



Dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte av godstiltak

Forprosjekt

Dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte av godstiltak

Forprosjekt

Harald Minken
Anne Madslien

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1217-7 Papirversjon

ISBN 978-82-480-1216-0 Elektronisk versjon

Oslo, mars 2011

Tittel: Dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte av godstiltak. Forprosjekt.

Forfattere: Harald Minken
Anne Madslie

Dato: 03.2011

TØI rapport: 1140/2011

Sider 55

ISBN Papir: 978-82-480-1217-7

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1216-0

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Jernbaneverket
Kystverket
Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 3541 - Dataverktøy til beregning av godsnytte

Prosjektleder: Anne Madslie

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord: Godstransport
samfunnsøkonomisk nytte
Transportmodell

Sammendrag:

Vi har utarbeidet et første utkast til et verktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte knyttet til tiltak som forbedrer godstransporttilbudet. Dette er basert på resultater fra det nasjonale godstransportmodellsystemet som består av en likevektsmodell, en nettverksmodell og en logistikkmodell. Fra Logistikkmodellen hentes informasjon om tiltakets effekt på samlede logistikkostnader, samt endringer i trafikk- og transportarbeid som påvirker eksterne kostnader knyttet til utslipp, ulykker og støy. Siden Logistikkmodellen fremdeles er under utvikling foreligger ikke en integrert modul for nytteberegning, men det er laget en regnearkmodell hvor man legger inn resultater fra Logistikkmodellen. I rapporten gis en beskrivelse av hvilke resultatfiler fra modellen som benyttes i nytteberegningen.

Title: Software for Cost-Benefit Analysis of Freight Transport Improvement Measures

Author(s): Harald Minken
Anne Madslie

Date: 03.2011

TØI report: 1140/2011

Pages 55

ISBN Paper: 978-82-480-1217-7

ISBN Electronic: 978-82-480-1216-0

ISSN 0808-1190

Financed by: Norwegian National Rail Administration
The Norwegian Coastal Administration
The Norwegian Public Roads Administration

Project: 3541

Project manager: Anne Madslie

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words: cost-benefit analysis
Freight transport
transport model

Summary:

We have developed a first draft version of a tool to compute the economic benefits of measures to enhance the efficiency of the freight transport system. This is based on results from the Norwegian national model system for freight transport, composed of a general equilibrium model, a network model and a logistics model. From the Logistics Model we collect changes in system-wide logistics costs and changes in tonne-kilometres and freight vehicle kilometres for the computation of the external costs of emissions, accidents and noise. Since the Logistics model is still under development, we have not yet implemented an integrated module for all of the calculations. Instead, results from the Logistics Model will have to be inserted in a spreadsheet model. The report specifies which result files from the Logistics Model that are to be used in the benefit calculation.

Language of report: Norwegian

Forord

Basert på resultater fra det nasjonale godstransportmodellsystemet (PINGO og Logistikkmodellen) har Transportøkonomisk institutt utarbeidet en første versjon av et dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte knyttet til tiltak som forbedrer godstransporttilbudet. Dette vil åpne muligheten for mer systematiske og konsistente beregninger av nytten for godstransport enn det en får gjort med hver enkelt etats nytteberegningsverktøy. Det vil også øke mulighetene til at skikkelige analyser av nytten for godstransporten blir tatt med i konsekvensutredninger av transporttiltak, og en vil få tydeligere fram hva godstransporten kan tjene på transportforbedringer.

Arbeidet er finansiert av Vegdirektoratet, Jernbaneverket og Kystverket. Oppdragsgivers kontaktperson har vært Øystein Linnestad i Kystverket. Vi takker ham for konstruktive innspill underveis i arbeidet.

Prosjektarbeidet ved TØI har vært ledet av siv ing Anne Madslie. Samfunnsøkonom Harald Minken har skrevet de innledende kapitlene om samfunnsøkonomisk analyse (kap 1-5) samt de avsluttende kapitlene om bruksområdet for en teoretisk modell og praksis i andre land (kap 9-10), mens Anne Madslie har skrevet kapitlene som dreier som om hvordan resultatene fra Logistikkmodellen skal implementeres i nytteberegningene. Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har vært kvalitetsansvarlig for arbeidet og sekretær Trude C Rømming har stått for den endelige redigeringen av rapporten.

Oslo, mars 2011
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm
instituttssjef

Kjell Werner Johansen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1 Innledning	1
2 Noen definisjoner og begreper	3
2.1 Varestrøm.....	3
2.2 Produksjons-konsumpsjonsmatrise.....	4
2.3 Varepris.....	5
2.4 Vareeier.....	5
3 Logistikkostnader	6
3.1 Ordrekostnader.....	6
3.2 Håndteringskostnader.....	7
3.3 Lagerholdskostnader.....	8
3.4 Transportkostnader.....	9
3.5 Kostnadsminimering.....	11
3.6 Usikkerhetskostnader.....	11
3.7 Kostnadsminimering med usikker etterspørsel og ledetid.....	11
4 Hovedprinsipper i den samfunnsøkonomiske analysen av godstransport ..	12
4.1 Grunnleggende parametre.....	12
4.1.1 Kalkulasjonsrenta.....	12
4.1.2 Tidshorisont.....	12
4.1.3 Vekstrater.....	14
4.1.4 Teknologisk utvikling.....	14
4.2 Grunnforutsetninger.....	14
4.2.1 Bruttometoden.....	14
4.2.2 Alternativkostnadsprinsippet og skattefaktor.....	15
4.3 Geografisk avgrensning.....	16
4.3.1 Oppdeling av transporten i en utenlandsk og en innenlandsk del.....	17
4.3.2 Enhetspriser ved transport til og fra fjerne land.....	17
5 Enhetspriser	18
5.1 Overføringer og kalkulasjonspriser.....	18
5.2 Tids- og pålitelighetsverdier.....	19
5.3 Transportkostnader.....	20
5.4 Eksterne kostnader.....	20
6 Den norske godsmodellen – en oversikt	22
6.1 Innledning.....	22
6.2 Kort om modellsystemet.....	22
6.3 Basismatriser.....	23
6.3.1 Varegruppering.....	23
6.3.2 Soneinndeling.....	24
6.3.3 Statistisk grunnlag.....	25
6.4 Nettverksmodell.....	28
6.5 Kostnadsfunksjoner.....	28
6.6 Logistikkmodellen.....	30

7 Godstransportmodellen - anvendelse i en samfunnsøkonomisk analyse....	33
7.1 Innledning	33
7.2 Kostnader i modellen	34
7.2.1 Om kostnadene som beregnes i modellen	34
7.2.2 Bruk i samfunnsøkonomiske analyser.....	39
7.3 Trafikk- og transportarbeid i modellen.....	40
7.3.1 Hva beregnes i modellen	40
7.4 Køer og kapasitetsproblemer	44
8 Implementering i nytteberegningsmodell.....	45
8.1 Kostnaden ved tiltaket	45
8.2 Kostnader for vareeier.....	45
8.3 Inntekter for det offentlige	45
8.4 Eksterne kostnader	46
8.4.1 Enhetskostnader.....	47
8.4.2 Utslipp og kostnader knyttet til klimagasser	48
8.5 Regnearket	51
9 Et bruksområde for en helt teoretisk modell?	52
10 Praksis i Sverige, Danmark og Storbritannia	53
Litteraturliste	54

Sammendrag:

Dataverktøy for samfunnsøkonomisk analyse av godstiltak. Forprosjekt.

TØI rapport 1140/2011
Forfattere: Harald Minken og Anne Madslie
Oslo 2011, 55 sider

Basert på resultater fra det nasjonale godstransportmodellsystemet (PINGO og Logistikkmodellen) har TØI utarbeidet et første utkast til et verktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte knyttet til tiltak som forbedrer godstransporttilbudet. Fra Logistikkmodellen hentes informasjon om tiltakets effekt på samlede logistikkostnader, samt endringer i trafikk- og transportarbeid som påvirker eksterne kostnader knyttet til utslipp, ulykker og støy. Siden Logistikkmodellen fremdeles er under utvikling foreligger ikke en integrert modul for nytteberegning, men det er laget en regnearkmodell hvor man legger inn resultater fra Logistikkmodellen. I rapporten gis en beskrivelse av hvilke resultatfiler fra modellen som benyttes i nytteberegningen.

Innledning

Transportetatene ved Statens vegvesen, Jernbaneverket og Kystverket ønsket å få etablert et dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte av tiltak som forbedrer godstransporttilbudet, basert på resultater fra det nasjonale godstransportmodellsystemet vi har i Norge.

Det nasjonale godstransportmodellsystemet består av likevektsmodellen PINGO, en nettverksmodell implementert i CUBE Voyager, et sett med basismatriser og den såkalte Logistikkmodellen. Dette modellsystemet har til nå ikke hatt noen egen nytteberegningsmodul. Etablering av en slik modul kan gi mer systematiske og konsistente beregninger av nytten for godstransport enn det en får gjort med hver enkelt etats nytteberegningsverktøy. Det vil også øke mulighetene til at skikkelige analyser av nytten for godstransporten blir tatt med i konsekvensutredninger av transporttiltak, og en vil få tydeligere fram hva godstransporten kan tjene på transportforbedringer. I rapporten avklares prinsippene for godsnytteberegningen og det legges et grunnlag for programmering av en slik modul i godsmodellsystemet.

Forutsetninger

Nytteberegningsmodellen som er utviklet er basert på tre forenklete prinsipper:

1. Varestrømmene mellom alle sonepar er upåvirket av tiltak for ett enkelt transportmiddel.
2. Prisen for transportene er lik operatørens kostnader, inklusiv avkastning på kapital investert i materiell.
3. Kostnadsendringer reflekteres i sin helhet i prisen til kundene.

Dette innebærer for det første at godsstrømmene som er input for beregningene holdes uendret. Innføring av nye avgifter eller tiltak som gjøres i infrastruktur eller terminaler medfører kun en endring i transportmiddelvalg og rutevalg for eksisterende gods. Dernest sier vi at operatørens resultat pr definisjon er null, som betyr at ulike tiltak ikke gir endring i operatørens nytte. Til slutt sier vi at kostnadsreduksjoner i sin helhet tilfaller transportbrukerne (dvs transportkjøperne/ vareeierne) og reflekteres i økt nytte for disse. Nyten vil da fremkomme som reduserte logistikkostnader for transportkjøpere eller vareeiere.

Det er ikke alle forhold i et samfunnsøkonomisk regnestykke vi har implementert i vår beregningsmodell. Kort oppsummert mangler følgende elementer:

- Interaksjonen mellom godstransport og persontrafikk i form av kø og trengsel på vegnettet og banenettet.
- Førings av skatter, og skillet mellom skatt og gebyr (dvs. betaling for tjenester), gjøres forenklet. En mer nøyaktig analyse krever et studium av marginalkostnad, fast kostnad og selvkost for alle de ulike havnetjenestene og andre transporttjenester.
- Kostnadene ved usikkerhet i transporttid og andre deler av ledetida.

I tillegg behandles enkelte andre forhold noe forenklet, i første rekke miljø- og ulykkeskostnader.

Logistikkmodellen

I Logistikkmodellen tas det utgangspunkt i varestrømmer mellom soner fra basismatriser for 32 varegrupper. Disse fordeles til varestrømmer mellom bedrifter, basert på informasjon om antall bedrifter etter næringskategori som hhv leverer og mottar ulike typer av varer. Informasjon om transportdistanser og transporttider fra nettverksmodellen benyttes som grunnlag for beregning av transportkostnader til bruk ved valg av optimal transportløsning. Bedriftenes beslutninger om valg av sendingsstørrelse og frekvens på sendingene er inkludert i optimaliseringen. Sendingsstørrelse er en viktig faktor for valg av transportløsning, bl a fordi det for transport er avtakende enhetskostnader både mht lastvekt og transportdistanse. Derfor vil det eksempelvis for små forsendelser være lønnsomt med samlast, dvs at en forsendelse konsolideres med gods fra andre avsendere. I nettverket har man kodet inn samlastterminaler, havner og jernbaneterminaler, i tillegg til lagrene til enkelte store produsenter (dvs store transportbrukere).

Modellen kan benyttes til å beregne effekter av at man endrer på en eller flere av forutsetningene i modellsystemet. Endringer i f eks avgifter, transportkostnader eller andre logistikkostnader, infrastruktur eller etterspørsel (basismatrisene) vil kunne bidra til at valg av transportløsning endres.

Valg av sendingsstørrelse og logistikkjeder bestemmes på grunnlag av de totale årlige logistikkostnadene, som består av følgende komponenter:

1. Ordrekostnader
2. Lagerholdskostnader
3. Kapitalkostnader knyttet til lagerhold
4. Kapitalkostnader for gods under transport, inkludert ventetid knyttet til rutegående transportmidler
5. Transportkostnader
6. Laste-, losse- og omlastingskostnader
7. Kostnader knyttet til om gods blir borte eller ødelagt underveis i transportkjeden
8. Kostnader knyttet til at bedriften går tom på lager før ordren ankommer (mankokostnader)

De to siste elementene er foreløpig ikke inkludert i modellen, da man mangler data for de relevante kostnadskomponentene.

Modellen kan benyttes til å studere virkninger på transportmiddel- og rutevalg som følge av endringer i en eller flere av rammebetingelsene knyttet til ett eller flere transportmidler. Eksempler på dette er:

- Avgiftsendringer
- Infrastrukturendringer i veg eller jernbanenettet (f eks ny veg- eller jernbaneparsell som fører til endringer i transporttid og distanse, og dermed også påvirker transportkostnadene)
- Flytting, oppretting eller nedlegging av en terminal (f eks havn, jernbane-terminal eller samlasterterminal)
- Bedre tilførselsveger eller jernbanetilnytting til en havn eller annen terminal

Endringer i rammebetingelsene som påvirker de totale transport- og logistikkostnadene kan føre til at den totale etterspørselen etter transport går opp eller ned. Her kommer eventuelt etterspørselsmodellen Pingo inn. Kostnadsendringer i transportavviklingen kan leses inn i Pingo, som både beregner effekten på totalt etterspørselsvolum, men også om kostnadsendringene vil kunne ha innvirkning på samhandelen mellom par av fylker.

Modellsystemet kan også benyttes til å beregne forventet utvikling i transportmiddel og korridorvalg, gitt eksogene rater for næringsspesifikk vekst fra f eks den makroøkonomiske modellen MSG til Statistisk sentralbyrå. Dette gjøres f eks når det utarbeides prognoser for Nasjonal transportplan.

Resultater fra Logistikkmodellen er transportmiddelfordelte varestrømsmatriser, transport- og trafikkarbeid og totale transportkostnader. Transportmiddelfordelte varestrømsmatriser kan leses inn i nettverksmodellen, slik at man kan utarbeide kartplott av godsstrømmer for spesifikke varegrupper og transportmidler, samt beregne trafikkbeklastningen på gitte lenker og i terminaler.

Inn i en nytteberegningmodell er det endringene i de samlede logistikkostnadene som er av interesse, i tillegg til endringer i trafikk- og transportarbeid som har effekt på eksterne kostnader knyttet til utslipp, ulykker og støy.

Nytteberegningsmodellen

Det er etablert en enkel regnearkmodell som beregner nytten av tiltak. Det er ikke spesielt mye automatikk i regnearket enda, da vi anser det hensiktsmessig å vente med det til Logistikkmodellen er endelig implementert i CUBE.

Følgende elementer inngår i nytteberegningen som er implementert i regnearket:

Kostnaden ved tiltaket: Eventuell kostnad ved et tiltak, f eks investeringskostnader fratrukket restverdi, vil være en vesentlig del av nytteberegningen, og må legges inn i beregningsverktøyet.

Kostnader for vareeier: Som nevnt tidligere forutsetter vi at enhver forbedring eller forverring i logistikkostnadene tilfaller vareeieren, mens transportørens inntekter og kostnader alltid oppveier hverandre. Fra logistikkmodellen henter vi inn de samlede logistikkostnader for vareeier for de to alternativene som skal sammenlignes. Differansen mellom disse inngår som et av nytte-elementene knyttet til tiltaket som studeres.

Inntekter for det offentlige: Staten mottar avgiftsinntekter fra drivstoff. Disse inngår i transportkostnadene som er implementert i Logistikkmodellen (gjennom drivstoffkostnaden i kostnadsmodellen). Avgiftsinntekten beregnes imidlertid ikke separat, så det må gjøres i forbindelse med nyttemodellen. Avgiftsinntekten kan beregnes ut fra samlet drivstofforbruk, som er en funksjon av antall kilometer kjørt pr kjøretøytype. Inntektene til det offentlige påplusses en skattekostnad på 20 %.

Eksterne kostnader: I nytteberegningen inngår tiltakets effekt på eksterne kostnader. Disse omfatter kostnader knyttet til endret ulykkesrisiko, endringer i støy pga tiltaket, endret tidsbruk knyttet til framføringen av godset og kostnader knyttet til utslipp til luft. Ingenting av dette inngår i de kostnader som logistikkmodellen beregner, og må således beregnes separat, basert på input fra logistikkmodellen.

Det er dessverre gjort lite arbeid de siste årene knyttet til verdsetting av eksterne effekter, så vi har foreløpig i vår beregningsmodell i stor grad basert oss på tall fra ECON (2003). En ny rapport fra Vestlandsforskning (2010) gir tall for utslipp av CO₂-ekvivalenter (klimagasser) pr tonnkilometer for ulike typer godsbiler, skip og tog.

Summary:

Software for Cost-Benefit Analysis of Freight Improvement Measures

TØI Report 1140/2011

*Author(s): Harald Minken and Anne Madslie
Oslo 2011, 55 pages Norwegian language*

We have developed a first draft version of a tool to compute the economic benefits of measures to enhance the efficiency of the freight transport system. This is based on results from the Norwegian national model system for freight transport, composed of a general equilibrium model, a network model and a logistics model. From the Logistics Model we collect changes in system-wide logistics costs and changes in tonne-kilometres and freight vehicle kilometres for the computation of the external costs of emissions, accidents and noise. Since the Logistics model is still under development, we have not yet implemented an integrated module for all of the calculations. Instead, results from the Logistics Model will have to be inserted in a spreadsheet model. The report specifies which result files from the Logistics Model that are to be used in the benefit calculation.

Introduction

The Norwegian transport authorities, represented by the Public Roads Administration, the National Rail Administration and the Coastal Administration, have commissioned the Institute of Transport Economics (TØI) to develop software to compute the economic benefits of measures to improve freight transport, based on input from the national freight transport model system that exists in Norway.

The national freight transport model system consists of the spatially computable general equilibrium model PINGO, a network model implemented in CUBE Voyager, a set of base case matrices and the so-called Logistics Model. Until now, this model system has never had its own benefit calculation module. The establishment of such a module may provide more systematic and consistent calculations of freight benefits than was achieved previously, when each authority used their own tools. It may also increase the probability that reliable freight benefit analyses will be included in transport impact assessments and provide a clearer picture of what the freight transport sector stands to gain from transport improvements. This report explains the principles of the benefit calculations and prepares the way for programming a benefit calculation module in the freight model system.

Assumptions

The benefit calculation module that we develop is based on three simplifying principles:

1. Freight flows between all pairs of zones are unaffected by measures taken on single modes,
2. Freight rates equal the cost of the operators, including returns on capital invested in rolling stock, and
3. Any change in costs is borne entirely by the transport customers (shippers).

What this means is, firstly, that the freight flows that are input to the calculations are kept constant from the base case to the policy case, and that new charges or measures to improve infrastructure or terminals will only affect mode choice or route choice for existing commodity flows. Secondly, the assumption that net benefits to carriers always will equal zero means that no policy measures will impact on carriers and other transport service providers. Finally, by these assumptions, cost reductions will completely end up in the hands of transport users (shippers/owners) and increase their benefits. Consequently, all benefits can be measured as reduced logistics cost for the shippers.

Not all relevant effects in a cost-benefit analysis are captured by our tool. These elements are missing:

- The interaction between freight transport and passenger transport in the form of congestion on the road and rail network.
- Tax revenues to the government are entered in a simplified way, and the distinction between taxes and payment for services in harbours, terminals etc. have not been exactly drawn. A more precise analysis would require an in-depth study of marginal costs, fixed costs and cost recovery for all the different harbour services and other transport services.
- The costs of uncertainty about transport time and other parts of the lead time are not considered.

Furthermore, certain other issues like environmental costs and accident costs are dealt with in simplified ways.

The Logistics Model

The Logistics Model takes base case matrices, in the form of commodity flows between the zones for 32 different commodity classes, as input. These are further distributed to commodity flows between firms, based on information on the number of firms that ship and the number of firms that receive the commodities of each class. Information about transport distances and transport times from the network model are used to compute the transport costs that enter the firms' choices of optimal transport solutions. The choice of optimal shipment size and shipment frequency is included in the firm's optimization. Shipment size is an important determining factor for the choice of a transport solution, partly because of diminishing returns to scale in transport, both in the dimension of vehicle loads and in the dimension of transport distance. Consequently, consolidation of shipments from different shippers may be profitable when shipment sizes are small. Consolidation terminals, harbours and rail terminals are coded in the

network in addition to the terminals of some of the large producers (i.e. transport users).

The model may be used to compute effects of changes to one or more of the assumptions of the base case. Among the changes that may induce changed transport solutions are changes in taxes and other elements of transport or logistics costs, infrastructure provision, or changes in the base case matrices.

The choices of shipment size and logistics chain are governed by the total annual logistics costs, consisting of the following elements:

1. Order costs
2. Inventory holding costs
3. Warehousing costs
4. Cost of capital tied up in goods in transport, including time waiting for scheduled transport
5. Transport costs
6. Loading and unloading costs, including reloading
7. Costs of damage, loss and theft
8. Stock-out costs

The last two elements are not included in the model at the moment because the appropriate data is lacking.

The model is used to study the effects on transport mode choice and route choice of changes in one or more of the conditions governing the supply of transport services within one or more of the transport modes. Some examples are:

- Changes in taxes and charges
- Infrastructure changes (as for instance new roads or railroad tracks leading to changes in transport time and distance and consequently transport cost changes)
- Relocating, establishing or closing down terminals (as for instance harbours, railroad terminals or consolidation terminals)
- Improved access to a harbour or another terminal

Changes like these may lead to the total transport demand going up or down. This is where the demand model PINGO may come into the picture. The cost changes may be coded in PINGO, that will compute the ensuing effect on total freight demand as well as the freight flows between counties.

The model system may also be used to find the expected mode split and corridor freight flows from new assumptions concerning the growth rates of the different industries. Such new assumptions can for instance stem from the multisectoral macroeconomic model of Statistics Norway. For each new four-year period of the National Transport Plan, new assumptions are derived in this way.

Results from the Logistics Model are freight flow matrices by commodity group and transport mode, as well as total vehicle kilometres and tonne-kilometres and total transport costs. Freight flow matrices by mode can be transferred to the network model that will output map plots of the flows for each of the commodity groups and transport mode, and compute the traffic loads on links and in terminals.

Input to the freight cost-benefit module will be the total logistics costs as well as vehicle kilometre and tonne-kilometre changes, that are used to compute external costs of accidents, noise and emissions.

The module to compute the economic benefits

A simple spreadsheet model is established to compute the economic benefits of policy measures. The following elements are included in the benefit calculations of the spreadsheet:

The cost of the policy measure: The cost of the measure, such as for instance investment cost minus salvage costs (residual value), is an essential part of the economic calculation and must be included in the benefit calculation tool.

Costs to the shipper or commodity owner: As mentioned earlier, we assume that any improvement or increase in the logistics costs will be captured or borne by the shipper (the commodity owner), while for the carrier, revenue and costs cancel out. From the Logistics model we fetch the total logistics costs for shippers in both of the cases that are to be compared. The difference is entered as a benefit to shippers/commodity owners.

Public sector revenue: The public sector receives the fuel tax revenue. Fuel taxes are part of the transport costs as implemented in the Logistics Model, but the tax share of the fuel cost are not computed there, and so will have to be computed as part of the economic benefit calculations. It may be assessed from total fuel consumption, which is a function of vehicle kilometres by vehicle class. Public sector revenue and costs are multiplied by 1,2 to take account of the marginal cost of funds (the tax factor).

External costs: The effect of the policy measure on external costs is part of the economic benefits. The external costs include the costs or benefits of changes in the accident risk, noise, emissions and congestion. None of these are included in the Logistics Model, so they will have to be assessed separately based on input from the Logistics Model.

Little has been done in the last years with respect to valuation of external effects, which is why our benefit calculation module is mainly based on figures in ECON (2003). A new report from Vestlandforskning (2010) provides us with figures concerning CO₂ equivalents (greenhouse gases) per tonne-kilometre for different classes of road freight vehicles, ships and trains.

1 Innledning

Transportetatene ved Statens vegvesen, Jernbaneverket og Kystverket ønsket å få etablert et dataverktøy for beregning av samfunnsøkonomisk nytte av tiltak som forbedrer godstransporttilbudet. Nytteberegningen skal gjøres basert på resultater fra det nasjonale godstransportmodellsystemet vi har i Norge, og formålet er å kunne gjøre mer systematiske og konsistente beregninger av nytten for godstransport enn det en får gjort med hver enkelt etats nytteberegningsverktøy.

Det nasjonale godstransportmodellsystemet består av likevektsmodellen PINGO, en nettverksmodell implementert i CUBE Voyager, et sett med basismatriser og den såkalte Logistikkmodellen. Dette modellsystemet har til nå ikke hatt noen egen nytteberegningsmodul. Etablering av en slik modul kan gi mer systematiske og nøyaktige beregninger av godsnytte, øke mulighetene til at skikkelige analyser av nytte for godstransporten blir tatt med i konsekvensutredninger av transporttiltak, og i det hele få tydeligere fram hva godstransporten kan tjene på transportforbedringer. Denne rapporten vil avklare prinsippene og legge grunnlaget for programmering av en slik modul i godsmodellsystemet.

Den sentrale delen av godsmodellsystemet er Logistikkmodellen, som fordeler gitte varestrømmer på transportkjeder (transportmidler og ruter) etter prinsippet om laveste kostnad. Det er naturlig i en slik modell å bruke differansen mellom totale logistikkostnader før og etter et tiltak som mål på nytten av tiltaket, og dette har da også alltid vært gjort til nå. Imidlertid er det ikke sikkert at kostnadene slik de registres i modellen er lik de samfunnsøkonomiske kostnadene. Det kan blant annet skyldes skatter og avgifter og andre overføringer mellom aktører og sektorer, samt eksterne kostnader. Et minstekrav til et dataprogram for beregning av godsnytte er altså at det kan skille mellom kostnader som bestemmer valget av transportmiddel og rute (de faktiske logistikkostnadene) på den ene siden, og virkelige samfunnsøkonomiske kostnader på den andre siden.

Det er ikke alle forhold i et samfunnsøkonomisk regnestykke vi har implementert i vår beregningsmodell. Kort oppsummert mangler følgende elementer:

- Interaksjonen mellom godstransport og persontrafikk i form av kø og trengsel på vegnettet og banenettet.
- Føringskostnader, og skillet mellom skatt og gebyr (dvs. betaling for tjenester), gjøres forenklet. En mer nøyaktig analyse krever et studium av marginalkostnad, fast kostnad og selvkost for alle de ulike havnetjenestene og andre transporttjenester.
- Kostnadene ved usikkerhet i transporttid og andre deler av ledetida.

I tillegg behandles enkelte andre forhold noe forenklet, i første rekke miljø- og ulykkeskostnader.

Relativt sent i prosjektarbeidet ble det klart at etatene muligens ønsker å beregne nytte for transportkjøper og transportør basert på Logistikkmodellen, og

kombinere dette med det som beregnes av andre effekter (eksterne kostnader etc) i etatenes egne nytteberegningsverktøy. Da foreliggende rapport ble skrevet var ikke dette kjent, slik at et eventuelt samspill mellom Logistikkmodellen og etatenes egne nytteberegningsverktøy ikke er beskrevet i rapporten.

Det er foreløpig ikke trukket noen konklusjoner for hvordan man ser for seg å kombinere resultater fra Logistikkmodellen og etatenes ulike nytteberegningsverktøy. Et alternativ kan f.eks. være å kombinere resultater fra Logistikkmodellen med vegvesenets nytteberegningsprogram EFFEKT på en lignende måte som data fra persontransportmodellene (RTM/NTM5) er implementert. For disse er det laget tilleggsmoduler (Trafikantnyttmodulen og Kollektivmodulen) som beregner hhv trafikantnytte og kostnad/inntekt for kollektivselskapene. Resultater fra disse importeres i EFFEKT og inngår der i en full nytteberegning. Hvis en ønsker et tilsvarende system for godstransport vil det trolig kreves en del justering/programmering av EFFEKT. Vi har ikke satt oss nærmere inn i dette, og heller ikke om det finnes tilsvarende muligheter i de andre etatenes nytteberegningsprogram. I et større prosjekt SINTEF har knyttet til videreutvikling av EFFEKT, er mulighetene for implementering av resultater fra Logistikkmodellen et av temaene.

2 Noen definisjoner og begreper

2.1 Varestrøm

Vi definerer en varestrøm ved

- Vareslag
- Produsent
- Kunde
- Volum pr. tidsenhet

Vareslag. I visse analyser, spesielt når vi analyserer logistikkostnadene til en enkelt bedrift, vil vareslaget kunne angis nøyaktig. I samfunnsøkonomiske analyser, særlig analyser med den nasjonale godstransportmodellen, vil vi stort sett måtte operere med aggregerte vareslag. I den nasjonale godstransportmodellen er varene delt i 32 ulike slag, blant annet ut fra transportegenskapene.

Produsent. Produsenten kan være en fabrikk eller et annet slags anlegg, men for varestrømmer inn i landet kan produsentene også være terminaler og lagre i utlandet. Det viktigste kjennetegnet ved produsenten er beliggenheten, som er angitt ved en sone. I samfunnsøkonomiske analyser med godstransportmodellen opererer vi med aggregerte produsenter bestående av alle produsentene i en sone. Ved beregning av produsentens valg av sendingsstørrelse og lagerhold foretar vi imidlertid en oppdeling på flere produsenter pr. sone. Denne oppdelingen bygger ikke på detaljerte data om bedriftsstrukturen i sonen, men snarere på data om antall bedrifter og gjennomsnittlig bedriftsstørrelse i sonene.

Kunde. I visse analyser, for eksempel av postdistribusjon, kan kunden være den enkelte forbruker eller en bedrift eller annen slags produsent som bruker varene som innsatsfaktorer. I de fleste tilfeller vil kunden være et lager eller et utsalgssted. Det viktigste kjennetegnet ved kunden er beliggenheten, som er angitt ved en sone. I samfunnsøkonomiske analyser med den nasjonale godstransportmodellen opererer vi med aggregerte kunder bestående av alle kundene i en sone.

Volum pr. tidsenhet. Varen kan være bulk gods eller stykk gods. Bulk godset måles enten i volumenheter eller vektenheter, mens stykk godset kan måles i naturlige enheter.¹ Når det gjelder transportkapasiteten, kan det enten være volum eller vekt som setter grenser for hvor mange enheter som kan transporteres pr. bil eller vogn. Uansett vil vi nesten alltid måle alle vareslag i tonn, og det gjelder spesielt i den nasjonale godstransportmodellen. Tidsenheten som varestrømmens volum måles i, vil i regelen være ett år. Ved store sesongsvingninger kan det gi opphav til unøyaktigheter. (Transporttid vil som regel bli målt i timer, og lagringstid i (forretnings)dager. Vi regner at det er 304 forretningsdager i et år, dvs. alle dager unntatt søn- og helligdager.)

¹ I pakket tilstand kan stykk gods også måles i enheter av forpakningen, for eksempel antall paller eller antall containere. Dette er et volummål.

2.2 Produksjons-konsumsjonsmatrise

En produksjons-konsumsjonsmatrise (PC-matrise) er et sett matriser, en for hvert vareslag, med en linje for hver produsent og en kolonne for hver kunde, og der det årlige volumet på varestrømmen mellom dem er ført opp i cellene. For å si det enkelt, så definerer PC-matrisen hvilken oppgave som det samlede transport- og logistikksystemet skal løse. Det den sier, er at vi har et sett med behov på ulike steder som skal tilfredsstilles ved hjelp av ressurser som befinner seg på andre steder. Vi regner ikke med at det knytter seg nytte til *hvordan* oppgava løses. Kundene er for eksempel likegyldige til om varene kommer med bil eller bane eller båt, eller om de har vært lastet om null eller en eller to ganger. Dermed er det gitt at problemstillingen er å løse oppgava på den billigst mulige måten, dvs. ved kostnadsminimering. Når PC-matrisen er gitt, er problemet kostnadsminimering. (Naturligvis bryr kundene seg om svinn og verdiforringelse som kan oppstå på veien, men hvis vi kan anslå kostnaden ved svinn og verdiforringelse, blir problemstillingen likevel kostnadsminimering.)

Kan vi virkelig anta at PC-matrisen er gitt? Folks preferanser for ulike varer endrer seg, befolkning og næringsstruktur i sonene endrer seg, og det dukker opp nye produsenter som kan levere varene billigere. Om vi ser på den geografiske fordelingen av produksjonen i verden, er den i meget rask endring for tida. Det er klart at en forutsetning om en gitt PC-matrise bare kan gjelde på ganske kort sikt.

Poenget er imidlertid at hvis vi skal si noe om *hvordan* PC-matrisen vil endre seg, trenger vi en geografisk oppdelt modell for produksjon og etterspørsel i vedkommende varemarked, eller i alle varemarkeder, dersom vi ønsker en modell som kan gi PC-matriser til slike modeller som den nasjonale godstransportmodellen. Standardmåten å formulere slike modeller på er geografisk oppdelte generelle likevektsmodeller, eller SCGE-modeller, som det kalles.

Dermed har vi to prinsipielt helt ulike måter å beregne den samfunnsøkonomiske gevinsten av endringer i transportsystemet på: med eller uten en gitt PC-matrise. Det som taler for gitt PC-matrise er følgende:

- Transporten er vanligvis svært enkelt modellert i SCGE-modeller, slik at det er vanskelig å kode et vanlig transporttiltak på en realistisk måte i slike modeller. Om vi først kjører SCGE-modellen for å få en PC-matrise som vi kan bruke i den nasjonale godstransportmodellen, oppstår likevel problemet å få til en god feedback fra godstransportmodellen til SCGE-modellen. Om vi *ikke* har en slik feedback, har vi heller ingen nytte i SCGE-modellen. Vi bruker i så fall bare SCGE-modellen til å produsere de gitte forutsetningene som transport- og logistikksystemet skal kostnadsminimeres under.
- Det eksisterer SCGE-modeller med et realistisk transportnettverk. Ivanova (2003) er et tidlig eksempel på en slik modell. Men slike modeller har ikke med lagre og terminaler. Vi har derfor et valg mellom å modellere minimering av logistikkostnadene og å modellere endringer i PC-matrisen. Vi har i Norge foreløpig valgt det første.

Av disse grunnene skal vi i fortsettelsen forutsette at det eksisterer en gitt PC-matrise i det enkelte år. Den kan godt være produsert av en SCGE-modell og endre seg for hvert år, men den vil ikke endre seg med tiltakene som testes, og vil

uansett være en gitt forutsetning for nytteberegningen for hvert enkelt år av tiltak for å forbedre godstransporten.

Problemstillingen som vi har drøftet her, er ganske parallell med problemet om det finnes en mernytte av transportinvesteringer, som har vært tatt opp, bl.a. av Jernbaneverket, i den siste tida. Det kan godt finnes en slik mernytte, men vi mangler pålitelige metoder til å anslå den.

2.3 Varepris

En viktig egenskap ved en varestrøm er varens pris. Prisen er en pris pr. enhet, dvs. i de fleste tilfeller pr. tonn. I tilfellet med stykkgoods kan den imidlertid være pr. container. Det sier seg sjøl at prisen er usikker, både fordi varegruppene ikke er homogene, slik at et tonn sendt fra ulike produsenter kan bestå av varer med ganske ulik pris, og fordi vi vanligvis har svært dårlig informasjon om hva som befinner seg i en container. Om prisendringer i framtida veit vi dessuten svært lite.

Den relevante prisen i vårt tilfelle er produsent- eller importprisen eksklusive fraktkostnader og forsikring.

Når prisen og PC-matrisen er gitt, kan vi om ønskelig lage matriser med varestrømmenes *verdi*.

2.4 Vareeier

Vi forutsetter perfekt konkurranse i transportmarkedet. Det betyr at transportørenes inntekter er lik deres kostnader, altså at de har null profitt, og at enhver forbedring tilfaller vareeieren. Om det er produsenten eller kunden som skal regnes som vareeier, eller om vareeieren driver egen transport eller leier transport, spiller da ingen rolle. Uansett vil den som er vareeier stå overfor det samme problemet med de samme kostnadene, nemlig å minimere samlede logistikkostnader, gitt varens pris og prisene for transport, terminalhåndtering, lagring og andre logistikkostnader.

Poenget her er at dersom eierskapet til varen skifter undervegs fra produsent til kunde på en slik måte at den nye eieren bare tar *en del* av de samlede logistikkostnadene i betraktning når han minimerer kostnadene, eller dersom noen av de involverte ikke minimerer kostnadene, så vil det lønne seg for enten produsent eller kunde eller en tredjepart å kjøpe ut vedkommende og ta over hele prosessen sjøl. I beste eller verste samfunnsøkonomiske tradisjon (det kommer an på øynene som ser) vil vi da anta at det faktisk kommer til å skje.

Konvensjonelt kan vi godt anta at vareeieren er produsenten, og at produsenten leier transport i et perfekt transportmarked.

3 Logistikkostnader

Hensikten med dette kapitlet er å etablere hvilke kostnader som er relevante og hvilke som ikke er relevante i en nyttekostnadsanalyse av forbedringer for godstransporten. Dette skal vi seinere sammenlikne med de kostnadsartene som spiller en rolle i logistikkmodellen, og som kan tas ut fra den.

Logistikkostnadene til en varestrøm består i prinsippet av følgende deler:

- Ordrekostnader, som er administrative kostnader og omstillingskostnader knyttet til den enkelte sending
- Kostnader ved internt transport av varen (fra produksjonssted til ferdigvarelager, og fra mottakslager til salgssted eller der varen skal brukes)
- Kostnader ved pakking, ompakking og utpakking
- Kostnader ved lasting, omlasting og lossing
- Framføringskostnader
- Kostnader ved svinn, brekkasje og verdiforringelse av varene
- Kostnader ved å ha kapital bundet i varer på lager eller under transport
- Kostnader ved å eie eller leie lagerplass og drive lageret (*warehousing* heter det på engelsk)
- Forsikringskostnader
- Mankokostnader, dvs. tap av fortjeneste ved å levere for seint eller ikke kunne levere

Dette er i utgangspunkt en nokså uoversiktlig liste av ulike kostnadselementer. Vi skal nå forenkle og gruppere disse elementene slik det er gjort i Daganzo (2005). Seinere skal vi gruppere dem på en litt annen måte, med større vekt på de kostnadene som kan beregnes i logistikkmodellen i det nasjonale godstransportsystemet.

3.1 Ordrekostnader

Administrative kostnader og omstillingskostnader knyttet til den enkelte sending er et område som det finnes lite empirisk kunnskap om. Slike kostnader er relevante fordi sendingsstørrelse og sendingsfrekvens er viktige valgvariable. De administrative kostnadene knytter seg til å motta og behandle den enkelte ordre, og må antas å være små dersom det finnes en langsiktig kontrakt om regelmessige vareforsendelser. Omstillingskostnadene er kostnader i produksjonen. De oppstår når en produksjonslinje må legges om fra en type produksjon til en annen, for eksempel fra jordbærsyltetøy til tyttebærsyltetøy, fra støtfangere for Volvo til støtfangere for Saab eller fra gule til blå plastposer. De vil være ulike for hvert produksjonsanlegg, men kan være betydelige i noen tilfeller. I noen tilfeller kan også omstillingskostnader knyttet til klargjøring av kjøretøyet være betydelige, for eksempel vil klargjøring av et skip til nytt oppdrag, med bl a rensing av tanker, være et vesentlig kostnadselement for mange skip. Administrative kostnader og omstillingskostnader kaller vi med ett ord *ordrekostnader* eller *bestillingskostnader*.

3.2 Håndteringskostnader

Kostnader ved internttransport, pakking, lasting og lossing kan med ett ord kalles *håndteringskostnader*.

For det første kan vi merke oss at dersom PC-matrisen er gitt, vil kostnaden ved internttransport hos produsenten og kunden, og kostnaden ved pakking hos produsenten og utpakking hos kunden, også være gitt. Ingen av disse kostnadene vil påvirkes av tiltak vi kan gjøre i logistikksystemet, hvilket naturligvis betyr at de kan utelates fra den samfunnsøkonomiske analysen. Eller sagt på en annen måte: Kostnadene ved internttransport og pakking hos produsenten kan forutsettes inkludert i vareprisen, mens kostnaden hos kunden kan antas å inngå implisitt i etterspørselsfunksjonene i SCGE-modellen som har gitt oss PC-matrisen.

Kostnaden ved transport, ompakking og omlasting inne på omlastingsterminaler undervegs er derimot relevante for oss. De relevante håndteringskostnadene ved fast PC-matrise er lasting hos produsenten, lossing hos kunden og internttransport, ompakking og omlasting på terminalene undervegs. Begrepet ompakking må forstås vidt, slik at det for eksempel også omfatter det å sette sammen vogner til et godstog på jernbaneterminalen.

Mengdene som skal lastes hos produsenten og losses hos kunden vil også være gitt når PC-matrisen er gitt. Når vi likevel tar med lasting og lossing som relevante kostnader her, er det fordi teknikken², og dermed kostnadene, vil avhenge av hva slags transportmåte som velges, og til dels også av kjøretøystørrelsen.

Internttransport, ompakking og omlasting på terminalene undervegs kan (eventuelt sammen med midlertidig lagring) kalles *terminalkostnader*.³ Her vil også ulike former for havneavgifter inngå.

Tilsynelatende er håndteringskostnadene ikke så sentrale i en samfunnsøkonomisk analyse av godstransport. Men det finnes de som hevder at hvordan varene skal pakkes og håndteres er en av de mest fundamentale beslutningene i godstransporten. DfT (2009) sier for eksempel:

“The generalised cost of the individual trip or tour (which in passenger modelling is - rightly or wrongly - the main variable through which supply is described in choice modelling) will in many cases be less important than the arrangements for packaging and handling, which often though not always represent medium-term decisions comparable with, but much more complex than, the household car-ownership decision.”

Dette synspunktet er verdt en diskusjon, men det er ikke stort vi kan gjøre med det i vår sammenheng her.

² Kostnadene ved å laste en jernbanevogn og kople den på et tog er ikke de samme som kostnadene ved å laste de samme varene på en trailer. Distansen en truck må kjøre for å tømme et stort lasterom er forskjellig fra distansen når lasterommet er lite, osv.

³ I stedet for å gruppere terminalkostnadene under håndteringskostnader, kunne man alternativt gruppere dem under transportkostnader, og det er det som gjøres i det nasjonale godstransportmodellsystemet, se nedenfor.

3.3 Lagerholdskostnader

Kostnadene ved å eie eller leie lagerplass og drive lageret, pluss kostnadene ved å ha kapital bundet i varer på lager, kaller vi under ett for *lagerholdskostnader*. Om det er ønskelig, kan vi dele opp lagerholdskostnadene, og kalle kostnadene ved å eie eller leie lagerplass og drive lageret for *lagerkostnader*, til forskjell fra kostnadene ved å ha kapital bundet i varer på lager, som kan kalles *kapitalkostnader*.

De årlige kapitalkostnadene ved å ha varer på (stasjonært) lager er produktet av en høvelig rentesats, varens pris, varestrømmens volum pr. år og det gjennomsnittlige antallet forretningsdager som hver vare er på lager.

Kostnaden ved å leie og drive lageret avhenger av hvor mye lagerplass som trengs. Lageret må dimensjoneres etter den største varemengden som er innom pr. år. Hvis det er store sesongsvingninger i etterspørselen, trenger man lagerplass til en god del mer enn den *gjennomsnittlige* lagerbeholdningen pr. år. Men hvis etterspørselen er jamn og sendingene foregår med helt regelmessige mellomrom, trengs det ikke mer lagerplass enn til den gjennomsnittlige mengden av varer på lageret i løpet av året.

For vårt formål kan vi vel anta at kostnaden ved å leie og drive lageret er proporsjonal med gjennomsnittlig antall eller mengde varer på lager, eventuelt med en liten oppjusteringsfaktor for å ta hensyn til svingninger.

I en samfunnsøkonomisk analyse er både ferdigvarelageret på produksjonsstedet og inngående lager hos kunden relevant.

For øyeblikket antar vi at etterspørselen ut fra kundens lager til sluttbruker foregår jamt og uten usikkerhet, og at det heller ikke er usikkerhet om transporttida. Det vil da være ineffektivt å ha igjen noe på lageret idet en ny sending ankommer. Gjennomsnittlig antall forretningsdager en vare er på lager på kundesida er derfor halvparten av tida mellom to sendinger, og gjennomsnittlig lagerbeholdning på kundesida er halvparten av en sendingsstørrelse. Siden sendingsstørrelsen både bestemmer antall sendinger pr. år og tida mellom sendingene (gitt at varestrømmens volum pr. år er konstant), kan vi derfor betrakte alle lagerholdskostnader på kundesida, både kapitalkostnadene og kostnaden ved å eie og drive lageret, som en funksjon av *sendingsstørrelsen*.

En annen måte å se det på, er å se at gjennomsnittlig over året er det bundet en kapital i varelageret lik halvparten av verdien av en sending. Halvparten av verdien av en sending er bestemt av sendingsstørrelsen. Halvparten av sendingsstørrelsen bestemmer også kostnadene ved å leie og drive lageret. De to typene av lagerholdskostnader kan derfor legges sammen til en kostnad som er proporsjonal med sendingsstørrelsen.

Hvis nå produksjonen av varen på produksjonsstedet foregår i jamn takt, kan det ikke være annet enn den samme takta som etterspørselen, ellers vil varer hope seg opp, eller det oppstår manko. I det tilfellet vil lageret på produksjonssida gjennomsnittlig være av samme størrelse som på kundesida. Lageret tømmes helt når en sending avgår, og fylles opp i jamn takt lik etterspørselstakta. I gjennomsnitt vil altså også lageret på produksjonsstedet være halvparten av sendingsstørrelsen, og gjennomsnittlig kapital bundet i lager være bestemt av halvparten av

sendingstørrelsen. Samlet sett har vi to lagre av samme gjennomsnittlige størrelse og kostnad.

Den motsatte muligheten er at varene ankommer produksjonsstedet alle på en gang. Det kan for eksempel skje hvis de ikke er produsert på det vi kaller produksjonsstedet, men er innkjøpt dit. Hvis de da kommer rett før en sending skal av gårde, vil det ikke trenges noe lager på produksjonsstedet, men dette er i alminnelighet ikke noen rimelig forutsetning.

Hva så med lagring på terminalene? Det enkleste er å anta at det ikke finns lagre der – varene ankommer i akkurat passe tid før neste transport avgår, de pakkes eventuelt om og konsolideres til større sendinger, som avgår umiddelbart. Hvis det er urealistisk, vil det oppstå en kostnad ved å leie og drive lagre på terminalene. Det vil også finnes en kapitalkostnad, men den kan vi behandle som en del av transportkostnadene, se neste avsnitt.

3.4 Transportkostnader

Det er vanlig å dele transportkostnadene i kilometeravhengige og tidsavhengige. *De kilometeravhengige kostnadene* er i første rekke drivstoff- eller energi-kostnader. Det vil også finnes andre innsatsfaktorer som i hovedsak er kilometeravhengige, som for eksempel olje og dekk når det gjelder biler og smøreolje når det gjelder skip. Andre innsatsfaktorer vil ha en kilometeravhengig komponent og en komponent som avhenger av kjøretøyets alder eller andre forhold. Her kommer reparasjoner og vedlikehold. Enten det nå skyldes manglende kunnskap om hva som driver disse kostnadene, eller at man regner med at alderfordelingen av kjøretøyflåten er konstant, regnes reparasjons- og vedlikeholdskostnadene ofte i sin helhet som kilometeravhengige. Dette har også vært tilfelle i Logistikkmodellen, men er nå i ferd med å endres for skip, hvor Kystverket ønsker at all reparasjon og vedlikehold skal regnes som tidsavhengig (som nok også er en forenkling). *Forsikringer* har også en sterk kilometeravhengig komponent (men regnes i Logistikkmodellen fullt ut som tidsavhengige). I prinsipp blir det dobbelttelling å ta med forsikringskostnader sammen med fulle ulykkeskostnader (se nedenfor), men siden forsikringskostnadene kan være relevante for transportørens og vareeierens tilpasning, bør de tas med blant logistikkostnadene, samtidig som de eksterne ulykkeskostnadene reduseres tilsvarende. Det kan også finnes kilometeravhengige *avgifter*, som bør tas med i logistikkostnadene samtidig som det vil finnes en motsvarende inntekt for det offentlige.

Kostnaden pr. utkjørt (eller utseilt) kilometer vil naturligvis i sterk grad avhenge av transportmåten og kjøretøytypen. Den kan også avhenge av fart, kjøreforhold, egenskaper ved kjørevegen (som horisontal- og vertikalkurvatur), været, bølger osv. *Farten* kan variere med kjøreveg og strekning, og på vegsiden er dette relativt detaljert kodet i modellen (men en ikke får fram at det er variasjoner med vær og føreforhold). Om denne kodingen har betydning for drivstofforbruket i modellen, er en annen sak. For skip og jernbane benytter modellen seg av en fast hastighet per skipstype/togtype, og det tas altså ikke hensyn til varierende forhold, bølger eller lignende. For jernbane benyttes imidlertid ulik hastighet innenfor og utenfor landegrensene. Vi kan og bør regne med at drivstofforbruket pr. kilometer endrer seg i tråd med en gitt *teknologisk utvikling* fra år til år. Kjøreforhold/seilingsforhold, kurvatur og vær sin påvirkning på drivstofforbruket ser vi bort fra

i de typene av modeller som vi primært er opptatt av her, og opererer i stedet med et konstant gjennomsnittlig forbruk pr. kilometer i det enkelte år, avhengig av transportmåte og kjøretøytype.

Den samlede kilometeravhengige kostnaden pr. år for en bestemt kjøretøytype er antall kjørte kilometer multiplisert med kostnaden pr. kilometer. Den vil endre seg med vareeierens valg av sendingsstørrelser og transportmåte, og dermed kjøretøytype, og med tiltak som gir endret distanse.

De tidsavhengige kostnadene er av flere slag. Det som tradisjonelt har vært tatt med, og som det ikke er store spørsmål rundt, er de tidsavhengige kjørekostnadene. De deler seg i kapitalkostnader ved kjøretøyparken og mannskapskostnader. Kapitalkostnadene for en spesiell type kjøretøyer avhenger av antall kjøretøyer av denne typen som i henhold til modellresultatet trengs til å avvikle det gitte årlige transportvolumet. Her må man ta med en reserve for kjøretøyer som er til reparasjon eller ute av drift av andre grunner.

Kapitalkostnaden kan enten være beregnet som en annuitet eller som summen av tapte renter på kapitalen som er bundet i kjøretøyet og avskrivningen pr. time.

Mannskapskostnadene avhenger av lønnskostnaden pr. time, antall mannskaper pr. kjøretøy, antall effektive driftstimer pr. kjøretøy pr. år (eller antall nødvendige skift pr. kjøretøy), og antall kjøretøyer i bruk. Det er nødvendig med et påslag for ikke effektive, men betalte timer og for behovet for ekstramanskaper ved sykdom og lignende. Det er dessuten behov for et påslag i form av variable administrative kostnader pr. årsverk. Ulike typer kjøretøyer har ulik driftstid pr. døgn eller pr. år, og derfor vil forholdet mellom kapitalkostnader pr. time og lønnskostnader pr. time variere med kjøretøytype. Men dersom vi kan anta en gjennomsnittlig driftstid pr. døgn eller år, kan vi også slå sammen lønnskostnad pr. time og kapitalkostnad pr. time til en tidsbestemt kjørekostnad. Dette er gjort i etatenes håndbøker. Transportkostnadene består altså i de fleste beregningsopplegg av en kostnad pr. kilometer (gitt pr. kjøretøytype) og en kostnad pr. driftstime (også gitt pr. kjøretøytype).

Men foruten transportørens tids- og kilometeravhengige kostnader har vareeieren også kostnader ved å måtte binde kapital som varer under transport. De består av rentetap og verdiforringelse, men beregnes ofte ikke på denne måten, men på grunnlag av betalingsvillighetsstudier.

Det vil også være transportkostnader som ikke er verken tidsavhengige eller distanseavhengige, men kun avhengige av at man passerer et visst sted, som bompenger i vegnettet og loskostnader inn/ut av enkelte havner eller i gitte farvann. Bompengene er enkle å håndtere i modellsammenheng, da de gjelder alle kjøretøyer som passerer, mens loskostnadene er verre i og med at ikke alle skip har losplikt. Dette kan være vanskelig å implementere generelt i en modell, og vil kunne kreve mer spesifikke analyser i tilfeller hvor det anses relevant. En forenklet løsning kan være å legge inn gjennomsnittssatser for hver skipstype på den enkelte lospliktige strekning (dvs et gjennomsnitt for skip med og uten losplikt).

3.5 Kostnadsminimering

Hvis en varestrøm fra kunde til produsent er gitt uansett hvordan transportøren og vareeieren tilpasser seg (hvilket vi antar når vi forutsetter fast PC-matrise), så består den økonomiske beslutningen i å avvikle denne strømmen billigst mulig. Det dreier seg altså om å velge sendingsstørrelse/sendingfrekvens og eventuelt transportmiddel og kjøretøystørrelse for å minimere den årlige summen av ordrekostnader, håndteringskostnader (inkludert terminalkostnader), lagerholds-kostnader og transportkostnader. Minken og Samstad (2006), vedlegg 1, viser at noen elementer i transportkostnadene spiller samme rolle i dette problemet som ordrekostnadene, mens andre spiller samme rolle som lagerkostnadene, og noen vil være konstante og spiller ingen rolle for kostnadsminimeringsproblemet. Grovt sett er det kostnaden ved en rundtur med det minste aktuelle kjøretøyet som spiller samme rolle som ordrekostnadene, mens ekstrakostnaden ved å bruke større kjøretøy spiller en rolle som likner lagerholdskostnadene.

3.6 Usikkerhetskostnader

Dersom vareeieren ikke kan levere varen fra hylla når kunden vil ha den, lider han et tap, enten fordi salget går i vasken, eller fordi han mister goodwill når kundene må vente. Kanskje pådrar han seg også ekstrakostnader for å skaffe kunden varen så fort som mulig. Alt dette kaller vi *mankokostnader*. Legg merke til at mankokostnadene til vareeieren ikke nødvendigvis er en kostnad for samfunnet. Det kan jo tenkes at kunden like gjerne kan skaffe seg varen fra en konkurrent. Men i den grad kunden påføres problemer, er det naturligvis en kostnad også for samfunnet.

For å unngå mankokostnader når etterspørselen, ledetida eller begge deler er usikre, vil vareeieren gjerne holde seg med et sikkerhetslager eller inngå andre avtaler om reserveløsninger når det trengs⁴. Men også dette er kostbart. Man vil derfor ikke helt eliminere mankokostnadene ved å holde et høyt sikkerhetslager.

3.7 Kostnadsminimering med usikker etterspørsel og ledetid

Under ikke helt urealistiske forutsetninger kan vi se bort fra usikkerheten når vi velger sendingsstørrelse for å minimere logistikkostnaden, se vedleggene i Minken og Samstad (2006) eller Daganzo (2005), avsnitt 2.5.1. Det betyr at vi takler usikkerheten utelukkende ved en avveining mellom mankokostnader og sikkerhetslagerkostnader. Det betyr også at om vi har de rette data til å vurdere mankokostnader og sikkerhetslager, kan vi beregne endringen i disse "usikkerhetskostnadene" som et reint tillegg til beregningene som gjøres med den deterministiske logistikkmodellen. De rette dataene består i første rekke av standardavviket til etterspørselen og til ledetida, og enhetskostnader pr. mankotilfelle.

⁴ Ledetida er tida fra bestilling til varen finns i hylla. Transporttida er en del av dette.

4 Hovedprinsipper i den samfunnsøkonomiske analysen av godstransport

4.1 Grunnleggende parametre

4.1.1 Kalkulasjonsrenta

Kalkulasjonsrenta i norske samfunnsøkonomiske analyser består for tida av en risikofri realrente på 2 prosent og et risikotillegg som avhenger av prosjektets systematiske risiko (Finansdepartementet 2005a, 2005b). For prosjekter i samferdselssektoren har Samferdselsdepartementet satt risikotillegget til 2,5 prosent, slik at kalkulasjonsrenta er 4,5 prosent. Dette gjelder likevel ikke for store prosjekter, der det skal gjøres en egen usikkerhetsanalyse. En slik usikkerhetsanalyse kan enten resultere i et eget risikotillegg til renta eller i en eller flere omregningsfaktorer fra årlig netto nytte til såkalte sikkerhetskvivalenter, som er det årlige *sikre* beløpet man måtte ha for å gi slipp på den usikre årlige netto nytten.

I prinsippet kan nytte for godstrafikken ha en annen systematisk usikkerhet enn nytte for persontrafikken, også i det tilfellet der det dreier seg om ett og samme prosjekt. Imidlertid har altså Samferdselsdepartementet ikke gjort noen forskjell i kalkulasjonsrenta mellom gods og person. Ved store prosjekter bør en vurdere om det likevel skulle være noen forskjell.

Vi anbefaler at dataprogrammet bruker 4,5 prosent rente som default, men med mulighet til å overstyre den. Det bør ikke være noe problem å definere forskjellig rentesats i ulike deler av analyseperioden dersom det er ønskelig.

Når det gjelder investeringskostnaden, må vi fordele den over byggetida på en realistisk måte for å beregne nåverdien av investeringskostnaden når anlegget er ferdig og åpner. I den forbindelsen bruker vi en kalkulasjonsrente som bør være mest mulig lik det man vanligvis må betale for kapital til anlegget. Denne renta behøver altså ikke være 4,5 prosent (sjøl om den kan ha 4,5 prosent som default-verdi). Det er jo ingenting som tilsier at den systematiske risikoen i anleggsbransjen skal være lik den systematiske risikoen i reisemarkedene. Derfor vil man kunne analysere usikkerheten i byggetida og i driftstida hver for seg og anvende forskjellig risikotillegg i de to periodene. (Dette er et tilfelle av det som tas opp i Finansdepartementets veileder under navnet milepælsrisiko.)

4.1.2 Tidshorisont

Det er ønskelig at beregningene med godsnyttmodulen i det nasjonale godsmodellsystemet så langt som mulig benytter de samme forutsetningene som de som brukes i etatens generelle nytteberegningsverktøy. Disse forutsetningene

kan være litt ulike i etatene, derfor må vi ha et beregningsverktøy som tillater oss å bytte forutsetninger alt etter hva slags etat prosjektet hører under. Det som må fastlegges, er:

- *Henføringsår*, dvs. hvilket år nytte og kostnader skal neddiskonteres til.
- *Prisår*, dvs. året som prisene gjelder for. Alle prosjekter som skal sammenliknes, og alle deler av beregningene av et prosjekt, bør bruke samme prisår.
- *Tiltaksår*, dvs. årene den opprinnelige byggingen varer eller tiltaket forberedes. Seinere kan det være aktuelt å gjenta investeringen, se under levetider.
- *Virkningsår*, dvs. årene tiltaket er i drift.
- *Beregningsår*, dvs. hvilket eller hvilke år modellen er kjørt for. Dette er åpningsåret, dvs. første driftsår, og eventuelt også ett eller flere seinere år. Dersom det skjer noe vesentlig nytt fra og med et visst år i driftsperioden, kan det tilsi at modellen kjøres også for et slikt år.
- *Levetider*, dvs. tida før en type investering må fornyes. Det bør være mulig å operere med inntil 10 forskjellige levetider for ulike komponenter og deler av investeringen.
- *Tidshorisonten (analyseperioden)*. Den er normalt 25 år, men dette bør det være mulig å overstyre. For investeringer med lengre levetid enn dette, eller investeringer som gjøres seinere i analyseperioden, vil det finnes en restverdi. Den beregnes under forutsetning om lineær verdiforringelse, slik at et tiltak med 40 års levetid har en restverdi på $(40 - 25)/25$ av opprinnelig verdi. Restverdien skal neddiskonteres.

Forutsetningene i Jernbaneverket på disse punktene er tatt inn i veilederen deres, JD 205 (Jernbaneverket 2010), avsnitt 5.1. De tilsvarende forutsetningene i vegvesenet finnes i Håndbok 140 (SVV 2006), avsnitt 5.1.3 og for Kystverket i deres veileder (Kystverket 2007), kapittel 5.

Det ville være en fordel om nytteberegningsverktøyet var slik at når man oppga et prisår, ble alle enhetspriser regnet om til dette året. Merk at ikke all omregning til faste priser i et bestemt prisår skal skje ved bruk av konsumprisindeksen, se Samstad m.fl. (2005), kapittel 4, om hvilke prisindekser som skal brukes.

Vi anbefaler at det programmeres slik at vi behandler årene fra første beregningsår til rett før neste beregningsår under ett, deretter årene fra neste beregningsår til rett før nummer tre osv., inntil siste år i analyseperioden. Hvert av årene i en av disse separate periodene vil være likt med det beregningsåret som innleder perioden, bortsett fra en prosentvis vekst i brukernytten, de eksterne kostnadene og avgiftsinngangen til det offentlige på grunn av vekst i PC-matrisen. Vi kan altså beregne nåverdien for hele perioden med beregningsåret som henføringsår ved å bruke formelen for neddiskontering når det finnes en fast vekstrate. Denne formelen finnes på side 45 (i avsnitt 6.3) i Minken m.fl. (2009). Deretter kan vi neddiskontere disse periodevise nåverdiene til henføringsåret for hele beregningen og legge sammen alle deler av regnestykket.

4.1.3 Vekstrater

Fra modellen PINGO eller på annen måte må det være utledet årlige vekstrater for alle elementer i PC-matrisen for hele analyseperioden. Disse må legges inn i programmet og brukes i alle beregninger av tiltak som skal sammenliknes.

4.1.4 Teknologisk utvikling

Samstad m.fl. (2005), kapittel 2, inneholder prognoser for utviklingen av drivstoffeffektiviteten for bensin- og dieslbiler for gods og persontransport, samt et tilhørende anslag på markedsandelen til de forskjellige kjøretøyene. Det er klart at noe tilsvarende trengs for å forbedre antakelsene om enhetsverdier på kjørekostnader pr. kilometer, eksterne kostnader ved utslipp til luft osv. Det skjer også mye teknologisk utvikling knyttet til skip som vil endre fremtidig drivstofforbruk og utslipp. Det er viktig at de forutsetningene som gjøres på dette området ikke bare tar opp i seg den seineste kunnskapen om teknologi, men også om markedsandeler. Det er også viktig at det er konsistens mellom godsnytteberegningenes forutsetninger og de tilsvarende forutsetningene i EFFEKT og i Jernbaneverkets og Kystverkets veiledere, for ikke å snakke om at de bør ligge til grunn for tilpasningene i selve det nasjonale godsmodellsystemet.

Det er vår oppfatning at dette er et forsømt område. Sannsynligvis må vi nøye oss med svært enkle forutsetninger, og da helst de som allerede ligger i logistikkmodellen. Et beslektet problem er for øvrig utviklingen av tidsverdiene over tida. Dette er tatt opp til drøfting i Samstad m.fl. (2010), men langt fra løst der.

4.2 Grunnforutsetninger

4.2.1 Bruttometoden

Vi har delt samfunnet i fire sektorer: Vareeierne, som tilsvarende trafikantene i persontransportssammenheng (det er de som får konsumentoverskuddet), transportørene, som tilsvarende operatørene i persontransportssammenheng, det offentlige og samfunnet for øvrig. Vi antar perfekt konkurranse blant transportørene, slik at den prisen de tar, er identisk med marginalkostnaden – eller snarere at den er lik gjennomsnittskostnaden, dersom det finnes en fast kostnad. Det tekniske uttrykket for den sistnevnte forutsetningen er contestability. Uansett, operatørene tjener null profitt.

Konsumentoverskuddet er under vår forutsetning lik differansen mellom de totale *opplevde* logistikkostnadene i referansealternativet og de totale opplevde logistikkostnadene i tiltaksalternativet. De opplevde logistikkostnadene omfatter endringen i summen av de opplevde ordrekostnadene, lagerholdskostnadene og transportkostnadene, pluss endringen i usikkerhetskostnadene (mankokostnadene pluss sikkerhetslagerkostnadene). Transportkostnadene er da forstått som summen av kilometeravhengige og tidsavhengige kjørekostnader, samt terminalkostnader og kostnader ved å ha varene under transport. Bruker vi dette i stedet for trapesformlene i Minken (2009), kan vi ta hele Minken (2009) som et rammeverk for programmeringen av godsnytte. Minken (2009) er tatt med som vedlegg 1 i denne rapporten.

Bruttoprinsippet innebærer å føre kostnader og nytte for hver av sektorene slik de sjøl opplever dem, inklusive skatter og avgifter de må betale eller mottar. Samfunnets nytte er summen av sektorenes nytte. Ved at slike overføringer føres to ganger – som inntekt for en sektor og som utgift for en annen – vurderes ressursene til slutt til det de er verdt for samfunnet.

4.2.2 Alternativkostnadsprinsippet og skattefaktor

Kostnaden til en ressurs er det den kunne ha kastet av seg i beste alternative anvendelse. Dette er alternativkostnadsprinsippet. Det sier at dersom vi kan skaffe det som trengs ekstra av ressursen i tiltaksalternativet ved å kjøpe den til en fast pris på verdensmarkedet, eller ved å nyprodusere den til en fast pris, er det denne prisen som skal brukes i kostnadsberegningen. Men dersom vi bare kan skaffe nok av ressursen ved å ta den fra annet forbruk, gjelder prisen disse forbrukerne må betale, inklusive moms og andre avgifter de ville vært villig til å betale for å få den.

Det betyr blant annet at arbeidskraft skal verdsettes til lønnskostnaden for arbeidsgiveren, altså inklusive arbeidsgiveravgift og sosiale kostnader. Hvordan henger det sammen med bruttoprinsippet? Jo, hvis det er full sysselsetting slik at arbeidskrafta tas fra annen produksjon, vil ikke det offentlige få mer arbeidsgiveravgift og lønnskatt ved at tiltaket iverksettes. Altså blir det null å føre på det offentlige, og kostnaden for arbeidskrafta blir stående som det transportøren, eller i siste instans vareeieren, må betale for den.

De fleste andre innsatsfaktorene i transport og logistikk kan kjøpes på verdensmarkedet til en verdensmarkedspris. Da skal eventuelle avgifter regnes som inntekt for det offentlige.

Alternativkostnadsprinsippet er fundamentalt, men vi kunne ha brukt det uten å føre regnskap etter bruttoprinsippet. I det hele tatt har bruttoprinsipper mindre betydning når den eneste tilpasning som gjøres, er å minimere kostnader. Når vi likevel holder fast på det, er det for å følge samme regel som for persontransport.

Sverige, Danmark, Storbritannia og en del andre land justerer opp nytte og kostnader for det offentlige og bedriftene med en faktor lik den gjennomsnittlige momssatsen i økonomien. Begrunnelsen er at siden forbrukerne gjør sine vurderinger med bakgrunn i priser inklusive moms, mens bedrifter og det offentlige kan trekke fra eller får igjen momsen, så bruker de to forskjellige verdimål. En krone for den ene er ikke det samme som en krone for den andre. Det må vi rette på gjennom å multiplisere med en skattefaktor.

Vi er ikke sikre på om dette er rett i det regnskapssystemet som vi bruker. Men vi anvender i praksis det samme prinsippet når vi vurderer verdien av drivstoffavgiftsinntektene for det offentlige. Vi skal da bruke en formel som tar hensyn til at det husholdningen bruker mer på drivstoff, må den bruke mindre på andre varer, og følgelig taper staten momsinntekter, sjøl om de på den andre sida vinner på drivstoffavgiftene. Men skal den formelen brukes når det gjelder bedrifter, som vareeierne og transportørene, som slett ikke har noen budsjettrestriksjon? Vi mener det trenges en teoretisk avklaring her.

Derimot er det klart at alle inn- og utbetalinger over offentlige kasser skal multipliseres med faktoren 1,2, for å ta hensyn til de uheldige virkningene i

arbeidsmarkedet når det må en skatteøkning til for å finansiere tiltaket. Denne såkalte skyggeprisen på offentlige midler er en helt annen sak enn forsøket på å vurdere alt med samme verdimål. Sverige og Storbritannia bruker ikke marginalkostnaden, mens Norge ikke bruker det andre prinsippet. Danmark bruker begge.

4.3 Geografisk avgrensning

Godstransport er i stor grad grenseoverskridende transport, og problemet med den geografiske avgrensningen av analysen blir derfor viktigere i godstransport-analyser enn ellers. Det er to avgrensninger å ta stilling til, slik at det er fire mulige løsninger. Den første avgrensningen er: Skal vi bare ta med nytte og kostnader som oppstår på norsk jord, eller skal vi også ta med nytte og kostnader som oppstår utenfor Norges grenser, men som har *sin rot* i tiltak iverksatt av norske myndigheter? Den andre avgrensningen er: Skal vi bare regne nytte og kostnader for norske borgere, foretak og institusjoner, eller skal vi også ta med utenlandske borgere, foretak og institusjoner? Den mest restriktive løsningen er følgelig at vi bare regner nytte og kostnader for nordmenn i Norge. Mellom-løsningene er å regne nytte og kostnader for nordmenn og utlendinger i Norge, eller for nordmenn i Norge og utenlands. Den videste løsningen er å ta med alle virkninger av tiltaket, uansett hvem som opplever dem og hvor de er.

Valget mellom disse fire løsningene har en etisk og en praktisk side, og vi drøfter den etiske sida først. Det sies sjelden eksplisitt, men det vi vanligvis mener med en samfunnsøkonomisk analyse av tiltak som gjøres av norske myndigheter, er kartlegging av virkningene *i Norge*. Til grunn for en slik avgrensning må det ligge et prinsipp om at norske myndigheter har ansvar for velferden i Norge, men ikke for det som skjer utafor landets grenser. Det kan igjen kanskje begrunnes med at andre lands myndigheter vil ta ansvar for velferden i sine land. Imot dette kan det imidlertid innvendes at de neppe alltid vil ta ansvar for velferdstap som påføres deres borgere som følge av politiske beslutninger i Norge. Når det gjelder utlendinger i Norge, slik som turister, er det som regel umulig å skille de reisende etter nasjonalitet, slik at nytte for turister tas med i de fleste samfunnsøkonomiske transportanalyser. En samfunnsøkonomisk analyse av et tiltak spesielt innrettet for å øke turismen, vil derimot anlegge et helt norsk perspektiv. De som vinner er norske foretak, ikke tyskere og briter. Hovedtendensen er altså at den mest restriktive avgrensningen er den som brukes i praksis.

Vi mener dette perspektivet ikke er etisk forsvarlig i vår tid, med utflagging av produksjonen i en rekke virksomheter som er under norsk kontroll, med utenlandsk produksjon av en høy andel av de forbruksvarene som konsumeres i Norge, og med internasjonale konsekvenser av norske beslutninger på klimaområdet, for eksempel. Vi foreslår derfor følgende prinsipielle avgrensning:

Samfunnsøkonomiske analyser av tiltak tatt av norske myndigheter omfatter nytte og kostnader for norske borgere, foretak og institusjoner, samt nytte og kostnader for utenlandske borgere, foretak og institusjoner i den grad de påvirkes direkte av tiltaket eller av handlinger og tilpasninger som norske borgere, foretak og institusjoner foretar seg på grunn av tiltaket. Det er ingen prinsipiell geografisk avgrensning.

Nå til den praktiske sida av saka. Når det gjelder eksport og import av varer, er det basert på en kontrakt mellom to parter. Det er ikke mulig å henføre virkningen av et tiltak entydig til hvordan den ene av partene tilpasser seg tiltaket. Det er heller ikke nødvendig i følge vår prinsipielle avgrensning. Virkningen skal uansett være med dersom den i siste instans skyldes det tiltaket vi analyserer. Det gjelder både virkningen på lagerhold her hjemme og i utlandet, virkningen på transport her hjemme og i utlandet, og eksterne miljøvirkninger av transporten her hjemme og i utlandet.

Vareprisene før transport, derimot, kan vi anta er upåvirket av tiltaket. Og fordi vi har en grunnleggende antakelse om at PC-matrisen er konstant, vil heller ikke endringer i det transporterte volumet forekomme. Virkninger på transport og logistikk er de eneste virkningene, men de bør på den andre sida tas med uansett om deler av transporten foregår utenfor landets grenser, og uansett om vareeieren er norsk eller utenlandsk.

4.3.1 Oppdeling av transporten i en utenlandsk og en innenlandsk del

Dersom man kommer fram til at man til tross for vår anbefaling vil skille ut utenlandsdelen av godstransportene, så er det ikke vanskelig. Transportkostnadene består jo av kilometeravhengige og tidsavhengige kostnader. Antall kilometer utenlands og antall sjåførtimer eller mannskapstimer utenlands er lett å skille ut. Kapitalkostnaden som hører til utenlandsdelen av transporten finnes med utgangspunkt i formelen $k = tf$, der k er antall kjøretøyer som trengs til transporten, t er rundturtida og f er frekvensen (begge deler naturligvis målt med samme tidsenheter). Del rundturtida i den tida som går med i utlandet og den tida som går med innenlands. Kapitalkostnaden som tilhører den utenlandske del av transporten, k_{utland} , og kapitalkostnaden som tilhører den norske delen, k_{Norge} , har samme forhold til hverandre som delen av rundturtida som brukes utenlands og delen av tida som brukes innenlands:

$$k = tf = (t_{\text{utland}} + t_{\text{Norge}})f = t_{\text{utland}}f + t_{\text{Norge}}f = k_{\text{utland}} + k_{\text{Norge}}$$

Det som gjenstår er lagerkostnadene. De deles likt mellom utlandet og Norge.

4.3.2 Enhetspriser ved transport til og fra fjerne land

Mange land vil ha kjøretøykostnader, mannskapslønninger, ulykkeskostnader m.m. som er svært ulike de norske. Å godta slike enhetspriser i norske samfunnsøkonomiske analyser er å godta inntektsulikhetene i verden. Fortrinnsvis vil vi bruke norske enhetspriser på hele transporten. Men vi må være klar over at dette fjerner den samfunnsøkonomiske analysen fra realistiske bedriftsøkonomiske kalkyler. Det kan derfor være grunn til å gjennomføre følsomhetsanalyser med mer realistiske enhetspriser.

5 Enhetspriser

5.1 Overføringer og kalkulasjonspriser

I samfunnsøkonomiske analyser på godstransportområdet vil det forekomme en god del overføringer mellom grupper av aktører eller sektorer. Vareeierne betaler blant annet frakt til transportørene, og transportørene betaler avgifter til eierne av lagre og terminaler og til det offentlige i forbindelse med anskaffelse av rullende (eller seilende) materiell, forbruk av drivstoff og bruk av havner, bomveger osv. Spørsmålet er hvordan dette skal føres.

Vi tar her utgangspunkt i at det dreier seg om analyser som bruker den nasjonale godstransportmodellen eller tilsvarende modell av distribusjonskjøring i en by, for eksempel. Analyser av mer partiell karakter vil bli kort kommentert til slutt i avsnittet.

Finansdepartementet har gitt retningslinjer for bruken av kalkulasjonspriser i samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet 2005). En hovedtanke bak retningslinjene er at effektivitet i produksjonen krever at alle produsenter står overfor de samme prisene. For å sikre at dette hensynet ivaretas i de samfunnsøkonomiske analysene, sier retningslinjene at offentlig produksjon som står i konkurranse med private, skal vurdere sine kostnader på samme måte som de private. Dette hensynet er ivaretatt i godstransportmodellen i den grad det er ivaretatt i virkeligheten. For å kontrollere om det faktisk er ivaretatt i virkeligheten, bør vi stille spørsmålet om alle offentlige aktører på godsområdet faktisk må anskaffe sine innsatsfaktorer på kommersielle vilkår. Etter vår vurdering er det tilfelle for alle offentlig eide vareeiere og transportører av betydning.

Men sjøl om vareeierne og transportørene alle står overfor de samme prisene, er det ikke gitt at disse prisene er riktige i samfunnsøkonomisk forstand. Det generelle prinsippet er at ressursene er verdt det de kunne kaste av seg i beste alternative anvendelse. For markedsgoder vil det si prisen inkludert alle skatter, avgifter og omkostninger, dersom det finnes kjøpere som faktisk må betale alt dette for å få mer av ressursen, og prisen uten skatter, avgifter og omkostninger dersom kjøperne får refundert alt dette eller samfunnet kan framskaffe mer av ressursen uten å måtte betale alt dette.

Som vi har påpekt tidligere (Minken og Samstad 2005, bl.a.), lar ikke dette prinsippet seg anvende umiddelbart dersom vi har en modell der aktørene antas å tilpasse seg til priser som ikke er de samfunnsøkonomisk riktige kalkulasjonsprisene. I godstransportmodellen vil aktørene velge sendingsstørrelse, rute og transportmiddel basert på bl.a. drivstoffavgifter som de ikke får refundert. Bruker vi de samfunnsøkonomisk riktige kalkulasjonsprisene i modellen, får vi en tilpasning som avviker fra det som virkelig vil skje. Problemet løses ved å dele opp det samfunnsøkonomiske regnestykket slik at vi beregner nytte og kostnader for hver sektor med de prisene sektoren faktisk må betale, og føre kjøp og salg mellom sektorene og avgifter og skatter til det offentlige eksplisitt som over-

føringer mellom sektorene. Ved summering over sektorene vil da samfunnets totale ressursbruk bli vurdert til riktige samfunnsøkonomiske priser.

Alle aktører i godsmodellen er bedrifter som får refundert moms. Regelen blir da å ikke ta med momsen i prisene, verken for vareeierne og transportørene eller som inntekt for det offentlige. Avgifter som ikke blir refundert, skal tas med i prisene for vareeierne og transportørene. Dersom et økt forbruk av den avgiftsbelagte ressursen går på bekostning av aktører som er villige til å betale både skatt og avgift for å få tak i den, skal skatte- og avgiftinntekten *ikke* føres opp som inntekt for det offentlige. Det offentlige ville jo fått disse inntektene uansett, og har altså ikke tjent noe på tiltaket. Sluttresultatet blir da at ressursen verdsettes i regnestykket til det som vareeierne og transportørene faktisk må betale, inkludert skatter og avgifter. Men dersom det økte forbruket kan framskaffes for eksempel ved ny import til en fast verdensmarkedspris, eller alternative brukere ville fått refundert avgiftene, fører vi avgiftsinntektene som inntekt for det offentlige. Sluttresultatet blir da at ressursen verdsettes til prisen eksklusive skatter og avgifter.

I utlandet spørres det av og til om vi i Norge bruker markedspriser eller ressurskostnad i våre nyttekostnadsanalyser. Svaret er at vi bruker begge deler, avhengig av hvor den økte ressursinnsatsen kan komme fra. Dette er i tråd med Finansdepartementets retningslinjer.

Moms: Alle priser i godstransportanalyser skal renses for moms, ettersom alle aktørene er bedrifter med momsrefusjon. Det gjelder også det offentliges tiltaks-kostnader, etter som momsen som det offentlige betaler til entreprenøren, vil komme igjen som innbetalt moms.

Skatter: De viktige skattene er bilavgiftene og andre skatter på kjøretøy. Provenyet skal her tas til inntekt for det offentlige. Grunnen til at vi ikke rett og slett eliminerer skattene på forhånd, er at de spiller en rolle når vi har skyggeprisen på offentlige midler.

Gebyrer: Et gebyr er en betaling for en offentlig tjeneste som er formet ut slik at den offentlige produsenten av tjenesten oppnår budsjettbalanse. Lostjenesten og havnene er finansiert slik. Det er vanskelig eller umulig å si om de mange forskjellige havne- og losrelaterte avgiftene virkelig representerer det det koster å produsere disse tjenestene, men som en første tilnærming skal vi anta at det er tilfelle. Vi tar altså dette som en virkelig kostnad for vareeier, og som noe som ikke gir netto inntekt til det offentlige.

(Et spørsmål som kan stilles, er om havnearealene er riktig priset når havneavgiftene blir beregnet.)

5.2 Tids- og pålitelighetsverdier

Nye enhetspriser for tid og pålitelighet er estimert i Halse m.fl.(2010). Dersom vi hadde tatt disse i bruk i nytteberegningen, oppstår det en mulighet for at tiltaket fører til en tilpasning som er gunstig med de enhetsprisene som finnes i modellen, men ugunstig med enhetsprisene fra Halse. Vi anbefaler på sikt å implementere begge sett av enhetspriser og se om det er noe problem i praksis hvilket sett man velger. Det anbefales imidlertid i Halse m.fl.(2010) å gjøre mer utfyllende undersøkelser av verdsetting før verdiene tas i bruk i praksis, bl a er det nødvendig å se på mer ensartede utvalg enn det som ble brukt i denne første studien.

Slik Logistikkmodellen foreligger i dag er det ikke lagt til rette for å håndtere pålitelighet i framføringstiden.

5.3 Transportkostnader

Transportkostnader vil finnes i modellen. I tillegg finnes de i Håndbok 140, i JD 205, i Kystverkets veileder i samfunnsøkonomiske analyser og i TØI-rapport 797. Vi legger til grunn at disse stort sett er i samsvar med hverandre, men anbefaler en gjennomgang med sikte på en harmonisering.

I dagens Logistikkmodell benyttes imidlertid ikke verdier fra noen av disse rapportene, men enhetskostnader pr km og tidsenhet pr kjøretøytype utarbeidet av Stein Erik Grønland. Disse verdiene er basert på en kostnadsmodell hvor enhetskostnadene pr kjøretøytype regnes ut basert på svært detaljert input i form av investerings- og lønnskostnader, samt andre parametre som rentesats, gjennomsnittlig driftstid, distanse pr år osv. Kostnadsmodellen ble oppdatert høsten 2010 (Grønland,2011).

Det store problemet på dette området er imidlertid ikke verdiene i dag, men utvikling av verdiene over tid, se avsnitt 4.1.4.

5.4 Eksterne kostnader

Eksterne kostnader skal beregnes ved bruk av EFFEKT og de andre etatenes nytteberegningsverktøy, som innebærer at enhetskostnadene som ligger til grunn der vil benyttes.

I den nye verdsettingsstudien (Samstad m.fl. 2010) er det imidlertid etablert nye enhetsverdier som på sikt bør legges til grunn for beregning av de eksterne kostnadene.

Når det gjelder drift og vedlikehold av infrastruktur finnes en del enhetspriser i EFFEKT og trolig også i de andre etatenes nytteberegningsverktøy. I tillegg har SVV og JBV påbegynt et arbeid med å utvikle nye beregningsmetoder for drift og vedlikehold, som etter hvert bør implementeres i nytteberegningsverktøyene.

Den beste måten å beregne eksterne kostnader på er å ta utgangspunkt i kilometer kjørt pr kjøretøytype, og multiplisere med utslippsfaktor og enhetskostnad pr kjøretøykilometer. Eventuelt kan en også benytte geografisk spesifisert trafikkarbeid for å ta hensyn til at noen eksterne kostnader varierer etter *hvor* transporten foregår.

Et vanlig, og ofte enklere, alternativ er å benytte antall tonnkilometer, kombinert med utslippsfaktor og enhetskostnad pr tonnkilometer, til beregning av de eksterne kostnadene. Dette fungerer bra i en basissituasjon hvor utnyttelsesgrad av kjøretøyer/skip samsvarer med det som er lagt til grunn da utslippsfaktorer og enhetskostnader pr tonnkilometer ble etablert. Ved beregning av tiltak hvor f eks én av effektene kan være endret kapasitetsutnyttelse, så vil imidlertid ikke dette fanges opp i en nytteberegning hvor en bruker faste utslipp/enhetskostnader pr tonnkilometer. Dette er et vanskelig område, og spesielt for skipstrafikken er det lite kunnskap om kapasitetsutnyttelse og ballastkjøring. Det er derfor ingen enkel oppgave å regne om tonnkilometer til skipsbevegelser. Når Kystverket estimerer drivstofforbruk og utslipp fra skipstrafikken bruker de data om skipsbevegelser,

basert på AIS-data. Disse dataene sier så vidt vi vet ingenting om hvilke tonnmengder som fraktes, og kan derfor vanskelig brukes i forbindelse med nyttekostnadsberegning av ulike tiltak.

Utgangspunktet for Logistikkmodellen er gitte tonnmengder som skal transporteres mellom ulike steder. Modellen fordeler godsmengdene på ulike transportløsninger, og beregner antall tonnkilometer pr transportform og kjøretøytype/skipstype. Det finnes også en modul som beregner kjøretøykilometer for hver enkelt kjøretøytype. Som vanlig er det slik at jo lenger ned man bryter resultatene, jo mer usikre blir de. Dette gjelder både fordelingen av tonn på kjøretøytyper, og ikke minst antall kjøretøykilometer pr kjøretøytype. Skal en få realistiske resultater her må man både treffe på utnyttelsesgraden for kjøretøy med last, i tillegg til at tomkjøringsberegninger må fungere. Foreløpig er modellen slik at det kun er for lastebiler at det er lagt inn tomkjøring i beregningene.

Foreløpige erfaringer med beregning av kjøretøykilometer er at modellen beregner seg fram til for høy utnyttelsesgrad og ved det for lavt antall kjøretøykilometer. Å benytte antall kjøretøykilometer i nytteberegningene fungerer derfor dårlig. På sikt bør det imidlertid være en målsetting at modellen gir så gode tall for kjøretøykilometer at det kan danne basis i nytteberegningene.

Hvordan EFFEKT og de andre etatenes verktøy beregner eksterne kostnader har vi ikke full oversikt over, men antar at det i hvert fall for lastebilenes del gjøres basert på antall kjøretøy (vi er imidlertid veldig usikker på om det er snakk om én gjennomsnittlig biltype eller om det skilles mellom biltyper). Input i form av antall kjøretøy må komme fra Logistikkmodellen, og så lenge denne ikke fungerer optimalt ved beregning av antall godsbiler og andre kjøretøyer må vi dessverre ta forbehold om kvaliteten på resultatene.

6 Den norske godsmodellen – en oversikt

6.1 Innledning

Det er siden våren 2005 gjort et omfattende utviklingsarbeid for å få en bedre og mer detaljert modell for godstransporter innen Norge og mellom Norge og utlandet. Transportetatene, representert ved Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kystverket, Jernbaneverket og Avinor, inngikk høsten 2004 et samarbeid med SIKÅ i Sverige der målet var at de nasjonale godstransportmodellene i Sverige og Norge på en bedre måte enn før skulle representere bedriftenes beslutningskriterier ved valg av transportløsning. Arbeidet med å utvikle og programmere en såkalt logistikkmodell for hvert av de to landene er utført av Significance as i Nederland.

I tillegg til utvikling av en helt ny modell ble det også gjort en generell oppgradering av modellens inngangsdata. F eks ble basismatriser og kostnadsfunksjoner revidert og videreutviklet fra tidligere modellversjon, med bl a mer detaljert varegruppering og geografisk inndeling og flere kjøretøytyper representert. De nye kostnadsfunksjonene ble utviklet av SITMA AS, som sammen med TØI har jobbet mye i forbindelse med uttesting og videreutvikling av modellen.

Dette kapittelet gir en kort oversikt over det norske godsmodellsystemet slik det foreligger i dag.

6.2 Kort om modellsystemet

De viktigste delkomponentene som inngår i modellsystemet (Logistikkmodellen) er:

1. Basismatriser, som skal representere årlig vareflyt mellom norske kommuner og mellom norske kommuner og utlandet, fordelt på 32 varegrupper.
2. Informasjon om antall bedrifter i hver sone som er hhv leverandører eller mottakere av hver varetype i basismatrisene.
3. Kostnadsfunksjoner, som skal representere transportmidlenes tids- og distanseavhengige kostnader relatert til framføring av godset inkludert lasting-/lossing og omlastingskostnader og kvalitative kostnader for varer i transport. Det inngår også andre logistikk-kostnader, som ordrekostnader, lagerholdskostnader mv.
4. Nettverk som representerer de fysiske framføringsårene for veg, sjø, jernbane og flytransport, og terminaler og omlastingspunkter mellom disse. Basert på dette nettverket henter en ut informasjon om transportdistanse, transporttid etc mellom alle soner i systemet, ved bruk av ulike transport-

midler og kjøretøytyper. Disse dataene benyttes sammen med kostnadsfunksjonene til å etablere transportkostnader for alle framføringsalternativer. I nettverket kan også resultatene fra logistikkmodellen illustreres i form av godsstrømmer i transportnettene etc.

I Logistikkmodellen tas det utgangspunkt i varestrømmer mellom soner fra basismatrisene, som fordeles til varestrømmer mellom bedrifter, basert på informasjon om antall bedrifter etter næringskategori som hhv leverer og mottar ulike typer av varer. Informasjon om transportdistanser og transporttider fra nettverksmodellen benyttes som grunnlag for beregning av transportkostnader til bruk ved valg av optimal transportløsning. Bedriftenes beslutninger om valg av sendingsstørrelse og frekvens på sendingene er inkludert i optimaliseringen. Sendingsstørrelse er en viktig faktor for valg av transportløsning, bl a fordi det for transport er avtakende enhetskostnader både mht lastvekt og transportdistanse. Derfor vil det eksempelvis for små forsendelser være lønnsomt med samlast, dvs at en forsendelse samlastes med gods fra andre avsendere. I nettverket har man kodet inn samlast-terminaler, havner og jernbaneterminaler, i tillegg til lagrene til enkelte store produsenter (dvs store transportbrukere).

Modellen kan benyttes til å beregne effekter av at man endrer på en eller flere av forutsetningene i modellsystemet. Endringer i f eks avgifter, transportkostnader eller andre logistikk-kostnader, infrastruktur eller etterspørsel (basismatrisene) vil kunne bidra til at valg av transportløsning endres. Beregnede endringer kan enten rapporteres som kvantifiserte endringer i kostnader eller transportarbeid, eller man kan illustrere endringene i kartplott.

6.3 Basismatriser

6.3.1 Varegruppering

Basismatrisene skal representere vareflyten mellom kommuner i Norge og mellom norske kommuner og ca 60 utenlandssoner. I Logistikkmodellen er vareflyten delt inn i 32 aggregerte varegrupper der viktigste kriterium for inndelingen er ut fra varens bearbeidelsesgrad og antatt krav til transportkvalitet (Jean-Hansen og Hovi, 2005). Et viktig skille er mellom typiske råvarer og ferdigvarer. De 32 varegruppene er vist i følgende tabell.

Tabell 6.1 Oversikt over varegruppene i godstransportmodellen

Varenr	Varespesifikasjon
11	Matvarer bulk
12	Matvarer Konsum
13	Drikkevarer
21	Fersk fisk
22	Frossen fisk
23	Bearbeidet fisk
31	Termo innsatsvarer
32	Termo konsumvarer
41	Maskiner og utstyr
42	Transportmidler
51	Høyverdivarer
52	Levende dyr
53	Byggevarer
54	Diverse stykkgoods, innsatsvarer
55	Diverse stykkgoods, konsumvarer
61	Sagtømmer
62	Massevirke
63	Flis og cellulose
64	Trelast
65	Papirvarer
66	Trykksaker
71	Sand, grus og stein
72	Mineraler og malmer
73	Sement og kalk
74	Massevarer
81	Kjemiske produkter
82	Gjødsel
91	Metaller
92	Aluminium
101	Råolje
102	Naturgass
103	Raffinerte oljeprodukter

TØI-rapport 970/2008

6.3.2 Soneinndeling

I modellen er hver kommune i Norge en sone, med unntak av de seks største byene i Norge som er inndelt i fra fire til tolv ”storbysoner”. Dette gjelder for:

1. Oslo (representert med 12 soner)
2. Kristiansand (representert med 5 soner)
3. Stavanger (representert med 5 soner)
4. Bergen (representert med 7 soner)
5. Trondheim (representert med 8 soner)
6. Tromsø (representert med 4 soner)

De viktigste handelslandene for Norge i Europa er representert ved fra to til ni soner, mens andre land består av kun én sone. Sverige har soner, fordi lokaliseringen i Sverige kan ha stor betydning både for transportmiddelvalget og for hvilken transportrute/korridor som benyttes innen Norge. Verdensdeler utenfor Europa er representert ved en til to soner. Sonestrukturen utenfor Norge framgår av tabell 6.2.

Tabell 6.2 Oversikt over utenlandssonene i godsmodellsystemet.

	Antall soner i ny modell	Antall soner i forrige modellversjon	Datakilde for forfinet soneinndeling
Sverige	9	3	Varestrømsmatriser fra den svenske godstransportmodellen
Danmark	2	1	Varestrømsmatriser fra den europeiske nettverksmodellen SCENES
Finland	2	2	Varestrømsmatriser fra den europeiske nettverksmodellen SCENES
Russland	3	2	Informasjon om import og eksport etter område og hovednæring for Russland
England	3	3	Informasjon om ilandføring av råolje og naturgass fra Oljedirektoratet
Tyskland	5	3	Varestrømsmatriser fra den europeiske nettverksmodellen SCENES
Nederland	2	1	Varestrømsmatriser fra den europeiske nettverksmodellen SCENES
Frankrike	3	2	Varestrømsmatriser fra den europeiske nettverksmodellen SCENES
Øvrige land i Europa	1 sone pr land	1 sone pr land	
Asia	2	2	
Amerika	2	2	
Oseania	1	1	
Afrika	1	1	

TØI-rapport 970/2008

6.3.3 Statistisk grunnlag

Som grunnlag for etablering av basismatrisene er det tatt utgangspunkt i den økonomiske primærstatistikken. Denne statistikken har sin styrke i at produksjonsstrukturen er stedfestet på et detaljert geografisk nivå, og med detaljert produktspesifikasjon. Anvendelsessiden er ikke like godt representert i statistikken. Det gjelder særlig innsatsvarebruken i alle næringer, som man ikke har informasjon om på et detaljert geografisk nivå. Innsatsvarebruk er derfor estimert på grunnlag av informasjon om faktorbruk pr produkt fra Nasjonalregnskapet. Fordi Nasjonalregnskapet kun er tilgjengelig på nasjonalt nivå og fylkesnivå, er geografisk spesifikasjon av innsatsvarebruk estimert på grunnlag av produktsammensetning i produksjonen på det ønskede geografiske nivået.

De viktigste grunnlagsdatakildene for vareproduksjon og anvendelse er gjengitt i tabell 6.3.

Tabell 6.3. Oversikt over viktigste grunnlagsdatakilder for vareproduksjon og anvendelse i primær-, industri- og tjenesteytende næringer.

	Viktigste datakilder	Verdi	Kvantum	Vare-/produkt-spesifikasjon	Leveranse-mønster	Tilgjengelig geografisk nivå
Primærnæringer:						
Jordbruk	SSB Jordbruksstatistikk	Nei	Ja	Ja	Nei	Kommune
Fiske	Fiskeridirektoratet	Ja	Ja	Ja	Nei	Kommune
Fiskeoppdrett	Fiskeridirektoratet	Ja	Ja	Ja	Nei	Fylke
Skogbruk	SSB / Skog-Data	Nei	Ja, m ³	Ja	Ja	Kommune
Bergverk	SSB (Industristatistikk)	Ja	Delvis	Ja	Nei	Postnummer
Petroleum	Oljedirektoratet	Nei	Ja	Ja	Ja	Kommune
Industri-næringer	SSB	Ja	Delvis	Ja	Nei	Postnummer
Tjeneste-næringer:						
Varehandel	SSB (Engros- og detaljhandelsstatistik k)	Ja	Nei	Nei, vare-handelssektore r	Nei	Postnummer
Andre tjenestesektorer	SSB (Tjenestestatistikk)	An-satte	Nei	Nei	Nei	Postnummer
Utenrikshandel	SSB (Utenrikshandels-statistikk)	Ja	Ja	Ja	Ja	Produksjons-fylke, tollsteds-fylke og land utenfor Norge
Innsatsvarebruk i alle næringer	SSB (Nasjonalregnskapet)	Ja	Nei	Ja	Nei	Nasjonalt nivå

TØI-rapport 970/2008

For å kunne benytte den økonomiske statistikken som grunnlagsmateriale til å utlede vareflyten i Norge, er det tatt utgangspunkt i en økonomisk førsteordens-betingelse som spesifisert under:

Økonomisk førsteordensbetingelse:

Tilgang = Anvendelse; hvor:

Tilgang = Innenriks produksjon + import

Anvendelse = Innsatsvarebruk i industrien + investeringer + sluttkonsum + eksport + lagerendringer

Produksjonsverdiene er regnet i basisverdi, dvs eksklusive avgifter, subsidier og avanser. Når det gjelder de fysiske varestrømmene er det av betydning ikke bare hvor produksjonen finner sted, men også hvilke forretningsledd som leveransene går gjennom. Man kan derved av den økonomiske førsteordensbetingelsen utlede en varestrømsidentitet, som gjelder for ett sett av forhåndsdefinerte varer som skal representere hele varebalansen i norsk økonomi. Det er antatt at lagerendringene utgjør en så liten andel at man kan se bort fra dem.

Varestrømsidentitet:

Tilgang = Anvendelse; hvor

Tilgang = Innenriks primærnæringsproduksjon + innenriks industriproduksjon + engroshandelssalg + import

Anvendelse = Innsatsvarebruk i industrien + innsatsvarebruk i tjenestenæringene + investeringer + varer til engroshandel + varer til detaljhandel + eksport

På grunnlag av varestrømsidentiteten, er følgende trinn gjennomgått:

1. Oppsett av varestrømsidentiteten i verdi pr aggregerte varegruppe
2. Beregning av basisverdier for varehandel (dvs at man trekker ut avansesatser, vareavgifter (inkl mva) og eventuelle subsidier).
3. Etablering av enhetspriser pr produkt (disse produktene er på et mer disaggregert nivå enn varegrupperingen i basismatrisene, slik at man får prisvariasjoner innenfor hovedgrupper av varer).
4. Omregning av vareverdier til varekvantum.
5. Trekker ut eksportstrømmene, fordi man for eksport har et kjent leveransmønster ut av landet.
6. Etablering av kalibreringsgrunnlag for geografisk leveransmønster innenriks.
7. Estimering av geografisk leveransmønster ved bruk av gravitasjonsmodeller der det tas hensyn til bibetingelser om transportkostnader mellom soner, regionalt leveransmønster fra lastebil- og sjøfartsstatistikken. Det gjøres også forutsetninger om hvilke forretningsledd det er som handler med hverandre.

Framgangsmåten slik den er presentert her er relativt arbeidskrevende, men er utledet fordi man mangler en dekkende informasjon om vareflyten i Norge. I gravitasjonsmodellene er det tatt hensyn til leveransestruktur mellom hovednæringer. Primærnæringer leverer i hovedsak til industriproduksjon, import og industriproduksjon leverer i hovedsak til engroshandel, mens engroshandel i hovedsak leverer til detaljhandel. Dette fører til at man får få frihetsgrader med hensyn til geografisk leveransmønster, og at transportavstandene generelt er blitt høyere i basismatrisene enn det som kan observeres fra transportstatistikken. Slik skal det også være. Årsaken til dette er at en i transportstatistikken teller gods på nytt hver gang det omlastes, mens en i varestrømsmatrisene kun teller godset én gang, uavhengig av hvor mange transportmidler som brukes underveis. I transportstatistikken vil altså omlastinger og distribusjonskjøring føre til at samme last telles flere ganger og fraktes over flere "legs", der transportdistansen for hvert "leg" blir kortere enn samlet transportdistanse for leveransen.

For noen varegrupper har man imidlertid et bedre statistisk grunnlag enn det som er beskrevet over. For de tre varegruppene 61 Sagtømmer, 62 Massevirke og 63 Flis/cellulose har man et detaljert datamateriale fra Skog-Data. På grunnlag av oppgaver fra utførte transportoppdrag, som dekker ca 85 prosent av all tømmertransport i Norge, har man informasjon om avsender og mottakerkommune og godsmengder. Denne informasjonen er derfor benyttet for disse tre varene. Det er også noen andre unntak. Varene 52 Høyverdivarer og 74 Massevarer er basert på informasjon fra SSBs lastebil- og sjøfartsundersøkelser, mens varene 101 Råolje og 102 Naturgass er basert på opplysninger fra Oljedirektoratet. For øvrige varer har man benyttet den økonomiske statistikken.

Høsten 2010 jobbes det med å etablere nye basismatriser basert på bl a den første varestrømsundersøkelsen som er gjennomført i Norge. Dette arbeidet er imidlertid ikke fullført enda, men det er etablert et opplegg med utgangspunkt i foreløpige datafiler fra denne undersøkelsen.

6.4 Nettverksmodell

Nettverksmodellen i Logistikkmodellen er implementert i modellverktøyet Cube. Nettverksmodellens oppgave er i første rekke å levere nettverksinformasjon (transporttid, transportdistanse, bompenger, bruk av ferger osv) som grunnlag for Logistikkmodellens optimalisering av sendingsstørrelse, transportmiddel- og rutevalg mv. Den kan også brukes til visuell fremstilling av resultater i kartplott.

Nettverket består av den fysiske infrastrukturen (veger, jernbanestrekninger etc), samt terminaler eller omlastingspunkter. Terminaler kan være eiet av transportører, vareeiere, spesialiserte terminaloperatører eller infrastruktureier (offentlig). Følgende typer av terminaler er implementert i modellen:

- Jernbane; kombiterminaler og tømmerterminaler
- Offentlige trafikkhavner og et stort antall private industrikaier, i første rekke knyttet til produksjonssteder
- Noen få flyplasser som driver flyfrakt
- Samlastterminaler for de fire største samlasterne
- Postens terminaler

For å få realistiske vegvalg for “tyngre” godsstrømmer er det også etablert en oversikt over viktige bulkterminaler (sementsiloer, kornsiloe, terminaler for petroleumsprodukter og temperaturregulerte terminaler for mat (fisk og kjøtt)).

6.5 Kostnadsfunksjoner

Logistikkmodellen opererer på mikronivå, og skal på en mest mulig realistisk måte representere de fleste tilgjengelige kombinasjoner av transportmidler, omlastinger og transportruter for enhver forsendelse. De logistiske valgene i modellen er basert på kostnadsminimering. Det antas at transportkjøpers fraktkostnader kan representeres ved transportørens kostnader, da disse er enklere å få informasjon om enn fraktpriser. Denne tilnærmingen holder for et marked i fullkommen konkurranse. De fleste markeder har en eller annen form for markedsimperfeksjon, men i transportmarkedet er lønnsomhetsmarginene generelt så små at en forutsetning om fullkommen konkurranse er realistisk.

Transportkostnadene er inndelt etter om de kan regnes som tids- eller distanse-avhengige (Grønland, 2005). I tillegg er de spesifisert for ulike kjøretøyer/transportmidler (lastebil, skip, ferge, jernbanevogner og fly) og varegrupper. Tabell 6.4 viser hvilke kostnadskomponenter som faller inn under hver kategori (for andre transportmidler enn skip).

Tabell 6.4. Kategorisering av kostnader etter om de er tids- eller distanseavhengige. Gjelder ikke skip.

Distanseavhengige kostnader	Tidsavhengige kostnader	Øvrige kostnader (gjelder kun lastebil)
Drivstoff	Lønninger	Bompenger
Dekk	Kapital (renter og avskrivninger)	Fergetakst
Reparasjon	Forsikring	
Smøreolje	Årsavgift	
Vedlikehold		

TØI-rapport 970/2008

For skip har Kystverket definert en litt annerledes kostnadsstruktur. Følgende kostnadskomponenter inngår der i hver av de to kategoriene.

Tabell 6.5. Kategorisering av kostnader for skip etter om de er tids- eller distanseavhengige.

Distanseavhengige kostnader	Tidsavhengige kostnader	Øvrige kostnader (gjelder kun lastebil)
Drivstoff (hovedmaskineri og hjelpemaskineri)	Lønninger	
	Kapital (renter og avskrivninger)	
	Forsikring	
	Reparasjon og vedlikehold	
	Administrasjon	
	Stores	

For transport er det stordriftsfordeler i form av at enhetskostnader knyttet til transporten er avtakende både mht lastvekt og transportdistanse. Derfor vil det eksempelvis for små forsendelser være lønnsomt med samlast, dvs at en forsendelse samlastes med sendinger fra andre avsendere, bl a ved bruk av større biler enn en ellers ville brukt. For hvert transportmiddel er det derfor definert et sett av kjøretyper med ulik størrelse, slik at skalafordelene er representert. Dette innebærer f eks at jo større forsendelsen er, jo større lastebil vil benyttes.

Det er i modellen definert 10 ulike typer lastebiler, 33 skipstyper, 8 typer tog, 2 typer fly, samt ferge til/fra utlandet. Riksvegferger innenlands er definert som en del av vegnettet (dvs de er ikke definert som egne kjøretøy), men kostnadene ved bruk av riksvegfergene er selvsagt implementert i modellen.

Omlastingskostnaden er uavhengig av transportretning, men varierer med transportmiddel, vare og til en viss grad med håndteringsutstyr i terminalen. Kostnader relatert til transport av enhetslaster skiller mellom pakking/utpakking og håndtering av selve enhetslasten.

De totale kostnader knyttet til framføringen framkommer ved å multiplisere enhetskostnadene for tid og distanse med informasjon fra nettverksmodellen om transportdistanse og transporttid. I og med at modellen inneholder svært mange kjøretøytyper, viser vi som et eksempel i følgende tabell enhetskostnader for de kjøretøyene som er mest aktuelle for produkter innen skogbrukssektoren. Tabellen er ikke helt oppdatert, men den duger som eksempel på kostnadsstrukturen for kjøretøyene.

Tabell 6.6. Eksempel på enhetskostnader for de transportmidler i modellen som er mest relevant for skogbrukssektoren. Kilde: Vierth og Grønland (2006).

Nr	Kjøretøytype	Vare	Kapasitet (maks lastvekt i tonn)	Kostnad per km	Kostnad per time – og kjøretøyenhet	Terminalkostnad (kr/tonn)
Veg	103 Tunge distribusjonsbiler med lukket skap	Papir, trelast og trykksaker	16	4.79	355	297
	105 Vogntog med lukket skap		42	5.77	372	257
	108 Tørrbulk	Flis og cellulose	45	5.58	461	25
	109 Tømmerbil med henger	Sagtømmer/Massevirke	32	5.46	441	35
Sjø	207 Tørrbulk 1000 dwt	Tømmer, flis og cellulose	1000	18.00	574	34
	208 Tørrbulk 2500 dwt		2500	26.00	966	22
	209 Tørrbulk 5000 dwt		5000	35.00	1434	26
	210 Tørrbulk 10000 dwt		10000	48.00	2127	20
	211 Tørrbulk 20000 dwt		20000	71.00	3156	21
	212 Tørrbulk 40000 dwt		40000	105.00	4682	17
	213 Tørrbulk 80000 dwt		80000	155.00	6947	14
	214 Container lo/lo 5300 dwt	Papir og trelast	5300	45.00	2223	232
	215 Container lo/lo 16000 dwt		16000	78.00	4017	230
	216 Container lo/lo 27200 dwt		27200	104.00	6381	232
Tog	302 Elektrisk systemtog (tømmer)	Tømmer	676	2.54	151	66
	303 Elektrisk systemtog (bulk)	Flis og cellulose	751	2.00	135	14
	304 Elektrisk vognlasttog	Papir og trelast	501	2.00	112	346
	306 Diesel systemtog (tømmer)	Tømmer	676	3.37	142	62
	307 Diesel systemtog (bulk)	Flis og cellulose	751	2.84	126	13
	308 Diesel vognlasttog	Papir og trelast	501	2.90	104	334
Ferge	401 Internasjonale ferger	Papir, trelast og trykksaker		0.43	245	0

TØI-rapport 970/2008

6.6 Logistikkmodellen

I Logistikkmodellen er målsettingen at bedriftenes beslutningskriterier skal være representert ved valg av transportløsning i modellsystemet. *Valg av sendingsstørrelse og logistikkjeder bestemmes på grunnlag av de totale årlige logistikkostnadene*, som består av følgende komponenter:

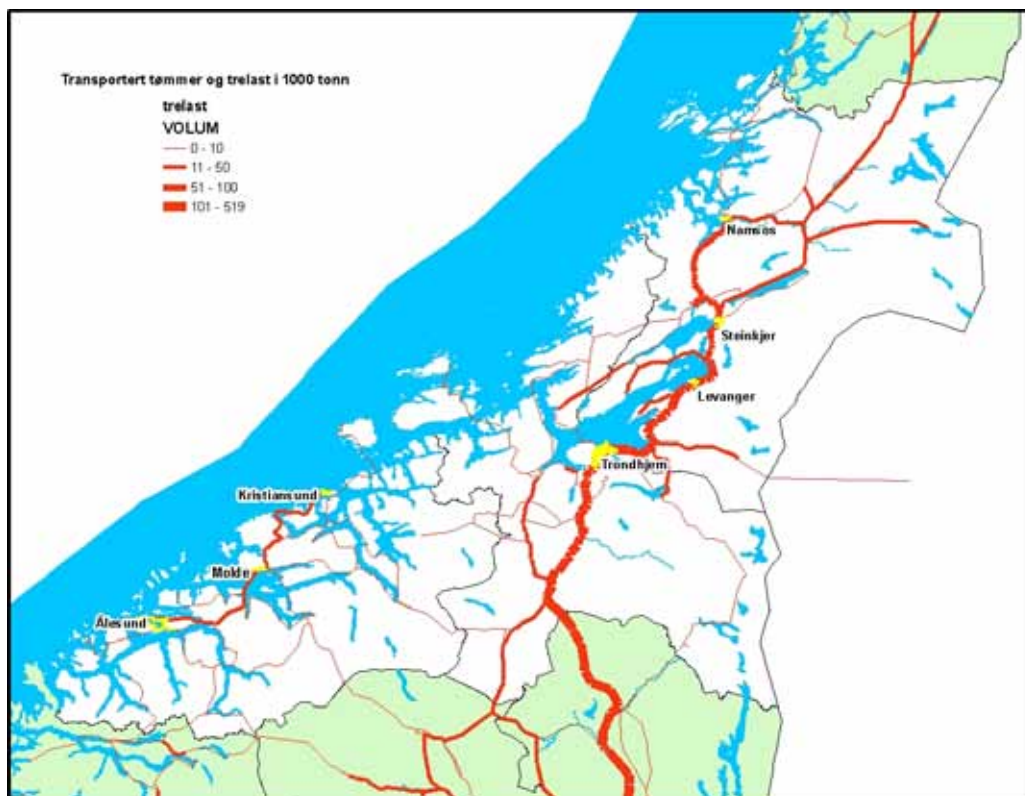
1. Ordrekostnader
2. Lagerholdskostnader
3. Kapitalkostnader knyttet til lagerhold
4. Kapitalkostnader for gods under transport, inkludert ventetid knyttet til rutegående transportmidler
5. Transportkostnader
6. Laste-, losse- og omlastingskostnader
7. Kostnader knyttet til om gods blir borte eller ødelagt underveis i transportkjeden
8. Kostnader knyttet til at bedriften går tom på lager før ordren ankommer (mankokostnader)

De to siste elementene er foreløpig ikke inkludert, da man mangler data for de relevante kostnadskomponentene.

I terminalkostnadene (lasting, lossing og omlastingskostnader) inngår f.eks. havneavgifter for gods som omlastes i havner. Når det gjelder kostnader knyttet til los er de ikke med i dagens modell. De kunne vært lagt på lenkene inn og ut av de aktuelle havnene slik at de tas med på samme måte som f.eks. bompenger for bil. Det er imidlertid en utfordring at ikke alle skip har losplikt. Modellen klarer ikke skille på om det er skip som trafikkerer farvannet ofte eller ikke, slik at alternativet vil være å legge disse kostnadene inn som gjennomsnittskostnader for alle skip uansett om de faktisk har losplikt eller ikke.

Resultater fra Logistikkmodellen er transportmiddelfordelte varestrømsmatriser, transport- og trafikkarbeid og totale transportkostnader. Transportmiddelfordelte varestrømsmatriser kan leses inn i nettverksmodellen, slik at man kan utarbeide kartplott av godsstrømmer for spesifikke varegrupper og transportmidler, samt beregne trafikkbelastningen på gitte lenker og i terminaler. Et eksempel på kartplott for vegtransport av tømmer og trelast er vist i figur 6.1.

Figur 6.1. Illustrasjon av årlige godsstrømmer av tømmer og trelast transportert med lastebil (1000 tonn).



TØI-rapport 970/2008

Modellen kan benyttes til å studere virkninger på transportmiddel- og rutevalg som følge av endringer i en eller flere av rammebetingelsene knyttet til ett eller flere transportmidler. Eksempler på dette er:

- Avgiftsendringer

- Infrastrukturendringer i veg eller jernbanenettet, f eks ny veg- eller jernbaneparsell som fører til endringer i transporttid og distanse, og dermed også påvirker transportkostnadene
- Flytting, oppretting eller nedlegging av en terminal (f eks havn, jernbaneterminal eller samlastterminal)
- Bedre tilførselsveger eller jernbanetilnytting til en havn eller annen terminal

Endringer i rammebetingelsene som påvirker de totale transport- og logistikk-kostnadene kan føre til at den totale etterspørselen etter transport går opp eller ned. Her kommer eventuelt etterspørselsmodellen Pingo inn. Kostnadsendringer i transportavviklingen kan leses inn i Pingo, som både beregner effekten på totalt etterspørselsvolum, men også om kostnadsendringene vil kunne ha innvirkning på samhandelen mellom par av fylker.

Modellsystemet kan også benyttes til å beregne forventet utvikling i transportmiddel og korridorvalg, gitt eksogene rater for næringsspesifikk vekst fra f eks den makroøkonomiske modellen MSG til Statistisk sentralbyrå. Dette gjøres f eks når det utarbeides prognoser for Nasjonal transportplan.

7 Godstransportmodellen - anvendelse i en samfunnsøkonomisk analyse

7.1 Innledning

Resultatene fra Logistikkmodellen skal benyttes som input til samfunnsøkonomiske analyser. I det følgende gir vi en nærmere oversikt over hvilke resultater fra modellen som er relevante å bruke, og format på output-filene.

I forbindelse med at modellen skal brukes til å nytteberegne godstransporttiltak, kan det f.eks. være relevant å se på hvordan Jernbaneverket gjør sine samfunnsøkonomiske beregninger for godstransporttiltak. Dette er presentert i deres metodehåndbok for samfunnsøkonomiske beregninger (Jernbaneverket, 2010). Jernbaneverkets veileder er basert på tre forenklete prinsipper for godstransportberegninger:

1. Samlet transportetterspørsel er upåvirket av tiltak for ett enkelt transportmiddel.
2. Prisen for transportene er lik operatørens kostnader, inklusiv avkastning på kapital investert i løpende materiell.
3. Kostnadsendringer reflekteres i sin helhet i prisen til kundene.

I Logistikkmodellen ligger de samme prinsippene til grunn for beregningene. Dette innebærer for punkt 1 at godsstrømmene som er input for beregningene holdes uendret (varestrømmene er konstant mellom alle par av soner), tiltak som gjøres i f.eks. jernbanens infrastruktur eller terminaler medfører kun en endring i transportmiddelvalg og rutevalg for eksisterende gods. Punkt 2 og 3 innebærer at operatørens resultat pr. definisjon er null, som betyr at ulike tiltak ikke gir endring i operatørens nytte. Kostnadsreduksjoner tilfaller i sin helhet transportbrukerne (dvs. transportkjøperne/vareeierne), og reflekteres i økt nytte for disse.

7.2 Kostnader i modellen

7.2.1 Om kostnadene som beregnes i modellen

I Logistikkmodellen får man beregnet totale transportkostnader i hvert scenario, som summen av fremføringskostnader og terminalkostnader. I tillegg beregnes andre logistikkostnader som ordrekostnad, lagerkostnad, kostnad knyttet til varer på lager osv. Transport- og logistikkostnadene rapporteres i filen *summary.rep*, for hver varegruppe og fordelt på innenriks transport, import og eksport. Denne filen er bygget opp av følgende kolonner, hvorav de første er vist i tabell 7.1 under:

- Antall relasjoner varegruppen transporteres på
- Antall forsendelser pr år for varegruppen
- Total logistikkostnad (TotCosts i tabell 7.1)
- Transportkostnad (TransportCosts i tab 7.1)
- Kapitalkostnad for varer under transport (CargoTimeCost i tab 7.1)
- Antall kjøretøyer som benyttes for hver transportform (hhv liten og stor bil, skip, tog, ferge utenlands og fly) – ikke medregnet tomkjøring
- Antall tonn transportert pr transportform
- Antall tonnkilometer pr transportform, på norsk område
- Antall tonnkilometer pr transportform, inkl det som skjer i andre land

I filen er det tre enkeltstående tabeller, for hhv ”domestic” transport, import og eksport. Dette omtales nærmere senere.

I filene chainchoixx.out, der xx står for varegruppenummer, får man rapportert de samme kostnadselementene for hver enkelt godsstrøm (dvs for hver årlige strøm mellom par av bedrifter).

Et eksempel på kostnadselementene som beregnes i modellen er vist i følgende utdrag fra filen *summary.rep*. Vi viser her ikke kolonnene for kjøretøyer og transportomfang:

Tabell 7.1 Eksempel på kostnadselementene som beregnes i modellen, utdrag fra filen *summary.rep*.

Vare	NRelations	NShipments	Tot Costs (10 ³ NOK)	TransportCosts (10 ³ NOK)	CargoTimeCost (10 ³ NOK)
1	71814	357814	1715081	1075960	10606
2	37484	211368	2018433	1549189	232174
3	14206	78280	1532623	1307257	1632
4	17829	49958	882856	701521	132527
5	29628	74798	1799160	1284846	3022
6	22037	75356	1292647	1053195	5366
7	80016	314675	3170439	2451452	142720
8	78663	306776	4481950	3806432	169323
9	53385	518972	2828906	1744952	436323
10	19678	166938	1089251	688060	5292
11	18023	157310	989492	555267	216670
12	327	61682	1241313	1093538	5286
13	49310	211341	3978014	3595742	2762
14	54211	227879	2120770	1709892	12131
15	48617	535257	5810236	4819440	148221
16	1588	23346	382533	348826	23
17	1155	23248	569693	536783	108
18	166	6796	677075	667477	41
19	7026	56948	1026762	922610	1026
20	81625	358694	4342398	3674271	1973
21	28056	239604	1599205	1181740	347561
22	1104	98262	3410704	3279283	97
23	816	15438	1298757	1201914	5644
24	123	3280	62718	53130	140
25	975	79711	958358	916182	0
26	17831	104328	1174027	823546	2174
27	7398	33540	2284641	2196653	447
28	17229	108269	1703982	1442931	3651
29	4531	42309	725072	607109	2354
30	8	707	2953527	2682521	18378
31	17	2329	4833120	4717779	7843
32	8576	81585	5218680	1367322	9579
SUM			68172423	54056820	1925094

En sammenligning av total logistikkostnad og transportkostnaden viser at transportkostnaden utgjør rundt 80 % av den totale logistikkostnaden. Transportkostnaden er med andre ord 4 ganger så høy som det som i modellen angis som "andre logistikkostnader". Transportkostnadene i modellen utgjør dermed en betydelig høyere andel av logistikkostnadene enn det som fremkommer av en relativt ny undersøkelse blant bedrifter i Norge (Hovi og Hansen, 2010). Der finner vi følgende forhold mellom de ulike elementene i logistikkostnadene:

Tabell 7.2 Logistikkostnader i andel av omsetning etter kostnadskomponent og hovednæring, ekskl. gjenvinning og renovasjon. Kilde: TØI-rapport 1052/2010.

	Industri	Engros	Bygg / anlegg	Annet	Gjennomsnitt
Transport	5,8 %	6,1 %	5,2 %	3,9 %	5,6 %
Lagerhold	3,2 %	5,1 %	2,8 %	4,5 %	3,8 %
Kapitalkostnad	1,4 %	1,4 %	1,0 %	1,8 %	1,4 %
Svinn	0,8 %	0,9 %	0,8 %	0,6 %	0,8 %
Forsikring	0,5 %	0,3 %	0,5 %	0,7 %	0,4 %
Transportemballasje	0,6 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %
Administrasjon	1,0 %	1,4 %	1,6 %	1,2 %	1,2 %
Totalt	13,2 %	15,7 %	12,3 %	13,2 %	13,7 %

En omregning av tabellen til å vise de enkelte elementenes andel av totale logistikkostnader gir følgende:

Tabell 7.3 Sammensetning av kostnadskomponentene i logistikkostnadene for ulike hovednæringer, ekskl. gjenvinning og renovasjon. Beregnet med utgangspunkt i tabell 7.2 over.

	Industri	Engros	Bygg / anlegg	Annet	Gjennomsnitt
Transport	44%	39%	42%	30%	41%
Lagerhold	24%	32%	23%	34%	28%
Kapitalkostnad	11%	9%	8%	14%	10%
Svinn	6%	6%	7%	5%	6%
Forsikring	4%	2%	4%	5%	3%
Transportemballasje	5%	3%	3%	4%	4%
Administrasjon	8%	9%	13%	9%	9%
Totalt	100%	100%	100%	100%	100%

Tabellen viser at transport utgjør i gjennomsnitt 41 % av de totale logistikkostnadene, mens lagerhold og kapitalkostnad til sammen utgjør 38 %.

For å finne ut mer om årsakene til at logistikkmodellen opererer med høyere andel transportkostnader enn det vi finner i praksis, vil vi i det følgende se nærmere på måten logistikkostnadene beregnes på i modellen.

De totale årlige logistikkostnadene G for en gitt årlig strøm mellom to bedrifter er vist under (jfr Significance, 2008). Formlene vises her forenklet, uten indekser for varegruppe, bedrift, sone etc:

$$G = O + T + D + Y + I + K + Z \quad (1)$$

Hvor

G : total årlig logistikkostnad (TotCosts i tabell 7.1)
O : ordrekostnader
T : transport, konsoliderings- og distribusjonskostnad (TransportCosts i tabell 7.1)
D: degraderingskostnad / verdiforringelse under transport
Y : kapitalkostnad for varene under transport (CargoTimeCosts i tabell 7.1)
I : lagerholdskostnader
K : kapitalkostnad for varer på lager
Z : mankokostnad

De enkelte kostnadselementene kan igjen skrives som:

Ordrekostnad

$$O = o \cdot (Q/q) \quad (2)$$

Hvor o er ordrekostnad pr forsendelse, Q er årlig strøm i tonn og q gjennomsnittlig sendingsstørrelse (Q/q blir da antall forsendelser pr år). Ordrekostnaden er satt til kr 500 for 21 av varegruppene, kr 750 for 10 grupper og kr 200 for én gruppe (massevarer).

Transportkostnad

Vi går ikke nærmere inn på hvordan transportkostnadene er beregnet. De skal imidlertid dekke både fremføringskostnader for alle ledd i transportkjeden, laste-, losse- og omlastingskostnader, eventuelle havneavgifter osv.

Degraderingskostnad / verdiforringelse

$$D = j \cdot t \cdot v \cdot Q \quad (3)$$

Hvor j er verdiforringelsen for varen (kr pr tonn og time), t er transporttid i timer, v er opprinnelig vareverdi (kr pr tonn) og Q årlig strøm (tonn)

Kapitalkostnad for varene under transport

$$Y = (d \cdot t \cdot v \cdot Q) / (365 \cdot 24) \quad (4)$$

Hvor d er rente (forutsatt 11 %), t er transporttid i timer, v er vareverdi og Q årlig strøm
(dvs $d \cdot v \cdot Q$ er kostnaden ved å transportere varen ett år, og $t / (365 \cdot 24)$ er "antall år transporten varer")

Lagerholdskostnader

$$I = w \cdot (q/2) \quad (5)$$

Hvor w er lagerholdskostnaden (kr pr tonn pr år for å holde og drive lageret) og q er sendingsstørrelsen ($q/2$ er dermed gjennomsnittlig mengde varer på lager, så sant man ikke opererer med sikkerhetslager)

Kapitalkostnad for varer på lager

$$K = d \cdot v \cdot (q/2) \quad (6)$$

Også kapitalkostnaden for varer på lager beregnes eksklusiv et eventuelt sikkerhetslager.

Mankokostnad

Det beregnes ikke mankokostnader i modellen

Dersom man ønsker å studere konkret sammensetning av de ulike kostnads-elementene for en gitt sending, kan man før kjøring av modellen spesifikt be om at det kjøres ut en såkalt costlog-fil for den gitte varegruppen og kombinasjonen av fra- og tilsoner. Dette er et nyttig verktøy i forbindelse med ulike former for kvalitetssikring av modellen.

Lagerholdskostnadene og kapitalkostnadene for varer på lager beregnes kun for en mengde svarende til halvparten av beregnet optimal sendingsstørrelse. Det ligger dermed ikke inne kostnader til sikkerhetslager, og heller ikke mankokostnader. Dette er en av årsakene til at transportkostnadene i modellen utgjør en atskillig høyere andel av de totale logistikkostnadene enn det som er rapportert i faktiske undersøkelser av bedrifters kostnader.

I følge Stein Erik Grønland, som har utviklet modellens kostnadsfunksjoner, tar modellens beregninger av logistikkostnader kun med de faktorer som påvirker fastsettelsen av partistørrelse, og dermed har innflytelse på valg av transportløsning og sendingsstørrelser. Dette er grunnen til at ikke kostnader ved sikkerhetslager og manko er med i beregningene. Det er også en del faste kostnader i logistikkjeden knyttet til administrasjon som ikke er med i logistikkmodellens kostnader (selv om det ligger en liten variabel andel administrasjonskostnader inne i ordrekostnader på lager og "pr shipment"-kostnader på transport).

I modellens lagerholdskostnader ligger det inne leiekostnader for lagerbygg (eller tilsvarende for bulklager og utelager), som i prinsippet også skal dekke vedlikehold. Grunnlaget for dette er leiepriser i 2005. Videre ligger det inne estimerte lønnskostnader for lagerarbeidere. Det som ikke er lagt inn eksplisitt er kostnader for utstyr, men det er indirekte tatt med ved at det i beregningene er gjort et skjønnsmessig (erfaringsbasert) tillegg på 2 % av vareverdien utover de rene kapitalkostnadene.

Konklusjonen fra denne gjennomgangen av kostnadene i modellen er at ikke alle elementer i logistikkostnadene er med, med den begrunnelse at de ikke er med og påvirker valgene som gjøres i modellen. I forhold til de samfunnsøkonomiske beregningene er dette en ok forutsetning så sant de manglende kostnads-elementene ikke endres ved endret logistisk løsning (f eks at kostnader knyttet til sikkerhetslager og manko ikke er en funksjon av sendingsfrekvens/størrelse). Endringen i kostnader fra et basialternativ til analysealternativet vil da bli riktig selv om disse kostnadene er utelatt. Dersom de imidlertid vil variere etter hvilken

transportløsning som velges, så er det et problem at noen av kostnadselementene er utelatt.

7.2.2 Bruk i samfunnsøkonomiske analyser

Som nevnt beregner modellen de totale logistikkostnadene for alle transporter innen og til og fra Norge (med de mangler som er beskrevet tidligere). Beregnet endring i disse kostnadene fra basisscenariet til et analysescenario er tenkt benyttet som en indikasjon på transportbrukernes nytte av tiltaket.

Vi har tidligere i rapporten diskutert hvilken geografisk avgrensning som bør gjelde ved de samfunnsøkonomiske beregningene. En infrastrukturendring, endring av en avgift i en havn eller endret tidsbruk på en terminal kan påvirke kostnadene for både innenriks transporter og for transporter til og fra landet. Her kan en argumentere for at kostnadsbesparelsen bør inngå for all transport som nyter godt av tiltaket, dvs både innenriks transport, import og eksport og uavhengig av om det er norsk eller utenlandsk aktør som får besparelsen. Når det gjelder andre tiltak, som f eks økte drivstoffavgifter, vil det fremdeles være slik at all transport som berøres av tiltaket bør medregnes. Det vanskelige vil her være å definere selve tiltaket. Økte drivstoffpriser i Norge vil påvirke all innenriks transport, samt deler av transporten til og fra utlandet. Hvor mye utenlands-transportene påvirkes vil være avhengig av i hvilken grad transportøren kjøper drivstoff i utlandet til lavere pris, samt om andre land setter opp drivstoffprisene samtidig. Hvilke forutsetninger en gjør om dette i modellen vil i sterk grad påvirke resultatet av nytteberegningen. Slik modellen er utformet i dag er det ikke mulig å gjøre endringer i drivstoffprisen som kun gjelder drivstoff kjøpt i Norge. Dette vil kreve modellendringer som muligens er relativt omfattende, noe som ikke er aktuelt å gjøre nå i første omgang. En må derfor i hvert enkelt tilfelle tenke nøye igjennom hvordan de ulike tiltak skal behandles i den samfunnsøkonomiske beregningen. Det går f eks an å gjøre spesialløsninger hvor en plukker ut kostnadseffekten kun for transport mellom steder i Norge, men det er såpass omfattende at det neppe er aktuelt å inkludere i et standard brukergrensesnitt (resultatfiler for alle varegrupper må da leses inn i f eks analyseverktøyet SPSS før det gjøres uttrekk av de ønskede relasjoner). En forenklet løsning er at en fra filen *summary.rep* kun ser på det som der kalles "domestic" og benytter dette i nytteberegningen. Dette avviker litt fra det vi vanligvis omtaler som innenlands transport, da det vil ha deler av import- og eksportgods inkludert (f eks har en der med strekningen fra Oslo havn til destinasjon i Norge for gods som kommer med skip fra utlandet). Vi har foreløpig ikke konkludert med en endelig løsning på denne problemstillingen.

For de fleste analyser en vil gjøre genererer modellen aggregerte tabeller som kan åpnes i Excel eller tilsvarende verktøy. I enkelte sammenhenger kan en imidlertid ha behov for å "sile ut" alle sendinger som har visse kjennetegn ved transportruten, f eks samme start- og endepunkt og bruk av samme terminaler. En må da hente ut data fra 32 forskjellige filer, en for hver varegruppe, og det vil være en fordel å benytte seg av andre verktøy, f eks SPSS, Visual Basic eller lignende.

7.3 Trafikk- og transportarbeid i modellen

7.3.1 Hva beregnes i modellen

Som tidligere nevnt inneholder filen *summary.rep* informasjon om transportomfang for hver varegruppe og transportmiddel for hhv innenriks transport, import og eksport. Som nevnt tidligere rapporteres følgende i filen:

- Antall relasjoner varegruppen transporteres på
- Antall forsendelser pr år for varegruppen
- Total logistikkostnad
- Transportkostnad
- Tidskostnad for varene
- Antall kjøretøyer som benyttes for hver transportform (hhv liten og stor bil, skip, tog, ferge utenlands og fly)
- Antall tonn transportert pr transportform
- Antall tonnkilometer pr transportform, på norsk område
- Antall tonnkilometer pr transportform, inkl det som skjer i andre land

I følgende tabell er et eksempel på kolonnene for kostnad, tonn og tonnkilometer vist, for innenriks transport.

Tabell 7.4. Oversikt over noen av kolonnene i filen *summary.rep*.

Innenriks															
Vare-	Tusen kr			Tusen tonn						Tusen tonnkilometer på norsk jord					
nr	Tot.kost.	Transp.kost	Tidskost	LightLorry	HeavyLorry	Sea	Rail	Ferry	Air	LightLorry	HeavyLorry	Sea	Rail	Ferry	Air
1	1715081	1075960	10606	0	15695	2501	0	0	0	0	824294	1521076	0	0	0
2	2018433	1549189	232174	726	2062	51	231	0	0	91076	299269	16262	138111	0	0
3	1532623	1307257	1632	34	2222	6	3	0	0	13917	501165	10093	2721	0	0
4	1612789	668359	126654	0	804	2	11	0	0	0	207909	1313	7982	0	0
5	1799160	1284846	3022	0	1828	147	21	0	0	0	620696	147245	19888	0	0
6	1292647	1053195	5366	2918	27	852	49	0	0	130131	7004	432228	28631	0	0
7	3170439	2451452	142720	0	3183	21	53	0	0	0	739379	19487	37702	0	0
8	4481950	3806432	169323	0	5834	7	31	0	0	0	1098366	9438	23175	0	0
9	2828906	1744952	436323	1018	1307	6	182	0	0	155793	114793	3017	115510	0	0
10	1089251	688060	5292	114	980	14	42	0	0	30419	127081	23869	26882	0	0
11	989492	555267	216670	261	234	1	33	0	0	47695	27175	1433	20365	0	0
12	29740179	1083406	5286	1707	0	0	0	0	0	155054	0	0	0	0	0
13	3978014	3595742	2762	377	8629	473	215	0	0	34762	643876	447074	149932	0	0
14	2120770	1709892	12131	524	3403	1053	89	0	0	43318	156966	600954	50014	0	0
15	5810236	4819440	148221	882	11459	3472	1616	0	0	62076	557313	2115227	917492	0	0
16	382533	348826	23	0	3152	1	1	0	0	0	168057	270	135	0	0
17	569693	536783	108	0	4271	46	280	0	0	0	304444	31637	113514	0	0
18	677075	667477	41	0	1468	43	0	0	0	0	237073	4968	0	0	0
19	1026762	922610	1026	116	3220	95	287	0	0	10024	176062	82918	124894	0	0
20	4342398	3674271	1973	998	8614	282	469	0	0	97727	917775	191083	263357	0	0
21	1599205	1181740	347561	324	1329	0	22	0	0	60544	230020	17	21229	0	0
22	3410704	3279283	97	0	96556	218	0	0	0	0	1710809	69929	0	0	0
23	1298757	1201914	5644	0	24009	9530	0	0	0	0	1091657	4750928	0	0	0
24	62718	53130	140	0	1955	290	0	0	0	0	46256	186961	0	0	0
25	958358	916182	0	0	24113	56	0	0	0	0	424667	0	0	0	0
26	1171689	823031	2151	0	16953	837	0	0	0	0	1356579	633623	0	0	0
27	2284641	2196653	447	46	4876	618	113	0	0	4824	423491	655239	86607	0	0
28	1703982	1442931	3651	312	4966	467	258	0	0	24018	331456	422027	160345	0	0
29	725072	607109	2354	125	1983	166	82	0	0	12632	239106	86682	54983	0	0
30	2953527	2682521	18378	0	0	74637	0	0	0	0	0	28436695	0	0	0
31	4833120	4717779	7843	0	48883	50948	0	0	0	0	7122007	14217103	0	0	0
32	5218680	1367322	9579	0	16463	15904	369	0	0	0	1000084	8400544	20008	0	0

Bruk i samfunnsøkonomiske analyser

Som grunnlag for å beregne eksterne kostnader knyttet til utslipp, ulykker, støy mv kan man benytte endring i antall *tonnkilometer* transportert med det enkelte transportmiddel fra basisalternativet til alternativscenariet. Dette beregnes i modellen for hhv innenlands transport, samlet på norsk jord og totalt for all transport til, fra og innen Norge, delvis vist i utdraget fra filen *summary.rep* over. Spørsmålet er igjen hva som er relevant å ta med i en samfunnsøkonomisk analyse av et tiltak. Vanligvis gjør man det så enkelt at man nøyer seg med å ta med de eksterne kostnader som er knyttet til transport på norsk jord. For utslipp gjøres dette ofte ved å multiplisere transportarbeidet med mest mulig oppdaterte utslippsfaktorer pr tonnkilometer, før dette multipliseres med enhetskostnader pr utslippsenhet. For de andre elementene (støy, ulykker mv) har man vanligvis enhetskostnader knyttet direkte opp til transportarbeidet.

For enkelte elementer kan det i tillegg være relevant å skille på det som skjer i hhv tettbygd og spredbygd strøk (f eks partikler, støy og andre lokale forurensingsproblem). Dersom man har nok kunnskap om infrastrukturen til å klassifisere hver lenke i nettverket etter om den går i tettbygd strøk, kan dette bli tatt hensyn til i beregningene. En slik klassifisering ligger ikke inne i dagens godsnettverk, og så vidt vi kjenner til heller ikke i nettverket for persontransportmodellene i Norge (RTM).

Som nevnt tidligere i rapporten er bruk av transportarbeid pr aggregerte transportform (bil, skip, tog, fly) til beregning av f eks utslipp en unøyaktig beregningsmåte, da en er nødt til å ta utgangspunkt i gjennomsnittlige utslippsfaktorer pr tonnkilometer for hver transportform. Med oppdaterte utslippsfaktorer basert på dagens utnyttelsesgrad og fordeling på ulike kjøretøystørrelser vil man kunne beregne et tilnærmet riktig utslipp i dagens situasjon, men en vil ikke få tatt hensyn til eventuelle vridninger i utnyttelsesgrad og fordeling på biltyper i ulike tiltaksalternativer eller fremtidige beregningsår. Det vil derfor være riktigere å beregne utslipp, ulykker etc basert på transportarbeid pr *kjøretøytype*. Modellen opererer med følgende kjøretøytyper:

Tabell 7.5. Oversikt over kjøretøytypene i modellen.

Mode	Mode number	Vehicle number	Vehicle name
Light Road	1	1	LGV
	1	2	Light distribution
	1	3	Heavy distribution closed unit
	1	4	Heavy distribution, containers
Heavy road	2	1	Articulated semi closed
	2	2	Articulated semi, containers
	2	3	Tank truck distance
	2	4	Dry bulk truck
	2	5	Timber truck with hanger
	2	6	Thermo truck
Cons heavy road	3	1	Articulated semi closed
	3	2	Articulated semi, containers
	3	3	Tank truck distance
	3	4	Dry bulk truck
	3	5	Timber truck with hanger
	3	6	Thermo truck
Sea	4	1	Container lo/lo 5300 dwt
	4	2	Container lo/lo 16000 dwt
	4	3	Container lo/lo 27200 dwt
	5	1	Break bulk Lo/lo, 1000dwt
	5	2	Break bulk Lo/lo, 2500dwt
	5	3	Break bulk Lo/lo, 5000 dwt
	5	4	Break bulk Lo/lo, 10000 dwt
	5	5	Break bulk Lo/lo 20000 dwt
	5	6	Break bulk Lo/lo 40000 dwt
	5	7	Dry bulk 1000 dwt
	5	8	Dry bulk 2500 dwt
	5	9	Dry bulk 5000 dwt
	5	10	Dry bulk 10000 dwt
	5	11	Dry bulk 20000 dwt
	5	12	Dry bulk 40000 dwt
	5	13	Dry bulk 60000 dwt
	5	14	Dry bulk 80000 dwt
	5	15	Ro/ro (cargo) 10070 dwt
	5	16	Ro/ro (cargo) 15990 dwt
	5	17	Reefer 5000 dwt
	5	18	Tanker vessel 3500 dwt
	5	19	Tanker vessel 9500 dwt
	5	20	Tanker vessel 17000 dwt
	5	21	Tanker vessel 40000 dwt
	5	22	Tanker vessel 100000 dwt
	5	23	Tanker vessel 300000 dw
	5	24	Gas tanker, small
	5	25	Gas tanker, large
	5	26	GC (Coastal sideport) 1250 dwt
	5	27	GC (Coastal sideport) 2530 dwt
5	28	GC (Coastal sideport) 4450 dwt	
5	29	Sideport vessel, live animals	
5	30	Supply vessel offshore	
Train	6	1	Electric wagon load trains
	6	2	Car trains
	7	1	Electric combi trains
	7	2	Electric timber trains
	7	3	Electric system trains (dry bulk)
	7	4	Thermo combi trains
7	5	Diesel timber trains	
7	6	Electric system trains (liquid bulk)	
Ferry	8	1	International ferries
Air	9	1	Medium sized freight plane
	9	2	Large freight plane

Modellen beregner transportarbeid for hver av disse kjøretøytypene, i en fil kalt *vehicles.rep*. Denne filen gir, for hver varegruppe, informasjon om antall kjøretøyer benyttet, samt antall tonn og tonnkilometer fraktet pr kjøretøytype. Det rapporteres også om transportarbeid på norsk nord. De første linjene i filen er vist i tabell 7.6.

Tabell 7.6. Utdrag(første linjer) fra filen *vehicles.rep*.

Commodity	Mode	VehicleType	Vehicles	Tonnes	TonneKms	DomesticTonneKms
1	2	4	488331	17157842	1004512701	822393489
1	5	7	5857	2537592	6464893425	1229719263
1	5	8	1220	1295181	2625794905	669611221
1	5	9	588	837943	1516945146	460653813
1	5	10	2	4926	97486524	943970
1	5	11	24	476187	4622105233	92242106
2	1	1	0	0	14	14
2	1	2	18	80	10874	10874
2	1	4	8519	102348	2765149	1886138
2	2	1	337	11798	1083411	248995
2	2	2	103583	2788426	682774893	485276662
2	3	2	225	7766	5619654	1141763
2	4	1	9	23052	222304224	6504340

For at transportarbeid fordelt på ulike kjøretøytyper skal være fornuftig å bruke som input til beregning av eksterne kostnader, er det en forutsetning at modellen i rimelig grad klarer å gjenskape faktisk fordeling på kjøretøytyper og –størrelser. Hvis det viser seg å være for store avvik fra virkeligheten bør en i første omgang etablere et system for samfunnsøkonomiske beregninger som baserer seg på transport- eller trafikkarbeid pr aggregerte transportform, mens det parallelt jobbes med å forbedre modellen slik at den gir rimelig fordeling på kjøretøytyper. Vi har gjort noen første sjekker av dette, og en foreløpig konklusjon er at det synes som om modellen i hvert fall for lastebil velger større biler enn det som er tilfelle i praksis. Dette vil føre til at en beregner lavere utslipp (små biler har høyere utslipp pr tonnkilometer enn større biler) og lavere eksterne kostnader enn det som er riktig. Vi anbefaler likevel at nytteberegningsverktøyet tar utgangspunkt i tonnkilometer pr kjøretøytype allerede nå. I påvente av at modellen treffer bedre på kjøretøyfordelingen kan en eventuelt oppjustere utslippsfaktorer og enhetskostnader pr tonnkilometer for noen av biltyperne. Dette er noe vi foreløpig ikke har vurdert nærmere.

I kostnadsmodellen til logistikkmodellen inngår drivstofforbruk pr kjørte kilometer for hver av kjøretøytypene (Grønland, 2005). Basert på dette kan man enkelt regne ut CO₂-utslipp pr utkjørt kilometer for hver av kjøretøytypene. Dersom modellen hadde gitt gode tall på trafikkarbeidet (kjøretøykilometer) pr kjøretøytype, kunne dette vært brukt til en svært nøyaktig beregning av utslipp fra godstransporten. Dette er noe vi eventuelt må se nærmere på senere når arbeidet med uttesting og vurdering av modellens evne til å beregne trafikkarbeid pr kjøretøytype er kommet

lenger. Foreløpig er det f eks bare for vegtransport at det tas hensyn til tomkjøring, men heller ikke der er det bra samsvar med det som finnes av statistikk for trafikkarbeid for godsbiler. I forbindelse med videre uttesting av logistikkmodellen vil dette være et prioritert område å jobbe med fremover.

7.4 Køer og kapasitetsproblemer

Det er viktig å være klar over at vi i godsmodellens nettverk *ikke tar hensyn til køproblemer*. Tiltaks betydning for f eks reduserte bilkøer blir dermed ikke verdsatt! Dette vil først bli mulig dersom det skjer en samordning av nettverkene i RTM og Logistikkmodellen, slik at person- og godstrafikk tas hensyn til samtidig i nettutleggingen. Eventuelt kan det løses ved at RTMs matriser for personbiltrafikk aggregeres til soner som eksisterer i godsmodellens nettverk, samt at man etablerer køfunksjoner i dette nettverket. En kan da enten operere med faste etterspørselsmatriser for persontrafikken eller generere matriser i RTM som tar hensyn til det aktuelle tiltaket. Dette er imidlertid endringer i det norske modellsystemet som ikke ligger inne i foreliggende prosjekt.

For jernbanetransport er det etablert en tilleggsmodul som tillater at en kan studere effekten av økt kapasitet i jernbanenettet. Denne er bl a benyttet i forbindelse med utredninger av ny jernbaneterminal i Drammensområdet.

8 Implementering i nytteberegningsmodell

Det er etablert en enkel regnearkmodell for nytteberegningene. I det følgende har vi angitt hva som inngår i denne modellen, dvs hvilke parametre som er benyttet og hvilken input brukeren må gi. I og med at Logistikkmodellen er i endring, ved at den om kort tid vil være implementert i CUBE med andre muligheter for å spesifisere f eks output, har vi foreløpig ikke lagt mye arbeid i full automatisering av innlegging av data i modellen. Foreløpig må bruker av modellen derfor gjøre en liten jobb med innliming av resultatfiler i regnearket før beregningene kan gjøres. Dette kan imidlertid også være en fordel i en tidlig fase av nytteberegningsmodellen, da bruker vil få en bedre forståelse av hvilke data som faktisk benyttes og hvordan de inngår. Første versjon av regnearket er svært enkel, og følger malen fra Klimakur-arbeidet, hvor en ser på årlig nytte ved at kostnadene ved tiltaket omregnes til annuitet før de legges inn i beregningen.

Det ville vært interessant å vise verdien også av en del elementer som forutsettes ikke å påvirke nytteberegningen, f eks inntekter til ulike aktører som havner osv (som det tidligere er argumentert med at vil være lik havnenes kostnader). Dette er imidlertid ikke noe modellen gir i dag, og det vil eventuelt kreves en omprogrammering for å få dette som output.

8.1 Kostnaden ved tiltaket

Eventuell kostnad ved et tiltak, f eks investeringskostnader fratrukket restverdi, vil være en vesentlig del av nytteberegningen, og må legges inn i beregningsverktøyet.

8.2 Kostnader for vareeier

Som argumentert for tidligere i rapporten forutsetter vi at enhver forbedring eller forverring tilfaller vareeieren, mens transportørens inntekter og kostnader alltid oppveier hverandre. I nytteberegningsmodellen henter vi inn de samlede logistikkostnader for vareeier fra summary.rep-filen for de to alternativene som skal sammenlignes. Differansen mellom disse inngår som et av nytte-elementene knyttet til tiltaket som studeres.

8.3 Inntekter for det offentlige

Staten mottar avgiftsinntekter fra drivstoff. Disse inngår i transportkostnadene som er implementert i Logistikkmodellen (gjennom drivstoffkostnaden i kostnadsmodellen). Avgiftsinntekten beregnes imidlertid ikke separat, så det må gjøres i forbindelse med nyttemodellen. Avgiftsinntekten kan beregnes ut fra

Samlet drivstofforbruk, som er en funksjon av antall kilometer kjørt pr kjøretøytype (så lenge en forutsetter kjent og konstant drivstofforbruk pr kjøretøykilometer). Dessverre gir ikke dagens modell gode tall på antall kilometer kjørt pr kjøretøytype, og vi må i første omgang basere oss på gjennomsnittlig drivstofforbruk pr tonnkilometer. Dette blir dessverre ikke helt konsistent med drivstofforbruket som modellen implisitt regner i forbindelse med vareeierens transportkostnader, men er likevel det beste vi kan få til med dagens modell. Inntektene til det offentlige påplusses en skattekostnad på 20 %.

8.4 Eksterne kostnader

Som tidligere nevnt er det under vurdering om eksterne kostnader skal beregnes ved bruk av etatenes allerede etablerte nytteberegningsverktøy (EFFEKT mv). Dette er foreløpig ikke avklart og er derfor ikke tatt hensyn til i den følgende teksten.

I nytteberegningen inngår også tiltakets effekt på eksterne kostnader. Disse omfatter kostnader knyttet til endret ulykkesrisiko, endringer i støy pga tiltaket, endret tidsbruk knyttet framføring av godset og kostnader knyttet til utslipp til luft. Ingenting av dette inngår i de kostnader som logistikkmodellen beregner, og må således beregnes separat, basert på input fra logistikkmodellen.

Det er dessverre gjort lite arbeid de siste årene knyttet til verdsetting av eksterne effekter, så vi har foreløpig i vår beregningsmodell i stor grad basert oss på tall fra ECON (2003). Det foreligger imidlertid nye tall for enkelte elementer, fra Verdsettingsstudien og GUNVOR-prosjektet, men disse tallene er ikke omregnet på en slik måte at de er egnet til bruk her. Dette er noe som bør gjøres.

For enkelte av kostnadselementene er det relevant å skille mellom transport som skjer i hhv tettbygd og spredtbygd strøk (f eks partikler, støy og andre lokale forurensinger, samt kjøproblematikk), men i og med at logistikkmodellen ikke gir resultater på dette nivået så benytter vi gjennomsnittsfaktorer. Dersom man har nok kunnskap om infrastrukturen til å klassifisere hver enkelt lenke i nettverket etter om den går i tettbygd strøk eller ikke, kan imidlertid dette tas hensyn til i beregningene. Dette ligger imidlertid ikke i logistikkmodellens nettverk i dag.

8.4.1 Enhetskostnader

ECON (2003) presenterer tabeller over eksterne kostnader ved transport, både pr kjøretøykilometer og pr person-/tonnkilometer. I og med at vi basert på modellens resultater kan få fram tall for trafikkarbeid pr kjøretøytype, tenkte vi først å basere oss på kostnader pr kjøretøykilometer. Vi ville da slippe å måtte gjøre forutsetninger om gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse av kjøretøyene, og i stedet utnytte det faktum at modellen faktisk beregner utnyttelsesgraden. Etter å ha klargjort modellen for dette, ved bl a å etablere CO₂-utslipp pr km og kjøretøytype, basert på modellens input i form av drivstofforbruk, konkluderte vi med at det dessverre er for tidlig å benytte modellens beregnede utnyttelsesgrad for hver kjøretøytype i forbindelse med nytteberegningene. Det viser seg at vi ved denne fremgangsmåten ender opp med et altfor lavt beregnet utslipp. En av årsakene er at tomkjøring bare delvis er inkludert. Det kunne vi løst ved å gjøre egne forutsetninger om omfanget av slik kjøring. Den andre årsaken er at modellen, selv når tomkjøring tas hensyn til, beregner en utnyttelsesgrad som ligger langt over det som er tilfelle i praksis (ved at antall kjøretøyer som oppgis brukt blir for lavt i forhold til tonnkilometer transportert). Vi har dessverre ikke hatt tid og mulighet til å gå i dybden på dette i foreliggende prosjekt, og velger derfor å benytte transportarbeid (tonnkilometer) som utgangspunkt for beregning av utslipp og eksterne kostnader. Dette er imidlertid noe det må jobbes videre med i forbindelse med kommende uttesting av Logistikkmodellen.

I følgende tabell er vist eksterne marginale kostnader pr tonnkilometer. Tallene er hentet fra ECON (2003), og er deretter oppjustert til 2010-kroner. Vi har ikke tatt med kostnader for klimagasser, da vi i neste avsnitt presenterer en alternativ måte for beregning av det. For en nærmere beskrivelse av hvordan enhetskostnadene er fremkommet vises til ECON (2003).

Tabell 8.1 Eksterne kostnader ved godstransport. 2010-kroner pr tonnkilometer. Kilde ECON (2003).

	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje
Godsbiler, tot.vekt					
Bensin >3,5	0.328	0.516	0.094	0.316	0.012
D 3,5-7,5	0.352	0.645	0.246	0.410	0.035
D 7,5-16	0.117	0.281	0.059	0.105	0.070
D 16-23	0.105	0.141	0.047	0.082	0.187
D >23	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129
Godstog,					
Snitt el/diesel	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094
Godsbåt					
Fly	0.293	1.758	0.000	0.000	1.758

Det er ikke gitt eksterne kostnader for flyfrakt i ECONs rapport. Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i deres tall for utslipp pr personkilometer, samt et anslag fra SSB om at 0.1 tonn gods tilsvarer 1 passasjer. Dette gjelder når gods fraktes med passasjerfly. Siden vi forutsetter atskillig høyere utnyttelse av fly ved bruk av egne godsfly så har vi skjønnsmessig benyttet 25% av den kostnaden vi kom fram til ved bruk av passasjerfly.

Modellen opererer med atskillig flere kjøretøytyper enn den inndelingen ECON har brukt i ovenstående tabell (bl a 10 ulike biltyper og mer enn 30 skipstyper). Vi har latt hver biltype i modellen få tilordnet enhetskostnader svarende til riktig størrelsesklasse fra ECONs tabell. For de andre transportformene gir ECONs rapport dessverre ikke tilsvarende grunnlag for å skille på kostnadene etter kjøretøytype og -størrelse.

I denne første versjonen av nytteberegningsmodellen har vi implementert kostnadene i tabellen for hhv lokale utslipp, støy, kø, ulykker og slitasje. Hvordan utslippskostnadene knyttet til klimagasser beregnes presenteres i neste avsnitt.

8.4.2 Utslipp og kostnader knyttet til klimagasser

En helt ny rapport fra Vestlandsforskning (2010) gir tall for utslipp av CO₂-ekvivalenter (klimagasser) pr tonnkilometer for ulike typer godsbiler, skip og tog. Tall herfra er sammenstilt og vist i følgende tabell.

Tabell 8.2 Utslipp av CO₂-ekvivalenter for ulike kjøretøytyper. Direkte energibruk. Kilde: Vestlandsforskning (2010)

		CO ₂ -ekv, gram pr tonnkm
Bil		
	<i>Nyttelast</i>	
Lastebil	1-5 tonn	499
Lastebil	5-11 tonn	143
Lastebil	Over 11 tonn	76
Jernbane		
El		0
Diesel		47
Vektet gjennomsnitt	(20 % diesel)	9.4
Skip		
	<i>Middle value deadweight</i>	
Crude oil tanker	300 000	2.9
Crude oil tanker	160 000	4.4
Crude oil tanker	100 000	5.9
Crude oil tanker	70 000	7.5
Crude oil tanker	35 000	9.1
Crude oil tanker	5 000	33.3
Products tanker	60 000	5.7
Products tanker	40 000	10.3
Products tanker	15 000	18.7
Products tanker	7 500	29.2
Products tanker	3 000	45
Chemical tanker	20 000	8.4
Chemical tanker	15 000	10.8
Chemical tanker	7 500	15.1
Chemical tanker	3 000	22.2
LPG tanker	3 000	9
LPG tanker	50 000	43.5
LNG tanker	200 000	9.3
LNG tanker	100 000	14.5
Bulk carrier	200 000	2.5
Bulk carrier	150 000	3
Bulk carrier	80 000	4.1
Bulk carrier	47 500	5.7
Bulk carrier	22 500	7.9
Bulk carrier	5 500	29.2
General cargo	10 000	11.9
General cargo	7 500	15.8
General cargo	3 000	13.9
Cargo/container	10 000	11
Cargo/container	7 500	17.5
Cargo/container	3 000	19.8

Vi har knyttet hver av kjøretøytypene i modellen opp til den av kjøretøytypene i tabell 8.2 som vi mener er mest sammenlignbar.

Hvilken kostnad som benyttes for CO₂-utslipp varierer sterkt fra studie til studie. I ECONs rapport fra 2003 har de lagt til grunn en kvotepris på 5 dollar pr tonn (45 kr) som et estimat for kvoteprisen i perioden 2008-2012. I en tilsvarende TØI-rapport fra 1999 ble det brukt 370 kr pr tonn som et hovedanslag, med 110 kr pr tonn som et alternativ. I dag er det vanlig å operere med rundt 30 Euro (246 kr) pr tonn CO₂. Vi har valgt å legge dette inn som kostnad når vi beregner ekstern kostnad knyttet til klimagassutslipp pr tonnkilometer for hvert kjøretøy.

Følgende tabell viser hvilke eksterne kostnader som er lagt inn i beregningsmodellen for godsnytte.

Tabell 8.3 Eksterne kostnader pr tonnkilometer for kjøretøytypene i godsmodellen. Kilde: ECON (2003) og Vestlandsforskning (2010)

	Mode	Veh	Beskrivelse	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	CO2	SUM
Light	1	1	LGV	0.352	0.645	0.246	0.410	0.035	0.061	1.749
Road	1	2	Light distribution	0.117	0.281	0.059	0.105	0.070	0.018	0.650
	1	3	Heavy distribution closed unit	0.105	0.141	0.047	0.082	0.187	0.009	0.572
	1	4	Heavy distribution, containers	0.105	0.141	0.047	0.082	0.187	0.009	0.572
Heavy	2	1	Articulated semi closed	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
Road	2	2	Articulated semi, containers	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	2	3	Tank truck distance	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	2	4	Dry bulk truck	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	2	5	Timber truck with hanger	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	2	6	Thermo truck	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
Cons	3	1	Articulated semi closed	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
Heavy	3	2	Articulated semi, containers	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
Road	3	3	Tank truck distance	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	3	4	Dry bulk truck	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	3	5	Timber truck with hanger	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
	3	6	Thermo truck	0.047	0.070	0.023	0.035	0.129	0.009	0.314
Sea	4	1	Container lo/lo 5300 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.020
	4	2	Container lo/lo 16000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	4	3	Container lo/lo 27200 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	5	1	Break bulk Lo/lo, 1000dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	2	Break bulk Lo/lo, 2500dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	3	Break bulk Lo/lo, 5000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	4	Break bulk Lo/lo, 10000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	5	Break bulk Lo/lo 20000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	5	6	Break bulk Lo/lo 40000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.018
	5	7	Dry bulk 1000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	8	Dry bulk 2500 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	9	Dry bulk 5000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	10	Dry bulk 10000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021
	5	11	Dry bulk 20000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	5	12	Dry bulk 40000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.018
	5	13	Dry bulk 60000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.018
	5	14	Dry bulk 80000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.018
	5	15	Ro/ro (cargo) 10070 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	5	16	Ro/ro (cargo) 15990 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
	5	17	Reefer 5000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.020

Tab 8.3 fortsatt:

Mode	Veh	Beskrivelse	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	CO2	SUM	
5	18	Tanker vessel 3500 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.006	0.023	
5	19	Tanker vessel 9500 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.021	
5	20	Tanker vessel 17000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.020	
5	21	Tanker vessel 40000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019	
5	22	Tanker vessel 100000 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.018	
5	23	Tanker vessel 300000 dw	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.018	
5	24	Gas tanker, small	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.005	0.023	
5	25	Gas tanker, large	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.005	0.023	
5	26	GC (Coastal sideport) 1250 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.019	
5	27	GC (Coastal sideport) 2530 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.019	
5	28	GC (Coastal sideport) 4450 dwt	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.020	
5	29	Sideport vessel, live animals	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.019	
5	30	Supply vessel offshore	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.020	
Train	6	1	Electric wagon load trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	6	2	Car trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	1	Electric combi trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	2	Electric timber trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	3	Electric system trains (dry bulk)	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	4	Thermo combi trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	5	Diesel timber trains	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
	7	6	Electric system trains (liquid bulk)	0.012	0.023	0.000	0.023	0.094	0.001	0.153
Ferry	8	1	International ferries	0.012	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.019
Air	9	1	Medium sized freight plane	0.293	1.758	0.000	0.000	1.758	0.066	3.874
	9	2	Large freight plane	0.293	1.758	0.000	0.000	1.758	0.033	3.842

8.5 Regnearket

Det er etablert en enkel regnearkmodell som beregner nytten av tiltak. Som nevnt tidligere er det ikke spesielt mye automatikk i regnearket enda, da vi anser det hensiktsmessig å vente med det til Logistikkmodellen er endelig implementert i CUBE. Det er også andre ting som bør forbedres i takt med at Logistikkmodellen videreutvikles og forbedres. Dette er omtalt tidligere i rapporten.

En annen grunn til å vente med det videre arbeidet med regnearkmodellen er at det i øyeblikket er uklart hvorvidt eksterne kostnader skal beregnes direkte basert på resultatene fra godsmodellen eller om man skal integrere beregninger av brukernytte fra Logistikkmodellen med beregninger av eksterne kostnader fra andre nytteberegningssystemer. Disse vil i så fall kreve en del informasjon om transportomfang, transportmiddelfordeling og belastning på infrastrukturen som input fra Logistikkmodellen.

9 Et bruksområde for en helt teoretisk modell?

Vedleggene i Minken og Samstad (2006) gjør greie for en teoretisk modell som har mange fellestrekk med logistikkmodellen i det nasjonale godsmodellsystemet. Men Minken og Samstads modell gir eksplisitte løsninger på logistikkminimeringsprogrammet, og kan også brukes til å beregne usikkerhetskostnadene. Dersom det ikke foregår for mye konsolidering av gods i logistikkmodellen kan vi betrakte hver celle i PC-matrisen som en isolert varestrøm som gir opphav til et eget kostnadsminimeringsproblem, eller snarere en egen gruppe kostnadsminimeringsproblemer, for vi må jo dele opp varestrømmen i varestrømmer for enkeltbedrifter. På hver av disse enkelte varestrømmene kunne vi anvende den teoretiske modellens løsninger – i alle fall når det gjelder usikkerhetskostnadene.

Den teoretiske modellen kan også gi grunnlag for å konstruere små partielle godstransportmodeller for spesielle analyser.

10 Praksis i Sverige, Danmark og Storbritannia

Vårt forslag til beregning av godsnytte er ikke særlig avansert, men samsvarer likevel godt med praksis i de land som det er mest grunn til å sammenlikne seg med.

Svensk praksis er dokumentert i ASEK (2008) og Samkalk (2008). Det er ikke mye som står om gods spesielt der, men det er helt klart at det forutsettes faste PC-matriser og at operatørnyttens antas å være null, dvs. at det hersker perfekt konkurranse i transportmarkedene, slik at enhver kostnadsbesparelse tilfaller vareeier. Kapittel 8 i ASEK 4 gir tidsverdier og verdien av risikoreduksjon i godstransport, mens kapittel 16 gir kjørekostnader (kilometerkostnader og tidsavhengige kostnader). Avsnitt 4.5 diskuterer grenseoverskridende transporter og kommer til en annen konklusjon om hva som bør tas med enn den vi har trukket i denne rapporten.

Dansk praksis er dokumentert i Transportministeriet (2003) og DTU transport (2009). Også her forutsettes faste PC-matriser og at operatørnyttens er null. Transportministeriet (2003) sier lite om gods. DTU transport (2009) er en oversiktlig EXCEL-fil med alle enhetspriser og forutsetninger, inkludert priser og forutsetninger for gods. Enhetsprisene er i stor grad basert på HEATCO, det innflytelsesrike EU-prosjektet som også setter et visst preg på ASEK 4 i Sverige. Nyttéberegningssmodellen Teresa, versjon 2, kan lastes ned fra samme adresse som EXCEL-fila.

Praksis i Storbritannia er dokumentert på nettstedet [webtag](http://webtag.dft.gov.uk), www.dft.gov.uk/webtag. De forskjellige avsnittene der kalles "TAGs" (transport appraisal guidance). Noen av de relevante TAGsene er TAG Unit 3.1.4, 3.5.1-4 og 3.5.7. Den sistnevnte handler om verdien av pålitelighet, som måles med standardavviket til transporttida, som hos oss, eller med standardavviket til forsinkelsene. Avsnitt 1.3 i TAG Unit 3.7.1 behandler risiko for forsinkelse m.v. på terminaler. Nyttéberegningssprogrammet som tilsvarer Samkalk i Sverige og Teresa i Danmark heter TUBA.

Det vil åpenbart være av verdi å se nærmere på strukturen i Samkalk, Teresa og TUBA når godsnyttéberegningene skal programmeres.

Litteraturliste

- ASEK (2008): *Samhällsekonomska principer och kalkylvärden för transportsektorn*. ASEK 4. SIKa PM 2008:3.
- Daganzo, C. (2005): *Logistics Systems Analysis*. 4th Edition. Springer, Berlin.
- De Jong, G, Ben-Akiva, M og Baak, J (2004). *Method Report – Logistics Model in the Norwegian National Freight Model System*. Den Haag: Significance
- Det Norske Veritas AS (2009). *Environmental Accounting System for Ships Based on AIS Ship Movement Tracking*. Report no. 2008-1853. Bærum: Det Norske Veritas AS.
- DfT (2009) Tag Unit 3.1.4. www.dft.gov.uk/webtag.
- DTU transport (2009) *Transportøkonomiske enhedspriser til brug for samfunnsøkonomiske analyser*.
<http://www.dtu.dk/centre/modelCenter/Samfunds%20b8konomi/Transport%20b8konomiske%20Enhedspriser.aspx>
- Econ analyse (2003). *Eksterne marginale kostnader ved transport*. Rapport 2003-054. Oslo: Econ analyse.
- Finansdepartementet (2005a) *Behandling av kalkulasjonsrente, risiko, kalkulasjonspriser og skattekostnad i samfunnsøkonomiske analyser*. Rundskriv R-109/2005
- Finansdepartementet (2005b) *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*.
- Grønland, S.E. (2011): *Kostnadsmodeller for transport og logistikk*. TØI-rapport 1127/2011. (Samarbeidsrapport TØI og SITMA).
- Grønland, S.E. (2005): *Additional modelling of transport cost in the logistics model*. SITMA, 2005.
- Halse Harkjerr, A., H. Samstad, M. Killi, S. Flügel og F. Ramjerdi (2010) *Verdsetting av framføringstid og pålitelighet i godstransport*. TØI-rapport 1083/2010.
- Hovi, I.B og Hansen, W (2010): *Logistikkostnader i norske vareleverende bedrifter. Nøkkeltall og internasjonale sammenligninger*. TØI-rapport 1052/2010.
- Jernbaneverket (2010): *Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*. Metodehåndbok JD 205. Versjon 3.0.
- Jean-Hansen, V. og Hovi, I.B. (2005): *Commodity classification in NEMO - needs for changes?* Arbeidsdokument TØ/1762/2005, Transportøkonomisk institutt.
- Kystverket (2007): *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. Versjon 1.

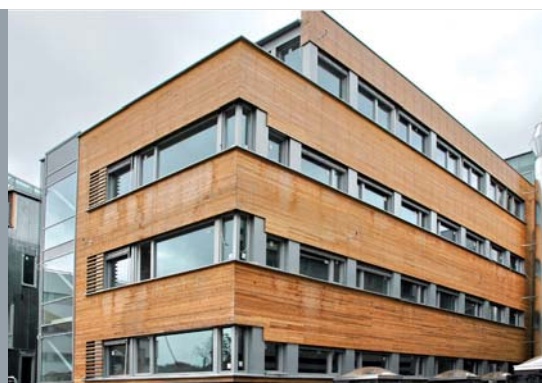
- Madslie, A og Grønland S E (2009). *Logistikkmodellen – en innføring i bruk*. TØI/SITMA arbeidsdokument ØL/2180/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Madslie, A, Minken, H og Vingan A (2010). *Klimakur 2020 – transportberegninger, samfunnsøkonomi og kostnad pr tonn CO2*. Rapport 1056/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Minken, H. (2009) *Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse*. Arbeidsdokument ØL/2156/2009. Vedlegg 4 i Minken m.fl. (2009).
- Minken, H. og H. Samstad (2006) *Virkningsberegning av tiltak for raskere og mer pålitelig godstransport – en ny metode*. TØI-rapport 825/2006.
- Minken, H., G. Dahl og C. Steinsland (2008) TØI-rapport 957/2008. *Samfunnsøkonomisk vurdering av vedlikeholdsstrategier, oppgradering og standardutforming i vegnettet*. TØI-rapport 957/2008.
- Minken, H., O.I. Larsen, J.H. Braute, S. Berntsen og T. Sunde (2009) *Konseptvalgsutredning er og samfunnsøkonomiske analyser*. TØI-rapport 1011/2009.
- Samkalk (Sampers 2.5) *Teknisk dokumentasjon*. Maj 2008.
- Samstad, H., M. Killi og R. Hagman (2005) *Nyttekostnadsanalyse i transportsektoren – parametre, enhetskostnader og indekser*. TØI-rapport 797/2005.
- Samstad, H., F. Ramjerdi, K. Veisten, S. Navrud, K. Magnussen, S. Flügel, M. Killi, R. Elvik og O. SanMartín (2010) *Verdien av tid, sikkerhet og miljø i transportsektoren – Sammendragsrapport*. TØI-rapport 1053/2010.
- Significance (2008) *Method Report – Logistics Model in the Norwegian National Freight Model System*. Deliverable 6A for the Working group for Transport analysis in the Norwegian national transport plan.
- SVV (2007) *Nytte-kostnadsanalyser ved bruk av transportmodeller*. Rapport nr 2007/14.
- SVV (2006) *Konsekvensanalyser. Veiledning*. Håndbok 140.
- Thune-Larsen, H, Hagman, R, Hovi I B og Eriksen K S(2009). *Energieffektivisering og CO2-utslipp for innenlands transport 1994-2050*. Rapport 1047/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Toutain, J E W, Taarneby, G og Selvig, S (2008). *Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlandsk transport*. Rapport 2008/49. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Transportministeriet (2003) *Manual for samfunnsøkonomisk analyse – anvendt metode og praksis på transportområdet*.
- Vestlandsforskning (2010): *Transport, energi og miljø. Sluttrapport*. Vestlandsforskning-rapport nr 2/2010.
- Vierth, I. and Grønland, S.E. (2006): *Cost functions and cost parameters*. PM02. Draft 2006-09-21. VTI (Stockholm) and SITMA (Oslo).

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00
Telefaks: 22 60 92 00
E-post: toi@toi.no

www.toi.no

**Transportøkonomisk institutt (TØI)**
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafikk sikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.