlag av resultatene diskuterer vi sterke og svake sider ved modellsystemet, vi gir en indikasjon på nøyaktigheten i modellen på ulike aggregeringsnivå og derav hvilke oppgaver modellen er mest egnet til å analysere. Kapittel 7 beskriver hvordan NEMO kan brukes i kombinasjon med PINGO (Ivanova og Vold, 2001) for å beregne prognoser for transportstrømmer.

¹ STAN er en interaktiv programpakke for transportplanlegging spesielt designet for nasjonal og regional strategisk analyse og planlegging av godstransport med omlasting mellom transportmidler for et utvalg varegrupper.



Figur 1.1. Skjematisk representasjon av koblingen mellom NEMO og PINGO.
TØI rapport 581/2002.



Figur 1.2. Skjematisk representasjon av NEMO.
TØI rapport 581/2002.

2 Varegrupper

En viktig problemstilling er hvilke varegrupper vi skal bruke i godsmodellene. I dette kapitlet beskriver vi varegruppeinndelingen i første versjon av NEMO og forklarer hvilke hensyn vi måtte ta da vi lagde varegruppeinndelingen for den nye versjon og hvilke avveininger vi måtte forholde oss til når visse hensyn var motstridende.

Statistikkene har ikke noe enhetlig system for gruppering av varer og tjenester i varekataloger. Metodene som er brukt for å samle inn dataene er også forskjellige. Noen er basert på utvalgstillinger mens andre baserer seg på registerstatistikk. Tidligere godstransporttellingene ble rapportert og publisert i henhold til varekatalogene i CTSE og SITC, men rapporteres nå i henhold til varekatalogene i NST/R2. Utenrikshandelsstatistikken benytter fortsatt SITC grupperingen av varer, mens Fylkesvis nasjonalregnskap² har som grunnlag vareinndelingen i nasjonalregnskapets realregnskap (NR-REA) som også kalles CPA (Central Production Account). Fordi varegruppene vi skulle frem til består av aggregerte varer fra katalogene, og fordi varekatalogene ikke er de samme i NST/R2, CTSE og SITC var det nødvendig å lage nøkler for hvordan varer i hver katalog skulle aggregeres til varegruppene i den nye versjonen av NEMO.

2.1 Prinsipper for varegruppeinndeling

Det er en øvre grense for hvor mange varegrupper man kan bruke i modellverktøyet STAN som NEMO er implementert i, og det er av stor betydning at antall varegrupper holdes på et lavt nivå for å unngå at usikkerheten i de tilgjengelige data for hver varegruppe ikke blir for stor. Det er således behov for å aggregere alle de ulike produktene som transporteres i det norske transportnettverket til et fåtall grupper. Når vi gjør aggregeringen til NEMO varer trenger vi et prinsipp for klassifisering av varene i de større NEMO-varene.

Vi kan grovt sett gruppere varer i henhold til (1) næringstilknytning, (2) transportkvalitet, (3) grunnlagsdata, (4) produksjonsandeler i fylker, eller (5) en kombinasjon av prinsipper. I hensynet til at varegruppeinndelingen bør være hensiktsmessig ut fra næringstilknytning ligger det at varegruppene bør inneholde varer med samme bransje- og næringstilknytning slik at hver varegruppe består av produkter som i utgangspunktet hører naturlig sammen pga. type næringsgren og råvare som inngår i produktet. Dette hensynet er spesielt viktig hvis vi anser det for interessant å analysere produksjonsendringer og transport.

² Fylkesvis nasjonalregnskap kommer imidlertid bare til anvendelse i forbindelse med fremskrivninger med prognosemodellen PINGO (se kapittel 8).

Kravet til transportkvalitet avhenger av (1) Type transportenhet (bulk/stykkogods, vekt/tetthet, flytende/fast), (2) Verdi, (3) Forringelsestid, (4) Krav til oppbevaring og transport (farlig gods, temperatur, fare for brekkasje, osv.). Produkter med høy verdi vil i større grad kunne anvende kostbare og sikre transportmidler som fly og bil, enn produkter med lav verdi, der betalingsvillighet eller -evne ikke vil omfatte de mest kostbare løsningene. Vareverdi har betydning i forhold til tidsaspektet ved transportene og transportlengden. Saktegående transportløsninger vil representere en relativt høy kapitalbinding for produkter med høy verdi, mens dette ikke vil utgjøre tilsvarende kostnad for produkter med lav verdi. Enkelte produkter taper raskt verdi, og stiller derfor spesielle krav til kort framføringstid. Eksempler er levende dyr, ferske matvarer og dagsaviser. For å komme frem til best mulig representative kostnadsfunksjoner for transport av varegruppene og for at type transport skal kunne spesifiseres for hver varegruppe, bør varene i hver NEMO-varegruppe ha tilnærmedesvis samme krav til transportkvalitet og tilgjengelige former for transport.

Det er imidlertid slik at varegruppene som benyttes må være et aggregat av varegrupper det finnes grunnlagsdata for (hovedsakelig offentlig tilgjengelig statistikk) og det må kunne defineres enhetlige kostnadsfunksjoner for hver av varegruppene. Et viktig hensyn ved varegruppeinndeling, er at varegruppene kan disaggregeres i varer fra grunnlagsstatistikkene, slik at hver enkelt vare bare forekommer i en varegruppe. Hvis vi ivaretar dette hensynet, kan vi kvantifisere varegruppene ved å aggregere varegruppene i grunnlagsstatistikkene. De ulike produktinndelingene som SITC, CTSE og NST/R med sin "trestruktur" representerer en form for varegruppeinndeling som er nært knyttet til en gruppering i henhold til bransjetilknytning. Grupperingen i grunnlagsstatistikkene er således ikke fortrinnsvis basert på kravet til transportkvalitet.

For at hver varegruppe skal være best mulig definert er det viktig at produksjonsandelen av hver varegruppe varierer minst mulig med hensyn til produksjonsfylke. For å komme frem til en varegruppeinndeling som har mest mulig like produksjonsandeler uavhengig av produksjonsfylke, er det mest hensiktsmessig å først foreslå en varegruppeinndeling, og deretter sjekke om den tilfredsstillende kravet til lav variasjon i andeler med hensyn til produksjonsfylke.

2.2 Kombinasjoner av prinsipper

De ulike prinsippene for varegruppeinndeling kan ikke forenes på en måte som gir 100% prosent konsistens i forhold til alle prinsipper. Ulike undergrupper av bransjetilknyttede grupper vil for eksempel kunne havne i flere alternative grupperinger med hensyn på transportkvalitet, og omvendt. En svakhet ved å kun benytte bransjetilknytning som prinsipp, er at vi vil kunne få varegrupper som riktignok hører sammen pga næringsgren, men som er svært heterogene med hensyn til f.eks. verdi og kravet til transportkvalitet. Eksempel på dette er NST/R2-gruppe 14: "Fordervelige eller halvfordervelige næringsmidler og konserver". Varegruppen består av alt fra margarin til egg, frosset kjøtt og fersk fisk. Dette er undergrupper som vil stille ulike krav til transportene og som også har en svært ulik verdi per vektenhet. Også undergrupper av NST/R2-gruppe 14 vil ha denne prob-

lematikken. Gruppe 142: ”Fisk, krepsdyr og bløtdyr, fersk, frosset, tørket, saltet eller røkt” omfatter både fersk laks og tørrfisk – produkter som har svært ulike krav til framføringstid, håndtering og oppbevaring under transport. Et annet eksempel er transport av laks til Japan som ikke kan sammenlignes med transport av frosset sild til Russland. Dette er nok et eksempel på at andre prinsipper enn homogenitet i bransjetilknytningen kan gi avvikende varegrupper som resultat.

Et annet problem ved å bruke bransjegruppering i kombinasjon med gruppering etter transportkvalitet er at enkelte forhold vil kunne endres underveis i transportkjeden. Transport ut fra produsent til terminal eller videreforedling kan gå som store bulkforsendelser, mens videre transport fra terminal eller viderefordeling kan gå som mindre forsendelser med enhetslast (stripping / ompakking / samlasting). Melk er ett eksempel på en varegruppe som vil ha et slikt transportmønster. Enkelte produkter er av en slik beskaffenhet at det i seg selv legger føring for valg av transportløsning. Dette kan være føringer på hvilke transportmidler som kan anvendes, men også forhold som medfører at en bør unngå håndtering og omlasting underveis.

Selv om grupperingene i NST/R2 og NR-REA ikke tilfredstiller våre krav til gruppering med hensyn til transportkvalitet, må vi forholde oss til disse gruppene, som fortrinnsvis følger bransjetilknytning, ettersom de grunnlagsdata vi har tilgjengelig er inndelt i henhold til disse grupperingene. Ved å ta hensyn til prinsippene for gruppering i henhold til transportkvalitet når vi grupperer fra grunnlagsstatistikkene kan man imidlertid til en viss grad ivareta hensyn som er drøftet tidligere, og resultatet vil være varegrupper som både er representert på en tilfredsstillende måte i offentlig tilgjengelig statistikk, og også har homogene kostnadsfunksjoner. Kapittel 3 viser hvordan kravet til transportkvalitet er ivaretatt i utviklingen av kostnadsfunksjonene.

2.3 Varegruppering i NEMO

I første versjon av NEMO er det benyttet fire varegrupper, som i første rekke er klassifisert etter håndteringsmetode og krav til transportmiddel:

1. Stykkgoods
2. Tømmer- og trelast
3. Tørrbulk
4. Oljeprodukter

Vi har erfart at firedeling av varene gir en modell som er lite robust, og der enkelttiltak kan føre til store utslag med hensyn til transportmiddelfordeling. Ut i fra (1) hvilke varegrupper vi anser det for interessant å gjennomføre analyser for, (2) om varene internt i varegruppene har tilnærmedesvis de samme krav til transportkvalitet (og derved transportkostnader), (3) om eksisterende grunnlagsdata gjør det mulig å lage OD-matriser basert på varegruppeinndelingen, og (4) et kriterium om at andelen av hver varegruppe skal variere minst mulig med hensyn til produksjonssted valgte vi 11 varegrupper til bruk i den nye versjonen av NEMO. I rapporten opererer vi noen ganger med kun 10 varegrupper når vi omtaler

statistiske data der fisk ikke er splittet i fersk og frossen vare. Når varegruppen fisk splittes er fersk og frossen fisk henholdsvis varegruppe 2 og 11.

1. Matvarer
2. Fisk, fersk
Fisk, frossen
3. Termovarer
4. Transportmidler/maskiner
5. Diverse stykkgoods
6. Tømmer og trelast
7. Mineraler i steinprodukter
8. Kjemiske produkter
9. Malmer og metallavfall
10. Flytende bulk

I denne varegruppeinndeling er varegruppene aggregat av de tosifrede NST/R-kodene. Vi anser denne inndelingen for å tilfredsstillende en rekke analysebehov. Både matvarer, fisk, termovarer (matvarer som har kjøle- eller frysebehov under transport), tømmer og trelast, og flytende bulk er alle varer valgt med spesielle krav til transportkvalitet. Kjemiske produkter og flytende bulk er varer som kommer inn under regler for farlig gods.

Hver varegruppe er knyttet til en type transportkvalitet og til sammen representerer de 11 varegruppene et bredt spekter av ulike krav til transportkvalitet, men med innslag av at enkelte grupper inneholder varer med ulike krav til transportkvalitet, for eksempel fisk som kan splittes i spesialiserte analyser. Hovi et al. (2001a) viser at andelen av varene i hver varegruppe varierer lite med hensyn til produksjonssted, at varegruppene kan på en meningsfull måte inngå som innsatsfaktorer i produksjonsprosesser, og at varegruppene kan inngå som konsum. Blant de alternative grupperingene har vi altså tatt hensyn til at kravet til transportkvalitet skal være så likt som mulig innad i varegruppene.

Konklusjonen er derfor at varegruppeinndelingen langt på vei tilfredstiller de fire hensyn vi har satt opp. Hver av de 10 varegruppene³ inneholder et sett av varer med kode i NST/R(2)-varegruppeinndeling (se Vedlegg I, NST/R(2) koder i parentes). Vi har også satt opp en sammenheng (Vedlegg II) mellom et valgt varenivå (1.kolonne) i NEMO basert på godstransporttellingene (kolonne 2), og den tilsvarende aggregeringen fra nasjonalregnskapet (kolonne 3). Ut fra dette ser det ut til at data fra de to data- kildene kan aggregeres til samme varegrupper.

³ Fisk er ikke delt i fersk og frossen vare i NST/R(2) katalogen

3 Metoder og data i NEMO

NEMO er basert på modellverktøyet STAN (Strategic Transportation ANalysis) (INRO, 2000). STAN består av fire hovedelementer: Transportnettverk, gods-/varestrømsmatriser, kostnadsfunksjoner og nettutleggings-/optimaliseringsprosedyrer. Per dato kan STAN maksimalt operere med *samtidig* nettutlegging av 12 ulike varegrupper. I arbeidet med å utvikle NEMO må kostnadsfunksjoner defineres og en OD-matrise for hver vare med all transport av varen må genereres. OD-matrisene brukes som input til NEMO der transportmiddelfordeling og rutevalg for hver varegruppe i basisåret beregnes. Kostnadsfunksjonene kalibreres initialt og deretter estimeres kostnadsfunksjonene og de totale OD-matrisene simultant.

Vi trenger egne OD-matriser for innenlandsk og utenlandsk transport for 10 varegrupper og i tillegg en ekstra OD-matrise for innenlands transport og eksport når fisk splittes i fersk og frossen vare. Dette gir til sammen 32 OD-matriser og 32 sett med kostnadsfunksjoner til bruk på lenke- og nodenivå i NEMO. Et viktig poeng for å oppnå konsistent i modellsystemet, er at OD-matrisene for innenlandsk og utenlandsk transport ikke er overlappende. Vi har definert matrisene slik at vi unngår slik overlap. OD-matrisen for innenlandsk transport inneholder transport mellom alle par av kommuner i Norge. Dette inkluderer videre transport av import fra soner for fortolling og videre inn i det norske transportnettverket. OD-matrisen for utenlandsk transport inneholder transport av eksport fra produksjonssted i Norge til bestemmelsessted i utlandet og import fra utlandet til tollsted i Norge.

Av dette ser vi at de innenlandske OD-matrisene ikke inneholder transporten i det norske transportnettverket fra produksjonssted og ut av landet og heller ikke transporten i det norske transportnettverket for transporter til tollsted. Fordi mye eksport fra Norge sendes direkte ut med båt og fordi transporten inn til første tollsted er relativt liten i forhold til det totale antall transporter i Norge, vil innenlandske matrisen allikevel være representativ for transport mellom kommuner i Norge.

I dette kapitlet formulerer vi kostnadsfunksjoner for lenker og omlastingspunkter. Vi beskriver også hvordan vi simultant kommer frem til OD-matrisene for all transport av hver varegruppe og estimerte kostnadsfunksjoner.

3.1 Soner og transportnettverk

Soneinndelingen i innenlandsdelen av NEMO er basert på kommuneinndelingen i Norge slik den forelå i 1999, dvs 435 soner. Sonene i modellen bindes sammen av et transportnettverk, der hovedtransportformene lastebil, jernbane og båt inngår.

Etter at den første versjonen av NEMO var etablert, ble det påbegynt et arbeid med å etablere en egen delversjon av NEMO for transportene til og fra utlandet

(Madslie et al., 2000a), dvs. transport mellom norske kommuner og import-/eksportland (Tabell 3.1). Det ble laget såkalte utenlandssoner med utgangspunkt i en STAN-basert modell som ble utviklet i EU-prosjektet STEMM (Wahl m.fl, 1998) for veg- og jernbanetransport. Det europeiske nettverket fra STEMM-prosjektet ble så knyttet sammen med det norske nettverket fra NEMO, der utenlandssonene fungerer i praksis som kommuner; ut fra disse kommer importen til Norge og det som kommer inn til disse sonene er eksporten fra Norge.

I ettertid har vi innsett at for våre naboland i øst (Sverige, Finland og Russland), er det for overflatisk å bare ha opplysning om land og ikke destinasjonssted, da destinasjonssted kan ha innvirkning både på valg av transportmiddel og transportrute. Vi har derfor for hhv Sverige, Finland og Russland foreløpig lagt inn to soner; en i sør og en i nord. Det er forutsatt at eksport til disse landene fra de nordligste fylkene (Nordland, Troms og Finnmark) går til en destinasjon nord i disse landene, mens eksport fra landet for øvrig er lagt til sonen som representerer landenes hovedsteder (dvs Stockholm, Helsingfors og Moskva). En finere inndeling av landene i soner vil kreve en mer dyptgående studie enn den vi har hatt anledning til å gjennomføre her.

Tabell 3.1. Utenlandssoner i utenlandsdelen av NEMO representert ved land. Sverige, Finland og Russland er delt i en sørlig og en nordlig sone. For noen soner er senteroiden angitt

Område	Soner
Nord-Europa	Sverige (Stockholm), Sverige Nord (Gällivare), Finland (Helsinki), Finland Nord (Kemi), Danmark (København), Irland (Dublin), Island, Færøyene.
Mellom-Europa	Tyskland (Hamburg), Frankrike (Paris), Nederland (Amsterdam), Belgia/Luxemburg (Brüssel), Storbritannia (London), Sveits, Østerrike.
Syd-Europa	Spania, Portugal, Hellas, Tidl. Jugoslavia, Italia, Tyrkia, Malta, Slovakia.
Øst-Europa	Bulgaria, Ungarn, Romania, Tsjekkia, Albania, Litauen, Latvia, Estland, Russland (Moskva), Russland Nord (Murmansk), Polen, Hviterusland, Ukraina.
Afrika	Afrika
Midt-Østen	Midt-Østen
Fjerne Østen	Fjerne-Østen
Nord-Amerika	Nord-Amerika
Sør-Amerika	Sør-Amerika
Oseania	Oscania

TØI rapport 581/2002

3.2 Kostnadsfunksjoner for hver varegruppe

Som en del av arbeidet med den nye versjonen av NEMO har vi formulert nye kostnadsfunksjoner for transport av de ti varegruppene. De nye kostnadsfunksjonene følger i stor grad den strukturen som ble valgt i den svenske modellen (Lundin, 1998 og 1999).

Kostnadsfunksjonene skal uttrykke transportkjøpers samlede kostnader knyttet til transport av gods mellom et start- og et målpunkt. Kostnaden avhenger både av hvilke lenker i nettet som benyttes og av hvilke omlastinger som foretas i havner og terminaler, samt hvilken verdi varen har. Ved å ta et direkte utgangspunkt i de ulike kostnadskomponentene som vi har data for, vil en ha mulighet for å legge

inn endringene direkte i de gjeldende kostnader eller enkelt oppdatere kostnads-komponentene. I tillegg vil det være enkelt å integrere f eks transportmidlenes eksterne kostnader i modellens kostnadsfunksjoner. Vi tar utgangspunkt i at transportkjøpers transportkostnader består av to hovedkomponenter:

1. Operative kostnader (herunder transportørens kostnader og kostnader knyttet til lasting, lossing og omlasting).
2. Kostnader knyttet til at det er ulik kvalitet knyttet til alternative transportløsninger.

3.2.1 Operative kostnader på lenker og noder

Fordi transportkostnad på en relasjon i STAN beregnes som summen av kostnadene for alle enkeltlenker og noder underveis, må kostnadsfunksjonene være lineære med transportens lengde, men med et fast ledd k i første lenke ut fra hver senteroide, uavhengig av transportens lengde, ved starten og/eller slutten av transporten, som for eksempel kan være et uttrykk for laste- og lossekostnader ol. På denne måten etableres det en funksjon der kostnaden pr km transportert blir mindre jo lenger transporten er.

De operative lenkekostnadene kan splittes i en distanseavhengig komponent

$$uv1 * Lengde ,$$

der $uv1$ er kostnad per tonnkilometer og $Lengde$ er lenkelengde, og en tidsavhengig komponent,

$$uv2 * \frac{Lengde}{ul2} ,$$

der $uv2$ er transportørens tidsavhengige kostnad for gitt varegruppe og transportmiddel (kr per tonn og time) og $ul2$ er hastigheten på lenken (km per time). I tillegg vil det påløpe en tidskostnad relatert til tidsbruk ved grensepasseringer $ul3$.

Den totale operative kostnaden på en lenke for hver kombinasjon av transportmiddel og varegruppe uttrykkes som

$$C_{oper}^{lenke} = \left(uv1 * Lengde + uv2 * \frac{Lengde}{ul2} + ul3 \right) * um3 * uv3A$$

der $um3$ er en faktor for å skalere opp fra transportørens transportkostnad til transportkjøpers transportpris. Elementene $Lengde$ og $ul2$ er representert med verdier i hver lenke i NEMO-nettverket, mens de distanseavhengige kostnadene $uv1$ og $uv2$ må estimeres. $uv3A$ representerer transportmidelets egnethet og vil praksis være en kalibreringsparameter.

For transportørens operative lenkekostnader vil den distanseavhengige komponenten i hovedsak være utgifter til drivstoff, slitasje, forsikring osv., mens tidsavhengige kostnader er kostnader som påløper uavhengig av årlig utkjørt distanse, for eksempel kostnader knyttet til ventetider m.m.

Hovi (2001) diskuterer ulike utvidelser av funksjoner for de operative kostnadene. Blant disse er hastighetsreduksjon og endret transporttid som følge av høy belastning i vegnettet, i jernbanenetten, i havner og terminaler. Dette er imidlertid ikke aktuelt i revidert versjon av NEMO fordi det vil føre til konsistensproblemer i forhold til PINGO så lenge disse modellene ikke kjøres iterativt⁴. I stedet bruker vi modifiserte versjoner av hennes siste alternativ der både lenke og nodekostnader gjenspeiler et gjennomsnittlig kostnadsnivå.

Funksjonsformen vi benytter som utgangspunkt for alle transportmidler i både den nasjonale og den internasjonale delmodellen for veg og jernbane og uten leddene for bompenger, beta og tidsbruk ved grensepassering $ul3$ i funksjonen for sjøfart er gitt ved:

$$C_{oper}^{lenke} = \left(\left(phil * uv1A * lengde + phil * uv2 * \frac{lengde}{ul1 * ul2} * (1 + um1) \right) + \right) * um3 * uv3A, \\ \left(ul3 * (1 + um2) + beta / wbyveh \right)$$

der det er lagt inn en nivåregulering for hastigheten på lenkene $ul1$ for å fange opp at gitte korridorer, regioner eller land har et annet kostnadsnivå enn resten eller for å fange opp at fraktprisen avhenger av transportretningen og eventuelt skalere opp fra transportørens transportkostnad til transportkjøpers transportpris. Det er også lagt til en forventet forsinkelse $um1$ på lenken (% av ordinær tid på lenke) og en kostnad $beta$ (kr) knyttet til spesifikke lenker (for eksempel bompenger). Videre er det innført en korreksjonsfaktor ($phil$) for å fange opp spesifikke kostnader på lenker, i korridorer, i en viss region eller i ett land. $Beta$ representerer bompenger på den enkelte lenke, mens $wbyveh$ er "Weight by vehicle" – lastvekt per tur, siden bompengene må fordeles per tonn transportert.

Komponenten for tidsbruk ved grensepassering $ul3$ (timer) og forventet forsinkelse ved grensepassering $um2$ (% av ordinær tid til passering) er forskjellige fra null kun for lastebil og tog i utenlandsdelen av modellsystemet og null for alle transportmidler i innenlandsdelen.

For riksvegfergene i den nasjonale delmodellen er formen på den operative lenkekostnadene noe modifisert og uttrykkes ved

$$C_{oper}^{lenke} = phil * (uv2 * (ul3 * (1 + um1) + up1A + up1B * length) * um3 * uv3A,$$

der $ul3$ betegner totaltid for ferger (overfartstid pluss forventet ventetid), $up1A$ er estimert konstantledd i fergetaksten og $up1B$ er estimert distanseavhengig ledd i fergetaksten (kr/(tonn*km)). For linjefart og ferger utenlands gjelder:

⁴ På sikt vil det styrke modellen dersom kapasitetsbeskravninger innarbeides i modellen, men det vil kreve lokale kunnskaper om kapasiteter og kostnader i terminalene og på jernbanenetten. Slik kunnskap vil også delvis kunne fremkomme som resultat av en fremtidig mer omfattende terminalkostnadsundersøkelse

$$C_{oper}^{lenke} = \left(uv1B + \left(phil * uv1A * lengde + phil * uv2 * \left(\frac{lengde}{ul1 * ul2} * (1 + um1) + 0.5 * 69 / ul3 \right) \right) \right) * um3 * uv3A,$$

der $ul3$ betegner avgangsfrekvens (antall avganger per uke). Lenker for senteroidetilknytning for lastebil, jernbane og sjøfart har formen:

$$C_{oper}^{lenke} = \left(uv1B + up2A + \left(phil * uv1A * lengde + phil * uv2 * \left(\frac{lengde}{ul1 * ul2} * (1 + um1) + up2B \right) \right) \right) * um3 * uv3A,$$

der $uv1B$ er anløprelaterte kostnader for sjøgående fartøy til havn (kr/tonn). Videre er $up2A$ håndteringskostnad i senteroide (kr/tonn) og $up2B$ er tid til lasting/lossing i senteroide (timer). Funksjonsformen for sjøtransport inn til en havn i transportnettet for øvrig har samme form bortsett fra at $up2A$ og $up2B$ ikke inngår. I tillegg til anløpsrelaterte kostnader kommer betalte havneavgifter. Disse har vi hentet fra driftsregnskapet for skip i innenriks leietransport, og inkludert gjennomsnittlige satser for havneavgifter i de tidsavhengige kostnadene for sjøtransport.

De operative kostnadene i terminaler (noder) skiller seg fra tilsvarende kostnad på en lenke ved at den distanseavhengige kostnaden i terminalen erstattes av en ren håndteringsavgift (kr/tonn). Håndteringskostnaden vil variere avhengig av type terminal (hvilke transportmidler det omlastes mellom) og varegruppe det er snakk om. I praksis kunne en legge inn den faktiske kostnaden i hver eneste terminal, men dette vil kreve en undersøkelse som er langt mer omfattende enn hva som er realiserbart i denne fasen. I stedet vil vi ta utgangspunkt i en gjennomsnittlig omlastingskostnad for terminaler. Tilsvarende vurdering er gjort for tidsforbruk i forbindelse med terminalbehandling. I de operative nodekostnadene inngår en omlastingskostnad mellom gitte transportmidler (kr/tonn)

$$\delta_i * ut1,$$

der $ut1$ er "normal" omlastingskostnad og δ_i er en varespesifikk korreksjonsfaktor av omlastingskostnad i forhold til "normal" kostnaden. Det påløper også en kostnad knyttet til tiden transportmidlene er bundet i terminalen.

$$\gamma_i * ut2A * ut2B,$$

der γ_i er varespesifikk korreksjonsfaktor for laste/lossetid, $ut2A$ er transportørens tidsavhengige kostnader (kr/(tonn*time)) og $ut2B$ er laste/lossetid mellom gitte transportmidler (time/tonn). Funksjonsformen for operative kostnader i nodene blir således

$$C_{Oper}^{node} = (\delta_i * ut1 + \gamma_i * ut2A * ut2B) * 1.0$$

3.2.2 Kvalitetskostnader på lenker og noder

Kvalitetskostnader utgjør den andre kostnadskomponenten i de totale transportkostnader, og kan tolkes som *ikke betalte kostnader som oppleves* av transport-

kjøper og som dermed vil påvirke dennes valg av transportløsning. Disse kostnadene er vanskelig kvantifiserbare. Dette skyldes i første rekke at det ikke finnes markedspriser på de ulike transportkvalitetsfaktorene.

Med transportkvalitet menes faktorer som kan beskrive egenskaper ved en transporttjeneste. Hvilke kvalitetskomponenter som tillegges størst vekt ved transportkjøpers beslutning om transportløsning, vil variere mht hvilke varegrupper som skal transporteres, transportkjøpers betalingssevne og –vilje, m.m. I den nye versjonen av NEMO har vi inkludert (1) kostnader knyttet til forsinkelser, (2) transporttiden, (3) ventetid knyttet til frekvensavgang, (4) degradering, og (5) transportmiddelets egnethet. Kvalitetsleddet bidrar til at produkter med høy tidsfølsomhet representeres med kort forringelsestid/høy tidskostnad, for å sikre at produktene ikke blir lagt ut på saktegående transportløsninger. Likeledes vil produkter med lav tidsfølsomhet representeres med lavere kostnadselement knyttet til tid, og dermed i større grad muliggjøre bruk av andre transportmidler.

For alle transportmidler med unntak av riksvegfergene, uttrykkes de totale kvalitetskostnader⁵ knyttet til lenkene som

$$C_{kval}^{lenke} = up3 * (lengde / (ul1 * ul2) * (1 + um1) + ul3 * (1 + um2) + 0.5 * 69 / ul3'),$$

der $um1$ er forventet forsinkelse på lenken, $up3$ er varens tidsverdi bestående av kapitalkostnader (dvs. rentekostnader som beregnes på grunnlag av opplysninger om vareverdi hentet fra Utenrikshandelstatistikken til SSB) og degraderingskostnader (kr/(tonn*time)). Degraderingskostnaden representeres altså som proporsjonal med transporttiden, mens den i praksis vil være ikke-lineær i forhold til tid (for fisk har Lervåg et al. (2001) satt degraderingskostnaden slik at verdien er lik null etter 7 dager). Vi har videre at $um1$ er forventet forsinkelse på lenken (% av ordinær tid på lenke), $ul3$ er tidsbruk ved grensepassering og $um2$ representerer forventet forsinkelse ved grensepassering (% av ordinær tid til passering), der de to siste ikke er med i lenker for sjøtransport inn til havn. Leddene for bompenger og tidsbruk ved grensepassering er ikke med i funksjonen for sjøfart. Leddet $0.5 * 69 / ul3'$ gjelder for utenlandsfergene og linjefart (utenriks skip for stykkgoods). 69 er antall timer i uken som avgangene kan fordele seg over (knyttet til ventetid) og $ul3'$ er avgangsfrekvens (per uke).

For riksvegfergene uttrykkes kvalitetskostnadene som

$$C_{kval}^{lenke} = up3 * ul3 * (1 + um1),$$

der $ul3$ betegner totaltid for ferger (overfartstid pluss forventet ventetid). Ventetiden er beregnet på samme måte som vi beregner ventetid i frekvenskostnadene.

Kostnadskomponenten som er knyttet til frekvens i transporttilbudet kan formuleres som en tidskostnad, og beregnes ut fra en forventet gjennomsnittlig ventetid. For linjefart og utenlandsferger har vi lagt avgangsfrekvens på de operative lenkekostnadene i første lenke ut fra havn. For de andre transportmidlene knyttes av-

⁵ På sikt kan det i tillegg være aktuelt å inkludere kostnader knyttet til risiko for skade under transport, men foreløpig vil tilgjengelig datamateriale være en begrensende faktor.

gangsfrekvens til omlastingene, og vi må derfor ha med et kostnadsledd knyttet til ventetid ved omlasting til lastebil, jernbane og sjøfart i kvalitetskostnadsfunksjonene.

Kvalitetskostnader knyttet til omlastinger (transfers) er gitt ved

$$C_{kval}^{node} = up3 * (\varphi_i * ut3B * (1 + ut3A) + 0.5 * 69 / phit),$$

der φ_i er varespesifikk korreksjonsfaktor av omlastingstid, $ut3B$ er omlastingstid (tiden varen er i terminalen), $ut3A$ er forventet forsinkelse ved transfers (%o av ordinær tid til omlasting), 69 er antall timer i uken som avgangene kan fordele seg over (knyttet til ventetid) og $phit$ er avgangsfrekvens fra terminal, der leddet $0.5*69/phit$ ikke er med ved transfer til utenlandsfergene og linjefart (utenriks skip for stykkgoods). For disse transportmidlene ligger frekvenskostnadene på lenkene.

3.2.3 Egnethet på transportlenkene

Hvorvidt et transportmiddel er egnet for en transport, omfatter i utgangspunktet alle kvalitative sider ved transportene, men vi gir det et innhold som søker å ivareta de forhold som ikke er dekket av de operative kostnadene og kvalitetskostnadene beskrevet ovenfor. Dette vil for enkelte varegrupper eksempelvis være at risiko for brekkasje gjør omlastinger uønsket, at transportkjøper ikke har tillit til transportmidlet, o.a.

De operative lenkekostnadene i både innenriks- og utenriksdelen av NEMO multipliseres med en transportmiddel- og varespesifikk konstant som skal fange opp og representere egnetheten. Denne parameteren brukes som kalibreringsparameter slik at vi får overensstemmelse mellom transportmiddelfordelingen beregnet i NEMO og henholdsvis tellingene i innenriksdelen og utenrikshandelsstatistikken i utenriksdelen.

3.3 Matrisebalansering og kalibrering

3.3.1 Matrisebalansering med gravitasjonsmodell

For hver varegruppe genereres OD-matrisene for de innenlandske transportene ved hjelp av en gravitasjonsmodell. Som input til gravitasjonsmodellen trengs data for den totale transport av varegruppen inn i, internt i og ut av kommunene. I tillegg trengs transportkostnadene innen og mellom alle kommuner. Gravitasjonsmodellen for å generere OD-matriser for hver vare med elementer t_{ij} for hvert kommunepar ij inneholder ligningssystemet

$$t_{ij} = \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(\gamma \cdot c_{ij}(\mathbf{p})) \quad \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} = A_j \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} = B_i \quad \forall i$$

bestående av $n + n + n*n$ ligninger med like mange ukjente, dvs. balanseringsparametere $\alpha_i, i = 1, \dots, n$, og $\beta_i, i = 1, \dots, n$ og elementene i OD- matrisen $t_{ij}, ij = 1, \dots, n$, der $n = 435$ (antall kommuner). Gravitasjonsmodellen løser ligningssystemet med hensyn på de ukjente i en iterativ prosess.

Data for totale transporter inn til og internt i kommunene B_j og totale transporter ut av kommunene A_j oppnås ved å bearbeide data fra næringsstatistikkene (kapittel 4). Kostnadene c_{ij} beregnes ved å kjøre STAN med en vilkårlig OD-matrise som input og beregne transportkostnadene mellom hvert OD-par. Dette fungerer fordi vi ikke har forsinkelser som følge av kapasitetsbegrensninger og fordi STAN tilordner all transport mellom to OD-par til den billigste transportruten - det er med andre ord ikke slik at transportene blir fordelt på forskjellige ruter. Kostnadene per tonn for en varegruppe i NEMO er uavhengig av hvilken OD-matrise for varegruppen som brukes som input. Mellom et OD-par (kommunepar) blir all transport for den enkelte varegruppe lagt til den billigste transportkjeden.

Når OD-matrisen for en varegruppe er generert kan den aggregeres på ulike måter og sammenlignes med tilsvarende matriser basert på tilgjengelige data. Vi kan også bruke matrisen som input til STAN som genererer transportmiddelspesifikke transportvolumer som kan sammenlignes med for eksempel data fra transporttellingene.

3.3.2 Kalibrering

I kalibreringsprosessen justerer vi parametere slik at vi får et visst samsvar mellom modellen og andre data (data vi ikke har brukt for å bygge modellen). Første steg i kalibreringsprosessen er å oppnå kostnadsfunksjoner slik at det blir overensstemmelse mellom kostnadene generert i modellen og faktiske fraktpriser. Det første steget i kalibreringsprosessen inngår som en del av datainnhenting til kostnadsfunksjonene og er beskrevet i Kapittel 4.

Videre i kalibreringsprosessen vurderer vi i hvilken grad data fra tellingene og offisielle transportindikatorer samsvarer med OD-matriser fra gravitasjonsmodellen og transportmiddelfordelingen vi får når vi bruker OD-matrisen fra gravitasjonsmodellen som input til NEMO. For å redusere avviket mellom tilgjengelige data fra transporttellingene og OD-matrisene fra gravitasjonsmodellen eller transportmiddelspesifikke transportvolumer vi får ved å bruke OD-matrisene som input til STAN, kalibreres de vare- og transportmiddelspesifikke parametrene i kostnadsfunksjonene og γ_i i gravitasjonsmodellen for hver varegruppe i .

Parameteren γ_i justeres individuelt for hvert vareslag slik at gjennomsnittlig distanse per tur, antall transporterte tonn og antall tonnkilometer stemmer best mulig med tellingene, gravitasjonsmodellen brukes på nytt osv. inntil det er overensstemmelse mellom OD-matrisene fra gravitasjonsmodellen og data fra tellingene. Videre justerer vi vare- og transportmiddelspesifikke koeffisienter i kostnadsfunksjonene slik at transportmiddelfordelingen for hver varegruppe på nasjonalt nivå i data fra tellingene og NEMO blir mest mulig lik. Fordi disse koeffisientene påvir-

ker kostnadene som igjen påvirker spredningen i gravitasjonsmodellen, gjør vi noen ekstra iterasjoner med justering av γ_i for å ta hensyn til dette.

Hvis det er overensstemmelse med data, har vi nådd målet, ellers justerer vi kostnadsfunksjonene, gjør ny matrisebalansering osv. En godt kalibrert modell skal både kunne gjengi dagens situasjon på en tilfredsstillende måte, og beregne rime-
lige effekter av de tiltak som analyseres.

En viktig effekt når vi justerer γ_i er at antall tonn transportert går opp dersom γ_i settes ned og antall tonn transportert går ned dersom γ_i settes opp. Dette er fordi økt spredning gir færre kommuneinterne turer som vi holder utenfor og tilsvarende flere turer på tvers av kommunene (se Tabell 4.15 – 4.18 for estimater). De vare- og transportmiddelspesifikke koeffisientene i kostnadsfunksjonene representerer de operative og kvalitetsmessige komponentene vi ikke har representert på annen måte, og/eller fortjenesten til transportøren, dvs. differansen mellom transportpris og transportkostnad (se Tabell 6.2 for estimater for koeffisientene). Jo større disse koeffisientene er, jo større er elementene vi ikke har representert.

3.3.3 Evaluering

Uavhengig validering av modellen kan i prinsippet oppnås ved å sammenligne resultater fra modellen med data som verken brukes som inngangsdata eller for å kalibrere modellen. Fordi vi bruker de tilgjengelige datakildene som grunnlag for inngangsdata og til kalibrering, har vi ikke hatt mulighet til å gjennomføre noen uavhengig validering av modellen. En mulighet for å få til en validering ville være å splitte det tilgjengelige datamaterialet og kalibere mot den ene halvdel og validere mot den andre. En slik validering ville imidlertid kreve en del ekstra arbeid med utvikling av metode for å splitte datagrunnlaget, noe vi ikke har hatt resurser til å gjennomføre. Det er også uvisst hvor stor usikkerhet det er i datagrunnlaget. I stedet for å gjøre en uavhengig validering har vi evaluert modellen ut i fra aggregeringsnivåene der vi ønsker at modellen skal gi tilfredsstillende samsvar med data fra tellingene:

1. Totalt transportvolum på nasjonalt nivå.
2. Totalt transportvolum inn i, ut av og mellom regioner.
3. Totalt transportvolum på lokalt nivå (f eks spesifikke havner, enkeltkorridorer, etc.).
4. Transportvolum av hvert vareslag på nasjonalt nivå.
5. Transportvolum av hvert vareslag inn i, ut av og mellom regioner.
6. Transportvolum av hvert vareslag på lokalt nivå (f eks spesifikke havner, enkeltkorridorer, etc.).

Det fineste nivå som vil være realistisk, er nivå 5, dvs. at transportmiddelfordelingen stemmer på et regionalt nivå for hver av varegruppene. Detaljeringnivå 6 er urealistisk, fordi varesammensetningen er med på å bestemme transportmiddelfordelingen på relasjonsnivå (alt gods innen en varegruppe velger kun billigste transportkjede på en gitt relasjon). En bør imidlertid ha som mål at godsom-

slaget i de viktigste havnene, knute- og grensepasseringspunkt stemmer rimelig overens med dagens situasjon. Dette kan oppnåes ved å definere kapasitetsfunksjoner i hver enkelt havn, der kapasiteten tilsvarer dagens kapasitet eller godsomslag. Med kapasitetsfunksjoner kreves det imidlertid mye mer regnekraft for å bruke modellen alene eller sammen med PINGO.

Det hadde også vært en fordel å sammenligne tall fra nettutleggingen for transportmiddelfordelingen for gods mellom Norge og det enkelte land med den kunnskap en har om godsomslag i de enkelte terminaler og havner etc., og ut fra kunnskap om antall lastebiler på fergestrekninger og grenseoverganger foreta en viss kontroll av om rutevalget inn og ut av Norge ser rimelig ut. Dette har det imidlertid ikke vært tid til innenfor prosjektet denne rapporten omhandler.

4 Inngangsdata til NEMO

I dette kapitlet viser vi hvordan vi har bearbeidet grunnlagsdata fra en rekke datakilder for å komme frem til estimater av elementer i kostnadsfunksjoner og nødvendige inndata i forbindelse med matrisebalansering.

4.1 Data i kostnadsfunksjoner

For å bygge opp nye kostnadsfunksjoner for de tre transportmidlene tog, båt og bil for de 11 varegruppene trengs data for både kostnadskomponentene og transportprisene som erfares av transportkjøper. Kostnaden angis pr tonn, og er gitt som en generalisert kostnad bestående av en vektet sum av operative kostnader og kvalitetskostnader som er avgjørende når transportløsning skal velges.

Ved etablering av første versjon av NEMO valgte en å ta utgangspunkt i fraktprisfunksjoner. Dette valget var begrunnet blant annet ut fra at det var mulig å estimere disse funksjonene basert på Lastebil- og Sjøfartstellingene som inneholder data om fraktpriser, dvs beløpet vareeier betaler, i tillegg til sendingsvekt, transportlengde m.m. Ved å ta utgangspunkt i fraktpriser vil modellen minimere vareeiers transportkostnader, dvs. de bedriftsøkonomiske kostnadene. Fraktpris er også en medvirkende faktor for valg av transportmiddel. For mange formål er det disse prisene vi er interessert i.

På den annen side er det slik at det er de operative kostnadene som ligger til grunn ved valg av transportrute, da transportøren velger den transportrute som minimerer kostnadene. Av lastebiltransport utgjorde egentransporten ca 30 prosent av transporterte mengder eller ca 15 prosent av utført transportarbeid i 1999. Egentransport er transport med biler som bedriften eier selv, og prisen vil for denne delen av transportmarkedet være lik den operative kostnaden. Videre er det slik at i en frikonkurranseøkonomi vil vareeiers transportkostnader være tilnærmet lik transportørens kostnader, fordi renprofitten konkurreres bort. At tariffpriser ofte viser seg å være betydelig høyere enn transportørens kostnader kompenseres nok ofte av kampanjer og rabatter som må trekkes fra tariffen for å få de faktiske prisene.

I dette arbeidet har vi valgt å ta utgangspunkt i transportørens kostnader. Slik kostnadsfunksjonene er bygget opp, er det allikevel en enkel operasjon å regne om fra transportørens kostnader til fraktpris, dersom en kjenner fortjenesten. Det kan gjøres ved å ta i bruk en faktor som oppskalere de operative transportkostnadene til fraktpriser ved å ta utgangspunkt i transportselskapenes avkastningskrav.

Kostnadsfunksjonene kan som vi tidligere har vært inne på oppdeles i et operativt og ett kvalitativt hovedelement. De operative kostnadene betegner transportørens kostnader, mens kvalitetskostnader er vareeiers kostnader som påløper i tillegg til

fraktprisen. Den operative kostnaden kan splittes i en distanseavhengig og en tidsavhengig komponent. I tillegg kommer operative kostnader knyttet til terminalbehandling. De operative kostnadene for kjøretøyet for den tid det er bundet i terminalen, vil være tidsbruken til lossing og lasting multiplisert med den operative tidskostnaden for kjøretøyet.

Vi har valgt å holde oss til tilsvarende inndeling som benyttes for den svenske godstransportmodellen, der det bare er drivstoffkostnader, bompenger og fergekostnader som antas å være kilometeravhengige, resten av kostnadene er tidsavhengige⁶ og knyttet til terminalbehandling. Tidsavhengige kostnader er i hovedsak (1) mannskapskostnader, reparasjons- og servicekostnader, (2) administrasjonskostnader, (3) forsikring, (4) andre driftskostnader, (5) kapitalkostnader knyttet til avskrivninger på kjøretøyet. Tidsavhengige kostnader som er fordelt på opplag, venting etc. må gjenspeiles i fraktprisen. Bompenger og fergekostnader må regnes som spesifikke for enkelte lenker, og disse kan legges direkte inn i de aktuelle lenkene i nettverksmodellen, og vil ikke inngå i det element i kostnadsfunksjonen som er direkte knyttet til distanse.

Vi har lagt inn faktorer for hastighet på lenkene, som har betegnelsen *ul2* i kostnadsfunksjonene (Tabell 4.1). Vi bruker skiltet fart på veglenker i Norge. For jernbane ligger det inne en hastighet på 55 km/t som vi nedskalere med en faktor på 0,9. Denne nedskaleringen ble gjort ut fra en vurdering ut fra rutetabeller, og beregnet gjennomsnittshastigheter fra disse. For utenlandske vegtransporter ligger det inne en hastighet på 82,7 km/t, som vi har multiplisert med 0,9 da vi tror det opprinnelige anslaget er noe høyt. For utenlandske jernbanetransporter lå det i den opprinnelige modellen 90 km/t, dette virker svært høyt og vi har nedskalert denne hastigheten med en faktor på 0,4. Dette fordi utenlandske godstog har lav prioritet i flere av landene på kontinentet.

Tabell 4.1. Hastighet i ulike deler av transportnettverket representert i NEMO

Veg (l) Norge	Skiltet hastighet
Veg (l) andre land¹	82,7 km/h *0.9
Jernbane(r) Norge	55 km/h*0,9
Jernbane(r) andre land¹	90 km/h * 0.4
Ro-ro ferge	33,3 km/h
Jernbaneferge (e)	33,3 km/h
Linjefart (v)	22,2 km/h
Bulk-nett Europa og oversjøisk (b)¹	24,1 km/h
Bulk-nett Norge(s)	18,5-22,2 km/h
Container-fartøy "over-sea"¹	38,9 km/h

¹Utenom Norge er hastighetene basert på tall fra den svenske modellen TØI rapport 581/2002

⁶ Fra Norges Lastebileierforbund får vi oppgitt at vognnavskrivninger for lastebil regnes for å være faste kostnader, dvs uavhengig av årlig utkjørt distanse.

4.1.1 Operative kostnader i innenlandsk vegtransport

For å komme frem til den distanseavhengige kostnaden for innenlandsk lastebiltransport tar vi utgangspunkt i anslagene i SSBs rapport *Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge 97/7*, tabell 3.37 *Energiforbruk lastebiler. Diesel. 1993-95*, der vi kan lese ut energiforbruk i kg/tonnkm for 6 lastebilstørrelser delt inn etter nyttelast, samt tre typer av spesialbiler. Sammen med opplysningen om at autodiesel har en tetthet på 0,84 kg pr liter diesel, gir dette muligheten til å beregne forbruk per tonnkm i liter. For Norge har vi ikke informasjon om forhandlet dieselpris, men i SIKA-rapport nr 5/1999 finner vi forhandlet dieselpris i Sverige der forhandlet dieselpris utgjør 80 prosent av markedsprisen, dvs at gjennomsnittlig drivstoffavtaler tilsvarer et prosentvis avslag på ca 20 prosent i forhold til listepriis. Overfører vi dette til norske forhold, kan vi gå ut fra en forhandlet pris på ca kr 5,37 pr liter (eksklusive moms) som et gjennomsnitt for 1999. Forbruk per tonnkm koplet med en dieselpris på 5,37 kroner pr liter, gir distanseavhengige kostnaden pr tonnkilometer som avtar med kjøretøyets nyttelast. På grunnlag av bakgrunnsdata fra Lastebiltellingene 1998 til 2000 for hver av de ti varegruppene regnet de ut en gjennomsnittlig distanseavhengig kostnad for lastebil (uv1) for hver varegruppe (Tabell 4.2). For bomstasjoner innenriks, har vi lagt inn opplysninger om faktiske takster, fratrukket eventuelle rabatter. Opplysninger om takster samt lokalisering av bomstasjoner har vi fått fra Vegdirektoratet.

For å komme frem til de innenlandske tidskostnadene for lastebiltransporter har vi på grunnlag av Lastebiltellingen fra 1998-2000, beregnet fordelingen av transporterte tonn etter kjøretøygruppe og varegruppe, for å få en indikasjon på hvilke biler som i hovedsak benyttes for de ulike NEMO-varegruppene. Kjøretøygrupperingen i SSBs Kostnadsindeks er dessverre ikke sammenfallende med kjøretøygrupperingen i Lastebiltellingen, men ved å betrakte kjøretøygruppene fra Lastebiltellingen sammen med den varegruppe som transporteres, får vi en rimelig god indikasjon på hvilke kjøretøy som transporterer de ulike varene. Vi bruker SSBs kostnadsindeks som utgangspunkt for årlige tidsavhengige kostnader. Derneft finner en gjennomsnittlig driftstid pr uke og år og gjennomsnittlig lastvekt pr kjøretøy pr tur for ulike kjøretøygrupper, på grunnlag av SSBs Lastebiltelling. Vi brukte dette videre til å finne anslag på innenlandsk tidsavhengig kostnader (uv2) etter varegruppe (tabell 4.2).

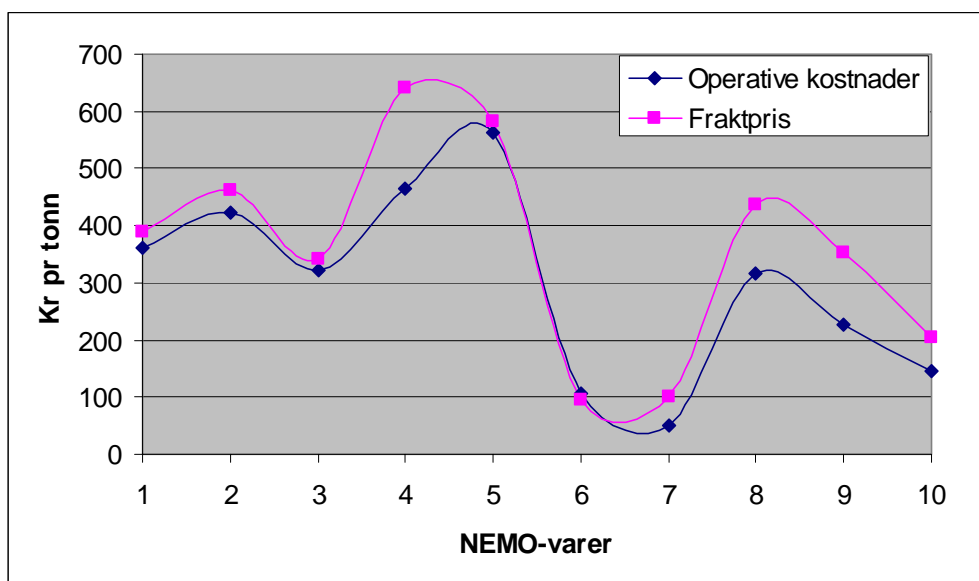
Tabell 4.2: Innenlandske distanseavhengige (kr pr tonn og km) og tidsavhengige kostnader (kroner pr tonn og time) for lastebil 1999. I tidskostnadene inngår lønnskostnader, reparasjon og service, dekk/slanger, administrasjonskostnader, forsikring, andre driftskostnader og kapitalkostnader

	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje
Kostnad pr tonnkm (uv1)	0,362	0,252	0,300	0,485	0,422	0,318	0,264	0,301	0,263	0,299
Totale kostnader pr tonn og time (uv2)	88,43	74,54	57,98	229,66	177,27	34,17	34,85	71,07	56,62	40,19

TØI rapport 581/2002

I Lastebiltellingen som er eneste tilgjengelige statistikk-kilde for fraktpriser for lastebiltransport som er av nyere årgang (opplysninger om betalt fraktbeløp pr tur). Fraktbeløpet inkluderer både tids- og distanseavhengige operative kostnader i tillegg til terminalkostnadene. Kostnadene for 'Fisk' og 'Tømmer og trelast', der

den beregnede kostnaden er sammenfallende med gjennomsnittlig fraktpris fra Lastebiltellingen som inkluderer kostnader til av og pålessing og transportørens profitt⁷. Fra NorCargo har vi imidlertid fått opplyst at for fersk fisk utgjør emballasje og is normalt ca 30 prosent av totalt kvantum, mens fraktprisen beregnes ut fra nettovekt (dvs vekt uten is og emballasje). Gjennomsnittlig transportmengde som er benyttet i beregningsgrunnlaget er basert på opplysninger fra Lastebiltellingen der bruttovekt er oppgitt (dvs inkludert emballasje). Vi korjurerer således den operative kostnaden for 'Fisk' med en faktor på 0,7 for å få frem den reelle kostnaden. Det ser ut til at nivået på de operative kostnadene som er beregnet stemmer rimelig bra overens med det vi kan observere fra Lastebiltellingen (figur 4.1).



TØI rapport 581/2002

Figur 4.1. Gjennomsnittlige operative kostnader beregnet med kostnadsfunksjonene og fraktpris fra Lastebiltellingen. Beregningene med kostnadsfunksjonene er uten bomutgifter og fergekostnader som varierer med hvor i landet transportene foretas.

Avvikene mellom gjennomsnittlige operative kostnader og fraktpris er størst for varegruppene 4, 8 og 9, der gjennomsnittlig fraktpris til dels langt overstiger den beregnede operative kostnaden. Årsakene til denne differansen kan for vare 4 skyldes at dette er en relativt liten varegruppe og at beregningene derfor blir mer usikre. For varene 8 og 9 som er hhv Kjemiske produkter og Malmer og metallavfall, kan dette være varer som transporteres med kjøretøy som ikke er godt nok representert i kostnadsindeksen til SSB.

⁷ Transportmarkedet er preget av stor konkurranse og mange små aktører, dvs at det er en situasjon nært opp mot fri konkurranse. Fra økonomisk teori er det kjent at i et marked med fri konkurranse vil renprofitten være lik null, noe som innebærer at markedspris settes lik grensekostnad.

4.1.2 Operative kostnader i utenlandsk vegtransport

For å beregne den distanseavhengige kostnaden for utenlandstransporter er det tatt utgangspunkt i turdata fra lastebilteellingen som kan referere seg til utenlandskjøring. Transportarbeid knyttet til utenrikskjøring er imidlertid bare beregnet ut fra utkjørt distanse på norsk område. Dvs at transportarbeidet som det er tatt utgangspunkt i ikke gir noe fullstendig bilde av utført transportarbeid for utenlandskjøring i alt. En får imidlertid en oversikt over hvilke kjøretøy som benyttes for de ulike varegruppene, og vi kan som for innenrikstransporter beregne distanseavhengige kostnader (tabell 4.3). For Øresundsforbindelsen og Storebælt er det lagt inn henholdsvis 40 og 35 kroner/tonn for lastebiltransporter.

Tidskostnadene tar utgangspunkt i opplysninger om kjøretøyenes driftstid og hvordan transportert kvantum for hver varegruppe fordeler seg på ulike kjøretøygrupper på utenlandsturer. I tillegg til kjøretøygruppene for innenlandsk transport har SSB en kjøretøygruppe til i kostnadsindeksen som kalles 'Langtransport'. Denne sammen med gruppene 'Trekkbil for semitrailer' og 'Tankbil' utgjør hovedkategoriene av kjøretøygrupper som er benyttet som grunnlag for beregning av de tidsavhengige kostnadene i utenrikstransport. I tillegg er kategorien 'Tømmertransport' benyttet for varegruppen 'Tømmer og trelast', mens 'Anleggobil' er benyttet ved massetransporter. Med bakgrunn i anslag på gjennomsnittlig driftstid pr uke og gjennomsnittlig lastevækt, får vi anslag på uv2 (kroner per tonn og time) for kjøring i utlandet (Tabell 4.3). Det fremgår at den tidsavhengige kostnaden pr tonn og time, for kjøring til og fra utlandet, er betydelig lavere enn for innenriks kjøring, noe som i hovedsak kan forklares ut fra høyere driftstid, høyere gjennomsnittslast pr tur og høyere gjennomsnittlig hastighet.

Tabell 4.3. Distanseavhengig kostnad (kr pr tonn og km) og tidsavhengig kostnader (kroner pr tonn og time). Utland for lastebil. 1999.

	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje
Kostnad pr tonnkilometer (uv1)	0,330	0,230	0,274	0,442	0,385	0,290	0,241	0,274	0,240	0,273
Totale kostnader pr tonn og time (uv2)	23,20	20,30	20,53	42,59	25,00	11,40	10,96	16,77	17,00	15,07

TØI rapport 581/2002

Det er nærliggende å tro at forskjellene i varegruppenes distanseavhengig og tidsavhengig kostnader i stor grad skyldes at en har hyppigere halve lass for de dyre varene som f eks maskiner, der transportprisen utgjør en liten andel av vareverdien.

4.1.3 Operative kostnader for innenriks sjøfart

Med innenriks sjøfart forstår vi all innenriks løsfart og rutefart, med unntak av riksvegfergene som behandles i kapittel 4.1.5. Som utgangspunkt for å beregne de distanseavhengige kostnadene for innenriks sjøfart har vi beregnet vekt på grunnlag av sjøfartteellingen fra 1993 som viser hvor stor andel av hver varegruppe som ble transportert med hver skipstype i 1993, i andel av transportarbeid. Med utgangspunkt i disse vektene har vi konstruert et mode, eller et "standardskip" som er fremkommet ved at de distanseavhengige kostnadene for hver skipsgruppe er blitt vektet etter andel av transportarbeidet for hver varegruppe. Vektene er

altså forskjellig for hver varegruppe. Det ligger da til grunn en implisitt forutsetning at hver varegruppe ikke har hatt noen vesentlig endring av skipstype (f eks at en varegruppe i større grad transporteres med større skip i 1999 enn i 1993).

Hovi og Andersen (2001) kom frem til en gjennomsnittspris på 3,20 for marin gassolje og kr 3,15 for spesialdestillat kr 3,00 for tungolje. Tungolje utgjør imidlertid kun en mindre andel av drivstofforbruket for innenriks sjøfart, slik at prisen som benyttes for denne ikke er særlig utslagsgivende. Dette er en forutsetning som det er enkelt å endre på om nødvendig. For å komme fram til den avstandsavhengige kostnaden for hver varegruppe, er endelig gjennomsnittlig drivstoffkostnad pr tonnkilometer for hver fartøysgruppe vektet med den andel av transportarbeidet som tilsvarende fartøyskategori utgjør av det samlede transportarbeidet for denne varegruppen (tabell 4.4).

For å komme frem til tidsavhengige kostnader for innenriks sjøtransport er vi avhengig av å gjøre enkelte forutsetninger om bl a gjennomsnittlig driftstid per døgn, samt at fordelingen av transportandelene (dvs transporterte tonn med ulike skipsgrupper) ikke har endret seg fra 1993 til 1999. Det er tatt utgangspunkt i følgende forutsetninger:

- De tidsavhengige kostnadene fordeles over 10 timer per dag⁸.
- De tidsavhengige kostnadene skal fordeles over 365 dager per år, med fratrekk for de dagene som båten ligger i opplag, er til reparasjon eller står standby. Dette tilsvarer mellom 253 og 317 dager per år, alt etter skipstype.
- De ulike vareslagene fordeler seg på ulike skipstyper og størrelser etter det mønster som ved sjøfartstillingen fra 1993, pr transportert tonn. En benytter altså vekter fra 1993 på et tallmateriale for kostnadene som er fra 1996.
- Kostnadene er fremskrevet fra 1996 til 1999 på grunnlag av Nasjonalregnskapsstatistikk for sjøfart i alt, og fordelingen på kostnadskomponenter.

Rimeligheten av å bruke 10 timer per døgn kan diskuteres, men Temaplan (Lundin, 1999) viser til en driftstid på mellom 50% og 70% per døgn.

Den tidsavhengige kostnaden er basert på årlige regnskapstall for innenriks leie-transport i Norge som SSB publiserte i NOS 1998 Sjøfart, tabellene 6.10: *Skip i innenlandsk leie- og egentransport. Tallet på aktive skip* og 6.13: *Skip i innenlands leietransport. Driftsinntekter, driftskostnader og driftsresultat*. NOS Sjøfartsstatistikk fram til 1996. Etter 1996 har vi kun opplysninger om kostnadskomponenter for innenriks sjøfart i alt, basert på Nasjonalregnskapsdata. Disse er derfor benyttet til å fremskrive 1996-tallene etter fartøysgruppe til 1999. Nasjonalregnskapsdataene er også benyttet til å beregne kostnader for skip større enn 3000 BT som ikke inngår i de over nevnte regnskapstall. Ut fra disse to tabellene kan vi estimere de tidsavhengige kostnadene per tonn per time (uv2) for de ulike kategorier av skip. Videre er fordelingen av transporterte tonn etter varegruppe og skipstype beregnet på grunnlag av bakgrunnsdata fra sjøfartstillingen fra 1993.

⁸ For fartøy har vi ingen tilgjengelig statistikk på hvor mange timer pr dag fartøyet er i drift, bare informasjon om antall dager pr år. For varegruppen matvarer og flytende bulk er det benyttet en driftstid på 6 timer pr dag, da det ga mer rimelige gjennomsnittskostnader pr tonn.

Med bakgrunn i kostnader etter fartøygruppe, fordelingen av transporterte tonn etter vare og fartøygruppe, opplysninger om gjennomsnittlig transportmengde pr fartøy pr tur og opplysninger om driftstid pr år, kommer vi frem til et anslag på den tidsavhengige kostnaden for skip i innenriksfart pr varegruppe (tabell 4.4).

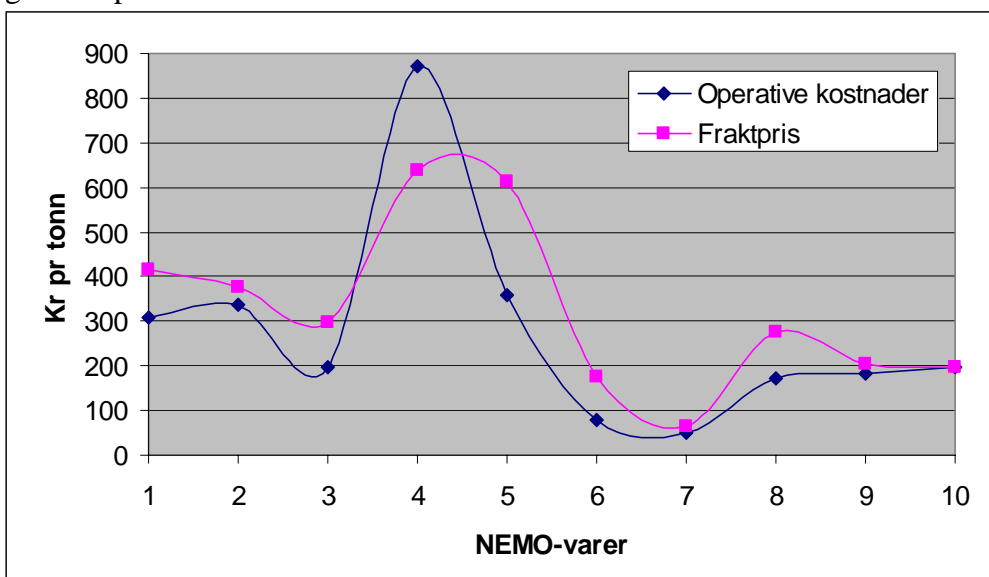
Tabell 4.4. Distanseavhengige kostnad (Kr pr tonnkilometer) og tidskostnader (kroner pr tonn og time) for innenlands sjøtransport.. 1999.

Varegrupper	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje
Kr/tkm (uv1)	0,0691	0,0628	0,0690	0,0977	0,0693	0,0857	0,0518	0,0826	0,0620	0,0218
Tidsavhengige kostnader pr tonn og time (uv2)	10,58	13,80	4,34	18,08	14,88	1,27	3,32	2,52	3,63	7,87

TØI rapport 581/2002

De distanseavhengige kostnadene pr tonnkilometer er lavest for masse- og olje-transporter, høyest for maskiner og transportmidler. Denne kostnadskomponenten er direkte relatert til den gjennomsnittlige utnyttelsesgraden av fartøyet pr tur. Den tidsavhengige kostnaden pr tonn og time har et mye større variasjonsområde enn den distanseavhengige kostnaden, og er lavest for Tømmer og trelast og høyest for Transportmidler og maskiner. Det er flere forhold som spiller inn på nivået på de tidsavhengige kostnadene, men de viktigste faktorene er utnyttelsen av fartøyets kapasitet i tid og gjennomsnittlig lastmengde.

For egentransport kan vi ikke framskaffe eksplisitte kostnadsdata, da dette er kostnader som inngår i de enkelte bedrifters resultatregnskap. I følge NOS Sjøfartsstatistikk var det bare 17 aktive skip i innenriks egentransport i 1997, mens det var 361 aktive skip i innenriks leietransport, noe som innebærer at en ikke begår noen stor feil ved å anvende kostnadsdata fra innenriks leietransport også på skip i egentransport.



TØI rapport 581/2002

Figur 4.2. Operative kostnader for innenriks sjøfart beregnet med kostnadsfunksjonene og på grunnlag av fraktpriis. I fraktpriisene fra 1993 inngår alle farledsrelaterte avgifter, samt havneavgifter og kostnader knyttet til lasting/lossing (avgiftene er også med i kostnadsfunksjonene i NEMO, men ikke for de operative kostnadene i figuren).

For sjøtransport har vi kontrollert de operative kostnadene opp mot tilsvarende fraktpriser for innenriks sjøfart, basert på sjøfartstillingen fra 1993. Da kostnadene er relatert til 1999, mens fraktprisene er relatert til 1993, er det klart at det har skjedd en endring i prissettingen siden da, men vi kan likevel få en indikasjon på om kostnadene virker rimelige. Sjøfartstillingen omfatter kun løsfart, så her gjorde vi en forutsetning om at prisene for rutefarten er de samme. I fraktprisene fra 1993 og i de operative kostnadene i kostnadsfunksjonene inngår alle farledsrelaterte avgifter, samt havneavgifter og kostnader knyttet til lasting/lossing. Figur 4.2 over viser de operative kostnadene versus fraktprisen.

Strukturen for de operative kostnadene versus fraktprisen ser rimelige ut (figur 4.2). Størst avvik i forhold til strukturen finner vi for varegruppene 4 (maskin) og 5 (stykkegodt). Ellers ser gjennomsnittsverdiene rimelige ut. Som for lastebiltransport kan det større avviket for varegruppe 4 skyldes at det er en relativt liten varegruppe og at beregningene derfor er behengt med større usikkerhet. For varegruppe 5 som er diverse stykkegodt, kan avviket muligens noe forklares av at denne varegruppen har høyere gjennomsnittlige omlastingskostnader, slik at kostnadsbildet ser noe annerledes ut dersom disse hadde vært inkludert i de operative kostnadene i figuren over.

4.1.4 Operative kostnader for riksvegfergene

Til å beregne kostnader knyttet til riksvegfergene, er det tatt utgangspunkt i frakttariffer for Riksvegfergene oppgitt i Rutebok for Norge. Dersom en estimerer en relasjon der frakttariffen per tonn er en lineær funksjon av avstanden på fergeturen, kommer en frem til distanseavhengige kostnader ved fergeturen. Legger en i tillegg inn rabatten på 40 prosent ved klippekort, blir konstantleddet 17 og estimert distanseavhengig ledd i fergetaksten (kr/(tonn*km)) foran distanseleddet 1.36 (up1B). Ved å dividere med gjennomsnittlig transportmengde pr lastebilur for hver av varegruppene, kommer en fram til kostnad pr tonn og kilometer for riksvegfergene (tabell 4.5)

Tabell 4.5: Kostnader pr tonn og kilometer for riksvegfergene

Varegrupper		Gjennomsnittlig Lastvekt pr tur	Konstantledd pr tonn	Distanseavhengig ledd pr tonn
1	Matvarer	5,06	20	1,64
2	Fisk	5,71	18	1,45
3	Termovarer	7,57	14	1,09
4	Transportmidler og maskiner	2,28	45	3,63
5	Diverse stykkegodt	2,92	35	2,83
6	Tømmer og trelast	14,25	7	0,58
7	Mineraler i steinprodukter	14,38	7	0,58
8	Kjemiske produkter	6,50	16	1,27
9	Malmer og metallavfall	8,55	12	0,97
10	Flytende bulk	12,64	8	0,65
Snitt		6,08	17	1,36

TØI rapport 581/2002

I tillegg kommer de tidsavhengige operative kostnadene for lastebilen, som påløper under fergeturen.

4.1.5 Operative kostnader for utenriksfergene

For utenriksferger kan en ikke skille ut de tids- og distanseavhengige kostnadene knyttet til godsfremføring direkte (Tabell 4.6), da fergene frakter både gods og passasjerer, og da passasjertrafikken i vesentlig grad er med på å subsidiere godstrafikken. Salg i restauranter og butikker om bord står for mer enn halvparten av inntektene for fergene, mens inntekter fra godstransport utgjør ca 10 prosent av de totale inntektene (Jean-Hansen, 1997). Vi har derfor tatt utgangspunkt i frakttariffer fra 1999 for ferger til og fra utlandet fra Rutebok for Norge.

En kompliserende faktor er at noen RoRo-containere transporteres med fergene til og fra utlandet, og at den operative tidskostnaden knyttet til containeren er langt lavere enn for en lastebil eller vogntog. Det korrigeres det for under kalibreringen av modellen.

For fergene til og fra utlandet er det tatt utgangspunkt i de avstands- og tidsavhengige kostnadene som er benyttet i første versjon av den internasjonale delversjonen av NEMO (Madslie et al., 2000a), men korrigert på tilsvarende måte som jernbanekostnadene (dvs ved å ta utgangspunkt i at ulike varer utnytter kjøretøys kapasitet forskjellig). Vi har kontrollert at fergekostnadene da blir rimelig sett i forhold til frakttariffene. Frakttariffer for ferger til og fra utlandet har vi for 1999 hentet ut av rutebok for Norge.

Tabell 4.6. Distanse- (kr pr tonn og km) og tidsavhengige kostnader (kr pr tonn og time) for fergetransport til og fra utlandet.

	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje	Sum
Distanseavhengig kostnad	0,025	0,020	0,020	0,033	0,024	0,015	0,019	0,025	0,023	0,019	0,023
Tidsavhengig kostnad	14,78	11,85	11,62	19,40	13,83	8,98	11,10	14,82	13,63	11,05	13,079

TØI rapport 581/2002

4.1.6 Linjefart og utenriks bulktransporter

Med linjefart mener vi rutegående sjøtransport mellom norsk og utenlandsk havn. For linjefart og jernbaneferger har vi ikke tilgang til verken kostnader eller frakttariffer eller gjennomsnittlig last pr tur. Det vi har valgt som løsning er at vi også her har benyttet de distanse- og tidsavhengige kostnadene som ble benyttet i første versjon av den internasjonale delversjonen av NEMO, men også her er kostnadene tilpasset den nye varegruppeinndelingen (tabell 4.7).

For skip i utenriksfart benyttet vi direkte kostnadene som er benyttet av Madslie et al (2000a) både for den tidsavhengige og den distanseavhengige komponent. Vi har etterpå undersøkt rimeligheten av disse kostnadene og korrigert disse.

Tabell 4.7. Distanse- [kr pr tonn og km] og tidsavhengige kostnader [kr pr tonn og time], samt anløprelaterte avgifter[kr pr tonn] for sjøtransport utenom ferge, til og fra utlandet.

	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje
Distanseavhengig kostnad (uv1)	0,006	0,005	0,005	0,008	0,005	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002
Tidsavhengig kostnad (uv2)	1,26	1,01	0,99	1,65	1,17	0,76	0,12	0,16	0,140	0,24
Anløprelatert avgift (uv3)	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472	6.472

TØI rapport 581/2002

Ved utenriksfart er fartøy pålagt anløprelaterte avgifter (losgebyr, sikkerhetsgebyr, isavgift). Avgiftene er slik utformet at de er knyttet til fartøysstørrelse, hvor seilingen foregår (spesielt gjelder det sikkerhetsgebyret), hvilke varer som transporteres (gjelder sikkerhetsgebyret), etc. Som en forenkling har vi i første rekke beregnet et generelt gebyr, knyttet til tonn transportert, som er lik ved import og ved eksport. På grunnlag av Utenrikshandelsstatistikken har vi opplysninger om tonn i hhv import og eksport, der skip eller ferge var transportmiddelet som ble benyttet ved grensepassering. Sammen med de aktuelle avgiftene oppgitt av Kystdirektoratet og St.prp.nr.1 fra Fiskeridepartementet og en fordeling av gebyrer på sum import og eksport kommer en fram til et gjennomsnittgebyr pr tonn transportert til eller fra Norge (tabell 4.7). Gebyret legges på siste lenke inn til havn ved import, første lenke ut fra havn ved eksport i NEMO.

4.1.7 Data for jernbanetransporter

Til å beregne de distanseavhengige kostnadene for jernbanetransport har vi fra NSB Gods fått oppgitt at betalt dieselpris i 1999 var kr 1,90 i gjennomsnitt, mens betalt pris for elektrisk strøm var i gjennomsnitt kr 0,30 pr kWh i 1999. På grunnlag av dette beregnet Hovi og Andersen (2001) kilometeravhengige kostnader for jernbanetransport. Den kilometeravhengige kostnaden er nesten dobbelt så høy for dieseldrevne tog som for elektrisk drevne. Estimert er et gjennomsnitt for all godstransport på jernbane. For jernbanetransport finnes imidlertid ingen informasjon om hvordan utnyttelsesgraden varierer mellom lastbærere for ulike varer og forsendelser, slik at vi kan beregne varegruppespesifikke estimater på grunnlag av jernbanespesifikk statistikk. Her har vi derfor benyttet Lastebiltellingene 1998-2000, og beregnet hvordan kapasitetsutnyttelsen⁹ av kjøretøyet varierer mellom de ulike varegruppene for transporter som er lenger enn 30 mil. Tanken er at kapasitetsutnyttelsen kan korrigere for at noen varegrupper har et annet volum enn de øvrige, og derved utnytter lastbærerens kapasitet i ulik grad, noe som også påvirker de distanseavhengige kostnadene. Ut fra varenes andel av all togtransport kunne vi nå beregne de distanseavhengige kostnadene for innenlands og utenlands togtransport ut fra totalt energi- og dieselbruk for godstog i 1999, fra NSBs Energiregnskap (tabell 4.9). For Øresundsforbindelsen og Storebælt er det videre lagt inn 10 kroner/tonn for jernbanetransporter.

⁹ Kapasitetsutnyttelsen er målt ved lastvekt pr tur som andel av kjøretøyets nyttelast.

Ved godstransport på jernbane må NSB Gods betale en kjørevegsavgift til Jernbaneverket. Av konkurransemessige årsaker er imidlertid containertransporter fritatt for denne avgiften. Kjørevegsavgiften er en avgift som er relatert til bruttotonnkilometer, dvs en avgift som er knyttet både til lastemengde, men også vekten av rullende materiell. Dersom en beregner kjørevegsavgiften slik at det blir en gjennomsnittlig kostnad, uavhengig av produkt, dvs uavhengig av om godset transporteres med CombiXpress, Vognlast eller Systemtog, og diesel eller elektrisk, kommer en fram til en gjennomsnittlig avgift pr tonnkilometer på 0.012 kr/tkm som også må legges til de distanseavhengige kostnadene.

Den tidsavhengige kostnaden for jernbane er i første omgang beregnet på grunnlag av frakttariffene, ved å trekke den distanseavhengige kostnaden ut av frakttariffen minus høyeste rabatt. Dette er ikke en fullgod metode, da hele overskuddet i dette tilfellet blir liggende i den tidsavhengige kostnadskomponenten. På den annen side er det kun et par år som driftsresultatet i NSB Gods har gått i pluss, slik at det ikke vil være noen stor feil å anta at for godstransport med jernbane er overskuddet tilnærmet lik null.

Det er tatt utgangspunkt i en gjennomsnittlig vekt pr container på 12 tonn, oppgitt av NSB Gods. Differansen mellom frakttariff og distanseavhengig kostnad er for hver relasjon dividert med transporttiden, for å få et anslag på tidsavhengig kostnad for hver relasjon. For å finne fram til et anslag for gjennomsnittlig tidsavhengig kostnad har vi beregnet et vektet gjennomsnitt av den tidsavhengige kostnaden for hver relasjon, der vektene som er benyttet er transporterte mengder på hver relasjon. For å finne den tidsavhengige kostnaden pr varegruppe har vi endelig korrigert verdiene med det relative forholdstallet mellom gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse for hver varegruppe og gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse for alle transporter til å beregne de varegruppespesifikke tidsavhengige kostnadene for innenriks og utenriks togtransport (tabell 4.8).

Tabell 4.8. Distanseavhengige (kr pr tonn og km) og tidsavhengige (kr pr tonn og time) kostnader etter varegruppe for jernbanetransport. 1999.

	Mat	Fisk	Termo	Maskin	Stykk	Tre	Masse	Kjemi	Malm	Olje	Snitt
Distanseavh kost innland (uv1)	0,034	0,035	0,032	0,040	0,038	0,028	0,026	0,034	0,036	0,028	0,033
Distanseavh kost utland (uv1)	0,034	0,032	0,032	0,045	0,036	0,027	0,026	0,031	0,030	0,026	0,033
Tidsavh. Kost Innland (uv2)	10,15	10,72	9,29	12,99	12,29	7,65	6,52	10,31	11,23	7,40	
Tidsavh. Kost Utland (uv2)	11,86	9,51	9,32	15,57	11,10	7,21	6,70	8,94	8,22	6,67	

TØI rapport 581/2002

4.1.8 Operative kostnader for omlasting mellom transportmidler

Omlastingskostnaden *ut1* (kr/tonn) er basert en terminalkostnadsundersøkelse utført av på SINTEF (Lervåg et al. 2001), der det estimeres omlastingskostnad fordelt på stykkgoods og partilast. Fra dette arbeidet bruker vi omlastingskostnaden for partilast for NEMO-varene som kan klassifiseres som bulkvarer og et gjennomsnitt av omlastingskostnadene for partilast og stykkgoods for NEMO-

varene som kan klassifiseres som stykkgodsvare. Vi legger bulkverdien i parameteren $ut1$, og multipliserer med en multiplikasjonsfaktor δ_i for stykkgodsvarene (tabell 4.8). I henhold til forslag fra SINTEF korrigerer vi i tillegg kostnadene for enkelte varegrupper basert på informasjon om andeler farlig gods og volumgods. Vi har beregnet korreksjonsfaktorer på 1.02, 1.06 og 1.23 for henholdsvis vare 5, 8, og 10. SINTEF foreslår også at man for omlastinger mellom bil og tog for vare 6 (tømmer og trelast) bruker en kostnad på 9 kroner per tonn. Denne korreksjonen er kun benyttet i innenlandsmodellen.

For å beregne transportørens tidsavhengige kostnader ved transportmidler bundet i terminal ut2A (kr/(tonn*time)), har vi tatt utgangspunkt i de tidsavhengige kostnadene $uv2$, og antatt at det går med like lang tid til av- som pålesning (vi tar følgende et gjennomsnitt av de tidsavhengige kostnadene for fra- og til-transportmiddel). For hver kombinasjon av fra- og til-transportmiddel har vi brukt en gjennomsnittsverdi som er felles for alle varegruppene (tabell 4.10).

For laste og lossetid ut2B presenterer Lervåg et al. (2001) verdier for stykkgods, og de oppgir at man for partilast kan anta at terminalbehandlingstid representerer laste/lossetid. Som for omlastingskostnadene benytter vi gjennomsnittet av stykkgods- og partilastverdiene for stykkgodsvarene, og partilastverdiene for bulkvarene. Siden ut2B ikke kan differensieres etter varegruppe, bruker vi bulkverdien i ut2B, og multipliserer med en korreksjonsfaktor γ_i for varene 1-6 og 11 (tabell 4.11).

Tabell 4.9. Beregnet omlastingskostnad ut1 (kroner per tonn).

Vare	Lastebil-Tog	Lastebil-Sjø	Tog-Sjø
1-6 og 11	133	149	169
7-10	20	53	73
Korr.faktor δ_i	6,6	2,8	2,3

TØI rapport 581/2002

Tabell 4.10. Beregnet tidsavhengig kostnad ved transportmidler bundet i terminal ut2A (kroner per tonntime).

Transportmidler	Innenriks	Utenriks
Lastebil - Tog	47	15
Lastebil - innenriks sjø	46	14
Tog - innenriks sjø	9	9
Lastebil - bilferge	Inngår ikke	18
Lastebil - bulk	Inngår ikke	8
Lastebil - linjefart	Inngår ikke	12
Tog - jernbaneferge	Inngår ikke	13
Tog - bulk	Inngår ikke	4
Tog-linjefart	Inngår ikke	6
Innenriks sjøfart-bulk	Inngår ikke	2
Innenriks sjøfart- linjefart	Inngår ikke	6

TØI rapport 581/2002

Tabell 4.11. Estimert laste- og lossetid ut2B (timer) på varegruppenivå

Vare	Lastebil Tog	Lastebil Sjø	Tog-Sjø
1-6 og 11	0,21	0,18	0,23
7-10	0,06	0,20	0,26
Korr.faktori for (1-6) og 11	3,4	0,90	0,87

TØI rapport 581/2002

Vi har valgt å bruke estimater for håndteringskostnader i senteroide (up2A) fra tidligere arbeid, disse kostnadene stammer opprinnelig fra den svenske modellen, men ble differensiert etter varegruppe i det forrige arbeidet med den internasjonale delmodellen (Madslie og Skyberg, 2000b). Vi har kun data for lastebil, men vi bruker også disse der vi har direkte tilknytningslenker for de andre transportmidlene (tabell 4.12).

Tabell 4.12. Håndteringskostnad og laste/lossetid i senteroide.

Vare	Håndteringskostnad up2A (kr/tonn)	Laste/lossetid up2B (timer/tonn)
1	5,37	0.37
2 og 11	5,37	0.20
3	5,37	0.27
4	13,96	0.35
5	11,38	0.38
6	6,52	0.08
7	5,72	0.03
8	5,72	0.28
9	5,72	0.32
10	4,58	0.15

TØI rapport 581/2002

For laste/lossetid i senteroide (up2B) bruker vi informasjon fra lastebiltellingen på varegruppenivå. På direkte tilknytningslenker for sjøfart, bruker vi halvparten av laste/lossetid for lastebil. For direkte tilknytningslenker for tog benytter vi samme laste/lossetid som for lastebil. Laste/lossetiden er en gjennomsnittskostnad av tid til lasting og lossing, og så vel laste/lossetiden som håndteringskostnaden belastes transportene både ved transportens start og slutt (disse kostnadene ligger på tilknytningslenkene fra/til senteroidene).

4.1.9 Kvalitetskostnader

SIKA (1999C) finner det mest fornuftig å legge en kapitalkostnadsbasert verdi til grunn for tidskostnadene til varer under transport. Verdien bør imidlertid justeres opp med hensyn til de ikke-inkluderte tidskostnader som indikeres av de empiriske undersøkelsene. SIKA velger en forsiktig oppjusteringsfaktor på 2, dvs at *tidsverdien for gods settes til den doble av kapitalkostnaden.*

Ved kapitalkostnadsberegningen tar vi hensyn til at ikke all teoretisk kalendertid i løpet av et år er tilgjengelig for transport eller håndtering av gods. Antall timer pr år er derfor satt til 3600 ved denne beregningen (dvs knapt 10 timer pr dag alle årets dager, eller drøyt 12 timer pr hverdag). Vi benytter en bedriftsøkonomiske kalkulasjonsrente på 15 prosent. Med disse forutsetningene kommer vi fram til

kapitalkostnadene for varer som er under transport, der vareverdi pr kilo er hentet fra Utenrikshandelsstatistikken 1999 (tabell 4.13).

Tabell 4.13. Vareverdi og tidsverdi for de ulike varegruppene. Kr pr kg og kr pr tonn og time

		Vareverdi kr pr kg			Kapitalkostnad kr pr tonn og time		
		Import	Eksport	I alt	Import	Eksport	I alt
1	Matvarer	6,89	15,00	7,33	0,29	0,63	0,31
2	Fisk	10,29	16,42	15,41	0,43	0,68	0,64
3	Termovarer	9,00	15,47	9,71	0,38	0,64	0,40
4	Transportmidler og maskiner	99,86	126,17	105,63	4,16	5,26	4,40
5	Diverse stykk gods	17,45	5,99	11,02	0,73	0,25	0,46
6	Tømmer og trelast	1,05	1,60	1,16	0,04	0,07	0,05
7	Mineraler i steinprodukter	0,68	1,06	0,70	0,03	0,04	0,03
8	Kjemiske produkter	3,55	1,09	1,69	0,15	0,05	0,07
9	Malmer og metallavfall	3,39	7,85	5,17	0,14	0,33	0,22
10	Flytende bulk	1,18	1,19	1,19	0,05	0,05	0,05
Sum		7,97	3,52	5,24	0,33	0,15	0,22

	Vareverdi kr pr kg		Kapitalkostnad kr pr tonn pr time	
	Eksport	I alt	Eksport	I alt
Fersk fisk	18,52		0,77	
Frossen fisk	11,48		0,48	
Bearbeidet fisk	18,53		0,77	
Matvarer inkl bearbeidet fisk	18,00	9,95	0,75	0,41

Kilde: SSBs Utenrikshandelsstatistikk 1999.

Lervåg et al. (2001) anslår degraderingskostnader for fersk fisk, hvor de tar utgangspunkt i vareverdi og antar at denne avtar lineært og blir 0 etter 7 døgn (168 timer). Vi har brukt en verdi som er 25% av denne verdien, da denne viste seg å gi en urimelig transportmiddelfordeling. Degraderingskostnaden vi har brukt for fersk fisk er ca. 28 kroner per tonntime, i tillegg har vi for termovarer lagt inn en degraderingskostnad på 8 kroner per tonntime.

Lervåg et al. (2001) har også kommet med forslag til avgangsfrekvenser *phit* for de ulike transportmidlene (tabell 4.14). Vi har valgt å bruke disse frekvensene i alle omlastinger. For linjefart (v) og utenriks-ferger (f og e) ligger frekvensen på den enkelte lenke.

Tabell 4.14. *phit* - Avgangsfrekvens for ulike transportmiddel i en terminal/havn

Transfer til/transportmiddel:	Antall avganger pr uke
Veg (l)	7
Jernbane (r)	7
Innenriks "bulk"skip (s)	3.5
"Bulk"skip Europa og oversjøisk (b)	3.5

TØI rapport 581/2002

Fra svenske data for kvalitetskostnader ved forsinkelse ved transfers ut3A har Lervåg et al. (2001) hentet anslagene (i promille av ordinær tid til omlasting) 38

(Lastebil-tog), 33 (Lastebil-sjø), 33 (Lastebil-bilferge), 46 (Tog-sjøfart) og 41 (Sjø-sjø).

For omlastingstid/terminalbehandlingstid (ut3B) presenterer Lervåg et al. (2001) estimater fordelt på stykkgoods og partilast (tabell 4.15). Vi tilpasser dataene til våre varegrupper med samme fremgangsmåte som tidligere; vi bruker gjennomsnittsverdiene for stykkgoods, og partilastdataene for bulk. Siden ut3B ikke kan differensieres etter varegruppe, bruker vi bulkverdien som parameterverdi, og multipliserer med en korreksjonsfaktor φ_i for varene 1-6 og 11. Selv om kostnadsnivået trolig er for høyt for noen transportmidler, vil det ikke være noen grov feil, siden det er forholdene mellom de ulike transportmidlenes kostnader for hver enkelt vare som betyr noe. Hypotetisk kan vi få en situasjon hvor intermodale transportløsninger taper andeler som følge av dette, men samtidig er dette leddet kun en del av omlastingskostnadene, og det er lite sannsynlig at dette vil være noe problem.

Tabell 4.15. Omlastingstid/terminalbehandlingstid ut3B på varegruppenivå

Vare	Lastebil - Tog	Lastebil - Sjø	Tog - Sjø
1-6 og 11	0,24	0,22	0,45
7-10	0,06	0,20	0,26
Korr.faktor φ_i	3,9	1,1	1,8

TØI rapport 581/2002

4.1.10 Egnethet

De operative lenkekostnadene ble multiplisert med transportmiddel- og varespesifikke konstanter som fanger opp elementer av betydning for transportmiddelvalget som ikke er representert ved et eget ledd i kostnadsfunksjonene. Denne parameteren ble bestemt som en del av kalibreringsprosessen slik at vi for hver varegruppe i innenlandsdelen fikk overensstemmelse mellom transportmiddelfordelingen beregnet ut fra tellingene og transportmiddelfordelingen beregnet med NEMO og i utenlandsdelen fikk overensstemmelse mellom transportmiddelfordelingen beregnet med NEMO og transportmiddelfordelingen oppgitt i Utenrikshandelsstatistikken (tabell 4.16, 4.17, 4.18 og 4.19).

Tabell 4.16. Transportmiddel- og varespesifikke konstanter for egnethet i innenlandsdelen av NEMO (uv3A)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lastebil	1,1	2,2	1,2	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7	0,7	1,7	2,3
Tog	1,0	1,0	0,7	2,3	1,2	0,6	1,6	0,7	1,0	2,0	0,7
Båt	1,8	0,6	2,5	1,3	1,3	1,2	0,9	1,6	1,3	0,7	0,5

TØI rapport 581/2002

En tolkning av uv3A er at jo høyere verdi på denne parameteren, jo høyere kostnader og desto mindre egnet.

Tabell 4.17. Transportmiddel- og varespesifikke konstanter for egnethet i eksport (uv3A).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Lastebil	1,1	1,1	0,6	0,7	1,0	1,6	1,4	1,2	1,2	1,4	2,1
Tog	1,1	1,0	1,0	0,7	1,0	1,1	1,7	1,3	1,0	2,0	1,2
Innenriks sjøfart	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Linjefart	0,8	0,7	1,5	1,3	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6
Bulk – utenriks	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jernbaneferge	1,0	1,2	0,7	1,3	1,2	0,8	1,0	0,7	1,1	1,0	1,0
Bilferge	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,6	1,0	1,0

TØI rapport 581/2002

Tabell 4.18. Transportmiddel- og varespesifikke konstanter for egnethet i import (uv3A).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastebil	1,3	2,5	1,4	0,9	1,1	1,6	1,1	1,0	0,8	1,1
Tog	1,1	2,3	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,1	1,0	1,9
Innenriks sjøfart	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Linjefart	0,9	0,7	2,1	1,5	1,3	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
Bulk – utenriks	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jernbaneferge	1,3	1,1	1,2	1,7	1,3	1,0	0,5	0,7	0,4	0,7
Bilferge	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	2,7	1,1	0,9

TØI rapport 581/2002

I tillegg til den vare- og transportmiddelspesifikke egnethetsvurderingen, har vi brukt generelle skaleringsfaktorer *phil* for å justere kostnadene for hvert transportmiddel. Skaleringsfaktorene er presentert i tabell 4.18. Hovedtendensen i tabell 4.19 er at utenriks sjøtransport ser ut til å ha fått alt for lave kostnader i de opprinnelige kostnadsanslagene. Dette hadde vi forventet etter at vi tidligere har foretatt en sammenligning av modellens kostnader for sjøtransport og lastebiltransport i utenrikstransportene.

Tabell 4.19. Skaleringsfaktor (*phil*) for justering av de enkelte transportmidlenes kostnader.

	Innenriks	Eksport	Import
Lastebil	0.9	1.0	1.0
Tog	4.0	1.5	1.5
Innenriks sjøfart	1.5	1.0	1.0
Linjefart – utenriks		6.0	5.9
Bulk – utenriks		7.0	4.8
Jernbaneferge -utenriks		1.0	1.0
Bilferge (utenriks)		0.75	0.9

TØI rapport 581/2002

4.2 Data for transportvolumer

Til gravitasjonsmodellen som er benyttet for å lage OD-matrisene for transport av varegruppene (se Kapittel 3.3.1), trenger vi data for antall tonn av hver vare inn til, B_i , og ut av, A_i , hver kommune i . OD-matrisene representere hele transportkjeder mellom sender og mottaker. Dette til forskjell fra OD-matrisene vi får ut av tellingene (Andersen, 2001a og Jean-Hansen, 2001b) der hvert OD-par representerer transport med et gitt transportmiddel mellom et laste- og lossested.

Statistisk sentralbyrå har levert nødvendige grunnlagsdata fra Jordbrukstelingen og – statistikken, Industristatistikk (IS) og varehandelsstatistikk (oppdelt på engros- og detaljhandel) for 1999. Hver statistikk inneholder produksjon, kjøp og salg av varer. Det meste av datagrunnlaget er oppgitt i verdi, og må omregnes slik at vi får et entydig bilde av antall tonn for hver av de 10 NEMO varene som transporteres og omsettes mellom og innen hver av de 435 kommunene i Norge, og mellom Norge og utlandet.

Vi har splittet varen Fisk i henhold til hvilken bearbeiding den har. Oppdelingen er gjort slik at en kan gjennomføre spesifikke analyser knyttet til fisketransportene. Fisk er da inndelt i følgende tre grupper:

1. Fersk fisk
2. Frossen fisk og fiskeprodukter
3. Fiskeprodukter som ikke er frosne

For innenriks transport av fisk har vi ikke slik detaljert informasjon som viser hvor mye av fisketransportene som er fersk fisk og hvor mye som er frossen. Opplysninger om fisk som gjør at den kan inndeles i disse tre hovedgruppene er innhentet fra Utenrikshandelsstatistikken. Bearbeidet ikke frossen fisk inngår blant varer som klassifiseres som matvarer i vår varegruppeinndeling da dette er produkter som ikke nødvendigvis trenger en kontinuerlig kjølekjede underveis i transporten (eksempelvis hermetisk, tørket, røkt eller gravet fisk). For bearbeidet fisk som ikke er frossen (f eks hermetisk, vakuumpakket, eller tørket) har vi valgt å inkludere disse produktene sammen med gruppen "matvarer", fordi denne gruppen inneholder produkter med mer sammenfallende krav til transporttilbud enn det bearbeidet fisk har til frossen eller fersk fisk.

Dette kapitlet beskriver statistikkgrunnlaget og hvordan vi bearbeider det for å beregne transport av varer inn og ut av hver kommune og mellom Norge og utlandet. Det er mest hensiktsmessig å ta utgangspunkt i IS og deretter de andre statistikkene, fordi vi i IS finner en omregningsfaktor fra verdi til tonn for en del av statistikkgrunnlaget. Tallene fra statistikkene er konfidensielle, og presenteres derfor på en aggregert måte for å unngå at bedrifter kan identifiseres. Når vi slår flere nærings statistikker og næringer sammen vil konfidensialiteten i dataene bli svakere.

4.2.1 Produksjon

For alle bedrifter innen både bergverk og industri i 1999 inneholder IS:

- Produksjonsverdi av industrivarer
- Salgsverdi av industrivarer
- Råvarekostnader til industrivareproduksjonen
- Salgsverdi av handelsvarer som er solgt av industribedriften
- Kjøpeverdi av handelsvarer som er solgt av industribedriften

der alle tall er oppgitt i 1000 kr eksklusive merverdiavgift for året 1999. Vareproduksjonen er klassifisert i henhold til NSTR/2. Tar vi utgangspunkt i produksjonsverdien, må vi ta hensyn til lageret av produserte varer som ikke er solgt og foreløpig ikke transportert. Vi har allikevel benyttet produksjonsverdien fordi den til-

svarende råvarekostnaden i bedriften er oppgitt i datagrunnlaget. Bedriften beregner således vareforbruk til akkurat den produksjonsverdien som er oppgitt av bedriften for 1999 (dvs. totalt råvarekjøp minus verdi av endret lager). I makro er forskjellen mellom produksjonsverdien og salgsverdien ikke ubetydelig 473 mrd kr i produksjonsverdi mot 414 mrd kr (salget). En tolkning er altså at det er en lagerøkning på 59 mrd kr i norsk industri i 1999. Avviket kan også forklares med at kjøpetidspunkter for råvarer og salg er ulike.

Før vi kan bruke tallene i modellen må de uttrykkes i mengder (tonn). I IS er alle mengdetall lagt til foretaket og ikke til selve bedriften, mens verditall finnes for alle bedrifter. Tall for mengdene (tonn) på bedriftsnivå er bare tilgjengelig for enbedriftsforetak dvs i foretak der bedrift og foretak er samme enhet. Dette er om lag 1750 enbedriftsforetak av i alt 4500 industribedrifter (i følge IS), men verdien av industriproduksjonen fra enbedriftsforetakene i Norge utgjør en mye mindre prosentandel).

Selv om utvalget er relativt lite har vi beregnet nasjonale industrivarepriser for hver av de 10 varene basert på det samlede datamaterialet for enbedriftsforetakene. Vi bruker de nasjonale prisene for å omregne varestrømmer fra produksjonsbedrifter fra verditall til tonntall med unntak av noen spesialtilfeller da vi brukte den lokale tonnprisen for å utnytte datamaterialet mest mulig. Et slikt spesialtilfelle når det bare er en bedrift i en kommune og denne er en enbedriftsforetak. Da har vi den riktige prisen og tonntallet for denne bedriften og bruker den i stedet. Videre bruker vi den lokale tonnprisen når markedsandeler i enbedriftsforetaket utgjør mer enn 10 prosent av all produksjon av varen i denne kommunen. Andelen er satt lavt fordi det ofte er slik at all industri som produserer samme NEMO-vare innen samme kommune har en likeartet produksjon.

Vi har ingen mengdetall for strømmen av varer inn til kommunene. Vi har imidlertid erfaring fra studier av kryssløpstabeller i NR at den dominerende råvaren inn i en industriell prosess ofte ligner varen som produseres. Men for at produksjonen skal være lønnsom, må prisen på innsatsfaktorene være lavere enn prisen på produktet. Dessuten er det selvfølgelig en god del andre varer som må kjøpes inn til den industrielle prosessen. Vi har satt tonnprisen på innsatsfaktorer lik 0,7 x tonnprisen på tilsvarende produserte vare i hver kommune. Det vil igjen si at bearbeidingsverdien er om lag 30 prosent av produksjonsverdien for hvert tonn av varen som produseres. Med verdi og pris på strømmen inn til industribedriftene i kommune kan vi beregne antall tonn som kommer inn til kommunene.

I tillegg til industriproduksjonen driver mange industribedrifter salg av industrivarer som de ikke produserer selv, men som antakeligvis ligner noen av de varene som de selv produserer. Vi har benyttet priser fra IS (fra enbedriftsforetakene) for å regne om varehandelssalget og kjøpet som industribedriftene foretar på si utenom selve industriproduksjonen som er hovedaktiviteten i bedriften. Innkjøpsprisen har vi satt lik den nasjonale industrivareprisen som vi har fra statistikk for enbedriftsforetakene i IS, hvorfra vi også henter prisen ved salg av forhandlede industrivarer. Således kan vi observere en slags engrosfortjeneste for industrivarer på 1,9 prosent for 1999 (tabell 4.20) som er lavere enn detaljistfortjenesten fordi detaljleddet er langt mer tungdrevet enn engrosleddet.

Tabell 4.20. Beregning av gjennomsnittlig fortjeneste for industrivarer forhandlet via industribedrifter og industriforetak. 1999.

	Verdi i mrd kr (1)	Mill tonn (2)	Gjennomsnittspris per 1000 tonn (mill kr) (3)=(1):(2)
Salg av industrivarer (1)	24,2	4,96	4,89
Kjøp av industrivarer for videresalg (2)	16,4	3,42	4,80
Salg/kjøp forhold	1,477	1,450	1,019

Kilde: Industristatistikk (1999)

For jord- og skogbruksvarer har vi data fra SSB (Jordbrukstellinga 1999 og den årlige skogbruksstatistikken) oppgitt i tonn for hver kommune, slik at her er det ingen metodiske problemer for omregning fra verditall over til tonn tall for produktene i de to næringene. Videre har vi fra Fiskeridirektoratet fått tall for ilandbrakt fangstmengde (dvs. tradisjonelt fiske) og slaktet vekt av laks og ørret per kommune for 1999. Vi vil bruke rund vekt fordi det vesentlige av kvantum (men neppe av verdi) er i rund vekt. For eksport av fisk har vi brukt SSBs fiskeristatistikk med oversikt over tonnmengder etter ilandføringskommune og informasjon fra Fiskeridirektoratet over slaktet mengde oppdrettsfisk etter slakterikommune, til å korrigere for at ikke eksporterte mengder fra et fylke overstiger den totale produksjonen i fylket (tabell 4.22).

Tabell 4.21. Nasjonal produksjon av landbruksprodukter og tømmer og trelast og noen tall for norske fiskerier i 1999 (millioner tonn) i henhold til jord- og skogbruksstatistikken, og data fra Fiskeridirektoratet. Dette er data beregnet av fagkontoret i SSB. Vi bruker rund vekt for fisk fordi det vesentlige av kvantum (men neppe av verdi) er i rund vekt

Matvarer	nv 1	1,2
Termovarer	nv 3	2,7
Grovfor (tilh.Div stykkgoods)	nv 5	0,3
Tømmer og trelast	nv 6	7,3
I alt jord og skogbruk		11,6
I alt for norsk fiskerinæring nv2 (rund vekt)		2,8

TØI rapport 581/2002

Tabell 4.22. Eksporterte mengder av fersk fisk, frossen fisk og , fiskemengder i en finere varegruppeinndelingen for fisk. For en ytterligere forfining se Vedlegg 3.

Varegruppe	Mengde 1999 (1000 tonn)	Prosent
1 Matvarer inkludert bearbejdet fiskeprodukter som ikke er frosne	271	15 %
2a Fersk fisk	525	30 %
2b Frossen fisk og fiskeprodukter	974	55 %
Sum	1770	100 %

TØI rapport 581/2002

4.2.2 Varehandel og privat konsum

Fra varehandelsstatistikken har vi data for omsetningsverdien av salget som varehandelsbedrifter i ulike bransjer har hatt i 1999. Varehandelsnæringen er hovedsakelig oppdelt i flere undernæringer - både etter type produkt eller vare som selges og i hvilken del av kjeden varehandel foregår. Undernæringerne er inndelt i engroshandel, agenturhandel, detaljhandel. Vi har slått agenturhandel sammen

med detaljhandel og har dermed bare to typer av handelsbedrifter; enten er de en engros- eller en detaljistbedrift.

For engroshandel har vi benyttet samme priser per tonn som for industrivarer. Vi dividerer omsetningsverdien på prisen for å komme fram til antall tonn som er solgt via engrosleddet av hver vare i hver kommune. For å foreta de tilvarende beregninger for detaljhandelen, må vi også benytte den samme prisstrukturen. Data fra IS er viktige ved beregning av tonntall for varehandel, men dersom dette gir et urimelig forhold mellom innkjøp til detaljist og salg fra grossist har vi lagt inn en fast faktor der detaljistprisen er beregnet 15 prosent høyere enn grossistprisen per tonn.

Varehandelsbedriftene er delt opp etter NACE/Clio nomenklaturet (næringsgruppering som er anbefalt internasjonalt) og kan inndeles svært detaljert. På bakgrunn av NACE/Clio nomenklaturet har vi kunnet klassifisere varehandelsbedriftene i henhold til vareinndelingen i NEMO fordi varegruppe og næring godt følges ad (se vedlegg 2 for sammenheng mellom NACE/Clio og NEMO varer). Videre ble varehandelen systematisert ut fra en antakelse om at alle varer først kjøpes inn til engroshandel (innkjøp) som enten selges til detaljhandel eller selges direkte til næringslivet ellers.

Kjøpene som er foretatt av private konsumenter er beregnet separat ut i fra befolkningstall og forbruksundersøkelsene for husholdninger, og videre sammenholdt med tall for privat varekonsum i nasjonalregnskapet. Noen kommuner er handels-senter for nabokommunene fordi de enten er lokalisert slik eller fordi befolkningsgrunnlaget ligger til rette for en senterdannelse. Vi har vurdert tall per innbygger i tonn for hver kommune inklusive privat konsum for å vurdere rimeligheten i tallene. I gjennomsnitt er volum eller vekt av privat konsum per innbygger 4,2 tonn per år eller 345 kg per måned per person. Dette omfatter ikke bare konsumet av matvarer, fisk og termovarer, men også transportmidler og maskiner, diverse stykkgoods, kjemiske produkter og flytende bulk som går til konsum. Privat konsum av varer summert over alle fylkene ligger på under 20 mill tonn eller bare litt over tredjedelen av det som forhandles gjennom detaljhandelsnæringen i volum (tabell 4.23). Forskjellen skapes særlig i NEMO/vare 5 diverse stykkgoods der det private konsumet er beskjedent (4,5 mill tonn), mens volumet innen detaljhandel er beregnet for denne varen til 39 mill tonn. Det er godt samsvar mellom det som er handlet av matvarer i detaljhandelsleddet og i det private konsumet. For Nemo-varene fisk og termovarer er konsumet høyere enn salgsvolumet i detaljomsetningsleddet, noe som kan forklares ved at det private konsumet i Forbruksundersøkelsen omfatter for eksempel all fisk, mens i detaljomsetningen er det kun innrapportert uinnpakket fisk solgt f.eks. i fiskebutikker

Tabell 4.23. Detaljomsetningen omregnet fra observerte verditall fra næringene og varesammensetningen av privat konsum for alle husholdninger fra befolkningsstatistikk og forbruksundersøkelsene i Norge i 1999 (1000 tonn).

NEMO/vare	Privat konsum	Detaljomsetningen
1 Matvarer	3411	3691
2 Fisk	92	17
3 Termovarer	245	29
4 Transportmidler og maskiner	247	901

5 Diverse stykkgoods	4515	39026
8 Kjemiske produkter	1175	1362
10 Flytende bulk	8624	9322
Sum varedelen i privat konsum	18309	54348

TØI rapport 581/2002

Svært mange større bedrifter kjøper naturlig nok ikke varer til eget bruk hos detaljist, men fra engrosleddet direkte eller importerer direkte fra en utenlandsk eller norsk produsent. Kjøp til næringslivet beregnes residualt for hver kommune som varer produsert nasjonalt eller importert minus varer til privat konsum eller som innsatsfaktorer i industrien. Dersom det fremkommer et negativt tall for næringslivets kjøp av en vare i en kommune, settes tallet til 0. Vi tenker oss at i slike tilfeller er kjøpet av denne varen faktisk ikke foretatt i kommunen, men i en annen nærliggende kommune. Dette skjer fordi næringslivet i den enkelte kommune ikke nødvendigvis kan levere alle varer. På denne måten får vi en balanse mellom kjøp og salg av hver vare innen hver kommune.

Beregningene i tabell 4.24 er avstemt slik at for alle varer blir Sum Inn (alle varekjøp) + Sum intern (kjøpene foretatt av næringslivet og av konsumentene og som er forbrukt i kommunene) lik Sum Ut (varesalg fra varehandel og produksjonen innen vareproduserende næringer som er bergverk og industri og primærnæringene) korrigerert for eksport og import av varer mellom Norge og utlandet. Vi ser av tabell 4.24 at det er både direkte kjøp til detaljhandel (utenom tilvarende engros-handel) på 1 mill tonn og dessuten et ikke ubetydelig direkte kjøp fra engros-handel (28,8 mill tonn). Videre er det kjøp til næringsliv og konsumenter helt utenom norsk varehandelsnæring på i alt 0,8 mill tonn. Disse tallene er aggregert fra tilsvarende oppstillinger for hver av Nemovarene som ofte har forskjellig handelsmønster.

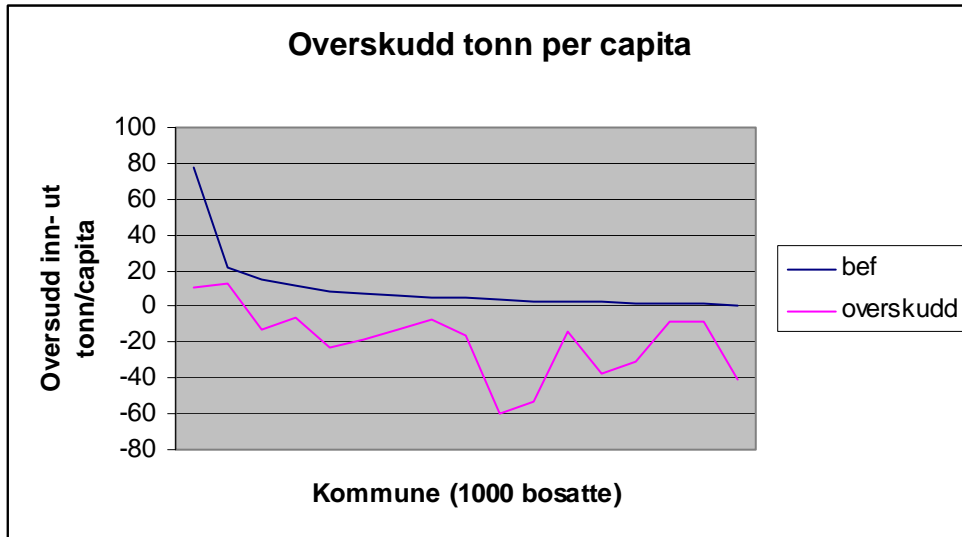
Tabell 4.24. Transaksjoner (handelsmønster) målt i mill tonn mellom varehandel og konsumenter og næringsliv. Mill tonn. (Justerte tall, se tabell 4.27) . TØI rapport 581/2002.

Transaksjon	Mill tonn
Innkjøp av engros-handelsnæringen (1)	65,9
Direkte innkjøp av detaljhandelsnæringen (2)	1,0
<i>Samlede innkjøp for videresalg fra varehandel (1 + 2)</i>	<i>66,9</i>
Direktesalg fra engros-handel (3)	28,8
Salg fra detaljhandel (4)	42,0
<i>Samlede salg fra varehandel (3 + 4)</i>	<i>70,8</i>
Kjøp av næringsliv (5)	56,1
Kjøp av private konsumenter (6)	15,5
<i>Samlede kjøp av konsumenter og næringsliv (5 + 6)</i>	<i>71,6</i>
<i>Direkte kjøp utenom varehandel av næringsliv (5+6) – (3+4)</i>	<i>0,8</i>

4.2.3 Data for varebalanser i kommunene

For å få en oversikt over sammenhengen mellom befolkningens størrelse i kommunene og netto varestrøm inn i kommunene, har vi gruppert kommunene etter befolkningsstørrelse og innhentet gjennomsnittlig netto varestrøm for hver gruppe. Første gruppe består av de 25 kommunene med høyest folketall, andre gruppe av de neste 25, og så videre. For hver gruppe har vi beregnet størrelsen på tonn per capita (figur 4.1).

Det synes som om det er liten sammenheng mellom over- eller underskuddet i tonn målt per capita og kommunestørrelsen målt i antall innbyggere. Det er bare for de 50 største kommunene vi finner at det er et overskudd. For mindre kommuner faller over- underskuddskurven under x-aksen. For kommuner med mindre enn 18 000 innbyggere er det gjerne et underskudd som vil si at tonnstrømmen ut er større enn tonnstrømmen inn til kommunen.

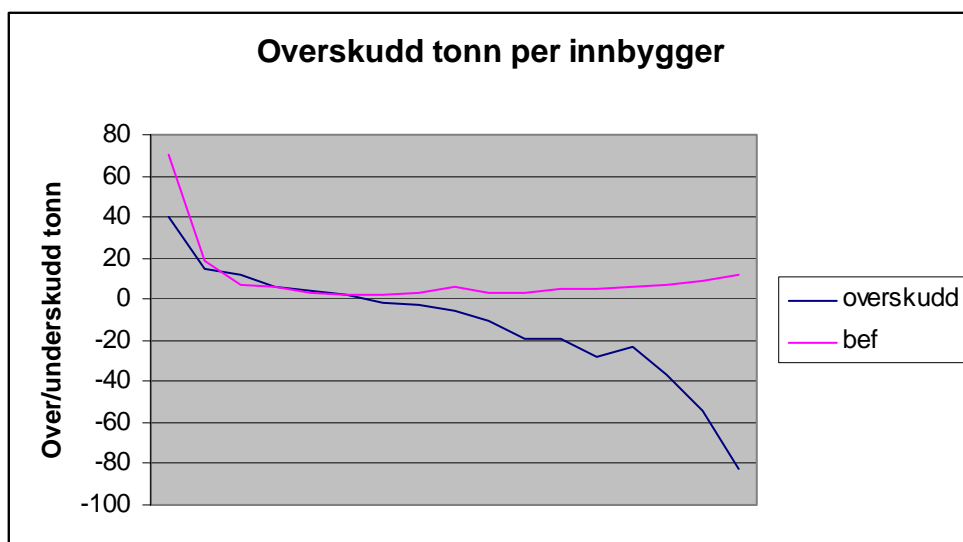


Befolkning 1000 personer	78	22	15	12	9	7	6	5	4	4	3	3	2	2	2	1	1
Overskudd per capita i antall tonn	11	13	-12	-6	-23	-18	-13	-8	-16	-60	-53	-14	-38	-31	-8	-8	-41

TØI rapport 581/2002

Figur 4.1: Sammenheng mellom overskuddet per capita av tonn inn og ut av kommunene og folketallet (bef for befolkning i diagramteksten) i kommunene

Vi har også gruppert kommunene i henhold til overskudd målt i tonn (figur 4.2). Vi ser at de 25 første kommunene har et overskudd på 40 tonn per innbygger. Dette er gjennomgående større kommuner med et snitt på 70 000 innbyggere. I neste gruppe av kommuner ser vi at overskuddet er redusert til 15 tonn per capita mens her er gjennomsnittlig kommunestørrelse bare 18 000 innbyggere. Vi ser at ettersom overskuddene faller ned mot null (eller balanse mellom innkommende tonnstrøm og utgående), reduseres kommunestørrelsen til under 2000 innbyggere. Når tonnstrømmen ut blir større enn tonnstrømmen inn til kommunene ser vi at folketallet i kommunene begynner å stige igjen opp mot 12 000 innbyggere der vi finner de kommunene som har de største underskuddene ned mot 100 tonn per innbygger.



Overskudd i antall tonn	40	15	12	6	4	2	-1	-3	-5	-11	-20	-19	-28	-23	-36	-54	-83
Befolkning 1000 personer	70	18	7	6	4	2	2	3	6	3	3	5	5	6	7	9	12

TØI rapport 581/2002

Figur 4.2: Ved fallende overskudd per innbygger vil kommunestørrelsen (uttrykt ved befolkningens størrelse (bef)) avta eller øke?

Dersom vi sier at overskuddet bør være større enn det private konsumet (målt i antall tonn) som vi beregnet til noe over 4 tonn per capita, vil dette bare være tilfellet for om lag 100 av de 435 kommunene. Det er slik at store overskudd i de mest folkerike kommunene jevner ut de ofte store underskuddene vi finner i de små og mellomstore kommunene. I figur 4.2 krysser kurvene der overskuddet i tonn er lik null og der folketallet i kommunene har et svært lite folketall med mellom 500 til 900 bosatte personer.

Av de 19 fylkene i Norge kommer vi frem til at 6 fylker har tonnoverskudd (Oslo, Akershus, Vest-Agder, Hordaland, Sør-Trøndelag og Troms, se tabell 4.25). Dette er fylker som inneholder landsdelens største byområder og der en har lokalisering av et stort antall engros- og detaljhandelsbedrifter. I de andre fylkene er det underskudd som vil si at det går mer ut enn det kommer inn i fylket.

Det er inn til de store byområdene at det importeres varer til salg innen dette området eller til utsendelse til distriktene rundt selve byområdene. I de større havnene til Oslo, Bergen, Trondheim, Kristiansand tas det inn varer for hele landsdelen. Dette må være årsaken til at vi får en positiv balanse nettopp i disse fylkene. Vi ser dessuten at overskuddet i Oslo alene er større enn det samlede overskuddet for landet som helhet. Legger vi til Akershus er dette overskuddet dobbelt så stort som overskuddet på landsbasis. Dette viser hvor dominerende Oslo er som godsknutepunkt for leveranser til hele Norge.

Tabell 4.25. Akkumulerte over- og underskudd i kommunene i fylker, og over- og underskudd i tonn per innbygger for fylkene (dvs. netto over- eller underskudd summert for alle kommuner i fylket)

Fylke	Akkumulert over- eller underskudd i kommunene (1000 tonn)	Over- eller underskudd per capita (tonn per capita)
Østfold	-965	-4
Akershus	18012	40
Oslo	31178	62
Hedmark	-2974	-16
Oppland	-952	-5
Buskerud	-161	-1
Vestfold	-792	-4
Telemark	-1898	-12
Aust-Agder	-686	-7
Vest-Agder	1018	7
Rogaland	-9652	-27
Hordaland	2371	6
Sogn og fjordane	-2196	-20
Møre og Romsdal	-9065	-37
Sør-Trøndelag	1671	5
Nord-Trøndelag	-1256	-10
Nordland	-1960	-8
Troms	2382	16
Finnmark	-2651	-36
Norge	21425	5

TØI rapport 581/2002

4.2.4 Varebalanser for hver NEMO-vare

For hver NEMO-vare er varestrømmene systematisert i henhold til avsender- og mottakerkommune. Mottak (Sum Inn) utgjøres av råvareforbruk i industri og bergverk, innkjøp av handelsvarer for videre salg fra industrien, grossisters kjøp, detaljhandelens direkte kjøp utenom grossist og eksport til utenlandssonen. Sendinger (Sum Ut) utgjør produksjon, salg av handelsvarer fra industri, salg fra grossister, salg fra detaljhandel som ikke går om engros (fra varehandelsstatistikken) og import fra utenlandssonen. Forbruket i kommunene (Sum Intern) har vi satt til det tonnsvolumet som handles i detaljhandelsleddet som et internt vareforbruk av befolkningen, næringsliv og offentlig sektor i kommunene.

Vi antar at engroshandel selger varer til detaljhandel. Men dersom innkjøpet av detaljhandel er større enn kjøpene i engroshandel, kjøper detaljhandelen utenom engroshandel. Som vi ser skjer dette bare for to varer; matvarer og for kjemiske produkter (tabell 4.26). For utlandet er det slik at norsk eksport er kjøpt inn til "kommunen" utlandet, mens norsk import er solgt ut fra "kommunen" utlandet. Det interne forbruket i utenlandssonen er lik 0. Eksport og import er representert i Utenrikshandelsstatistikken, som er av bedre kvalitet enn de andre tonntallene i regnskapet. Vi har at all transport av en vare inn til de 436 sonene (435 kommuner + 1 utenlandssone) tilsvarer det godset som går ut fratrukket evt. det godset som er brukt i sonen eller kommer i tilgang fra naturgrunnlaget i sonen.

Vi tar det private konsumet, som er beregnet ved en egen beregning ut i fra folketall og forbrukstall for vareforbruk i husholdninger, og trekker dette fra detaljhandel. Da får vi en differanse vi har kalt "forbruk i næringslivet ellers". Dette kan være offentlig sektor eller en annen privat bedrift utenom industri, bergverk og varehandel. Denne måten å regne på vil ofte resultere i at næringslivets forbruk i en kommune blir et negativt tall. I slike tilfeller er næringslivets kjøp for denne kommunene satt lik null. Totalt for landet vil dette oppveies ved at næringslivet i andre kommuner får et høyere kjøp av denne varen. Denne måten å regne på impliserer at noe transport mellom engrosleddet i en kommune og andre kommuner forsvinner. I stedet får vi en høyere intern-transport, der tallene for tonn sendt innen kommunene er summen av tall for privat konsum og næringslivets kjøp.

Til slutt har vi tatt med tall for lagerendring. Denne er beregnet som forskjellen mellom kjøp og salg i varehandelsnæringen (engros og detaljhandel). Dersom vi nå summerer får vi differansen $-8,596$ mill tonn. Det vil si at den inngående strømmen summert over alle varer er nesten 9 mill tonn. Men dersom vi ser på avvikene absolutt er avviket hele 133,4 mill tonn. Vi ønsker å redusere dette ned mot 0.

Det negative tallet for balansen mellom Sum Inn+Sum Intern og Sum Ut angir at det er for mye som kommer inn til sonene i forhold til forbruket i og strømmen ut av sonene (masse kan ikke forsvinne eller oppstå spontant). Grunnen til at vi får en slik feil, dvs. totalt sett underskudd eller overskudd på nemovarenivå kan være:

1. Interne leveranser innen en kommune
2. Beregningsfeil som skjer ved omregning fra verdi til tonntall
3. Statistikken kan inneholde feil spesifikasjoner av varer, kanskje særlig innenfor produksjonssektorer (råvarebruk)
4. Andre forhold vi ikke har kontroll på

Ad 1: Akkurat som for matvarer som blir kjøpt av befolkningen i detaljhandel og konsumert i kommunen, kan det tenkes at dette også skjer for varer som leveres til investeringer i bedrifter innen kommunene og til reparasjoner i husholdningene. Eksempel: Du er en konsument og bestiller en håndverker til å foreta reparasjoner hjemme eller på hytta. Du avtaler en pris for arbeid og materiellet som håndverkeren benytter. Du får en regning der arbeid + materialer er oppført. Du betaler regningen og fører opp i forbruksundersøkelsen at du har fått utført reparasjonsarbeid for regningens samlede beløp. Vi har ikke med tall for hva håndverkere forbruker av maling og trevarer osv i våre oppstillinger. Dette er en forklaring til at både nv 8 Kjemiske produkter og nv 5 Div stykkgoods har store negative differanser (for lavt forbruk av varene i kommunene). Dette gjelder helt tilsvarende for både offentlige og private investeringsprosjekter.

Tabell 4.26. Varebalanser for hver NEMO-vare før justering av beregnede varepriser (millioner tonn) , der kontinentalsokkelen ikke er med i eksport/import

Nemovare	Industri input	Industri. varekjøp	Direkte		Eksport	Sum inn	Privat konsum	Kjøp av næringsliv	Sum intern	Industri produksjon	Salg industri	Salg engroshandel	Salg detaljhandel	Jordbruk, skogbruk og fisk	Import	Sum ut	Differanse sum inn + sum intern – sum ut
			andel kjøp	andel detaljhandel													
1. Matvarer	0,4	0,1	3,2	0,5	0,1	4,3	3,4	0,5	3,9	1,9	0,1	0,0	3,7	1,2	1,1	8,1	0,1
2.Fisk	0,4	0,1	2,4	0,0	1,7	4,6	0,1	2,3	2,4	0,8	0,1	2,4	0,0	2,8	0,4	6,5	0,5
3.Termovarer	3,2	0,4	1,0	0,0	0,1	4,7	0,2	0,8	1,1	6,5	0,4	1,0	0,0	2,7	0,5	11,1	-5,4
4.Transportmidler/maskiner	1,0	0,1	2,8	0,0	1,5	5,3	0,2	2,5	2,7	2,9	0,1	1,8	0,9	0,0	2,2	8,0	0,0
5.Diverse stykk gods	9,3	1,7	50,9	0,0	7,6	69,5	4,5	45,5	50,0	29,8	1,8	11,9	39,0	0,6	5,2	88,3	31,3
6.Tømmer og trelast	3,9	0,3	5,7	0,0	0,9	10,7	0,0	5,5	5,5	16,7	0,3	5,4	0,2	7,1	3,6	33,4	-17,1
7.Mineraler i steinprodukter	7,5	0,3	0,0	0,0	13,6	21,4	0,0	0,0	0,0	54,2	1,6	0,0	0,0	0,0	4,8	60,6	-39,2
8.Kjemiske produkter	2,4	0,4	0,8	0,6	8,8	13,0	1,2	0,5	1,6	8,7	0,4	0,0	1,4	0,0	3,0	13,6	1,1
9.Malmer og metallavfall	2,8	0,1	2,1	0,0	0,6	5,6	0,0	2,0	2,0	9,2	0,1	2,1	0,0	0,0	4,8	16,2	-8,6
10.Flytende bulk	4,6	0,0	12,5	0,0	14,5	31,6	8,6	4,6	13,2	7,7	0,0	3,2	9,3	0,0	5,5	25,7	19,1
Alle varer	35,6	3,4	81,4	1,0	49,3	170,8	18,3	64,2	82,5	138,5	5,0	27,9	54,6	14,4	31,2	271,5	-18,2

TØI rapport 581/2002

Ad 2: Vi kan ha beregnet feil omregningsfaktorer fra verdi til tonn. Vi har forutsatt noenlunde lik pris for produkt og råvare i industrien – dette kan være feil som går hver sin vei for Nemo-vare 5 og 7 i og med at nv 5 burde hatt en høyere pris slik at råvaremengden ble redusert, mens for vare 7 er det omvendt. Vi kan også ha gjort feil i beregningene av tonntall fra varehandelsstatistikken som er oppgitt i verdi fra SSB.

Ad 3: Endelig kan det være feil i det som er oppgitt fra SSB ved at råvarene er feil spesifisert, eller at det i vår bruk av dataene kan ha sneket seg inn feil ved at gruppering av varer til NEMO-varer for de ulike statistikkene ikke er helt konsistent.

Fordi varestrømmene må være i balanse før vi kan bruke tallene for varestrømmer inn og ut av kommunene i gravitasjonsmodellen må vi avbalansere hver av de 10 NEMO-varene slik at varer som er solgt eller produsert i alle "kommuner" (Sum UT) minus internt forbruk av varene i alle "kommuner" (Sum Intern) skal være lik sum som er kjøpt inn av alle "kommuner" (Sum INN). En "kommune" i denne sammenheng er en av 435 norske kommuner eller den 436. kommunen som er utlandet. For å gjøre differansene lik null justerer vi de tidligere beregnede prisene på NEMO-varene. Da vil tonntallene for hver vare oppfylle identiteten over, mens verditallene som er observert i statistikkene forblir uendret (tabell 4.27).

Dersom det er et tallmessig grunnlag for antall tonn, for eksempel hentet fra NOS (Norges offisielle statistikk) så prøver vi å opprettholde dette tonntallet.

Eksempler på dette er tall for primærnæringsenes produksjon, utenrikshandel og også privat konsum som er beregnede tonntall ut fra verdien av konsumet på varer per husholdning og dermed personer. Tonntall som kan endres er tall for industriproduksjon og industriens forbruk av råvarer, videre tonntall for engros- og detaljhandel og næringslivets kjøp av varer. Disse er alle beregnede volumtall ut fra skjønn og bruk av priser per tonn hentet fra noen enbedriftsforetak i industrien. Men med så aggregerte varer som NEMO-varene, kan pris per tonn for en og samme NEMO-vare variere avhengig av hvilket kommunepar tonnstrømmen går mellom. Her vil det ikke finnes noen statistisk kilde for å justere prisene, men en må bruke skjønn og fornuft.

For Matvarer har vi redusert Sum Inn med 0,1 millioner tonn ved å øke prisen per tonn for kjøpene inn til kommunene. For å få til balansen er prisen på engroskjøpene av matvarer økt slik at tonntallet er redusert fra 3,22 millioner tonn til 3,14 millioner tonn. I tillegg er det en liten økning (20 000 tonn) i tonntallene på råvarer til industri.

For varen Fiske er det private konsumet minimalt (noe under 0,1 millioner tonn) fordi de fleste konsumenter kjøper frossen vare som enten er en matvare (NEMO-vare 1) eller en termovare (NEMO-vare 3). Vi har justert opp mengdene av varekjøp til næringslivet av fisk med 0,5 millioner tonn ved å redusere prisen per tonn på kjøpene. Dette kan være råstoff til eget bruk eller for til fiskeoppdrett eller andre kjøp i næringslivet utenom fiskeindustrien¹⁰ fordi tall for denne er inkludert i Sum INN.

¹⁰ Kvantumet som er produsert og kjøpt inn til fiskeindustrien er gitt fra fiskeristatistikken.

For å få oppfylt identiteten over for termovarer, må både Sum INN og Sum Intern reduseres samtidig som Sum UT bør økes kraftig. Den største rettelsen er tatt på Sum UT som er redusert med 4,2 millioner tonn som igjen vil si at prisen på produksjon av termovarer er økt med 40 prosent. Dette er varer som leveres av termoidustrien. Her er tonntallene justert ned fra 6,5 millioner tonn til 2,4 millioner tonn. Grunnen er at det er omtrent dette volumet som er levert fra norsk jordbruk (2,7 millioner tonn), mens importen er på 0,5 millioner tonn. Ikke alt av termovarer går via industrien, men noe leveres til engroshandel direkte fra import.

Transportmidler og maskiner var så å si i balanse i utgangspunktet (tilfeldigvis). Råvarekjøp til industrien ble økt ubetydelig med 11 000 tonn.

Vi vet i utgangspunktet at diverse stykkgoods er bearbejdede industrivarer. Importen av slike varer er relativt stor i Norge fordi industrivareproduksjon er en relativt arbeidsintensiv aktivitet. Volumet av importen burde derfor stå i et visst forhold til norsk industrivareproduksjon av denne varen som er beregnet til 29,8 millioner tonn. Vi har redusert Sum INN med 20 millioner tonn. Dette er reduserte kjøp av engroshandel med slike varer fra 50 millioner tonn til 30 millioner tonn. Dette reduserer i sin tur næringslivskjøpene (Sum Intern) med 26,4 millioner tonn. Videre er salg av detaljhandel redusert med 15,1 millioner tonn.

Tømmer og trelast behandles av sagbruk som er en del av denne industrien. Råvarekjøpet til industrien er bare knappe 4 millioner tonn. Produksjon og råvarekjøp må til en viss grad henge sammen derfor er det funnet riktig å foreta denne store nedjusteringen. Det vil igjen si at prisen på tømmer og trelast er doblet og vel så det.

Videre er det direkte salget fra engroshandel (dvs utenom detaljhandel) redusert med 1,1 millioner tonn. Salget fra detaljhandel er lite bare 0,2 millioner tonn. Næringslivets kjøp av trelast er ikke endret og lik 5,5 millioner tonn – det vesentlige av dette kjøper næringslivet fra engroshandel (4,4 millioner tonn) i tillegg kan det forekomme direkte import av tømmer til større bedrifter som bruker tømmer i sin produksjon.

Mineraler i steinprodukter er ifølge varehandelsstatistikken ikke omsatt innen varehandel (verken i engros eller detaljhandel). Vi har beregnet ”kjøp fra næringslivet for øvrig” som salget fra engroshandel direkte pluss salget fra detaljhandel minus kvantum omsatt i privat konsum til norske husholdninger. I og med at salgene og privat konsum er uten tonnmengder, blir også næringslivskjøpet uten tonnmengde. Dette blir selvfølgelig feil fordi vi tror at det er betydelig bruk av denne varen lokalt. Kjøpene til næringslivet foretas direkte fra produsent av varen. Denne varen er ifølge varehandelsstatistikken ikke omsatt innen varehandel (verken i engros- eller detaljhandel). Vi har beregnet ”kjøp fra næringslivet for øvrig” som salget fra engroshandel direkte pluss salget fra detaljhandel minus kvantum omsatt i privat konsum til norske husholdninger. I og med at salgene og privat konsum er uten tonnmengder blir også næringslivskjøpet uten tonnmengde. Dette blir selvfølgelig feil fordi vi tror at det er betydelig bruk av denne varen lokalt. Kjøpene til næringslivet foretas direkte fra produsent av varen. Rettelsen er foretatt på volumet i industristatistikken ved at volumet av produksjonen er justert ned med over 21 millioner tonn.

Videre antar vi at anleggsbransjen kjøper direkte fra bergverksindustrien (sandtak og produsenter av singel og subbus som f eks Franzefoss og andre). Deler av denne varegruppen er en massevare med lav verdi som ikke "tåler" lange transporter. Forbruket i næringslivet må foregå i nærheten av der varen blir gjort tilgjengelig fra produksjon. Dette er altså en vare som i stor grad blir forbrukt om ikke i egen kommune så i hvert fall i eget fylke. Transportkostnadene utgjør en stor del av produksjonsverdien av varen. Men det er også deler av varegruppen som er mer høyverdig og i stor grad blir eksportert. Dersom vi ser på produksjonen er det tre fylker som produserer over halvparten av produksjonen: Rogaland (24 prosent), Møre og Romsdal (17 prosent) og Akershus (11 prosent). Alle tre fylker ligger i områder med større befolkningssentra. Finnmark (7 %), Hordaland (6%) og Nordland (5%) følger etter disse. Særlig i Nordland og Hordaland er det mye tunnelarbeid som krever at masse fraktes ut fra et område til et annet som kan nyttiggjøre seg masse. Det er bare fire fylker som har et forbruk som er større enn produksjonen av varen i fylket. Dette er Vest-Agder (med en lav produksjonsandel på 1%), Hordaland, Rogaland og Sogn og Fjordane (med en produksjonsandel på 3%). Ellers er det slik i de andre fylkene at produksjonen er noe større enn forbruket i fylket. Det er ingen fylker det er stor ubalanse mellom produksjon og forbruk. Størst forskjell er det i Vest-Agder der produksjonen bare dekker vel 15 prosent av forbruket, men her er "sand og grus – fylket" Rogaland nabofylket til Vest-Agder. Rogaland har en produksjon som er 4-5 ganger så stor som forbruket i Vest-Agder.

Kjemiske produkter var i rimelig god balanse i utgangspunktet. Bortsett fra en helt marginal endring av internt forbruk (næringslivets kjøp er økt med vel 24 000 tonn av kjemiske produkter), er industriproduksjonen økt i volum med 8 prosent. Dette tilsvarer en reduksjon av produktprisen per tonn med de samme 8 prosent. Vi kan konkludere med at for denne varen er det bare foretatt små justeringer fordi utgangspunktet for tonnstatusen (deflatering av verditall til tonn for ut- og innstrømmer) var så vidt brukbar.

For Malmer og metallavfall var i utgangspunktet industriproduksjonen svært høy (9,2 millioner tonn) i forhold til kjøp av råvarer til industrien på bare 2,8 millioner tonn. Importen er betydelig 4,8 millioner tonn, mens eksporten er liten 0,5 millioner tonn. Kjøp og salg av engroshandelen med slike varer er også lav bare litt over 2,1 millioner tonn. Det ser derfor ut for at industriproduksjonen har fått lav pris per tonn, som igjen har gitt for høyt tonntall. Vi har derfor redusert industriproduksjonene med vel 4,2 millioner tonn. Vi har for å unngå å redusere produksjonen ytterligere økt salget til næringslivet for øvrig betydelig: fra 2 millioner tonn til 6,4 millioner tonn. Alternativt måtte vi ha redusert produksjonen ytterligere (ned mot 8 millioner tonn) som vil si en dobling av produktprisen av vare 9 i forhold til utgangspunktet. Kjøpene i næringslivet av NEMO-vare 9 er stort sett økt (doblet og tredoblet) og har bare i noen grad ført inn nye mindre leveranser for kommuner.

Flytende bulk er en homogen vare som gjør at det ikke er så enkelt å rette på tonntallene (som igjen vil si at prisen per tonn halveres eller dobles eller noe lignende). Det er store rettelser som skal til for å få denne varen i balanse gitt at vi ikke kan endre så mye på industriproduksjon (raffinering av oljeprodukter). I ut-

gangspunktet er det en import på 5,5 millioner tonn, mens det er en norsk produksjon av flytende bulk på vel 7,7 millioner tonn. Råvareforbruket i industrien er 4,6 millioner tonn, mens eksporten er hele 14,5 millioner tonn. Privat konsum av flytende bulk er beregnet til 8,6 millioner tonn (hele personbilparkens forbruk av drivstoff, i tillegg til oljeoppvarming av hus). I tillegg får vi fra varehandelsstatistikken at næringslivets kjøp er vel 4,6 millioner tonn. Det blir da en stor ubalanse særlig fordi eksporten er så vidt stor. Eksporten på 14,5 millioner tonn overstiger raffineringsvolumet som er produsert av norsk industri 7,7 millioner tonn. I tillegg skal privat konsum og næringslivets kjøp dekkes enten ved import eller ved norsk produksjon. For å få dette til å balansere er eksporten redusert ved en antakelse om at dette er eksport av råolje som kommer til Norge for å bli eksportert videre. Eksporten ankommer via Kårstø, Mongstad og Slagen. Eksporten er redusert med 12,5 millioner tonn, og dette er den eneste rettelsen som er foretatt på Sum INN. Dette er også den eneste rettelsen som er foretatt i tonn tallene for eksport og import. For Sum Intern er det private konsumet ikke endret, men næringslivskjøpet er redusert fra 4,6 millioner tonn til 3,5 millioner tonn. Det synes ikke mulig å redusere dette ytterligere i forhold til volumet som er beregnet for privat konsum (8,6 millioner tonn). Transportsektoren, egentransport i firmaer og firmabiler ellers har et forbruk som tilsier om lag dette volumet.

Det er rimelig at innen industriproduksjon vil prisen per tonn produsert vare være høyere enn prisen på råvare inn. Det er da en kan snakke om verdiskaping. Men det kan tenkes årsaker til at det ikke er slik. For eksempel vil en brusprodusent ha behov for innsatsfaktorer i for av konsentrat som har høy tonnverdi. Det ferdige produktet er imidlertid blandet med vann som er en "gratis" resurs. Verdien per tonn blir således i dette tilfellet lavere en verdien på enkelte av innsatsfaktorene.

Vi kan sammenligne priser per tonn for hver NEMO-vare ved import og eksport (fra Utenrikshandelsstatistikken), produksjon og produktinnsats (fra IS) og innkjøp til engroshandel og salg fra detaljhandel (fra Varehandelsstatistikken). Priser per tonn fra Utenrikshandelsstatistikken og IS er uavhengige datakilder og er derfor interessante å se opp mot hverandre.

Kvalitetsmessig er nok importprisene mer å stole på enn andre priser. Det er flere grunner til det. For det første importeres det et bredt varespekter av de fleste varer til Norge. For hver sending oppgir avsender verdien og vekten av sendingen. Dette blir behandlet av SSB og Tollvesenet i felles oppgaveskjema. Det er samme prosedyre for eksporten, men her er varespekteret atskillig smalere og det kan tenkes at det er en spesiell kvalitet av en vare som eksporteres fra Norge.

Importverdien er registrert uten avgifter, toll og mva, men inneholder transportkostnader til Norges grense, dvs. "cost, insurance freight" (CIF). Dersom en vare importeres til Norge, kjøpes av f eks engroshandelsnæringen som selger den videre til detaljhandelsnæringen som igjen selger den til en konsument, vil prisen som regel øke fordi hvert ledd skal ha en inntjening for å formidle og transportere varen videre før den til slutt havner hos konsumenten. Prisene vi har beregnet ved hjelp av IS og senere justert for å oppnå balanse mellom antall tonn av varene transportert inn til og ut av kommunene bør således gjenspeile dette forholdet.

Tabell 4.27. Varebalanser for hver NEMO-vare etter justering av beregnede varepriser (millioner tonn), der kontinentalsokkelen ikke er med i eksport/import

Nemovare	Industri input	Industri. varekjøp	Engros-handel kjøp	Direkte kjøp detaljhandel	Eksport	Sum inn	Privat konsum	Kjøp av næringsliv	Sum intern	Industri produksjon	Salg industri	Salg engros-handel	Salg detaljhandel	Jordbruk, skogbruk og fisk	Import	Sum ut	Differanse sum inn + sum intern – sum ut
1. Matvarer	0,4	0,1	3,1	0,5	0,1	4,2	3,4	0,5	3,9	1,9	0,1	0,0	3,7	1,2	1,1	8,1	0,0
2.Fisk	0,4	0,1	2,4	0,0	1,7	4,6	0,1	1,8	1,9	0,8	0,1	2,5	0,0	2,8	0,3	6,5	0,0
3.Termovarer	3,5	0,5	1,5	0,0	0,1	5,6	0,2	1,0	1,3	2,4	0,4	0,9	0,0	2,7	0,5	6,9	0,0
4.Transportmidlee/rmaskiner	1,0	0,1	2,8	0,0	0,3	4,1	0,2	2,5	2,7	2,9	0,1	1,8	0,9	0,0	1,0	6,8	0,0
5.Diverse stykkgoods	9,6	1,7	30,9	0,0	8,8	51,0	4,5	19,1	23,6	29,8	1,8	11,9	23,9	0,6	6,6	74,6	0,0
6.Tømmer og trelast	3,9	0,3	9,6	0,0	0,9	14,7	0,0	5,2	5,2	4,7	0,3	4,3	0,2	7,1	3,4	19,9	0,0
7.Mineraler i steinprodukter	7,5	0,3	0,0	0,0	15,8	23,6	0,0	16,2	16,2	32,8	1,6	0,0	0,0	0,0	5,4	39,8	0,0
8.Kjemiske produkter	2,4	0,4	0,8	0,6	9,4	13,6	0,9	0,5	1,4	9,8	0,4	0,0	1,4	0,0	3,4	15,0	0,0
9.Malmer og metallavfall	2,8	0,1	2,1	0,0	0,6	5,7	0,0	6,1	6,1	5,2	0,1	1,9	0,0	0,0	4,6	11,8	0,0
10.Flytende bulk	5,0	0,0	12,5	0,0	4,4	21,9	6,0	3,2	9,2	8,0	0,0	5,5	11,9	0,0	5,7	31,1	0,0
Alle varer	36,6	3,5	65,9	1,0	42,0	149,0	15,5	56,1	71,6	98,4	5,0	28,8	42,0	14,4	32,0	220,6	0,0

TØI rapport 581/2002

Tabell 4.28. Differanse mellom komponenter i varebalansen før og etter justering av prisene

Nemovare	Industri varekjøp	Engros- handel kjøp	Direkte kjøp detaljs- handel	Eksport	Sum inn	Privat Konsum	Kjøp av næringsliv		Industri produksjon	Salg industri	Salg engros- handel	Salg detalj- handel	Jordbruk, skogbruk og fisk	Import	Sum ut	Differanse sum inn + sum intern – sum ut	
1. Matvarer	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
2.Fisk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
3.Termovarer	-0,3	-0,1	-0,5	0,0	0,0	-0,9	0,0	-0,2	4,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,4	
4.Transport- midler/maskiner	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	0,0	
5.Diverse stykkgods	-0,3	0,0	20,0	0,0	-1,2	18,5	0,0	26,4	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	-1,5	13,6	31,3	
6.Tømmer og trelast	0,0	0,0	-4,0	0,0	0,0	-4,0	0,0	0,3	12,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,3	13,4	-17,1	
7.Mineraler i steinprodukter	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,2	-2,2	0,0	-16,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	20,8	-39,2	
8.Kjemiske produkter	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,6	0,2	0,0	-1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-1,5	1,1	
9.Malmer og metallavfall	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-4,1	4,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	4,4	-8,6	
10.Flytende bulk	-0,4	0,0	0,0	0,0	10,1	9,7	2,6	1,4	-0,3	0,0	-2,3	-2,6	0,0	-0,2	-5,4	19,1	
Alle varer	-1,0	-0,1	15,5	0,0	7,3	21,8	2,8	8,1	10,9	40,1	0,0	-0,9	12,6	0,0	-0,8	50,9	-18,2

TØI rapport 581/2002

NEMO-varene er aggregerte og inneholder ulik sammensetning av delvarer, som er en av årsakene til prisvariasjoner i de ulike leddene (tabell 4.29). Dette kan være en av grunnene til at prisen på matvareimporten av NEMO-varene 1,2 og 3 er lavere enn prisen på råvarer til norsk næringsmiddelindustri.

Transportmidler og maskiner (NEMO-vare 4) har høyere importpriser, antakeligvis på grunn av personbilimporten, i forhold til produserte varer i Norge. Dette gjelder også for vare 5 Diverse stykkgoods. For varene 6, 8 og 9 er prisene i norsk anvendelse høyere enn for import. Eksportprisen for kjemiske produkter er svært lav, antakelig fordi den domineres av en vare med lav pris per tonn. Varegruppe 7 (mineraler i steinprodukter) er en massevare som lett domineres av en skjernet vare som det ikke er lønnsomt å handle med utlandet¹¹. Dette kan være årsaken til den svært lave tonnprisen fra IS. Dette er en massevare som ikke forhandles i varehandelen i følge varehandelsstatistikken der ingen verdi av denne varen er oppgitt. Bulkprisen (vare 10) inneholder både råolje og raffinerte produkter. Det er antakeligvis raffinerte produkter som produseres, mens det er råoljelignende produkter som gir lavere priser på import og eksport.

For industrien ser det ut for at vi for en del varer får høyere råvarepris enn produksjonspris (Dette gjelder varene 1,1,4,5, 8 og 10). Den økonomiske forklaringen på dette må være at det er strategiske varer som er bearbeidet som inngår i en del av disse industriprosessene med lave tonntall, mens det som kommer ut er bearbejdede industriprodukter. Et eksempel i så måte for næringsmidler har vi ved at konsentrat av råsaft til mineralvannproduksjon får en langt høyere verdi per tonn enn det ferdige produktet der råsaften er blandet med billige råvarer som vann, sukker og karbonat.

Tabell 4.29. Tonnpriser (kr per tonn) av NEMO-varer for utenrikshandel, industri og varehandel. (Opprettete priser per tonn er tabulert i tabellen.)

NEMO-vare	Import	Råvarer til industri	Kjøp av engroshandel	Eksport	Industriproduksjon	Salg fra detaljhandel
1 Matvarer	6892	28658	30321	15003	19234	21733
2 Fisk	10291	22774	19795	16422	15738	19590
3 Termovarer	9001	11352	15784	15468	22733	15816
4 Transportmidler og maskiner	99862	62941	57196	126174	43575	65863
5 Diverse stykkgoods	17445	2291	3775	5989	1628	4206
6 Tømmer og trelast	1052	5978	3159	1602	14711	5553
7 Mineraler i steinprodukter	681	120	NA	1065	168	NA
8 Kjemiske produkter	3553	7088	7377	1086	4420	8102
9 Malmer og metallavfall	3390	9435	7203	7849	10297	NA
10 Flytende bulk	1184	3807	3010	1189	2556	2737

TØI rapport 581/2002

Som omtalt tidligere i dette kapitlet, justerte vi prisene for å få Sum inn + Sum intern bli lik Sum ut for hver vare. Dette har medført at de initiale beregnede tonnprisene er endret noe (tabell 4.30). En viktig problemstilling er hvorvidt juste-

¹¹ Men det er ikke i første rekke masseproduktene som importeres/eksporteres, men stein (skifer, marmor, Larvikitt, mm) + mineraler.

ringene vi har foretatt påvirker forskjellene vi kan observere mellom importpriser for en vare og andre anvendelser eller produksjon, dvs. øket eller redusert forskjellene.

I makro (alle varer) for industriproduksjon ser vi at tonnprisen på industriproduksjonen er økt med 41 prosent, mens produktinnsatsen så og si er uendret (prisen på termovarer er redusert med 9 prosent). På produksjonssiden er det foretatt en kraftig økning i prisen på tømmer og trelast (vare 6) og for termovarer (vare 3), mens det er foretatt mindre prisøkninger for varene 7 og 9. Det er bare produksjonsprisen på tømmer og trelast som virker noe høy. Produksjonsprisen på termovarer er priset uten matvaresubsidier for disse tilfaller varehandelsleddet som regel engroshandelsleddet. Derfor kan prisen på salget fra detaljhandel være lavere enn prisen ut fra produksjonsbedriften (begge er beregnet uten mva).

For handelsleddet ser vi at vi har økt varehandelsoverskuddet ved at prisene på innkjøp til engros er redusert med 46 prosent i makro, mens vi samtidig har justert prisen slik at salget fra detaljhandel har økt med 30 prosent. Vi får reduksjoner i prisene på engroskjøp for vare 3 og 6; hhv termovarer og tømmer og trelast. Dette skyldes at vi har hatt særlige problemer med å balansere tonntallene for disse to varene, dvs. for termovarer ville inntjeningen vært negativ dersom vi ikke hadde foretatt justeringen, mens for tømmer og trelast var inntjeningen positiv også før rettingen som ble foretatt.

Som en konklusjon kan vi si at rettingene som er foretatt ikke har endret vesentlig på avvikene mellom importpriser og priser til industri og varehandel. Selv om det er foretatt en del rettinger er de forskjeller vi kan observere i tabell 4.29 fremdeles opprettholdt.

Tabell 4.30. Prosentvise rettinger foretatt på tonnprisen for hver NEMO-vare i avstemmingen av varen (%vis endring av kr per tonn i forhold til den initiale tonnprisen). Eksport og import er ikke tatt med fordi disse bare i liten grad er endret i fra utgangspunktet

NEMO-vare	Råvarer til industri	Kjøp av engroshandel	Industriproduksjon	Salg fra detaljhandel
1 Matvarer	5	3	0	0
2 Fisk	0	0	0	0
3 Termovarer	-9	-36	167	0
4 Transportmidler og maskiner	1	0	0	0
5 Diverse stykkgoods	0	65	0	63
6 Tømmer og trelast	0	-41	255	0
7 Mineraler i steinprodukter	0	Na	65	Na
8 Kjemiske produkter	0	0	-11	0
9 Malmer og metallavfall	0	-1	77	Na
10 Flytende bulk	0	0	-4	-22
Alle varer	-1	-46	41	30

TØI rapport 581/2002

Virkningene for varehandel oppsummerer rettingene som er foretatt (tabell 4.31). I makro var det en negativ bruttofortjeneste på nær 10000 kr per tonn. Denne er endret til en mindre negativ bruttofortjeneste på 1257 kr per tonn. Dette gjelder særlig i utgangspunktet den store negative bruttofortjenesten på termovarer og dessuten er bruttofortjenesten på tømmer og trelast økt vesentlig. Dette virker ikke urimelig. Den nå negative bruttofortjeneste for flytende bulk kan ikke forklares

like lett, men kan ha noe med sammensetningen av råvarer og raffinerte varer å gjøre.

Våre justeringer balansere tonntallene. Med et annet skjønn vil andre kunne ha foretatt andre rettelser for å oppnå balanse, men en måtte ha foretatt rettelser på de samme varene der vi i utgangspunktet observerte store ubalanser mellom tilgang og anvendelse av tonntallene for varen.

Tabell 4.31. Effekt av justerte priser (målt i kr per tonn) for hver NEMO-vare på bruttofortjeneste i varehandel målt i kr per tonn som differensen mellom kjøperprisen til engrosleddet og salgsprisen til detaljleddet.

NEMO-vare	Opprinnelig bruttofortjeneste	Opprettet bruttofortjeneste	Differanse: Rettet bruttofortjeneste
1 Matvarer	-7818	-8588	-769
2 Fisk	-205	-205	0
3 Termovarer	-8702	32	8734
4 Transportmidler og maskiner	8667	8667	0
5 Diverse stykkgoods	284	432	148
6 Tømmer og trelast	184	2394	2210
7 Mineraler i steinprodukter	0	0	0
8 Kjemiske produkter	725	725	0
9 Malmer og metallavfall	0	0	0
10 Flytende bulk	481	-273	-754
Alle varer	-9696	-1257	8438

TØI rapport 581/2002

4.2.5 OD-matriser til den nasjonale delmodellen

Vi kan nå generere data for (1) varestrømmer inn i kommune, (2) internt i kommune og (3) ut av kommune for hver kommune i Norge. Disse data bruker vi senere i en gravitasjonsmodell for å beregne OD-matriser for hver av de ti varegruppene i den Nasjonale delmodellen. I henhold til gravitasjonsmodellen i kapittel 3 betegner A_j transporten ut av kommune j og B_j betegner transporten internt i kommune j pluss inn i kommune j . For den Nasjonale delmodellen skal slike data ikke inneholde import til første tollsted og eksport fra produksjonsbedrift. Transport av import fra soner for fortolling og videre inn i det norske transportnettverket skal imidlertid være med. OD-matrisen for utenlandsk transport inneholder transport av eksport fra produksjonssted i Norge til bestemmelsessted i utlandet og import fra utlandet til tollsted i Norge.

Av dette ser vi at de innenlandske OD-matrisene ikke inneholder transporten i det norske transportnettverket fra produksjonssted og ut av landet av eksportvarer og heller ikke transporten i det norske transportnettverket for transporter til tollsted. Fordi mye eksport fra Norge sendes direkte ut med båt og fordi transporten inn til første tollsted er relativt liten i forhold til det totale antall transporter i Norge, vil innenlandske matriser allikevel være representative for transport mellom kommuner i Norge.

Det er en rekke forhold vi tar i betraktning når vi bearbeider data når import og eksport er utelatt på denne måten. Engroshandel og i noen grad detaljhandel er store importører av varer, samtidig er industri og bergverk eksportører av sine

produkter og særlig industrien importerer i tillegg sine råvarer. I dataene der import og eksport er utelatt får vi altså med varestrømmene av import mellom engrosledd og detaljist, mens transport av eksporten fra produsent ikke er med. Vi fanger ikke opp innkommende sendinger dersom en tjenesteproduserende næring ønsker å importere varer direkte til eget bruk utenom varehandelsnæringen. Lageroppbygging kommer heller ikke fram fordi vi ser på *salg* fra engroshandel og ikke *innkjøp* til engroshandel. Tilsvarende ser vi på *forbruk* av råvarer til industri og bergverk og ikke på *innkjøp* av råvarer til industri og bergverk. Dersom det finner sted en stor systematisk lageroppbygging i norsk industri vil vi ikke fange opp det i tabell 4.27. Det er imidlertid ikke noen grunn til å tro at dette er noen viktig faktor slik de økonomiske forholdene i norsk næringsliv er nå. Antakeligvis bygger noen lagre seg opp samtidig med at andre bygges ned i løpet av det året vi ser på (1999), men noen generell tendens til systematiske lagerendringer (verken ned- eller oppbygninger) er det lite sannsynlig foregår i et desentraliserte og åpne markeder som i de norske markedene for industriprodukter verken hos produsenter eller innen varehandel.

Vi har ikke med varer som går til investeringsprosjekter på noen systematisk måte. Det vil si kjøpes det f eks en bil til en næring, vil denne som oftest komme via engroshandel og videre evt detaljhandel for motorkjøretøyer. Da vil det fanges opp av statistikken for disse næringene. Men dersom bedriften importerer varen selv utenom varehandelsleddet kommer den ikke med i data til den Nasjonale delmodellen.

4.3 Inngangsdata for beregning av OD-matriser for transport til og fra utlandet

OD-matriser for Norges utenrikshandel er basert på SSB's Utenrikshandelsstatistikk fra 1999 som inneholder opplysninger om eksport og import i tonn etter vare og mottaks- eller avsenderland og fylke i Norge. Elementene i OD-matrisen representerer transport fra produksjonssted i Norge til mottakersone i utlandet og transporter fra sone i utlandet til første tollsted i Norge. Utenrikshandelsstatistikken er basert på tollklareringsoppgaver og er i motsetning til de transportmiddelspesifikke utvalgstillingene en statistikk som er basert på *alle* fortollinger i løpet av ett år.

Fra Utenrikshandelsstatistikken har vi 2-sifret SITC-kode som beskriver vareslaget. På grunnlag av de 10 varegruppene som er definert for innenriks modellversjon (Hovi, Jean-Hansen, Meland, Vold og Wahl, 2001), er følgende SITC-grupper plassert under hver av de 10 varegruppene som det fremgår av Tabell i Vedlegg 2, der Fisk er videre inndelt i fersk, frossen og bearbeidet på grunnlag av at SSB gjorde en utkjøring til oss på grunnlag av et finere varegruppeinndeling i Utenrikshandelsstatistikken enn det vi hadde tilgang til. Eksport- og importmatrisene er spredt fra fylkes- til kommunenivå, på grunnlag av metodikk som spesifisert under.

Utenrikshandelsstatistikken er forbedret fra og med 1997, ved at produksjonsfylke nå er registrert for eksport, mot før bare tollsted. For import registreres fremdeles

bare tollsted, dvs en kjenner i utgangspunktet ikke faktisk mottakerfylke for godset¹². Det er gjort svært få undersøkelser om *hvor* fortolling faktisk skjer. Én slik undersøkelse ble gjort i forbindelse med NOU 1988: 27a, ”Transport og konkurransevne”. Undersøkelsen konkluderer med at omtrent 30 prosent av importen og 12 prosent av eksporten med lastebil fortolles ved grensen. Selv om data fra Utenrikshandelsstatistikken for 1999 viser at det er forholdsvis god overensstemmelse mellom tollstedsfylke og produksjonsfylke når det gjelder eksport, kan vi ikke uten videre slutte at det samme gjelder for import. Dersom en sammenligner import av typiske konsumvarer til de ulike fylkene med fylkets folketall, finner en store forskjeller. I forhold til befolkning har f eks Oslo og Østfold en svært høy andel av importerte varer. Dette gjelder til en viss grad matvarer, men særlig termovarer og forbruksvarer som f eks møbler, klær, elektronisk utstyr, biler, etc.

4.3.1 Eksport

Produksjonsfylke er ikke kodet for alle vareforsendelser i utenrikshandelsstatistikken (fylkeskode 99). I tillegg er det slik at varer kan ha opprinnelse i flere fylker (fylkeskode 29). Varer som er registrert under disse kodene er fordelt på fylker etter den fordelingen som allerede ligger der. For eksport av fisk har vi brukt SSBs fiskeristatistikk med oversikt over tonnmengder etter ilandføringskommune og informasjon fra Fiskeridirektoratet over slaktet mengde oppdrettsfisk etter slakterikommune, til å korrigere for at ikke eksporterte mengder fra et fylke overstiger den totale produksjon i fylket. Dette ga seg bl a utslag i hvordan vi kunne fordele det godset som ikke har påkodet produksjonsfylke i Utenrikshandelsstatistikken.

Som utgangspunkt til å spre OD-matrisene for eksport fra fylke til kommunenivå har vi tatt utgangspunkt i ”marginaler” som tidligere omtalt, dvs totale godsstrømmer inn og ut av kommuner. Marginalene er beregnet på grunnlag av industristatistikk, primærnæringsstatistikk, varehandelsstatistikk mm. Marginalene er beregnet for hver av de 10 varegruppene i NEMO, som beskrevet i kapittel 4.2.

Da vi anser det for urealistisk at hver eneste kommune med produksjon av en vare også eksporterer varen, har vi beregnet eksportverdiens andel av total produksjonsverdi for hver varegruppe. For varegrupper som har en høy eksportandel, har vi tatt med en tilsvarende høy andel av kommunene med oppgitt produksjon i OD-matrisen for eksport. Dette er gjort ut fra at vi har sortert Industristatistikken slik at for hver vare er kommunene rangert etter produksjonsverdi. For varer med høy eksportandel har vi benyttet en høy andel kommuner (vi har benyttet hhv 25, 50 eller 75 prosent av alle kommunene), dvs at vi får mange kommuner med eksport, mens omvendt er gjort for varer med en lav eksportandel (tabell 4.32). Ut fra et kriterium om rimelighet har vi gjort enkelte omfordelinger mellom kommuner innad i et fylke.

Tabell 4.32. Kvartil og produksjonsverdi som er benyttet som kriterium for valg av kommuner som eksporten spredes til.

¹² F.o.m. år 2001 er Utenrikshandelsstatistikken ytterligere forbedret ved at utpasseringssted også blir registrert.

	Kvartil benyttet	Tilsvarende nedre produksjonsverdi (mrd kr)
1 Matvarer	25 %	35
2 Fisk	75 %	14
3 Termovarer	25 %	274
4 Transportmidler og maskiner	50 %	42
5 Diverse stykk gods	75 %	7
6 Tømmer og trelast	25 %	32
7 Mineraler i steinprodukter	50 %	9
8 Kjemiske produkter og gjødning	50 %	29
9 Malmer og metallavfall	25 %	97
10 Flytende buk	Alle	0

TØI rapport 581/2002

4.3.2 Import

For import gir tollstedsfylke informasjon om hvor godset er fortollet, men det trenger ikke nødvendigvis være der godset har sin endelige destinasjon, da fortolling kan skje ved grensepassering eller tollavgiftene kan være registrert på adressen til bedriftens hovedkontor, som kan være lokalisert et helt annet sted i landet enn dit varen skal.

Dersom vi ser på typiske konsumvarer som matvarer, klær, møbler etc, er det tydelig at enkelte tollsteder er sterkt overrepresentert i forhold til folketall (spesielt Oslo og Østfold). Vi har prøvd å slå sammen tollstedene i landsdeler for å se om dette gir mer fornuftig fordeling sett i forhold til f eks folketall, men det er tydelig at konsumvarer i ganske stor grad fortolles i Oslo og Østfold, og spres til resten av landet.

For noen varegrupper vil det være slik at varer mellomlagres eller terminalbehandles før videre transport til kommunene, og at denne videretransporten fanges opp av innenlands transport. Dermed vil det kunne være rimelig med stor vareflyt til viktige handelssentra, som f eks Oslo. Varegruppeinndelingen for import er den samme som for eksport, men gruppen fisk er ikke gitt noen finere inndeling for import, slik det er gjort for eksport¹³.

For alle varegrupper gjelder at Oslo og Akershus er behandlet under ett. Det er bare to mindre tollsteder i Akershus; Fornebu og Gardermoen, som begge benyttes i liten grad. Oslo tollsted er dermed viktigste tollsted for begge disse fylkene, og gjør det naturlig å behandle dem samlet. Med utgangspunkt i matriser over opprinnelsesland og *tollstedsfylke* for de 10 varegruppene, og ved hjelp av disse datakildene, samt noe lokalkunnskap om større bedrifter, er det beregnet matriser over opprinnelsesland og *destinasjonskommune* for hver av de 10 varegruppene.

Til å fordele importgodset fra fylkes- til kommunenivå har vi tatt utgangspunkt i omsetningstall for varehandel oppdelt etter NEMO-vare og etter kommune fordelt på omsetning i engros- og detaljhandel. Vi har da fått tall for salg fra engrosleddet og detaljleddet for alle varer unntatt vare 7 som ikke er omsatt innen varehandel i følge SSB. Vi har beregnet innholdet i varedelen i privat konsum i makro for hver av NEMO-varene som vi forventer at konsumentene kjøper. Varehandelsomset-

¹³ Import av fisk til Norge kommer i det alt vesentlige med fiskefartøy inn til havn i Norge, mens ved eksport spesielt av fersk fisk, brukes i hovedsak lastebiltransport.

ningen er korrigert for innkjøp fra detaljhandel minus kjøp foretatt av private konsumenter, vi får da tall for det som næringslivet i kommunene kjøper fra varehandelssektoren. Denne beregningen er foretatt for. Vi antar at bare de kommunene som kommer ut med et positivt tall for næringslivets kjøp, er importør av varen. For kommuner som ikke importerer er forbruket importert via andre kommuner.

Varegruppe 7 *Mineraler og steinprodukter*, er en massevare som ikke omsettes i varehandel i følge Varehandelsstatistikken fra SSB. Den er heller ikke forutsatt kjøpt av private konsumenter. Følgelig blir vare 7 heller ikke fordelt på kommuner ved metoden som er beskrevet over. Vi antar derfor at det meste av en slik massevare blir tatt inn via sjøtransport. For å fordele denne varen har vi derfor benyttet Norsk Havneforbunds statistikk over offentlige Trafikkhavner med opplysninger om godsomslag av tørrbukk i private og offentlige havneavsnitt. For de fleste fylker dreier dette seg om 2-3 havner, men for Nordland og Finnmark er det langt flere havner. For fylker uten havn, eller fylker som ikke er med i denne statistikken, er importen lagt til fylkeshovedstaden (gjelder Hedmark, Oppland og Akershus). Som nevnt har kilder for å gjøre en så riktig fordeling som mulig av varestrømmene til fylker og kommuner vært befolkning, informasjon om detaljhandel for ulike varegrupper, samt statistikk over vareinnsats til industrien.

4.3.3 Korrigeringsfaktorer fra netto- til bruttovekt

Et problem med Utenrikshandelsstatistikken når den benyttes som datakilde for godstransportmodell er at denne statistikken kun inneholder opplysninger om nettotonnasje, dvs godsmengde eksklusive vekt av emballasje. Det vil særlig være utslagsgivende for fersk fisk, siden en vesentlig del av transportert kvantum for fisk utgjøres av emballasje og is (i følge NorCargo utgjør is og emballasje om lag 30 prosent av lastvekten for fersk fisk).

Vi har derfor sammenliknet transportmengde med lastebil over grensen i 1999 fra to ulike statistikkilder fra SSB, hhv ”Transportmengde med lastebil over grensen” og den delen av Utenrikshandelsstatistikken der lastebil er oppgitt som transportmiddel ved grensepassering.

Tabell 4.33. Transportmengde med lastebil over grensen. 1999. Tall i 1000 tonn.
Gjelder hele Norge

	Eksport	Import
Transportmengde med lastebil over grensen	3931	4896
Utenrikshandelsstatistikk, lastebil ved grensepassering	3290	4651
Differanse	642	245
Relativt avvik	1,20	1,05

TØI rapport 581/2002

Som det fremgår av tabellen over er det en differanse i de to statistikkildene på 20 prosent ved eksport og 5 prosent ved import. Fra Statistisk sentralbyrå får vi bekreftet at statistikken ”Lastebil over grensen” har opplysninger om bruttovekt, mens Utenrikshandelsstatistikken inneholder opplysninger om vekt på fortollet vare som tilsvarer varens nettovekt (dvs uten emballasje).

På tross av usikkerhet knyttet til statistikken har vi i samråd med SSB kommet frem til at det relative avviket mellom de to statistikkene kan benyttes til å korrigere for at mengdene fra Utenrikshandelsstatistikken er oppgitt uten emballasje. Vi har ikke tilgang til korreksjonsfaktorer som er varegruppespesifikke. Varegruppene 6 til og med 10 blir i all hovedsak transportert uten eller med minimal bruk av emballasje, mens emballasje er mer hyppig brukt for varegruppene 1 til og med 5 (dvs de mer stykkgoodspregede delene av transportmarkedet).

Med dette som utgangspunkt kan vi regne oss fram til følgende sett av korrigeringsfaktorer:

Tabell 4.34. Netto transportmengde med lastebil over grensen, etter vare. 1999-tall i 1000 tonn. Gjelder hele Norge. Faktorer for omregning fra netto- til bruttovekt.

	Import	Eksport	Korrigering import	Korrigering eksport
Matvarer	181	48	1,10	1,32
Fisk	15	318	1,10	1,32
Termovarer	159	35	1,10	1,32
Transpm/maskiner	354	115	1,10	1,32
Diverse stykkgoods	1839	1463	1,10	1,32
Tømmer og trelast	1159	352	1,00	1,00
Mineraler i steinprodukter	199	48	1,00	1,00
Kjemiske produkter	546	848	1,00	1,00
Malmer og metallavfall	30	41	1,00	1,00
Flytende bulk	169	24	1,00	1,00
Sum	4651375	3289564	1,05	1,20

TØI rapport 581/2002

5 Data til kalibrering av NEMO

Det er viktig at de totale transportvolumene mellom regioner som genereres med gravitasjonsmodellen og videre transportmiddelfordelingen i NEMO er i mest mulig overensstemmelse med tilsvarende transportvolumer fra offisiell statistikk. Eksisterende statistikk på dette området omfatter i hovedsak Lastebiltellingene til SSB og Sjøfartstellingene. I tillegg har vi noe om transportstrømmer mellom relasjoner for jernbane.

5.1 Data for lastebiltransport mellom kommuner i Norge

SSBs lastebiltelling er en utvalgstilling, der et representativt utvalg av biler trekkes fra kjøretøyregisteret, og der hver bil som er med i undersøkelsen må innrapportere fra hver enkelt tur som gjennomføres i den perioden (en uke) som bilen er med i undersøkelsen. Utvalget trekkes slik at en skal få et representativt utvalg av biler, fordelt både etter kjøretøygruppe og geografi. Alle uker over ett år er inkludert i tellingen. Tellingene omfatter varebiler og kombinerte biler med nyttelast over 1.0 tonn¹⁴ og opp til 30.0 tonn, samt spesialbiler. F.o.m. 1993 er disse tellingene gjennomført årlig, men med et mindre utvalg enn tidligere. Vi har bakgrunnsdata fra tellingene fra 1988 til 2000 tilgjengelig. På grunnlag av utvalgsprosenten i det stratum en bil er trukket fra, beregnes en oppblåsningsfaktor slik at summen av oppblåst lastvekt fra alle biler som er med i tellingen, tilsvarer nasjonalt nivå for transporterte mengder med lastebil.

I likhet med tidligere arbeid er det fortsatt et problem at det bare er for de relasjoner der en har observasjoner i datagrunnlaget at en får oppblåste lastvekter. Dette fører igjen til at for de fleste observasjoner der en har en observasjon fra lastebiltellingene, vil transporterte tonn være for høyt, mens det vil være mange relasjoner der en ikke har noen observasjoner. Dette innebærer at dersom en bare bruker grunnlagsdata for ett enkelt tellingsår vil en risikere at mange celler i OD-matrisene vil være tomme, og at de relasjoner en har datagrunnlag for har en utvalgs-skjevhet (for store godsmengder). Dette vil imidlertid kunne endres mye fra ett år til det neste, spesielt gjelder det for relasjoner med relativt spinkelt godsgrunnlag. Dette innebærer at en må benytte tellinger for mer enn ett år for å oppnå mest mulig realistiske OD-matriser. På den annen side ønsker en at aktiviteten som OD-matrisene representerer skal være så nært opp mot dagens nivå som mulig.

Totalt er det 435 kommuner i Norge. En OD-matrise med 435 soner har i alt ca 190.000 celler (= 435 kolonner x 435 rader). Multipliseres dette antallet opp med antall varegrupper, får en hele 1,9 millioner celler. Det er imidlertid lite trolig at

¹⁴ Fra og med år 2000 er ikke lenger vare- og kombinerte biler med totalvekt under 3,5 tonn inkludert i lastebiltellingene.

det i løpet av ett år forekommer godstransport mellom alle mulige kommunepar i Norge, men antall mulige celler i OD-matrisen gir en indikasjon på hvor viktig det er at en har flest mulig observasjoner tilgjengelig for å få et rimelig anslag på tonnmengder mellom kommuner, og som ikke har alt for mye usikkerhet (utvalgsskjevheter i seg). For å konstruere OD-matriser for vegtransport, har vi utviklet dataprogrammer som danner OD-matriser i STAN-formatet direkte fra rådatafilene fra Lastebiltellingene. En må imidlertid representere aktiviteten i ett enkelt år. Problemet er hvordan en beregner denne matrisen, samtidig som den skal representere ett nivå som ligger nærmest mulig opp mot dagens situasjon. Alternative muligheter er å (Andersen, 2001a):

1. Beregne et uvektet gjennomsnitt av OD-matrisene for hvert år
2. Beregne et vektet gjennomsnitt av OD-matrisene for hvert år
3. Beregne et uvektet gjennomsnitt av OD-matrisene for hvert år, men korrigerer med en faktor som representerer endringen fra 1996 til 1999

Benytter en datamaterialet fra 1993 til år 2000 til å etablere OD-matriser, og tar et gjennomsnitt av dette, ender en opp med et nivå som tilsvarer omtrentlig året 1996. Alternativt kan en korrigere dette nivået med nivået for 1999, som er basisåret i modellen. Datagrunnlaget vil for hele denne tidsrekken tilsvare i underkant av 200.000 records¹⁵, mens dersom en bare benytter datagrunnlaget for år 2000 er antall records i overkant av 20.000.

Dersom en beregner et uvektet gjennomsnitt av OD-matrisene for hvert enkelt år, vil en oppnå en rimelig god korreksjon for utvalgsskjevhetene, men dersom årene 1993 til 2000 legges til grunn vil den gjennomsnittlige OD-matrisen representere aktiviteten i år 1996/97 (avhenger noe av utviklingen). Beregner en derimot et vektet gjennomsnitt for de årene en har tilgjengelig, dvs at en tillegger matrisen en større vekt desto nyere den er, vil en oppnå en matrise som ligger nærmere opp mot dagens situasjon enn ved det første alternativet. Problemet blir da at en legger større vekt på de utvalgsskjevheter knyttet til de seneste årgangene, i stedet for at en får spredt utvalgsskjevhetene utover flest mulig årganger. Vårt valg ble å beregne et uvektet gjennomsnitt av OD-matrisene for hvert av årene 1993 til 2000, for så å korrigere for at aktiviteten i den gjennomsnittlige matrisen representerer omtrentlig 1996/1997, til i stedet å gjelde 1999 (basisåret). En slik korrigering bør være varegruppespesifikk, men når det gjelder geografisk nivå var vi litt mer i tvil over hvor langt ned i aggregeringsnivå vi burde gå. Går en ned på relasjonsnivå, kommer en igjen inn på problemet med utvalgsskjevhetene. I TØI arbeidsdokument Andersen (2001a) konkluderes det med at man bør velge endringsrater tilsvarende snittet mellom rater beregnet for landsdelene (til sammen 5 landsdeler) og rater beregnet for varegruppene slik at de totale tonnmengdene blir de samme som for Lastebiltellingen i 1999.

Estimert tonnmenge transportert for hver varegruppe i 1999 samt tilsvarende informasjon for det uvektede gjennomsnittet av årene 1993 til 2000 er gjengitt i

¹⁵ En record tilsvarer ikke nødvendigvis en tur, fordi dersom en bil har kjørt flere like turer er disse lagt inn under samme records, men med opplysning over hvor mange like turer som er kjørt.

tabell 5.1. I samme tabell finnes for hver varegruppe tall for differansen mellom gjennomsnittstallene og 1999-tallene, samt hvor mye denne differansen utgjør i prosent av gjennomsnittstallene. For hver varegruppe oppgis til slutt en endringsfaktor som angir endringen fra gjennomsnittstallene til 1999-tallene. Hvis for eksempel 1999-tallene er 5% høyere enn gjennomsnittstallene, blir endringsfaktoren 1,05, og hvis 1999-tallene er 5% lavere enn gjennomsnittstallene, blir endringsfaktoren 0,95.

Tabell 5.1. Sammenligning av gjennomsnittstall for 1993-2000 og 1999-tall etter varegruppe (1000 tonn).

Vare	Snittet 1993-2000	1999	Endring snitt → 1999	% av snitt-tall	Endringsfaktor
Matvarer	11 394	12 281	886	7,8 %	1,07776
Fisk	1 191	1 278	87	7,3 %	1,07330
Termovarer	9 834	9 223	-610	-6,2 %	0,93793
Transp.midl./maskiner	6 738	7 299	561	8,3 %	1,08331
Diverse stykkgoods	60 761	66 403	5 641	9,3 %	1,09284
Tømmer og trelast	9 747	8 571	-1 176	-12,1 %	0,87933
Mineraler i steinprodukter	102 364	115 225	12 860	12,6 %	1,12563
Kjemiske produkter	5 308	4 880	-428	-8,1 %	0,91941
Malmer og metallavfall	5 772	5 613	-159	-2,8 %	0,97240
Flytende bulk	8 543	9 923	1 381	16,2 %	1,16161
Totalt	221 652	240 696	19 043	8,6 %	1,08591

TØI rapport 581/2002

Ved å multiplisere sendingsvekten til alle observasjoner med tilhørende endringsfaktor fra tabell 5.1, får vi et justert gjennomsnitt for årene 1993-2000 med tilnærmet samme totale tonnmengde transportert som tellingen fra 1999 gir.

Estimert tonnmengde transportert mellom hvert landsdelspar i lastebiltellingen fra 1999 er gjengitt i tabell 5.2.

Tabell 5.2. Estimert tonnmengde transportert mellom landsdeler i 1999 (1000 tonn).

Landsdel	OslAkeØst	VesTelAgd	HedOppBus	RogHord SoFMør	TrøNor TroFin	Totalt
OslAkeØst	56 365	1 931	4 632	1 138	619	64 684
VesTelAgd	1 492	38 325	824	698	104	41 444
HedOppBus	3 883	822	27 453	343	243	32 744
RogHordSoFMør	938	641	331	57 754	306	59 971
TrøNorTroFin	411	57	254	313	40 818	41 852
Totalt	63 089	41 775	33 494	60 247	42 090	240 696

TØI rapport 581/2002

Ved å etablere tilsvarende tabell for gjennomsnittet av 1993-2000, kan vi for hvert landsdelspar beregne endringsfaktorer som beskriver endringene fra gjennomsnittstallene til 1999-tallene. På samme måte som for de varegruppespesifikke endringsfaktorene i tabell 5.1, multipliseres sendingsvektene til alle observasjoner med sine respektive endringsfaktorer basert på landsdelsbetraktningene.

Til slutt beregnes for hver observasjon en gjennomsnittsvekt ut fra endringsfaktorene på varegruppenivå og endringsfaktorene på landsdelsnivå (Andersen, 2001a).

5.2 Data for sjøtransport mellom kommuner i Norge

Sjøfartstellingene (Godstransport på kysten, SSB 1995) inneholder kun data om *løsfarten* på kysten. Den er en utvalgstilling og er oppbygd på samme måte som lastebiltellingen, men tellingsperioden er konsentrert til to måneder høsten 1993. Sjøfartstellingen var fram til og med 1985 en femårig telling. Neste telling var i 1993, og det er foreløpig ikke gjennomført noen nyere telling. Fordi det ikke er gjennomført noen sjøfartstelling siden tellingen i 1993 (Godstransport på kysten, 1993, SSB), var det denne sammen med tellingen gjennomført av MARINTEK av lastmengder med rutefart som ble benyttet som grunnlag for OD-matriser for sjøtransport i den første modellversjonen av NEMO.

Nivået på transportaktiviteten er korrigert til å gjelde dagens nivå. SSB og TØI utgir årlig statistikk over hvor mye som transporteres i Norge etter transportmiddel. Fra denne statistikken får en informasjon over hvor mye matrisene sett under ett skal endres med, men en får ingen informasjon om hvordan denne endringen fordeler seg etter varegruppe og geografisk. I henhold til Sjøfartstellingen utgjorde all sjøtransport på kysten i 1993 45.8 millioner tonn (tabell 5.3). Større skip vil i større grad ha frakter mellom utenlandske og norske havner i forhold til mindre skip. De store skipene fraktet i alt 27,4 mill tonn. Dvs. si at resten, 18.4 mill tonn ble fraktet med mindre skip.

Som beskrevet i SSB-publikasjonen "Godstransport på kysten 1993" under svarinngangen ble det sendt ut skjema til 845 båter hvorav 717 besvarte skjemaet¹⁶. Det var bare 247 aktive skip som gikk i innenriksfart som er med i tellingen. Dette viser at svært mange av skipene som fikk tilsendt skjema går i utenriksfart eller på annen måte ikke oppfyller kriteriene for å være med i tellingen. De norske skipene som kunne tas med i tellingen går både til norske og utenlandske havner.

I publikasjonen "Godstransport på kysten 1993" er det rapportert tall for transportmengder for de norske skipene som transporterer varer mellom norske havner og mellom norske havner og kontinentalsokkelen (Tabell 5.3 og 5.4). I følge TØI publikasjonen "Transportytelser i Norge 1946-1999" (Rideng 2000) har 23,6 mill tonn i 1993 økt til 26,4 mill tonn i 1999. (Nedgang fra 26,7 mill tonn i 1998). Dette er en faktor på 1,119 (vekst per år på 1,9 prosent som gir en samlet vekst fra 1993 til 1999 på 11,9 prosent). Fra Sjøfartstellingen har en at det for store skip (forsyningsskip, lektere og skip over 3000 BT) ble fraktet totalt 32.7 millioner tonn, herav 24.1 til kontinentalsokkelen og 3.1 fra kontinentalsokkelen, dvs. 5.5 millioner tonn mellom norske havner, mens små fraktet i alt 13.1 millioner tonn mellom norske havner. Summerer vi dette får vi 18.6 mill tonn mellom norske havner. Dette er noe lavere enn 23,6 mill tonn oppgitt i Rideng (TØI 487/2000) for samlet anslag for leie- og egentransport for året 1993. Tallet blir beregnet av SSB årlig. Det er imidlertid ikke klart hvordan transporter til og fra kontinental-

¹⁶ Utenlandske skip som går i norsk innenriksfart er ikke med i statistikken til Statistisk sentralbyrå. Allikevel kan det være norske rederier som har registrert tonnasje ute som henter disse til oppdrag i Nordsjøfart. Disse vil da også ta en del norsk last mellom norske havneterminaler.

sokkelen er inkludert i dette tallet. Antar vi at transporten mellom norske havner har vært parallell med totaltallet ihht økningen på 11,9% vil transportene mellom norske havner ha økt fra 18,6 til 20,8¹⁷. Vi har derfor justert opp sjøtransporten mellom kommuner fra tellingen i 1993 med 11,9 prosent for å få representative tall for 1999. Noen vridning mellom vareslagene er ikke foretatt fordi vi ikke har hatt datagrunnlag for å foreta noen slik vurdering.

Tabell 5.3. Transporten mellom norske havner og mellom norske havner og kontinentalsokkelen. Mill tonn. 1993.

Type skip	Størrelse etter brutto tonn (BT)	Totalt antall mill tonn lastet av norske skip	Totalt antall mill tonn losset av norske skip	Lastet kontinental-sokkelen	Losset kontinentalsokkelen
Skip	100-3000	13,1	13,1	5,0	3,3
Skip og lektere	over 3000	32,7	32,7	24,1	3,1
Alle skip	over 100	45,8	45,8	29,1	6,4

Kilde: Godstransport på kysten (SSB 1995)

Tabell 5.4. Godstransport mellom norske havner (1000 tonn). 1993

Fylke	Store skip over 3000 BT			Mindre skip 100-3000 BT			Alle skip
	Lastet i norsk havn	Til kont. sokkel	Til norske havn (1)	Lastet i norsk havn	Til kont. sokkel	Til norske havn (2)	Mellom norske havner (1)+(2)
1 Østfold	347	0	347	176	0	176	523
2 Akershus	0	0	0	116	0	116	116
3 Oslo	341	0	341	149	0	149	490
6 Buskerud	879	0	879	72	0	72	951
7 Vestfold	877	0	877	635	0	635	1512
8 Telemark	961	0	961	438	0	438	1399
9 A Agder	3	0	3	52	0	52	55
10 V Agder	286	286	0	50	0	50	50
11 Rogaland	2769	1721	1048	2836	0	2836	3884
12 Hordaland	1277	628	649	2774	0	2774	3423
14 S&F	305	303	2	796	0	796	798
15 M&R	37	23	14	1434	0	1434	1448
16 S-Trønd	3	0	3	572	0	572	575
17 N-Trønd	1	0	1	219	0	219	220
18 Nordl	447	38	409	1624	0	1624	2033
19 Troms	3	0	3	858	0	858	861
20 Finnm	84	84	0	275	0	275	275
Hele fastlandet	8620	3083	5537	13076	0	13076	18613

Kilde: Godstransport på kysten 1993 (SSB)

Dersom vi bare ser på transportene mellom kommunene i Norge er mineraler i steinprodukter (vare 7) den dominerende vare med 50,6 prosent av alle tonn innen

¹⁷ Da vi summerte selv både til og fra adressen i grunnlagsdataene fikk vi 17,0 mill tonn som fremskrevet med lik faktor 1.119 ble 19,1 mill tonn for 1999, og det er disse data vi har kunnet bruke. Vi måtte summere både til og fra adressen, der vi i denne sammenheng bare kunne bruke records der begge adresser er utfylt. De resterende 1,6 (differensen mellom 17,0 og 18,6 mill tonn) har ikke utfylt både en avsender og en mottakende kommune og kan derfor ikke brukes for vårt formål.

slike transporter. Flytende bulk (vare 10) har vel 27 prosent og tømmer og trelast (vare 6) 10 prosent. Legger vi til de to andre varene av en viss størrelse (diverse stykk gods og kjemiske produkter), legger disse 5 varene beslag på nær 98 prosent av volumet av sjøtransporten innen Norge (unntatt rutefarten). Mens varene matvarer, fisk, termovarer, transportmidler/maskiner og metaller/malmer er små i sjøtransportsammenheng (alle under 1 prosent unntatt metaller/malmer). En del av disse varene går nok med rutetransport (Hurtigruta eller annen rutegående sjøtransport). Dette gjelder særlig varer som matvarer, termovarer og frossen fisk.

En supplerende datakilde kunne være å benytte PortWin-statistikken¹⁸, men den har dessverre en del svakheter. I denne statistikken skilles det mellom innen- og utenrikstransport, lastet/losset, vareslag og fartøystype. Det er et problem at det kun er de offentlige trafikkhavnene som har dette systemet. Disse havnene innrapporterer riktignok også for gods omlastet ved private havneavsnitt innenfor deres havnedistrikt, men enkelte større industriforetak kan ligge i andre kommuner. Et annet problem er at det kun er et fåtall av trafikkhavnene som registrerer statistikken på et så fint detaljeringsnivå at en får informasjon om vareslag. Det er også et problem at skip som går i utenriksfart er med i statistikken og at det kan se ut til at disse til dels inngår i innenriksdelen hvis siste havn de var innom var norsk.

5.3 Data for togtransport mellom regioner

Følgende fire hovedprodukter tilbys av NSB Gods:

1. CombiXpress
2. Vognlast
3. Systemtog
4. Ekspressgods

Av de fire produktene er det CombiXpress som øker mest. CombiXpress er faste pendeltog som kjører på jernbanens hovedrelasjoner, og transporterer utelukkende semitrailere, containere og vekselsbeholdere. Vognlast er det mer tradisjonelle produktet til NSB Gods som er frakt av gods i lukkede jernbanevogner. Dette er et produkt med høyere kostnader enn CombiXpress, og har en fallende markedsandel av transporterte tonn med jernbane, og er derfor det produktet som NSB prioriterer lavest. Systemtog er en transportløsning der en industrikunde kjøper transportløsninger i form av hele togsett (typiske eksempler på heltogsløsninger er transport av tømmer, flis, malm og flydrivstoff til Gardermoen). Ekspressgods er en transporttjeneste som er rettet i første rekke mot mindre pakker og forsendelser. Dette utgjør bare en mindre del av godsmengdene som transporteres med jernbane, og er et så vidt spesielt produkt at vi ikke har inkludert det i transportmodellen.

Fra NSB Gods har vi fått datamateriale basert på budsjettall for transporterte enheter (antall containere og vogner) for hhv CombiXpress og Vognlastproduktet

¹⁸ SSB publiserte ikke disse tallene i år 2001, og det er uklart om de blir publisert i år 2002.

mellom stasjoner i Norge og mellom stasjoner i Norge og utlandet. Budsjettallene er utarbeidet for 2001, men NSB Gods mener at det kun har vært marginale endringer i struktur og volum for godsmengdene siden 1999¹⁹. Ved omregning fra antall lastenheter til totale godsmengder er det etter samråd med NSB Gods benyttet en gjennomsnittlig lastvekt pr container på 11 tonn, mens det er benyttet en gjennomsnittlig lastvekt pr vogn i Vognlastproduktet på 15 tonn, både innenriks og utenriks. På grunnlag av de dataene vi har fått angående godsmengder med hhv CombiXpress, Vognlast og tømmer og flis med systemtogene, har vi kommet fram til en total godsmengde transportert med Jernbane på 5,2 millioner tonn i år 2000 (tabell 5.5).

Tabell 5.5. Transporterte mengder med jernbane etter hovedprodukt og innenriks/utenriks, i datamaterialet. Tall i 1000 tonn. 2000.

	1000 tonn		1000 tonn
Innenriks		Utenriks	
Vognlast	313	Vognlast	518
CombiXpress	3051		
Tømmer og flis	804	Tømmer og flis	514
Sum	4168	Sum	1032

TØI rapport 581/2002

I NSB Gods sin årsberetning fra 1999 finner vi at det i 1999 ble transportert i alt 8,3 millioner tonn med jernbane i Norge. Det vil si at vi mangler ca 3 millioner tonn i forhold til de tallene som vi har fått forklart. Dette skal i det alt vesentligste være flydrivstoff til Gardermoen og malmtransporter fra hhv Mo i Rana og Brevik²⁰.

Satsningen på CombiXpressproduktet og framveksten av containertransporter har ført til at NSB Gods ikke har oversikt over hvilke varer som transporteres med dette produktet, da innholdet i containerne ikke er kjent for NSB, med mindre innholdet er gods som krever særskilt behandling (f eks farlig gods, termovarer, mv). Den typiske kunde av transporttjenestene til NSB Gods er ikke vareeier selv, men samlasterne (dvs Linjegods, DFDS Tollpost Globe, NorCargo, m fl). I forrige versjonen av NEMO var ikke dette noe stort problem, fordi alt som transporteres i containere og med vognlast kan klassifiseres som stykkgod. I denne modellversjonen er stykkgodset inndelt i fem undergrupper, slik at vi var nødt til å finne en metode for å anslå andelen hver av de fem stykkgodsvarene utgjør av godsmengdene som går med CombiXpress og Vognlast. Av NSB Gods fikk vi oppgitt at den største enkeltkunden innenfor CombiXpressproduktet er Linjegods, som utgjør omtrent 20 prosent av transporterte containere. NSB Gods mente derfor at Linjegods burde være den mest representative enkeltkunde mht varesammensetningen i containerne. Fra Linjegods fikk vi opplysninger om produktkode, vare-

¹⁹ Budsjettall må nødvendigvis være basert på struktur i et transportmønster som er observert et tidligere år (1999 eller 2000).

²⁰ Dette er store volum transportert over korte avstander, og som i liten eller ingen grad konkurrerer med lastebiltransport.

kategori og til/fra sted etter postnummer, for tre uker spredt utover våren 2001. Datamaterialet inneholdt opplysninger om alle forsendelsene til Linjegods, og ikke bare dem som går med jernbane. Dette var både til bry og til gagn for vårt formål, fordi vi på den ene side har et problem dersom det er strukturelle forskjeller i godskategori ettersom gods fraktes på bil eller med jernbane, på den annen side fikk vi tilgang til informasjon om hvor Linjegods benytter biltransport og hvor det benyttes en kombinasjon av bil/bane.

Linjegods skiller i første rekke mellom pakker med bedrift og næringstilknytning, vanlige pakker og ekspresspakker, mens vi har en inndeling som går mer på selve varen. Fra datamaterialet får vi ingen direkte varegruppeinndeling, men en kan bruke en tilnærming til vår gruppering ved å ta utgangspunkt i Linjegods produktkoder og varekategori.

Vi har klassifisert produktet "farlig gods" i filene fra Linjegods, under varegruppen "Kjemiske produkter" i vår varegruppering. I følge NSB frakter de ikke petroleumprodukter på jernbane, bortsett fra det som går av flydrivstoff til Gardermoen.

Ut fra oversikten over antall enheter sendt mellom stasjoner i Norge, for hhv Vognlast og CombiXpress fra NSB Gods og oversikten fra Linjegods om hvilke kommuner som benytter hvilke terminaler, har vi funnet varesammensetningen (i relative andeler) for hver relasjon (stasjon til stasjon) i materialet fra Linjegods. De varegruppespesifikke OD-matrisene ble så beregnet på grunnlag av andelene fra Linjegods og OD-matrisene som vi fikk fra NSB Gods. Med dette som utgangspunkt kom vi fram til følgende aggregerte varegruppedeling for gods fraktet med jernbane (tabell 5.6).

Tabell 5.6. Transportert gods med jernbane innenriks i Norge i 1999/2000. Tall i 1000 tonn

		1000 tonn	Prosent
1	Matvarer	272	7 %
2	Fisk	29	1 %
3	Termovarer	75	2 %
5	Diverse stykkgoods	2962	71 %
6	Tømmer og trelast	804	19 %
8	Kjemiske produkter	32	1 %
Sum		4174	100 %

TØI rapport 581/2002

Vi ser at det er mye gods som er kommet under kategorien diverse stykkgoods, dette kan være en følge av svakheter i detaljeringsnivå i datamaterialet. For transport av fisk med jernbane hadde vi f eks bare informasjon fra ARE (dvs strekkingen mellom Narvik og Oslo), men det må forventes at det også går noe fra Åndalsnes til Oslo og noe med Nordlandsbanen.

6 Kalibrering og evaluering av NEMO

Innledningsvis i denne rapporten har vi beskrevet behovet for en Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet. Videre i rapporten har vi etablert et metodisk grunnlag for en slik modell og vi har beskrevet hvordan vi bearbeider grunnlagsdata som kan brukes som inngangsdata til modellen og for å kalibrere modellen. I dette kapitlet forklarer vi hvilke parametere vi justerte ved de ulike stadier i kalibrering av modellen og endelige estimater for disse parametere. Vi evaluerer modellen ved å sammenligne resultater fra den ferdig kalibrerte modellen og data som ble brukt til kalibrering.

6.1 Innenlandsk delmodell

I motsetning til den Internasjonale delmodellen har vi ikke data som kan settes sammen til totale OD-matriser for innenlandske forsendelser fra sender til mottaker. I mangel av data som kan settes sammen til totale OD-matriser, lager vi slike OD-matriser ved å bruke data for totale transporter inn i, innen og ut av hver kommune (se Kapittel 4.2), i gravitasjonsmodellen beskrevet i Kapittel 3.3.

Som en initial vurdering av samsvaret mellom inndata til modellen og tellingsmatrisene vi kaliberer mot, beregnet vi totalt antall tonn transportert av de forskjellige varegruppene basert på inndata og tellinger. Med totalt antall tonn mener vi her det totale antall hvis vi summerer transportene utført med de ulike transportmidlene. Fra tellingene får vi dette direkte dersom vi summerer de transportmiddelsespesifikke matrisene. Vi ser at inndataene til NEMO gjennomgående er lavere enn tellingsmatrisene (tabell 6.1).

Tabell 6.1. Total transportert basert på summen av all transport med de tre transportmidlene lastebil, båt og tog, basert på tellinger og inndata til NEMO (Millioner tonn).

	1.Matvarer	2.Fersk fisk	3. Termo	4. Transportmidler og maskiner	5.Diverse stykk gods	6. Tømmer og trelast	7. Mineraler i steinprodukter	8. Kjemiske produkter	9. Malmer og metallavfall	10. Flytende bulk	11. Frossen fisk	Sum
Tellinger	12,8	1,3	9,9	7,4	71,8	12,4	123,4	6,2	6,3	15,3	-	267
Inndata NEMO	6,9	1,4	6,4	5,5	47,4	15,4	18,1	3,6	2,9	17,4	2,1	127

TØI rapport 581/2002

En viktig årsak til dette kan være at man som følge av omlasting mellom transportmidler kan få noe dobbelttelling i tellingsmatrisene. Inndataene til NEMO representerer tonn transportert i hele transportkjeder, mens man i tellingene summerer hver enkelt transportmiddels transport. En sending som først transporteres med lastebil, så med tog, og til slutt med lastebil igjen, kan bli registrert tre ganger i summen av tellingsmatrisene. Det er lastebiltransport før og etter hver av

de fleste togtransporter, og lastebiltransport forbundet med de fleste båttransporter. Det er derfor rimelig å tro at denne problematikken kan forklare noe av avviket mellom de to resultatene. Videre er det slik at en del av fisketransportene kan ha havnet i kategorien matvarer i tellingene. Dette kan være med på å forklare at matvarer (vare 1) er høyere i tellingen, mens vare 2 og 11 (fisk) er lavere i tellingen. Lav varegruppe 6 Tømmer/trelast i tellingene kan skyldes at mye tømmer transporteres til sjøs og at sjøfartstellingene gir noe lavt anslag for tonn transportert på båt. Dette har vi imidlertid ikke noen dekning for å hevde.

For varegruppe 7 (Mineraler i steinprodukter) er forskjellen mellom tellinger og inndata til NEMO enorm. Årsaken her må være at tellingene fanger opp transport av varer som ikke omsettes, dvs. masse som dumpes få fyllplass eller til bruk i andre sammenhenger av samme eier. Siden avviket er så stort som det er, har vi behandlet denne gruppen spesielt. Vi har undersøkt avstandfordelingen i de to datakildene, og vi fant at det kun er på svært korte turer at tellingsdataene er vesentlig større enn inndataene til NEMO. Siden avviket høyst sannsynlig skyldes at vi ikke har fanget opp transport av en del ikke-omsatte varer, har vi valgt å bruke informasjonen som ligger i tellingsmatrisene for transport som har en avstand på under 50 km mellom opprinnelseskommune og destinasjonskommune. Den nye tonnsommen for varegruppe 7 blir da 120,7 millioner tonn, som er langt nærmere tellingsresultatet enn den opprinnelige verdien.

For varegruppe 9 er avviket vanskelig å forklare, men vi kan ha den samme effekten vi sannsynligvis har for varegruppe 7 ved at en del av varene som transporteres ikke omsettes som en del av transporten. Forskjellene for varegruppe 10 kan til en viss grad forklares med at flybensinfrakten til Gardermoen ikke er med i informasjon fra NSB Gods (ca. 5000 tonn per dag sendes ca. 200 dager per år som gir ca 1 mill tonn per år).

For å bestemme vare- og transportmiddelspesifikke koeffisienter i kostnadsfunksjonene og spredningsparameteren i gravitasjonsmodellen som lager OD-matrisene vi bruker som input til NEMO, justerte vi parametrene i en iterativ prosess som omtalt i kapittel 3.3. I denne sammenheng anså vi antall kommuneinterne turer i tellingene for å være mest usikre, fordi disse turene er mest influert av at transport med mindre biler som ikke er med i lastebiltellingene. Det er også slik at de kommuneinterne turene ikke er med i STAN der det bare er en senteroidenode i hver kommune.

For å kalibrere OD-mønsteret i modellen har vi derfor valgt å forholde oss til inndata og tellinger der de kommuneinterne turene er fratrukket. Det totale antall tonn transportert vil imidlertid allikevel være det samme før og etter kalibrering. Antar vi at lastebiltransport til og fra jernbanetransport fortrinnsvis er en kommuneintern transport, vil det være mindre forskjell mellom inndataene til NEMO i modellen og tellingsmatrisene når de kommuneinterne turene er trukket fra. Vi ser av tabell 6.2 at denne antagelsen virker riktig, differansen mellom de to datakildene er mindre enn i tilfellet hvor de kommuneinterne turene var inkludert. Variasjonene i γ_i har sin naturlige forklaring i at noen varegrupper transporteres over lengre avstander enn andre.

Tabell 6.2. Totalt antall tonn transportert, antall tonnkilometer og gjennomsnittlig transportdistanse basert på summen av all transport med de tre transportmidlene lastebil, båt og tog, basert på tellinger og inndata til NEMO for estimerte verdier for γ for hver varegruppe.

	1.Matvarer	2.Fersk fisk	3.Termo	4.Transport midler og maskiner	5.Diverse stykk gods	6.Tømmer og trelast	7.Mineraler i steinprodukter	8.Kjemiske produkter	9.Malmer og metallavfall	10.Flytende bulk	11.Frossen fisk	Sum
Tellinger (1000 tonn)	8 091	742	6 199	3 534	37 673	9 252	30 614	3 918	2 335	11 610		113 969
Inndata til NEMO (1000 tonn)	5 839	1 141	5 081	2 982	40 101	9 978	27 442	3 296	1 918	13 706	770	111 950
Tellinger (mill. tonnkilometer)	1 197	293	837	344	7 340	1 206	2 878	766	515	4 073		19 449
Inndata til NEMO (mill. tonnkilometer)	974	187	931	435	7 415	1 301	4 111	663	590	3 979	185	20 771
Gj.snittlig transp.dist basert på tellinger (tonnkilometer/tonn)	148	395	135	97	195	130	94	195	221	351		171
Gj.snittlig transp.dist i NEMO (tonnkilometer/tonn)	167	164	183	146	185	130	150	201	308	290	240	186
γ	0,006	0,009	0,014	0,02	0,003	0,08	0,07	0,008	0,09	0,006	0,009	

TØI rapport 581/2002

For å evaluere gravitasjonsmodellen og NEMO på et mer disaggregert nivå:

- deler vi landet i i tre regioner; Østlandet (fylkenr²¹: 1-8), Sør og Vestlandet (fylkenr: 9-15) og Nord-Norge (fylkenr: 16-20), og sammenligner data fra tellingene med resultater fra modellen – begge organisert i OD-matriser som representerer transport innen og mellom de tre regionene.
- vurderer vi distansefordelingen innen de ulike varegruppene – ser på andelen av transporterte tonn i ulike distanseintervaller for hver varegruppe i data fra tellingene og resultater fra modellen.

I prosjektet denne rapporten omhandler ble det ikke tid til å vurdere transportmidelspesifikke OD-matriser. Vi har derfor kun konsentrert oss om 3x3 matriser for all transport samlet for hver varegruppe uten kommuneinterne transporter.

Hvis vi summerer 3x3 matrisene for alle varegruppene får vi samlet godstransport mellom regionene. Modellberegnete og tellingsbaserte matriser samt avvik mellom disse er gjengitt i tabell 6.3.

Tabell 6.3. OD-matriser basert på gravitasjonsmodell og tellinger med samlet transport for alle varegrupper (1000 tonn) mellom 3 regioner

Alle varer		Til-region				Andel region.- interne
Modell		1	2	3	Sum	
Fra-region						
Østlandet fylke 1-8	1	55 988	9 729	1 238	66 955	84 %
Vestlandet fylke 9-15	2	7 413	21 577	1 229	30 219	71 %
Nord Norge	3	1 881	2 064	11 132	15 077	74 %
Sum		65 282	33 370	13 599	112 251	
Andel regionsinterne		86 %	65 %	82 %		79 %
Telling		Til-region				
Fra-region		1	2	3	Sum	
1		54 265	4 702	2 573	61 540	88 %
2		3 945	29 621	2 257	35 823	83 %
3		1 494	1 165	13 946	16 605	84 %
Sum		59 704	35 488	18 776	113 968	
Andel regionsinterne		91 %	83 %	74 %		86 %
100%*(Modell-telling)/Telling		Til-region				
Fra-region		1	2	3	Sum	
1		3.2	106.9	-51.9	8.8	
2		87.9	-27.2	-45.5	-15.6	
3		25.9	77.2	-20.2	-9.2	
Sum		9.3	-6.0	-27.6	-1.5	

TØI rapport 581/2002

²¹ Fylkenumre: (1) Østfold, (2) Akershus, (3) Oslo, (4) Hedmark, (5) Oppland, (6) Buskerud, (7) Vestfold, (8) Telemark, (9) Aust Agder, (10) Vest Agder, (11) Rogaland, (12) Hordaland, (14) Sogn & Fjordane, (15) Møre & Romsdal, (16) Sør-Trøndelag, (17) Nord-Trøndelag, (18) Nordland, (19) Troms, (20) Finnmark.

Vi ser at 79% av alle transportene er regionsinterne. Dette virker ikke urimelig når vi tar i betraktning at vi har relativt store regioner. Over halvparten av alle transportene går til eller fra Østlandsområdet. Det prosentvise avviket mellom beregninger med gravitasjonsmodellen og tellingene er gjennomgående størst på relasjoner der det er lite transport. Avvik på over 100% er stort, og viser at selv om vi har kalibrert modellen slik at både antall tonn transportert, antall tonnkilometer utkjørt og transportmiddelfordeling er nær tilsvarende størrelser fra tellingene så er dette langt fra noen garanti for at vi får overensstemmelse på mer daggregert nivå.

Tar vi for oss 3x3-matriser for hver enkelt varegruppe (se Vedlegg 3) ser vi ut fra subjektive vurderinger at det er rimelig overensstemmelse i det kvalitative (dvs. det relative forholdet mellom strømmene) og kvantitative transportmønsteret for varegruppe 1,5 og 8, mens for øvrige varegrupper er avvikene mindre i samsvar. For varegruppe 6 forsøkte vi en alternativ metode for matrisebalansering. Vi byttet eksponentialleddet i gravitasjonsmodellen med komponenter fra OD-matrisen basert på tellingene (summen av alle transportmidler). Marginalene er de samme som svar, men godset blir spredd slik at observasjonene som ligger i tellingene ivaretas. Med andre ord blir tellingene vektlagt mer enn i den opprinnelige balanseringsrutinen. Resultatet ble naturligvis en betydelig forbedring, men en skal huske at vi her har en avhengighet i og med at OD-matrisen basert på tellingene både brukes som input i matrisebalanseringen og som sammenligningsgrunnlag.

STANs grafiske presentasjonsmodul gir en alternativ og atskillig mer detaljert fremstilling av varestrømmene for hver av varegruppene (Figur 6.1) enn 3x3 matrisene, men det er vanskeligere å lese de totale varestrømmene mellom regionene.

Med de estimerte parametrene har vi beregnet andelen av transportene som faller inn i de ulike distanseintervaller. Vi ser hvordan andelen av korte og lange transporter i tellingene og inndataene stemmer overens i tabell 6.4.

Tabell 6.4. Andeler av transporterte tonn i ulike distanseintervaller (km), med kun et transportmiddel og ingen omlasting, basert på innmatrisene til NEMO (N) og tellingene (T) for hver varegruppe (vi har slått sammen de to varegruppene for fisk da det ikke eksisterer noe skille mellom disse i tellingene). Tall i %.

NEMO-vare	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T
0-50	26	38	31	24	21	43	45	54	28	41	45	45	45	65	17	29	30	33	25	28
50-100	26	28	22	16	27	27	19	23	22	21	25	23	25	15	25	31	13	23	18	21
100-200	25	18	17	11	26	15	10	14	21	13	15	19	15	12	27	17	9	16	18	16
200-300	9	6	10	5	10	5	6	3	10	5	4	6	4	3	12	5	8	4	8	4
300-400	5	2	9	2	6	2	8	2	6	2	2	3	2	1	7	3	9	6	6	3
400-500	5	5	5	16	4	5	11	2	8	10	4	1	4	1	7	5	11	6	16	9
500-750	2	2	5	15	5	2	1	2	4	3	5	3	5	1	5	6	5	3	6	8
750-1000	0	0	1	2	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	14	3	1	1
1000-1500	0	1	0	7	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3	0	5	2	8
1500-2000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
>2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TØI rapport 581/2002

Mønsteret i fordelingen i transportdistanse er åpenbart det samme i modell og tellinger, men det er selvfølgelig variasjoner som vi ikke forklarer i modellen. Vi ser at det for enkelte varegrupper (for eksempel 1, 4, 5, 6 og 10) er greit samsvar, mens det for andre varegrupper (for eksempel 2, 3, 7, 8 og 9) er større avvik. Fordelingen av tonnene etter distanseintervaller for alle varegrupper samlet er presentert i tabell 6.5.

Tabell 6.5. Andeler av transporterte tonn i ulike distanseintervaller (km) basert på innmatrisene til NEMO og tellingene for alle varegruppene samlet. Tall i %.

Distanse i km	Innmatriser til NEMO	Tellingsmatriser
0-50	40	46
50-100	18	21
100-200	16	14
200-300	7	5
300-400	5	2
400-500	9	6
500-750	4	3
750-1000	1	1
1000-1500	1	2
1500-2000	0	0
>2000	0	0

TØI rapport 581/2002

Vi får inntrykk av at den gjennomsnittlige transportdistansen er nokså lik i inndataene til NEMO og i tellingsmatrisene for alle varegrupper samlet. For enkelte varegrupper er det imidlertid et visst avvik mellom de to datakildene. Dette så vi også da vi vurderte den gjennomsnittlige transportdistansen (tabell 6.2). Rent intuitivt ville vi forvente at tellingene skulle inneholde flere korte turer enn inndataene til NEMO, siden transportene som er registrert i tellingene *kan* være deler av transportkjeder. Imidlertid vil vi forvente at mye av denne effekten er borte når vi som her har fjernet de kommuneinterne turene. Av tabell 6.4 og 6.5 ser vi at tellingene inneholder noe flere korte turer, men forskjellen er ikke så veldig stor.

Som en del av kalibreringsprosessen ble parametrene justert for å oppnå best mulig samsvar mellom transportmiddelfordeling basert på NEMO (tabell 6.6) og transportmiddelfordeling basert på tellingene (tabell 6.7).

For vare 2 (frossen fisk) og vare 11 (fersk fisk) har vi et stort avvik mellom de to datakildene. Dette avviket ønsker vi å ha der, og kommer av at vi for disse varegruppene har kalibrert mot den samlede varegruppen for fisk fra tellingsmatrisene (siden tellingene ikke skiller mellom fersk og frossen fisk). Legger vi sammen gruppe 2 og 11, så vil vi totalt sett få tilnærmet samme prosentandeler på hvert transportmiddel i kjøringene og tellingene. Bakgrunnen for at vi har latt sjø få ”for lite” av transporten av fersk fisk og ”for mye” av frossen fisk, er generell kunnskap som tilsier at store deler av fisketransporten som går på sjø er transport av frossen fisk, det transporteres relativt lite fersk fisk med skip.

Totalavviket er egentlig vesentlig mindre enn det ser ut til. De enkelte varegruppenes andel av totalt utkjørte tonnkilometer er ulikt i NEMO-kjøringene og i tel-

lingsmatrisene, og dermed vil varegruppenes betydning for den samlede andelen av utkjørte tonnkilometer være forskjellig. Dersom vi tar hensyn til dette, blir avviket mellom NEMO-kjøringene og tellingsmatrisene $-0,1\%$ for jernbane og sjøfart, og $0,2\%$ for lastebil.

Vi har ikke foretatt noen systematiske analyser av transportmiddelfordelingen på mer disaggregert nivå, men for jernbane foretok vi en sjekk av modellresultatene mot OD-matrisene som er konstruert fra de observerte jernbanetransportene. I grove trekk var det et akseptabelt samsvar mellom de to datakildene, selv om det var store avvik for enkelte varegrupper. Vi la spesielt merke til at for varegruppe 6 (tømmer og trelast), så var det stort avvik mellom NEMO-kjøringene og de observerte NSB-tallene. I NEMO-kjøringene havner mye av transporten av tømmer og trelast på Bergensbanen og på Sørlandsbanen. Informasjonen vi har fått fra NSB tilsier imidlertid at store deler av tømmer- og trelasttransportene på tog går internt på Østlandet. Vi har ingen forklaring på hvorfor avviket er spesielt stort for denne varegruppen, men denne observasjonen indikerer at det for anvendelser på relativt detaljert nivå kan være behov for en mer detaljert kalibrering av modellen.

Med den alternative matrisesbalanseringen anvendt på varegruppe 6, viste det seg at problemet med Bergensbanen og Sørlandsbanen besto. Selv om tellingene vektlegges i denne balanseringsrutinen, så tas det utgangspunkt i de samme marginalene (tonnmengdene inn og ut av hver kommune). Dermed vil effekten av å endre balanseringsrutine være begrenset.

Tabell 6.6. Verdier for andeler (%) transportert med de tre transportmidlene basert på NEMO-kjøringene.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totalt
Lastebil	2	54	0	8	18	41	69	39	46	83	15	42
Tog	14	10	5	0	21	14	0	3	0	0	6	10
Båt	84	36	95	91	60	45	31	58	54	17	79	48

TØI rapport 581/2002

Tabell 6.7. Verdier for andeler (%) transportert med de tre transportmidlene basert på tellingsmatrisene.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totalt
Lastebil	2	36	0	9	19	42	42	40	42	83	36	40
Tog	14	9	5	0	22	13	13	2	0	0	9	10
Båt	84	56	95	91	59	45	45	58	58	17	56	50

TØI rapport 581/2002

6.2 Internasjonal delmodell

OD-matrisene for utenrikstransportene er som tidligere nevnt basert på SSBs Utenrikshandelsstatistikk, ved å utnytte informasjon fra denne statistikken om godsvolum fra produksjonsfylke i Norge til mottakerland, og fra avsenderland til tollstedsfylke i Norge (ved import). Utenrikshandelsstatistikken har også informasjon om transportmiddel ved grensepassering, men den informasjonen ble ikke benyttet ved beregning av OD-matrisene. Vi har i stedet benyttet denne informasjonen om transportmiddelfordeling ved grensepassering til å kalibrere modellen

mot, for hver varegruppe i import og eksport. Så langt er modellen kalibrert slik at transportmiddelfordelingen for hver varegruppe stemmer med transportmiddelfordelingen ved grensepassering for tilsvarende varegrupper fra Utenrikshandelsstatistikken på aggregert nivå (Tabell 6.8 til 6.11), dvs at vi så langt ikke har kontrollert om transportmiddelfordelingen også er rimelig geografisk.

På sikt bør modellen også kalibreres slik at den stemmer best mulig overens med mer lokale data. Lokale data kan være havnestatistikk eller SSBs statistikk over lastebiler som krysser grensen, dessuten inneholder Utenrikshandelsstatistikken fra og med 2001 også informasjon om grensepasseringssted. Alle disse datakildene inneholder informasjon om tonn hhv ut eller inn etter grensepasseringssted eller havn, men det er foreløpig bare Utenrikshandelsstatistikken som har en tilfredstillende varekatalogisering.

Tabell 6.8. Eksport. Verdier for andeler (%) av tonnmengder ved grensepassering for lastebil, jernbane, fartøy og ferge basert på NEMO-kjøringer.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totalt
Lastebil	20	8	56	33	16	44	0	9	5	0	46	7
Jernbane	0	0	0	2	2	14	2	2	2	0	0	1
Fartøy	72	88	38	40	75	12	98	85	91	100	30	89
Ferge	8	4	7	25	7	30	0	4	2	0	24	3

TØI rapport 581/2002

Tabell 6.9. Eksport. Verdier for andeler (%) av tonnmengder ved grensepassering for lastebil, jernbane, fartøy og ferge basert på Utenrikshandelsstatistikk.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totalt
Lastebil	20	8	56	35	16	41	0	9	6	0	39	7
Jernbane	0	0	0	1	3	17	1	1	2	0	0	1
Fartøy	73	87	29	37	74	13	98	87	90	100	34	89
Ferge	7	5	14	27	6	28	0	3	2	0	27	3

TØI rapport 581/2002

Tabell 6.10. Import. Verdier for andeler (%) av tonnmengder ved grensepassering for lastebil, jernbane, fartøy og ferge basert på NEMO-kjøringer.

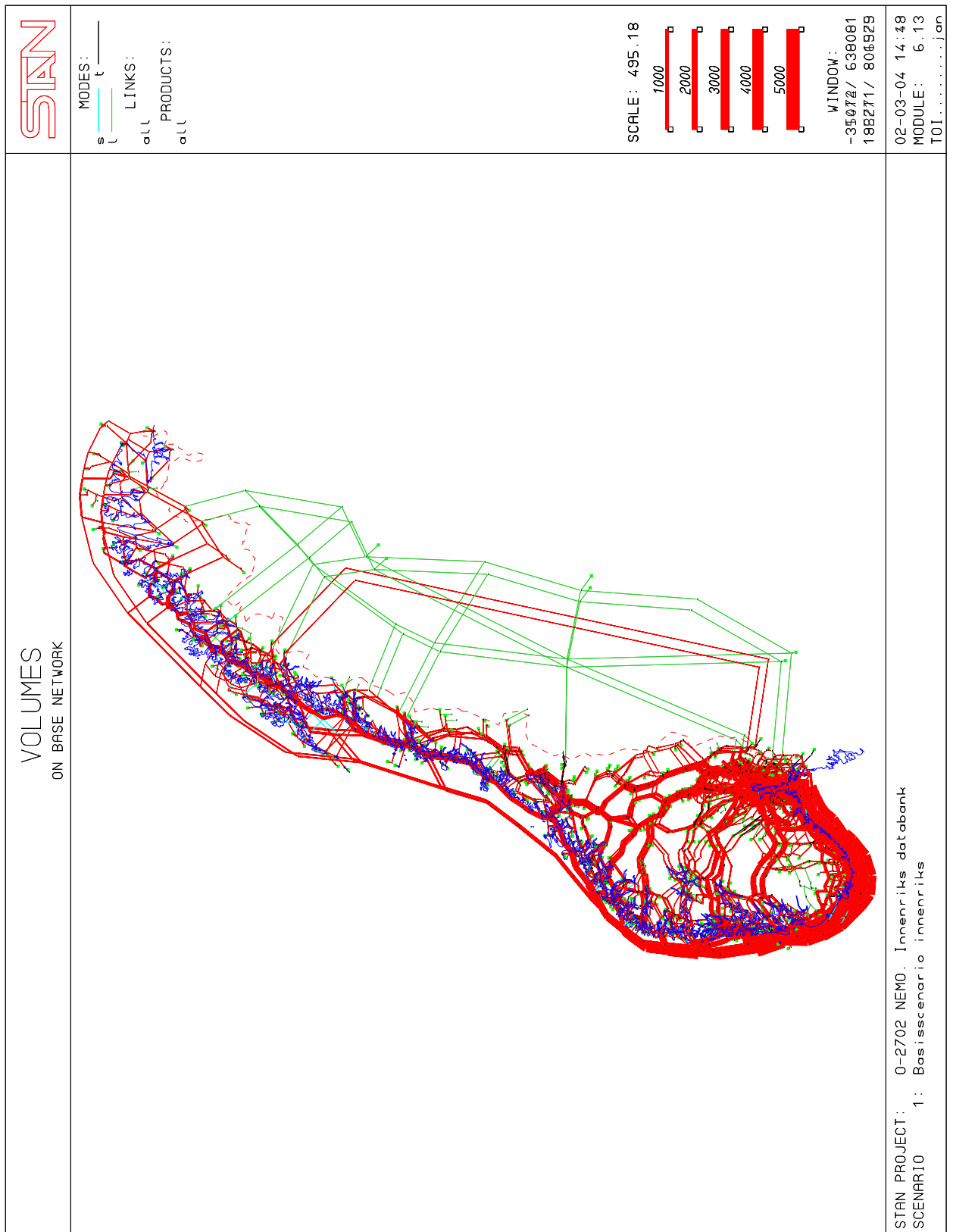
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totalt
Lastebil	16	5	29	41	32	35	3	18	1	3	15
Jernbane	1	0	4	3	5	9	0	1	0	0	2
Fartøy	70	93	46	46	54	55	96	76	98	96	79
Ferge	13	2	22	10	10	1	1	5	1	2	4

TØI rapport 581/2002

Tabell 6.11. Import. Verdier for andeler (%) av tonnmengder ved grensepassering for lastebil, jernbane, fartøy og ferge basert på Utenrikshandelsstatistikk.

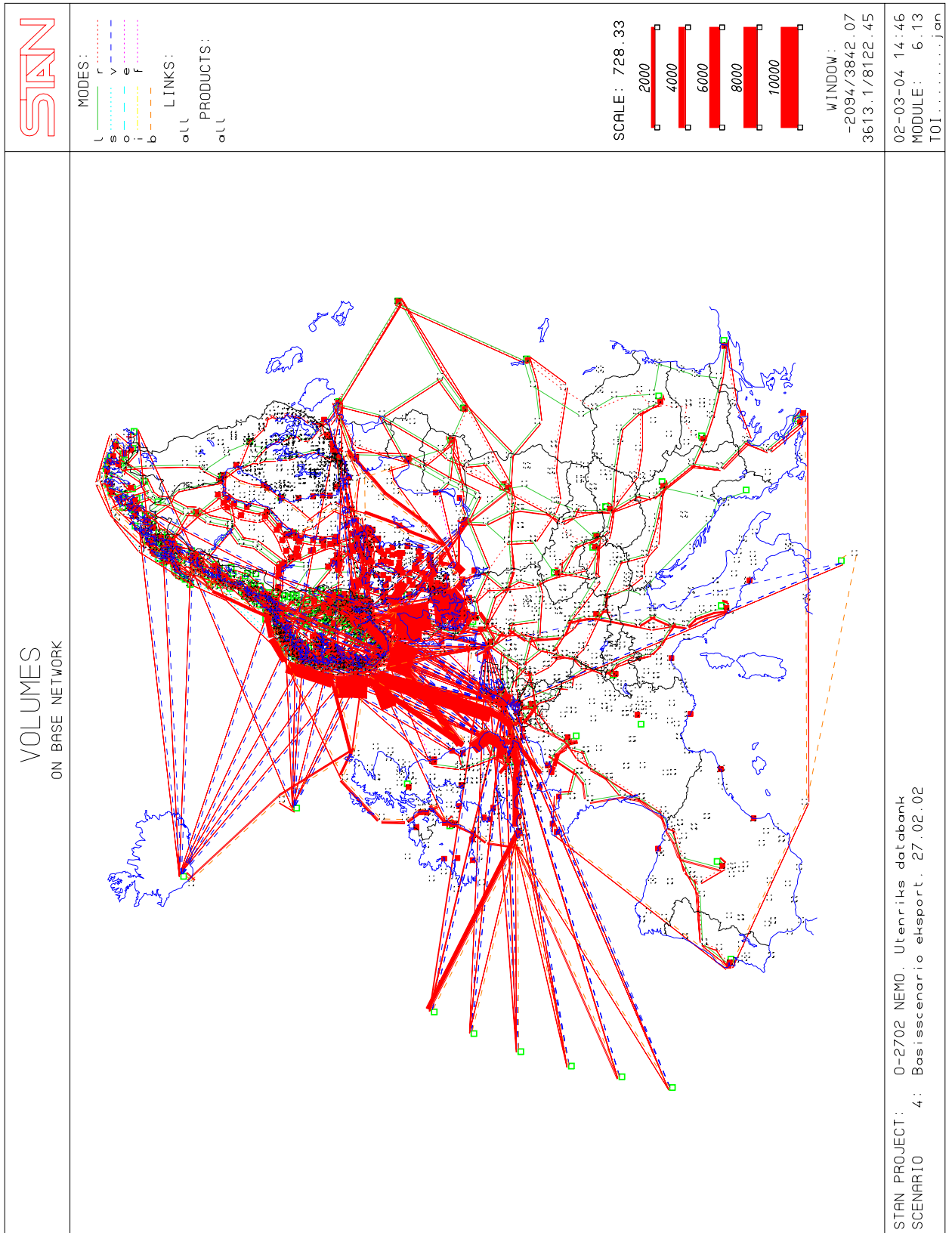
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totalt
Lastebil	16	4	33	35	32	35	4	16	1	3	15
Jernbane	2	0	6	3	6	9	0	2	0	0	3
Fartøy	72	93	31	45	53	56	95	77	99	96	78
Ferge	10	3	30	17	9	1	1	5	1	1	4

TØI rapport 581/2002

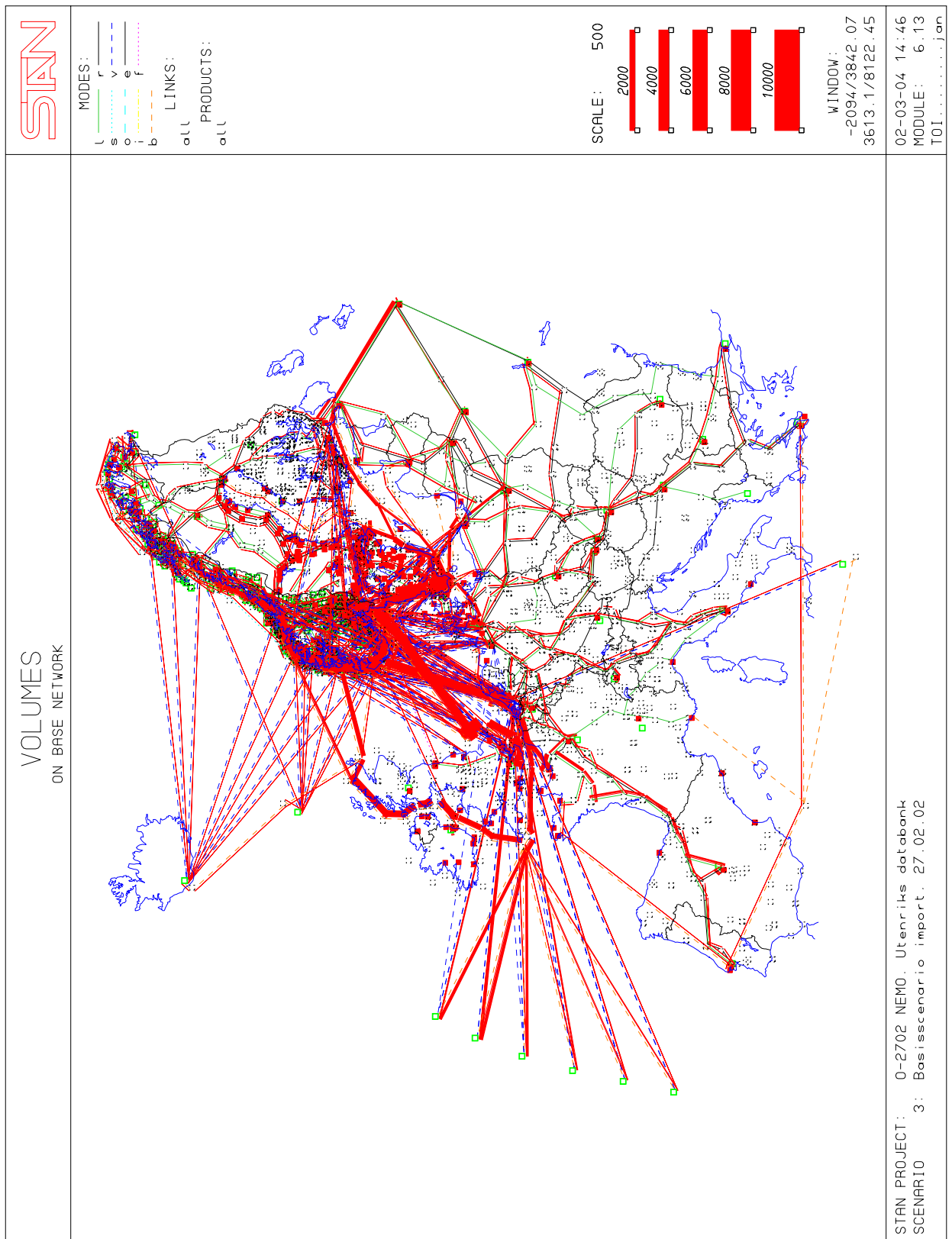


Figur 6.1 Totale transportstrømmer i innenriksmodellen, s er sjøfart, t er tog og l er lastebil.

TØI rapport 581/2002



Figur 6.2. Totale transportstrømmer i eksport, l er lastebil, r er jernbane, s er innenriks sjøfart, v er linefart, e er jernbaneferge, f er bilferge, b er utenriks bulk, mens o og i er ubenyttet.
 TØI rapport 581/2002



Figur 6.3 Totale transportstrømmer i import, l er lastebil, r er jernbane, s er innenriks sjøfart, v er linefart, e er jernbaneferge, f er bilferge, b er utenriks bulk, mens o og i er ubenyttet.
 TØI rapport 581/2002

7 Konklusjoner

I prosjektarbeidet har vi innhentet data og tilegnet oss erfaringer om bruk av disse som inndata eller for evaluering. I dette kapitlet skal vi oppsummere metoder data og resultater beskrevet i denne rapporten. Med bakgrunn i de erfaringer vi har tilegnet oss har vi også beskrevet et forslag til videre arbeid.

7.1 Oppsummering

I denne rapporten har vi klassifisert varer i en varegruppeinndeling bestående av 11 varer. Varegruppeinndelingen er i stor grad valgt ut fra hensynet til at de tilgjengelige statistikker grupperer varer i henhold til næringstilknytning. Vi har imidlertid også vurdert og til en viss grad tatt hensyn til at varene i hver varegruppe har et mest mulig likt krav til transportkvalitet. Fordi det er spesiell interesse knyttet til varegruppen Fisk, ble denne splittet i henholdsvis Fersk og Frossen. Data fra Utenrikshandelsstatistikken var tilfredsstillende for å gjøre denne splittingen for utenrikstransport. Vi har ikke hatt tilgang til registerdata for innenriks vareomsetning og transport for å gjøre en slik splitting. Vi har derfor basert oss på Utenrikshandelsstatistikken også for innenriks splittingen av fisk i fersk og frossen vare.

Vi har innhentet data og utviklet det metodisk rammeverket for ferdigstillelse av ny versjon av NEMO. Herunder har vi innhentet data fra Utenrikshandelsstatistikken, næringsstatistikkene, varehandelsstatistikken og forbruksundersøkelsen, fra lastebil- og sjøfartstellinge, samt NSB og Linjegods, offisielle transportindikatorer og data for operative kostnader og kvalitetskostnader samt priser. Der er utviklet nye kostnadsfunksjoner for lenker og noder for transportmidlene i både innenlandsdelen og utenlandsdelen av NEMO. Det har også vært nødvendig å utvikle metoden for beregning av OD-matriser for transport av hver varegruppe mellom kommuner i Norge og OD-matriser for transport mellom Norge og utlandet. For innenlandsdelen ble OD-matrisene laget med en gravitasjonsmodell, mens OD-data fra Utenrikshandelstatistikken ble brukt for utenlandsdelen. Supplerende data fra tellinger (tog, båt, lastebil) ble brukt ved kalibrering av innenlandsdelen.

Kalibreringen ble gjort ved å justere parametere slik at vi fikk samsvar mellom bergninger av totale tonn, tonnkm og gjennomsnittlig distanse med modellen og data fra tellingene på nasjonalt nivå.

Resultatene viste at vi fikk godt samsvar mellom modell og data på nasjonalt nivå ved å kalibrere mot data på nasjonalt nivå. Videre evaluering mot 3x3 OD-matriser for transport mellom regioner i Norge viste at de relative avvikene hadde en størrelsesorden som tilsier at modellen har en nøyaktighet som for en rekke formål, f.eks vurdering av kapasitetsutnyttelse på enkelte veglenker, ikke er god nok.

Vi mener imidlertid at den nye versjonen er godt egnet for ”comparativ static” dvs. å analysere virkninger i OD-mønsteret og transportmiddelvalget av strategiske virkemidler (for eksempel avgifter eller kapasitetsendringer) eller infrastrukturtiltak, eller effekter i vegnettet og OD-mønsteret som følge av endrede inndata (dvs. endrede OD-matriser for varegruppene). Det siste bruksområdet oppstår dersom NEMO brukes sammen med prognosemodellen PINGO. En kort redegjørelse for dette er gitt i neste kapittel.

7.2 Videre arbeid

7.2.1 Differensierte kostnadsprofiler

En videreutvikling av modellen med tanke på å bedre kalibreringsresultatet vil være å la nærdistribusjon og langtransport ha ulike kostnadsprofiler og/eller å inkludere flere transportmidler i modellen.

7.2.2 Forbedret kalibreringskriterium

For å få bedre samsvar mellom modell og data på disaggregert nivå må vi først og fremst implementere et kriterium som viser avvikene på disaggregert nivå. I denne sammenheng er det viktig å ha klart for seg at de transportmiddelsesifikke matrisene ikke representerer hele turer, men bare transporter mellom terminaler, mens OD-matrisene for all transport som vi får fra matrisebalanseringen representerer transport fra opprinnelsessted til endelig mottakersted. Det er slik at omlastingspunktene representert i STAN ikke nødvendigvis skjer i senteroider (dvs. i kommunesentra) med også i andre nodepunkter, og det finnes ingen algoritme i STAN som gjør det mulig å knytte hvert omlastingspunkt til en senteroide og derigjennom få ut transportmiddelsesifikke matriser. Med STAN kan man lage OD-matriser som viser de totale tonntransportene der (1) kun lastebil har vært i bruk, (2) tog har vært en del av transportkjeden, (3) båt har vært en del av transportkjeden. Hvis vi genererer disse matrisene med hensyn på tonn, vil summen av dem bli mindre enn det totale antall tonn transportert sammenlignet med de transportmiddelsesifikke tellingene. Grunnen er at det til hver togtransport også er tilbringer og distribusjonsskjøring med lastebil. Tilsvarende gjelder for båt, men med anslagsvis noen færre tilknyttede lastebiltransporter tilknyttet.

For å gjøre de transportmiddelsesifikke matrisene fra NEMO tilnærmedesvis konsistente med de tilsvarende tellingsmatrisene, kan vi legge inn regionsinterne transporter tilsvarende antall tonn for hver togtransport som går inn i og ut av regionen. Vi gjør tilsvarende for båt men vil her anta at bare en andel av båttransportene er knyttet til en lastebiltransport. Denne tilnærmedelsen er best egnet når vi aggregerer til kun 3 soner. Vi lar \tilde{j}_{ij} , \tilde{l}_{ij} , \tilde{b}_{ij} , $i, j = 1, \dots, 3$ betegne elementer i aggregerte transportmiddelfordelte OD-matriser basert på data fra tellinger for transport av en vare (i tonn) innen og mellom de tre sonene for henholdsvis jernbane, lastebil og båt, og vi lar j_{ij} , l_{ij} , b_{ij} , $i, j = 1, \dots, 3$ representere transport av varen (tonn) mellom region i og j basert på nettutlegging i NEMO av de totale OD-matrisene for hvert vareslag .

Vi ganger matrisene med tellinger med en skaleringsfaktor slik at det totale antall tonn i tellingsmatrisene blir det samme som i matrisene fra NEMO

$$[\tilde{j}]_{ij} = k \cdot [j]_{ij} = [j]_{ij}$$

$$[\tilde{l}]_{ij} = k \cdot [l]_{ij} = [l]_{ij}$$

$$[\tilde{b}]_{ij} = k \cdot [b]_{ij} = [b]_{ij}$$

der faktoren k kvantifiserer avviket mellom totale transporter i tellingsmatrisene og tilsvarende matriser fra NEMO. Et godt kriterium for kalibreringsprosessen vil således være å justere aktuelle parametere i kostnadsfunksjonene og i gravitasjonsmodellen slik at vi løser minimeringsproblemet

$$\min_{\gamma, \mathbf{p}} \sum_{ij} [(j_{ij}(\gamma, \mathbf{p}) - \tilde{j}_{ij})^2 + (l_{ij}(\gamma, \mathbf{p}) - \tilde{l}_{ij})^2 + (b_{ij}(\gamma, \mathbf{p}) - \tilde{b}_{ij})^2]$$

Minimeringsproblemet kan løses ved å bruke gravitasjonsmodellen til å finne den totale OD-matrisen $\mathbf{t}(\gamma, \mathbf{p})$ for ”mange” forskjellige γ og \mathbf{p} . For hver OD-matrise $\mathbf{t}(\gamma, \mathbf{p})$ brukes NEMO så til å finne $j_{ij}(\gamma, \mathbf{p})$, $l_{ij}(\gamma, \mathbf{p})$, $b_{ij}(\gamma, \mathbf{p})$, $i, j = 1, \dots, n$. Når vi har funnet OD-matrisene og de tilhørende γ og \mathbf{p} som løser minimeringsproblemet er modellen ferdig kalibrert. Vi kan justere γ for at andelen av de totale transportene som går på de forskjellige relasjoner skal stemme mest mulig med summen av de aggregerte tellingsmatrisene, mens transportmiddelfordelingen justeres med parametere som avgangsfrekvens for gitte transportmidler i terminaler, kostnader for fergetransport, fremføringshastighet i linjefarten, enkelte justeringer av omlastingskostnader og omlastingstid mv og et konstantledd etc.

7.2.3 Kalibrering på detaljert nivå

Dersom man ønsker å bruke NEMO på detaljert nivå, dvs. korridoranalyser og analyse av kapasitetsutnyttelse på konkrete lenker eller noder i transportnettets er det nødvendig å gjøre et mer detaljert kalibreringsarbeid.

Et mer detaljert kalibreringsarbeid kan enten gjøres for hele modellen eller med fokus på utvalgte regionale områder.

7.2.4 Transport til og fra Kontinentalsokkelen

Som nevnt innledningsvis i denne rapporten, er Kontinentalsokkelen og Svalbard ikke representert i den nye versjonen av NEMO. Det vil således utvilsomt styrke modellen dersom transport til og fra disse områdene innarbeides.

For å innarbeide Kontinentalsokkelen og Svalbard kreves forbedring av transportnettverk og kostnadsfunksjoner til og fra disse områdene. Det er også nødvendig å innhente ytterligere grunnlagsdata for å representere disse transportene på en fullstendig og konsistent måte i NEMO.

8 Prognoser med PINGO og NEMO

PINGO (Ivanova og Vold, 2001) kan brukes for å fremskrive de totale OD-matrisene for hver varegruppe fra referanseåret 1999. Fremskrivingen skjer ved at PINGO beregner vekstrater for varetransportene mellom fylker som en følge av inndata for forutsetninger om

- demografiske endringer over tid,
- nasjonal økonomisk vekst
- endringer i handelen med utlandet
- endringer i transportnett på en eller flere lenker
- avgifter ved produksjon av varer, tjenester og/eller transport
- arbeidskraftsproduktivitet i produksjon
- lokalisering av spesielle typer produksjon
- subsidier og overføringer til konsumenter som kan være et viktig alternativ eller supplement for regioner med svakt inntjeningsgrunnlag fra produksjonsvirksomhet. Inntekt generer kjøpekraft og forbruk som danner grunnlag for produksjonsvirksomhet og sysselsetting, som kan ha innflytelse på den regionale utvikling.

Inndata til PINGO kan hentes fra nasjonale modeller som MODAG eller MSG, transportkostnader på relasjoner og OD-matriser med de totale transportene av hver varegruppe i referanseåret fra NEMO. Hvis vi velger å bruke modellen som en "Bottom-up" modell, kan vi gjøre forutsetninger om avgifter som avviker fra avgiftene som er brukt i den nasjonale modellen som vi for øvrig henter inndata fra.

Vekstratene brukes for å fremskrive OD-matrisene fra referanseåret som så brukes som input til NEMO, der OD-matrisene for de totale transportvolumene fordeles på OD-matriser for forskjellige transportmidler. NEMO inneholder transportnett representert på lenkenivå og algoritmer som fordeler transporten i OD-matrisene på lenkene i transportnett i henhold til et kriterium for minimering av summen av kostnadene ved transportene (System Optimum). Resultatene fra NEMO inneholder transportmiddelfordelingen, antall tonnkilometer, distanse etc.

Referanser

- Andersen J. (2001a):
Etablering av OD-matriser for lastebiltransport fra tellingsdata. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1353 /2001.
- Andersen J. (2001b):
Kostnadsfunksjonene i innenriksmodellen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1379/2001.
- Andersen J. (2001c):
Kostnadsfunksjonene i utenriksmodellen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1380/2001.
- Hovi I.B. og Andersen J. (2001):
Operative kostnader på transportlenker i NEMO. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1378/2001.
- Hovi I.B., Jean-Hansen V., Meland S., Vold A. og Wahl R. (2001a):
Databehov og bearbeiding av data til bruk i NEMO og REGO. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1335/2001
- Hovi I B, Jean-Hansen V, Meland S, Vold A og Wahl R (2001b):
Oppdatering av NEMO – Metodegrunnlag. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1381/2001.
- Hovi I.B, Jean-Hansen V. og Andersen J. (2001):
OD-matriser for Norges utenrikshandel. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1387/2001.
- Ivanova, O. og Vold, A. (2001):
A modell for prediction of interregional freight transport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1352/2001.
- Ingebrigtsen S., Brækken E., Heimdal S.I., Jean-Hansen V., Johannessen S, Lindjord J.E., Madslie A., Meland S., Remman T., Sætermo I.-A. (1997):
Dokumentasjon av NEMO - Versjon 1. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-notat 1063/1997.
- Ingebrigtsen S., Madslie A. Og Sætermo I.-A. (1997a):
Nasjonal nettverksmodell for godstransport (NEMO). Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 348/1997.
- Ingebrigtsen S., Madslie A. Og Sætermo I.-A. (1997b):
Etablering av godsstrømmer inn og ut av kommuner. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/960/97.
- INRO (2000):
STAN User's Manual, release 6, Montréal, Canada

- Ivanova O., Vold A., Jean-Hansen V. (2002):
PINGO - A modell for prediction of regional- and interregional freight transport, Version 1. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI report 578/2002.
- Jean-Hansen V. (2001b):
Godstransport mellom norske havner. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1384/2001.
- Jean-Hansen V. (2001a)
Konfidensielle økonomiske data fra SSB på kommunenivå og TØIs bruk av disse dataene – beskrivelser, rettelsener og vurderinger. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1384/2001.
- Jule R (1999):
Beregning av matriser til NEMO som inkluderer all utenrikstransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1161/99.
- Jule R., Madslie A. (1999):
Arbeid med NEMO og tilknyttede prosjekter, Dokumentasjon av matriser, kalibrering, scenarier, makroer, regneark. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1162/99.
- Lervåg, L.-E., Meland S., Wahl R. (2001):
Utvikling av NEMO/REGO, Parameterverdier. SINTEF Bygg og miljø, Veg og samferdsel. Notat 23/01.
- Lundin M., (1998):
SIKAs och Trafikverkens godsmodell. Kostnadsfunktioner i STAN, strukturell oppbyggnad. Stockholm, september 1998, Temaplan AB.
- Lundin M., (1999): *STAN 99. Kostnadsfunktioner, Operativa kostnader, Kvalitet, Frekvens.* Stockholm, august 1999, Temaplan AB.
- Madslie A., Lillehammer G.C., Skyberg T.E., (2000a):
Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 480/2000.
- Madslie A., Skyberg T.E., (2000b): *Nettverksstruktur og kostnadsfunksjoner i den utvidete versjonen av NEMO.* Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1247/2000.
- NSB BA (2000):
NSB Miljøregnskap 1999.
- SIKA (1999 A):
Godstransporter – Efterfrågan och utbud. Sluttrapport från arbetsgruppen for det strategiske området. Det svenske interregionala och internationella godstransportsystemet "GODIS", november 1999. Stockholm, SIKA.
- SIKA (1999B):
Åkeribransjens konkurrenssituation. Stockholm, SIKA, 1999. SIKA Rapport 1999:5

SIKA (1999C):

Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet – ASEK. Stockholm, SIKA, 1999. SIKA Rapport 1999:6.

Vold, A., Andersen, J., Hovi, I.B., Jean-Hansen, V. (2001):

Status for arbeidet med utvikling av modellsystem for godstransport til NTP – Fase I. Oslo, Transportøkonomisk institutt. Arbeidsdokument TØ/1388/2001.

Wahl R, Meland S og Lundin M (1998):

Nordic/North Sea Case Study. Trondheim, SINTEF Samferdsel, 1998.
Annex-L i rapportserie fra EU-prosjektet STEMM.

Vedlegg

Vedlegg 1

Varer i varegrupper og videre inndeling av fiskeprodukter

Tabell A1.1

NEMO v.2	NST/R(2)	NEMO v.1
(1)Matvare	- (11) Sukker	1. Stykkgoods
(1)Matvare	- (12) Drikkevarer	1. Stykkgoods
(1)Matvare	- (13) Nytelsesmidler og kolonialvarer	1. Stykkgoods
(1)Matvare	- (16) Uforderlige næringsmidler og humle	1. Stykkgoods
(1)Matvare	- (18) Oljeholdige frø og frukter, fettstoffer	1. Stykkgoods
(1)Matvarer	- (01) Korn	3. Annen bulk
(2)Fisk	- (142) Fisk, krepsedyr og bløtdyr (fersk, frossen, tørket, saltet eller røkt)	1. Stykkgoods
(3)Termovare	- (02) Poteter	1. Stykkgoods
(3)Termovare	- (03) Frisk frukt og grønnsaker	1. Stykkgoods
(3)Termovare	- (14) Forderlige eller halvforderlige næringsmidler og konserver	1. Stykkgoods
(4)Transportmidler/maskiner	- (91) Kjøretøy og transportmidler	1. Stykkgoods
(4)Transportmidler/maskiner	- (92) Traktorer og landbruksmaskiner	1. Stykkgoods
(4)Transportmidler/maskiner	- (93) Andre maskiner, motorer og deler dertil	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (00) Levende dyr	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (04) Tekstilfibrer og avfall	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (06) Sukkerroer	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (08) Halvfabrikata av jern og stål	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (09) Andre råmaterialer av animalsk eller vegetabilsk opprinnelse	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (17) Dyrefôr og næringsmiddelavfall	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (52) Halvfabrikata av valset stål	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (53) Stenger, profiler, tråd, materiell til jernbaner og sporveier	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (54) Plater og bånd av stål	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (55) Rør, røremner, støpegods og smedemner av jern eller stål	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (69) Andre bygningsmaterialer, bearbejdet	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (94) Metallvarer	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (95) Glass, glassvarer, kjemiske produkter	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (96) Lær, tekstiler, bekledning	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (97) Diverse bearbejdet varer	1. Stykkgoods
(5)Diverse stykkgoods	- (99) Særlig fraktegods, inkludert stykkgoods	1. Stykkgoods
(6)Tømmer og trelast Evt. div stykkgoods	- (05) Tre og kork	2. Tømmer og trelast
(7)Mineraler i steinprodukter	- (21) Steinkull	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (22) Brunkull	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (23) Koks	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	(343) Asfalt	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (61) Sand, grus, leire, slag	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (62) Salt, svovelkis og andre naturlige jernsulfider, svovel	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (63) Andre stein- og jordarter og mineraler	3. Annen bulk
(7)Mineraler i steinprodukter	- (64) Sement, kalk	3. Annen bulk

Tabellen fortsetter

(7)Mineraler i steinprodukter	- (65) Gips	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (71) Naturlige gjødningsstoffer	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (72) Bearbeidde gjødningsstoffer	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (81) Kjemiske basisprodukter NB Svovelsyre!!! Flytende bulk???	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (82) Oxid og hydroxid av aluminium	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (84) Cellulose og avfall av dette	3. Annen bulk
(8)Kjemiske prod	- (89) Andre kjemiske produkter	3. Annen bulk
(9)Malmer og metallavfall	- (41) Jernmalm	3. Annen bulk
(9)Malmer og metallavfall	- (45) Ikke-jernholdige metaller og avfall av dette	3. Annen bulk
(9)Malmer og metallavfall	- (46) Skrap og støv av høyovner	3. Annen bulk
(9)Malmer og metallavfall	- (51) Ubearbeidet støpejern og stål, jernlegeringer	3. Annen bulk
(9)Malmer og metallavfall	- (56) Ikke-jernholdige metaller, ubearbeidet	3. Annen bulk
(10)Flytende bulk	- (31) Råolje	4. Oljeprodukter
(10)Flytende bulk	- (32) Bensin og andre mineraloljeprodukter	4. Oljeprodukter
(10)Flytende bulk	- (33) Energiske karbonhydrider, luftformige, flytende eller komprimerte	4. Oljeprodukter
(10)Flytende bulk - 343 Asfalt tatt inn i "Kull, koks etc"	- (34) Smøreolje mv	4. Oljeprodukter
(10)Flytende bulk	- (83) Kullkjemiske produkter (bl a bensin???)	4. Oljeprodukter

TØI rapport 581/2002

Tabell A1.2. Detaljert inndeling av fisk i syv grupper, som aggregeres til gruppene (1) Fersk fisk, bløt- og krepsedyr, (2) Frossen fisk, bløt- og krepsedyr og bearbeidet frossen fisk og (3) Ikke frossen bearbeidet fisk, bløt- og krepsedyr.

	HS-kode	Underkapitler	Unntak	Vareslag
Fersk fisk	03.01 03.02 03.04	Alle Alle Alle	.2010-.9009	Fisk, levende Fisk, fersk eller kjølt, unntatt fiskefileter Fiskefileter og annet fiskekjøtt som er ferskt og/eller kjølt
Ferske bløtdyr krepseyr	03.06 03.07	.2100-.2409 .1000 .2100 .3100 .4100 .5100 .6000 .9100		Krepseyr med eller uten skall, levende, ferske, kjølte, saltede eller i saltlake Østers Østers, levende, ferske eller kjølte Blåskjell Tiarmet blekksprut, herunder akkar Åttearmet blekksprut Snegler Andre
Frossen fisk	03.03	Alle		Fisk fryst, unntatt fiskefileter
Bearbeidet fisk frossen	03.04 16.04	.2010-.9009 .1902-.2004		Fryste fiskefileter Fisk, tilberedt, frossen
Bearbeidet fisk ikke frossen	03.05 16.04 15.04 23.01	Alle Alle Alle .2010-.2090	.1902-.2004	Fisk, tørket, saltet eller i saltlake; røykt fisk, også varmrøkt; mel og pelleter av fisk til menneskeføde Fisk tilberedt eller konservert; kaviar og kaviarretterlikninger av rogn Fett og oljer samt deres fraksjoner av fisk eller sjøpattedyr Mel eller pelleter av fisk, krepseyr, bløtdyr, mv tilberedt til dyrefor
Frosne bløt- og krepseyr	03.06 03.07	.1100-.1409 .1900 .2901		Frosne skalldyr Andre Frosne
Bearbeidet bløt- og krepseyr ikke osne	03.06 03.07	.2900 .2909 .3900 .4900 .5900 .9900		Mel og pelleter av krepseyr, egnet til menneskeføde Østers Blåskjell som ikke Tiarmet blekksprut, herunder akkar Åttearmet blekksprut Snegler Andre

TØI rapport 581/2002

Vedlegg 2

Varergruppering i henhold til NST/R(2), CPA, SITC og NACE/Clio

Tabell A.2.1

Varebetegnelse i NEMO	NST/R ₍₂₎ -	NR-REA (eller CPA)	SITC	NACE/Clio
1 Matvarer	01,11,12,1 3,16,18	011 (unntatt de 011-varer nevnt under NEMO vare nr 3 "Termovare"), 153 (unntatt 153311), 154130, 156,158,159,160,	4 6 7 9-12	Engros: 51.17, 51.21, 51.34-39 (ekskl 51.38), Detalj:52.11, 52.24, 52.25, 52.26, 52.27,
2 Fisk	142	050,152,	3	Engros: 51.38 Detalj: 52.23
3 Termovare	02,03,14, eks 142	011121,011211-011222, 011310-011326,012,151, 153311, 154 (unntatt 154130), 155	1 2 5	Engros: 51.11, 51.22,51.31-33, Detalj: 52.21, 52.22,
4 Transportmidler/ maskiner	91,92,93	291-355,	71-79	Engros: 50.1-4, 51.14, 51.61-66,
5 Diverse stykkgoods	00,04,06,0 9,17,52,53 ,54,55, 69,94,95,9 6,97,99	014,157,171,172,1 73,174,175,176,17 7,181,182,183,191- 3,261,262-8,361- 366,	0 8 21 22 23 25 26 29 41- 43 61- 69 81- 99	Engros: 51.16, 51.18-19, 51.23-25, 51.4, 51.54, 51.56-57, 51.70, Detalj: 52.12, 52.4, 52.5, 52.6,
6 Tømmer og trelast	05	020,201-205,211-222,	24	Engros: 51.13, 51.53,
7 Mineraler i steinprodukter	21,22,23,3 43,61,62,6 3,64,65	101,102,103,141,1 42,143,144,145,23 1	27 32	Del av bransje 51.51, som er tatt med under "10 Flytende bulk" Er det mulig å få skilt ut denne delen?
8 Kjemiske produkter	71,72,81,8 2,84,89	241- 247,251,252,372	51-59	51.55, 52.31-33,
9 Malmer og metallavfall	41,45,46,5 1,56	120,131,132,271- 5,281-285,371	28	51.52,
10 Flytende bulk	31,32,33, (34 unntatt 343),83	111 (unntatt 111050 som er en tjeneste),232	33 34	50.5, 51.12, 51.51
Ikke tatt med under NEMO eller REGO men er inne under NR varene. Disse er tjenester eller nærmere tjenester enn varer.	Ikke med i NST/R(2) fordi dette er en vareliste	015,060,070, 111050,112,223,23 3	Ikke med i SITC	52,7 (Reparasjonsarbeid skal ikke taes med fordi dette i hovedsak er en tjeneste som ikke krever godstransporter)

TØI rapport 581/2002

Vedlegg 3

Regionale matriser for hver varegruppe – 3 regioner

Tabell A.3.1

Vare 1 Mat					
INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	3 110	491	134	3 735	83 %
2 Vestland	148	1 026	45	1 219	84 %
3 Nord Norge	34	61	790	885	89 %
SUM	3 292	1 578	969	5 839	
Andel regionsinterne	94 %	65 %	82 %		84 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	4 745	353	211	5 309	89 %
2	298	1 631	25	1 954	83 %
3	91	40	697	828	84 %
SUM	5 134	2 024	933	8 091	
Andel regionsinterne	92 %	81 %	75 %		87 %

Vare 2 (frossen) og 11 (fersk) fisk

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	385	0	0	385	100 %
2 Vestland	207	712	10	929	77 %
3 Nord Norge	56	69	471	596	79 %
SUM	648	781	481	1 910	
Andel regionsinterne	59 %	91 %	98 %		82 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	41	18	13	72	57 %
2	152	268	11	431	62 %
3	101	13	124	238	52 %
SUM	294	299	148	741	
Andel regionsinterne	14 %	90 %	84 %		58 %

Vare 3 Termovarer

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	1 991	187	3	2 181	91 %
2 Vestland	140	1 636	8	1 784	92 %
3 Nord Norge	376	165	574	1 115	51 %
SUM	2 507	1 988	585	5 080	
Andel regionsinterne	79 %	82 %	98 %		83 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	2 478	195	91	2 764	90 %
2	183	1 840	40	2 063	89 %
3	94	13	1 264	1 371	92 %
SUM	2 755	2 048	1 395	6 198	
Andel regionsinterne	90 %	90 %	91 %		90 %

Vare 4 Transportmidler/ maskiner

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	1 599	0	0	1 599	100 %
2 Vestland	747	477	8	1 232	39 %
3 Nord Norge	20	1	129	150	86 %
SUM	2 366	478	137	2 981	
Andel regionsinterne	68 %	100 %	94 %		74 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	2 011	83	35	2 129	94 %
2	80	888	18	986	90 %
3	17	14	388	419	93 %
SUM	2 108	985	441	3 534	
Andel regionsinterne	95 %	90 %	88 %		93 %

Vare 5 Diverse stykkgoods

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	20 495	2 651	447	23 593	87 %
2 Vestland	3 383	6 943	526	10 852	64 %
3 Nord Norge	898	696	4 061	5 655	72 %
SUM	24 776	10 290	5 034	40 100	
Andel regionsinterne	83 %	67 %	81 %		79 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	16 310	2 460	1 243	20 013	81 %
2	1 711	9 928	512	12 151	82 %
3	936	532	4 040	5 508	73 %
SUM	18 957	12 920	5 795	37 672	
Andel regionsinterne	86 %	77 %	70 %		80 %

Vare 6

Tømmer og trelast

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg- interne
Fra-region	1	2	3	SUM	
1 Østland	6 452	1 147	29	7 628	85 %
2 Vestland	0	1 010	10	1 020	99 %
3 Nord Norge	0	398	932	1 330	70 %
SUM	6 452	2 555	971	9 978	
Andel regionsinterne	100 %	40 %	96 %		84 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	6 526	100	62	6 688	98 %
2	459	698	150	1 307	53 %
3	7	4	1 247	1 258	99 %
SUM	6 992	802	1 459	9 253	
Andel regionsinterne	93 %	87 %	85 %		92 %

Vare 6

(alternativ balansering)

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg- interne
Fra-region	1	2	3	SUM	
1 Østland	6 934	585	171	7 690	90 %
2 Vestland	64	743	11	818	91 %
3 Nord Norge	15	130	658	803	82 %
SUM	7 013	1 458	840	9 311	
Andel regionsinterne	99 %	51 %	78 %		90 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	6 526	100	62	6 688	98 %
2	459	698	150	1 307	53 %
3	7	4	1 247	1 258	99 %
SUM	6 992	802	1 459	9 253	
Andel regionsinterne	93 %	87 %	85 %		92 %

Vare 7
Mineraler i
steinprodukter

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	13 367	4 162	249	17 778	75 %
2 Vestland	32	6 381	282	6 695	95 %
3 Nord Norge	0	7	2 962	2 969	100 %
SUM	13 399	10 550	3 493	27 442	
Andel regionsinterne	100 %	60 %	85 %		83 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	14 673	668	57	15 398	95 %
2	152	10 101	58	10 311	98 %
3	70	314	4 521	4 905	92 %
SUM	14 895	11 083	4 636	30 614	
Andel regionsinterne	99 %	91 %	98 %		96 %

Vare 8
Kjemiske produkter

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	1 717	311	68	2 096	82 %
2 Vestland	274	487	62	823	59 %
3 Nord Norge	35	68	276	379	73 %
SUM	2 026	866	406	3 298	
Andel regionsinterne	85 %	56 %	68 %		75 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	2 497	241	125	2 863	87 %
2	99	491	20	610	80 %
3	93	92	261	446	59 %
SUM	2 689	824	406	3 919	
Andel regionsinterne	93 %	60 %	64 %		83 %

Vare 9
Malmer og
metallavfall

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg-
Fra-region	1	2	3	SUM	interne
1 Østland	610	356	286	1 252	49 %
2 Vestland	0	309	146	455	68 %
3 Nord Norge	0	0	210	210	100 %
SUM	610	665	642	1 917	
Andel regionsinterne	100 %	46 %	33 %		59 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	1 017	116	84	1 217	84 %
2	208	596	50	854	70 %
3	33	67	164	264	62 %
SUM	1 258	779	298	2 335	
Andel regionsinterne	81 %	77 %	55 %		76 %

Vare 10 Flytende bulk

INN-MATRISER	Til-region				Andel reg- interne
Fra-region	1	2	3	SUM	
1 Østland	6 262	424	22	6 708	93 %
2 Vestland	2 482	2 596	132	5 210	50 %
3 Nord Norge	462	599	727	1 788	41 %
SUM	9 206	3 619	881	13 706	
Andel regionsinterne	68 %	72 %	83 %		70 %

TELLINGER	Til-region				
Fra-region	1	2	3	SUM	
1	3 967	468	652	5 087	78 %
2	603	3 180	1 373	5 156	62 %
3	52	76	1 240	1 368	91 %
SUM	4 622	3 724	3 265	11 611	
Andel regionsinterne	86 %	85 %	38 %		72 %

TØI rapport 581/2002