



**TØI rapport
480/2000**

Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel

**Anne Madslie
Giske C Lillehammer
Tron Even Skyberg**

ISSN 0802-0175
ISBN 82-480-0153-9

Oslo, mai 2000

Tittel: Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel

Forfatter(e): Anne Madslie; Giske Charlotte Lillehammer; Tron Even Skyberg

TØI rapport 480/2000
Oslo, 2000-05
79 sider
ISBN 82-480-0153-9
ISSN 0808-1190

Finansieringskilde:

Norges forskningsråd; Fiskeridepartementet; Tromsø havnevesen; Oslo havnevesen; Rederienes landsforening

Prosjekt: 2350 Modell for intermodale transporter. Case: Havnenes rolle i transportkorridorer mot utlandet

Prosjektleder: Anne Madslie

Kvalitetsansvarlig: Olav Eidhammer

Emneord:

Intermodale transporter; godstransport; godstransportmodell; transportmiddelfordeling; sjøtransport

Sammendrag:

I prosjektet er det utviklet en nettverksmodell for godstransporter til og fra Norge. Denne er benyttet til å studere seks scenarier med utviklingstrekk eller tiltak som påvirker bruken av intermodale transportløsninger i norsk import og eksport. I forhold til et basisalternativ har en bl a beregnet endring i transportmiddelfordeling og transportkostnader av endret havnestruktur og tilbud i linjefarten, kapasitetsproblemer i landverts transport, endret vektlegging av kvalitetsaspekter ved transporten og økte transportkostnader innen vegtransport.

I alle scenariene finner vi en økning både i godsomslog i norske havner og antall tonn stykkgods på skip ved grensepassering. Effektene på miljøutslipp i Norge varierer etter om linjefarten tar markedsandeler fra jernbanetransport, som har lavere utslipp enn sjøtransport pr transportert enhet, eller vegtransport, hvor utslippene er høyere.

Title: Model for transports in Norwegian foreign trade

Author(s): Anne Madslie; Giske Charlotte Lillehammer; Tron Even Skyberg

TØI report 480/2000
Oslo: 2000-05
79 pages
ISBN 82-480-0153-9
ISSN 0808-1190

Financed by:

The Research Council of Norway, Ministry of Fisheries, Tromsø Port Authority, Oslo Port Authority, The Federation of Norwegian Coastal Shipping

Project: 2350 Model for intermodal transport. Case: The role of ports in transport corridors

Project manager: Anne Madslie

Quality manager: Olav Eidhammer

Key words:

Intermodal transport; freight transport; freight transport model; modal share; short sea transport

Summary:

In this project TOI has developed a network model for freight transport to and from Norway. This model has been used to study six scenarios, each of which illustrates trends or measures that have an impact on the use of intermodal freight supply solutions in Norwegian foreign trade. These have been compared to a basic scenario. We have among others calculated the changes in modal distribution and transport costs resulting from structural changes in ports and changes in the supply of sea transport, problems of capacity in overland transport, changes in the importance attached to the quality of transportation, and increased transport costs for road transports.

In all these cases, both the amount of general cargo handled by Norwegian ports and the amount crossing the border at sea have increased. The effects on air pollution and global warming depend, however, on whether sea transport increases its market share at the expense of rail transport, for which the emissions are lower than for sea transport per unit transported, or road transport, for which the emissions are higher.

Language of report: Norwegian

Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, The library
Gaustadalleen 21, NO 0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Med finansiering fra Norges forskningsråds program LOGITRANS, Fiskeridepartementet, Tromsø havnevesen, Oslo havnevesen og Rederienes Landsforening har Transportøkonomisk institutt (TØI) utført prosjektet *Modellverktøy for intermodale transporter. Case: Havnenes rolle i transportkorridorer mot utlandet.*

Hovedmålet i prosjektet har vært å utvikle en nettverksmodell for godstransporter til og fra Norge, samt å benytte denne modellen til et antall case-studier for å belyse potensialet for intermodale transporter.

Modellen som er utviklet, har tatt utgangspunkt i nettverkene fra den nasjonale nettverksmodellen for godstransport (NEMO) og en nettverksmodell for internasjonale transporter som ble bygget opp i EU-prosjektet STEMM (Strategic European Multimodal Modelling). De to nettverkene er tilpasset hverandre og koplet sammen for å etablere en internasjonal modell hvor den geografiske inndelingen av Norge er spesielt detaljert. OD-matriser for godsstrømmer mellom Norge og utlandet er beregnet på grunnlag av SSBs Utenrikshandelsstatistikk, kombinert med andre datakilder for å bryte ned dataene til norske kommuner.

Scenariene som er analysert er grove skisser av ulike utviklingstrekk som vi forventer vil påvirke omfanget av intermodale transporter, med spesiell fokus på sjøtransport. For hvert scenario har vi beregnet effekten på transportmiddelfordelingen ved grensepassering, transportarbeid på norsk område, samt hvilke konsekvenser endringene i valg av transportløsning får for næringslivets transportkostnader og miljøutslipp.

Prosjektet har hatt en referansegruppe bestående av:

- Arne Fuglum, Norsk Havneforbund
- Roar Johansen, Kystdirektoratet
- Torjus Johnsen, Grenland havnevesen
- Rune Mjøs, Rederienes Landsforening
- Lars Erik Nybø, Jernbaneverket
- Halvar Pettersen, Tromsø havnevesen
- Per Gisle Rekdal, Oslo havnevesen
- Esben Schlytter, Fiskeridepartementet

Vi benytter anledningen til å takke for gode innspill og kommentarer underveis i prosjektet.

Prosjektleder ved TØI har vært siv ing Anne Madslie, som har hatt hovedansvaret for modellutvikling og rapportutforming. Cand oecon Tron Even Skyberg har hatt hovedansvaret for kapittel 2 og 4. Siv øk Giske C Lillehammer har bidratt i arbeidet med kalibrering av modellen og gjort mesteparten av modellkjøringene. Analysen av scenariene i kapittel 6 er skrevet av henne og Anne Madslie i fellesskap. Siv ing Terje Moen, SINTEF Samferdsel, har gjort deler av programme-

ringsarbeidet i forbindelse med sammenknytting av det nasjonale og internasjonale transportnettverket, mens den endelige tekstbehandlingen er utført av sekretær Laila Aastorp Andersen.

Oslo, mai 2000
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Knut Østmoe
instituttssjef

Olav Eidhammer
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag	I
Summary	i
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn og problemstilling	1
1.2 utfordringer ved godstransportmodellering	2
1.3 Innhold i rapporten	3
2 Trender og utviklingstrekk i norsk utenrikshandel	5
2.1 Trender og utviklingstrekk i godstransport	5
2.2 Utvikling i mengde og verdi i norsk utenrikshandel 1985-1997	6
2.3 Utvikling i transportmidlenes markedsandeler i norsk utenrikshandel 1985-1997	8
3 Sjøfartens rolle i norsk utenrikshandel	10
3.1 Om SSBs utenrikshandelsstatistikk	10
3.2 Eksport	11
3.3 Import	13
3.4 Bruk av containere i utenriks transport	17
3.4.1 Eksport	17
3.4.2 Import	18
3.5 Godsomslag i trafikkhavner	18
4 Intermodale transporter	21
4.1 Bakgrunn	21
4.2 Internasjonale erfaringer	22
4.3 Konkurransflater	23
4.4 Tiltak for å fremme intermodale transporter	24
4.5 Forskning i EU om intermodale transporter	26
5 Modellen	28
5.1 Innledning	28
5.2 Hva er en nettverksmodell	28
5.2.1 Generelt	28
5.2.2 Nærmere om noen av elementene i nettverksmodellen	29
5.3 Nettverket i NEMO	31
5.3.1 Generelt	31
5.3.2 Linjefarten til og fra Norge	32
5.3.5 Fergetrafikken mellom Norge og utlandet	34
5.4 OD-matrisene	35
5.4.1 Innledning	35
5.4.2 Detaljerte matriser	35
5.4.3 Matriser for modellens varegrupper	38
5.5 Verdsetting av tid og kvalitet i godstransport	40

5.5.1 Innledning.....	40
5.5.2 Tidsverdi for godset	41
5.5.3 Verdsetting av risiko for forsinkelse	42
5.5.4 Verdsetting av risiko for skade.....	42
5.6 Kostnadsfunksjonene.....	43
5.6.1 Innledning.....	43
5.6.2 Operative kostnader.....	43
5.6.3 Kostnader knyttet til transportkvalitet.....	44
5.6.4 Frekvenskostnader.....	46
5.6.5 Verdi på parametrene i kostnadsfunksjonene.....	46
5.7 Kalibrering av modellen	46
5.9 Forutsetninger for beregningene.....	47
6 Analysescenarier og resultater fra analysene.....	49
6.1 Basisalternativet.....	49
6.1.1 Om basisalternativet.....	49
6.1.2 Beregningsresultater for basisalternativet	50
6.1.3 Om analysene og hvordan resultatene skal tolkes.....	51
6.2 Scenario 1: Økt frekvens i all linjefart.....	52
6.3 Scenario 2: Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner – redusert frekvens i andre havner.....	54
6.4 Scenario 3: Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner kombinert med sjøverts feedertilbud i Nord-Norge	56
6.5 Scenario 4: Kapasitetsproblemer i vegnettet på kontinentet	57
6.6 Scenario 5: Nye produksjons- og distribusjonsløsninger, med større vektlegging av fremføringstid og presisjon.....	59
6.7 Scenario 6: Relativ endring i transportprisene	61
6.8 Effekter på utslipp til luft	62
7 Usikkerhet i analysene.....	65
7.1 Generelt	65
7.2 Beregninger i NEMO.....	65
7.3 Utslippsfaktorer	66
7.4 Svakheter ved bruk av gjennomsnittstall for utslipp ved vurdering av miljøkonsekvenser	66
Litteratur.....	69

Vedlegg

Sammendrag:

Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel

Innledning og problemstilling

På grunn av den åpne økonomien i Norge spiller grenseoverskridende transporter en svært viktig rolle for norsk nærings- og samfunnsliv. God tilgjengelighet til våre viktigste handelspartnere i Europa er derfor av stor betydning for næringslivets konkurranseevne. Ettersom vi fra naturens side er lokalisert relativt langt fra viktige markeder, har våre utenlandske konkurrenter et naturlig fortrinn gjennom lavere transportkostnader, noe norsk næringsliv må forsøke å kompensere for gjennom bl a effektive logistikk- og transportløsninger.

For grenseoverskridende stykkgodstransporter viser utviklingen de siste tiår at vegtransport øker på bekostning av jernbane- og sjøtransport. Dette skyldes en lang rekke faktorer, bl a at logistikk- og distribusjonsløsningene er endret på en slik måte at kvalitetsparametre som tidsbruk, fleksibilitet og pålitelighet blir viktigere. Å snu denne trenden er en stor utfordring for tilbydere av sjø- og jernbanetransport. I Norge har en f eks i dag mer enn 60 offentlige trafikkhavner, i tillegg til et stort antall fiskerihavner og industrikaier, et havnemønster som snarere bidrar til å spre enn å samle varestrømmene. En kan derfor tenke seg at en havnestruktur med et mindre antall effektive havner hvor godset samles, kan bidra til å gjøre sjøtransport mer attraktivt. Næringslivets ønske om hyppige frekvenser i transporttilbudet kan trolig også best nås gjennom en konsentrasjon av godset i viktige knutepunkter.

Målsettingen i prosjektet har vært å bygge opp en nettverksmodell for godstransporter til og fra Norge, som er egnet til å gjøre analyser av den type tiltak og utviklingstrekk som er nevnt over, samt andre forhold som kan tenkes å påvirke omfanget av intermodale transporter i norsk import og eksport. Det fokuseres spesielt på sjøtransport, og analysene begrenser seg til stykkgodstransporter, da det er i dette markedssegmentet en finner de største konkurranseflatene mellom intermodale transporter og lastebiltransporter dør-til-dør.

Metode

Analysene eller case-studiene er gjort ved bruk av første versjon av en nettverksmodell for utenrikshandelens godstransporter som TØI har utviklet i prosjektet.

I en nettverksmodell er veglenker, jernbanelenker, farleder til sjøs, terminaler for omlasting osv knyttet sammen i et nettverk. Transportformene oppfattes både som konkurrerende og som samarbeidende, ved at omlasting mellom transportformer kan

Rapporten kan bestilles fra:

Transportøkonomisk institutt, Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo

Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 57 02 90

skje i et antall terminaler. Ved kjøring av modellen vil den søke løsninger som minimerer de totale kostnader i systemet, ved en gitt etterspørsel etter transport mellom soner i nettverket. Man kan f.eks. analysere endringer i infrastruktur og transporttilbud, etterspørselsendringer, eller endringer i transportkostnader og avgifter. Differansen i forhold til et basisscenario er å tolke som effekten av den aktuelle endringen eller tiltaket.

Den store fordel ved å bruke en nettverksmodell i forhold til å gjøre partielle analyser av et tiltak, er at en får tatt hensyn til at f.eks. en infrastrukturinvestering et sted i transportnettverket ofte påvirker svært mange transportrelasjoner, og gjerne langt unna der tiltaket faktisk gjøres. En sikrer også konsistens mellom transportformene, samtidig som en unngår problemer med dobbelttelling av effekter. Dette er noe som ellers lett kan skje ved partielle analyser, f.eks. ved at to eller flere konkurrerende prosjekter beregner gevinster av den samme trafikken. I enkelte tilfeller kan situasjonen også være slik at prosjekter gjennomført samlet har høyere verdi enn det summen av prosjektene enkeltvis skulle tilsi, noe som er vanskelig å avdekke uten bruk av f.eks. nettverksmodeller.

Modellen som er bygget opp i prosjektet har tatt utgangspunkt i TØIs Nasjonale nettverksmodell for godstransport (NEMO) og en nettverksmodell for internasjonale godstransporter som ble utviklet i EU-prosjektet STEMM (Strategic European Multimodal Modelling). Transportnettverkene fra de to modellene er tilpasset hverandre og slått sammen for å etablere en internasjonal modell hvor den geografiske inndelingen av Norge er spesielt detaljert.

OD-matriser, som angir transportstrømmer mellom andre land og kommuner i Norge for ulike varegrupper, er beregnet ved at data fra SSBs Utenrikshandelsstatistikk er kombinert med diverse andre datakilder og eksisterende kunnskap om varestrømmer i import og eksport.

Det er utviklet et sett kostnadsfunksjoner som i modellen benyttes til å beregne kostnadene for de ulike varegruppene ved alternative transportmidler og transportruter, og på grunnlag av dette fordeles godset på ulike transportløsninger. Til grunn for tilpasningen benyttes en generalisert kostnadsfunksjon bestående av operative kostnader, kostnader knyttet til transportkvalitet, samt ventetidskostnader knyttet til avgangsfrekvens i transporttilbudene. I transportkvaliteten inngår foreløpig godsets tidskostnader og kostnader knyttet til forsinkelser ved transporten. På sikt bør en også få inn andre kvalitetsparametre, som risiko for skade under transport mv.

Forenklede analyser

For å se nærmere på hvordan ulike tiltak eller utviklingstrekk kan bidra til å påvirke transportmiddelfordelingen i norsk import og eksport, har vi etablert et antall scenarier som er analysert ved bruk av nettverksmodellen. Vi vil imidlertid sterkt presisere at det dreier seg om *eksempelberegninger* med en *første versjon* av nettverksmodellen for import og eksport. Konkrete analyser til bruk i beslutningssituasjoner krever både en grundigere gjennomgang av forutsetningene for scenariene og at modellen i større grad er ferdig utprøvd og på enkelte felter videreutviklet.

Scenariene som er analysert kan grovt oppsummeres som følger:

1. Økt frekvens i all linjefart mellom norske og utenlandske havner.

2. Økt frekvens og effektivitet i de åtte nasjonalhavnene (Oslo, Grenland, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Bodø og Tromsø). Bortfall av linjefart i øvrige havner.
3. Økt frekvens og effektivitet i nasjonalhavnene kombinert med sjøverts feeder-tilbud i deler av Nord-Norge.
4. Kapasitetsproblemer i vegnettet på kontinentet.
5. Større vektlegging av fremføringstid og presisjon ved godstransporter.
6. Økte transportkostnader i lastebiltransport.

Resultatene fra hvert av scenariene fremkommer i form av endret transportmiddel-fordeling, transportkostnader og miljøutslipp i forhold til et basisalternativ. Dette beskriver i grove trekk dagens situasjon når det gjelder transportnettverk og transportstrømmer.

Alle endringstall er kun relatert til de konkrete transporter og godsmengder vi studerer, dvs norsk import og eksport av stykk gods. Når vi f eks snakker om en endring i transportarbeid på norsk område, er dette altså kun i forhold til innenriks transportarbeid knyttet til utenriks stykk godstransporter. Utslagene vil være atskillig lavere dersom de måles i forhold til all transport på norsk område.

I omtalen av resultatene opererer vi med prosentvise endringer for hver av transportformene. Det er viktig å huske på at dette er tall som ikke uten videre kan sammenlignes, da en viss økning i tonn eller tonnkilometer slår atskillig kraftigere ut i prosent for en transportform som i utgangspunktet har en lav markedsandel enn for en som har mye av markedet. Det skal f eks mer enn 10 ganger så mange tonn til for å øke godsmengden i linjefart med én prosent som det en trenger på jernbanen.

I alle scenariene finner vi en økning både i godsomslag i norske havner og antall tonn stykk gods på skip ved grensepassering. I scenario 5 er riktignok effektene for linjefarten svært små, her vinner i hovedsak vegtransporten markedsandeler på bekostning av jernbanetransport. I alle scenariene bortsett fra 2 og 5 øker også linjefartens transportarbeid i norsk farvann. Effektene på miljøutslipp i Norge varierer mellom scenariene avhengig av om linjefarten tar markedsandeler fra jernbanetransport, som har lavere utslipp enn sjøtransport pr transportert enhet, eller vegtransport, hvor utslippene er høyere.

I det følgende ser vi nærmere på resultatene for det enkelte scenario.

Resultater

Scenario 1: Økt frekvens i linjefarten fører til en beskjeden økning av sjøtransport

I det første scenariet har vi studert hvordan en 20 prosents økning i frekvensen for linjefarten mellom norske og utenlandske havner kan tenkes å påvirke transportmiddelfordelingen for stykk gods i norsk import og eksport.

Vi finner at et slikt tiltak vil øke mengden stykk gods som passerer norsk grense på skip i linjefart med ca 1 prosent, mens de andre transportformene går ned. Jernbanen får størst nedgang, både i absolutt og relativ verdi, og mister 9 prosent av sin stykk godstrafikk til og fra utlandet. Ettersom mindre gods benytter tog, lastebil og ferge ved grensepassering, fraktes også mindre norsk gods gjennom Danmark enn i

basisalternativet. Lenger sør på kontinentet øker bruk av tog, i stor grad i kombinasjon med linjefart.

Innenlands transportarbeid knyttet til utenriks stykkgodstransport minker for lastebil, tog og ferge med 1 prosent, mens linjefarten har samme prosentvise økning. Dette innebærer en viss økning i utslippene av SO₂ og NO_x, mens partikkelutslippet reduseres. CO₂-utslippet øker helt marginalt.

Godsomslaget knyttet til utenriks stykkgoods i norske havner beregnes å øke med 1 prosent, noe som i første rekke skjer ved at en del av de mindre havnene behandler mer gods enn før, samtidig som noen av de større havnene opplever en nedgang.

De totale transportkostnadene (generalisert kostnad) blir i liten grad påvirket av den økte frekvensen da de operative kostnadene (dvs fraktprisen), som utgjør bortimot 60 prosent av totalkostnaden, kun reduseres marginalt. Det samme gjelder tids- og forsinkelseskostnadene, mens frekvenskostnadene (dvs ventetidskostnadene) går ned med 5 prosent. Disse utgjør imidlertid bare 3 prosent av totalkostnaden.

Scenario 2: Samling av gods i nasjonalhavnene kan øke utenrikshandelens andel på skip

For å studere hvorvidt en samling av gods i et mindre antall effektive havner med hyppig frekvens (knutepunkthavner) kan tenkes å påvirke bl a transportmiddelfordeling og transportkostnader, har vi sett på et scenario hvor all linjefart samles i de åtte havnene som av Fiskeridepartementet er utpekt som nasjonale havner (Oslo, Grenland, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Bodø og Tromsø).

Scenariet er i høyeste grad urealistisk, da vi legger inn en forutsetning om tredobling av frekvensen på skipsanløpene i de nasjonale havnene, kombinert med bortfall av all linjefart i alle andre havner. I tillegg forutsetter vi en effektivitetsøkning i nasjonalhavnene, uttrykt ved 10 prosent lavere omlastingskostnader og omlastingstid.

I et slikt scenario tar naturlig nok alle de nasjonale havnene over stykkgoods som før gikk over andre norske havner. Noe gods som tidligere gikk på sjø vil gå over til å benytte andre transportformer, men i sum øker utenriks stykkgoodsomslag i havn med 2 prosent. Vi finner altså en viss økning i omfanget av gods på skip i linjefart i dette scenariet. Målt i transportarbeid reduseres imidlertid sjøfarten noe, bl a fordi deler av godset nå benytter havner lenger sør i Norge enn tidligere.

Innenlands transportarbeid på både veg- og jernbane øker betydelig, i første rekke fordi tilbringertransporter til havn blir lengre enn før. Det totale transportarbeid i Norge knyttet til utenrikshandelens stykkgodstransporter øker med 7 prosent.

Vi finner en mindre nedgang i utslippene av SO₂ og NO_x i dette scenariet, mens partikkelutslippet øker med hele 12 prosent. CO₂ og NMVOC beregnes å øke med 3 prosent, i første rekke på grunn av økningen i totalt transportarbeid.

De generaliserte transportkostnadene øker med 3 prosent, selv om frekvenskostnadene nesten halveres. Økningen skyldes en kombinasjon av at transportarbeidet øker og at vi ser en overgang til vegtransport som har de høyeste operative kostnader.

Scenario 3: Sjøverts feeder for distribusjon til og fra nasjonalhavnene øker omfanget av sjøtransport

I en situasjon som beskrevet i scenario 2, hvor en har linjefart mot utlandet bare i et begrenset antall havner, er det interessant å studere hvorvidt et tilbud med sjøverts feedertransport mellom en nasjonalhavn og andre havner i regionen kan bidra til å øke omfanget av sjøtransport. Som en enkel illustrasjon av en slik løsning har vi i et scenario introdusert en feederrute mellom Tromsø havn og de fleste andre havner i Troms og Finnmark.

I forhold til scenario 2 fører dette til at rundt 7 prosent mer utenriks stykk gods blir fraktet på linjeskip mellom Tromsø havn og kontinentet enn i tilfellet uten feeder-tilbudet, samtidig som en del gods benytter sjøverts feeder i stedet for lastebil mellom Tromsø og andre steder i Troms og Finnmark. Dette fører til redusert utslipp av partikler og CO₂, mens utslippet av SO₂ og NO_x øker noe. Transportkostnadene påvirkes lite av et slikt tiltak.

Scenario 4: Kapasitetsproblemer i vegtransporten på kontinentet gir mer gods i linjefarten

Det fremheves iblant at forsinkelser og økende køproblemer for vegtransporten på kontinentet er blant de forhold som kan bidra til å øke omfanget av intermodale transportløsninger. I stedet for å se nærmere på hvilke konkrete flaskehalsar som eksisterer osv, har vi gjort en svært forenklet analyse og forutsatt at fremføringshastigheten reduseres med 10 prosent på alle veglenker i Tyskland, Frankrike og Italia.

Som forventet medfører køproblemene på kontinentet til at deler av utenrikshandelen ikke lenger benytter lastebil som hovedtransportmiddel, noe som i første rekke viser seg ved at antall tonn stykk gods på fergene ved grensepassering går ned med 6 prosent, mens transportarbeidet på ferge synker med 5 prosent. Linjefarten tar over mesteparten av dette godset, men også jernbanen får en viss vekst.

Selv om noe veg- og fergetransport overføres til linjefart og tog finner vi likevel en liten økning i miljøutslipp, hovedsakelig på grunn av at transportarbeidet totalt øker noe. Utslippetsendringene er imidlertid så små at de knapt er målbare. En finner også en ubetydelig økning i generaliserte transportkostnader.

Scenario 5: Nye produksjons- og distribusjonsløsninger kan føre til økt vegtransport

I forbindelse med nye produksjons- og distribusjonsløsninger i næringslivet, med bl a utstrakt grad av just-in-time produksjon, kan en tenke seg at vareeier og/eller transportkjøper vil legge større vekt på tidselementet og presisjonen knyttet til transportene enn i basisalternativet. Dette har vi forsøkt å analysere ved å endre den relative vektleggingen av kostnadskomponentene som inngår i optimeringskriteriene i modellen. I forhold til basisalternativet er vektleggingen av kostnadskomponentene knyttet til tidsbruk, forsinkelser og avgangsfrekvens øket med 20 prosent, mens de operative kostnadene, dvs fraktprisen, er holdt uendret.

I og med at vegtransport både er det raskeste og mest fleksible transportmidlet, samtidig som risikoen for forsinkelser anses å være lavere enn for jernbanetrans-

port, finner vi at mengden stykkgoods på bil ved grensepassering til og fra Norge øker med 2 prosent, mens tilsvarende økning på ferge er 1 prosent. Godset tas i hovedsak fra jernbanetransport, og hele 19 prosent mindre stykkgoods passerer grensen på tog. På kontinentet observerer vi bl a at gods blir flyttet over på vegstrekninger som går parallelt med jernbanestrekninger som tidligere ble brukt. De nasjonale havnene overtar noe gods fra andre havner, bl a på grunn av at de vanligvis har høyere frekvens.

Når det gjelder utslipp beregner vi en ubetydelig økning i de fleste stoffer.

De operative transportkostnadene øker med 1 prosent i dette scenariet som følge av økt vegtransport. Samtidig går de andre elementene i den generaliserte kostnadsfunksjonen (tidskostnader mv) noe ned, slik at det totale kostnadsnivået i liten grad påvirkes.

Scenario 6: Økte kostnader i lastebilnæringen favoriserer i første rekke togtransport

Vi har også studert et eksempel med økt kostnadsnivå og økte transportpriser i lastebilnæringen, f eks gjennom en økning i vegtransportens avgifter. Konkret ser vi på et tilfelle der de avstandsavhengige operative kostnader (dvs de kostnader som bl a påvirkes av drivstoffprisen) for lastebiltransport øker med 5 prosent, mens alle andre elementer i kostnadsfunksjonene holdes uendret.

Ikke uventet fører dette til at en mindre andel av utenrikshandelen blir transportert på veg. Vi finner at 4 prosent mindre stykkgoods passerer grensen på lastebil, mens fergene får en nedgang på 5 prosent. Mesteparten av dette godset vil i stedet benytte tog inn og ut av landet, men også linjefarten får en økning i godsmengde.

Utslippsendringene er også i dette scenariet svært små, men vi finner en liten økning i SO_2 og NO_x , mens partikler og CO_2 synker noe.

Effekten på de samlede generaliserte transportkostnadene er marginal, selv om de direkte transportkostnadene øker med 1 prosent som følge av økte transportpriser for det godset som fremdeles går på veg.

Beregningene er usikre

Beregningene som er gjort er både usikre og ufullstendige, og må ikke tolkes som fullstendige analyser av det enkelte scenario. De er i første rekke ment å antyde retning og i grove trekk størrelsesordenen på endringer i transportmiddelfordelingen i sum.

En av de største kildene til usikkerhet er kostnadsfunksjonene i modellen. Det er i praksis disse som bestemmer transportmiddel- og rutevalg i scenariene. Det ligger her både en usikkerhet i om utelatte faktorer (f eks visse kvalitetsfaktorer ved transporten) fører til skjevheter, f eks at en av transportformene systematisk får beregnet for lave eller for høye kostnader, og i selve tallfestingen av parametrene i funksjonene (tidsverdier, kostnader pr tonnkilometer, kostnader pr tonn omlastet osv). I denne første versjonen av modellen har vi ikke hatt anledning til å innhente egne data for alle parametre, og har derfor i relativt stor grad basert kostnadsfunk-

sjonene på tall fra Sverige. Dette er imidlertid noe vi kommer til å jobbe videre med, slik at usikkerheten på sikt vil bli redusert.

I praksis kan en videre tenke seg at transportmiddelfordelingen endres mindre enn det modellen beregner, bl a på grunn av konkurransen mellom transportbedriftene. Hvis et selskap er i ferd med å miste markedsandeler vil det kutte kostnader og priser for å opprettholde virksomheten, noe som i sin tur vil påvirke den endelige effekten av tiltaket som analyseres. Vår konklusjon er likevel at nettverksmodeller av den typen som er utviklet i foreliggende prosjekt må kunne betraktes som et velegnet verktøy for å sammenligne ulike scenarier og i grove trekk evaluere virkningene.

Summary:

Model for transports in Norwegian foreign trade

Introduction

As a result of Norway's open economy, export and import play an important role in Norwegian trade, industry and social life. Easy access to our main European trade partners is therefore substantial in order to ensure the competitiveness of Norwegian trade and industry. Our foreign competitors have the natural advantage of being located geographically closer to important markets, and, hence, can profit from lower transport costs. Effective logistics and transport solutions could compensate for the disadvantage this represents to Norwegian trade and industry.

Observations of Norwegian import and export of general cargo during the last decades show that road transport is becoming increasingly important at the expense of both rail and sea transport. One of the many factors that can explain this development is the implementation of new logistics and distribution solutions where emphasis is put on quality parameters such as time, flexibility and reliability. In the future, one of the most challenging tasks for both sea and rail operators will be to reverse this trend. In Norway today, there are for instance more than 60 public ports as well as several industrial and fishing ports. This pattern tends to scatter rather than gather the flows of goods. In order to make sea transport more attractive, one solution may be to consolidate the goods in a smaller number of effective ports. This may also lead to increased frequency of service, which is highly demanded by the industry.

With focus on sea transport in particular, the main objective of this project has been to roughly analyse this and other measures in order to elucidate for instance the potential for an increase in the use of intermodal freight supply solutions in Norwegian foreign trade. We have restricted our analysis to the study of transports of general cargo, as this is the area with the highest degree of competition between intermodal and door-to-door road transport.

Methodology

In this project, The Institute of Transport Economics (TOI) has developed the first version of a network model for freight transport to and from Norway.

In a network model, the road links, railway links, sea links, terminals, etc. form a network, and the different modes of transport act as both competitors and partners, as transshipment of goods are permitted in selected terminals. The model, when

assigned, finds solutions that minimise the total costs of the system given a fixed demand for transport between the zones in the network. Consequently, we can analyse, amongst others, the impact of changes in infrastructure and transport supply, changes in transport demand as well as in transport costs and taxes. Each scenario is compared to a basic scenario, and the effects of the changes are measured as the variation between the two.

Investments in for example infrastructure in one part of a network may have an impact on several transport relations, even in distant areas. Whereas partial analysis only deals with the specific area of study, network models take all these effects into account. This represents one of the great advantages of using this type of model. At the same time, it ensures consistency between transport modes, and the effects are only counted once. In partial analysis there is a risk of counting things twice, as would for example be the case if two or several competing projects measured the gain from the same traffic flow. In some cases, it is also argued that the value of doing several projects simultaneously is higher than the sum of each project separately, an effect it is hard to disclose without the use of network models.

The model developed in this project is based on TOI's Norwegian network model for freight transport (NEMO) as well as a network model for international freight transport developed in a project financed by the European Commission; Strategic European Multimodal Modelling (STEMM). We have made the two transport networks compatible and joined them in order to obtain an international model where the geographical specifications of Norway are particularly detailed.

We have used data from Statistics Norway on foreign trade as well as other relevant data in order to construct the freight-flow matrices (OD-matrices). Each matrix quantifies the flow of a particular commodity between municipalities in Norway and foreign countries.

The model also includes a set of cost functions permitting the calculation of the costs of each commodity on alternative transport modes and paths. This information is used to determine the modal split. In this process, the model uses a generalised cost function comprised of operating costs, costs related to transport quality, and, finally, costs generated in waiting. The latter is related to frequency of service. For the time being, only the time costs and costs of delay are included in the second element. Over time, however, other quality parameters should be included, such as risk of loss and damage.

Simplified analysis

Using the network model developed in this project, we have chosen to analyse six different scenarios, each of which indicates possible measures and trends that may have an impact on the modal distribution in Norwegian export and import. It is however important to stress that we are dealing with *calculations of examples* using a *first version* of this network model. The assumptions on which the model rests today have to be reviewed more closely before it can be used in concrete decision-making. Further elaboration of the model is also needed in certain areas.

Roughly speaking, the six scenarios can be described as follows:

1. Higher frequency of service in all liner shipping between Norwegian and foreign ports.
2. Higher frequency of service and effectiveness in the eight national ports (Oslo, Grenland, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Bodø and Tromsø). No liner shipping in the remaining ports.
3. Higher frequency of service and effectiveness in the national ports combined with a sea based feeder supply system in the northernmost part of Norway.
4. Problems of capacity in the road network on the Continent.
5. More importance attached to conveying time and precision in freight transport.
6. Higher transport costs for road transport.

Each scenario is compared to a basic scenario, and the results are expressed in terms of changes in modal distribution, transport costs and emissions to air. The basic scenario roughly describes today's transport network and transport flows.

It is important to notice that our results are only related to the type of transport and freight that we are dealing with in this project, i.e. Norwegian import and export of general cargo. When we observe a change in the amount of tonne-kilometres generated on Norwegian territory, we are exclusively talking about a change in the amount of tonne-kilometres generated by the transport of general cargo in Norwegian foreign trade. The measured effects would be smaller if we considered all transport on Norwegian territory.

All the results are expressed in percentages. Consequently, they must be interpreted with great caution, as the impact of a certain increase in tonne or tonne-kilometres, when measured in percentages, will be larger for a mode whose market share is originally small than for the market leader. As a matter of fact, in order to increase the amount of goods transported by liner shipping by one percent, ten times the amount of tons required to obtain the same effect in rail transport, is needed.

In all scenarios, there is an increase in both the amount of general cargo handled by Norwegian ports and the amount crossing the border by liner shipping. In scenario 5, however, the increase is rather small as the most significant exchange of goods is observed between road transport and rail transport. Similarly, the amount of tonne-kilometres at sea increases in all scenarios, with the exception of scenario 2 and 5. The effect on air pollution and global warming, however, varies according to the scenario in question. In fact, it depends on whether sea transport increases its market share at the expense of rail transport, for which the emissions are lower than for sea transport, or road transport, for which the emissions are higher.

In the next section, the results of each scenario are studied more carefully.

Results

Scenario 1: Higher frequency of service in liner shipping results in a modest increase in the use of sea transport

The object of this scenario is to study the impact on modal distribution of a 20 per cent increase in the frequency of all regular services between Norwegian and foreign ports.

The amount of general cargo that crosses the border by liner shipping increases by one percent, while that of the other means of transport decreases. The greatest loss,

in both absolute and relative values, is observed for rail transport, which loses nine percents of its traffic of general cargo.

On Norwegian territory, the amount of tonne-kilometres generated by the transport of general cargo in foreign trade drops by one percent for rail, road and ferry whilst that of liner shipping increases by the same amount. Consequently, the emissions of both SO₂ and NO_x increase, whereas those of particle matter decrease. The rise in the emissions of CO₂ is without significance.

In Norwegian ports, the total volume of general cargo grows by one percent. Whilst some of the bigger ports handle less freight than in the basic scenario, the situation is different for several smaller ports for which the amount of goods increases.

The impact of this measure on the total transport costs is negligible as the operative costs representing 60 per cent of the total costs, vary little. The same applies to time costs and costs of delay, while the frequency costs (costs connected to waiting time) decrease by 5 per cent. The latter represents no more than 3 per cent of the total costs.

Scenario 2: Consolidation of freight in a selected number of national ports may lead to an increase in the volume of goods transported by ship

The object of this scenario is to examine a situation where only a restricted number of effective ports with high frequency of service are operative. Consequently, liner shipping is limited to the eight national ports, i.e. Oslo, Grenland, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Bodø and Tromsø.

The frequency is tripled in these ports. At the same time, the effectiveness is enhanced as both costs and time of transshipment decrease by 10 per cent. As regular services are no longer provided in the other Norwegian ports, this is a highly unrealistic scenario.

As expected in such a situation, the national ports now manage general cargo formerly handled by other Norwegian ports. In some cases, ship is replaced by other modes for the transport of this freight. Yet, all in all, the amount of general cargo passing through Norwegian ports increases by 2 per cent. In other words, more goods cross the boarder by liner shipping. Nevertheless, the amount of tonne-kilometres generated in liner trade decreases slightly. One explanation is more extensive use of ports located in the southernmost part of Norway.

The amount of tonne-kilometres generated by both road and rail increases substantially, primarily because of longer pre- and end haulage to and from ports. On Norwegian territory, the total number of tonne-kilometres generated by the transportation of general cargo in foreign trade increases by 7 per cent.

As a result of these changes, the emissions of SO₂ and NO_x decrease slightly whereas the emissions of particle matter increase by 12 per cent. The growth in tonne-kilometres explains, at least partially, the 3 per cent increase in the emissions of CO₂ and NMVOC. It equally helps to explain why the generalised transport costs increase by 3 per cent despite a halving of the frequency costs. Another explanation is the extensive use of road transport, which has the highest operative costs of all modes in the model.

Scenario 3: The introduction of a sea based feeder supply system to and from national ports increases the use of sea transport

In a situation as the one described above, where regular liners operate in a selected number of national ports, it is interesting to study the implications for sea transport of an introduction of a regional sea based feeder supply system between national ports and other ports in the region. In this scenario, we introduce such a system between the port of Tromsø and the majority of ports in the counties of Troms and Finnmark.

Compared with scenario 2, the amount of general cargo transported by liner shipping between the port of Tromsø and foreign ports increases by 7 per cent. Similarly, less freight is transported by road between Tromsø and other places in the region. The feeder supply system is used instead. Consequently, the emissions of particle matter and CO₂ are reduced whereas those of SO₂ and NO_x increase. The impact on the transport costs, however, is negligible.

Scenario 4: Problems of capacity in the road network on the Continent increase the volume of freight transported by regular liners

Two of the most important factors that may boost the use of intermodal transport are the risk of delays and the increasing problems of congestion on the roads in continental Europe. In this project, no study of concrete bottlenecks has been made. Instead, we have made a simplified analysis assuming a 10 per cent reduction in conveyance speed on all road links in Germany, France and Italy.

The number of tons of general cargo ferried to and from Norway drops by 6 per cent. This reduction is an indication of the declining importance of lorries as the main means of transport in certain parts of foreign trade. The amount of tonne-kilometres generated by ferry decreases by 5 per cent. The majority of this freight is transferred to liner shipping, but also rail obtains a share.

Even if some goods now go by liner shipping and rail instead of by road and ferry, the emissions to air increases slightly as a result of the increase in the total amount of tonne-kilometres. The variation, however, is very small, and, hence, hardly measurable. The same applies to the rise in total transport costs.

Scenario 5: New production- and distribution solutions may increase the use of road transport

With the introduction of new production- and distribution solutions such as Just-in-time in trade and industry, one might expect owners of goods and/or buyers of transport to attach more importance to time and precision in freight transport than is described in the basic scenario. We have tried to analyse this by changing the relative weights of the components in the model's total cost function. The weights related to the costs of time, of delay and of frequency are increased by 20 per cent whereas that related to the operative costs, i.e. the price of freight, remains unchanged.

Road transport is considered both the fastest and the most flexible means of transport as well as being less risky than rail when it comes to delays. Consequently, there is an increase of 2 and 1 per cent in the amount of general cargo crossing the border by lorry and ferry, respectively. The majority of this

freight was formerly crossing the border by rail, which now transports 19 per cent less tonnes across the border. On the continent, goods formerly transported by rail are transferred to road in areas where the railway line is parallel to the road. The national ports receive some cargo that was formerly handled by other Norwegian ports, i. e. more goods are passing through the national ports as these usually operate with a higher frequency of service.

When it comes to environmental pollution, there is an increase in the emissions of most substances. Yet, these changes are negligible.

The rise in the use of road transport results in higher operative costs, which increase by 1 per cent. However, the generalised transport costs remains approximately the same as the other components in the total cost function decrease slightly.

Scenario 6: Rail transport profits from higher transport costs in road haulage

In our last scenario, we study the implications of an increase in transport costs and transport prices in road haulage, which could for instance be the result of higher taxes. We are looking at an example where the distance-related operative costs, i. e. costs that among others depend on the price of fuel, are increased by 5 percent for road transport while all the other elements in the cost functions remains unchanged.

As expected, less freight go by road as a result of these changes. The amount of general cargo transported across the Norwegian border by lorry decreases by 4 per cent and by ferry 5 per cent. The majority of this cargo now goes by train, but even liner shipping increases its market share slightly.

The effects on air pollution and global warming are, as in other scenarios, small. The emissions of SO₂ and NO_x increase slightly while those of particle matter and CO₂ decrease.

Despite a 1 per cent increase in the operative costs resulting from higher costs for the goods transported by road, the effects on the total costs are insignificant.

The calculations are uncertain

The calculations that are made in each scenario are both uncertain and incomplete. They should therefore not be treated as a complete analysis of the scenario in question. They are merely a rough indication of the direction and the magnitude of the changes in modal distribution that may result from such measures as those illustrated above. As a matter of fact, the conclusions may change if our assumptions do not materialise or do not correspond to reality.

The cost functions represent one of the most important sources of uncertainty in this model. In practice, the cost functions determine which means of transport should be used and which path should be taken. If some elements such as factors of quality are left out of the model, distortions may arise. The total costs of a means of transport could for example systematically become too high or too low. One could also question the value of the parameters included in this model (value of time, cost per tonne-kilometre, cost per tonne transhipped, etc.). In this first version of the model, we have not been able to collect all the data necessary to determine them. Instead,

we have introduced values established for Swedish freight transport. We will however continue to work with these problems, so that the uncertainty can be reduced in the long run.

It is also realistic to believe that the effects on modal distribution might be smaller than what is determined in this model as transport firms may choose to cut costs and prices in order not to lose market shares when faced with competition from other firms. Such action will influence the effects of the measures in question. Despite this, we believe that network models of the type developed in this project should be viewed as suitable tools for comparing different scenarios and roughly evaluating the effects.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og problemstilling

På grunn av den åpne økonomien i Norge spiller grenseoverskridende transporter en svært viktig rolle for norsk nærings- og samfunnsliv. God tilgjengelighet til våre viktigste handelspartnere i Europa er derfor av stor betydning for næringslivets konkurransevne. Ettersom vi fra naturens side er lokalisert relativt langt fra viktige markeder, har våre utenlandske konkurrenter et naturlig fortrinn gjennom lavere transportkostnader, noe norsk næringsliv må forsøke å kompensere for gjennom blant annet effektive logistikk- og transportløsninger.

I Europa satses det på å legge til rette for at innbyggere og næringsliv i størst mulig grad skal dra nytte av et åpent marked uten indre grenser. Gjennom TEN-T (transeuropeisk transportnettverk) legges det opp til en bedre samordning og utbedring av infrastrukturen i Europa. Dette vil bedre konkurransevilkårene for næringsvirksomhet i Europa gjennom bedre transportløsninger, men samtidig vil det også stille ytterligere krav til norske løsninger.

For grenseoverskridende stykkgodstransporter viser utviklingen de siste tiår at vegtransport øker sin markedsandel på bekostning av jernbane- og sjøtransport. Dette skyldes en lang rekke faktorer, bl a at logistikk- og distribusjonsløsningene er endret på en slik måte at kvalitetsparametre som tidsbruk, fleksibilitet og pålitelighet blir viktigere. Å snu denne trenden er en stor utfordring for tilbydere av sjø- og jernbanetransport. I Norge har en f eks i dag mer enn 60 offentlige trafikkhavner, i tillegg til et stort antall fiskerihavner og industrikaier, et havnestruktur som snarere bidrar til å spre enn å samle varestrømmene. En kan derfor tenke seg at en havneløsning med et mindre antall effektive havner hvor godset samles, kan bidra til å gjøre sjøtransport mer attraktivt, bl a ved at det gir grunnlag for å realisere stordriftsfordeler i alle ledd av transportene, terminalbehandling inkludert. Næringslivets ønske om hyppige frekvenser i transporttilbudet kan trolig også best nås gjennom en konsentrasjon av godset i viktige knutepunkter.

Kun et fåtall av de offentlige norske trafikkhavnene har kapasitetsproblemer i dag (Hop, 1995). Vanskelighetene er heller knyttet til at godsstrømmene over den enkelte havn er for små til å rettferdiggjøre store investeringer i tidsriktig utrustning. Dette bidrar til å redusere effektiviteten i vareflyten. På den annen side sikrer dagens havnemønster med spredt lokalisering en viss grad av konkurranse mellom havnene, noe som er sunt så lenge den interne konkurransen ikke går ut over sjøtransportens samlede konkurransevne overfor landtransport.

Ved utforming av knutepunkthavner bør man samle tilstrekkelig grunnlag for partigods, stykk gods og containertrafikk til at det blir mer attraktivt å betjene norske havner, og dermed gi grunnlag for økte frekvenser for linjefarten. Dette kan i sin tur bidra til å overføre trafikk fra dør-til-dør vegtransport over til sjøbaserte transporter, noe som muligens også kan bidra til positive miljøeffekter.

Andre forhold som kan tenkes å medvirke til at en større del av trafikkveksten i fremtiden vil være knyttet til sjø- og jernbanetransport er de stadig økende problemene for vegtransporten i Europa, med kø, kapasitetsproblemer i flaskehals, miljøutslipp osv.

Hovedmålet i prosjektet har vært å bygge opp en nettverksmodell for godstransporter til og fra Norge, som er egnet til å gjøre analyser av den type tiltak og utviklingstrekk som er nevnt over, samt andre forhold som kan tenkes å påvirke omfanget av intermodale transporter i norsk import og eksport, med spesielt fokus på sjøtransport.

Modellen som er bygget opp i prosjektet har tatt utgangspunkt i TØIs Nasjonale nettverksmodell for godstransport (NEMO) og en nettverksmodell for internasjonale gods-transporter som ble utviklet i EU-prosjektet STEMM (STRATEGIC European Multimodal Modelling). Transportnettverkene fra de to modellene er tilpasset hverandre og koplet sammen for å etablere en internasjonal modell hvor den geografiske inndelingen av Norge er spesielt detaljert. Vi har valgt å beholde navnet NEMO også for denne nye modellen som inkluderer import og eksport.

OD-matriser, som angir transportstrømmer mellom andre land og kommuner i Norge for ulike varegrupper, er beregnet ved at data fra SSBs Utenrikshandelsstatistikk er kombinert med diverse andre datakilder og eksisterende kunnskap om varestrømmer i import og eksport.

Det er videre utviklet et sett kostnadsfunksjoner som i modellen benyttes til å beregne kostnadene for de ulike varegruppene ved alternative transportmidler og transportruter, for så på grunnlag av dette å fordele godset på ulike transportløsninger.

Denne første versjonen av nettverksmodellen for godstransporter i norsk utenrikshandel er i prosjektet benyttet til seks eksempelberegninger eller case-studier, som til sammen viser noe av bredden i anvendelsesområdet for en slik modell. I og med at en stor del av utenrikshandelens sjøtransporter er bulktransporter som går over private kaianlegg som fungerer som en integrert del av logistikken i sjøkantlokaliserte bedrifter har vi valgt å holde denne type transporter utenfor analysene. Ved dette unngår vi også å "presse" alt bulkgoods inn i transportkorridorer mot et lite antall knutepunkthavner. Analysene er dermed begrenset til kun å omfatte stykkgodstransporter, som er det markedssegmentet hvor en finner de sterkeste konkurranseflatene mellom intermodale transporter og lastebiltransporter dør-til-dør. Innen sjøtransport snakker en da i hovedsak om *linjebunden trafikk* med containere, løstraller og partilaster til og fra Europa.

1.2 utfordringer ved godstransportmodellering

Analysen av etterspørselen etter godstransport er mer kompleks enn for persontransport på grunn av at godstransporter involverer *flere beslutningstakere* (sender, mottaker, transportør mv), i noen sammenhenger med ulike målsettinger.

Sammenliknet med de etter hvert svært mange modellene som finnes for persontransport, ligger fremdeles godstransportmodeller langt etter. Det har de siste årene skjedd en del på dette feltet, med en opptrapping av satsingen både i de nordiske land og innen EU-prosjekter, men fremdeles er det påfallende få eksempler på vellykkede beslutningsstøttemodeller for godstransportsektoren. I det følgende vil vi nevne noen av de faktorer som kan forklare dette.

Generelt er det i en godstransportanalyse ikke åpenbart hva som er den relevante *analyseenhet*. Det kan f.eks. være sending, tur, tonn, tonnkilometer, kjøretøy, vognkm, trans-

portbedrift, avsenderbedrift eller mottakerbedrift. Egenskaper tilknyttet alle disse enhetene har potensielt betydning for beslutninger vedrørende godstransporten. Mest grunnleggende er antakelig sendingsenheten. Likevel vil en heller ikke i en sendingsanalyse få med seg alle relevante sider ved godstransportmarkedet. Problemer med å definere mikroenheten er kanskje det sterkeste argumentet for å gjøre analysen på et såpass aggregert nivå at tallene blir nærmest uavhengige av hvilke mikroenheter som ligger til grunn for statistikken. Prisen for dette er at en god del av den beslutningsrelevante informasjon på mikronivå, som f.eks. hvilken fraktrate som gjaldt for den enkelte sending, går tapt i et mer aggregert statistisk materiale.

Innen godstransport er også antall varegrupper som transporteres svært stort (f.eks. bulk, enhetslaster, gods med begrenset holdbarhet mv) med ulike krav til transportkvalitet. Samtidig er mesteparten av informasjonen om transportkostnader og mengde transportert på bedriftsnivå ofte konfidensiell ut fra konkurransehensyn.

En betydelig svakhet ved flere modelltyper (også den vi benytter) er at en tar det samlede godstransportvolum på de enkelte relasjoner som gitt. I lys av hvordan næringslivets tilpasning på dette området foregår, er en slik forutsetning ikke helt realistisk. Transportkjøperne har, dersom de opptrer økonomisk rasjonelt, ikke primært som mål å minimere transportkostnadene, men å maksimere overskuddet. Det innebærer at transport som innsatsfaktor vil bli veiet mot andre mulige input i produksjonen. Det kan være rasjonelt for bedriften å pådra seg større kostnader til transport, hvis den på denne måten kan redusere kostnaden på andre felter, f.eks. til lagerhold. Mer generelt vil bedriften i noen tilfeller ha valget mellom å kjøpe halvfabrikata utenfra eller stå for en større del av produksjonsprosessen selv. Dersom valget faller på innkjøp utenfra, kan bedriften kanskje velge mellom en nærliggende, men forholdsvis dyr leverandør og en fjernere, men billigere leverandør. Alle slike avveininger vil ha betydning for hvor mye transport som i det hele tatt genereres i næringslivet, og i enda større grad for transportvolumet på de enkelte relasjoner.

Oppbygging av en pålitelig beregningsmodell for godstransport er således en meget krevende oppgave. Sammenliknet med persontransport har en sett få eksempler på vellykkede og anvendelige framstøt. Dette har imidlertid endret seg noe de siste årene, da godstransport og godstransportmodeller som sagt har kommet mer på dagsordenen, både nasjonalt, internasjonalt og i ulike EU-prosjekter.

Vi har i vår modell ikke overvunnet alle problemene nevnt over, og det er fremdeles mye som kan gjøres for å forbedre modellen. Dette er ting vi kommer tilbake til i senere kapitler.

1.3 Innhold i rapporten

I foreliggende kapittel presenteres prosjektets bakgrunn og problemstilling, samt at det gis en kort innføring i noe av problematikken rundt godstransportmodellering.

I kapittel 2 gis en kort oversikt over trender og utviklingstrekk i godstransport. I tillegg viser vi utviklingen i mengde, verdi og markedsandeler for transportmidlene i norsk utenrikshandel i perioden 1985 til 1997.

Kapittel 3 gir en oversikt over Norges utenrikstransporter og sjøfartens rolle i utenrikshandelen. Tall for eksport og import i 1997 er fordelt på transportformer, regioner innenlands og utenlands, samt grovt på varegrupper. Det gis videre en oversikt over gods-

omslag i norske trafikkhavner i 1996, samt hovedtrekk i det tilbudet som finnes innen linjefart og fergeruter mellom Norge og utlandet.

Kapittel 4 gir en kort innføring i begrepet intermodale transporter, og diskuterer utviklingstrekk og konkurranseflater mot andre transportløsninger.

I kapittel 5 beskrives nettverksmodellen som er bygget opp i prosjektet, samtidig som en ser nærmere på de ulike elementene som inngår i modellen.

I kapittel 6 beskrives de scenariene som vi, i samråd med referansegruppen for prosjektet, har valgt å analysere. For hvert scenario vises beregningsresultater, bl a i form av transportmiddelfordeling, næringslivets transportkostnader og miljøutslipp.

I kapittel 7 diskuteres usikkerheten i modell og resultater.

2 Trender og utviklingstrekk i norsk utenrikshandel

I dette kapitlet vil vi starte med å gi en oversikt over noen av de viktigste trender og utviklingstrekk vi ser i godstransportsektoren i øyeblikket. Deretter går vi nærmere inn på hvordan utviklingen har vært i mengde, verdi og transportmiddelfordeling i norsk utenrikshandel i perioden 1985 til 1997.

2.1 Trender og utviklingstrekk i godstransport

I arbeidet med å utvikle en nettverksmodell for godstransporter til og fra Norge, er det naturlig å starte med en kort oppsummering av ulike trender og faktorer som påvirker utenrikstransportene¹. I det følgende omtaler vi enkelte av de faktorer som antas ha en effekt på bl a valg av transportløsning, uavhengig av om den modellen vi bygger opp eller det tilgjengelige datagrunnlag er egnet til å studere akkurat disse faktorene.

Produksjons- og distribusjonsløsninger i næringslivet endres i retning av økt ordrestyrt produksjon og distribusjon. Det er empirisk støtte for at dette leder til hyppigere sendinger, reduserer sendingsstørrelsen og fører til et økt fokus på tidsbruk. Denne utviklingen er først og fremst markedsstyrt, der økt internasjonal konkurranse stiller større krav til bedriftenes konkurransevne. Slike markedsforhold møtes i økende grad med at bedriftene anvender et systemperspektiv på produksjons- og distribusjonsprosessene, der løsninger som isolert sett er dyre kan forsvares dersom de fører til besparelser andre steder i logistikkjeden.

De nye produksjons- og distribusjonsløsningene stiller store *kvalitetskrav* til all transport, men særlig for intermodale transporter er dette en stor utfordring. For næringslivet er det viktig at kvaliteten sikres dør til dør, noe som i mange tilfeller er vanskeligere med intermodale transporter enn i direktetransporter med lastebil. Utvikling og bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) i transport vil være en svært viktig faktor mht. hvilke kvalitetsstandarder de ulike transportformene kan tilby, og dermed også hva konsekvensen av nye produksjons- og distribusjonsløsninger vil bli.

Økt internasjonalisering gir økt handel og dermed økt transport. Dette reiser igjen en rekke spørsmål, som i hvilken grad det vil påvirke transportavstand, varesammensetning i utenrikshandelen, godsgrunnlaget for effektive terminaler/trafikkhavner, graden av containerisering etc. For containertransportene er det viktig å ha kunnskap om hvor stor del av den sterke veksten man har sett det siste tiåret som har vært overføring fra andre lastbærere og hva som er økte godsmengder, før man eventuelt kan lage en prognose for fremtidig utvikling.

¹ Dette temaet er nærmere beskrevet i TØI notat 1144/1999.

Det har vært en omfattende *konsolidering* i det europeiske transportmarkedet de siste årene. Også samarbeidsrelasjoner mellom tilbyder og kjøper av transporttjenester er blitt mer vanlig, etter hvert som næringslivet har fokusert på definerte kjerneområder og redusert sin egentransport. Tredjeparts logistikkleverandører tilbyr nå skreddersydde løsninger til kundene. Det er usikkert hvilke implikasjoner dette vil gi, men det er likevel mulig å antyde mulige utfall. Konkurransforhold i transportmarkedet kan endres, men i hvilken grad dette vil lede til endringer i sluttprisen for transportkjøper avhenger blant annet av potensialet for effektivisering/reduerte kostnader, etableringshindre, samt etterspørselsforhold. Også mer kundetilpassede løsninger vil kunne endre valg av transportform, for eksempel gjennom å gjøre intermodale transporter mindre krevende for transportkjøper.

Jernbanen har tapt markedsandeler i godstransport over en lang tidsperiode. Årsakene til dette er komplekse, men måten selskapene har vært organisert på, uklare operasjonelle og finansielle mål, samt liten grad av kundetilpasning er noen av forklaringene. Det foregår nå en rekke endringer i det europeiske jernbanemarkedet. Jernbaneselskap privatiseres, og det åpnes for konkurranse på jernbanesporet flere steder. Økt grad av teknisk og operasjonell harmonisering mellom land vil også kunne lede til at jernbanen tar markedsandeler på grenseoverskridende transporter, et marked i sterk vekst. Såkalte Rail-freeways for godstransport på bane er et eksempel på tiltak som skal sikre hurtigere fremføring og dermed styrke kombinerte løsninger hvor jernbanen inngår.

Det legges også opp til en utbygging av sentrale veg- og banekorridorer til og fra utlandet. Det ligger prioriterte forslag for de ulike prosjektene inne i etatenes forslag til nasjonal transportplan (NTP). Store infrastrukturprosjekter i Sverige og Danmark vil også styrke veg- og jernbanetransport til og fra Europa.

Den sterke veksten i transportarbeid i europeisk godstransport har allerede ført til betydelige problemer med flaskehals og kø, spesielt for vegtransport. Dette fører til økt tidsbruk og redusert presisjon. Det er på det rene at denne utviklingen vil fortsette og at kapasitetsproblemer i godstransport på veg vil øke, noe som igjen kan føre til restriksjoner for godstransport og dermed isolert sett være positivt for utviklingen i intermodale transporter. Det foregår også et forsøksprosjekt i Nederland der man ser på effekten av å tillate 25,25 meter total lengde/60 tonn totalvekt, som også kan hjelpe noe til å løse problemene med flaskehals i vegnettet. Bruk av vegprising er et virkemiddel som EU ønsker å ta i bruk for å møte dette problemet. Et slikt verktøy vil både kunne vri den relative kostnad mellom transportformene og påvirke det samlede transportomfang.

Dersom dagens vekst i containertrafikk fortsetter vil det bli kapasitetsproblemer i enkelte norske havner, spesielt i Oslo. Utviklingen i havnekapasitet for containertrafikk vil derfor være et viktig premiss for den fremtidige utvikling i utenriks sjøfart til og fra Norge.

2.2 Utvikling i mengde og verdi i norsk utenrikshandel 1985-1997

For å belyse utviklingen i utenrikshandelens struktur med hensyn til varegrupper og transportmiddelfordeling, har vi analysert Statistisk Sentralbyrås utenrikshandelstatistikk for 1995 og 1997. For å få en lengre periode å sammenligne med har vi fra en offentlig utredning om transport og konkurranseevne (NOU1988:27A) også hentet tall for 1985. Denne utredningen gir tall for import og eksport til og fra fastlandet, mens transport til og fra kontinentalsokkelen er ekskludert. Også olje og oljeprodukter er holdt

utenfor. For sammenligningens skyld har vi valgt å presentere tallene for 1995 og 1997 på samme måte som ble gjort for 1985. Tabell 2.1 viser utviklingen i mengde og verdi for import og eksport for varegruppene stykkgoods, bulk og ”alle varer” (dekker i tillegg til stykkgoods og bulk også tømmer og trelast).

Tabell 2.1. Import og eksport i 1985, 1995 og 1997. Stykkgoods, bulk, og alle varer*. Mengde, verdi og enhetsverdi (kr/kg). Alle verdier i 1997-kroner. Transport til og fra kontinentalsokkelen er ikke inkludert.

		Stykkgoods			Bulk			Alle varer*		
		1985	1995	1997	1985	1995	1997	1985	1995	1997
Import	Mengde i mill. tonn	4,9	5,1	6,0	10,3	15,1	16,5	16,9	24,0	25,7
	Verdi i mrd kr.	151,5	151,2	171,6	29,6	49,1	52,6	183,8	204,5	228,2
	Kr/kg	30,9	29,7	28,4	2,9	3,3	3,2	10,9	8,5	8,9
Eksport	Mengde i mill. tonn	6,1	5,8	6,2	12,6	26,8	31,5	19,3	33,4	38,5
	Verdi i mrd kr.	84,5	77,17	87,6	20,7	58,6	63,5	106,0	137,4	152,8
	Kr/kg	13,9	13,3	14,2	1,64	2,2	2,0	5,5	4,1	4,0

*Alle varer betegner summen av stykkgoods, bulk og tømmer/trelast. Olje/oljeprodukter er ekskludert.

I 1997 ble det importert 25,7 millioner tonn varer til fastlandet og eksportert 38,5 millioner tonn (ekskl olje/oljeprodukter). Sammenlignet med 1985 er dette en økning på 52 prosent for import og 99 prosent for eksport.

Samlet import hadde en verdi på 228,2 milliarder kroner i 1997, mens eksporten hadde en verdi på 152,8 milliarder kroner. Hvis olje og oljeprodukter fra kontinentalsokkelen var inkludert ville imidlertid verdien av eksporten langt oversteget verdien av importen.

For å kunne sammenligne utviklingen i verdi har vi valgt å benytte faste priser (1997), basert på SSB's konsumprisindeks (andre indekser kunne her alternativt vært valgt), som innebærer en oppjustering av verdiene for 1985 med 58,1 prosent og verdiene for 1995 med 3,9 prosent. De inflasjonsjusterte verdiene som er gjengitt i tabell 2.1 viser at realverdien av importen har økt med 24 prosent fra 1985 til 1997, altså mindre enn økningen i mengde på 52 prosent. For eksporten var det en økning i verdi på 44 prosent i perioden, også vesentlig mindre enn økningen i mengde på 99 prosent.

Dette betyr at enhetsverdien (kroner/kg) har avtatt i perioden for både import og eksport, målt i faste priser. Utviklingen har imidlertid vært forskjellig for varegruppene. Samlet har importerte varer hatt en reduksjon i enhetsverdi fra 10,9 kroner/kg i 1985 til 8,9 kroner/kg i 1997, en reduksjon på 18 prosent. For stykkgoods var reduksjonen imidlertid på 8 prosent, mens bulk har hatt en økning på 10 prosent. Forklaringen her kan delvis ligge i en reduksjon i enhetsverdi for ”andre varer”, dvs tømmer og trelast, men mye av forklaringen ligger nok i at stykkgoods, som har høy enhetsverdi, har avtatt i betydning over perioden (tabell 2.2).

For eksport har enhetsverdien falt fra 5,5 kroner/kg i 1985 til 4,0 kroner/kg i 1997. Dette tilsvarer en reduksjon på 27 prosent. Enhetsverdien for stykkgoods steg imidlertid med 2 prosent, mens bulk steg med 22 prosent. Også her kan endringen i handelsporteføljen forklare mye av utviklingen.

Fordelingen av varegruppens andel av import og eksport har som nevnt endret seg i perioden 1985 til 1997. Tabell 2.2 viser utvikling i mengde og verdi for henholdsvis import og eksport. Vi ser at stykkgoods har mistet noe av sin betydning både for import

og eksport. Dette gjelder både mengde og verdi. Reduksjonen har imidlertid vært spesielt sterk for eksport av stykk gods, målt etter mengde, der stykk gods har halvert sin andel fra 1985 til 1997. Bulk har hatt en relativt stabil andel av importen, målt etter mengde. Eksporten av bulkvarer har økt ganske kraftig, både i mengde og verdi.

Tabell 2.2. Varegruppenes andel av import og eksport, etter mengde og verdi.

		Mengde			Verdi		
		Stykk gods	Bulk	Andre varer*	Stykk gods	Bulk	Andre varer*
Import	1985	29%	61%	10%	82%	16%	1%
	1995	21%	63%	16%	74%	24%	2%
	1997	23%	64%	12%	75%	23%	2%
Eksport	1985	32%	65%	3%	80%	20%	1%
	1995	17%	80%	2%	56%	43%	1%
	1997	16%	82%	2%	57%	42%	1%

* Tømmer og trelast.

2.3 Utvikling i transportmidlenes markedsandeler i norsk utenrikshandel 1985-1997

Ved å se på utviklingen i markedsandel for hvert transportmiddel, og for de ulike vareslagene kan man se om det har vært en overføring av last mellom transportmidlene i perioden. Det vi ser på er transportmiddel brukt ved grensepassering, og tabell 2.3 viser utviklingen i markedsandeler i import etter henholdsvis mengde og verdi, mens tabell 2.4 viser det samme for eksport.

Tabell 2.3. Import i 1985, 1995 og 1997. Stykk gods, bulk og alle varer*. Transportmidlenes markedsandeler ved grensepassering etter mengde og verdi

Verdi	Stykk gods			Bulk			Alle varer*		
	1985	1995	1997	1985	1995	1997	1985	1995	1997
Skip	26 %	25 %	25 %	57 %	52 %	54 %	32 %	31 %	32 %
Veg (inkl. ferge)	53 %	60 %	61 %	37 %	42 %	40 %	50 %	56 %	56 %
Veg		38 %	40 %		26 %	26 %		36 %	37 %
Ferge		22 %	21 %		16 %	15 %		20 %	19 %
Jernbane	11 %	3 %	2 %	4 %	4 %	3 %	10 %	3 %	3 %
Fly	8 %	9 %	9 %	1 %	2 %	2 %	7 %	8 %	8 %
Mengde									
Skip	50 %	48 %	48 %	87 %	88 %	89 %	72 %	75 %	75 %
Veg (inkl. ferge)	35 %	47 %	47 %	10 %	9 %	9 %	20 %	21 %	21 %
Veg		32 %	33 %		7 %	7 %		16 %	17 %
Ferge		15 %	14 %		2 %	2 %		5 %	5 %
Jernbane	14 %	5 %	4 %	2 %	2 %	2 %	7 %	4 %	3 %
Fly	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

*Alle varer betegner summen av stykk gods, bulk og tømmer/trelast. Olje/oljeprodukter er ekskludert.

For import ser vi at transportmidlenes markedsandeler målt etter mengde har vært relativt stabile i perioden. Sjø har økt noe fra 72 prosent i 1985 til 75 prosent i 1997, veg inkl. ferge har økt fra 20 prosent til 21 prosent, mens jernbane har fått redusert sin andel mer dramatisk fra 7 prosent i 1985 til 3 prosent i 1997.

For de ulike vareslagene har det imidlertid vært betydelige forskjeller. Veg (inkl. ferge) har økt sin andel av import av stykk gods fra 35 prosent i 1985 til 47 prosent i 1997. Jernbanens andel er i samme periode redusert fra 14 prosent til 4 prosent, mens andelen på sjø er redusert fra 50 til 48 prosent. Det er altså spesielt jernbane som har tapt markedsandeler til veg (inkl. ferge) for import av stykk gods. Ved å måle etter verdi ser man samme tendens. For bulkvarer har det bare vært mindre endringer.

Også for eksport har det vært en tilsvarende tendens. For alle varer sett under ett har det vært små endringer. Veg (inkl. ferge) har tatt noe markedsandeler fra jernbane, både etter mengde og verdi. For stykk gods har veg (inkl. ferge) økt sin markedsandel fra 20 prosent til 33 prosent, vesentlig på bekostning av skip som har fått redusert sin andel fra 76 til 64 prosent, målt etter mengde. Jernbane har også opplevd en dramatisk utvikling, der markedsandelen er halvert fra 4 til 2 prosent.

Målt etter verdi har det vært en tilsvarende utvikling. For bulkvarer var det små endringer i markedsandeler målt etter mengde, men målt i verdi har sjø økt sin andel fra 61 prosent i 1985 til 72 prosent i 1985. Denne økningen har skjedd både på bekostning av jernbanen, som har fått redusert sin andel fra 4 til 2 prosent, og veg (inkl. ferge), som har redusert sin andel fra 29 prosent til 23 prosent.

Tabell 2.4. Eksport i 1985, 1995 og 1997. Stykk gods, bulk og alle varer*. Transport midlenes markedsandeler ved grensepassering etter mengde og verdi

Verdi	Stykk gods			Bulk			Alle varer*		
	1985	1995	1997	1985	1995	1997	1985	1995	1997
Skip	55 %	34 %	35 %	61 %	72 %	72 %	57 %	50 %	50 %
Veg (inkl. ferge)	34 %	55 %	52 %	29 %	24 %	23 %	34 %	42 %	40 %
Veg		31 %	31 %		14 %	14 %		24 %	24 %
Ferge		23 %	21 %		10 %	9 %		18 %	16 %
Jernbane	4 %	1 %	1 %	4 %	2 %	2 %	5 %	1 %	1 %
Fly	6 %	9 %	11 %	5 %	2 %	3 %	6 %	6 %	8 %
Mengde									
Skip	76 %	68 %	65 %	92 %	92 %	93 %	85 %	86 %	87 %
Veg (inkl. ferge)	20 %	31 %	33 %	6 %	6 %	5 %	12 %	12 %	11 %
Veg		19 %	21 %		4 %	4 %		8 %	7 %
Ferge		11 %	11 %		2 %	2 %		4 %	4 %
Jernbane	4 %	1 %	2 %	2 %	2 %	1 %	3 %	2 %	2 %
Fly		0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

*Alle varer betegner summen av stykk gods, bulk og tømmer/trelast. Olje/oljeprodukter er ekskludert.

3 Sjøfartens rolle i norsk utenrikshandel

Havnestatistikk viser at i 1996 var hele 64 prosent av totalt godsomslag i 47 trafikkhavner gods som ble importert fra eller eksportert til utlandet (Madslie og Ryntveit, 1998). Utenrikstransporten er altså svært viktig i forbindelse med sjøfart, og vi vil i dette kapitlet gi en nærmere oversikt over denne, med spesielt fokus på sjøtransport. I tillegg til generell informasjon om det statistiske grunnlaget vises hovedtall for godstransport til og fra utlandet fordelt på eksport og import, transportmidler, varegrupper og geografisk fordeling. Videre gir vi en oversikt over bruk av containere i utenrikshandelen, samt tall for godsomslag i norske trafikkhavner.

3.1 Om SSBs utenrikshandelsstatistikk

Statistikk over utenrikshandelen utarbeides av Statistisk sentralbyrå og bygger på tolldeklarasjoner som tollvesenet innhenter. Innførsels- og utførselsdeklarasjonene fylles ut av henholdsvis importører og eksportører og blir kontrollert av tollvesenet. Varer som er oppgitt med vekt, er registrert med nettovekt, dvs vekt uten emballasje.

Opprinnelsesland (produksjonsland) er for råvarer det land hvor varen er frambrakt, og for bearbeidde (herunder raffinerte) varer det land hvor varen har fått den form den har ved innførselen. Opprinnelsesland er dermed det land hvorfra transporten av varen til Norge starter. *Bestemmelsesland* er det land som på utførselstidspunktet er det sist kjente land varen er bestemt for, sendt direkte eller via annet land uten mellomliggende handelstransaksjoner der. Omlasting underveis endrer ikke forholdet. Bestemmelsesland kan dermed regnes som det land en eksportert vare skal transporteres til. Transportmiddel som registreres er *transportmiddel ved grensepassering*.

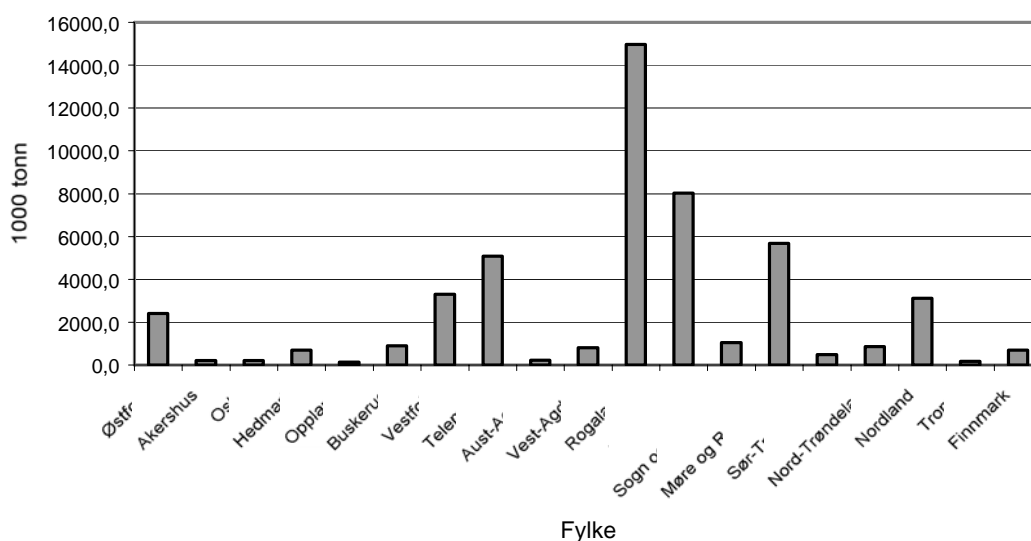
Fram til 1997 har ikke innenlands *opprinnelsessted* eller *destinasjonssted* i Norge vært registrert i statistikken, kun hvilket tollsted som er benyttet. Tollbehandling skjer vanligvis ved tollsted i import- eller eksportfylket, men noe gods fortolles i stedet ved grensepassering. Det vil derfor være et visst avvik mellom tollstedsfylke og faktisk opprinnelsesfylke eller destinasjonsfylke. Fra 1997 registreres både tollsted og *produksjonsfylke* for varer som eksporteres, slik at en får atskillig bedre informasjon om hvor i Norge transporten av eksportvarer opprinnelig startet. Det viser seg at i gjennomsnitt fortolles 94 prosent av godset i samme fylke som det blir produsert.

I tallene som presenteres i dette kapitlet medregnes kun gods som eksporteres fra eller importeres til de 19 fylkene på fastlandet. Oljeeksport fra kontinentalsokkelen og transporter til og fra Svalbard er dermed holdt utenfor.

3.2 Eksport

Figur 3.1 viser eksportert godsmengde (nettovekt) etter produksjonsfylke i 1997, mens figur 3.2 viser eksportens fordeling på transportmidler.

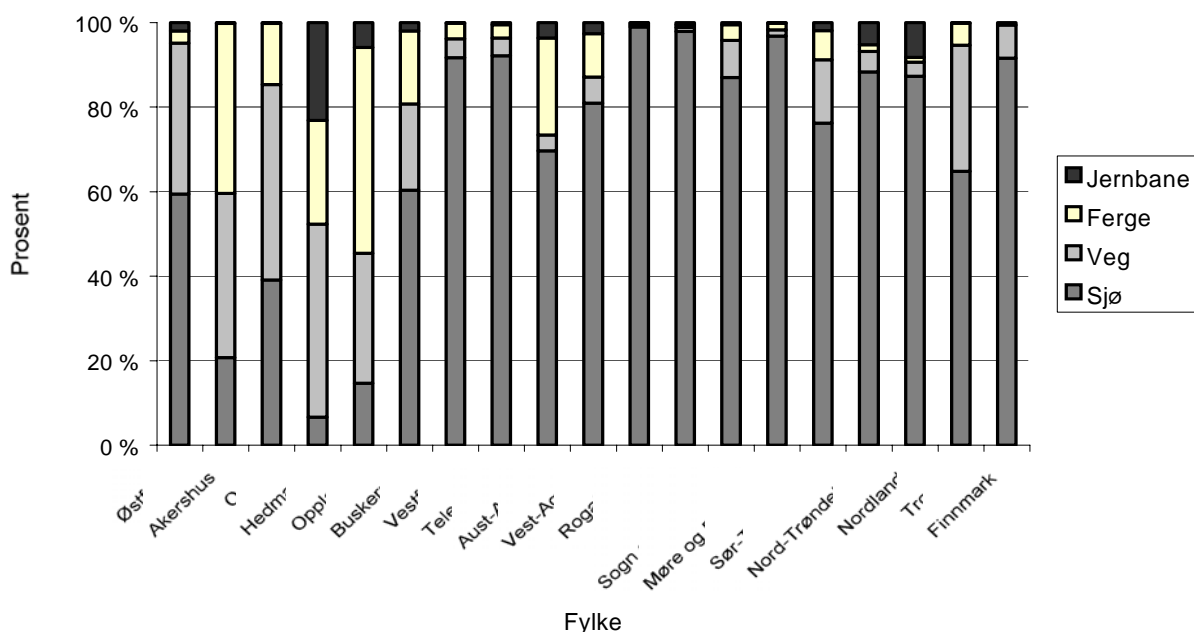
Vel 60 prosent av godsmengden som ble eksportert i 1997 ble produsert på Vestlandet. Rogaland står for 31 prosent av eksporten fra fastlandet, Hordaland 16 prosent og Møre og Romsdal 12 prosent. Det aller meste som eksporteres fra disse fylkene er bulkprodukter. Olje utgjør 33 prosent og gass 11 prosent, mens rå gjødningsstoffer og mineraler utgjør 36 prosent.



Figur 3.1. Eksport fra fylker (produksjonsfylke) i 1997. 1000 tonn

Det aller meste av norsk eksport går med skip, hele 90 prosent, mens 6 prosent går på veg, 3 prosent med bil på ferge og 1 prosent på jernbane. Det er imidlertid store forskjeller mellom fylkene. Gods produsert i Østlandsfylkene benytter i varierende grad sjøtransport (skip eller ferge), fra 31 prosent i Hedmark til 95 prosent i Vestfold og Telemark. Andelen gods på sjø er størst på Vestlandet med mellom 90 og 100 prosent i alle fylker. Transport på ferge er særlig viktig for noen Østlandsfylker og Agderfylkene. Gods med opprinnelse i Akershus, Hedmark og Oppland fraktes i stor grad med bil, her utgjør ferge- og vegtransport tilsammen mellom 70 og 80 prosent.

Kun én prosent av eksportert gods passerer grensen med jernbane. Denne transportformen er viktigst i Hedmark, hvor den utgjør 23 prosent. Nordland, Oppland og Nord-Trøndelag kommer deretter, med jernbaneandeler på henholdsvis 8, 6 og 5 prosent.



Figur 3.2. Eksport fra fylker (produksjonsfylke) i 1997. Andeler på transportmidler. Prosent

Tabell 3.1 viser destinasjon for gods produsert i de ulike landsdelene (se vedlegg 1 for nærmere definisjon av utenrikssonene). Av tonn gods som eksporteres fra fastlandet går 89 prosent til europeiske land, og 24 prosent til nordiske. Tyskland, Storbritannia, Danmark, Nederland og Sverige er i synkende rekkefølge våre fem største handelspartnere (i tonn gods).

Tabell 3.1. Eksport fra landsdeler (etter produksjonssted) til soner i utlandet i 1997. 1000 tonn

Landsdeler	Utenrikssoner								Alle land	Prosent
	Sverige/ Finland	Danmark	Nord- Europa	Britiske øyer	Øst- Europa	Sør- Europa	Ukjent Europa	Verden ellers		
OsIAkerØstf	848,8	228,9	537,1	399,6	116,9	242,1	1,4	439,4	2810,1	5,7 %
BusVestfTel	1100,9	706,8	2203,8	1237,2	247,9	1712,7	0,8	2080,0	9286,8	19,0 %
HedOpp	464,9	76,3	145,4	50,7	2,8	29,7	0,4	41,3	810,5	1,7 %
AgdRog	1196,7	2352,9	7621,8	1961,1	874,5	1060,1	173,4	762,6	15999,9	32,7 %
HordSoFj	350,8	1541,1	2806,4	1857,0	592,6	975,8	78,7	877,3	9067,2	18,5 %
TrøndMørRo	1117,5	147,5	2907,4	1035,7	314,0	834,5	2,3	675,5	7027,3	14,3 %
NorTroFin	791,8	182,4	1446,2	486,5	176,0	355,0	0,1	548,5	3982,1	8,1 %
Hele landet	5870,4	5235,5	17666,8	7026,2	2324,1	5207,7	257,2	5396,1	48983,9	100,0%
Prosent	12,0 %	10,7 %	36,1 %	14,3 %	4,8 %	10,6 %	0,5 %	11,0 %	100,0%	

Tabell 3.2 viser hvilken andel av eksportgodset som transporteres på sjø (skip eller ferge). Sjøtransporten utgjør mellom 90 og 100 prosent til alle utenrikssoner unntatt Sverige og Finland, hvor andelen er 62 prosent. Det må presiseres at transportmiddel som er registrert i utenrikshandelsstatistikken er transportmiddel ved grensepassering. Skip kan derfor være registrert som transportmiddel selv om et annet transportmiddel er det dominerende på strekningen.

Tabell 3.2. Eksport fra landsdeler (etter produksjonssted) til soner i utlandet i 1997. Andel på sjø (skip og ferge) ved grensepassering.

Landsdeler	Utenrikssoner								
	Sverige og Finland	Danmark	Nord- Europa	Britiske øyer	Øst- Europa	Sør- Europa	Ukjent Europa	Resten av verden	Alle land
OslAkeØstf	18 %	70 %	79 %	90 %	34 %	75 %	76 %	93 %	62 %
BusVestfTel	64 %	94 %	97 %	99 %	93 %	96 %	90 %	99 %	94 %
HedOpp	7 %	72 %	75 %	77 %	31 %	66 %	100 %	91 %	36 %
AgdRog	90 %	100 %	100 %	100 %	99 %	99 %	100 %	99 %	99 %
HordSoFj	64 %	99 %	99 %	100 %	96 %	97 %	100 %	98 %	98 %
TrøndMørRo	88 %	93 %	99 %	100 %	96 %	92 %	99 %	98 %	96 %
NorTroFin	57 %	79 %	99 %	98 %	79 %	93 %	100 %	99 %	88 %
Hele landet	62 %	96 %	98 %	99 %	92 %	95 %	100 %	99 %	93 %

Tabell 3.3 viser bruk av transportmidler for de ulike varegruppene i eksport (definisjon av varegruppene er vist i vedlegg 2). Vi ser at bulkprodukter stort sett fraktes på sjø (skip og ferge), da olje og oljeprodukter i sin helhet fraktes med skip, mens skip og ferge tilsammen utgjør 95 prosent for tørrbulk. Mesteparten av stykkgoodsproduktene fraktes også på sjø, mens andelen sjøtransport for tømmer og trelast er mer beskjeden.

Tabell 3.3. Fordeling på transportmidler etter varegruppe for eksportert gods i 1997. Prosentvis fordeling etter mengde.

	Skip	Veg	Ferge	Jernbane	Annet	Sum
Stykkgoods	65 %	21 %	11 %	2 %	1 %	100 %
Tømmer, trelast	12 %	38 %	29 %	21 %	0 %	100 %
Tørr bulk	93 %	4 %	2 %	1 %	0 %	100 %
Oljeprodukter	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Annet	71 %	21 %	7 %	0 %	1 %	100 %
Alle varegrupper	90 %	6 %	3 %	1 %	0 %	100 %

I tabell 3.4 er det gjort gjennomsnittsberegninger av godsets verdi (kr pr kg) for ulike transportmidler og varegrupper. Et gjennomgående trekk for de fleste varegrupper er at gods som fraktes med bil har vesentlig høyere verdi enn gods som fraktes med skip eller tog. En legger også merke til at gods som fraktes ut av landet med bil på ferge har høyere verdi enn det som passerer grensen på landevegen. Olje og gass som eksporteres direkte fra kontinentalsokkelen er ikke tatt med i beregningene.

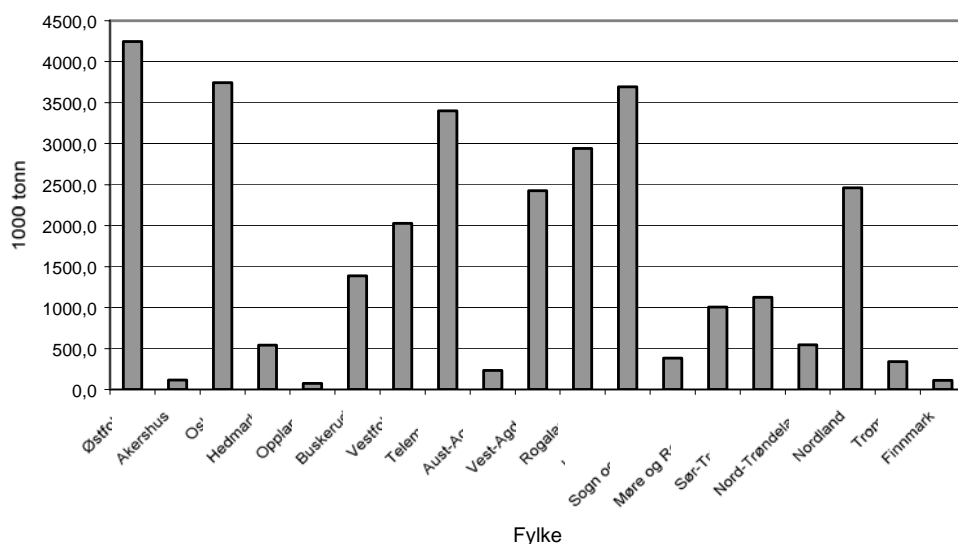
Tabell 3.4. Forholdet mellom verdi og mengde for eksportert gods i 1997. Kroner pr kg.

	Skip	Veg	Ferge	Jernbane	Alle transportmidler
Stykkgoods	7,60	20,72	26,52	7,65	12,59
Tømmer, trelast	3,24	0,73	2,88	0,95	1,71
Tørr bulk	0,03	7,81	11,03	3,10	0,53
Oljeprodukter	1,22	3,74	6,30	-	1,23
Alle varegrupper	1,02	13,05	17,20	3,28	2,18

3.3 Import

For importert gods må vi ta utgangspunkt i tollstedsfylke (jfr kapittel 3.1), som i de fleste tilfeller (men ikke alle) er samsvarende med destinasjonsfylke. Importert gods til fylker (dvs tollstedsfylke) og fordeling på transportmidler er vist i figurene 3.3 og 3.4.

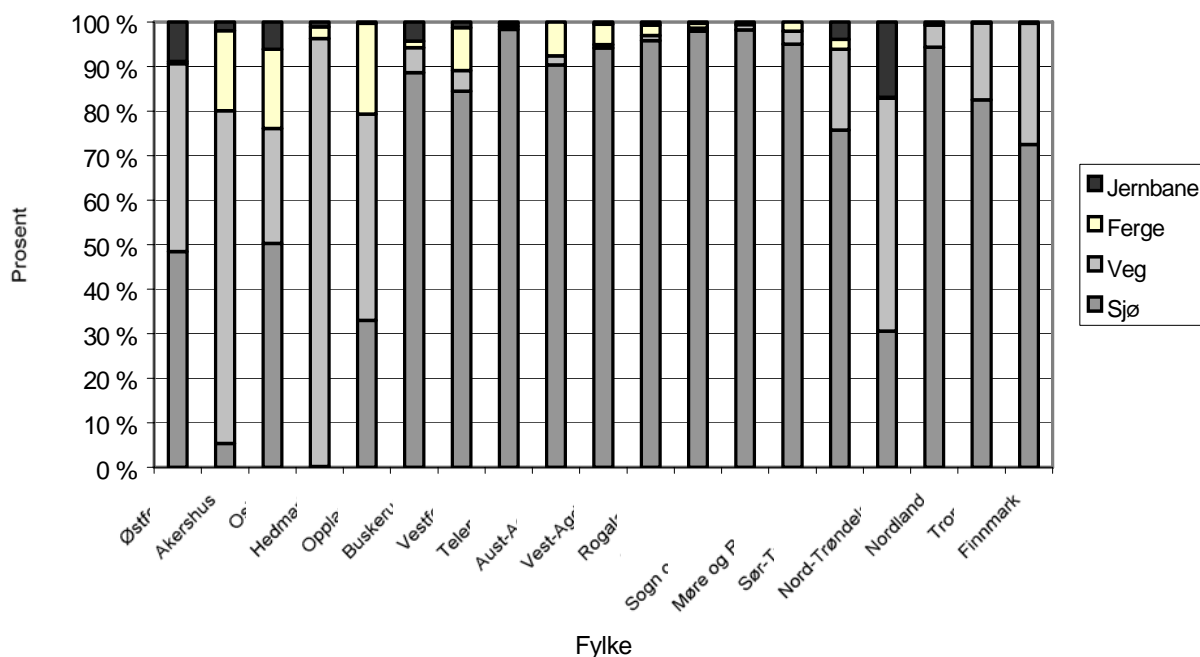
Vel halvparten av importert gods blir fortollet på Østlandet, og mesteparten av dette har trolig også destinasjon der. En tredjedel av importgodset fortolles i Agder og Vestlandsfylkene, 5 prosent i Trøndelag og 9 prosent i Nord-Norge.



Figur 3.3. Import til fylker (der godset er fortollet) i 1997. 1000 tonn

Bruken av transportmidler ved grensepassering varierer mer ved import enn for eksport. Knappt 80 prosent kommer til landet på skip, 4 prosent på ferge, 14 prosent på veg og 3 prosent med tog. Nord-Trøndelag har den største togandelen, 17 prosent, deretter følger Østfold og Oslo med henholdsvis 9 og 6 prosent. Vegtransport er generelt viktigere for import enn for eksport, særlig for gods til de fleste Østlandsfylkene. Transport med skip eller ferge utgjør 23 prosent av godsmengden til Akershus, og bare 3 prosent for Hedmark. Andelen er imidlertid forholdsvis høy for Oslo, 68 prosent. Ser vi Østlandsfylkene under ett, utgjør andelen sjøtransport 83 prosent for eksport, og 72 prosent for import.

Vi vil imidlertid igjen minne om at tollstedsfylke ikke alltid er sammenfallende med destinasjons- eller importfylke. Dersom en sammenligner importert mengde av forbruksvarer med folketall i fylkene, har særlig Østfold og Oslo en høy andel sammenlignet med andre fylker. Dette tyder på at en del gods fortolles i disse fylkene, for deretter å spres til andre fylker.



Figur 3.4. Import til fylker (der godset er fortollet) i 1997. Andeler på transportmidler. Prosent

Tabell 3.5 viser import til landsdeler fra ulike regioner i utlandet. De fem viktigste handelspartnere (i tonn) når det gjelder import er Sverige, Storbritannia, Tyskland, Danmark og Russland (i synkende rekkefølge).

Tabell 3.5. Import til landsdeler (etter tollsted) fra soner i utlandet i 1997. 1000 tonn

Utenrikssoner	Landsdeler							Sum	Prosent
	OslAke-Østf	BusVestf Tel	Hed Opp	Agd Rog	Hord SoFj	TrøndMør Ro	NorTro Fin		
Sverige og Finland	3384,5	801,2	540,3	378,0	499,9	783,8	261,2	6648,8	21,6 %
Danmark	522,9	326,9	11,0	843,1	347,5	174,3	75,3	2300,9	7,4 %
Nord-Europa	1289,3	884,6	20,1	767,7	744,1	414,1	523,7	4643,6	15,1 %
Britiske Øyer	690,1	1768,0	1,2	487,3	862,2	269,7	131,4	4209,8	13,7 %
Øst-Europa	595,0	1781,5	9,7	280,5	329,6	213,3	1028,7	4238,4	13,7 %
Sør-Europa	673,8	372,0	8,5	462,7	197,6	374,0	262,4	2351,0	7,6 %
Ukjent Europa	3,6	0,3	1	0,7	22,8	17	12	57,4	0,2 %
Resten av verden	985,0	884,7	23,7	2378,3	1073,4	430,4	614,4	6390,0	20,7 %
Sum	8144,2	6819,1	615,5	5598,3	4077,2	2676,6	2909,2	30840,0	100,0 %
Prosent	26,4 %	22,1 %	2 %	18,2 %	13,2 %	8,7 %	9,4 %	100,0 %	

Tabell 3.6 viser andel av importen som transporteres på sjø (skip og ferge). Vi ser at sjøtransport er dominerende også for import. Unntaket er gods fra våre nærmeste nabo-land Sverige og Finland, samt noen søreuropeiske land. Halvparten av transporten fra Sverige går med bil, 11 prosent med jernbane. Fra Finland går 40 prosent med bil og vel halvparten på sjø.

Tabell 3.6. Import til landsdeler (etter tollsted) fra soner i utlandet i 1997. Andel på sjø (skip og ferge) ved grensepassering.

Utenrikssoner	Landsdeler							Hele landet
	OslAke Østf	BusVestf Tel	Hed Opp	Agd Rog	Hord SoFj	Trønd MørRo	NorTro Fin	
SverigeFinland	30 %	75 %	0 %	82 %	95 %	22 %	21 %	40 %
Danmark	57 %	93 %	58 %	100 %	99 %	96 %	95 %	88 %
Nord-Europa	78 %	97 %	74 %	100 %	100 %	95 %	99 %	93 %
Brit. Øyer	91 %	100 %	58 %	100 %	100 %	100 %	100 %	98 %
Øst-Europa	80 %	99 %	22 %	96 %	99 %	96 %	99 %	96 %
Sør-Europa	59 %	95 %	65 %	99 %	97 %	97 %	99 %	86 %
Ukjent Europa	81 %	33 %	100 %	86 %	99 %	100 %	100 %	98 %
Resten av verden	85 %	99 %	94 %	100 %	100 %	99 %	100 %	97 %
Alle land	57 %	96 %	9 %	98 %	99 %	75 %	92 %	83 %

Tabell 3.7 viser hvordan ulike varegrupper i import fordeler seg på transportmiddel ved grensepassering. En sammenligning med oversikten i tabell 3.3 viser at vegtransporten er viktigere for import enn eksport, ikke bare totalt, men også for hver enkelt varegruppe. For tømmer og trelast er andelen lik i import og eksport.

Når det gjelder verdi pr kg gods ser en i tabell 3.8 omtrent det samme mønsteret som for eksportert gods (tabell 3.4), dvs at gods som fraktes med bil har vesentlig høyere verdi enn gods med skip eller på jernbane. Også for import er det slik at gods som går med bil på ferge har høyere verdi enn det som går på veg ved grensepassering. Det importerte godset har imidlertid vesentlig høyere verdi enn det som eksporteres, noe som delvis kan forklare forskjellen i bruk av transportmidler.

Tabell 3.7. Fordeling på transportmidler etter varegruppe for importert gods i 1997. Prosentvis fordeling etter mengde.

	Skip	Veg	Ferge	Jernbane	Annet	Sum
Stykkgoods	48 %	33 %	14 %	4 %	1 %	100 %
Tømmer, trelast	52 %	38 %	1 %	9 %	0 %	100 %
Tørr bulk	89 %	7 %	2 %	2 %	0 %	100 %
Oljeprodukter	97 %	3 %	1 %	0 %	0 %	100 %
Annet	14 %	65 %	16 %	0 %	6 %	100 %
Alle varegrupper	79 %	14 %	4 %	3 %	0 %	100 %

Tabell 3.8. Forholdet mellom verdi og mengde for importert gods i 1997. Kroner pr kg.

	Skip	Veg	Ferge	Jernbane	Alle transportmidler
Stykkgoods	14,9	34,2	43,3	18,1	28,4
Tømmer, trelast	0,7	1,6	6,1	1,3	1,1
Tørr bulk	1,9	12,4	20,3	4,3	3,2
Oljeprodukter	1,1	3,3	5,1	0,8	1,2
Alle varegrupper	3,2	19,1	35,0	7,0	7,6

3.4 Bruk av containere i utenriks transport

I forbindelse med intermodale transporter er bruk av containere interessant, da disse er spesielt godt egnet til å inngå i en intermodal transportkjede. Vi vil derfor i dette kapitlet se nærmere på omfanget av containerbruk i norsk utenrikshandel, samt hvilke varegrupper og transportmidler dette er mest vanlig for.

Tallene for bruk av containere bygger på opplysninger fra SSBs utenrikshandelsstatistikk for 1997². For containere har vi ikke, som i hovedstatistikken, informasjon om produksjonsfylke i eksport, kun tollsted.

Tallene viser at gods fraktet i container utgjør 3 prosent av mengden (i tonn) både for importert og eksportert gods. Dette utgjør 0,9 millioner tonn importert gods og 1,4 millioner tonn eksportert gods. Det er store forskjeller både mellom varegrupper og transportmidler, men også regionalt. Andelen er størst over Oslo tollsted, både for eksportert og importert gods.

3.4.1 Eksport

Tabell 3.9 viser at av eksportert stykkgodset blir 13 prosent fraktet i container, noe som utgjør 531 000 tonn. 18 prosent av stykkgodset som passerer grensen på skip fraktes i container, og 10 prosent av det som går med ferge. Av stykkgodset på veg og jernbane utgjør containerandelen bare 1 prosent.

En stor andel av tømmer og trelast som blir eksportert på skip blir fraktet i container, 20 prosent, mens svært lite tømmer og trelast blir fraktet i container på de andre transportmidlene. Av eksportert tørrbulk blir totalt 3 prosent fraktet i container, størst andel av det som går på ferge, 6 prosent. For oljetransport er containerandelen tilnærmet null.

Containerandelen varierer sterkt fra tollsted til tollsted, noe som bl a henger sammen med hvilke havner og terminaler som har investert i nødvendig utstyr, f eks kraner, til å håndtere denne typen lastbærer, samt hvilken type gods som eksporteres fra regionen. Av stykkgodset som blir eksportert over Oslo tollsted med skip går hele 65 prosent av godset i container. For varegruppene tømmer/trelast, tørr bulk og olje/oljeprodukter er andelen henholdsvis 54, 33 og 36 prosent.

For landet som helhet er en stor del av godset som eksporteres i container klassifisert i varegruppen ”varer av tre, papir, tekstil, gummi og lær”. Denne gruppen utgjør ca en tredjedel av det containeriserte godset. Andre viktige varegrupper er kunstgjødsel, plast, kjemiske og medisinske produkter, matvarer og drikkevarer, og metaller.

Tabell 3.9. Andel av eksportert godsmengde fraktet i container i 1997. Prosent.

	Stykkgodset	Tømmer og trelast	Tørr bulk	Olje og oljeprod.	Alle varegrupper
Sjø	18 %	20 %	3 %	0 %	1 %
Ferge	10 %	0 %	6 %	0 %	6 %
Veg	1 %	0 %	2 %	0 %	1 %
Jernbane	1 %	0 %	2 %	0 %	1 %
Alle transp.midler	13 %	2 %	3 %	0 %	3 %

² Denne delen av datamaterialet sjekkes ikke like grundig som resten av SSBs utenrikshandelsstatistikk, men vi tror likevel at tallene gir et godt bilde av bruken av containere i utenrikshandelen.

For containerisert eksport er gjennomsnittlig enhetsverdi 54,90 kr/kg. For all eksport (ekskl olje/oljeprodukter) er tilsvarende verdi 3,97 kr/kg. Dette bekrefter hypotesen om at gods som fraktes i container i stor grad er gods med høy verdi.

3.4.2 Import

Mens 13 prosent av eksportert stykkgoods fraktes i container viser tabell 3.10 at tilsvarende andel for importert stykkgoods bare er seks prosent (280 000 tonn). For de andre varegruppene er containerandelene omtrent som for eksport.

En vesentlig større andel av importert gods med jernbane går i container enn det som blir eksportert med jernbane. Det gjelder 10 prosent av stykkgodset, 9 prosent av tørrbulk og 5 prosent av olje/oljeprodukter. Også stykkgoods importert på skip har en høy andel i container, 12 prosent.

Importert gods i container består for en stor del av matvarer og drikkevarer (31 prosent). Deretter følger kjemiske og medisinske produkter og varer av tre, papir, tekstil, gummi og lær.

Tabell 3.10. Andel av importert godsmengde fraktet i container i 1997. Prosent.

	Stykkgoods	Tømmer og trelast	Tørr bulk	Olje og oljeprod.	Alle varegrupper
Sjø	12 %	1 %	3 %	0 %	3 %
Ferge	1 %	0 %	4 %	1 %	2 %
Veg	1 %	0 %	1 %	0 %	1 %
Jernbane	10 %	0 %	9 %	5 %	6 %
Alle transp.midler	6 %	1 %	3 %	0 %	3 %

For containerisert import er gjennomsnittlig enhetsverdi 94,40 kr/kg. For all import (ekskl olje/oljeprodukter) er tilsvarende verdi 8,88 kr/kg.

3.5 Godsomslag i trafikkhavner

På grunn av mangelfull offentlig statistikk for havnesektoren gjorde Transportbrukernes Fellesorganisasjon (TF) i 1994 og 1996 egne innsamlinger av statistikk som grunnlag for sitt arbeid med havnepolitiske spørsmål. Også Norsk Havneforbund utarbeider statistikk for havnene, men denne er ikke splittet på innenriks og utenriks trafikk. Vi gjengir derfor i det følgende noen hovedtall fra TFs havneundersøkelse i 1996 (i Madslie og Ryntveit, 1998, gis noe mer utfyllende informasjon om undersøkelsen og dens resultater).

Tall fra de 47 trafikkhavnene som besvarte skjemaet (av 51 som fikk skjema tilsendt) viser et totalt godsomslag i 1996 på nesten 79 millioner tonn, når olje og gass over Mongstad og Sture holdes utenfor (tabell 3.11). Godsomslaget fordeler seg med nærmere 2/3 på import og eksport og 1/3 innenriks.

Selv når olje/gass i Bergen, Narvik havn (hovedsakelig malm fra LKAB) og Tønsberg havn (hovedsakelig oljeprodukter til/fra Slagentangen) holdes utenfor, får vi et bilde av den norske havnestrukturen som viser konsentrasjon av godsstrømmene. De fem største havnene har 50 prosent av godsmengden, mens de 14 største har 80 prosent. I denne

sammenheng er det nødvendig å minne om at en del industrikaier ikke er inkludert i disse tallene, slik at oversikten gir et litt skjevt bilde.

Grenland er den klart største havnen i utenrikshandelen når vi ser bort fra transitt av malm over Narvik og olje/gass i Bergen. Med over 7,5 millioner tonn er godsomslaget nesten det dobbelte av Oslo som er nest størst. I Oslo er omlag 1/3 av godsmengdene i utenrikshandelen eksport og 2/3 import. For Grenland er situasjonen mer balansert, med ca 55 prosent i eksport og 45 prosent i import.

Fordelingen av eksport/import viser også et nokså konsentrert mønster hvor de syv største havnene står for 2/3 av godsmengden, selv når Narvik, Tønsberg og olje/gass i Bergen er holdt utenfor.

Vi finner et sammensatt bilde mht hvilke funksjoner de ulike havnene fyller. Grenland og Rana har et lokalt transportintensivt næringsliv som sitt viktigste marked, og er spesielt store i eksport/import. Oslo er den viktigste importhavnen i Norge, med en stor andel containere, stykk gods og ferger. Bergen (ekskl olje/gass) er innenrikshavn nr 1, mens trafikken over Borg er mer sammensatt.

Det er en noe jevnere fordeling av godsmengdene innenriks enn til/fra utlandet. Syv havner har innenriks godsomslag på over 1 million tonn, og disse syv havnene har til sammen nærmere 58 prosent av godsomslaget.

Oslo og Bergen er de to største havnene i "tradisjonell forstand", dvs havner som ikke har særlig tilknytning til lokale virksomheter, men som i større grad inngår i transportkorridorer. Oslo har en stor andel knyttet til utenrikshandelen (særlig import), mens Bergen er særlig viktig innenriks og i eksport.

Andre viktige havner i transportkorridorer til og fra utlandet er Kristiansand, Larvik og til dels Borg og Moss. Kristiansand og Larvik er særlig viktig for fergetrafikken (ro-ro), mens Borg og Moss i større grad er lo-lo.

Stavanger er en viktig havn i innenriks transport, sammen med Bergen og Trondheim. Disse inngår i nettverket av havner som benyttes av kysttransporten. Her finner vi også en rekke andre mindre havner.

Nærmere 25 prosent av godsomslaget (når olje/gass i Bergen og omland holdes utenfor) blir av havnene karakterisert som *stykk gods* (i spørreskjemaet definert som "containerisert gods, palletert gods og annet gods av varierende størrelse og slag som transporteres i mindre enheter eller sammenførte laster (ikke fangst fra fiskeflåten)"). Stykk gods regnes generelt å være relativt høyt bearbejdede produkter, til relativt høy verdi, hvor krav til sikkerhet og kvalitet i transportene er svært viktig. Transportene av stykk gods forventes å vokse i årene fremover. Bruk av containere er svært utbredt for transporter av stykk gods, spesielt for godset som har høyest verdi.

Totalt ble det lastet og losset 441 131 containere (TEU) over de 47 trafikkhavnene i 1996. Sammenligner vi tallene for de 22 havnene som en har opplysninger om både fra 1994 og 1996, finner vi en vekst i containertrafikken på 25 prosent over disse to årene. Tall fra en TØI-undersøkelse fra 1993 (Hop, 1995) viser en vekst i containere på 47 prosent over treårsperioden 1993-96, og understreker altså den kraftige veksten i bruk av containere i havnene. Veksten i totalt godsomslag har vært betydelig lavere enn veksten i containertrafikken. Det samme har vært tilfelle i årene etter 1996.

Oslo er den klart største containerhavnen i Norge, og hadde i 1996 nærmere 40 prosent av containertrafikken i landet. Ser vi på havnene i Oslofjorden (Halden til Grenland),

finder vi at disse havnene til sammen hadde over to tredjedeler av containertrafikken i norske havner.

Tabell 3.11. Godsomslag mv i 47 trafikkhavner 1996. 1000 tonn.

Havn	Tot. gods	Import	Eksport	Prosent utenriks	Prosent stykk gods	Ant. cont. (TEU)
Narvik	13 351	2	13 144	98	0	82
Grenland	9 451	3 310	4 195	79	19	26 500
Tønsberg	9 287	976	2 235	35	1	3 923
Oslo	6 753	2 560	1 612	62	55	174 059
Bergen og omland ¹⁾	5 217	593	1 760	45	13	16 147
Borg	3 679	1 389	1 063	67	16	31 244
Rana	3 045	1 034	1 407	80	38	2
Karmsund	2 616	798	372	45	22	3 459
Farsund	2 611	1 199	928	81	5	0
Stavanger	2 188	560	214	35	37	34 389
Kristiansand	1 827	843	557	77	49	28 604
Sør-Varanger	1 705	26	1 588	95	5	-
Drammen	1 543	395	165	36	100	0
Trondheim	1 396	308	46	25	24	953
Moss	1 151	376	404	68	56	28 719
Måløy	1 101	21	607	57	20	10 064
Eigersund	1 078	69	501	53	16	2 777
Larvik	1 065	257	739	94	37	8 000
Florø	918	234	72	33	54	17 000
Halden	907	216	427	71	51	20 000
Ålesund	883	172	194	41	37	15 000
Tromsø	802	416	21	55	73	4 900
Kristiansund	723	0	54	7	38	408
Mosjøen	660	291	177	71	36	1 240
Bodø	618	3	17	3	47	9 544
Sandefjord	603	422	121	90	85	0
Andre	3 735	539	748			4 117
Sum	78 912	17 008	33 367	64	23	441 131

1) Tall for Bergen og omland er eksklusiv olje/gass

Containertrafikken er særlig interessant å studere i tilknytning til transportkorridorer og knutepunkthavner, da containerisert gods er spesielt egnet og tilrettelagt for intermodale transportløsninger. Det er vanlig å anta at dette godset er av relativt høy verdi (noe vi også har vist i kapittel 3.4) og dermed har høy betalingsevne og strenge kvalitetskrav til transportløsningen. Konkurransen fra landbaserte transportløsninger, i første rekke dør-til-dør lastebiltransport, er derfor særlig sterk for dette godset.

4 Intermodale transporter

4.1 Bakgrunn

Intermodale transporter³ betegner transporter der to eller flere ulike transportmidler benyttes i en og samme transportkjede. I praksis vil nesten all jernbane- og sjøtransport, med unntak for varer som transporteres direkte til og fra industrianlegg være intermodale transporter. Det er også vanlig å se på bruk av løse lastebærere, slik som containere, som intermodal transport. Samordnet transport er et noe videre begrep, og betegner et systemperspektiv der transportløsningen for forsendelser mellom avsender og mottaker skjer uten bindinger til et bestemt transportmiddel. Tanken er at ved å utnytte de ulike transportmidlenes relative fordeler vil man kunne få en mer effektiv transportavvikling. Argumenter for økt bruk av intermodale transporter kan være et ønske om å redusere næringslivets transportkostnader, å redusere trengselsproblemene i transportnettverket, å øke kundenes nytteverdi og sist, men ikke minst, miljøhensyn.

Intermodale transporter dekker flere typer sendinger. En type er der mindre laster med samme opphav og destinasjon konsolideres/samlastes. Slik samlastning kan gi kostnadsmessige fordeler, dessuten kan man oppnå stordriftsfordeler ved å benytte sjø eller jernbane som transportform på hovedlenken av transporten. Her kan bruk av intermodale transporter altså både gi en kostnadsbesparelse og en miljøgevinst. En annen viktig type er containerisert gods. Spesielt har markedet for containeriserte partilaster vokst kraftig de siste årene.

De ulike transportmidlene har ulike styrker og svakheter. Mye tyder på at fordelingen av transportarbeidet i Norge på de ulike transportmidlene er mer et resultat av et helhetlig system, der transportmidlene utfyller hverandre i en samlet transportkjede, enn å være i direkte konkurranse på de samme relasjonene for de samme markedssegmentene⁴. Lastebiltransport i Norge er for eksempel i hovedsak konsentrert om regionale transporter og lokal distribusjon/innhenting av stykkgoods for samlasterne. Veg tar også en stor del av ikke-containeriserte partilaster og stykkgodstransport på relasjoner uten jernbaneforbindelse. Jernbane på sin side har en stor del av stykkgodstransportene mellom Oslo og Stavanger/Bergen/Trondheim og mellom Sør- og Nord-Norge. I tillegg er markedsandelen for lange tømmertransporter betydelig. Sjøtransport dominerer utenrikshandelen, med unntak av handel med Sverige. I tillegg kommer kysttrafikk på Vestlandet og i Nord-Norge. En årsak til at en stor del av innenlands transportarbeid foregår på veg er at hele 86 prosent av godsmengdene på lastebil i 1997 ble fraktet mindre enn 100 km. 96 prosent av godset ble fraktet mindre enn 250 km. Siden en forutsetning for at intermodale transporter skal være konkurransedyktige er at godset fraktes over relativt lange avstander (4-500 km er antydnet som en kritisk grense i Europa), er potensialet for intermodale transporter begrenset.

³ Også kalt kombinerte transporter

⁴ Econ Rapport 44/99 "Samordnet og intermodal transport".

Det er vanskelig å finne god statistikk på hvor stor andel av godstransportene som skjer ved hjelp av intermodale transporter. Dette skyldes at statistikk normalt publiseres for hvert transportmiddel; lastebil, sjø, jernbane etc. Så lenge hver enkelttransport registreres isolert og det ikke fremgår om transporten inngår i en større transportkjede er det vanskelig å kartlegge både omfanget og potensialet for intermodal transport. Ideelt sett burde statistikken gi opplysninger om varegruppe, transportdistanse med hvert transportmiddel samt hva som hører inn i en større transportkjede. En slik statistikk vil imidlertid være både kostbar å innhente og muligens være i konflikt med konfidensialitetshensyn/ konkurranseforhold.

Siden intermodal transport først er aktuelt for transporter over en viss minimumslengde, på grunn av direkte kostnader knyttet til omlasting i terminaler og tidsulempen som oppstår, bør det aktuelle markedet defineres før man ser på utvikling i markedsandeler. For noen ruter er andelen transportert ved bruk av intermodale transporter rimelig høy, for andre tilnærmet null. Også for ruter som har tilnærmet lik lengde og transportert volum er det store forskjeller i andelen som blir transportert intermodalt.

4.2 Internasjonale erfaringer

Harder (1998) refererer til at intermodale transporter i USA er et etterkrigsfenomen, og at utviklingen skyldtes at jernbanen måtte konkurrere med et stadig bedre utbygd nettverk av effektive motorveier. Det er i følge Harder spesielt tre forhold som har vært viktig for utviklingen i intermodale transporter; spesialisering, kompleksiteten i operasjonene og egenskaper ved transportene. Når det gjelder spesialisering kan intermodale transporter øke effektiviteten i transporten ved en bedre utnyttelse av de komparative fortrinn de ulike transportmidlene har. Frakt på bane har eksempelvis lave kostnader per tonnkilometer, mens vegtransport er svært fleksibel på korte avstander og har en nesten ubegrenset tilgjengelighet til industri og forretningsvirksomhet. Samtidig er det langt mer komplisert å organisere intermodale transporter enn transporter der kun et transportmiddel inngår. Intermodale transporter krever både spesialiserte terminaler og koordinering av flere selskaper som hver bidrar med deler av operasjonen. Som en følge av dette hevder Harder at det i USA kreves en minimumsavstand på 500 miles (800 km) for å motvirke de økte kostnadene til terminalhåndtering i begge ender av transporten, samt friksjonskostnader, for at intermodale transporter kan konkurrere med vegtransport. Det må også være et tilstrekkelig volum på ruten til at jernbanen kan operere effektivt med hyppige avganger. Et resultat er at det kun er i korridorer med store godsmengder mellom større urbane områder man kan forvente å finne utbredt bruk av intermodale transporter.

ECMT (1998) oppsummerer erfaringene fra en rekke utvalgte ruter i Europa med å gi tre kriterier for at intermodale transporter skal være konkurransedyktig til vegtransport og ta en betydelig markedsandel. Disse er i stor grad sammenfallende med erfaringene fra USA. Minimumsdistansen må som tidligere nevnt være 4-500 km med dagens spesifikasjoner og reguleringer. Videre må lasten være konsolidert/konsentrert på et minimumsnivå. I tillegg må det eksistere betydelige hindringer for vegtransport. Grovt kan disse deles opp i geografiske hindringer, problemer ved grenseoverganger, høye brukergifter for infrastruktur, andre skatter/avgifter eller juridiske forhold.

En logistikk-løsning av høy kvalitet må minimum kunne tilby avgang hver dag mandag til fredag, dvs 5 dager/uke. For et godstog som flytter 40-60 klasse C vekselflak/-vekselbeholdere⁵, som hver lastes med 12 tonn 5 dager i uken, kreves det et godsvolum på 120-180 000 tonn per år. Siden andelen transportert ved hjelp av intermodale transporter sjelden har mer enn 50 prosent av potensialet på en relasjon betyr det at total godsmengde på relasjonen må være 240-360 000 tonn/år. Så store volum er sjeldne, selv på de mest brukte rutene. For å bøte på dette er det blitt introdusert såkalte ”deltog”, dvs togsett som kun utgjør halvparten eller en fjerdepart av et fullt togsett. Slike deltog samles eller splittes opp i bestemte knutepunkter.

”Gateways” er et annet konsept som er brukt. Intermodale transportenheter fraktes til en terminal, før de losses og lastes over på et utgående togsett. På denne måten kan man konsolidere gods fra et større område før det sendes videre i en effektiv transportkorridor med lave transportkostnader. Dette konseptet har blitt innført med suksess på viktige knutepunkter der innenlands og internasjonale godsstrømmer møtes.

På noen ruter mellom Sentraleuropa og Nord-Italia har intermodale transporter en estimert markedsandel på ca 40 prosent av totalt volum (ECMT 1998). Harder (1998) viser til at for transporter over 500 miles (ca 800 km) i USA har intermodale transporter økt sin andel av det samlede transportarbeid fra 10 prosent i 1991 til 25 prosent i 1997. I perioden 1975 til 1998 økte intermodale transporter på tog med gjennomsnittlig 6 prosent per år i USA. Også i Europa har transportarbeidet økt kraftig over lang tid, blant annet som følge av veksten i internasjonal handel. Samtidig er det etablert noen transportkorridorer med særlig høyt volum. De fleste store grenseoverskridende varestrømmer er i dag konsentrert på et relativt lite antall ruter og krysningspunkter med høyt volum. Transporter mellom noen land er imidlertid fortsatt fordelt på et stort antall ruter, der den enkelte rute ofte har forholdsvis lite volum og kort avstand.

4.3 Konkurransflater

Foruten direkte transportkostnad vektlegger transportørene blant annet framføringshastighet, risiko for skade og forsinkelse, regularitet og frekvens. Det kan sies å være konkurranseflater mellom alternative transportmidler dersom en liten endring i relativ pris eller transportbetingelser kan få transportørene til å endre valg av transportmiddel. Rask fremføring etterspørres ofte med bakgrunn i at varen har begrenset holdbarhet, ekspresapakker som må raskt frem etc. Redusert transporttid vil også redusere kapitalbindingen som varen medfører. For varer med høy verdi er derfor tidselementet særlig viktig. Risiko for skade og forsinkelse vektlegges etter den konsekvens det vil gi for resten av produksjonsprosessen. Regularitet er viktig fordi bedriften kan legge opp til faste rutiner, og høy frekvens gjør at transporttilbudet blir mer fleksibelt med hensyn til når sendingene må være klare.

Økt grad av ordrestyrt produksjon, som skal sikre tilnærmet lagerfri produksjon ved hjelp av såkalte ”just in time” leveringer stiller store krav til kvalitetsaspektet ved transportene. Økt sårbarhet ved forsinkelser stiller for eksempel store krav til påliteligheten ved transportene. Her har intermodale transporter så langt en konkurransemessig ulempe. Forskning og utvikling innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) vil imidlertid gjøre det mulig å følge/spore transportene bedre. Kvalitetsstandar-

⁵ ”swap-bodies”

den som etterspørres av befraktere i dag blir ofte satt av vegtransport. For at intermodale transporter skal være konkurransedyktige til vegtransport må de derfor kunne tilby samme kvalitetsnivå som dør-til-dør vegtransport kan. Befrakteren lager ofte en buffer mellom det som etterspørres i markedet og det intermodale transporten kan tilby. Befrakteren mottar ordren og bestemmer hvorvidt den kan bli utført ved hjelp av eksisterende infrastruktur for intermodal transport og transporttidene som er tilgjengelige, eller om lastebil må benyttes. Hastighet skal ikke her nødvendigvis tolkes som km/t, men mer som "levering neste dag", eller "henting dag A, levering dag C" eller lignende. For de fleste nasjonale transporter kreves det levering neste dag. Dette er ofte svært vanskelig med intermodale transporter. De fleste operatørene for intermodale transporter forsøker å tilby en hurtig håndtering av fulle lastebillaster. Det største problemet er forårsaket av "mindre enn full" lastebillast. Mindre forsendelser blir oftest først plukket opp av befrakteren og brakt til sorteringssenteret til speditøren. Speditøren tar hånd om dokumentasjonen og konsoliderer de små sendingene til fulle lastebillaster. Sendingen må deretter lastes i "swap-bodies" etter den regionen de skal leveres i. Denne behandlingen forsinker prosessen, og gjør at små forsendelser fortsatt fraktes med bil. Dette er også en viktig hindring for veksten i intermodale transport, siden "mindre enn full bil"-transporter er det segmentet i godstransportmarkedet som vokser raskest, og også det segmentet som er mest lønnsomt for befrakterne/speditørene.

Kjøre- og hviletidsbestemmelsene innen lastebiltransport kan imidlertid sies å være en ulempe for lange vegtransporter, da det maksimalt tillates 4,5 time kjøring med påfølgende minimum 45 minutter pause. Videre er det en begrensning på 9 timer kjøring per dag⁶. En sjåfør i EU klarer normalt å dekke et intervall på inntil 600 km i løpet av et skift. For lengre transporter kreves bytte av sjåfør, en lengre hvilepause, eller at en kjører med 2 sjåfør som bytter på. Som en konsekvens øker kostnadene ved vegtransport i Europa dramatisk etter 600 km⁷.

4.4 Tiltak for å fremme intermodale transporter

I den grad fordelingen av transportene mellom transportmidlene representerer en arbeidsdeling mer enn konkurranse, vil en ønsket overføring av gods mellom transportmidlene kreve store endringer i rammebetingelsene. På kort sikt er også potensialet beskjedent. Utbygging og drift av infrastruktur, samt teknologisk og organisatorisk utvikling vil imidlertid kunne påvirke arbeidsdelingen mellom transportmidlene på sikt. Også rammebetingelser som konsesjonsregler, avgiftssystemer, vekt- og vogntoglengder, og kjøre- og hviletidsbestemmelser påvirker konkurranseflater. Økt konkurranse mellom sektorene kan imidlertid gi en mer effektiv transportavvikling.

I Forslag til Nasjonal transportplan 2002–2011 heter det blant annet "Det er viktig at konkurransen blir større og at intermodal transport blir konkurransedyktig på langt flere transportoppgaver enn i dag". Det heter videre at "Det er først og fremst det enkelte menneske og den enkelte bedrift som kan bedømme egne transportbehov og hvor-

⁶ Dette kan utvides til 10 timer to ganger per uke. Det er også maksimalt lov til kjøre 90 timer per 14 dager.

⁷ Alle operatører overholder imidlertid ikke reglene for kjøre- og hviletid. EU har igangsatt et prosjekt for å se på dette problemet.

dan de best kan bli tilgodesett...Transportbrukerne bør kunne velge mellom effektive og alternative transporttilbud”.

Hver reise og transport påvirker imidlertid også andre trafikanters reisetid og sikkerhet, foruten krav til vedlikehold og investering i infrastruktur, miljøeffekter, støy og andre eksterne effekter. Det er derfor viktig at hver enkelt stimuleres til også å ta hensyn til effektene for andre og omgivelsene. Tiltak for å øke bruken av intermodale transporter må derfor bygge på en forståelse av transportbrukernes behov, hvor overføring av godsmengder fra veg til bane/sjø er mulig og også hvor en slik overføring representerer en mer samfunnsøkonomisk effektiv transportavvikling.

Transport er bare ett element i bedriftenes produksjonskjede. Bedriftenes primære økonomiske mål er å maksimere avkastningen på eiernes kapital. Dersom valg av isolert dyre transportløsninger fører til besparelser på andre områder, som for eksempel til lagerhold, vil en ensidig fokusering på transportkostnadene representere en sub-optimering. Ensidig bruk av avgifter for å overføre gods mellom transportmidlene kan derfor ofte vise seg å være lite effektivt. Bruken av avgifter er også begrenset av at myndighetene ikke ønsker å svekke norske bedrifters konkurranseevne gjennom å forsterke den avstandsulempen norske bedrifter har i forhold til våre handelspartnere. Selv om potensialet for overføring av gods mellom transportmidlene kan virke begrenset er det viktig at det satses på intermodale transporter.

En bedre samordning av norsk godstransport, der man ser på transportnettet fra et systemperspektiv uten bindinger til ett bestemt transportmiddel kan gi en mer effektiv transportavvikling og økt bruk av intermodale transporter. Det er imidlertid flere forhold som gjør at samordningen av transportene i dag er mangelfull. For det første har offentlig planlegging av infrastruktur og bruk av virkemidler så langt ikke hatt et klart systemperspektiv. I Forslag til Nasjonal transportplan 2002 – 2011 er det forsøkt rettet på dette. Det er imidlertid slik at også transportbrukerne ofte har bindinger til bestemte transportmidler, noe som skyldes at intermodale transporter stiller større krav til informasjon, koordinasjon, og overvåking. Det ligger også en stor utfordring i å koordinere nasjonale og lokale interesser i et slikt systemperspektiv. Et typisk konfliktområde er at ulempene knyttet til store godsterminaler i all hovedsak rammer lokalsamfunnet, mens mye av nytteverdien er av mer nasjonal karakter.

Potensialet for økt bruk av intermodale transporter i samlastemarkedet er størst for stykk gods som konsolideres i terminaler nær havner eller jernbaneterminaler. I og med at intermodale transporter forutsetter omlasting i havn eller terminal er avstanden fra terminalene en viktig faktor for i hvilken grad transporter med sjø eller jernbane på hovedlenken av transporten kan konkurrere med lastebil. Effektive knutepunkter eller omlastingspunkter er imidlertid svært viktig i et intermodalt transportsystem. Lave kostnader per tonnkilometer er ofte en viktig grunn til valg av sjø eller jernbane i forhold til veg. Direkte og indirekte kostnader på knutepunktene utgjør derfor en trussel for konkurranseevnen til intermodale transporter. Det er altså en konflikt mellom behovet for å samle godset i transportkorridorer med store godstrømmer knyttet sammen med effektive terminaler i knutepunkter, og tilgjengeligheten til disse terminalene. En bedre lokalisering av speditørens sorteringsentre i forhold til terminalene for intermodale transporter kan redusere problemet noe. Dette vil ikke bare redusere tidsulempen ved intermodale transporter, men også terminalkostnadene ettersom kostnadene ved å bringe godset mellom terminalen for de intermodale transportene og sorteringscenteret ofte

utgjør en stor del av de totale transportkostnadene. Det vil likevel ta flere år å gjøre noe med lokaliseringssituasjonen.

Containerisering av gods er et viktig element i intermodal transport. Containertrafikken i de viktigste europeiske havnene vokste eksempelvis med 60 prosent fra 1992 til 1997⁸, tilsvarende ca 10 prosent per år. Bruk av containere kan redusere omlastingskostnadene i terminalene og dermed stimulere til økt bruk av intermodale transporter. Gjennomgående standarder for lastbærere er også viktig for kapasitetsutnyttelsen i transportmidlene og for å gi forenklet omlastning. Siden en effektiv containerhavn forutsetter betydelige infrastrukturinvesteringer, blant annet i kraner, vil dette legge grunnlag for store skalafordeler i terminaler og havner.

En annen måte å øke det kommersielle potensialet for intermodale transporter er å differensiere kvaliteten på frakttjenestene som tilbys. ECMT refererer til undersøkelser som viser at mange avsendere kun etterspør "levering neste dag" fordi befrakteren tilbyr det, og ikke fordi de nødvendigvis trenger det. Intermodale transporter kan også gi avsenderen et "grønt" image, noe mange etterstreber.

Transporter over landegrensene er ofte et svakt ledd i intermodale transporter. Siden forutsetningene for at intermodale transporter skal være konkurransedyktige blant annet ser ut til å være en minimumsavstand på 4-500 km, er det likevel åpenbart at mye av potensialet for vekst i intermodale transporter må komme på grenseoverskridende relasjoner. Flaskehalsene skyldes både manglende teknisk harmonisering, forskjellig kvalitet på infrastruktur og problemer av mer organisatorisk art. Harmonisering av rammebetingelser er viktig for arbeidsdeling og konkurranseflater mellom transportmidlene.

Det har også vært en rekke allianser, oppkjøp og fusjoner innen transportnæringen de siste årene. Dels skyldes dette en liberalisering av transportmarkedene, dels skyldes det endringer på etterspørselssiden i markedet. Hvordan slike strukturendringer vil påvirke intermodale transporter er ikke opplagt, men større enheter eller strategiske samarbeid kan f.eks. forenkle operasjonen av komplekse operasjoner på tvers av landegrensene.

4.5 Forskning i EU om intermodale transporter

Intermodalitet er et viktig område også innenfor europeisk transportpolitikk og forskning. I perioden 1994 til 1999 har det i EU blitt startet opp mer enn 30 forskningsprosjekter innen intermodalitet/integrerte transportsystemer for godstransport.

Et eksempel på et slikt forskningsprosjekt er *Scandinavia* prosjektet (*Promoting integrated transport in peripheral areas of the Union*), fra EUs 4. rammeprogram. Her pekes det på at en betydelig andel av utenrikshandelen til og fra Skandinavia i stor grad bruker korridorer i nordlige del av kontinental-Europa med til dels betydelige kjøproblemer. Potensialet for økt bruk av intermodal transport burde således være tilstede. Imidlertid peker studien på at jernbanen må redusere den betydelige ventetiden som ofte oppstår underveis. Dette er en viktig flaskehals mht. generell produktivitet ved intermodal transport. Det er også viktig med et sterkere samarbeid mellom ferge-/Ro-Ro-operatører og speditører som benytter intermodal transport. En annen viktig faktor er å redusere kapitalkostnadene i terminalene per omlastet enhet. En måte å gjøre det på er å knytte intermodal transport i perifere områder hierarkisk til et nettverk av terminaler med høyt

⁸ Eurostat 1999

godsvolum, supplert med lavkostnads-terminaler der det er små godsvolum. Systemet bør i størst mulig grad benytte utstyr som kan håndtere lossing og lasting ved terminaler med minst mulig bruk av fast personell og utstyr.

I oppsummeringsrapporten *Report on the current state of combined transport in Europe* (COST 328) pekes det på at organiseringen av transporter i EU ikke er optimalt integrert, hverken horisontalt eller vertikalt. En optimal integrasjon skal altså ikke bare representere en fordeling av transportarbeidet mellom transportmidlene, den skal også integrere transport i bedriftenes produksjonsopplegg slik at transportene planlegges og utføres av den som har best forutsetning for å gjøre dette rasjonelt.

5 Modellen

5.1 Innledning

Arbeidet med å utvikle en nettverksmodell for godstransport i Norge (NEMO) ble startet i 1994 på oppdrag fra Samferdselsdepartementet, NSB og Vegdirektoratet, og en første versjon forelå vinteren 1997. Senere er modellen blitt testet og videreutviklet i ulike sammenhenger, bl a i et prosjekt for forskningsrådets Nærskipsfartprogram i 1998.

NEMO er basert på programvaren STAN (Strategic Transportation ANalysis), som er utviklet ved INRO i Canada. STAN er et nettverksbasert modellverktøy som tillater brukeren å studere den geografiske dimensjonen og hvordan transportstrømmer tilordnes forskjellige transportløsninger.

STAN kan benyttes til å analysere en rekke ulike godstransportproblemer, men er spesielt utviklet for strategiske analyser i situasjoner hvor en samtidig studerer flere varegrupper og flere transportmidler. Strukturen i STAN består av fire hovedelementer: transportnettverk, gods- eller varestrømsmatriser, kostnadsfunksjoner og utleggings-/optimaliseringsprosedyrer.

NEMO ble i utgangspunktet utviklet for innenriks godstransporter, ved at bl a transportnettverk, kostnadsfunksjoner og matriser for transportstrømmer i Norge ble etablert. Modellen er nærmere beskrevet i Ingebrigtsen, Madslie og Sætermo (1997).

I årene 1996-98 deltok TØI i EU-prosjektet STEMM (Strategic European Multimodal Modelling), hvor det bl a ble utviklet en nettverksmodell, også denne basert på STAN, for transporter både innen Europa og til oversjøiske destinasjoner. Modellutviklingen var et samarbeid mellom Temaplan i Sverige, VTT i Finland, INRO i Canada og SINTEF Samferdsel, Marintek og TØI i Norge.

Nettverket og soneinndelingen fra modellen i STEMM var ikke detaljert nok til å studere norsk import og eksport i detalj. Vi har derfor i foreliggende prosjekt knyttet sammen nettverket fra STEMM med det detaljerte norske nettverket fra NEMO. Godsstrømsmatriser og kostnadsfunksjoner er etablert spesielt for problemstillingene i dette prosjektet, noe vi kommer tilbake til i de følgende avsnitt.

5.2 Hva er en nettverksmodell

5.2.1 Generelt

I en nettverksmodell er veglenker, jernbanelenker, farleder til sjøs, terminaler for omlasting osv knyttet sammen i et nettverk. Transportformene oppfattes både som konkurrerende og som samarbeidende, ved at omlasting mellom transportformer kan skje i et antall terminaler. Ved kjøring av modellen vil den søke løsninger som minimerer de totale kostnader i systemet, ved en gitt etterspørsel etter transport mellom soner i nettverket. Differansen i forhold til et basisscenario er å tolke som effekten av den aktuelle endringen eller tiltaket man har valgt å analysere.

Modellen har i hovedsak fire bruksområder:

- Analyser av generelle policy-tiltak, f eks avgiftsendringer som slår ut i transportkostnadene knyttet til de ulike transportformene.
- Analyser av endringer i infrastrukturen (veg, jernbane, terminaler/havner) og transporttilbud.
- Analyser av effektene av tenkte utviklingstrekk eller trender (f eks just-in-time), i den grad de er mulig å konkretisere nok til å implementeres i en slik modell (jfr kap 2.1).
- Langsiktige fremskrivninger av etterspørselen etter godstransport under gitte forutsetninger om økonomisk utvikling mv.

Til det siste punktet må det tilføyes at nettverksmodeller i seg selv normalt ikke inneholder delmodeller som fremskriver godsmengder mellom ulike regioner på grunnlag av makroøkonomisk utvikling, sosioøkonomiske forhold eller endringer i nettverksdata (transporttilbudet). Fremskrivninger eller prognoser for transporterte godsmengder må derfor gjøres eksogent, og deretter brukes som input i nettverksmodellen som fordeler etterspørselen på transportmidler og ruter.

Nettverksmodeller tar vanligvis utgangspunkt i en eller flere matriser med varestrømmer mellom par av soner i et system, og fordeler disse strømmene ut på et eller flere nettverk av lenker. Nettverk for ulike transportformer kan både betraktes som konkurrerende og som samarbeidende, ved at omlasting mellom transportmidler kan skje i visse punkter. I prinsippet kan en få fram hvordan enkelttiltak eller pakker av tiltak påvirker transportstrømmene på alle lenker og omlastingspunkter.

Resultatene fra modellen framkommer som *godsbelastning* (tonn) på lenker og i omlastingspunkter, *transportarbeid* (tonnkilometer) totalt eller i ulike regioner, *transportkostnader* (f eks fordelt på fremføringskostnader og tidskostnader) og *transporttider*. En får også fram graden av *intermodalitet* i form av omlastede godsmengder mellom de ulike transportmidler.

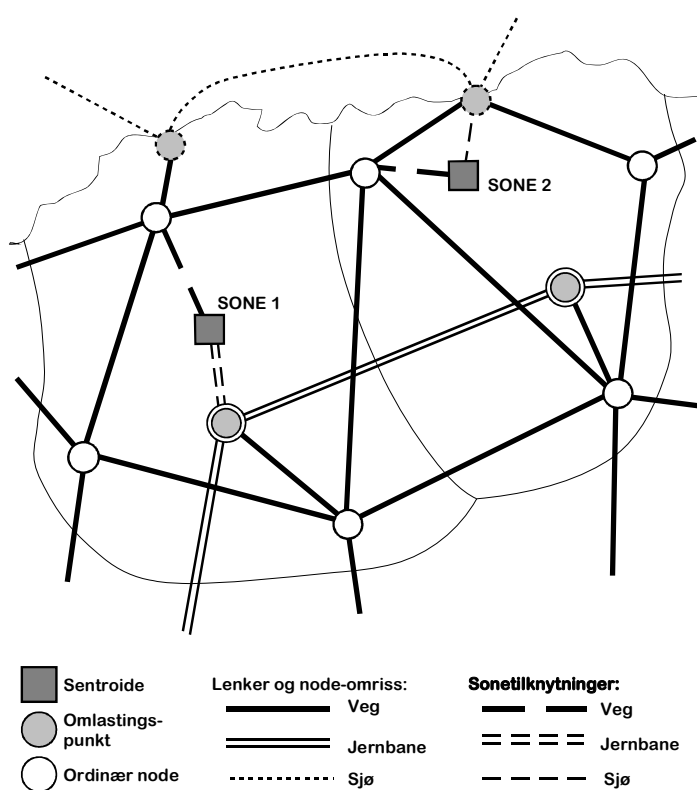
Den store fordelen ved å bruke en nettverksmodell i forhold til å gjøre partielle analyser av et tiltak, er at en på en enkel måte får tatt hensyn til slike forhold som at en infrastrukturinvestering et sted i transportnettet ofte påvirker svært mange transportrelasjoner, og gjerne langt unna der tiltaket faktisk gjøres. En sikrer også konsistens mellom transportformene, samtidig som en unngår problemer med dobbelttelling av effekter. Dette er noe som ellers lett kan skje ved partielle analyser, f eks ved at to eller flere konkurrerende prosjekter beregner gevinster av den samme trafikken. I enkelte tilfeller kan situasjonen også være slik at prosjekter gjennomført samlet har høyere verdi enn det summen av prosjektene enkeltvis skulle tilsi, noe som er vanskelig å avdekke uten bruk av f eks nettverksmodeller.

5.2.2 Nærmere om noen av elementene i nettverksmodellen

Nettverket representerer infrastrukturen i det området som betraktes. Sentralt i nettverket står sentroider som angir tyngdepunktet i *sonene* som defineres. Sonene utgjør geografiske områder, som fungerer som start- og målpunkter for transport. I og med at en kun opererer med ett punkt innen hver sone, er det kun transport *mellom soner* som kan behandles og illustreres grafisk i en modell som dette.

Basisnettverket defineres ved *noder* (vegkryss, jernbanestasjoner, havner mv) som er koordinatfestet, og *lenker* mellom nodene (vegstreknings, farleder til sjøs mv). Lenkene defineres ved fra- og tilnode, lengde, transportmiddel, hvilken *kostnadsfunksjon* som gjelder for hver varegruppe (gjerne sammensatt som en generalisert kostnad) mv.

Et *omlastningspunkt* (transfer) er gitt ved en spesifikasjon av overgangsnode, inngående og utgående lenke med tilhørende transportmidler, og en kostnadsfunksjon. I praksis tenker vi vanligvis på dette som terminaler (jernbanestasjoner, havner mv). Figur 5.1 viser en skisse av deler av et nettverk med soner, sentroider, noder, lenker og omlastningspunkter.



Figur 5.1. Skjematiske utsnitt av et STAN-nettverk med soner, noder, lenker og omlastningspunkter

En *varegruppe* (produkt) kan være et enkelt vareslag eller flere vareslag gruppert, som det er forbundet transportstrømmer med.

Matrisene inneholder data om ulike forhold mellom sonene i nettverket. Den vanligste formen for matriser er de såkalte Origin-Destination (OD) matrisene, dvs matriser over transportstrømmer f eks for ulike varegrupper og/eller transportmidler.

Funksjonene angir hvilke kriterier aktørene velger transportmiddel og transportrute etter. For hver lenke og omlastningspunkt kan en spesifisere inntil tre enkeltfunksjoner, som ved hjelp av vektter settes sammen til en generalisert kostnad. De tre funksjonene omtales ofte som kostnad, forsinkelse og ”annet”, selv om det er opp til den enkelte

bruker selv å definere hva han ønsker å legge i dem, dvs innhold og form på funksjonene kan variere fra nettverksmodell til nettverksmodell. Ettersom transportkostnadene i praksis ofte varierer mellom ulike varegrupper, samtidig som de ulike varegruppene stiller ulike krav til transporten, deles godset ofte inn i grupper basert på vareslag eller andre kjennetegn. Form og innhold i funksjonene vil derfor variere både med transportmiddel og varegruppe.

Funksjonene uttrykkes f.eks. slik at de angir enhetskostnader pr tonn. Multiplisert opp med godsmengde på den enkelte lenke eller omlastingspunkt fås da de totale kostnader i systemet. Det er dette målet som minimeres ved beregning av optimal løsning, ved at godset fordeles på transportmidler og transportruter på den i sum ”billigste måte” (systemoptimum).

Hvert fullstendige sett med nettverksdata, matriser og kostnadsfunksjoner utgjør et *scenario*. En vanlig analyseform er å sammenligne resultatene fra ulike scenarier. Den mest generelle *optimaliserings-* eller *utleggingsprosedyren* i STAN tar for seg flere varegrupper og flere transportmåter samtidig. En står imidlertid fritt til selv å bestemme i hvilken grad forhåndskunnskap om transportmiddel- og rutevalg legges inn i analysen:

En kan f.eks. enten velge utelukkende å la funksjonene bestemme hvordan transportmiddel- og rutevalget skal foregå innen hver varegruppe, eller legge inn forhåndskunnskap om at det f.eks. for visse vareslag kun er ett eller flere transportmidler som er ”tillatt”. Et eksempel på det siste er f.eks. transportopplegget for flybensin til Gardermoen, hvor alt kommer med tog fra Sjørsøya. En kan også splitte en varegruppe på flere matriser og angi at hver av disse skal gå med ulike transportmidler.

For import og eksport har vi i denne første versjonen av modellen valgt å la funksjonene bestemme hva som foregår innen hver varegruppe.

5.3 Nettverket i NEMO

5.3.1 Generelt

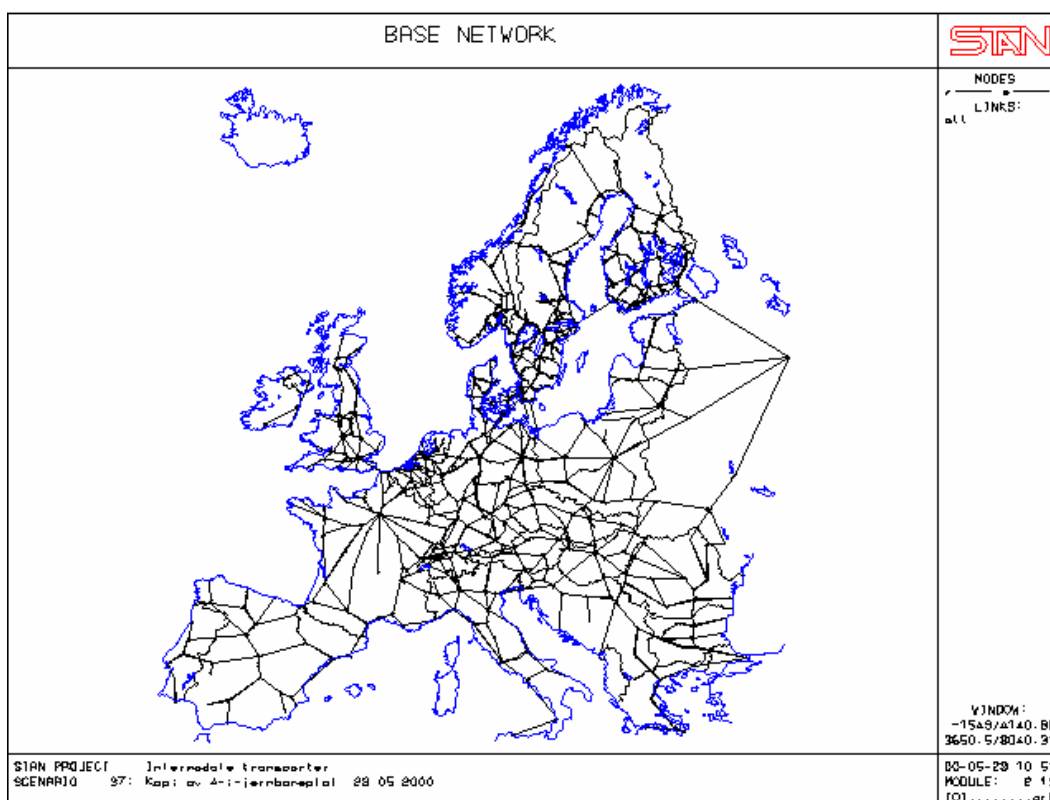
Soneinndelingen i den opprinnelige versjonen av NEMO (den nasjonale modellen) er basert på kommunene i Norge, dvs hver kommune er én sone. Sentroiden eller godstyngdepunktet er geografisk plassert i kommunesentret. I nettverket fra STEMM er landene i Norden delt inn i fylker, mens andre land i Nord-Europa er delt inn i 2 eller flere soner. I resten av Europa er hvert land én sone, mens en ellers i verden har én sone pr verdensdel. Med hensyn til datatilgjengelighet er det viktig med en soneinndeling som er tilpasset de samme administrative inndelinger som benyttes for å etablere statistikk om transport, befolkning, næringsstruktur osv.

I den utvidede versjonen av NEMO har vi beholdt en soneinndeling med kommuner i Norge, mens vi pga mangel på detaljerte nok data ved etableringen av OD-matriser opererer med kun én sone i hvert av de andre landene i Europa (inkludert Norden), samt for andre verdensdeler. Vi gjør dermed den meget grove forenkling at alt gods til et land/verdensdel skal til samme sted, og regner transportarbeid og transportkostnader kun fram til dette punktet. Dette vil ikke nødvendigvis bety så mye da det vi i praksis studerer er endringer mellom scenariene.

Vi opererer i modellen med transportformene veg, jernbane, sjø, indre vannveger og ferger. For sjø har vi delt inn i linjefart innen Europa og oversjøiske transporter til og fra havner på kontinentet. Fergene er inndelt i ro-ro ferger (kombinerte person- og godsfer-

ger) og jernbaneferger. Innenlandsfergene i Norge regnes som en del av riksvegnettet, dvs som en del av vegtransporten. Mesteparten av nettverksinformasjonen fantes i de to nettverkene som ble slått sammen, men for ro-ro ferger og linjefart måtte vi innhente egen informasjon, jfr kapittel 5.3.2 og 5.3.3 under.

Et eksempel på transportnettverket er vist i følgende figur, her illustrert ved jernbanenetttet i Europa:



Figur 5.2. Jernbanenetttet i Europa.

De ulike nettverkene er knyttet sammen i et stort antall terminaler, med mulighet for omlasting mellom de aktuelle transportmidlene. Disse dekker hele spektret fra mindre jernbaneterminaler hvor en kun har mulighet for omlasting mellom veg- og jernbanetransport, til de største havnene hvor omlasting skjer mellom landverts transport (veg eller jernbane) og ulike former for sjøtransport (f eks ferger, linjefart, indre vannveger osv).

5.3.2 Linjefarten til og fra Norge

I nettverket fra STEMM var ikke tilbudet av linjefart i Europa inkludert. En viktig del av arbeidet i dette prosjektet har derfor vært å innhente og tilrettelegge informasjon om linjefarten i norsk utenrikshandel for å få med dette transporttilbudet i NEMO. På bakgrunn av publikasjonen *Norske rederier med utenriks linjefart, mars 1999* fra Norges Rederiforbund, informasjon fra rederiene selv og en oversikt som Containerisation

International laget i mars 1998, har vi kartlagt hvilke relasjoner mellom Norge og utlandet som dekkes og med hvilken frekvens.

Det er noe usikkerhet knyttet til kvaliteten på en del av den informasjonen som vår oversikt bygger på, både fordi linjetilbudet kan variere med årstiden, og fordi all informasjon ikke i tilstrekkelig grad er kvalitetssikret. I tillegg kan det være linjetilbud som vi ikke har fått oversikt over i vårt arbeid.

Vi har ikke definert kapasitet i transporttilbudene som en parameter i nettverksmodellen. Kapasiteten i linjefart kan imidlertid raskt endres ved at nye ruter settes opp eller ved at eksisterende ruter legges ned. På litt lengre sikt er også skipsstørrelsen fleksibel. Det er derfor først og fremst for infrastruktur i havnene at det å utelate kapasitetsbegrensninger i modellen er urealistisk, og dette er noe vi må se nærmere på i det videre arbeidet med modellen.

Vi har lagt inn totalt 69 norske havner med faste seilinger til og fra utlandet. En del av dette kan være faste bulkseilinger fra fabrikk-kaier, og dermed falle utenfor det man normalt omtaler som linjefart. Vi har likevel tatt det med i vår oversikt. Tilsvarende er 40 utenlandske havner lagt inn som destinasjon eller opprinnelsessted for disse seilingene.

De viktigste norske og utenlandske havnene, rangert etter anløp per uke er gjengitt i hhv tabell 5.1 og 5.2. I tabellene er imidlertid ikke ordet anløp brukt i tradisjonell forstand da vi for skip som anløper flere utenlandske havner som en del av den faste ruteplanen, har lagt inn hver mulig transportrelasjon mellom norsk og utenlandsk havn som et selvstendig anløp (en rute mellom f eks Grenland, Rotterdam og Hamburg vil da telles som 2 anløp i Grenland og 1 anløp i hhv Rotterdam og Hamburg). Dette innebærer at tabellenes antall anløp i hver havn i mange tilfeller er større enn det antall linjer som fysisk er innom havnen. (En bedre beskrivelse av tabell 5.1 hadde kanskje vært antall ukentlige forbindelser til utenlandske havner og tabell 5.2 antall forbindelser pr uke med norske havner.)

Tabell 5.1. De viktigste norske havner etter "antall anløp" per uke for skip i faste seilinger til/fra utlandet

Havn	Anløp per uke
Oslo	94
Borg	80
Moss	62
Kristiansand	53
Bergen	26
Halden	19
Karmsund	16
Sandnes	13
Grenland	13

Tabell 5.2. De viktigste utenlandske havner etter "antall anløp"
per uke for skip i faste seilinger til/fra Norge

Havn	Anløp per uke
Rotterdam	86
Hamburg/Cuxhaven	50
Bremerhaven	47
Antwerpen	32
Århus	32
Gøteborg	30
Helsingborg	24
Great Yarmouth	19
Hull/Immingham	19
Halmstad	18

5.3.5 Fergetrafikken mellom Norge og utlandet

På tilsvarende vis som for linjefarten har vi også hentet inn informasjon om fergerutene til og fra Norge og lagt disse inn i modellen.

Det går 12 fergeruter mellom havner i Sør-Norge og havner i Sverige, Danmark, Tyskland og Storbritannia. Disse fergene er helt sentrale i næringslivets utenrikstransporter. I tillegg regnes Gøteborg for å være den viktigste fergehavnen etter Oslo når det gjelder godstransport til og fra Norge. Rutene som er lagt inn i godstransportmodellen er vist i tabell 5.3 under.

Tabell 5.3. Fergeforbindelser mellom Norge og utlandet

Norsk havn	Utenlandsk havn	Antall per uke
Oslo	Hirtshals	6
Oslo	Kiel	7
Oslo	København	7
Oslo	Helsingborg	7
Bergen	Hanstholm	3
Egersund	Hanstholm	4
Kristiansand	Hirtshals	17
Kristiansand	Gøteborg	3
Kristiansand	Newcastle	2
Larvik	Fredrikshavn	7
Larvik	Hirtshals	4
Moss	Fredrikshavn	7
Moss	Hirtshals	4
Sandefjord	Strømstad	37

5.4 OD-matrisene

5.4.1 Innledning

For å kunne analysere transport mellom Norge og utlandet, er det behov for best mulig informasjon om godsstrømmer for ulike varegrupper mellom kommuner i Norge og destinasjoner utenlands. OD-matriser for Norges utenrikshandel er derfor beregnet, bl a basert på SSBs Utenrikshandelsstatistikk 1997. Som nevnt i kapittel 3 ble statistikken fra og med dette året betydelig forbedret, ved at produksjonsfylke for eksportvarene ble registrert, mot før bare tollsted. For import registreres fremdeles bare tollsted, dvs en kjenner i utgangspunktet ikke faktisk mottakerfylke for godset.

Det er gjort svært få undersøkelser om *hvor* fortolling faktisk skjer. Én slik undersøkelse ble gjort i forbindelse med NOU 1988: 27a, ”Transport og konkurranseevne”. 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 1997 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 en svært høy andel av importerte varer. Dette gjelder til en viss grad matvarer, men særlig møbler, klær etc.

5.4.2 Detaljerte matriser

Eksport

Som nevnt kjenner vi produksjonsfylke fra utenrikshandelsstatistikken, men produserte mengder i fylkene må fordeles videre på kommuner i fylket. Det kunne da tenkes at informasjon om tollsteder ville være til hjelp. Mye tyder imidlertid på at valg av tollsted er mer avhengig av transportmiddelvalg og nærhet til riksgrensen, enn nærhet til produksjonssted. F eks for gods produsert i Hedmark fortolles 75 prosent i Kongsvinger tollsted, og 12 prosent i Hamar. I Rogaland fortolles 65 prosent av eksportgodset i Haugesund og 26 prosent i Egersund, men bare 8 prosent i Stavanger, og knapt noe i Sandnes.

Vi mener derfor at forholdet mellom tollsted og produksjonssted er såpass usikkert at en bør finne andre kilder for å fordele produsert gods i fylket til kommuner. Som et utgangspunkt har vi valgt å bruke ”marginaler”, dvs oversikter over totale godsstrømmer inn og ut av kommuner, som tidligere er beregnet i forbindelse med utviklingen av innenlandsversjonen av NEMO. Disse dekker industriproduksjon, energiproduksjon og produksjon i primærnæringene. Marginalene er beregnet for de fire hovedvaregruppene i den opprinnelige versjonen av NEMO (stykkegoods, tømmer/trelast, olje- og olje-produkter, tørr bulk), og er basert på forskjellige næringsstatistikker fra SSB, bl a industristatistikk og primærnæringsstatistikk.

I tillegg bruker vi kunnskap fra andre kilder, f eks når det gjelder eksport av kunstgjødsel, metaller og olje, for å få en så riktig fordeling som mulig der det går store godsstrømmer. For eksport av fisk har vi brukt SSB’s fiskeristatistikk med oversikt over tonnmengder i ilandføringskommuner.

Vi har sett eksempler på at produksjonsfylke synes å være kodet feil i utenrikshandelstatistikken. F eks ser Norsk Hydro's aluminiumsproduksjon på Sunndalsøra ut til å være fortollet i Kristiansund, mens Sogn og Fjordane er registrert som produksjonsfylke. I dette tilfellet er tallene justert ved beregning av matrisene (Sogn og Fjordane har selvsagt fått "beholde" produksjonen i Årdal).

Fra utenrikshandelstatistikken har vi 2-sifret SITC-kode som beskriver vareslaget. Vi har gjort en aggregering i 15 varegrupper som er noenlunde homogene, og som er hensiktsmessig når vi skal vurdere fordelingen til kommuner. Varegruppene som er valgt er vist i tabell 5.4. Nærmere informasjon om beregningen av matrisene er gitt i Jule (1999).

Tabell 5.4. Oversikt over varegrupper det er beregnet eksportmatriser for. Tall ekskl. kontinentalsokkelen.

Varegruppe	Mengde 1997 (mill tonn)	SITC	Varegruppe oppr. NEMO
1 Levende dyr, mat- og drikkevarer unntatt fisk, korn, tobakk	0,37	00-02, 04-12	Stykkgoods
2 Fisk	1,68	03	Stykkgoods
3 Tekstilfibre, huder, skinn, oljefrø, rågummi, oljer og fett (f eks av fisk)	0,34	21-23, 26,29, 41-43	Stykkgoods
4 Tømmer, trelast, kork	0,79	24	Tømmer, trelast
5 Papirmasse/-avfall, rå gjødningsstoff, mineraler	14,2	25,27	Tørrbulk
6 Malmer	1,08	28	Tørrbulk
7 Kull	0,03	32	Tørrbulk
8 Olje	12,0	33	Olje
9 Gass	3,3	34	Tørrbulk
10 Kjemiske og farmasøytiske produkter, fargestoffer, rengjøringsmiddel, plastråstoff	6,12	51-55, 57-59	Tørrbulk
11 Kunstgjødsel	2,45	56	Tørrbulk
12 Varer av lær, gummi, tre, kork, tekstil/stoffer, mineraler (f eks dekk, slanger, dører, vinduer, garn, fliser)	1,18	61-63, 65-66	Stykkgoods
13 Papir og papp	2,02	64	Stykkgoods
14 Metaller	3,26	67-68	Tørrbulk
15 Varer av metaller, maskiner, apparater, instrumenter, kjøretøyer, ferdige varer (møbler, reiseeffekter, klær, sko), annet	0,52	69-90	Stykkgoods

For *stykkgoods* dominerer eksport av papir og papirprodukter. De viktigste kommunene her er Østfoldbyene (f eks Borregaard, Peterson), Levanger (Norske Skog) og Ringerike (Follum). En annen viktig varegruppe er fisk, der bl a Vestlandskommunene Ålesund, Vågsøy og Herøy er store.

For *tømmer og trelast* er kommuner i Hedmark dominerende. Høyt oppe kommer også Ringerike, Spydeberg og Halden.

De tre største kommunene når det gjelder eksport av *tørrbulk* (definert som bulk minus olje og oljeprodukter) er Porsgrunn, Tysvær (gass) og Rana. Innen tørrbulk er særlig varegruppe 5 i tabellen over (papirmasse og -avfall (SITC 25) og rå gjødningsstoffer og mineraler (SITC 27)) stor, med 14,2 millioner tonn årlig. Fylker som dominerer eksporten av varegruppe 5 er Rogaland (43 prosent av eksporten), Hordaland (13 prosent) og Møre og Romsdal (19 prosent). For disse fylkene er så godt som alt (99,9 prosent) SITC 27; rå gjødningsstoffer og mineraler.

Bare tre kommuner har *oljeeksport* av større mengder. Dette er Lindås (Mongstad), Sola og Tønsberg (Slagentangen).

Det er vanskelig å få oversikt over alle deler av denne statistikken, særlig når det gjelder eksport av tørrbulk. For å få sikre tall på kommunenivå på de enkelte varegruppene måtte vi gå enda mer detaljert til verks når det gjelder varegrupper og bedrifter. For eksport har vi imidlertid rimelig sikre tall på fylkesnivå, og selv om kommunetallene er noe usikre, bør matrisene slik de her foreligger være tilstrekkelige for vårt formål.

Import

I utenrikshandelsstatistikken er bare tollsted registrert for import. Dette gir svært usikre tall når det gjelder regional fordeling. Dersom vi ser på typiske konsumvarer som matvarer og klær, møbler etc er det tydelig at enkelte tollsteder er sterkt overrepresentert i forhold til folketall (spesielt Oslo tollsted). 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 spres til resten av landet.

For noen varegrupper vil det være slik at varer mellomlagres eller terminalbehandles før videretransport 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. I og med at fokus i dette prosjektet er å følge godset også i transportkorridorer i Norge har vi valgt å beregne matriser som inkluderer videretransporten.

Importert gods har vi fordelt til de ulike delene av landet i to trinn:

1. *Fordeling til fylker med utgangspunkt i tollsted.* Gods til tollsteder som ser ut til å være overrepresenterte (i hovedsak Oslo og tollsteder i Østfold), spres til de ulike fylkene etter visse fordelingsnøkler. Kilder til disse kan være ulike statistikker som varehandel, industristatistikk (råvarer) etc.
2. *Fordeling til kommunene i fylket vha ulike statistikkilder* (befolkning, varehandel, industriproduksjon etc).

De tall vi har fra utenrikshandelsstatistikken deler godset inn i 29 varegrupper. Vi har aggregert disse videre til 17 grupper som er rimelig homogene, og som igjen kan aggregeres til de fire hovedvaregruppene i NEMO. En oversikt over dette er gitt i tabell 5.5.

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.

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.

Med utgangspunkt i matriser over opprinnelsesland og *tollstedsfylke* for de 17 varegruppene, og ved hjelp av disse datakildene, samt noe lokalkunnskap og kontakt med noen større bedrifter, er det beregnet matriser over opprinnelsesland og *destinasjonskommune* for hver av de 17 varegruppene.

Mer detaljer om beregningen av matrisene er gitt i Jule (1999).

Tabell 5.5. Oversikt over varegrupper som det er beregnet importmatriser for. Tall ekskl. kontinentalsokkelen.

Varegruppe	Mengde 1997 (mill tonn)	SITC	Varegruppe oppr. NEMO
1 Levende dyr, mat- og drikkevarer, tobakk	1,5	00-03, 05-12	Stykkgoods
2 Korn	0,5	04	Tørrbulk
3 Tekstilfibre, huder, skinn, oljefrø, rågummi	0,4	21-23, 26,29	Stykkgoods
4 Tømmer, trelast, kork	3,2	24	Tømmer, trelast
5 Papirmasse/-avfall, rå gjødningsstoff, mineraler	3,9	25,27	Tørrbulk
6 Malmer	4,5	28	Tørrbulk
7 Kull, gass	2,1	32,34	Tørrbulk
8 Olje	5,1	33	Olje
9 Oljer og fett	0,3	41-43	Stykkgoods
10 Kjemiske og farmasøytiske produkter, fargestoffer, rengjøringsmiddel, plastråstoff, kunstgjødsel	3,1	51-59	Tørrbulk
11 Varer av lær, gummi, tre, kork, tekstil/stoffer, mineraler (eks dekk, slanger, dører, vinduer, garn, fliser)	1,2	61-63, 65-66	Stykkgoods
12 Papir og papp	0,7	64	Stykkgoods
13 Metaller	2,3	67-68	Tørrbulk
14 Varer av metaller (eks verktøy, kniver)	0,3	69	Stykkgoods
15 Maskiner, apparater, instrumenter	0,7	71-77, 87-88	Stykkgoods
16 Kjøretøyer	0,4	78-79	Stykkgoods
17 Ferdige varer (møbler, reiseeffekter, klær, sko), annet	0,5	81-90	Stykkgoods

Når det gjelder import av *stykkgoods* dominerer de største byene, noe som virker rimelig.

Størst import av *tømmer og trelast* har Levanger (Norske Skog), Hurum (Tofte), Sarpsborg, Ringerike, Moss og Halden.

De 10 største kommunene når det gjelder import av *tørrbulk* er Porsgrunn, Kristiansand, Bamble, Stavanger, Karmøy, Sarpsborg, Odda, Årdal, Rana og Tysfjord. Grenlandsområdet har store mengder import av varegruppene 10 (kjemiske/farmasøytiske produkter), 5 (papirmasse, rå gjødningsstoff, mineraler) og 7 (kull/gass). Vest-Agder importerer store mengder malmer og metaller. Stavanger har import av mange typer tørrbulk; malmer, metaller, papirmasse, rå gjødningsstoff og mineraler. Korn utgjør også en vesentlig andel, og brukes først og fremst til produksjon av fiskefôr. Karmøy, Odda, Årdal, Rana og Tysfjord har store bedrifter som Hydro, Elkem og Norcem. Importen av bulk til Sarpsborg og de andre Østfoldbyene er først og fremst innen varegruppe 5 (papirmasse, rå gjødningsstoff og mineraler). Når det gjelder de største byene utgjør kornimporten en vesentlig andel av tørrbulken. Ellers har en import av varer innen flere grupper. I Oslo dominerer import av kjemiske og farmasøytiske produkter etc.

Kommuner som topper listen når det gjelder import av *olje og oljeprodukter* er Lindås, Tønsberg, Sola og Oslo. For de andre kommunene er det bare små tall.

5.4.3 Matriser for modellens varegrupper

I den opprinnelige versjonen av NEMO, og også i mange andre sammenhenger, har en operert med en firedeling av godset, i gruppene stykkgoods, tømmer og trelast, tørr bulk og flytende bulk. Dette er en inndeling som for mange formål fungerer bra, men som

kanskje er noe grov for den type analyser som ønskes gjort i dette prosjektet. Det er heller ikke hensiktsmessig med en så detaljert inndeling som vi har beskrevet i foregående avsnitt (15-17 varegrupper). For det første ville det vært altfor ressurskrevende, om i det hele tatt mulig ut fra datahensyn, å etablere egne kostnadsfunksjoner for så mange varegrupper, for det andre tillater ikke modellsystemet at så mange varegrupper analyseres simultant.

I Sverige har nylig SIKÅ (Statens Institut for Kommunikasjons Analys) m fl utviklet en tilsvarende modell for transporter innen Sverige og mellom Sverige og resten av verden. I denne modellen har de valgt en varegruppering hvor kanskje den største forskjellen fra vår opprinnelige er at stykkgodset er inndelt i flere grupper. Dette er en klar fordel da en ved det unngår at alt stykkgoods behandles som om det stiller samme krav til transportløsningen. Kriterier for den svenske inndelingen er godsets verdi (kr/kg) og tetthet (tonn/m³), som begge er av betydning for hvilke transportkostnader en møter ved forskjellige transportløsninger og hvilke transportkostnader godset "tåler".

Følgende seks varegrupper er definert:

Tabell 5.6. Inndeling i varegrupper etter godsets tetthet og verdi

A Bulk	B Bulk	C Stykkgoods	D Stykkgoods	E Stykkgoods	F Stykkgoods
Høy tetthet (> 1 tonn/m ³)	Lav tetthet (< 1 tonn/m ³)	Høy tetthet (>0,6 tonn/m ³)	Høy tetthet (>0,6 tonn/m ³)	Lav tetthet (<0,6 tonn/m ³)	Lav tetthet (<0,6 tonn/m ³)
Lav verdi (< 25 kr/kg)	Lav verdi (< 25 kr/kg)	Høy verdi (> 25 kr/kg)	Lav verdi (< 25 kr/kg)	Høy verdi (> 25 kr/kg)	Lav verdi (< 25 kr/kg)

Hver varegruppe er i tillegg tenkt delt i to, avhengig av om godset transporteres i container eller ikke. Dette har vi foreløpig ikke gjort, men det ligger i planene for videreutvikling av modellen.

Fra den norske utenrikshandelstatistikken kan vi beregne verdi pr kg i import og eksport for hver av de hhv 15 og 17 varegruppene i tabell 5.4 og 5.5. Vi har ikke kunnskap om tettheten for hver varegruppe, men har brukt informasjon fra den svenske undersøkelsen til akkurat denne inndelingen. På grunnlag av dette er så hver og en av de hhv 15 og 17 varegruppene plassert i den av de seks aggregerte gruppene A-F i tabell 5.6 som den passer best inn under. Etter gruppering finner vi følgende hovedtall for hver av de seks aggregerte varegruppene:

Tabell 5.7. Hovedtall for de seks varegruppene. Eksklusiv olje fra kontinentalsokkelen. 1997-kroner.

Varegruppe	Eksempel på vareslag	Eksport			Import		
		Mill tonn [1997]	Mill kr [1997]	Kr/kg [1997]	Mill tonn [1997]	Mill kr [1997]	Kr/kg [1997]
A	Kunstgjødsel, mineraler, malmer, metaller, kjemiske produkter.	28,38	58,37	2,06	16,00	51,03	3,19
B	Olje, gass, korn.	49,41	47,44	0,96	5,65	7,57	1,34
C	Varer av metaller, maskiner, transportmidler mv.	0,57	46,20	81,72	1,41	104,65	74,14
D	Matvarer.	2,07	26,32	12,74	1,95	15,29	7,83
E	Møbler, reiseeffekter, klær, sko.				0,50	32,47	64,53
F	Div. råvarer, papir og papp, tømmer/trelast.	4,35	17,04	3,92	5,32	23,19	4,36
Sum		84,76	195,38	2,30	30,84	234,19	7,59

På grunn av at vi allerede ved etableringen av de første import- og eksportmatrisene (avsnitt 5.4.2) gjorde en viss aggregering av vareslag, var det ikke mulig å gjøre den videre aggregeringen helt slik vi ønsket. F eks burde gruppen tømmer og trelast vært fordelt på flere av de seks gruppene, ut fra ulik tetthet mv. Dette har vi ikke hatt mulighet til, og tilsvarende gjelder også for enkelte andre grupperinger.

I en analyse hvor en bl a studerer potensialet for intermodale transporter er det i første rekke stykkgodsvaregruppene (C-F) som er interessante. Bulkvarer i gruppe A og B går for Norges del i stor utstrekning med skip direkte mellom industri- eller bedriftskaier, og er i mindre grad påvirket av de tiltak som analyseres. En ser imidlertid at også tradisjonelle bulkvarer i økende grad fraktes i container, slik at deler av disse gruppene etter hvert blir å betrakte på tilsvarende vis som stykkgoods i transportsammenheng.

5.5 Verdsetting av tid og kvalitet i godstransport

5.5.1 Innledning

Kostnadsfunksjonene i STAN benyttes til å beregne kostnader ved alternative transportmidler og trasévalg, og på grunnlag av dette fordeles godset på ulike transportløsninger. Vi har valgt å benytte kostnadsfunksjoner som forsøker å uttrykke transportkjøpers kostnad ved transport mellom et start- og et målpunkt. Kostnaden avhenger både av transportmiddel, hvilke lenker i nettet som benyttes og hvilke omlastinger som foretas i havner og terminaler. Til grunn for tilpasningen har vi i modellen valgt å benytte en generalisert kostnad bestående av tre hovedkomponenter; operative kostnader, kostnader knyttet til transportkvalitet (inkl tidskostnader), og ventetidskostnader knyttet til transportmidlets avgangsfrekvens.

For å kunne vurdere tids- og kvalitetsforandringer i godstransport opp mot de operative kostnader for transporten er det nødvendig å kunne verdsette alt i økonomiske enheter, dvs kroner.

Praktisk bruk av verdien av innspart godstid, verdien av redusert risiko for forsinkelser osv er imidlertid ikke uproblematisk. Verdien som bestemmes gjelder i prinsippet for faktiske sendinger og leveranser mellom avsendere og mottakere. Det er f eks ikke åpenbart at en viss forbedring av infrastrukturen, som medfører kortere transporttid på en gitt lenke, også leder til at transporttiden dør-til-dør for de transporter som utnytter den aktuelle lenken faktisk også forkortes tilsvarende. Når det gjelder forkorting av transporttid kan en likevel føre samme resonnement som når en snakker om små tidsgevinster og hevde at selv om enkelte forbedringer ikke umiddelbart kan omgjøres til en tidsgevinst i dør-til-dør transporten så kommer tidsgevinsten likevel til å nyttiggjøres på lengre sikt og sammen med den akkumulerte effekten av mange tiltak som gjennomføres over tid.

Praktisk vurdering av forsinkelser er kanskje mer problematisk enn tidsvurderingen, noe vi kommer tilbake til i et senere avsnitt.

Det er i Norge gjort lite arbeid med å beregne verdier for vurdering av tid og kvalitet i godstransport. I NEMO har vi derfor valgt å basere oss på verdier fra Sverige, hvor det nylig er gjennomført en SP-studie (stated preferences) med formål å estimere godstidsverdier og verdier for forsinkelses- og skaderisiko for hver av de seks varegruppene de benytter i sin modell. Studien er gjort for SIKÅ, og ble gjennomført av svenske Inregia, med COWI (dansk) og Accent (engelsk) som underleverandører. Det pekes på en hel

del metodemessige problem i forbindelse med undersøkelsen, f.eks varegruppeinndelingen og spillkonstruksjonen (utforming av SP-undersøkelsen), som kan medføre heteroskedastisitet som leder til ustabile parameterestimater mellom ulike modellspesifikasjoner. Undersøkelsen er også basert på et relativt lite utvalg, noe som medfører usikre estimat spesielt på grunn av det heterogene materialet. Det er likevel estimert parametre basert på undersøkelsen, ut fra to ulike modeller.

Opprinnelig var tanken at studien skulle beregne de ulike verdiene uavhengig av transportmiddel, men dette viste seg vanskelig å gjennomføre, og beregningene ble i stedet gjort på den tradisjonelle måten med inndeling i ulike transportmidler.

5.5.2 Tidsverdi for godset

SIKA er imidlertid av den oppfatning at tidsverdien for gods i prinsippet ikke bør variere mellom ulike transportmidler når det gjelder samme varer i samme transportsituasjon. Forskjellene som framkommer i datamaterialet skyldes først og fremst ulik varesammensetning og forskjeller i vareverdi mellom de ulike transportmidlene. Varesammensetningen kan imidlertid til en viss grad antas å være avhengig av transportmidlenes egenskaper, og om disse endres kan også varesammensetningen endres.

Den svenske tidsverdistudien viser at det finnes en klar sammenheng mellom kapitalkostnad regnet ut fra vareverdien for godset og godsets tidsverdi, men at tidsverdien generelt sett er høyere enn kapitalkostnaden. Dette antas å gjenspeile kostnader for "varer i transport" som ikke fanges opp i kapitalverdiberegningen. Det finnes imidlertid liten kunnskap om sammensetning og størrelse på disse kostnadene. Sammenhengen mellom beregnet tidsverdi og kapitalkostnad utgjør en faktor på 4 for gods transportert med lastebil og 2 for sjøfart, mens en ikke finner noen slik sammenheng for jernbane-gods.

Ut fra dette finner SIKA det mest fornuftig å legge en kapitalkostnadsbasert verdi til grunn for tidsvurderingen. 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 bør en ta hensyn til at all teoretisk kalendertid i løpet av et år ikke 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).

Den bedriftsøkonomiske kalkulasjonsrenten settes av SIKA til 20 prosent. Dette synes for oss noe høyt, og vi velger å i stedet å benytte en sats på 15 prosent.

Ved å benytte utenrikshandelsstatistikkens tall for vareverdi (1997), beregnes følgende tidsverdier for våre seks varegrupper.

Tabell 5.8. Vareverdi og tidsverdi for de ulike varegruppene. Kroner pr kg og kroner pr tonn og time.
Kilde: SSBs Utenrikshandelsstatistikk 1997. Vareverdi i 1997-kroner, tidsverdi justert til 1999-kroner.

	Bulk		Stykkegods				Totalt
	A	B	C	D	E	F	
Vareverdi (kr/kg)	2,47	1,00	76,31	10,35	64,53	4,16	2,23
Tidsverdi (kr/tonn/time)	0,21	0,09	6,56	0,89	5,55	0,36	0,19

I forhold til tidsverdiene vi tidligere har benyttet i NEMO, innebærer disse nye verdiene en atskillig større spredning mellom varegruppene. I Sverige brukte de fra før tidsverdier som varierte med transportmiddel, og deres nye verdier førte i mange tilfeller til en økning av tidsverdien for gods på jernbane og en senkning for lastebiltransporter.

I modellen beregnes tidskostnader for godset ved at tidsverdien fra tabellen over multipliseres med tidsbruk på lenker og i omlastinger.

5.5.3 Verdsetting av risiko for forsinkelse

For verdsetting av forsinkelsesrisiko er det også gjort en ny undersøkelse i Sverige, der følgende verdier er beregnet for en promille reduksjon av forsinkelsesrisiko pr tonn, omregnet til norske kroner.

Tabell 5.9. Verdsetting av redusert forsinkelsesrisiko. Kroner pr tonn og promille. 1999-kroner.

	Bulk		Stykkogods				Totalt
	A	B	C	D	E	F	
Kr pr tonn og promille redusert forsinkelsesrisiko	0,95	1,43	2,67	1,34	8,78	1,34	3,15

Verdien for alle varegrupper samlet ligger noe lavere enn det de tidligere har benyttet for lastebiltransporter i Sverige, men betydelig over det som er benyttet for jernbane-transporter.

I og med at det ikke er gjort tilsvarende studie i Norge, velger vi å benytte disse tallene for verdien av endret forsinkelsesrisiko. For å ha fullt utbytte av å bruke denne type tall for verdien av forsinkelsesrisiko trengs i prinsippet en enkel effektmodell som beskriver hvordan ulike tiltak (f eks veginvesteringer, dobbeltspor osv) påvirker den enkelte lenkes marginale bidrag til forsinkelsesrisikoen. Dette har vi ikke i dag. Så lenge risikoen varierer mellom transportformene og er uttrykt som en funksjon av transportdistanse, vil vi likevel få fram at forsinkelsesrisikoen vil endres ved endringer i transportmiddelvalg eller kortere fremføringsdistanse.

Kostnaden ved forsinkelser beregnes i modellen som produktet av forventet risiko for forsinkelse (varierer med transportmiddel) og kostnaden for denne risiko for det produkt som transporteres (jfr tabell 5.9). På lenker uttrykkes forsinkelsesrisikoen som en funksjon av transportdistanse, mens en ved omlasting opererer med en gitt risiko avhengig av hvilke transportmidler omlastingen skjer mellom.

5.5.4 Verdsetting av risiko for skade

Grunnlaget for å beregne skaderisiko ut fra den svenske studien er fremdeles ufullstendig, og det er også usikkert om verdien av skaderisiko i det hele tatt er mulig å beregne herfra. SIKA foreslår derfor at en inntil videre ikke trekker inn skaderisiko i beregningene, en anbefaling vi slutter oss til da vi heller ikke i Norge har undersøkelser å bygge på.

5.6 Kostnadsfunksjonene

5.6.1 Innledning

I dette kapitlet vil vi gå nærmere inn på hvordan kostnadsfunksjonene i modellen er bygget opp, bl a hvilke parametre som inngår. Som nevnt tidligere benytter vi en generalisert kostnadsfunksjon til å fordele godset på transportmidler og –ruter. Denne består av tre hovedkomponenter; operative kostnader, kostnader knyttet til transportkvalitet, og ventetidskostnader knyttet til frekvens:

$$C_{\text{Tot}}^{\text{lenke+node}} = \alpha_1 C_{\text{oper}} + \alpha_2 C_{\text{kval}} + \alpha_3 C_{\text{frekv}}$$

Vektene α_i kan benyttes til å vektlegge de tre elementene forskjellig, men er i første omgang alle satt til 1.

5.6.2 Operative kostnader

På lenker

Den operative kostnaden betegner operatørens kostnad, og kan under nærmere betingelser gjenspeile den pris som transportkjøper står overfor. Den operative kostnaden på transportlenkene kan splittes i en avstandsavhengig og en tidsavhengig komponent.

$$C_{\text{Oper}}^{\text{lenke}} = c_l * \text{lengde} + c_t * \text{tid}$$

Her er:

c_l : Avstandsavhengig kostnad for gitt kombinasjon av transportmiddel og varegruppe (kr/tonnkm)

lengde: Lengde på lenken i kilometer

c_t : Tidsavhengig kostnad for gitt kombinasjon av transportmiddel og varegruppe (kr/tonn og time)

tid: Tidsbruk på lenken (timer)

Den avstandsavhengige komponenten kan f eks være utgifter til drivstoff og olje osv, samt den del av reparasjons- og vedlikeholdskostnadene som er avhengig av utkjørt distanse. En del av kapitalkostnadene vil også avhenge av hvor mye kjøretøyet benyttes.

Tidsavhengige kostnader er kostnader som påløper uavhengig av årlig utkjørt distanse. Den tidsavhengige kostnaden dekker lønn inkludert sosiale utgifter til sjåfører eller mannskap, administrasjons- og felleskostnader, den del av reparasjons- og vedlikeholdskostnadene som ikke avhenger av utkjørt distanse, kostnader knyttet til avskrivninger på kjøretøy, fartøy, materiell, mm.

Kostnadsfunksjonene differensieres etter hvilken varegruppe som transporteres og hvilket transportmiddel som utfører transporten.

Et eksempel på hvordan de operative lenkekostnadene kan være uttrykt er gitt i det følgende:

$$C_{\text{Oper}}^{\text{lenke}} = \beta * [c_l * \text{lengde} + c_t * \text{lengde/hast} + c_t * \text{tid}_{gr}] + \text{avgift}$$

Her er

β : Justeringsfaktor (nivåregulering) for c_l og c_t . Kan f.eks. benyttes for å fange opp at gitte lenker, korridorer eller regioner har et annet kostnadsnivå enn resten.

hast: Hastighet på lenken (km/t), (lengde/hast = tidsbruk)

tid_{gr}: Tidsbruk ved grensepassering (timer)

avgift: Ekstra lenkeavgift (kr/tonn), f.eks. bompenger

Det første leddet uttrykker dermed den avstandsavhengige lenkekostnaden, mens andre ledd uttrykker kostnaden knyttet til tidsbruken ved fremføring. I tillegg får en ved grensepasseringer for veg- og jernbanetransport (kun mellom EU-land og andre land for vegtransport) inn et ledd knyttet til tidsbruken ved dette. Det siste leddet uttrykker eventuelle bompenger mv.

For lenker inn til havn tilkommer også et ledd med anløpsrelaterte kostnader for skipsfart (havneavgifter mv).

På tilknytningslenkene mellom sentroide og vegnettet, dvs ved start og slutt av transporten, har en i tillegg til fysisk fremføring på lenken (svarende til uttrykket i kostnadsfunksjonen over) også et ledd som uttrykker selve håndteringskostnaden i sentroiden (lasting/lossing av lastebil), samt et ledd svarende til tidsbruken ved dette.

Ved omlasting

Ved omlasting mellom transportmidler i terminaler kan den operative kostnaden tenkes sammensatt av en ren håndteringskostnad, samt en kostnad for tiden transportmidlene bindes opp ved omlastingen. I første omgang vil vi kun ta hensyn til håndteringskostnaden, som varierer mellom type terminal (hvilke transportmidler det omlastes mellom) og varegruppe. I praksis kunne en lagt inn spesifikke kostnader for hver eneste terminal, men dette har vi ikke hatt godt nok datagrunnlag til å gjøre.

Vi får dermed en funksjon av typen

$$C_{Oper}^{lenke} = \delta_i * c_{oml}$$

der

c_{oml} : "normal" omlastingskostnad mellom de to aktuelle mode

δ_i : korreksjonsfaktor for hvordan omlastingskostnaden for varegruppe i er i forhold til "normal" kostnaden

5.6.3 Kostnader knyttet til transportkvalitet

Kvalitetskostnader utgjør den andre komponenten i den generaliserte transportkostnaden, og kan tolkes som "ikke betalte kostnader" som likevel vil påvirke transportkjøpers valg av transportløsning. Transportkvalitetskostnadene er vanskelig kvantifiserbare, i første rekke fordi det ikke finnes markedspriser på de ulike kvalitetsfaktorene. Vi har inkludert to av de viktigste kvalitetsfaktorene i modellen:

1. Tidskostnader for varer som er under transport.
2. Kostnader som er knyttet til forsinkelser. Disse er basert på risiko for forsinkelse på lenker, ved omlasting i terminaler, samt ved passering av landegrenser.

Det ville også vært ønskelig å inkludere kostnader knyttet til risiko for skade under transport, men her har vi foreløpig ikke godt nok datamateriale (jfr avsnitt 5.5.4).

Tidskostnaden for varer under transport beregnes som produktet av transporttiden og varens tidsverdi. Tidsverdien er beregnet med utgangspunkt i varegruppens kapitalkostnad, og avhenger dermed av varens verdi. Avsnitt 5.5.2 går nærmere inn på hvordan tidsverdien er beregnet.

Kostnad ved forsinkelse kan tolkes som en forventet kostnad transportkjøperen legger inn i den totale transportkostnaden. Kostnaden uttrykkes som produktet av forventet risiko for en forsinkelse og kostnaden ved en slik forsinkelse for de varer som kommer for sent fram til mottaker. Den forventede risiko for forsinkelse er en funksjon av transportdistanse og antall omlastinger, og varierer mellom transportmidler.

På lenker

Kvalitetskostnadene på lenker kan uttrykkes som:

$$C_{\text{ kval}}^{\text{ lenke}} = c_{\text{ tv}} * (\text{lengde/hast} + \text{tid}_{\text{ gr}}) + c_{\text{ tvf}} * \text{lengde} * \text{fors} * 0,75 + c_{\text{ tvf}} * \text{tid}_{\text{ gr}} * \text{fors}_{\text{ gr}}$$

Her er:

$c_{\text{ tv}}$: Tidsverdi pr produkt (kr pr tonn og time)

$c_{\text{ tvf}}$: Tidsverdi ved forsinkelser pr produkt (kr pr tonn og promille risiko)

fors: Risiko for forsinkelse pr transportmiddel (promille risiko pr km)

fors_{gr}: Forventet risiko for forsinkelse ved grensepassering (promille)

Her uttrykker første ledd tidskostnaden for fremføringen uten forsinkelser, andre ledd kostnaden for forsinkelser på vanlige lenker og siste ledd tilsvarende ved grensepasseringer. Leddet for forsinkelser på lenker er multiplisert med 0,75 for å uttrykke at 75 prosent av forsinkelsesrisikoen for en transport antas å være knyttet til lenker, 25 prosent til omlastinger.

Ved omlasting

Ved omlasting har en kostnader knyttet både til tidsbruk ved omlastingen og til eventuelle forsinkelser for godset, på samme måte som en har under selve framføringen.

Dette er vist i følgende uttrykk:

$$C_{\text{ kval}}^{\text{ node}} = c_{\text{ tv}} * \text{tid}_{\text{ oml}} + c_{\text{ tvf}} * \text{fors}_{\text{ oml}} * 0.25/2$$

Her er

tid_{oml}: omlastingstid, inklusive lagertid (timer)

fors_{oml}: risiko for forsinkelse (promille) ved omlasting

Første ledd uttrykker dermed kostnadene knyttet til tidsbruk i terminalen, mens det siste gir kostnaden knyttet til forsinkelser ved omlastingen. Som nevnt over antas 25 prosent av forsinkelsene å være knyttet til omlastinger. Videre antas to terminaler i gjennomsnitt å være benyttet ved transporten, og en tar derfor inn halve risikoen pr terminal.

5.6.4 Frekvenskostnader

På lenker

Selv om ventetidskostnader knyttet til frekvens i rutegående transportopplegg vanligvis er å oppfatte som en del av kvalitetskostnadene, har vi av praktiske grunner lagt dette inn som et eget ledd i funksjonene. For ferger og i linjefarten er frekvensen, målt i antall avganger pr uke, lagt inn som lenkeinformasjon.

Kostnadskomponenten som er knyttet til frekvens i transporttilbudet formuleres som en tidskostnad, og beregnes ut fra en forventet gjennomsnittlig ventetid.

$$C_{\text{Frekv}}^{\text{lenke}} = c_{tv} * (69/\text{frekv}) * 0,5$$

Her er:

frekv: antall avganger per uke

69: antall timer i uken som transportmidlet antas bli brukt (3600/52=69, der 3600 er totalt antall timer som transportmidlet brukes i løpet av et år, jfr avsnitt 5.5.2)

0,5: halvparten av intervallet mellom avgangene regnes som ventetid

I noder

For andre transportmidler enn ferger og skip i linjefart har vi ikke samme detaljerte kunnskap om avgangsfrekvens, så her er det i stedet grovt anslått hvor mange ganger i uken de ulike transportmidlene forlater en terminal. På grunnlag av dette er ventetid i terminalen lagt inn for veg-, jernbane- og ikke-linjebunden sjøtransport på lignende vis som for lenkene over. For disse transportmidlene ligger dermed antall ukentlige avganger inne som en parameter i omlastingsnoderen i stedet for på lenken.

5.6.5 Verdi på parametrene i kostnadsfunksjonene

Som vi har sett i det ovenstående er det svært mange parametre som inngår i modellens kostnadsfunksjoner og som en dermed må ha verdier for. Det meste av dette er tall som ikke uten videre er lett tilgjengelig, om de i det hele tatt finnes. I denne første versjonen av modellen har vi derfor hentet mange av verdiene fra en tilsvarende modell som er utviklet av bl a SIKKA for transporter innen og til/fra Sverige (Lundin, 1999). Der hvor data har vært tilgjengelig har vi selvsagt brukt tall fra norske kilder (f eks vareverdiene som ligger til grunn for tidsverdiregningene).

Struktur og innhold i kostnadsfunksjonene er imidlertid et område vi kommer til å jobbe videre med, bl a i prosjekter for Samferdselsdepartementet. De verdiene som inntil videre ligger inne i kostnadsfunksjonene er dokumentert i TØI arbeidsdokumentet *Nettverksstruktur og kostnadsfunksjoner i den utvidede versjonen av NEMO* (Madslie og Skyberg, 2000).

5.7 Kalibrering av modellen

En godt kalibrert modell skal både gjengi dagens situasjon på en tilfredsstillende måte, og samtidig beregne rimelige effekter av de tiltak som analyseres. For en nettverksmodell betyr dette bl a at den beregnede belastningen av gods på lenker og i omlastingspunkter bør stemme noenlunde overens med observerte data.

I og med at vi i dette prosjektet kun studerer norsk import og eksport, er det bare på grenseovergangene at vår nettutlegging vil være sammenlignbar med totale trafikk tall på lenker. På alle andre transportlenker vil innenlands trafikk komme i tillegg.

Før vi begynte å studere transportmiddelfordelingen i detalj benyttet vi en modul i STAN som viser billigste veg fra en valgt sone til alle andre soner i nettverket, for på denne måten å avdekke feil eller urimeligheter i nettutleggingen. En får da f eks fram om gods i noen tilfeller tar store omveier pga feil i nettverket, noe som kan skyldes manglende lenker, feil lenkelengde, feil innlagt kostnadsfunksjon på enkelte lenker osv. På grunnlag av plott for forskjellige ”rot”-soner og varegrupper fikk vi luket bort de verste urimelighetene.

Vi startet kalibreringen av modellen med å sørge for å oppnå tilnærmet riktige tall for transportmiddelfordelingen i import og eksport. I dette prosjektet tar vi som tidligere nevnt kun for oss stykkgodsmarkedet, dvs si at vi foreløpig bare har konsentrert oss om å få riktige tonnmengder for stykkgods på skip-, ferge-, jernbane- og sjøtransport hhv inn og ut av landet. Tall for dette er hentet fra Utenrikshandelsstatistikken. Tilpasning til ”fasiten” ble gjort ved justeringer i nettverksdata og kostnadsfunksjoner, basert på utvidet kunnskap i forhold til det vi hadde da disse først ble etablert. Som eksempel på endringer kan nevnes avgangsfrekvens for gitte transportmidler i terminaler, kostnader for fergetransport, fremføringshastighet i linjefarten, enkelte justeringer av omlastingskostnader og omlastingstid mv. Vi har også studert plott fra nettutleggingen og kontrollert at disse ser rimelige ut.

I og med at vi kommer til å fortsette arbeidet med å implementere tall i kostnadsfunksjonene basert på norske undersøkelser, samt vil forsøke å differensiere nettverksdata osv mer mellom land/regioner/terminaler enn i dag, har vi i denne første versjonen av modellen ikke gått videre med kalibreringsarbeidet. I en senere fase bør en imidlertid se nærmere på hver enkelt varegruppe innen stykkgodsmarkedet og sjekke at transportmiddelfordelingen er riktig for denne, samt gjøre tilsvarende for andre varegrupper (bulk). En bør også ta for seg transportmiddelfordelingen for gods mellom Norge og det enkelte land, samt sammenligne tall fra nettutleggingen med den kunnskap en har om godsomslag i de enkelte terminaler og havner etc. Ut fra kunnskap om antall lastebiler på fergestrekninger og grenseovergangr vil det også være mulig å foreta en viss kontroll av om rutevalget inn og ut av Norge ser rimelig ut.

Vi kommer noe tilbake til kalibreringen av modellen i kapittel 6.1 som omhandler basisalternativet.

5.9 Forutsetninger for beregningene

I tillegg til at modellen må betraktes som en første og foreløpig versjon, vil det også alltid i den type beregninger som gjøres i dette prosjektet være forhold en ikke klarer å ta hensyn til, og resultatene må derfor ikke tolkes som en fullstendig analyse av det enkelte tiltak eller utviklingstrekk. Både modell og datagrunnlag bygger på en rekke forutsetninger, hvorav noen av de viktigste er nevnt i det følgende:

- Etterspørselen etter godstransport, i form av varestrømmer mellom sonene, forutsettes uendret i de ulike scenariene. I praksis vil tiltakene i enkelte av scenariene på sikt påvirke etterspørselen og dermed også transportarbeid og transportmiddelfordeling.

- Det forutsettes tilstrekkelig kapasitet i hele transportsystemet, noe det både for jernbane, i enkelte havner og i deler av vegnettet kan stilles spørsmål ved på kort sikt.
- Vareeier eller transportør forutsettes å ha full informasjon om alternative fremfø-ringsmåter, slik at de systematisk kan velge den transportform som har de laveste generaliserte kostnadene.
- Kostnadsfunksjonene som brukes til å fordele godset på transportmidler og ruter er en forenkling av virkeligheten, og enkelte kvalitetsfaktorer av betydning for valg av transportform er mangelfullt tatt hensyn til i analysene, bl a på grunn av manglende datagrunnlag.
- Datagrunnlaget er på mange områder grovt, og gjennomsnittstall er ofte brukt i mangel på mer spesifikke data.

Andre forutsetninger som ligger i modellen og usikkerhet knyttet til beregningene er kommentert i avsnittene 1.2 (utfordringer ved godstransportmodellering) og 7.2 (beregninger i NEMO).

6 Analysescenarier og resultater fra analysene

I dette kapitlet beskrives de scenariene vi har valgt å analysere, samt beregningsresultater for hvert av disse. Resultatene presenteres som endringer målt i forhold til basisalternativet.

6.1 Basisalternativet

6.1.1 Om basisalternativet

Både trender i godstransport og mange av endringene i transporttilbudet, f.eks. bygging av infrastruktur, virker over relativ lang tid. Ideelt sett burde vi derfor lage prognoser for forventet utvikling, for eksempel i et 10-15 års perspektiv, for både godsmengder, varegrupper, sendingsavstand, vektlegging av kvalitet, tid etc, og deretter vurdert konsekvensen av avvik fra den forventede utviklingen ved hjelp av ulike sensitivitetsanalyser. Dette ville imidlertid forutsette en rekke prognoser eller fremskrivninger som vi i dag ikke har. Vi mangler både en prognosemodell for fremskriving av OD-matrisene, vi mangler kvantifiserte prognoser på betydningen av trendene presentert i kap 4.6, og vi mangler et fullstendig oppdatert infrastrukturnettverk i Europa for et gitt fremtidig år. Vi ville også være nødt til å gjøre en mengde forutsetninger om økonomisk utvikling i andre land mm.

I stedet for å utarbeide en prognose for fremtidig utvikling, har vi derfor valgt å analysere mulige virkninger eller effekter av enten enkeltstående tiltak eller ulike kombinasjoner av tiltak ”satt inn i dagens situasjon”. Vi studerer altså de isolerte effektene av tiltaket uten å trekke inn utviklingen i andre forhold over tid. Det vi beregner er likevel ikke effekter som skjer ”over natten”, da alle tiltak trenger å virke en tid før respondentene har tilpasset seg den nye situasjonen.

”Dagens situasjon” eller basisalternativet er i grove trekk basert på følgende:

- OD-matriser som representerer transporter til og fra Norge i 1997, jfr kap 5.4.3. Som tidligere nevnt studerer vi kun effektene på stykkgoods i våre analyser, da det er dette godset som i første rekke er utsatt for konkurranse mellom dør-til-dør transport på veg og andre transportløsninger.
- Nasjonalt nettverk tilsvarende basisalternativet for de beregninger som ble gjort i forbindelse med transportetatens forslag til Nasjonal transportplan 2002-2011, dvs det forventede nettverk ved inngangen til planperioden.
- Nettverk i Europa ellers og resten av verden tilsvarende basisnettverket som ble brukt i EU-prosjektet STEMM. I dette er Øresund-forbindelsen åpnet.

6.1.2 Beregningsresultater for basisalternativet

OD-matrisene eller varestrømsmatrisene for stykkgoods består av drøyt 16 millioner tonn gods som, for fire varegrupper, fordeler seg på import og eksport som vist i tabell 6.1. For nærmere beskrivelse av hvordan varegruppene er definert vises det til kapittel 5.4.3. I forhold til tallene som der er beskrevet er det noen små avvik i mengde som i hovedsak skyldes avrundingsfeil når det aggregeres over alle elementer i OD-matrisen.

Tabell 6.1. Millioner tonn i import- og eksport-matrisene for hver av de fire stykkgoods-varegruppene. 1997.

Gruppe	Eksempel på innhold i varegruppen	Import (mill tonn)	Eksport (mill tonn)	Sum (mill tonn)
C	Høy verdi og tetthet, f eks varer av metaller, maskiner, transportmidler mv.	1,41	0,52	1,93
D	Lav verdi, høy tetthet, f eks matvarer.	1,95	2,05	4,00
E	Høy verdi, lav tetthet, f eks møbler, reiseeffekter, klær, sko.	0,50		0,50
F	Lav verdi og tetthet, f eks div. råvarer, papir og papp, tømmer/trelast.	5,32	4,33	9,65
	Sum stykkgoods	9,19	6,90	16,1

Hovedresultater fra nettutleggingen ("assignment" i nettverksmodellen) av stykkgoods i basisalternativet er vist i tabell 6.2.

Tabell 6.2. Hovedresultater fra basisalternativet, dvs modellberegninger for 1997.
Sum import og eksport. Stykkgoods.

Tonn ved grensepassering	Totalt	16 115
(1000 tonn)	Veg	5 140
	Tog	696
	Linjefart*	8 511
	Ferge	1 768
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 225
(Mill. tonnkm.)	Veg	2 187
	Tog	405
	Linjefart**	6 131
	Ferge**	502
Omlastninger (1000 tonn)	Totalt	24 915
Godsomslog i havner (ekskl ferge)	Totalt	8510
(1000 tonn)	8 nasjonale	3 316
	Andre havner	5194
Generalisert transportkostnad	Totalt	9 739
(Mill. kr.)	Operative	5 749
	Kvalitet	3 688
	Frekvens	302

* Vi har forenklet forutsatt at alt stykkgoods på sjø benytter ferge eller skip i linjefart.

** Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Som tidligere nevnt passerer drøyt 16 millioner tonn stykkgoods norsk grense hvert år. Av dette fraktes ca 53 prosent på skip (ekskl ferge, dvs linjefart i tabellen), 32 prosent går som vanlig vegtransport, drøyt 4 prosent går på tog, mens 11 prosent av godset passerer inn eller ut av landet på passasjerfergene. Hvis vi sammenligner disse resultatene med Utenrikshandelstatistikkens transportmiddelfordeling finner vi det største

avviket for jernbane (som har det minste godsvolumet i utgangspunktet), med nærmere 7 prosent. Avviket er minst for vegtransport (som har nest størst volum), med knappe 2 prosent.

Modellberegningene viser et innenlands transportarbeid fra utenriks stykkgodstransporter på drøyt 9 milliarder tonnkilometer. 24 prosent av dette utføres av vegtransport, 4 prosent er jernbanetransport, 66 prosent skip i linjefart og 5 prosent ferge. Ved beregning av transportarbeidet for skip og ferge er da hele distansen fram til utenlandsk havn medregnet. Rideng (1998) anslår at sjøtransport (skip og ferge) ved innførsel til Norge går 300 km i norsk farvann og ved utførsel 630 km, som et gjennomsnitt for alle varegrupper. Hvis vi bruker disse tallene reduseres samlet transportarbeid på skip og ferge fra 6,6 milliarder tonnkilometer til 4,7 millioner tonnkilometer, en reduksjon på knapt 30 prosent.

På veg og jernbane burde våre tall gi et godt bilde av transportarbeidet, forutsatt at OD-matrisene er rimelig riktige og at modellen får godset til å passere grensen på noenlunde riktig sted. Dette har vi foreløpig ikke hatt anledning til å se mer i detalj på, men vi konstaterer at i forhold til Ridengs tall for utenrikstransportenes transportarbeid på norsk jord er våre tall for veg- og jernbanetransport høye. Rideng har riktignok ikke egne tall for stykkgoods, så sammenligningen må nødvendigvis bli nokså skjønnsmessig. Hovedårsaken til at våre tall er høyere er at vi har regnet inn i veg- og jernbanetallene det betydelige landverts transportarbeid som skjer i tilknytning til sjø- og fergetransporter inn og ut av landet (f eks mellom Oslo havn og andre landsdeler), mens dette ikke er inkludert i Ridengs tall. Andre forklaringer kan f eks være at stykkgoods kan ha lengre innenlands transportdistanse på veg- og jernbane enn gjennomsnittet for alt gods, samt forskjeller i hvordan destinasjon eller opprinnelsessted i Norge beregnes.

Våre tall må uansett ikke tolkes som en fasit for utenrikshandelens transportarbeid på norsk jord, til det er modellen foreløpig ikke godt nok utprøvd. Når vi har gjort de forbedringer vi vet bør gjøres med modellen, må det settes av tid til grundige kontroller av i hvilken grad den klarer å gjenskape virkeligheten på den enkelte grenseovergang, den enkelte havn og fergestrekning mv.

Modellberegningene viser videre at ca 25 millioner tonn stykkgoods omlastes mellom ulike kombinasjoner av transportmidler, det meste mellom vegtransport og linjefart. Når det gjelder omfanget av omlastinger har vi dessverre ingen data å kontrollere resultatene mot. På sikt kan en muligens studere dette for den enkelte havn etc, så sant de nødvendige data foreligger.

De operative kostnadene, dvs selve fraktkostnaden, er dominerende i de generaliserte kostnadene som beregnes, og utgjør 59 prosent av totalen. Kvalitetskostnadene, dvs tidskostnader og kostnader knyttet til forsinkelser for godset, utgjør 38 prosent, mens kostnader knyttet til ventetid i forbindelse med avgangsfrekvens i transporttilbudene utgjør de siste 3 prosentene av den generaliserte transportkostnaden.

Når det gjelder omfanget av miljøutslipp er dette noe vi kommer tilbake til i kapittel 6.8.

6.1.3 Om analysene og hvordan resultatene skal tolkes

Et av hovedmålene med analysene har vært å fokusere på hvordan ulike tiltak kan endre omfanget av intermodale transporter i forhold til basialternativet. Aktuelle scenarier for analyse har vært diskutert i prosjektets referansegruppe, og vi har landet på 6 scenarier,

mer eller mindre realistiske, hvor ulike typer tiltak eller utviklingstrekk er tatt inn. Beskrivelse av scenarier og beregningsresultater er gitt i de følgende kapitler. Vi vil sterkt presisere at det her dreier seg om *eksempelberegninger* utført med en *første versjon* av nettverksmodellen for import og eksport. Konkrete analyser til bruk i beslutningssituasjoner krever både en grundigere gjennomgang av forutsetningene for scenariene, samt at modellen i større grad er ferdig testet og utprøvd.

Det vil også fremgå av scenariebeskrivelsen at vi i hovedsak studerer grove tiltak og ikke analyserer spesifiserte infrastrukturprosjekter eller lignende. Modellen er imidlertid, når den er ferdig utprøvd, godt egnet også til mer detaljerte analyser, f.eks. til studier av effekten på utenriks godstransporter av konkrete prosjektporteføljer i vegnettet eller tiltak i en bestemt terminal (jfr. analyser med den nasjonale modellen i forbindelse med etatenes forslag til Nasjonal transportplan 2002-2011 (Madslie, 1999)).

I analysesscenariene beregnes bl.a. prosentvis endring i tonn og tonnkilometer i forhold til basisalternativet. *Alle endringstall er relatert kun til de konkrete godsmengder vi studerer*, dvs. de transportstrømmer som er med i våre analyser. Det vi omtaler som endring i transportarbeid på norsk område gjelder dermed kun i forhold til basisalternativets tall for *utenriks stykkgoods*. Dersom endringen var relatert til all transport på norsk område ville utslagene selvsagt vært atskillig lavere. *En beregnet økning i lastebiltransport i Norge på 2 prosent betyr altså ikke at total lastebiltransport i Norge øker med 2 prosent, men at den delen som er knyttet til utenriks stykkgodstransporter gjør det!*

En kan heller ikke uten videre sammenligne prosentvise endringer mellom transportformene, da en viss økning i tonn eller tonnkilometer slår atskillig kraftigere ut i prosent for en transportform som i utgangspunktet har en lav markedsandel enn for en som har mye av markedet. Det skal f.eks. mer enn 10 ganger så mange tonn til for å øke godsmengden i linjefart med én prosent som det en trenger på jernbanen.

6.2 Scenario 1: Økt frekvens i all linjefart

Økt frekvens i linjefarten mellom Norge og utlandet kan være et tiltak som bidrar til å øke godsmengdene som transporteres til sjøs. Hvis ikke etterspørselen etter sjøtransport øker i takt med tilbudsøkningen kan imidlertid konsekvensen bli redusert kapasitetsutnyttelse på skipene og dermed økt fraktkostnad og miljøbelastning. Disse siste elementene har vi dessverre ikke hatt anledning til å gå nærmere inn på innenfor rammene av dette prosjektet.

Som eksempel på en situasjon hvor tilbudet innen linjefart er bedret, har vi i scenario 1 valgt å studere konsekvensene av en *20 prosent økning i frekvensen på all linjefart mellom norske og utenlandske havner*. Hovedresultatene fra dette scenariet er vist i tabell 6.3.

Tabell 6.3. Frekvensen på alle linjer mellom norske havner og havner på kontinentet økes med 20 prosent. Sum import og eksport. Stykkgoods.

			Endring sammenlignet med basisalternativet	
Tonn ved grensepassering	Totalt	16 116	1	0 %
(1000 tonn)	Veg	5 119	-21	0 %
	Tog	635	-61	-9 %
	Linjefart	8 624	113	1 %
	Ferge	1 738	-30	-2 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 282	57	1 %
(Mill. tonnkm.)	Veg	2 170	-17	-1 %
	Tog	400	-5	-1 %
	Linjefart*	6 216	85	1 %
	Ferge*	496	-6	-1 %
Godsomslog i havner (ekskl ferge)	Totalt	8 624	114	1 %
(1000 tonn)	8 nasjonale	3 214	-102	-3 %
	Andre havner	5 410	216	4 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	9 703	-36	0 %
(Mill. kr.)	Operative	5 733	-16	0 %
	Kvalitet	3 684	-4	0 %
	Frekvens	286	-16	-5 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Vi ser av tabell 6.3 at omfanget av utenrikshandelen som passerer grensen med skip (linjefart) øker med ca 1 prosent, mens de tre andre transportformene går ned. Jernbanen har størst både absolutt og relativ nedgang, og mister 9 prosent av sin stykkgodstrafikk over grensen. Plott (som ikke er tatt med i rapporten) viser bl a at gods fra Nord-Norge i større grad velger sjøtransport enn før. Transportert mengde på ferge mellom Norge og utlandet går ned med 2 prosent.

Ettersom mindre gods passerer grensen på tog, lastebil og ferge, går mindre av det norske godset gjennom Danmark enn før. Lenger sør på kontinentet øker bruken av tog, i stor grad i kombinasjon med linjefart.

Innenlands transportarbeid knyttet til utenriks stykkgodstransporter minker for både veg, tog og ferge med 1 prosent, mens linjefarten har samme prosentvise økning.

Godsomsloget i norske havner knyttet til utenriks stykkgoods øker med 1 prosent (tilsvarende økningen i tonn stykkgoods på skip ved grensepassering). Dette skjer i første rekke ved at de mindre havnene behandler mer gods enn før, mens situasjonen er motsatt for noen av de større havnene. Oslo havn rammes kraftigst. Som et resultat av dette fraktes mindre gods på veg mellom Østlandet og andre steder i landet. Den samme nedgangen konstateres på jernbanestrekninger til og fra Østlandet.

De totale transportkostnadene (sum generalisert kostnad for alle transportmidlene) blir i liten grad påvirket av dette tiltaket i og med at de operative kostnadene, som utgjør oppimot 60 prosent av totalkostnaden, kun reduseres marginalt. Det samme gjelder kvalitetskostnadene. Frekvenskostnadene (dvs ventetidskostnadene) går imidlertid ned med 5 prosent, i første rekke fordi frekvensen i linjefart er økt, men disse kostnadene utgjør bare 3 prosent av de totale kostnadene.

Effektene på utslipp til luft blir nærmere omtalt i kapittel 6.8.

6.3 Scenario 2: Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner – redusert frekvens i andre havner

I 1997 ble det lagt fram en stortingsmelding om havner og infrastruktur for sjøtransport – St.meld. nr 46 (1996-97). Utvikling av effektive havner er her nevnt som en av hovedutfordringene. For sjøtransporten er det bl a nødvendig med et tilstrekkelig godsvolum i en havn for at det skal kunne etableres og opprettholdes et transporttilbud som tilfredsstillter næringslivets krav.

I stortingsmeldingen legges det opp til en klassifisering av havnene i nasjonale og regionale havner ut fra deres funksjon og betydning. De nasjonale havnene er havner som har stor betydning som knutepunkt mellom sjøverts og landverts transport til og fra utlandet og i innenlands transport. I meldingen utpekes åtte havner som nasjonale havner; Oslo, Grenland, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Bodø og Tromsø.

I og med at de åtte nasjonalhavnene er pekt på som viktige for transporter mot utlandet, har vi valgt å studere et case hvor vi ser på effekten av å satse spesielt på akkurat disse havnene, gjennom økt frekvens i linjefarten. I og med at vi i scenario 1 så at økt frekvens ikke førte til tilsvarende økt etterspørsel etter sjøtransport, er det mest realistisk å tenke seg at hyppigere frekvens i enkelte havner medfører redusert frekvens eller bortfall av tilbudet i andre havner. Ved dette vil godset samles i færre havner enn i dag og godsgrunnet i disse kan muligens øke nok til å forsvare den økte frekvensen.

I scenario 2 velger vi å illustrere dette med et nokså ”dramatisk” (og helt hypotetisk) eksempel, nemlig at *all linjefart samles i de åtte nasjonale havnene*. I disse havnene tredobler vi dagens frekvens, mens frekvensen i alle andre havner settes til null, dvs de ”stenges” for linjefart. Tilbudet til de havnene i utlandet som i utgangspunktet ikke hadde forbindelser med nasjonalhavnene faller dermed bort, noe som også vil være med på å påvirke transportmønsteret. Totalt antall avganger til og fra Norge øker med ca 18 prosent.

Ved å samle linjefarten i færre havner med større volum, er det naturlig å tenke seg at det også finner sted en viss effektivitetsøkning i disse havnene, f eks gjennom økt utnyttelse av eksisterende utstyr, investering i nytt og bedre utstyr eller lignende. I prinsippet trenger en å gjøre antakelser om f eks hvordan investering i nytt utstyr påvirker transporttilbudet til kunden (f eks omlastingstid og omlastingskostnad), eller hvordan andre tiltak i havnene påvirker effektiviteten i operasjonene.

Som en enkel variant av dette velger vi å forutsette at både *omlastingskostnader og omlastingstid til og fra linjefarten reduseres med 10 prosent i de åtte nasjonale havnene*. Vi går ikke nærmere inn på hvilke tiltak eller investeringer en slik forbedring vil kreve, eller om dette i det hele tatt er et realistisk nivå for effektivitetsforbedringer. Hovedresultatene fra scenario 2 er vist i tabell 6.4.

Alle de åtte nasjonale havnene tar i dette scenariet over stykkgoods som før gikk over andre norske havner. Godsslaget i nasjonalhavnene øker med hele 161 prosent. Oslo havn og Grenland havn øker mest. Vi har ikke gått nærmere inn på hvorvidt de åtte nasjonalhavnene har kapasitet til å ta imot en slik vekst i utenriks stykkgoodsomslag, men kommer litt tilbake til dette spørsmålet i kapittel 7.2.

Tabell 6.4. Tredoblet frekvens i linjefarten i nasjonalhavnene. Alle andre havner "stenges" for stykkgoods. 10 prosent reduserte omlastingskostnader i havn. Sum import og eksport. Stykkgoods.

		Endring sammenlignet med basialternativet		
Tonn ved grensepassering	Totalt	16 134	19	0 %
(1000 tonn)	Veg	5 136	-4	0 %
	Tog	703	7	1 %
	Linjefart	8 652	141	2 %
	Ferge	1 643	-125	-7 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 836	611	7 %
(Mill. tonnmk.)	Veg	2 792	605	28 %
	Tog	830	425	105 %
	Linjefart*	5 757	-374	-6 %
	Ferge*	457	-45	-9 %
Godsomslog i havner (ekskl ferge)	Totalt	8 652	142	2 %
(1000 tonn)	8 nasjonale	8 652	5 336	161 %
	Andre havner	0	-5 194	-100 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	10 034	295	3 %
(Mill. kr.)	Operative	5 907	158	3 %
	Kvalitet	3 972	284	8 %
	Frekvens	155	-147	-49 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Totalt sett øker antall tonn i linjefarten ved grensepassering med 2 prosent. Transportarbeidet på skip til og fra Norge går samtidig ned med 6 prosent. Forklaringen ligger bl a i at godset nå transporteres over kortere strekninger med skip da enkelte av de lengste rutene er falt bort. Fergene rammes hardest av tiltakene i dette scenariet. 7 prosent mindre stykkgoods passerer grensen på ferge, mens transportarbeidet synker med 9 prosent. Nedgangen er mest tydelig på ferger mellom Norge og Danmark. En av årsakene er at linjetilbudet i fergehavnene er bedret kraftig, slik at linjefarten her blir et mer attraktivt alternativ enn før.

Selv om antall tonn på skip ved grensepassering øker, finner vi likevel en liten nedgang i eksport på skip. En årsak til dette kan være at mens produksjonen av eksportvarer er spredd utover hele landet, ligger markedene for importvarene i større grad konsentrert rundt de nasjonale havnene. I det første tilfellet vil en derfor få lengre tilbringertransporter til de nasjonale havnene enn i basialternativet. Dette fører til at linjefarten blir et ugunstig transportmiddel for noe av eksporten og dette godset overføres derfor til tog og lastebil. Når det gjelder import overtar derimot linjefarten noe av godset som før ankom Norge på veg eller jernbane.

Transportarbeidet på norsk område øker for tog og lastebil, med hhv 105 og 28 prosent. I tonn er veksten størst for vegtransport. De største endringene i godsstrømmer observeres naturlig nok mellom de nasjonale havnene og regionene rundt de "stengte" havneområdene.

De generaliserte transportkostnadene øker med 3 prosent i dette scenariet. De operative kostnadene, dvs de direkte transportkostnadene for næringslivet, øker med 3 prosent, mens kvalitetskostnadene (tids- og forsinkelseskostnader) går opp med 8 prosent. Frekvenskostnadene (ventetidskostnadene) synker derimot med hele 49 prosent, men siden disse bare representerer en liten del av de totale kostnadene slår ikke dette så sterkt ut.

Kostnadsøkningen skyldes i hovedsak at transportarbeidet totalt har økt på grunn av ”havnestengingen”, samtidig som vi ser en overgang til vegtransport som har de høyeste operative kostnadene. Kvalitetskostnadene (først og fremst tidskostnader) øker bl a på grunn av økt transportarbeid fordi det i mange tilfeller er lengre til havn enn før. Frekvenskostnadene går i første rekke ned på grunn av den kraftige økningen i linjefartens frekvens i nasjonalhavnene.

En konklusjon fra dette scenariet er at en samling av utenriks godstransport i færre havner enn før øker godsgrunnlaget i linjefarten noe (målt i tonn), men samtidig blir det mer lastebiltransport (målt i tonnkilometer), bl a fordi tilbringertransportene i mange sammenhenger blir lenger. Effekten på miljøbelastningen er bl a avhengig av hvilken av disse effektene som blir mest tungtveiende. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 6.8.

6.4 Scenario 3: Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner kombinert med sjøverts feedertilbud i Nord-Norge

I en situasjon hvor en for stykkgoods kun har sjøforbindelser til utlandet i et lite antall havner, f eks de åtte nasjonale havnene som i scenario 2, er det interessant å se nærmere på muligheter og potensiale for feedertransport mellom nasjonale havner og andre havner i et større eller mindre område rundt. Dette er noe som i dag blir diskutert konkret i enkelte av de nasjonale havnene.

Som en enkel illustrasjon av en slik løsning har vi i scenario 3 valgt å bruke Tromsø havn som eksempel, og *innfører en daglig feederrute til de fleste andre havner i Troms og Finnmark*. Med daglig menes her ikke nødvendigvis at ruten går hver eneste dag, men at godset maksimalt venter en dag etter ankomst til Tromsø.

Scenario 3 er ellers helt likt scenario 2, dvs tredobbel frekvens i nasjonalhavnene, ingen linjefart i andre havner, og 10 prosent reduksjon i omlastingskostnader og omlastingstid knyttet til linjefarten.

For å få frem den isolerte effekten av feeder-tilbudet, sammenlignes resultatene i dette scenariet med resultatene fra scenario 2, i stedet for basisalternativet. For å synliggjøre effektene ser en i tillegg kun på utenriks stykkgoods til og fra Troms og Finnmark fylker. Endringene vil dermed fremstå som større enn om en ser på landet som helhet. Hovedresultatene fra scenario 3 er vist i tabell 6.5.

Etableringen av feeder-tilbudet fører til at det går mer gods over Tromsø havn enn før, og at antall tonn til og fra de to nordligste fylkene som passerer grensen med linjefart går opp med 7 prosent i forhold til scenario 2. Noe av dette godset gikk tidligere med linjefart til og fra Bodø havn og ble fraktet mellom Bodø og de to nordligste fylkene på lastebil. En annen del av godset som nå bruker Tromsø havn gikk tidligere på veg gjennom Sverige til og fra kontinentet, noe som forklarer hvorfor 4 prosent mindre av godset mellom de to nordligste fylkene og utlandet nå passerer grensen på veg. Det meste av utenriks stykkgoods til og fra Troms og Finnmark passerer imidlertid fremdeles grensen på lastebil. Totalt øker transportarbeidet for linjefarten knyttet til de to nordligste fylkenes utenrikshandel med 7 prosent.

Tabell 6.5. Tilsvarer scenario 2, men har i tillegg introdusert et daglig feedertilbud mellom Tromsø havn og andre havner i Troms og Finnmark. Sum import og eksport til og fra Troms og Finnmark. Stykkgoods.

NB! Tallene gjelder kun for stykkgoods til og fra Troms og Finnmark			Endring fra	
			scenario 2	
Tonn ved grensepassering	Totalt	622	0	0 %
(1000 tonn)	Veg	280	-11	-4 %
	Tog	175	0	0 %
	Linjefart	167	11	7 %
	Ferge	0	0	0 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	390	-5	-2 %
(Mill. tonnkm.)	Veg	138	-17	-11 %
	Tog	77	0	0 %
	Feederskip	13	13	-
	Linjefart*	175	12	7 %
	Ferge*	0	0	0 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	464	-2,4	0 %
(Mill. kr.)	Operative	274	-2,0	-1 %
	Kvalitet	185	0,0	0 %
	Frekvens	5	0,4	9 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Transport mellom Tromsø havn og resten av området skjer i mindre utstrekning ved hjelp av lastebil enn før, og vi finner at 15 prosent mindre gods lastes om mellom linjefart og lastebil her. I stedet benyttes feederskip som bringer gods mellom Tromsø havn og havner langs hele kysten av Troms og Finnmark. Det transportarbeidet på veg i Norge som er knyttet til Troms og Finnmarks utenrikstransporter synker med hele 11 prosent, mens transport på fergene er uendret.

De generaliserte kostnadene påvirkes lite av dette tiltaket. De operative kostnadene, som utgjør 59 prosent av totalkostnaden, går ned med 1 prosent, kvalitetskostnadene forblir uendret, mens frekvenskostnadene øker med 9 prosent. Dette skyldes at lastebil erstattes av sjøbaserte transporter som har lavere operative kostnader, samtidig som de er mindre fleksible.

Det må presiseres at det vi her har gjort på ingen måte må betraktes som noen form for markedsanalyse av denne type feederopplegg. Analysen kan imidlertid gjøres atskillig mer realistisk ved å plukke ut et antall havner som er relevant for anløp av feederfartøy, se nærmere på hvilke kostnader som vil være knyttet opp til en slik rute, og gå enda mer i detalj når det gjelder de aktuelle godsstrømmene.

6.5 Scenario 4: Kapasitetsproblemer i vegnettet på kontinentet

For å få et mest mulig riktig bilde av hvordan kapasitetsproblemer påvirker fremføringshastigheten i vegnettet, krever dette at en har informasjon både om kapasiteten på alle transportlenker og om all trafikk som benytter lenkene (dvs *alle* person- og godsstrømmer, ikke bare godstransporter til og fra Norge). Dette er dessverre urealistisk ut fra dagens datagrunnlag. Det er likevel mulig å gjøre grove beregninger av effektene av kapasitetsproblemer ved skjønnsmessig å forutsette nedsatt kjørehastighet på enkeltrelasjoner eller i områder, basert på kunnskap om eksisterende flaskehalser mv.

Fjerning av flaskehals eller utbygging av sentrale veg- og banekorridorer til og fra utlandet kan på tilsvarende måte analyseres ved å oppjustere hastigheten på relasjonene eller legge til nye forbindelser (lenker).

Det har ikke i dette prosjektet vært mulig å gjøre en nærmere studie av hvilke konkrete flaskehals med påfølgende køproblemer og redusert fremkommenlighet en har på kontinentet. I scenario 4 studerer vi derfor et svært forenklet tilfelle hvor vi legger inn at *fremføringshastigheten reduseres med 10 prosent på alle veglenker i Tyskland, Frankrike og Italia*, i forhold til i basisalternativet. Hovedresultatene fra scenario 4 er vist i tabell 6.6.

Tabell 6.6. Hastigheten på alle veglenker i Tyskland, Frankrike og Italia reduseres med 10 prosent i forhold til basisalternativet. Sum import og eksport. Stykkgoods.

			Endring sammenlignet med basisalternativet	
Tonn ved grensepassering	Totalt	16 115	0	0 %
(1000 tonn)	Veg	5 140	0	0 %
	Tog	709	13	2 %
	Linjefart	8 604	93	1 %
	Ferge	1 662	-106	-6 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 243	18	0 %
(Mill. tonnm.)	Veg	2 175	-12	0 %
	Tog	411	6	1 %
	Linjefart*	6 177	46	1 %
	Ferge*	480	-22	-5 %
Godsomslag i havner (ekskl ferge)	Totalt	8 604	94	1 %
(1000 tonn)	8 nasjonale	3 405	89	3 %
	Andre havner	5 199	5	0 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	9 756	17	0 %
(Mill. kr.)	Operative	5 755	6	0 %
	Kvalitet	3 699	11	0 %
	Frekvens	302	0	0 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Kjøproblemene på kontinentet fører til at deler av utenrikshandelen ikke lenger blir fraktet med lastebil som hovedtransportmiddel, noe vi i første rekke ser ved at antall tonn på fergerne ved grensepassering går ned med 6 prosent, mens transportarbeidet på ferge synker med 5 prosent. Nedgangen er særlig synlig på ferger mellom Norge og Danmark, med påfølgende nedgang i bruk av lastebil gjennom Danmark og Mellom-Europa. Nedgangen er også synlig i andre land, f.eks blir mindre importvarer transportert på veg fra Spania og Italia enn før.

Linjefarten tar over det meste av eksport- og importvarene som før passerte grensen på ferge, og får en økning på 1 prosent ved grensepassering. Transportarbeidet for linjefarten til og fra Norge øker også med 1 prosent i forhold til basisalternativet.

Jernbanen får også en viss vekst i dette scenariet, og en del steder i Europa ser vi at gods overføres fra veg til jernbanespor som går parallelt med vegnettet. Dette er blant annet tilfellet i Danmark, Tyskland, Frankrike og Spania. Mer gods går også på skinner gjennom Sverige. Resultatet er en 2 prosent økning i antall tonn som passerer grensen på

tog, mens transportarbeidet på tog i Norge, knyttet til import og eksport, går opp med 1 prosent.

Endringene i generaliserte kostnader er ubetydelige i dette scenariet, selv om vi ser en liten økning i kvalitetskostnadene. Dette skyldes i første rekke økte tidskostnader knyttet til redusert hastighet i vegnettet, samt overgang til noe mer saktegående transport.

6.6 Scenario 5: Nye produksjons- og distribusjonsløsninger, med større vektlegging av fremføringstid og presisjon

Som vi har vært inne på tidligere blir transport i stadig større grad sett på som et av flere ledd i leveringskjeden, der vektlegging av kostnad, tidsbruk og pålitelighet ved transporten avhenger av en rekke andre forhold enn de som kun er knyttet opp til selve fremføringen av godset.

Dette innebærer at det er en betydelig utfordring både å avdekke og å modellere optimeringskriteriene som gjelder for valg av transportløsning. F.eks. kan nye produksjons- og distribusjonsløsninger i næringslivet være elementer som er vanskelige å analysere, både fordi det er vanskelig å konkretisere dem nok til at de passer inn i en modellstruktur, men også fordi det er stor grad av usikkerhet knyttet til hvilke endringer en vil se og omfanget av disse.

En mulighet er imidlertid å bruke modellen til å studere en situasjon der transportkjøper og/eller vareeier legger større vekt på tidselementet og presisjonen knyttet til transportene enn i basisalternativet. Presisjon blir stadig viktigere etter hvert som ”just in time” produksjon blir vanligere, og konsekvensene av at sendinger forsinkes er større jo mindre slakk det er med hensyn til når de skal inngå i en produksjonsprosess. Krav til presisjon er imidlertid ikke ekvivalent med å prioritere så raske transportere som mulig, poenget er først og fremst at transportene skal komme til riktig tid, i riktig mengde og uskadd.

Både tidsbruk og risiko for forsinkelse inngår i den generaliserte kostnadsfunksjonen i modellen. Tidsbruk inngår i form av en tidskostnad per varegruppe som i hovedsak er avledet av den kapitalbinding som varen medfører. Det kan imidlertid tenkes at tidselementet har en noe videre betydning enn dette, f.eks. vil kort tid fra ordre til levering øke servicegraden, og dermed være en konkurranseparameter. Siden ordrestyrt produksjon blir mer og mer vanlig innebærer dette at hurtig levering kan ha en verdi for avsender utover den kostnadsbesparelse det innebærer i redusert kapitalbinding.

Som et eksempel på en analyse av hvordan transportmiddelvalget kan påvirkes av nye produksjons- og distribusjonsløsninger, endrer vi den relative vektleggingen av kostnadskomponentene som inngår i modellens optimeringskriterier. I utgangspunktet vektet operative kostnader, kvalitetskostnader (tids- og forsinkelseskostnader) og frekvenskostnader likt. I scenario 5 *økes vektleggingen av kvalitetskostnadene og frekvenskostnadene med 20 prosent, som et uttrykk for at den relative betydningen av disse øker i forhold til de operative kostnadene, dvs transportprisen.*

I og med at lastebil både er det raskeste og mest fleksible transportmidlet, samtidig som risikoen for forsinkelser anses å være lavere enn for jernbanetransport, fører en sterkere vektlegging av kvalitets- og frekvenskostnader til økt bruk av vegtransport. Mengde stykk gods som passerer grensen til og fra Norge på veg øker med 2 prosent i forhold til

basisalternativet. Tilsvarende vekst finner vi i innenlands transportarbeid for lastebil som er knyttet til utenrikshandelen med stykkgoods.

Tabell 6.7. Vektleggingen av kvalitets- og frekvenskostnadene øker med 20 prosent i forhold til basisalternativet. Vektlegging av operative kostnader er uendret. Sum import og eksport. Stykkgoods.

			Endring sammenlignet med basisalternativet	
Tonn ved grensepassering	Totalt	16 115	0	0 %
(1000 tonn)	Veg	5 236	96	2 %
	Tog	562	-134	-19 %
	Linjefart	8 534	23	0 %
	Ferge	1 783	15	1 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 198	-27	0 %
(Mill. tonnkm.)	Veg	2 236	49	2 %
	Tog	334	-71	-17 %
	Linjefart*	6 121	-10	0 %
	Ferge*	507	5	1 %
Godsomslog i havner (ekskl ferge)	Totalt	8 535	25	0 %
(1000 tonn)	8 nasjonale	3 369	53	2 %
	Andre havner	5 166	-28	-1 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	9 743	4	0 %
(Mill. kr.)	Operative	5 798	49	1 %
	Kvalitet	3 650	-38	-1 %
	Frekvens	295	-7	-2 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

Også fergenes rolle øker ved økt vektlegging av transporttid og risiko for forsinkelser, og bringer nå 1 prosent mer stykkgoods over grensen enn før, med tilsvarende vekst i transportarbeid. Den største veksten observeres på rutene mellom Østlandet og Danmark, og er en del av forklaringen på at vi observerer økte godsstrømmer på veg mellom Østlandet og resten av landet. Vi finner også en liten vekst i linjefarten til og fra Norge målt i tonn gods.

Veksten i vegtransport tas stort sett fra jernbanen, og hele 19 prosent mindre stykkgoods passerer grensen med tog. Jernbanens transportarbeid knyttet til utenrikshandelen synker dermed med 17 prosent. På kontinentet observerer vi at gods blir flyttet over på vegstrekninger som går parallelt med jernbanenettet, men vi ser også at jernbanen, som vanligvis er raskere enn sjøtransport, erstatter denne på noen strekninger.

De nasjonale havnene overtar noe av godsomslaget i andre havner, bl a på grunn av høyere frekvens.

De operative kostnadene øker med 1 prosent som følge av økt transportarbeid med lastebil. Overgangen til lastebil fører imidlertid også til at kvalitets- og frekvenskostnadene går noe ned, med hhv 1 og 2 prosent. Totalt sett har dermed scenariet liten innvirkning på det totale kostnadsnivået.

6.7 Scenario 6: Relativ endring i transportprisene

Elementer som miljøavgifter, vegprising, eller andre forhold som endrer transportkostnadene for et eller flere transportmidler er med på å påvirke konkurranseforholdet mellom transportformene. I modellen kan en studere effekten av dette, og skille mellom om tiltaket/utviklingen påvirker den avstandsavhengige eller den tidsavhengige operative kostnaden for transportmidlet, eller om det eventuelt påvirker kostnadene knyttet til omlasting.

Et stadig tilbakevendende spørsmål i denne sammenheng er hvorvidt de ulike transportformene har like konkurransevilkår, bl a under henvisning til hvilke avgifter de ilegges og nivå på disse. En ny rapport fra TØI (Sandberg Eriksen m fl, 1999) viser at i innenlands godstransport betaler lastebilen både mest i avgifter pr tonnkilometer transportert og har størst avgiftsandel i forhold til de eksterne marginale kostnader som er knyttet til transporten. *Differensen* mellom eksterne marginale kostnader og det som betales i avgifter til statskassen er imidlertid også klart størst for lastebilene, dvs at godstransport på veg påfører samfunnet atskillig større kostnader som ikke dekkes inn gjennom avgifter enn det de andre transportformene gjør. Selv om sjøtransport betaler lite i avgifter (havneavgifter, losavgifter mv er holdt utenom i den nevnte undersøkelsen), er likevel de eksterne marginale kostnadene knyttet til sjøtransport så små at differansen som ikke dekkes inn gjennom avgifter er lavest for denne transportformen.

Det må presiseres at de nevnte beregninger gjelder innenlands godstransport, vi har ikke tilsvarende tall for transport i andre land hvor avgiftssystemene er forskjellig fra de norske. De eksterne kostnadene vil også variere med grad av tettbygd strøk, køsituasjonen, hvorvidt jernbanetransport foregår med el- eller dieseldrift, utskiftningstakt på transportmidlene mv.

Uten å ta nærmere stilling til hva som er riktig avgiftsnivå for det enkelte transportmiddel eller hvilke avgifter som eventuelt skal innføres, har vi valgt å se på et case som mer generelt belyser problemstillinger knyttet til hvordan tiltak som medfører relativ endring i transportprisene mellom transportmidlene påvirker transportmiddelvalget. Konkret ser vi på et tilfelle hvor de avstandsavhengige operative kostnader (dvs de kostnader som bl a påvirkes av drivstoffprisen) for lastebiltransport øker med 5 prosent, mens alle andre elementer i kostnadsfunksjonene holdes uendret. Resultatene fra scenario 6 er vist i tabell 6.8.

Økte priser i vegtransport fører til at en mindre andel av utenrikshandelen blir transportert på veg. 4 prosent mindre stykkgoods passerer grensen på lastebil, mens fergene får en nedgang på 5 prosent, som i tonn utgjør ca halvparten av vegtransportens nedgang. I stedet blir store deler av dette godset fraktet på tog, som øker med 28 prosent ved grensepassering. Linjefarten øker med 1 prosent, men i tonn utgjør dette likevel om lag halvparten av jernbanens økning. Innenlands transportarbeid knyttet til utenrikshandel med stykkgoods minker med 3 prosent for lastebil og 5 prosent for ferge, mens tog øker med hele 12 prosent og linjefart med 1 prosent.

På kontinentet er situasjonen mye lik den vi ser i Norge, spesielt ser vi at tog tar over deler av godset som før ble fraktet på veg.

Tabell 6.8. Økte transportpriser for lastebiltransport, gjennom en 5 prosents økning i de avstandsavhengige operative kostnader. Sum import og eksport. Stykkgoods.

			Endring sammenlignet med basisalternativet	
Tonn ved grensepassering	Totalt	16 115	0	0 %
(1000 tonn)	Veg	4 943	-197	-4 %
	Tog	894	198	28 %
	Linjefart	8 606	95	1 %
	Ferge	1 672	-96	-5 %
Transportarbeid i Norge	Totalt	9 247	22	0 %
(Mill. tonnkm.)	Veg	2 132	-55	-3 %
	Tog	452	47	12 %
	Linjefart*	6 180	49	1 %
	Ferge*	483	-19	-4 %
Godsomslog i havner (ekskl ferge)	Totalt	8 606	96	1 %
(1000 tonn)	8 nasjonale	3 404	88	3 %
	Andre havner	5 202	8	0 %
Generalisert transportkostnad	Totalt	9 779	40	0 %
(Mill. kr.)	Operative	5 780	31	1 %
	Kvalitet	3 696	8	0 %
	Frekvens	303	1	0 %

* Hele veien fra avgangshavn til ankomsthavn.

De operative kostnadene eller næringslivets direkte transportkostnader øker med 1 prosent som et resultat av økte transportpriser for det godset som fremdeles går på veg. Kvalitets- og frekvenskostnadene øker noe mindre, selv om økt bruk av tog fører til høyere tidskostnader, større risiko for forsinkelse og mindre fleksibilitet. Tross disse endringene har dette scenariet liten innvirkning på det totale kostnadsnivået.

6.8 Effekter på utslipp til luft

I Norge, som i Europa for øvrig, argumenteres det for større satsing på jernbane og sjøfart da disse transportformene isolert sett anses å være mer miljøvennlige enn vegtransport. I etatenes forslag til Nasjonal Transportplan (NTP) heter det blant annet at "satsing på kombinerte transport vil bidra til å gjøre transport generelt mer miljøvennlig".

Ettersom miljøutslipp er nært knyttet opp til utført transportarbeid har vi gjort noen grove anslag på hvordan det enkelte scenario påvirker utenrikstransportenes utslipp til luft innenlands i Norge, basert på modellens beregninger av tonnkilometer. Utslippsberegningene bygger på utslippsfaktorer (gram utslipp pr tonnkilometer transportert) fra Thune-Larsen m fl (1997), Holtskog og Rypdal (1997) og Statens forurensingstilsyn (1999). Utslippsfaktorene for vegtransport gjelder for lastebiler over 13 tonn når tilhenger er benyttet. For jernbane har vi tatt utgangspunkt i at elektrisk drevne tog ikke har miljøutslipp, da kraften som forbrukes her hovedsakelig er produsert ved vannkraft samtidig som Jernbaneverket har en avtale om levering av "grønn kraft". En kan også argumentere for at i den grad Kyotoavtalen⁹ overholdes vil økt strømforbruk føre til

⁹ Stabilisering i år 2010 av utslippene av klimagassen CO₂ på et nivå som er 1% høyere enn 1990-nivået i Norge.

økte strømpriser og økte CO₂-avgifter, men ikke økt CO₂-utslipp. Utslippene fra jernbane stammer dermed bare fra de togene som går på diesel. I mangel på gode tall for utslipp knyttet til godstransport på fergene, har vi for disse brukt samme utslippsfaktorer som for linjefarten. Utslippsfaktorene som er benyttet er vist i vedlegg 3. I kapittel 7.3 og 7.4 kommer vi tilbake til usikkerhet knyttet til utslippstallene, samt svakheter ved bruk av tonn utslipp til å vurdere miljøkonsekvenser.

Beregnete endringer i utslipp i Norge i de ulike scenariene, sammenlignet med basisalternativet, er vist i tabell 6.9 (tonn) og tabell 6.10 (prosent). Tallene i basisalternativet kun relatert til utenrikstransportenes utslipp, og prosentvise endringer er derfor *ikke i forhold til de totale utslipp fra transport i Norge*. Utslippstallene for sjøtransport er beregnet for hele strekningen mellom havn i Norge og havn i utlandet og vil derfor være høyere enn om en bruker andre definisjoner på ”norsk område” (jfr kapittel 6.1).

Tabell 6.9. Innenlands utslipp til luft fra Norges utenrikstransporter. Endringer i forhold til basisalternativet. Tonn

Scenarier	CO ₂	SO ₂	NO _x	NMVOC	Partikler
Tonn utslipp i basisalternativet	629 788	793	11 892	540	259
1. Økt frekvens i all linjefart	3 121	8	90	2	-1
2. Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner, bortfall av linjefarten i andre havner.	19 274	-27	-117	18	30
3. Som sc2, men også feedertilbud i Nord-Norge*	-400	1	5	0	-1
4. Kapasitetsproblemer i vegnettet på kontinentet	908	2	29	1	0
5. Økt vektlegging av fremføringstid og presisjon	1 811	0	8	1	1
6. Økte transportpriser for lastebil	-509	2	25	0	-1

*Resultater sett i forhold til situasjonen i scenario 2, og gjelder kun transporter til og fra Troms og Finnmark.

Tabell 6.10. Innenlands utslipp til luft fra Norges utenrikstransporter. Endringer i forhold til basisalternativet. Prosent.

Scenarier	CO ₂	SO ₂	NO _x	NMVOC	Partikler
Tonn utslipp i basisalternativet	629788	793	11892	540	259
1. Økt frekvens i all linjefart	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %
2. Økt frekvens og effektivitet i nasjonale havner, bortfall av linjefarten i andre havner.	3 %	-3 %	-1 %	3 %	12 %
3. Som sc2, men også feedertilbud i Nord-Norge*	-2 %	4 %	1 %	-2 %	-6 %
4. Kapasitetsproblemer i vegnettet på kontinentet	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
5. Økt vektlegging av fremføringstid og presisjon	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
6. Økte transportpriser for lastebil	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

*Resultater sett i forhold til situasjonen i scenario 2, og gjelder kun transporter til og fra Troms og Finnmark.

I scenario 1 økes frekvensen for all linjefart mellom Norge og kontinentet med 20 prosent. Linjefarten blir et mer attraktivt alternativ og innenlands transportarbeid knyttet til utenrikshandel med stykk gods øker for dette transportmidlet med 1 prosent. Lastebil, tog og ferge reduseres alle med tilsvarende verdi i prosent. Utslippene av SO₂ og NO_x øker med 1 prosent som følge av dette. Samtidig finner vi en nedgang i partikkel-utslipp på 1 prosent. Selv om skip slipper ut mindre CO₂ enn lastebil per tonn kilometer minker imidlertid ikke det totale utslippet av denne klimagassen. Grunnen er at også elektrisk drevne tog med null utslipp blir erstattet av linjefart, samtidig som transportarbeidet totalt sett øker med 1 prosent. Det samme resonnetet gjelder for utslipp av NMVOC.

I scenario 2 blir all linjefarten samlet i de åtte nasjonale havnene samtidig som effektiviteten og frekvensen i disse økes. Da dette er et relativt drastisk tiltak er det ikke uventet at utslagene er større her enn i de fleste andre scenariene. I motsetning til i scenario 1 synker innenlands transportarbeid for linjefarten med 6 prosent, mens det øker for lastebil og tog som et resultat av lengre tilbringertransporter til de "åpne" havnene. Utslippene av SO₂ og NO_x synker med henholdsvis 3 og 1 prosent, mens utslippet av partikler øker med 12 prosent. Selv om transportarbeidet for tog øker kraftig, reduseres likevel ikke utslippene av CO₂ og NMVOC. Grunnen til at vi finner en økning på 3 prosent i disse stoffene er i første rekke at det totale transportarbeidet øker med hele 7 prosent i forhold til basisalternativet.

Ettersom vi i scenario 3 bare ser på transporter til og fra Troms og Finnmark, blir utslagene relativt store. Introduksjonen av et feedertilbud mellom Tromsø havn og andre havner i de to fylkene fører til at mer gods blir fraktet mellom Tromsø og kontinentet med linjefart enn i scenario 2, samtidig som en del gods benytter feedertilbudet til og fra Tromsø havn i stedet for lastebil. Som i scenario 1 fører økt bruk av sjøtransporter og mindre bruk av lastebil til økt utslipp av SO₂ og NO_x (hhv 4 og 1 prosent sett i forhold til scenario 2), mens utslippet av partikler synker med 6 prosent. CO₂-utslippene reduseres med 2 prosent.

I scenario 4, hvor vi studerer køproblemer i vegnettet på kontinentet, finner vi en viss økning i de fleste utslipp i Norge selv om noe veg- og fergetransport overføres til linjefart og tog. Dette skyldes at transportarbeidet totalt øker litt. Utslippsendringene er imidlertid så små at de knapt er målbare.

I scenario 5 hvor vareeier og/eller transportkjøper legger mer vekt på fremføringstid og presisjon enn før, øker transportarbeidet for veg og ferge i Norge, i første rekke på bekostning av jernbanetransport, men noe tas også fra linjefarten. I tråd med det som er beskrevet ovenfor fører dette til mer utslipp av de fleste stoffer. Endringene er imidlertid svært små, bl a fordi transportarbeidet i Norge totalt synker noe.

I scenario 6 finner vi motsatt endring i transportmiddelfordelingen, ettersom det i dette scenariet er blitt dyrere å frakte gods med lastebil. Transportarbeidet for lastebil og ferge synker, mens linjefart og jernbane brukes i større grad. Økt transportarbeid for linjefarten fører til økt utslipp av SO₂ og NO_x, mens det går ned for partikler. Kombinasjonen av økt transportarbeid for både linjefart og jernbane fører også til mindre utslipp av CO₂. Utslippsendringene i dette scenariet er imidlertid også helt marginale.

7 Usikkerhet i analysene

7.1 Generelt

Analysene som er gjort i dette prosjektet er beheftet med usikkerhet på flere områder. Dette gjelder spesielt i forbindelse med nettverksmodellen og dens resultater, dvs de beregninger som gjøres i NEMO av transportmiddelvalg, transportarbeid og generaliserte transportkostnader i de ulike scenariene, men også utslippsfaktorene som er benyttet ved beregning av miljøkonsekvenser er usikre. Det er og svakheter knyttet til bruk av tonn utslipp til å vurdere miljøkonsekvensene av endret transportmiddelfordeling, samt til bruk av gjennomsnittlige utslippstall pr tonnkilometer. Alt dette er elementer vi kommer tilbake til i de følgende kapitler.

7.2 Beregninger i NEMO

Problemer forbundet med å modellere godstransport og begrensninger som ligger i modellen i dag ble diskutert både innledningsvis i rapporten og i kapittel 5.9. For det første bygger selve modellsystemet på en rekke forutsetninger, bl a at vareeier eller transportør har full informasjon om alternativene, at alle varer av en gitt varegruppe transporteres på samme måte mellom gitte soner, og at systemet som helhet minimerer sine kostnader. I tillegg forutsettes ubegrenset kapasitet på alle lenker og omlastingspunkter. Ved stor økning i f eks jernbanetransport eller godsomslag i enkelthavner er det ikke utenkelig at en i praksis møter kapasitetsproblemer.

Når det gjelder jernbanen i Norge er det i dag betydelig ledig kapasitet så lenge en unngår de travleste tidene på døgnet og ikke stiller altfor strenge krav til fremføringshastighet. Den konkrete situasjonen er imidlertid helt avhengig av hvilken jernbanestrekning en ser på, generelt finner en de mest belastede strekningene i Oslo-området. Selv om vi i våre eksempelberegninger finner en betydelig vekst i utenlands jernbanetrafikk, vil det likevel ikke utgjøre så mye i forhold til dagens totale trafikk i Norge, da utenrikstrafikken med jernbane i dag er relativt liten. I og med at vi i denne rapporten konsentrerer oss om et antall regneeksempler, har vi valgt å ikke gå nærmere inn på situasjonen på hver enkelte delstrekning. Dette vil imidlertid være nødvendig, både for Norge og for jernbanestrekninger i utlandet, dersom en skal gjøre en fullstendig analyse av et tiltak.

Norske havner har generelt små kapasitetsproblemer, med unntak av Oslo havn og et fåtall andre, hvor den forventede fremtidige vekst vil kreve spesielle tiltak. I et scenario hvor all sjøtransport med stykkgoods samles i de åtte nasjonale havnene beregner vi imidlertid en så stor vekst at flere av disse havnene trolig vil møte betydelige utbyggingbehov. Vi har ikke gått nærmere inn på verken hvilke investeringer dette vil kreve eller om havnenes tilgjengelige arealer er tilstrekkelige til de nødvendige utvidelser.

Modellen er kalibrert slik at den skal gi et noenlunde riktig bilde av transportsituasjonen i dag. Foreløpig er likevel modellen for ny til at vi har hatt mulighet til fullt ut å teste hvor riktig modellen estimerer effekten av endringer i f eks kostnadsfunksjoner og

infrastruktur. Vi kan imidlertid anta at analysene i dette prosjektet gir et noenlunde riktig bilde av retning, samt grovt noe om størrelsesorden på endringer i transportmiddel-fordelingen på landsbasis, men nivået på endringene vil være usikre, særlig dersom man ser på spesielle korridorer eller geografiske områder.

Kostnadsfunksjonene som de generaliserte transportkostnadene beregnes fra og som dermed er med på å avgjøre hvilke transportløsninger som velges, er foreløpig ikke godt nok forankret i data om norske transporter i import og eksport, men bygger delvis på norske tall, delvis på tall hentet fra en tilsvarende modell i Sverige. Det er derfor usikkerhet knyttet til mange av verdiene som inngår, samtidig som oppbyggingen av kostnadsfunksjonene i modellen er en grov forenkling i forhold til virkeligheten. Dette gjelder både transportmidlene som inngår, aggregeringen av varegrupper, samt selve funksjonsformen og hvilke parametre som er inkludert. Usikkerheten som ligger i disse elementene er ikke kvantifisert.

7.3 Utslippsfaktorer

Hvilke miljøkonsekvenser som beregnes av en endret transportmiddelfordeling er i stor grad avhengig av hvilke utslippsfaktorer som brukes for de ulike transportmidlene. Vi har benyttet norske utslippsfaktorer basert på Holtskog og Rypdal (1997), Thune-Larsen m fl (1997) og Statens forurensingstilsyn (1999). Vi har gjort en sammenligning av disse med svenske utslippsfaktorer publisert i Flodström (1998). Disse er ikke direkte sammenlignbare med de norske, bl a pga ulik sammensetning av bilpark og skipsflåte. Det vil være forskjeller i størrelse, alder, drivstoffbehov (ulik topografi), vektbestemmelser etc. Generelt ligger de svenske utslippsfaktorene for sjøtransport lavere enn våre verdier, mens utslippsfaktorene for biltransport ligger høyere. For jernbanen er ikke de svenske verdiene egnet, da de ikke er differensiert på diesel- og el-drevet jernbane.

Konsekvensene av å benytte disse svenske utslippstallene i stedet for de norske vil være at vi finner vesentlig større miljøforbedringer ved en overgang fra vegtransport til sjøtransport, og motsatt ved overgang fra sjø til veg. Vi har ikke gjort noen nærmere beregning av de nøyaktige utslagene i hvert scenario.

7.4 Svakheter ved bruk av gjennomsnittstall for utslipp ved vurdering av miljøkonsekvenser

Som tidligere nevnt er det flere svakheter knyttet til bruk av gjennomsnittstall for utslipp pr tonnkilometer når miljøkonsekvenser skal beregnes, samtidig som det kan stilles spørsmål ved i hvilken grad tonn utslipp er et godt mål for omfanget av miljøkonsekvenser. I det følgende nevnes kort noen av de problemer og svakheter som knytter seg til disse spørsmålene:

- Miljøkonsekvensene vil i praksis variere med utslippssted, siden transportmekanismer, naturens sårbarhet og antall eksponerte individer varierer. Videre påvirkes effektene av et stoff av eksponering over tid og av tilstedeværelsen av andre forurensingskomponenter. Et tonn NO_x fra én transportform kan ikke alltid sammenlignes med tilsvarende utslipp fra annen transport. Det bør derfor differensieres i forhold til utslippssted, f eks om utslipp foregår i tettsted eller spredt bebyggelse, og om det er et område der tålegrenser eller luftkvalitetskriterier er overskredet.

- Det er stor variasjon mellom transportmidler innen samme gruppe. Nasjonale gjennomsnittstall kan gi store feil ved sammenligning av enkeltområder eller transportkorridorer. Det konkrete tilfelle bør derfor i prinsippet analyseres på selvstendig grunnlag.
- Driftsformer påvirker i stor grad miljøkonsekvensene. Særlig varierer kapasitetsutnyttelse mellom ulike transportoppgaver.
- Det hersker usikkerhet om størrelsen på utslippene, om sammenheng mellom utslipp og konsentrasjoner og om de konsekvenser utslippene har. Denne usikkerheten varierer for de forskjellige transportformer, siden datakilder har forskjellig kvalitet og forskjellig alder. I dag er kunnskap om transport på veg bedre enn om sjøtransport. Om nye tall for vegtransport sammenlignes med eldre tall for sjøtransport oppstår skjevheter. Skjevhetene kan delvis oppstå fordi de nyere tallene kan dekke flere effekter, delvis fordi utviklingstrender endrer utslippsparemetre eller andre faktorer over tid.
- Så lenge verdsetting av utslippskonsekvenser er et omdiskutert og problematisk fagområde eksisterer det ofte intet godt verktøy for å vurdere ulike miljøkonsekvenser opp i mot hverandre, for eksempel om man ønsker å vurdere øket partikkelutslipp opp i mot redusert NO_x-utslipp ved overgang fra et transportmiddel til et annet. Sammenligning i forhold til antall plagede eller antall persondøgn med overskridelse av luftkvalitetskriterier kan f.eks. være supplerende verktøy.
- Det er viktig at sammenligningene blir så reelle som mulig. Forskjellige transportmidler har forskjellige egenskaper. Hastighet, komfort, avgangshyppighet, lastekapasitet og avhengighet av infrastruktur varierer mellom transportmidlene. Forskjellige transportmidler frakter derfor i stor grad forskjellig type last og vurdering av konsekvenser ved å overføre et tonn gjennomsnittslast fra en gjennomsnittslastebil til et gjennomsnittsskip gir ikke nødvendigvis gode resultater.
- Forskjellige transportformer omfatter forskjellige aktiviteter og har forskjellige avgrensninger, både i forhold til hvilke transportoppaver som løses (terminal-til-terminal eller dør-til-dør) og bruk av energi og infrastruktur. En sammenligning kun av eksterne effekter pr tonnkilometer direkte for transportene, uten også å vurdere hvilke aktiviteter som inngår eller hvilken ressursbruk transportformen har i bredere sammenheng, vil derfor i enkelte tilfeller være for upresist.
- Tonnkilometer som uttrykk for transportarbeid har i seg selv en del svakheter. Vi vil her kort nevne noen:
 - Last har forskjellig tetthet (vekt pr volumenhet) og ofte er det volum og ikke vekt som begrenser lastekapasiteten. Kanskje kunne kubikkmeter-kilometer være et bedre uttrykk i visse sammenhenger?
 - En transport består i lasting, transport og lossing. Hvis en kun ser på transportarbeidet i form av tonnkilometer vil et tonn transportert 10 km være likeverdig med 10 tonn transportert 1 km. Sistnevnte løsning fører imidlertid til større energiforbruk ved lasting og lossing, som er viktig å få med i beregningene.
 - Transportarbeid vurderes vanligvis i forhold til utkjørt eller utseilt distanse. En større omveg, for eksempel fordi transportmidlet kjører faste ruter, fører til at

statistikken indikerer at det er utført et større transportarbeid enn det egentlig ønskelige. Om det eksisterer systematiske forskjeller mellom transportmidlene kan dette gi feilestimer på konsekvensene av overført transport.

Litteratur

- Andresen K og Bjørnland D (1996):
Nasjonale godstransporter i Sørvest-Norge. Agderforskning, juni 1996. FoU rapport nr 8/96.
- Barlaup T L (1998):
Norsk kystfart, en kunnskapsoversikt. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1099/1998.
- Bjørnland D og Langeland A (1996):
Godsomslaget over havner i Sørvest-Norge. Agderforskning, juni 1996. FoU rapport nr 9/96.
- Bjørnland D m fl (1996):
Total godstransport i Sørvest-Norge. Agderforskning, august 1996. FoU rapport nr 16/96.
- Bjørnland D m fl (1996):
Fremtidig godstransport i Sørvest-Norge. Agderforskning, oktober 1996. FoU rapport nr 20/96.
- Bøe K, Eidhammer O, Madslie A og Ristesund E (1998):
Havnene i Oslofjorden. Strukturtrekk, godsomslag og trafikk mønster. Oslo, Transportøkonomisk institutt, TØI notat 1118/1998.
- Containerisation International (1998):
Artikkel om linjefart til og fra de nordiske land: "Nordic number game".
Containerisation International, mars 1998.
- De Jong G (1996):
Freight and Coach VOT studies. Paper til et PTRC-seminar: Value of Time Seminar 29-30 October 1996.
- European Commission (1999):
Scandinavia. Promoting integrated transport in peripheral areas of the Union.
Transport Research, Fourth framework programme, Intermodal transport, DG VII-92. ISBN: 92-828-6756-0
- European Conference of Ministers of Transport (ECMT) (1998):
Report on the current state of combined transport in Europe. OECD Publication Service. ISBN: 92-821-1238-1
- Eurostat (1999):
Intermodal freight transport – Key statistical data 1992-1997. ISBN 92-828-7307-2.
- Eidhammer O, Pettersen I og Virum H (1996):
Transport- og logistikkmarkedet i Norge. Strukturer, drivkrefter og konkurranseevne.
Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 339/1996. ISBN 82-7133-989-3.
- Flodström E (1998):
Environmental assessment of freight transportation. Göteborg, MariTerm AB. KFB report 1998:15.
- Forlaget Last og Buss A/S (1998):
Last og Buss. Bilteknisk oppslagstidsskrift. Oslo, Forlaget Last og Buss A/S. Nr. 1 1998. ISSN 0802-7870.

- Fowkes A S og Toner J (1998):
STEMM Ideal Freight Model Shell. Recent Evaluations of the Determinants of Freight Mode Choice. Leeds, Institute for Transport Studies (ITS), 1998. Annex-G i rapportserie fra EU-prosjektet STEMM.
- Fridstrøm L og Madslien A (1995):
Engrosbedrifters valg av transportløsninger. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1995. TØI rapport 299/1995. ISBN 82-7133-948-6.
- Fuglum A og Johansen S (1996):
Havnene på Østlandet: Infrastruktur og godsstrømmer. Nesbru/Oslo, Fuglum AS og NIBR.
- Halseth A og Skarholt T (1999):
Intermodal transport. Oslo, ECON Senter for økonomisk analyse, 1999. ECON rapport nr. 61/99. ISBN 82-7645-365-1.
- Halseth A (1999):
Samordnet og intermodal transport. Oslo, ECON Senter for økonomisk analyse. ECON rapport nr. 44/99. ISBN 82-7645-332-5.
- Harder F (1999):
MPOs and Railroad Intermodal Terminals: Successful Development Strategies. Transportation Quarterly, Vol 53, Number 2, Spring 1999 (31-44).
- Heimdal S I og Brekken E (1998):
Input Data for the STAN North Sea Case Study. Transport Cost Functions. Trondheim, Marintek, 1988. Annex-K i rapportserie fra EU-prosjektet STEMM.
- Heimdal S I og Remman T (1997):
Innenriks godstransport med rutegående skip 1994. Trondheim, MARINTEK, 1997. Rapport SF 630310.00.01.
- Heimdal S I m fl (1994):
Verktøy for analyse av kombinerte sjø- og landtransporter. MARINTEK, Trondheim, 1994. MT 232305.00.01.
- Holtskog, S og Rypdal, K (1997):
Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. Oslo-Kongsvinger, Statistisk sentralbyrå. Rapport 97/7. ISBN 82-537-4400-5.
- Hop Ø (1995):
Organisering av norske trafikkhavner. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 286/1995. ISBN 82-7133-926-5.
- Hovi I B, Skyberg T E og Bøe K (1999):
Konkurransflater i godstransport og intermodale transport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 447/1999. ISBN 82-480-0110-5.
- Hovi I B (1998):
Nyttekostnadsanalyse for Oslo havn og to alternative havneløsninger. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 407/1998. ISBN 82-480-0066-4.
- Ingebrigtsen S, Madslien A og Sætermo I A F (1997):
Nasjonalt nettverksmodell for godstransport (NEMO). Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 348/1997. ISBN 82-7133-999-0.

Ingebrigtsen S m fl (1997):

Dokumentasjon av NEMO – Versjon 1. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1063/1997 (samling av arbeidsdokumenter utarbeidet i forbindelse med modellutviklingsarbeidet).

INRO (1997):

STAN Users's Manual. Software Release 5. INRO, Montréal, Canada, 1997.

Jensen T (1993):

En generell likevektsmodell for godstransportanalyser. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993. TØI rapport 163/1993. ISBN 82-7133-780-7.

Jensen T og Eriksen K S (1997):

GODMOD-3. En makroøkonomisk modell for transportanalyser. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1997. TØI rapport 345/1997. ISBN 82-7133-996-6.

Jule R (1999):

Beregning av matriser til NEMO som inkluderer all utenrikstransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI arbeidsdokument TØ/1161/99.

Kystverket, Luftfartsverket, Statens vegvesen og Jernbaneverket (1999):

Nasjonal transportplan 2002-2011. Nasjonalt transportnett. Oslo, juni 1999.

Lea R og Lindjord J E (1996):

Kostnader og effektivitet i norske trafikkhavner. Oslo, Transportøkonomisk institutt, desember 1996. TØI rapport 344/1996. ISBN 82-7133-995-8.

Lindjord J E, Jensen T (1995):

Transportkorridorer i Europa. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1003/1995.

Lundin M (1999):

STAN 99. Kostnadsfunksjoner. Stockholm, Temaplan, august 1999.

Lundin M (1995):

Modell för simulering av godsflöden. Stockholm, Temaplan, 1995.

Madslie A, Skyberg T E (2000):

Nettverksstruktur og kostnadsfunksjoner i den utvidede versjonen av NEMO. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI arbeidsdokument 1247/2000.

Madslie A, Jule R og Pütz K (1998):

Norsk kystfart – Effekter av tiltak og trender i godstransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 415/1998.

Madslie A (1999):

Virkningsberegninger for alternative innretninger i NTP 2002-2011. Godstransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI arbeidsdokument 1167/1999.

Madslie A, Jule R, Hovi I B og Bøe K (1999):

Nasjonal transportplan 2002-2011. Datagrunnlag om godstransporter. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1127/1999.

Madslie A, Skarstad O og Fridstrøm L (1994):

Trafikkberegningsmodell for NSB Gods - En forstudie. Oslo, Transportøkonomisk

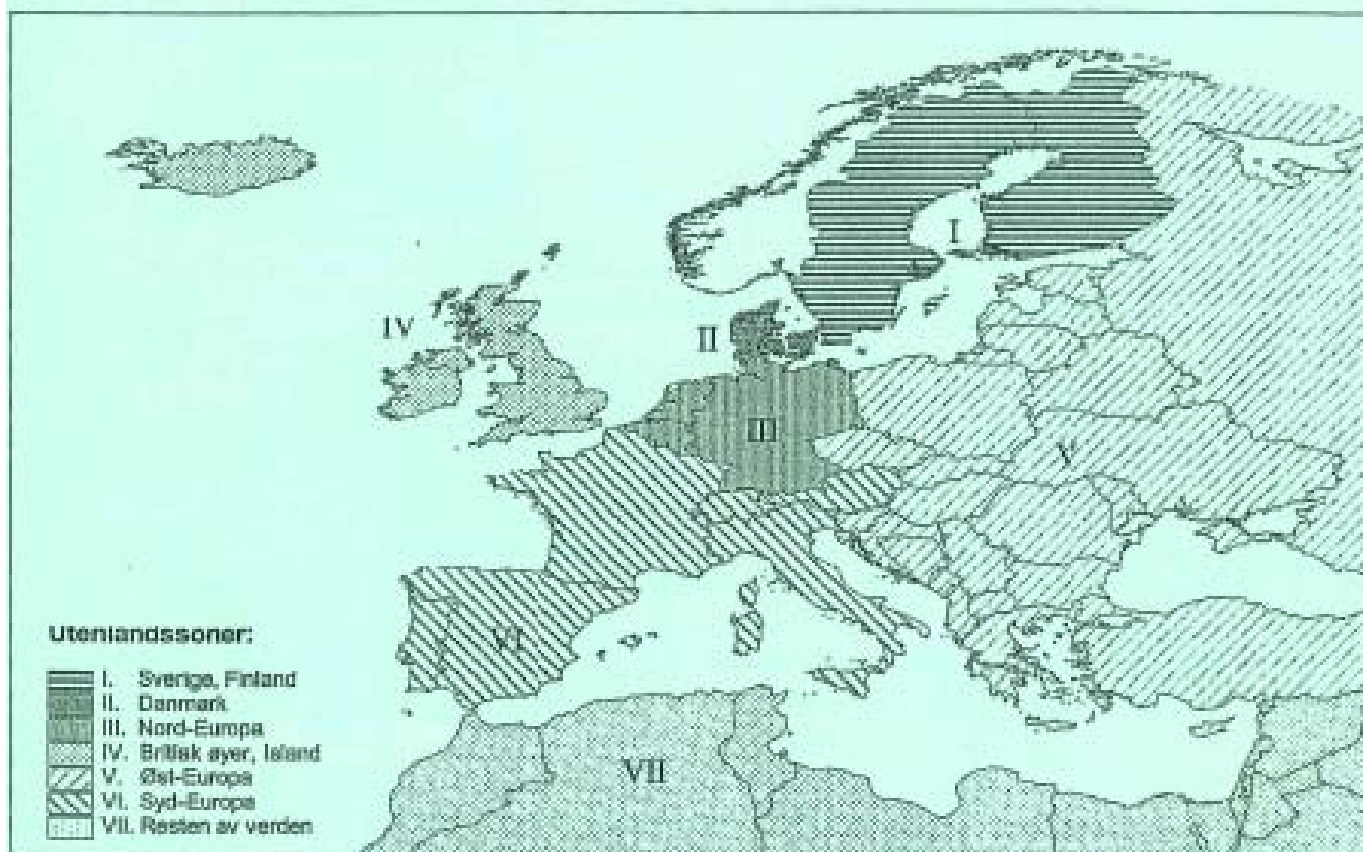
- institutt, 1994. TØI rapport 238/1994.
ISBN 82-7133-870-6.
- Madslie A og Ryntveit G O (1998):
Havnenes rolle i transportkorridorer. Kunnskapsstatus og problemstillinger. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1093/1998.
- Minken H, Madslie A og Christensen P (1996):
Nyttekostnadsverktøy for tiltak i fiskerihavner, farleder og trafikkhavner. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 336/1996. ISBN 82-7133-986-9.
- Minken H (1997):
Næringslivets nytte av raskere og mer pålitelig godstransport. Metodegrunnlag. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 347/1997. ISBN 82-480-998-2.
- Norges offentlige utredninger (NOU) (1988):
Transport og konkurransevne. Effektivisering av Norges internasjonale godstransporter. NOU 1988: 27 A. Statens trykkingskontor, Oslo, 1988.
- Norsk Havneforbund (1997):
Havnestatistikk. Tabell over godsomslag i havnene 1996 og 1997.
- Norges Rederiforbund (1999):
Norske rederier med utenriks linjefart, mars 1999. Oslo, Norges Rederiforbund.
- Oslo Havnevesen (1998):
Transport, havn og miljø. En strategi for miljøvennlig godstransport. Oslo kommune, Havnevesenet.
- Plan- og bygningsetaten, Oslo kommune (1997):
Fjordby eller Havneby? Utredning om Oslos havne- og sjøside. Hovedrapport og delutredning 1-7. Oslo, Plan – og bygningsetaten 1997.
- Rideng A (1998):
Transportytelser i Norge 1946-1997. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1998. TØI rapport 397/1998. ISBN 82-480-0054-0.
- Ryntveit G O (1996):
TFs havneundersøkelse 1996 - resultater og konklusjoner. Innlegg på TFs havnekonferanse 1997.
- Sandberg Eriksen K, Markussen T E og Pütz K (1999):
Marginale kostnader ved transportvirksomhet. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 464/1999. ISBN 82-480-0129-6.
- SIKA (1999):
Godstransporter – Efterfrågan och utbud. Sluttrapport från arbetsgruppen for det strategiske området. Det svenske interregionala och internationella godstransportsystemet "GODIS", november 1999. Stockholm, SIKA.
- SIKA (1999):
Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet - ASEK. Stockholm, SIKA, 1999. SIKA Rapport 1999:6.
- Skarstad O (1996):
Konkurrensflater i godstransport 1994. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 323/1996. ISBN 82-7133-969-9.

- Skarstad O (1994):
Nytt avgiftssystem for dieseldrevne kjøretøyer. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 236/1994. ISBN 82-7133-868-4.
- Skyberg T E (1999):
Internasjonale trender i godstransport. En litteraturstudie. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1144/1999.
- Statens forurensningstilsyn (1999):
Utslipp til vegtrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oslo 1999. Rapport 99:04. ISBN 82-7655-156-4.
- Statistisk sentralbyrå (1998):
Lastebiltransport 1994-1996. Oslo-Kongsvinger, 1998. ISBN 82-537-4578-8.
- Statistisk sentralbyrå (1998):
Sjøfart 1997. Oslo-Kongsvinger, 1998. ISBN 82-537-4570-2.
- Statistisk sentralbyrå (1998):
Utenrikshandelsstatistikken 1997. Datafiler. Oslo, 1998.
- St meld nr 46 (1996-97):
Havner og infrastruktur for sjøtransport. Fiskeridepartementet.
- TetraPlan (1997):
Anvendelse av beregningsmodel til beskrivelse av kvalitetsfaktorer. TetraPlan, København, 1997.
- Thune-Larsen H, Madslie A og Lindjord J E (1997):
Energieffektivitet og utslipp i transport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-notat 1078/1997.
- Transportbrukernes Fellesorg. og Næringslivets Hovedorg. (1996):
Korridorer og knutepunkt for bedre tilgjengelighet til Europa.
- Trovik S:
Distansetabell fra Oslo-Herføl og grensen med Sverige til Kirkenes og Grense-Jakobselv.
- VTT (1998):
Case Study Scan-Link Corridor. Espoo, VTT Communities and Infrastructure, 1998. Annex-J i rapportserie fra EU-prosjektet STEMM.
- 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.
- Widlert S (1990):
Godskunders værderingar. Transek, Banverket, 1990. Rapport P 1990:2.

Vedlegg

Vedlegg 1

Utenlandssoner brukt i transportmodellen



Kilde: Nasjonal transportplan 2002-2011: Nasjonalt transportnett

Vedlegg 2

Definisjon av varegrupper, basert på NST/R₍₂₎-koding:

Varegruppe	Vareslag
1. Stykkgoods	<ul style="list-style-type: none">- (02) Fersk frukt og grønnsaker- (03) Dyr, levende- (05) Råvarer til tekstilindustrien- (06) Andre matvarer, drikkevarer og tobakk, dyrefôr- (07) Oljefrø, fete oljer, fett- (13) Halvfabrikata av jern og stål- (20) Maskiner og transportmidler- (21) Metaller- (22) Glass, keramikk mv.- (23) Møbler, tekstilvarer, papirvarer* mv- (24) Forskjellige varer, uspesifisert
2. Tømmer og trelast	<ul style="list-style-type: none">- (04) Tømmer, trelast, mv.
3. Tørr bulk	<ul style="list-style-type: none">- (01) Korn- (08) Fast brensel- (11) Jernmalm og skrap av jern og stål- (12) Ikke-jernholdige malmer- (14) Sement, kalk, murstein mv.- (15) Grus, sand, stein, jord og salt- (16) Gjødning- (18) Kjemiske produkter- (19) Tremasse og papiravfall mv.- papir, papp, ubearbeidet, returpapir (NST/R₍₃₎-kode 972)
4. Oljeprodukter	<ul style="list-style-type: none">- (09) Råolje- (10) Bensin og andre mineraloljeprodukter- (17) Tjære og asfalt mv.

unntatt varer med NST/R₍₃₎-kode 972

Vedlegg 3

**Utslipp til luft fra transport. Gram pr tonnkilometer. Kilder:
Holtskog og Rypdal (1997), Thune-Larsen m fl (1997) og Statens
Forurensingstilsyn (1999).**

	Veg	Jernbane Diesel*	Linjefart	Ferge**
CO ₂	73,284	52,658	70	70
SO ₂	0,028	0,023	0,11	0,11
NO _x	0,762	0,78	1,53	1,53
NMVOG	0,062	0,066	0,06	0,06
Partikler	0,055	0,063	0,02	0,02

* Som følge av Kyotoavtalen legger vi til grunn at all elektrisitet er basert på vannkraft, dvs ingen utslipp fra el-tog.

** I mangel på data for utslipp ved godstransport på ferge, har vi valgt å benytte samme tall som for linjefarten.