

Næringsstruktur og utvikling i godstransport

Inger Beate Hovi
Arild Vold
Jardar Andersen
Viggo Jean-Hansen

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.

Tittel: Næringsstruktur og utvikling i godstransport

Forfatter(e): Inger Beate Hovi; Arild Vold; Jardar Andersen; Viggo Jean-Hansen

TØI rapport 756/2004
Oslo, 2004-12
92 sider
82-480-0469-4

ISSN 0802-0175

Finansieringskilde:
Samferdselsdepartementet

Prosjekt: 2927 Næringsutvikling, godstransport og behov for infrastruktur

Prosjektleder:

Kvalitetsansvarlig: Steinar Johansen

Emneord:

Godstransport; Næringsutvikling;
Marginalkostnadsprising; Godstransportprognoser

Sammendrag:

Fra 1993 til 2003 har det vært en kontinuerlig økning i godsmengder transportert på veg, samtidig som transportavstanden er økt. Godstransport på veg i Norge er blitt mer effektiv, noe som skyldes redusert tomkjøring, økt kjøretøystørrelse og økt kapasitetsutnyttelse. Dette bidrar til billigere transporter, som igjen er en drivende kraft for utviklingen i godstransport på veg, fordi graden av sentralisering avveies opp mot transportkostnader i bedriftene. Innføring av marginalkostnadsprising i godstransport vil føre til kostnadsøkning for kjøpere av godstransporttjenester, fordi ingen av transportmidlene betaler initialt for marginalkostnadene som er knyttet til transportaktiviteten. Man får en konkurransevridding i form av økt sjøtransport, og økt transportarbeid i alt. En høyere avgift i tettbygde strøk fører til økt godstransportarbeid på veg, fordi transportørene vil velge omveger for å unngå høyere avgift.

Title: Industry structure and freight transport development

Author(s): Inger Beate Hovi; Arild Vold; Jardar Andersen; Viggo Jean-Hansen

TØI report 756/2004
Oslo: 2004-12
92 pages
82-480-0469-4

ISSN 0802-0175

Financed by:
Ministry of Transport and Communication

Project: 2927 Industry and freight transport development and need for infrastructure

Project manager:

Quality manager: Steinar Johansen

Key words:

Freight transport; Industry developments; Marginal cost pricing; Freight forecasts

Summary:

There has been a continuous increase in freight flows on road, contemporary to increased transport distance, from 1993 to 2003. Consequently there has been a continuous and strong increase in transport work for road from 1993 to 2003. Freight road transport has been more efficient. From 1997 to 2002 traffic work have been reduced for trucks with payloads over 3,5 tons, because of reduced empty driving, increased vehicle sizes and capacity utilization. The result has been reduced transport costs per tonne km that leading to increased road transport, because the extension of centralisation is affected by transport cost level. An introduction of MCP in freight transport marked would lead to a general cost increase for the buyer of transport. The result is increased seaborne transport and transport work in total. Higher fees in urban than rural areas, gives a motivation for trucking transport to take a longer way round to drop road links with higher fee.

Language of report: Norwegian

Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90
Pris kr 250

The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, the library,
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90
Price € 30

Copyright © Transportøkonomisk institutt, 2004

Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkløven av 1961
Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis

Forord

Foreliggende rapport er utarbeidet på oppdrag for Samferdselsdepartementet innenfor program for overordnet transportforskning (POT). Hovedproblemstillingen har vært å studere sammenhenger mellom næringsøkonomisk utvikling og utvikling i godstransportmarkedet. Det har også vært lagt vekt på å analysere hovedutviklingstrekk i lastebilmarkedet fra 1990 til i dag, samt å utvikle en metode for å inkludere trafikkarbeid i godstransportmodellen NEMO. Til sist er det foretatt analyser med godstransportmodellsystemet NEMO/PINGO av effektene på godstransportutviklingen av å innføre en avgift som tilsvarer marginalkostnadene som er knyttet til de respektive transportmidlers godstransportarbeid. Også implikasjoner av forventet utvikling i kjøretøyteknologi er analysert.

Kontaktperson i Samferdselsdepartementet har vært rådgiver Inger-Lise Olsen, mens prosjektleder ved Transportøkonomisk institutt har vært cand oecon Inger Beate Hovi. Deler av arbeidet har vært dokumentert i form av arbeidsdokument som er sendt oppdragsgiver fortløpende. Øvrige prosjektmedarbeidere ved TØI har vært dr scient Arild Vold som har vært hovedansvarlig for modellberegninger med PINGO og utarbeidelse av kapittel 6, samt vedlegg I og II. Siv ing Jardar Andersen har gjort modellberegningene med NEMO og skrevet kapittel 6.2.1. Cand oecon Viggo Jean-Hansen har skrevet kapittel 2.5. Hovedansvarlig for prosjektgjennomføring har vært Inger Beate Hovi som har skrevet de resterende kapitler i rapporten. Forskningsleder Steinar Johansen har kvalitetssikret rapporten. Avdelingssekretær Laila Aastorp Andersen har stått for den endelige redigering og layout.

Oslo, desember 2004
Transportøkonomisk institutt

Sønneve Ølnes
konst. instituttsjef

Steinar Johansen
forskningsleder

Innhold

Sammenheng	I
Summary	i
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Målsetting	1
1.3 Delmål	2
1.4 Datagrunnlag	3
1.5 Disposisjon for rapporten	4
2 Drivkrefter i godstransportmarkedet	5
2.1 Indikatorer for utviklingen i godstransportmarkedet	5
2.2 Økonomisk vekst	6
2.3 Sammenheng mellom næringsutvikling og transportarbeid i ulike delmarkeder ...	8
2.4 Næringsutvikling	9
2.4.1 Norge – et lite land med åpen økonomi	9
2.4.2 Næringer i vekst	13
2.4.3 Regioner i vekst	15
2.4.4 Omlegging av produksjonsprosess	17
2.4.5 Sentralisering av vareproduksjon og lager/grossistfunksjoner	17
2.5 Skille økonomisk vekst fra vekst i transportytelsene	18
2.5.1 Internasjonale studier	18
2.5.2 Lisboa-strategien	19
2.5.3 EU perspektivet	21
3 Utviklingstrekk i lastebilmarkedet	22
3.1 Registrerte godsbiler	22
3.2 Endringer i lastebilmarkedet	23
3.2.1 Teknologisk utvikling	23
3.2.2 Organisering av transportene	25
3.3 Utvikling i transportytelser for lastebiler	26
3.3.1 Små godsbiler	26
3.3.2 Godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn	28
3.3.3 Utvikling i transportytelser etter kjøretøystørrelse	31
3.3.4 Utvikling i transportytelser for store lastebiler (nyttelast 17,5 tonn og over)	33
3.3.5 Mer effektive transporter	36
3.4 Viktigste konklusjoner	38
4 Intermodale transporter	40
4.1 Manglende datagrunnlag	40
4.2 Utvikling i de ulike transportmidlers markedsandeler	41
4.2.1 Stykkgodsmarkedet	41
4.2.2 Bulkmarkedet	42
4.2.3 Hele godsmarkedet	42
4.3 Sjøfart	45
4.3.1 Eldre og aldrende innenriksflåte	45
4.3.2 Sjøtransportens hovedmarkeder	45
4.2 Jernbanetransport	46
4.2.1 Konkurransen blant godstransportoperatører i jernbanenettet	46
4.2.2 Produkter som tilbys av jernbanens godsoperatører	46
4.3.3 Utviklingen for godstransport på jernbanen	46
4.3.4 Kriterier for konkurransedyktighet	47

5	Hvordan inkludere kjøretøykilometer i transportmodeller	48
5.1	Bakgrunn	48
5.2	Metodikk for omregning fra godsstrømmer til transportmidler	48
5.3	Datagrunnlag	50
5.4	Sannsynlighet for returlast.....	51
5.5	Utvikling i forholdet mellom transport- og trafikkarbeid	52
5.5.1	Alle turer	52
5.5.2	Mer effektiv utnyttelse av transportkapasiteten.....	57
5.5.3	Eksponteniell funksjonsform	57
5.6	Konklusjon	59
6	Prognoser for godstransport under ulike forutsetninger om transportavgifter og teknologisk utvikling	60
6.1	Forutsetninger for prognoser med PINGO/NEMO	61
6.1.1	Marginalkostnadsprising	61
6.1.2	Forventet teknologisk utvikling	61
6.1.3	Økonomisk vekst	62
6.1.4	Social Accounting Matrix	64
6.2	Resultater	64
6.2.1	Effekter i transportnettverket	64
6.2.2	Kort om samfunnsøkonomiske virkninger	70
6.3	Oppsummering og diskusjon	72
7	Oppsummering og konklusjoner	74
	Referanser	76
	Vedlegg I	81
	Scenario for moderat teknologiforbedring	81
	Vedlegg II	91
	PINGO/NEMO	91

Sammendrag:

Næringsstruktur og utvikling i godstransport

Innledning

Norsk næringsliv preges av omveltninger som følge av at deler av tradisjonell industri legges ned og at vareproduksjon flyttes til land med lavere produksjonskostnader. Innenriks øker tjenesteytende næringer, mens vareproduksjon og handel i stadig større grad globaliseres. I tillegg står en overfor nye og større markeder som følge av at Øst-Europa integreres i EU, utbredelse av ny teknologi som IKT og økt satsing og tilrettelegging for bruk av intermodale transport. Dette er utviklingstrekk og hendelser som påvirker omfang og sammensetning av etterspørsel etter transporttjenester. Godsvolum, varetype og handelsmarkeder påvirker retningsbalanse og valg av transportform og transportkorridor.

Gjennom hele 1990-tallet har en kunnet observere en vesentlig økning i lastebiltransport på norsk område og gjennomsnittlig transportavstand har økt. Høyere vekst i tjenesteytende næringer enn i tradisjonell industri fører isolert sett til at kjøretøyene blir mindre, utnyttelsesgraden lavere, og derved at trafikkarbeidet øker mer enn transportarbeidet for de små godsbilene. På den annen side trekker utvikling i gjennomsnittlig transportavstand, varesammensetning og nye IKT-løsninger i retning av større kjøretøy, noe som betyr at trafikkarbeidet øker mindre enn transportarbeidet. Det kan derved synes for snevert å bare representere trafikkvekst ved transportarbeid slik det tradisjonelt er blitt i basisprognoser for godstransport. Trafikkarbeidet bør også inkluderes.

Drivkrefter i godstransportmarkedet

Sammenheng mellom næringsutvikling og transportarbeid

Det er nær sammenheng mellom næringsutvikling og utviklingen i transportytelsene. Størst sammenheng finner vi mellom utvikling i produksjonsverdi i sekundærnæringene og transportarbeidet for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Beregninger gjort på grunnlag av fylkesvis nasjonalregnskap (FNR) og data fra SSBs Lastebilundersøkelser viser at i perioden 1993 til 1999 har hver prosents økning i produksjonsverdi i sekun-

dærnæringene ført til en økning i transportarbeidet på 0,95 prosent. Utviklingen i produksjonsverdi i tertiærnæringene har i første rekke sammenheng med bruk av små godsbiler. En prosents økning i produksjonsverdien for tertiærnæringene gir et signifikant utslag i bruk av godsbiler med nyttelast under 3,5 tonn på 0,45 prosent. For primærnæringene finner vi ingen signifikant sammenheng mellom næringsutvikling og bruk av godsbiler. Dette virker rart, da det spesielt innenfor matforedling har vært en kraftig sentralisering og oppheving av importhindringer i den perioden som er analysert. Dette er trolig en effekt av at det ikke var mulig å opprette konsistent link mellom varegrupper i lastebiltellingen og næringskoder i FNR, og at vi derfor bare har inndelt datagrunnlaget i tre sektorer.

Økt import og eksport

Norge er et lite land med en åpen økonomi. Vekst i internasjonal handel er en viktig drivkraft for økonomisk utvikling. Den norske økonomien er basert på utstrakt handel med utlandet og import og eksport utgjør hhv 28 og 41 prosent av BNP. I volum er import av varer økt mer enn eksport av varer, som igjen er økt mer enn BNP i perioden fra 1990 til 2003.

Tilgang til billig energi har ført til at Norge tradisjonelt har hatt mye kraftkrevende industri med produksjon av råvarer og halvfabrikata. For å kunne produsere dette utgjør råvarer til produksjonen en vesentlig del av importvolumet. Sammenhengen mellom utviklingen i import og eksport er derfor betydelig. Dette er varer som utgjør en stor andel av volumene og derved også transportbehovet.

På relativt få år har industrien i Norge tapt tidligere konkurransefortrinn som tilgang til billig kraft og kunnskap. Strømprisene i Nord-Europa er utjevnet som følge av liberalisering av kraftmarkedet. EU og EØS-avtalen har ført til at kvoter og tollavgifter er redusert eller avskaffet, mens globalisering av økonomien i Øst-Europa og Kina har gitt tilgang på rimelig og kvalifisert arbeidskraft. Realkostnadene ved transport er redusert over hele verden. Dette skyldes dels høyere verdi på godset som sendes, redusert forhold mellom vekt og volum, men også framveksten av store contain-

nerskip på interkontinentale transport. Dette fører til konsentrasjon av vareproduksjon i spesialiserte bedrifter. Reduserte kostnader ved bruk av telekommunikasjonsutstyr og IKT har også vært medvirkende faktorer for veksten i globaliseringen. Økt internasjonalisering av industrisektoren er en global trend: Verdenshandelen er i følge Verdensbanken, i gjennomsnitt økt raskere enn verdens BNP.

Endringer i produksjonsprosess i vareproduksjon
Det er de siste tiår skjedd en omlegging av produksjonsprosess fra seriestyrt til ordrestyrt produksjon. En følge av dette har vært at produksjonsseriene er blitt mindre, en har fått redusert lagerhold og mindre sendingsstørrelser. En videre følge var økte krav mht leveringstidspunkt for godset og Just in Time ble et vanlig begrep i transport- og logistikkmarkedet. Næringslivets krav til leveringstidspunkt eller snevre tidsvinduer for leveranse har i første runde ført til dårligere utnyttelse av transportkapasiteten som følge av stor etterspørsel etter transportoppdrag tidlig morgen og ettermiddag.

Sentralisering av lager og produksjon
Transportkostnadene har vist en avtakende trend (i faste priser) gjennom hele 1990-tallet, og utgjør bare en mindre andel av samlede produksjonskostnader (ca 7 prosent i Norge). Logistikkfunksjoner outsources og en har hatt en økning i tredjeparts logistikktenester. Stordriftsfordeler søkes hentet ut i både vareproduksjon og lager/grossistfunksjoner: Produksjon og lager sentraliseres dersom ekstra transportkostnader som påløper ved en sentralisering er lavere enn de kostnader som innspares i form av lønnskostnader og reduserte kapitalkostnader. Følgen er at transportavstanden øker. Det er også en økende trend at distribusjon av varer skjer internasjonalt og at terminaler og varelagre skal dekke områder på tvers av landegrensene.

Skille vekst i transportarbeid fra økonomisk vekst
Den nære sammenhengen mellom utvikling i transportarbeid og BNP, som særlig gjelder de vareproduserende næringer, er ikke bare et norsk fenomen, men gjelder globalt. Derfor har en aktuell problemstilling vært hvordan man kan skille utviklingen i godstransporten fra veksten i BNP.

I Europakommisjonens White Paper "Time to decide" er det en ønsket målsetting at nasjonal vekst i transportarbeidet skal være lavere enn veksten i BNP. Dette foreslås bli gjennomført ved innføring av marginalkostnadsprising av transporttjenestene, dvs at transportøren skal betale en avgift som tilsvarer de

eksterne kostnader er forbundet ved transporten (miljø-, ulykkes-, slitasje-, støy- og køkostnader).

I februar 2004 ble det gitt en redegjørelse fra EU kommisjonen om gjennomføring av Lisboa-strategien. Denne strategien rommer flere dimensjoner, hvorav en handler om å bryte trenden mht at godstransportarbeidet vokser i takt med økonomisk vekst i den nasjonale økonomien.

For Storbritannia, Danmark, Sverige, Finland, Ungarn og Polen hadde et brudd mellom økonomisk vekst og transportarbeid allerede i 1999, mens Slovakia, Belgia og Tsjekkia klarte det fra 1995 til 1999, men ikke fra 1999 til 2002.

Norge synes også å ha snudd denne trenden fra 1999 til 2002 i likhet med bl a de andre nordiske landene (og Storbritannia) som klarte det både fra 1995 til 1999 og fra 1999 til 2002.

Utviklingstrekk i lastebilmarkedet

Registrerte godsbiler

Utvikling i bestanden av godsbiler har gått i retning av at det er de minste og de største godsbilene som øker, mens godsbiler med nyttelast mellom 3 og 10 tonn avtar. Ser en bort fra godsbiler med nyttelast under 1 tonn fordi disse brukes i det vesentligste til persontransport, er bestanden av godsbiler redusert med 5 prosent fra 1993 til 2003.

Tekniske og organisatoriske endringer

De siste tiår er det skjedd vesentlige forbedringer mht elektronisk utstyr som brukes som hjelpemidler til å effektivisere transportene. De viktigste teknologiske endringene er bruk av mobiltelefon, ruteoptimerings- og flåtestyringsverktøy. Kvalitet på elektroniske kart er nå så god at de kan danne grunnlag for elektronisk ruteoptimering. Derved kan transportkapasiteten utnyttes bedre enn tidligere. Mobiltelefonen gjør at biler kan omdedikeres mens de er ute på transportoppdrag, slik at nærmeste bil kan sendes til et innkommet oppdrag.

Det er særlig samlasttransport som øker innenriks. Det er en følge av at forsendelsene er blitt mindre og hyppigere, slik at sendinger må samlastes med andre over lengre transportavstander for å oppnå kostnads- effektive transport. Det er fire samlastere med nasjonalt dekkende transportnettverk i Norge. Disse har alle etablert et forhold til utenlandske transportselskap. En motivasjon for samarbeid og/eller oppkjøp er stordriftsfordeler, men vel så viktig at det åpner for tilgang til nettverk som dekker store deler av Europa, som nettopp er viktig ved økt internasjonalisering av pro-

duksjonsstrukturen i industrien. Antall godsbiler som passerer grensen har økt mer for utenlandske biler enn for norske biler, noe som både skyldes samarbeid og oppkjøp av transportselskap på tvers av landegrensene, men vel så viktig for denne utviklingen er forskjeller mht lønnskostnader og nivået på transportkostnadene. Antall innpasserte biler med last er hele 43 prosent høyere enn antall utpasserte biler med last. Det innebærer at det i første rekke er importen til Norge som er kostnadsdimensjonerende for transporten, noe som er en fordel for norske produsenter.

Utvikling i transportytelser, små godsbiler

Gjennomsnittlig årlig vekst i godsmengde med små godsbiler var 12 prosent fra 1993 til 1999. Samlastgods utgjør om lag 40 prosent av denne veksten. Den andre varegruppen som bidrar til mye av veksten i transporterte tonn, er metallvarer og verktøy. Dette er en betydelig større varegruppe enn samlastgodset for de små godsbilene, og er i stor grad utstyr som håndverkere har med seg i bilen. Videre er post og trykksaker med på å bidra til økning i godsmengdene for de små godsbilene. Dette er typiske budtjenester med krav om rask fremføring.

Årlig vekst i antall turer for de små godsbilene har vært 0,3 prosent fra 1993 til 1999. Tomturer står for 30 prosent av denne veksten. Disse økte fram til 1995, men har siden vært avtakende.

Utvikling i trafikkarbeid (kjørte km) for godsbiler med nyttelast mellom 1 og 3,5 tonn var i følge SSBs lastebilundersøkelse nesten uendret fra 1993 til 1999, med unntak av en vesentlig reduksjon i 1996. I andel av trafikkarbeidet utgjorde tomtransport ca to tredeler, men sank med nesten 10 prosentpoeng til 1999.

Utvikling i transportytelser, store godsbiler

Det har vært en økning i godsmengdene med godsbiler med nyttelast større enn 3,5 tonn fra 1993 til 2003 med i gjennomsnitt 2,6 prosent pr år. Mer enn halvparten av veksten i godsstrømmene utgjøres av produkter relatert til bygge og anleggsektoren, da viktigste varer for vekst i godsmengdene er massetransport (grus, sand og jord), som utgjør nesten halvparten av veksten, betong- og sementelementer, samt asfalt, som utgjør ca 5 prosent av veksten hver.

Transportarbeidet er økt hvert år fra 1993 til 2003, med en gjennomsnittlig årlig vekst på 6,1 prosent. Økningen skyldes økte godsmengder, men også at gjennomsnittlig transportavstand for godset er doblet fra 1985 til 2003. Den viktigste varegruppen for vekst i transportarbeidet utgjøres av samlastgods. Av varer som er spesifisert utgjør matvarer og ferskvarer (frukt,

grønnsaker og sjømat) de viktigste delene av veksten i transportarbeidet i tillegg til transport av petroleumsprodukter (drivstoff og fyringsolje).

Lastebilundersøkelsene viser at trafikkarbeidet (utkjørte kilometer) vokste fra 1993 til 1997, ble redusert fra 1997 til 2002, for så å øke med nær 10 prosent fra 2002 til 2003. Nesten halvparten (42 prosent) av reduksjonen i trafikkarbeidet fra 1997 til 2002, skyldes redusert tomkjøring (dvs kjøring uten last).

Kjøretøyene som transporterer godset er økt i størrelse, samtidig som kapasitetsutnyttelsen er økt: Alle transportytelser utført av godsbiler med nyttelast større enn 17,5 tonn er økt fra 1993 til 2003. Størst vekst finner vi for transportarbeidet som er mer enn seksdoblet i denne perioden. For biler med nyttelast mellom 3,5 og 17,5 tonn er transportarbeidet redusert med 25 prosent i samme periode. Det er påvist en økning i kapasitetsutnyttelsen med 14 prosentpoeng fra 1993 til 2003 i gjennomsnitt for alle godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Transportene er følgelig blitt mer effektive og behov for transportmidler og sjåfører til å utføre samme transport som tidligere er redusert. Derved er også transportkostnader pr enhet (tonnkm) redusert i perioden som er analysert. Det forventes en fortsatt økning i kapasitetsutnyttelsen, men fordi kostnadsreduksjonen avtar med økende kapasitetsutnyttelse vil reduksjonen i transportkostnadene være avtakende.

Intermodale transporter

I følge Nasjonal transportplan 2006-2015, ønsker Regjeringen å legge til rette for mer gods på kjøll og skinner. For å fremme en overgang fra veg til jernbane- og sjøtransport foreslås blant annet å legge til rette for konsentrasjon av godsstrømmer til knutepunkt og korridorer slik at det blir tilstrekkelig godsgrunnlag for å opprette nye intermodale transporttilbud.

Utvikling i transportytelser

Utvikling i godsmengder viser en avtakende utvikling for jernbanetransport fra 1985 til et bunnpunkt i 1995. Godsmengdene med jernbane økte så fram til 2001, for så å avta siste par år. Dette har vært en periode med økt spesialisering av jernbanen, fra i hovedsak å transportere tradisjonelle vognlastprodukter til å konsentrere virksomheten til transport av containere, semi-trailere og heltogsløsninger i 2003. For innenriks sjøfart var det en reduksjon i godsmengder fra 1985 til 1995, men fra 1995 har det vært en vedvarende vekst i godsvolum for innenriks sjøfart som har vært høyere enn for lastebiltransport.

Veg hadde størst vekst i transportarbeidet i perioden fra 1985 til 1995, deretter følger sjøtransport, mens jernbanetransport bare har hatt mindre endringer i perioden. Fra 1995 til 2000 var veksten i transportarbeidet høyere for sjøfart enn for vegtransport. Dette var imidlertid en periode da man ikke lenger hadde statistikk som viser det geografiske forsendelsesmønsteret for sjøtransport. Siste sjøfartstelling ble gjennomført høsten 1993, slik at en ikke lenger har noen god statistikk for hvor langt godset faktisk fraktes sjøverts. Derfor er utviklingen i transportarbeidet for innenriks sjøfart svært usikker i denne perioden.

Fra 1985 til 2003 har det vært en økning i gjennomsnittlig transportavstand på ca 50 prosent i snitt for alle transportmidler. Vegtransport er det transportmidlet som har hatt størst økning i gjennomsnittlig transportavstand, samtidig som transportavstanden også er økt for jernbanetransport, som kan skyldes at vegtransport er økt på relasjoner som tradisjonelt har vært transportert med jernbanetransport.

Utviklingstrekk for innenriks sjøfart

Sjøtransport er det dominerende transportmiddel ved all transport som er knyttet til Norges utenrikshandel. Det gjelder særlig ved eksport og import av bulkprodukter, men også for stykk gods. I innenriksmarkedet er det i hovedsak for transporter mellom Vestlandet og Nord-Norge at sjøtransport har noe vesentlig omfang.

Den delen av skipsflåten som i det alt vesentligste går i norsk innenriksfart, består av skip som har en gjennomsnittsalder på 29 år. Lav lønnsomhet i skipsnæringen har ført til lite nyinvesteringer, og derved er gjennomsnittsalderen for flåten økt for hvert år som har gått de siste årene.

Barrierene mot dagens sjøtransporttilbud er særlig knyttet til lang samlet transporttid, lav frekvens, dårlig punktlighet/regularitet, flere omlastinger og høyere pris enn med bruk av bil.

Utviklingstrekk for jernbanetransport

Det ble den 15. mars 2003 åpnet for konkurranse i jernbanenettet for godstransport, noe som har ført til nye godstransportaktører i jernbanenettet. Det er pr i dag fire private jernbaneaktører i tillegg til CargoNet. Dette er GreenCargo, MTAS (Malmtrafikk AS), Tågakeriet i Bergslagen AB (TÅGAB) og Ofotenbanen AS.

CargoNet har lagt ned vognlastproduktet, men rapporterer om vekst i transporterte containere og semitrailere. Semitrailere er etterfølgeren til vognlast, og er langt mer fleksibel transportløsning, da man ikke er avhengig av å ha sidespor fram til industribedriften.

Vognlastproduktet er likevel ikke mer ulønnsomt enn at nye aktører som satser på vognlastproduktet har etablert seg i markedet.

Metodikk for beregning av trafikkarbeid

I godstransportmodellen NEMO beregnes transportarbeid for hvert transportmiddel på grunnlag av matriser for godsstrømmer mellom kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet. For mange formål er det mer hensiktsmessig å kunne hente ut opplysninger om trafikkarbeid eller antall transportmidler i utvalgte deler av nettverket.

Godstransportmodellen NEMO er implementert i modellverktøyet STAN, som legger føringer for hva som er mulig å få til ved beregning av antall transportmidler i modellen. Modellen består av fire hovedelementer: 1) Matriser som skal representere godsstrømmer, 2) Nettverk som skal representere transportinfrastrukturen, 3) Kostnadsfunksjoner som skal representere transportørens operative kostnader relatert til framføring av godset, samt vareeiers kvalitative (ikke betalte) kostnader knyttet til at det tar tid å transportere godset og at det er risiko knyttet til forsinkelse og skade på godset under transporten, og endelig 4) Optimaliserings og nettutleggingsprosedyrer.

Valg av transportløsning i modellen bestemmes ut fra den transportkjede og transportrute som fører til at samlede transportkostnader for hver transport minimeres. For en varegruppe og en kombinasjon av til- og frasone, fordeles alt gods til en transportkjede i modellen. Ut fra plott i modellverktøyet får man oversikt over hvilke godsvolum som transporteres på ulike snitt i nettverket.

Med dette som utgangspunkt er det en del føringer og begrensninger som ligger til grunn for å beregne antall kjøretøy i nettverket i STAN:

1. Antall kjøretøy med last beregnes på grunnlag av transportmiddelfordelte godsstrømmer, ved å benytte omregningsfaktorer for gjennomsnittlig lastvekt pr tur (med last).
2. Det må benyttes en felles lastfaktor for hvert transportmiddel, men faktoren kan variere mellom transportmidler og vareslag.
3. Modellverktøyet behandler ikke distribusjonsruter, men fordeler godset på direkterelasjoner, dvs fra/til-relasjoner.

Antall transportmidler uten last beregnes på grunnlag av transportmiddelspesifikke godsstrømmer i motsatt retning, og en sannsynlighet for å ikke få returlast. Lastmengder og sannsynligheter for å ikke få returlast

er beregnet på grunnlag av bakgrunnsdata fra SSBs Lastebilundersøkelser. Samme datagrunnlag er benyttet ved estimering av utviklingsbaner for gjennomsnittlig lastvekt for turer med last for hver varegruppe i NEMO. Utvikling i tomkjøring vil avhenge av utvikling mht retningsbalanse i godsstrømmene.

Virkninger av marginalkostnadsprising og endret teknologi

Vi har ved hjelp av godsmodellsystemet PINGO/-NEMO beregnet forventede effekter av hhv 1) endrete transportavgifter slik at avgiftsnivået gjenspeiler kjøretøyenes eksterne kostnader og 2) forventet teknologisk utvikling. PINGO representerer etterspørselssiden i modellsystemet og kan utarbeide prognoser for godsstrømmer mellom fylker basert på vekstrater fra MSG. PINGO er en generell likevekstmodell, med fylke som sonenivå.

I scenariet *med marginalkostnadsprising*, men *uten teknologiforbedringer*, øker transportkostnadene relativt til referansescenariet. Dette skyldes at transportørene i utgangspunktet betaler en avgift som er lavere enn den eksterne marginalkostnad som er knyttet til transportarbeidet. Kostnadsøkningen er størst for de transportmidler som i dag betaler minst andel av de eksterne marginalkostnadene relatert til transportarbeidet. Dette berører i første rekke jernbanetransport som i utgangspunktet betaler lite, mens sjøtransport kommer relativt best ut av en slik avgiftsomlegging.

I scenariene uten marginalkostnadsprising er utkjørte tonnkilometer høyere *med* teknologiforbedringer enn *uten*. Teknologidringene gjør transport relativt sett billigere sammenlignet med andre produkter og tjenester, og dermed vil omfanget av transport øke. Marginalkostnadsprising gir økt transport på sjø, som gjennomgående har lengre transportdistanse enn landtransport. Med teknologiforbedringer har lastebiltransport større reduksjon i miljøkostnader, enn sjø og jernbane og dermed blir ikke overføringen av frakt til sjø like omfattende som ved uendret teknologi.

Marginalkostnadsprising gir initialt redusert vekst for vegtransport, men spesielt i scenariet med teknologiforbedringer øker omfanget av lastebiltransport i de siste prognoseårene. For *scenariene med uendret teknologi* gir scenariet med marginalkostnadsprising en lavere andel lastebil i første del av perioden, men en høyere andel mot slutten av perioden. Dette skyldes at man fra 2020 har antatt en differensiert avgift etter om kjøringen finner sted i tettbygd eller spredtbygd strøk og at en del lastebiltransport derved vil ta omveger for å unngå høyere marginalkostnadsprising. Høyere totalt

antall tonnm forklares ved at større andel sjøtransport gir lengre transportruiter.

For jernbanetransport vil transportomfanget avta med marginalkostnadsprising. Scenariene med teknologiforbedringer gir redusert transport på jernbane. Årsaken til dette er at teknologiforbedringene gjør lastebiltransport billigere. Sjøtransport kommer styrket ut av marginalkostnadsprising, og sjøtransport er da også i liten grad beheftet med eksterne effekter. Effekten av marginalkostnadsprising er imidlertid mindre når teknologiforbedringer er inkludert, siden bilen da blir mer konkurransedyktig.

De totale eksterne kostnadene er gjennomgående lavere *med* marginalkostnadsprising enn *uten*. Eksterne kostnader per tonnkilometer er avtagende for scenariet med uendret teknologi og med marginalkostnadsprising. For de andre scenariene kan vi observere samme effekt, med tiltakende effekt i teknologiforbedrings-scenariene, siden de eksterne kostnadene for lastebiltransport i disse scenariene blir redusert. Vi ser at teknologiforbedringer gir lavere eksterne kostnader enn tilsvarende scenario uten teknologiforbedringer for alle år både med og uten marginalkostnadsprising.

Ved PINGO er de direkte og indirekte økonomiske effektene av hhv en avgiftsendring og forventinger mht teknologisk utvikling i godstransportsektoren kvantifisert. Effekten av marginalkostnadsprising av godstransport medfører økte transportkostnader som har en negativ virkning for husholdene, mens effekter av forventede teknologiforbedringer medfører reduserte distanseavhengige transportkostnader og en positiv virkning på indirekte nytte for husholdene. Både marginalkostnadsprising og forventede teknologiforbedringer reduserer de eksterne kostnadene ved transport, men for marginalkostnadsprisingen vil ikke reduksjonen i de marginale kostnadene være av en størrelse som overstiger effektivitetstapet i økonomien.

Vi får imidlertid forskjeller i resultater mht fortegnet på konsumentoverskuddet i marginalkostnadsprisingalternativet avhengig av om PINGO anvendes "bottom-up" eller "top-down", noe som viser at det er viktig å investere tid i å komme frem til riktig bruk av modellen. Vi har ikke hatt ressurser nok i dette prosjektet til å lage komplette resultater basert på "bottom-up" anvendelse av PINGO.

Når avgiftene gjenspeiler de eksterne kostnadene, blir det en nær sammenheng mellom avgiftsnivå og teknologisk utvikling. Dette er en gunstig situasjon fordi det ligger et incentiv hos produsenter av ulike transportmidler om å redusere de eksterne kostnadene slik at avgiftene blir mindre og transportmiddelet mer konkurransedyktig. Det vil altså være slik at jo bedre

teknologi for å redusere utslippene per tonnkm jo lavere avgifter, og jo mer attraktive vil transportmidlene være i markedet.

Konklusjon

Utviklingen i godstransportmarkedet måles etter følgende fem indikatorer:

1. Godsmengder (sier noe om det grunnleggende behovet for godstransport)
2. Transportavstand
3. Antall turer
4. Trafikkarbeid
5. Transportarbeid

I perioden fra 1993 til 2003 har det vært en kontinuerlig økning i godsmengder transportert på veg, samtidig som det har vært en økning i transportavstand. Følgen er at det har vært en kontinuerlig og kraftig vekst i godstransportarbeidet for vegtransport på 6,1 prosent pr år fra 1993 til 2003.

Godstransport på veg i Norge er blitt mer effektiv: Fra 1997 til 2002 er trafikkarbeid og antall turer redusert for godsbiler nyttelast over 3,5 tonn, som skyldes redusert tomkjøring, økt kjøretøystørrelse og økt kapasitetsutnyttelse. De to siste faktorene bidrar til redusert behov for antall biler og sjåførere, billigere transporter, som i seg selv er en drivende kraft for utviklingen i godstransport på veg, fordi avveiningen mellom antall lagre og produksjonssteder og derved graden av sentralisering veies løpende opp mot transportkostnader i bedriftene.

Innføring av marginalkostnadsprising i godstransport vil i første rekke føre til en generell kostnadsøkning for de som kjøper godstransporttjenester, fordi ingen av transportmidlene betaler initialt for de marginalkostnadene som er beheftet ved transportaktiviteten. Man får en konkurransevridding i form av økt sjøtransport, og derved en økning i totalt kjørte tonnkm. En fullstendig implementering i form av en høyere avgift i tettbygde strøk fører til økt godstransportarbeid på veg, fordi transportørene vil velge omveger for å unngå veglenker med høyere avgift.

Våre beregninger har vist at resultatene fra PINGO avhenger av om modellen kjøres "top-down" eller "bottom-up", dvs hvilke variable som settes som endogene og eksogene i beregningene. Vi må jobbe videre med PINGO for å komme frem til riktige forutsetninger ved kvantifisering av velferdsvirkningene av endrete transportavgifter.

Summary:

Industry structure and and freight transport development

Introduction

Developments in Norwegian manufacturing industry are characterised of centralisation and globalisation. Traditional manufacturing industry is moving from inland production to production in low cost countries in Eastern Europe and Southeast Asia. Domestic service industries are increasing, while production and trade are getting more globalised. New technology as IKT and increased priority on intermodal transports are also factors affecting size and composition of transport demand.

The average growth in the service industries have exceed the growth in the manufacturing industry, leading to an expected development from trucks to vans and delivery trucks with lower capacity utilisation, and thereby an increase in traffic work exceeding transport work. On the other hand increase in average transport distance and improved IKT leads to increased use of more heavy vehicles with a higher utilisation and thereby a bigger increase in transport than traffic works.

Driving forces in the freight marked

Relationship between industry developments and transport work

There is a close relationship between industrial development and development in transport performances. Closest relationship is found between development in manufacturing industries and transport work by vehicles with payload over 3,5 tons. Regressions based on regional national accounts in Norway and Lorry surveys shows that each per cent increase in gross production in these industries have leaded to a 0,95 per cent increase in transport work done by these vehicles. Developments in service industries are primary correlated with transport work done by freight vehicles with a payload under 3,5 tons. Each per cent increase in gross production in service industries lead to a significant increase in transport work done by cars with a pay load under 3,5 tons with 0,45 per cent. For primary industries no significant

relationship between industry development and use of freight vehicles is found.

Increased import and export

Norway is a small country with an open economy. Growth in external trade is an important driving force for economic development. The Norwegian economy is based on extensive external trade, and import and export constitute 28 and 41 per cent of GDP. In volume import has increased more than export that again has increased more than GDP from 1990 to 2003.

Norwegian production is characterised by low value products. Rich availability to cheap electricity has leaded to production of power intensive products. Elimination of tolls, barriers, EU, EEC and opening of earlier closed economies (in China and eastern Europe) have leaded to equalization of energy prices and availability to cheap labour forces. The real cost of transportation have decreased in the same period. These are all factors leading to concentration of production in specialised enterprises.

Developments in production processes

The last decades there has been a change in production process from series based production to demand based production. Production series have been smaller, inventories and delivery sizes are decreasing. Thereby there have been increased request for short delivery times and Just in Time deliveries have been more the rule than the exception. Narrow time delivery windows have in short time lead to lower utilisation of vehicles. Availability to improved IT tools has leaded to better vehicle utilisation in the long run.

Centralization of inventories and production

Caused by decreased real transport costs both on national and international level, scale advantages are checked out in both production and inventories. These developments lead to increased transport distance and distribution areas. It is also a trend to distribution of commodities on Nordic or European level and

terminals and groceries are covering an area across country borders.

Decoupling the growth of GDP and transport work

The close relationship between development in transport work and GDP is not only national, but a global trend.

In the EC's White Paper "Time to decide" a desired goal is to decouple of the national growth in transport work from the growth in GDP. This is proposed carried out through implementation of marginal cost pricing.

A statement from the EU Commission about carrying out the Lisbon strategy with respect to break the trend between transport work and GDP, were carried out February 2004. Calculations are indicating that Norway seems to have turned this trend from 1999 to 2002.

Developments in road transport marked

Vehicle stock

Developments in the freight vehicle stock in Norway are against increased level of small and big vehicles, while the stock of freight vehicles with a payload between 3 and 10 tons are decreasing. Holding vehicles with a payload up to 1 ton outside (these are mostly used for passenger transport), the stock of freight vehicles in Norway are reduced by 5 per cent from 1993 to 2003.

Technological and organizational developments

Last decades there have been main developments in electronic equipments used as tools for more efficient transports. The most important alterations are the mobile phone, route optimization and fleet steering tools. The quality of electronic maps is now considerable for making basis of electronic route optimisation. Mobile phones and Personal Digital Adapters make it possible to reallocate in route vehicles to incoming transport tasks. As a result vehicle utilisation has now increased.

Developments in different transport indicators

There have been an average increase in freight volume on 2,6 per cent, transported by trucks with 3,5 tons payload and over, from 1993 to 2003. More than half of the increase is related to the construction and building industry. Transport work had an average increase of 6,1 per cent during the same period. This increase is result of increased freight volume, but also caused by an increase in average transport distance, that are doubled for road transport from 1985 to 2003.

The most important segment for growth in transport work is consolidated goods. Among the specified commodities, transport of food and perishable goods (including fish transports) is the most important parts of the increased transport work in addition to petroleum products (fuel and heating oil).

Traffic work has increased from 1993 to 1997, but was reduced from 1997 to 2002, but increased from 2002 to 2003 by 10 per cent. The decrease in traffic work is mainly caused by decreased empty transport.

There has been an increase in average vehicle size and payload contemporary to increased capacity utilisation: All transport indicators related to freight vehicles with a maximum payload over 17,5 tons have increased from 1993 to 2003. Biggest increase is found for transport work, that have been more than six doubled in the period, while transport work for vehicles with payload between 3,5 and 17,5 tons are reduced with 25 per cent. There has been an increase in average capacity utilisation with 14 per cent from 1993 to 2003. The transports are in consequence got more efficient and the need for vehicles and drivers to do the same amount of transport work is reduced. Consequently transport costs per tonne km are reduced. There are expected a continued increase in capacity utilisation, but since transport cost savings decrease by increasing utilisation, it is expected a reduction in transport costs savings.

Intermodal transport

From the National Transport Plan in Norway 2006 – 2015 there are a superior measure to arrange for more freight on sea and rail. To promote this measure it is proposed consolidation of freight flows to junctions and corridors.

Developments in transport indicators

Freight flows by rail decreased from 1985 to a minimum in 1995, increased from 1995 until 2001, and then decreased again from 2001 to 2003. The last years there have been a development in the rail industry against increased specialising where combined transport are the main product in addition to semi trailers and whole train solutions for the industry. Coastal transport were reduced from 1985 to 1995, but have increased since 1995 at a higher average rate than road transport.

Road transport had the biggest increase in transport work in the period from 1985 to 1995; succeed of seaborne transport, while rail transport has only smaller differences in the period. From 1995 to 2000 the growth in transport work was higher for seaborne than road transport. This has however been a period

without statistics covering geographic distribution for seaborne transport and thereby any available indicators about developments in average transport distance. Therefore this development in transport works for seaborne transport is quite uncertain.

From 1985 to 2003 there has been an increase in transport distance of nearby 50 per cent for all modes in average. Until 1997 average distance increased mostly for rail followed by road and seaborne transport. Road transport has had a monotonous increase in the period and is doubled from 1985 to 2003. The increase in average distance for both rail and road transport have been a result of freight switched from rail to road (a consequence of more specialised rail transports).

Coastal transport

Seaborne transport is the main mode in external trade. Inland transports between Western and Northern parts of Norway are the only areas where seaborne transport have a significant share for other products than bulk. The coastal fleet in Norway is quite old and consists of ships being 29 years in average. Towboats, bulk- and tank ships are oldest with an average from 33 to 35 years, while boats related to the petroleum extraction industry are youngest with an average of 20 years. Low profitability in the sea transport market has resulted in an investment refusal in the industry.

Barriers against today's seaborne transport is related to high transport time, low frequencies and reliability, more reloading and higher transport costs than by trucks.

Rail transport

The railways in Norway were opened for competition in freight transport the 15. March 2003. There are now four private rail agencies in addition to CargoNet: GreenCargo, MTAS (Malmtrafikk AS), Tågakeriet i Bergslagen AB (TÅGAB) og Ofotenbanen AS.

CargoNet have ended their traditional rail load product and strengthen focus on a Scandinavian network for combined transports with good connections to Europe.

Methodological developments of traffic work

The national freight model in Norway (NEMO) consists of a network model computing transport work for each mode, based on freight flow matrices for freight flows between municipalities in Norway and abroad. For many purposes it is more reasonable to get

information about traffic work or number of vehicles passing sections in the network.

Therefore a part of this project has been to develop a methodological tool for computing number of vehicles in NEMO. The model is implemented in STAN who laid restrictions on parameters to be used:

1. Number of loaded vehicles can be computed on basis of mode specific freight flows, by use of conversion factors for average load per tour.
2. There have to be used only one common load factor per mode, but the factor can vary with commodity and mode.
3. The model tool does not consider transport routing problems, but distribute freight on direct relations (from/to).

Number of empty vehicles can then be computed on the basis of mode specific freight flows in the opposite directions and a probability of getting no return loads. Average payloads and probabilities for getting no return loads are computed on basis of data from the Lorry Surveys from statistics Norway.

Transport forecasts based on marginal cost pricing and technological expectations

By use of the transport model system NEMO/PINGO, where PINGO is the demand and forecast model specified as an SCGE model, we have calculated expected effects of 1) implementation of Marginal Cost Pricing (MCP) in transport and 2) technological developments.

In the MCP scenario (without technological improvements) transport costs are increasing relatively to the basis scenario (do nothing), because today's fees is not covering the external marginal costs related to the transport activities. The cost increase is highest for modes paying less of the MCP today. This will first of all apply the rail industry, which is paying lowest fee today related to the marginal costs, while seaborne transport is the mode with the lowest cost increase related to this transport policy.

Number of tonne km is higher in the scenarios with technological improvements but without MCP. This is because improved technology makes transport cheaper compared to other products and services. MCP gives increased seaborne transport, where transport distance is higher than similar land based transports. With technological improvements road transport have bigger reduction in external costs compared to the other modes and thereby the switching to seaborne transport

is not just as comprehensive as with unchanged technology.

Initial MCP result in reduced growth for road transport compared to the basic situation, but in the technology scenario, transport works is increasing in the last scenario years. The scenarios with unchanged technology lead to decreased road transport in the first years, but increased road transport in the late years. The increase in road transport is a result of differentiated fees between urban and rural areas and thereby road transport is motivated to take a longer way to drop the road links with a higher fee. Higher total amount of transport work is caused by increased seaborne transport that gives longer transport routes.

For rail transport the result of both MCP and technological improvements is decreased transport work. This is because both alternatives lead to increased transport costs relative to other modes.

Seaborne transport is the winning mode in the MCP scenario. This is caused by the low amount of external costs related to the fees paid already. The effect of MCP is less in the technology scenario since improved technologies are expected to be most efficient for trucks.

External costs related to transport are lower in the MCP pricing scenario compared to the basis scenario, but the effect of improved technology exceeds the effect of MCP. Therefore the external costs are decidedly lowest in the combined MCP and improved technology scenario.

When transport fees are reflecting external costs connected to the transport, there would be a self-reinforcing effect, where it would be an incentive for the producers of modes to make fuel-efficient engines that reduce external costs and thereby the fees.

Conclusions

The following five transport indicators measure developments in the transport marked:

1. Freight flows (gives a basic foundation of the transport needs)
2. Transport distance
3. Number of tours
4. Traffic work
5. Transport work

In the period from 1993 to 2003 there has been a continuous increase in freight flows on road, contemporary to an increase in transport distance. Consequently there have been a continuous and strong increase in transport work of 6,1 per cent per year for road transport on an average from 1993 to 2003.

Freight transport on road has been more efficient. From 1997 to 2002 traffic work have been reduced for trucks with payloads over 3,5 tons, because of reduced empty driving, increased vehicle sizes and capacity utilization. The two last factors is in favour of reduced needs for number of trucks and drivers, who leads to lower transport costs per tonne km, that is motive power for more road transport, because the balance between number of inventories and production places and thereby extension of centralisation are affected by the level of transport cost.

An introduction of MCP in freight transport marked would lead to a general cost increase, because none of the modes initially pay a fee covering external costs related to transport work. The result is changing transport shares and increased seaborne transport and thereby an increase in total tonne km. A differentiated implementation where the fees are higher in urban than rural areas, gives a motivation for trucking transport to take a longer way round to drop road links with higher fee.

The result from the PINGO model is dependent of “top-down” or “bottom-up” applications of the model, i.e. what variables are set as endogenous or exogenous in the calculations. Therefore further work has to be done with Pingo about improved assumptions for quantifying social welfare effects from exchanging transport fees.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norsk næringsliv preges av omveltninger som følge av at deler av tradisjonell industri legges ned og at vareproduksjon flyttes til land med lavere produksjonskostnader. Innenriks øker tjenesteytende næringer, mens vareproduksjon og forbruk i stadig større grad globaliseres. I tillegg står en overfor nye og større markeder som følge av at Øst-Europa integreres i EU, utbredelse av ny teknologi som IKT og økt satsing og tilrettelegging for bruk av intermodale transportere. Alt dette er utviklingstrekk og hendelser som påvirker omfang og sammensetning av etterspørsel etter transporttjenester. Godsvolum, varetype og handelsmarkeder påvirker retningsbalanse og valg av transportform og transportkorridor. Gjennom hele 1990-tallet har en kunnet observere en vesentlig økning i lastebiltransport på norsk område, gjennomsnittlig transportavstand har økt.

Framvekst av tjenesteytende næringer på bekostning av tradisjonell industri fører isolert sett til at kjøretøyene blir mindre, utnyttelsesgraden lavere, og derved kan trafikkarbeidet øke mer enn transportarbeidet selv om transporterte tonn avtar. Dette avhenger imidlertid også av utviklingen i gjennomsnittlig transportavstand og varesammensetning for øvrig, fordi økt transportavstand bidrar til større kjøretøy. Trafikkveksten representeres derved bedre målt i trafikkarbeid (antall kjøretøykm) enn i transportarbeid (antall tonnkm) som i dag brukes i transportmodellene.

1.2 Målsetting

Gjennom dette prosjektet ønsker vi å avdekke årsakssammenhenger og drivkrefter i godstransportmarkedet og den *form* veksten i vegtransport har hatt og vil få, på bekostning av andre transportformer.

Målsettingen i prosjektet kan deles i tre:

1. I første del er det studert i hvilken grad utviklingen i godstransportmarkedet har sammenheng med de omveltninger en har hatt og fortsatt står overfor i norsk næringsliv. Spesielt gjelder dette utbredelsen av de mindre kjøretøyene som har økt med framveksten av tjenestenæringen, og som er transportere i grenselandet mellom person- og godstransport. Blant annet har vi vektlagt å utvikle av en metode for bedre å ivareta trafikkveksten i godstransportmodellene, ved å innføre trafikkarbeid i tillegg til transportarbeid som resultater i modellen.
2. I andre del har vi søkt etter å identifisere næringsklynger i norsk økonomi, dvs viktige økonomiske regioner, og samhandelen mellom disse. Identifikasjon av samhandel mellom økonomiske regioner er en viktig faktor som kan være med på å stedfeste hvor investeringer i ny infrastruktur kan være med på å bidra til økonomisk vekst i både leveranse- og mottakerregionene. Dette arbeidet er dokumentert i et eget dokument (Jean-Hansen, 2005).
3. Med bedret kjennskap til strukturelle sammenhenger fra mål 1 og 2, har vi analysert hvordan alternative vekstbaner påvirker utviklingen i transport- og trafikkarbeid

samt miljømessige konsekvenser av forventet utvikling i kjøretøyteknologi og det fremtidige behovet for ny infrastruktur.

1.3 Delmål

Kartlegge utviklingen i godstransportmarkedet

Som et grunnlag for prosjektet har vi kartlagt utviklingen i godstransportmarkedet. Kjøretøyene er gruppert i henhold til tilgjengelige data slik at vi får frem utviklingen i utkjørte tonnkilometer for ulike delmarkeder. Data for utkjørte tonnkilometer for de ulike kjøretøygruppene er supplert med data om utnyttelse av lastekapasitet til å beregne utført trafikkarbeid for de ulike kjøretøyene.

Analyse av sammenhenger mellom næringsutvikling og trafikkarbeid

Utviklingen i godstransportmarkedet styres av etterspørselen etter ulike varegrupper, og produktjonssted, lager og transportmåte for varegruppene. Ved å sammenstille data for vekst i transportarbeid med de ulike kjøretøygruppene og data for geografisk vekst i de ulike næringsgrener, kan vi oppnå en forståelse av hvordan utviklingen i de ulike næringene har bidratt til utviklingen i transportmarkedet.

Retrospektiv analyse og forbedring av PINGO/NEMO

Utviklingstrekkene i det norske godstransportmarkedet, dvs. hva som driver og har drevet etterspørselen etter godstransporttjenester og måten godstransporten blir gjennomført på, styres av kompliserte strukturelle sammenhenger som best studeres gjennom retrospektiv analyse. Med retrospektiv analyse, mener vi analyser av utviklingen i godstransportmarkedet slik den er pågått fram til nå og som en kan observere ut fra tilgjengelige kildedata for:

- Utviklingen i tjenesteytende sektor
- Distribusjons- og handelsmønster
- Bedrifts- og lagerlokalisering og derved transportavstand
- Utvikling i kjøretøyparkens struktur, sammensetning og kapasitetsutnyttelse
- Rammebetingelser som tillatt akseltrykk, totalvekt, kjøretøylengde og kjøre- og hviletidsbestemmelsene
- Behov for og omfang av nye transporttjenester (f eks IKT og flyfrakt) og ny infrastruktur

Kildedataene har i hovedsak vært offentlig statistikk og grunnlagsdataene som disse bygger på. Det har vært en utfordring å få satt sammen datagrunnlag fra flere forskjellige kilder slik at disse danner et konsistent grunnlag for analyse.

I utgangspunktet er PINGO/NEMO et planleggingsverktøy som lager prognoser for utviklingen i godsstrømmer og transportarbeid, og hvordan disse endres ved endringer i rammebetingelser. For vegtransportplanlegging kan dette i mange tilfeller være for grovt, da det er *antall kjøretøy* på vegene som tar kapasitet. *Trafikkarbeid* er derfor for mange formål et mer egnet mål enn *transportarbeid*. En del av prosjektet har derfor gått ut på å innarbeide trafikkarbeid i godstransportmodellen.

Utvikling av scenarier for økonomisk vekst og teknologisk utvikling

Basert på scenarier for overordnet nasjonal økonomisk vekst og teknologisk utvikling, brukes PINGO/NEMO for å beregne prognoser for regionaløkonomisk næringsvekst og konsum samt vekst og transport innen og mellom fylker i Norge og mellom fylker i Norge og utlandet på ulike transportmidler.

For utvikling i næringsliv og økonomisk vekst fram mot 2020 vil vi basere oss på offisielle MSG kjøringene for høy, middels og lav vekst, der middels brukes som basis-scenario. Fra disse kjøringene kan vi hente nasjonale økonomiske nøkkeltall for produksjon og konsum.

Teknologisk vekst har fortrinnsvis effekt på miljøet, ikke så mye på økonomien som helhet. For vegtrafikk settes standarder for miljøutslipp som også brukes av EØS og Norge. Det er liten grunn til å tro at fremtidig drivstoffteknologi for godskjøretøy vil avvike betydelig fra de standarder som er satt. For tog er situasjonen en litt annen. Med nye investeringer i elektrisk drevne tog eller tog med mer effektiv forbrekking og med mindre friksjon i drivverk og mer aerodynamisk form, vil miljøkostnadene ved togtransportene forbedres. Innen skipstrafikken er det et stort potensial for forbedringer. Lastefartøy er vanligvis bygget med en hovedmotor for forbrekking av tungolje og hjelpemotorer basert på diesel. Lov og regler er som for vegtransport av stor betydning for den faktiske teknologiske utvikling (Gøteborgkonvensjonen for innenlands transport og avtaler for internasjonal godstransport gjennom IMO). Vi vil basere teknologiscenariet på gjeldende nasjonale og internasjonale målsetninger og forventet teknologisk utvikling.

Prognoser med PINGO/NEMO for regionaløkonomisk vekst og regional- og interregional godstransport

Den totale etterspørselen etter godstransport avhenger fortrinnsvis av overordnet økonomisk vekst, men det er også av stor betydning for transportomfang og transportmid-delfordeling hvilke næringer som vokser og den geografiske veksten i produksjon og konsum.

For hvert økonomisk scenario skal vi bruke PINGO/NEMO for å undersøke og prognostisere disse sammenhengene og hvordan scenariene påvirker framtidens transportmarked med hensyn til:

- Valg av transportform (modal eller intermodal transport og sjø kontra landbaserte transportløsninger), organisering av transportene og valg av transportkorridorer og knutepunkt
- Transportomfang, trafikkarbeid og miljø på norsk område

På grunnlag av prognosene kan vi blant annet anslå flaskehals i transportsystemet og behovet for endret infrastruktur. Fra prognosene får vi også transportkostnader som følger av forutsetningene som ligger inne som del av scenariene.

1.4 Datagrunnlag

For å svare på problemstillingene i dette arbeidet, har det vært nødvendig å sammenstille statistikk fra flere ulike kilder. Generelt gjelder dette statistikk som viser utviklingen i godstransportens struktur og sammensetning og statistikk som viser utvikling i nærings-sammensetning. De viktigste statistikkildene har vært:

- Lastebilundersøkelsene fra 1993 til 2002, som inneholder informasjon bl a om til- og frasted, vareslag, lastmengde, nyttelast, kjøretøykategori, med mer. For årene fram til og med 1999 har en informasjon også om de mindre vare- og kombinert-bilene, men fra og med 2000 inkluderer ikke Lastebilundersøkelsen lenger informasjon om vare- og kombinertbiler med nyttelast under 3,5 tonn.
- Registreringsstatistikk (Bil og veistatistikken), som viser nyregistrering og der-ved etterspørselen etter ulike typer av godskjøretøy. Statistikken er relativt detal-jert mht kjøretøysstørrelse.

- Fylkesvise nasjonalregnskap for å påvise teknologiske endringer ved sammenhengen mellom bruk av innsatsfaktorer og produksjon i næringssektorene.
- Godstransportmodellen NEMO, som inneholder informasjon om sendingsmønsteret for 11 aggregerte varegrupper mellom kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet.
- Likevektsmodellen PINGO som inneholder informasjon om verdien av produksjonsvolum og vareinnsats etter fylke og mellom fylker i Norge for de samme varegruppene som inngår i NEMO.

1.5 Disposisjon for rapporten

I kapittel 2 er en gjennomgang av hvilke drivkrefter det er som påvirker utviklingen i godstransportmarkedet. Kapittel 3 er en gjennomgang av utviklingstrekk i lastebilmarkedet, mens kapittel 4 gir en gjennomgang av markedsutviklingen for intermodale transporttjenester. I kapittel 5 utledes en metodikk for å implementere trafikkarbeid i godstransportmodellen NEMO, mens kapittel 6 er en gjennomgang av alternative scenarier for fremtidig godstransportutvikling under alternative scenarier for teknologisk utvikling og der vi har sett på effekten på transportmiddelfordeling og transportarbeid av å implementere transportmidlenes marginalkostnader i transportkostnadene.

2 Drivkrefter i godstransportmarkedet

Godstransport er forbindelsesleddet som muliggjør varehandel mellom regioner. Uten transport og infrastruktur ville ikke varehandel mellom regioner være mulig. Norge har en avstandsulempe med sin geografiske lokalisering i forhold til verdensmarkedet. Effektive godstransporter og omlastingspunkter er derfor et premiss for å fremme konkurranseevnen til norsk industri.

For å kunne forstå utviklingen i godstransportmarkedet og for å kunne lage prognoser for godstransport er det viktig å ha kunnskap om hvilke bakenforliggende faktorer det er som har betydning for utviklingen i godstransportytelsene. Det er også nyttig å ha kunnskap om utviklingen i forskjellige transporttytelsener, da hver og en av disse bidrar til utvidet kunnskap om utviklingen.

2.1 Indikatorer for utviklingen i godstransportmarkedet

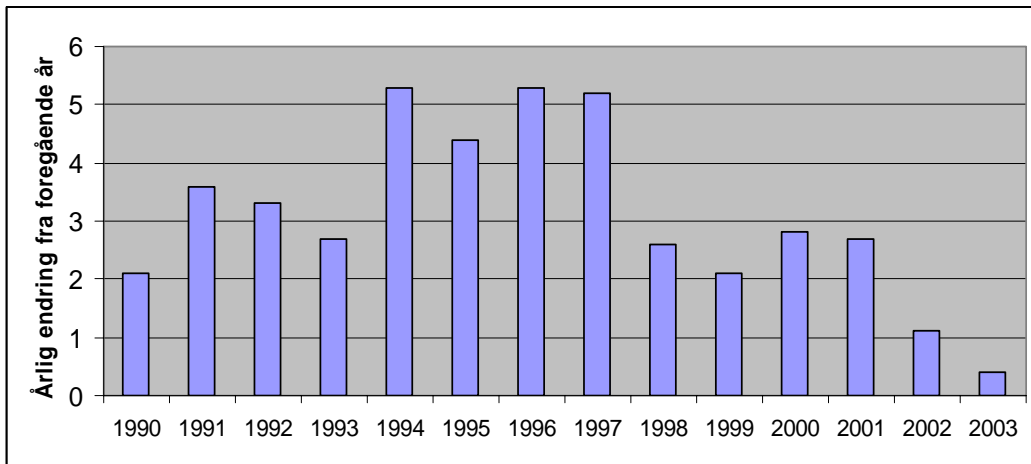
Det er mist fem indikatorer som kan benyttes for å måle utviklingen i godstransportene, som hver og en måler og fanger opp forskjellige faktorer:

1. *Transporterte tonn*
Dette er den mest grunnleggende av indikatorene som sier hvor mye varer det er som skal transporteres, og derved også transportbehovet. Godsmengdene vil være forskjellig i nivå alt etter hvilken statistikk som benyttes. I transportmiddelspesifikk statistikk vil en andel av godset inngå i statistikken mer enn en gang, fordi gods som omlastes underveis i en transportkjede vil (i prinsippet) inngå i statistikken på hver transportlegg.
2. *Transportavstand*
Transportavstanden er målet på hvor langt varene transporteres, og påvirkes av hvor varer produseres og hvor de konsumeres, men også av logistikken. Dvs om det er direktetransporter, via terminaler eller engros.
3. *Antall turer*
Antall turer vil avhenge av antall forsendelser, men også retningsbalanse og muligheter for returtransport. En distribusjonsrute kan bestå av flere turer, spesielt gjelder dette ved distribusjonskjøring. Omlegging av produksjonsstruktur i retning av mindre serier og mindre sendingsstørrelser vil isolert sett slå ut som økt antall turer.
4. *Trafikkarbeid (kjørte km)*
Trafikkarbeid er en indikator for kjørte kilometer totalt og inkluderer tomtransport. Svakheten ved denne indikatoren er at en kilometer er en kilometer uansett om den utføres av en fullastet semitrailer eller en liten varebil uten last.
5. *Transportarbeid – måles i tonnkilometer*
Transportarbeidet er et mål på transportomfanget, der godsstrømmene er vektet med utkjørt distanse. Den største svakheten ved dette målet er at det ikke inkluderer tomkjøring.

2.2 Økonomisk vekst

Det er nær sammenheng mellom næringsutvikling, økonomisk vekst og behov for godstransport. BNP består av verdiskaping av varer og tjenester. Norsk økonomi hadde en tiltakende vekst fra 1990 til 1994. Høyt aktivitetsnivå i økonomien på andre halvdel av 1980-tallet endte i en lavkonjunktur som var på sitt laveste nivå høsten 1993. I perioden 1994 til 1997 var veksten høy, med en gjennomsnittlig vekst på ca 5 prosent. Siden 1997 har veksten i BNP vært noe avtakende, noe som framgår av figur 2.1.

Figur 2.1. Årlig vekst i norsk økonomi (BNP) fra 1990 til og med 2003. Volumendringer.

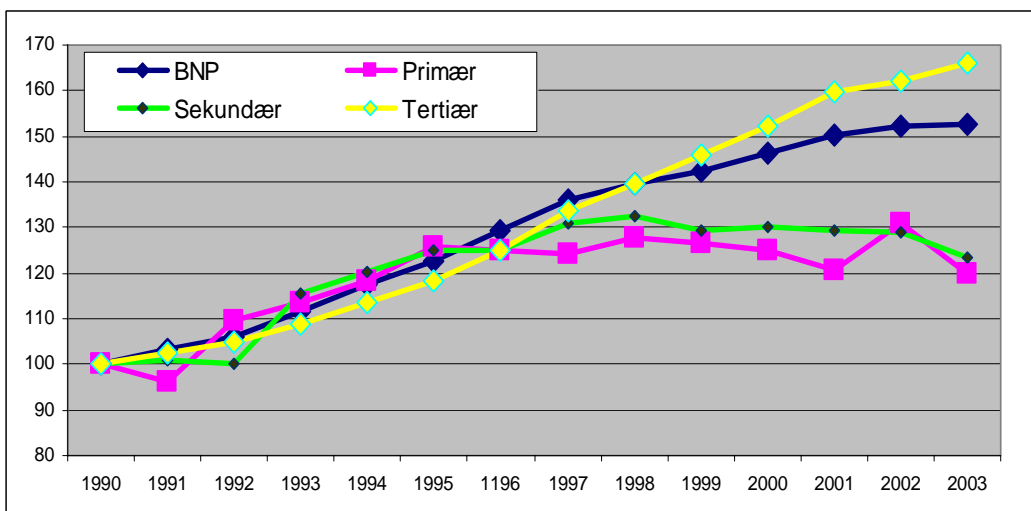


TØI-rapport 756/2004

Næringene inndeles vanligvis i tre hovedkategorier: Primær-, sekundær- og tertiærnæringer. Primærnæringer utnytter naturens egne ressurser, og består av jordbruk, skogbruk, fiske og bergverk i tillegg til utvinning av råolje og gass. Sekundærnæringene er tradisjonell industri, mens tertiærnæringene er tjenesteytende næringer. Det er primær- og sekundærnæringene som i hovedsak produserer varer og derved er det utviklingen innenfor disse to næringene som har størst betydning for utviklingen i godstransportmarkedet.

Utviklingen i BNP i hver av hovednæringene framgår av figur 2.2.

Figur 2.2. Volumendringer i hver av de tre hovednæringene fra 1990 til 2003. Indekser.



Kilde: SSB. Utvinning av olje og gass er ikke inkludert.

Mens primær- og sekundærnæringene har hatt nokså parallell utvikling, har tertiærnæringene vokst med en gjennomgående høyere vekstfaktor i hele perioden siden 1990. I volum er både primær og sekundærnæringene noe redusert fra 1998, mens tertiærnæringene er økt med en positiv vekst i hele perioden.

En del av produksjonen innenfor primærnæringene er knyttet til olje- og gassproduksjon, som bare i mindre grad påvirker innenriks godstransport. Også tertiærnæringene påvirker innenriks godstransport i begrenset grad, fordi mye av denne produksjonen er tjenester som ikke har vesentlig grad av vareinnsats. Et utgangspunkt vil derfor være å benytte et BNP-begrep som i første rekke er knyttet til vareproduksjon og som har sammenheng med godsstrømmene målt i tonn.

Tabell 2.1. Ulike BNP mål som kan sammenlignes med utviklingen i transporterte tonn.

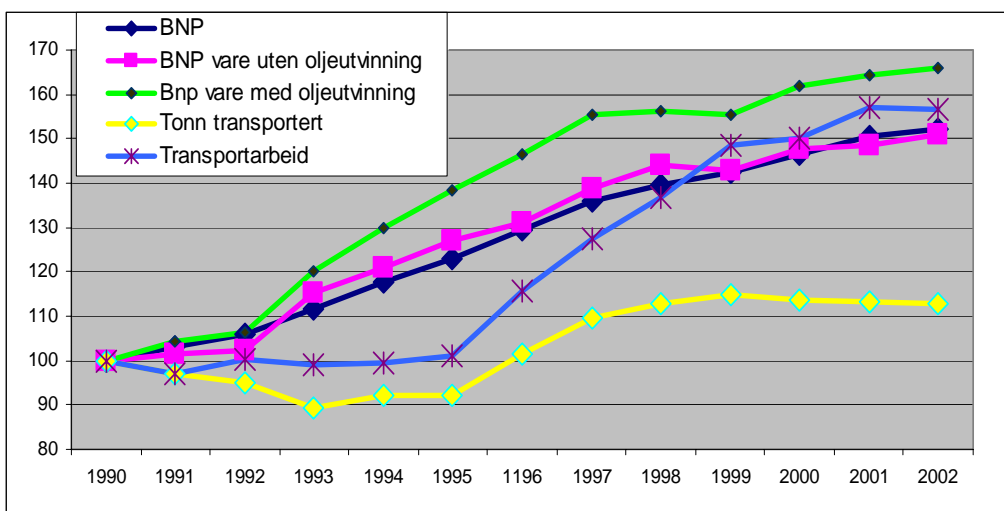
Næringer	BNP	BNP-vare (B) all vareproduksjon	BNP-vare (A) uten oljevirkosmhet
Jordbruk, skogbruk og fiske, inkludert oppdrett av fisk	X	x	x
Utvinning av olje og gass	X	X	
Industri og bergverk	X	X	X
Bygge- og anleggsnæringen	X	X	X
Private tjenester	X		
Offentlige tjenester	X		
BNP begrep	BNP	Vare-BNP (B)	Vare-BNP (A)

Kilde: Hovi, I.B., V Jean-Hansen, J Andersen og O Ivanova (2002).

Begrepet BNP-vare (A) omfatter vekstrater for vareproduserende sektorer eksklusive oljevirkosmhet, og er det begrepet som best kan sammenlignes med utviklingen i transporterte tonn innenlands.

I figur 2.3 har vi sammenlignet forløpet av en del sentrale BNP-begrep og hhv tonn transportert innenlands og transportarbeid utført på norsk område.

Figur 2.3. Volumendringer i bruttonasjonalprodukt (BNP) og avledete begreper av varedelen av BNP, sammenlignet med transportindikatorer for antall tonn transportert innenlands og innenlands transportarbeid.



TØI-rapport 756/2004

Det framgår av figur 2.3 at de størrelsene med tilnærmelsesvis lik vekstrate er ”BNP vare (A)”, som er vare BNP uten oljevirkosomhet og ”Transporterte tonn”. Vi ser av figuren at begge disse to begrepene har hatt lavere vekst enn total BNP og ”BNP vare (B)” der oljevirkosomheten er inkludert. Transportarbeidet vokser raskere enn transporterte tonn som følge av at gjennomsnittlig transportavstand per tonn er økt i perioden.

2.3 Sammenheng mellom næringsutvikling og transportarbeid i ulike delmarkeder

I empirisk forskning er flere variable trukket inn for å estimere signifikansen til sammenhengen mellom transport og økonomisk aktivitet. De mest åpenbare variabler i en slik sammenheng er BNP, sysselsetting, industriproduksjon, import og eksport. Tidligere empiriske studier (Meersman og Van de Voorde, 1999) viser at i Europa er det ikke så mye BNP som er drivkraften bak etterspørsel etter godstransport, men produksjonsvolum i industrien. Disse to variablene utvikler seg ikke alltid proporsjonalt, hovedsakelig fordi økonomisk vekst i mange vestlige land er generert av tjenestenæringene, mens relevansen til produksjonssektorene avtar.

Vi har tatt utgangspunkt i Fylkesvis Nasjonalregnskap fra 1993 til 2000. Dette er den lengste perioden det foreligger FNR-data som er konsistente mht av næringsgruppering. Videre har vi hentet opplysninger fra SSBs lastebilundersøkelser om transportarbeid utført av biler hhv under og over 3,5 tonns nyttelast. Utgangspunktet for analysen var å kople transportarbeid for ulike typer av varegrupper opp mot sektorene som produserer disse varene, men dette viste seg å ikke være mulig å gjennomføre med tilgjengelig datatilgang, fordi det ikke kunne etableres konsistente koplinger mellom varetype og næring. Mange næringer produserer eller forbruker mer enn en varetype, samtidig som en vesentlig vare i SSBs lastebilundersøkelse er ”Varer som ikke kan spesifiseres”, hvilket skyldes at dette er varer som er samlastet under transport. Vi har i stedet gjennomført en mer aggregert tilnærmedelse, der vi har estimert en sammenheng mellom transportarbeid og hovedtype av næring. Den estimert modellen kan uttrykkes ved følgende relasjon:

$$(1) \quad tkm_{NLk}^{fi} = \alpha \cdot T^{\beta_1} \cdot V_1^{\beta_2} \cdot V_2^{\beta_3} \cdot V_3^{\beta_4} \cdot D_i^{\gamma_i}$$

tkm_{NLk}^{fi} Utkjørt tonnkilometer med hhv godsbil med NL over og under 3,5 tonn

T Trendvariabel

V_1 Produksjonsverdi i primærnæringer i fylke i

V_2 Produksjonsverdi i sekundærnæringer i fylke i

V_3 Produksjonsverdi i tertiærnæringer i fylke i

D_i Dummyvariabel for landsdel

Der $\alpha, \beta_i, \gamma_i$ er ukjente parametre som vi ønsker å estimere

Det er to hovedfordeler med en slik utforming av relasjonen, der den ene er at ved å ta logaritmen til relasjon (1) får den følgende loglineære form:

$$(2) \quad \ln(tkm_{NLk}^{fi}) = \ln \alpha + \beta_1 \ln T + \beta_2 \ln V_1 + \beta_3 \ln V_2 + \beta_4 \ln V_3 + \gamma \ln D_i$$

Funksjonen kan derved estimeres som en lineær relasjon. Den andre fordelingen er at parameterne i en slik modellutforming er lik elastisitetene, og den direkte tolkningen av parametrene er derved prosentvis effekt på transportarbeidet ved endringer i noen av næringene. Hovedresultatene fra estimeringen kan oppsummeres i tabell 2.2:

Tabell 2.2. Estimat til parametrene i relasjon i (2) som viser sammenheng mellom utvikling i hovednæringer og vekst i godstransportarbeid for godsbiler med nyttelast hhv over og under 3,5 tonn.

Regresjonsstatistikk	
Multipel R	0,97
R-kvadrat	0,95
Justert R-kvadrat	0,94
Standardfeil	0,63
Observasjoner	190

	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nederste 95%	Øverste 95%
Skjæringspunkt	435,99	321,30	1,36	0,18	-197,97	1069,94
År	-56,50	42,29	-1,34	0,18	-139,94	26,94
Primærnæringer	0,08	0,10	0,85	0,40	-0,11	0,28
Sekundærnæringer	0,95	0,09	10,25	0,00	0,77	1,13
Tjenesteytende næringer	0,45	0,07	6,17	0,00	0,31	0,59
Dummy Sørlandet	0,32	0,17	1,93	0,06	-0,01	0,66
Dummy Midt-Norge	0,48	0,15	3,11	0,00	0,18	0,78
Dummy Trøndelag	0,22	0,15	1,45	0,15	-0,08	0,53

TØI-rapport 756/2004

R-kvadrat er den multiple korrelasjonskoeffisienten, mens Justert R-kvadrat er den multiple korrelasjonskoeffisienten, justert for antall frihetsgrader i modellen, og gir et mål på hvor godt modellen passer til datagrunnlaget. Desto bedre modellen passer til datagrunnlaget, desto nærmere 1 er koeffisienten. Et annet mål på hvor godt utformet modellen er, er parametrenes t-verdi. Disse bør være større enn 1,96 i absoluttverdi (95 prosents signifikansnivå), mens en t-verdi som er høyere enn 1,282 gir signifikante koeffisienter på et 80 prosents signifikansnivå. Vi har benyttet en trinnvis regresjons, der parametere er utelatt dersom de verken er signifikante eller bidrar til økt R-kvadrat.

Størst korrelasjon finnes mellom transportarbeid og produksjonsverdi i sekundærnæringerne, der en økning i produksjonsverdien med 10 prosent slår ut i en signifikant økning i transportarbeidet for biler med nyttelast over 3,5 tonn, med 9,5 prosent. Minst korrelasjon er det mellom produksjon i primærnæringerne og transportarbeidet, der en økning i produksjonsverdien i primærnæringerne slår ut i en økning i transportarbeidet på 8 prosent, men dette er ikke signifikant. Dette virker rart, fordi det har vært en betydelig sentralisering innenfor jordbruket, slik at økt produksjon innenfor denne sektoren burde slå ut i økt transportarbeid. For tjenesteytende næringer finner vi bare signifikante sammenhenger mellom produksjonsverdi og transportaktivitet for de minste godsbilene med tillatt nyttelast under 3,5 tonn, men der en 10 prosents økning i produksjonsverdien for disse næringene vil slå ut i en signifikant økning i transportarbeidet på 4,9 prosent. Dummyen for landsdeler gir en signifikant høyere transportarbeid bare for produksjon på Sørlandet og i Midt-Norge.

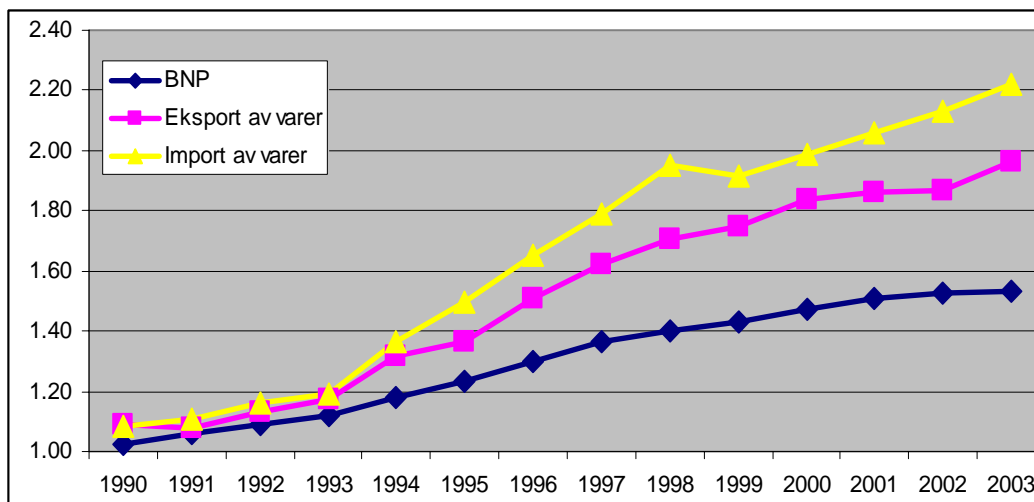
2.4 Næringsutvikling

2.4.1 Norge – et lite land med åpen økonomi

Vekst i internasjonal handel er en viktig drivkraft for økonomisk utvikling. Den norske økonomien er basert på utstrakt handel med utlandet og import og eksport utgjør hhv 28

og 41 prosent av bruttonasjonalproduktet. Denne andelen har vært relativt konstant siden 1990, men har i løpende priser vært noe avtakende for importen, som er redusert med 6 prosentpoeng i andel av BNP siden 1990 i verdi. I den delen av eksport og import som er varehandel med andre varer enn dem som er knyttet til petroleumsindustrien, utgjør import ca 18 prosent og eksport ca 12 prosent av BNP, noe som har vært en liten reduksjon fra 1990 da vareandelen av eksport utgjorde 15 prosent og vareandelen av import utgjorde 21 prosent i verdi. Tar man utgangspunkt i SSBs volumindekser finner man en annen utvikling: Da er eksporten økt med 3 prosentpoeng i andel av BNP, mens import er økt med 7 prosentpoeng i andel av BNP fra 1990 til 2003. Denne utviklingen framkommer av figur 2.4 som i hovedtrekk viser at i volum er import av varer økt mer enn eksport av varer, som igjen er økt mer enn BNP.

Figur 2.4. Volumindekser for varedelen uten petroleumssektoren i import og eksport. 1990=100.



Kilde: www.ssb.no

Norge er et land som i stor grad produserer og eksporterer råvarer og halvfabrikata. Tilgang til billig energi har ført til at Norge tradisjonelt har hatt mye kraftkrevende industri med lav bearbeidelsesgrad. For å kunne produsere dette utgjør råvarer også en vesentlig del av importen i volum, som inngår som innsatsfaktorer i produksjonen. Da dette er varer som utgjør en stor andel av volumene og derved også transportbehovet er det nær sammenheng mellom utviklingen i import og eksport, noe som framgår av figur 2.4.

På relativt få år har industrien i Norge tapt tidligere konkurransefortrinn som tilgang til billig kraft og kunnskap. Liberalisering av kraftsektoren har utjevnet strømprisene i Nord-Europa, og globalisering av økonomien i Øst-Europa og Kina har gitt tilgang på rimelig og kvalifisert arbeidskraft. Realkostnadene ved transport er redusert over hele verden. Dette skyldes dels høyere verdi på godset som sendes, men også redusert forhold mellom vekt og volum. Dette fører til en konsentrasjon av produksjon (eller deler av produksjon) i spesialiserte bedrifter. Reduserte kostnader ved bruk av telekommunikasjonsutstyr og IT-verktøy kan også være medvirkende faktorer for veksten i globaliseringen. En annen viktig faktor er voksende internasjonal handel. Verdenshandelen er i følge Verdensbanken, i gjennomsnitt økt fortere enn verdens BNP. Dette skyldes i hovedsak reduksjoner i tollavgifter og kvoter. Økt internasjonalisering av industrisektoren er en global trend. Vestlige bedrifter organiserer virksomheten på tvers av landegrensene og setter ut produksjon til lavkostland for å øke lønnsomheten. En del etablerer virksomhet i utlandet for å komme nærmere eksportmarkedene. Spesielt settes de arbeidsintensive delene av

vareproduksjonen ut, men enkelte bedrifter velger i stedet automatisering av produksjonen innenriks. Globaliseringen bidrar til at knutepunktene som forbinder innen- og utenrikstrafikken blir viktigere. Det samme gjør de intermodale transportløsningene, og forbindelseslinjene til utlandet blir relativt viktigere. Det indre markedet i EU og utvidelsen av EU mot øst, vil føre til inntektsutjevning og økt internasjonal handel, som igjen fører til økt transport over landegrensene.

I en studie av internasjonal logistikk og faktorer som bidrar til at bedrifter bedrer konkurranseevnen, er spesifikk oppmerksomhet rettet mot internasjonal økonomisk utvikling i de markedene som foretakene opererer (Meersman og Van der Voorde, 2001). Det ble identifisert et antall viktige utviklingstrekk som påvirker internasjonale godsstrømmer: Globaliseringen av produksjonsprosessene, voksende konkurranseevne i internasjonal handel, supply chain management strategier, tidsbasert konkurranse, innføring av IT-verktøy, EDI og global elektronisk handel.

Import av forbruksvarer har et annet transportmønster enn import og eksport av råvarer. Hovedtransportmønsteret for disse varene er enten på lastebil fra kontinentet via Ørje eller Svinesund, eller sjøverts transport i containere til Østlandsområdet. Østlandet generelt og Oslo spesielt har en overveldende andel av import av forbruksvarer som skal til store deler av Norge. Dette skyldes at det i Oslo-området er mange nasjonale importører og hovedlagre for butikkjedene, og at godset har sin første destinasjon der innenriks. Fra importør sendes gods i et landsdekkende distribusjonsnett, og for mindre forsendelser benyttes samlasterne, der fordelene nettopp er den at disse transporterer mange mindre forsendelser sammen slik at en får fylt opp hele transportenheter før transport over lengre avstander.

Tabell 2.3. Import og eksport i hhv verdi (mrd kr), kvantum (mill tonn) og enhetsverdi (kr/kg). Stykkogods og bulk. Alle verdier i 2001-kroner. Transport til og fra kontinentalsokkelen er ikke inkludert.

		Stykkogods				Bulk			
		1995	1997	1999	2001	1995	1997	1999	2001
Import	Mill, tonn	5,1	6,0	6,2	5,5	15,1	16,5	21,6	21,3
	Mrd kr,	168,1	190,7	199,2	189,5	54,6	58,5	60,9	79,0
	Kr/kg	33,0	31,6	31,9	34,3	3,7	3,6	2,8	3,7
Eksport	Mill, tonn	5,8	6,2	6,1	4,8	26,8	31,5	27,4	28,9
	Mrd kr,	85,8	97,4	95,3	93,3	65,1	70,6	63,2	74,1
	Kr/kg	14,8	15,8	15,5	19,3	2,4	2,2	2,3	2,6

TØI-rapport 756/2004

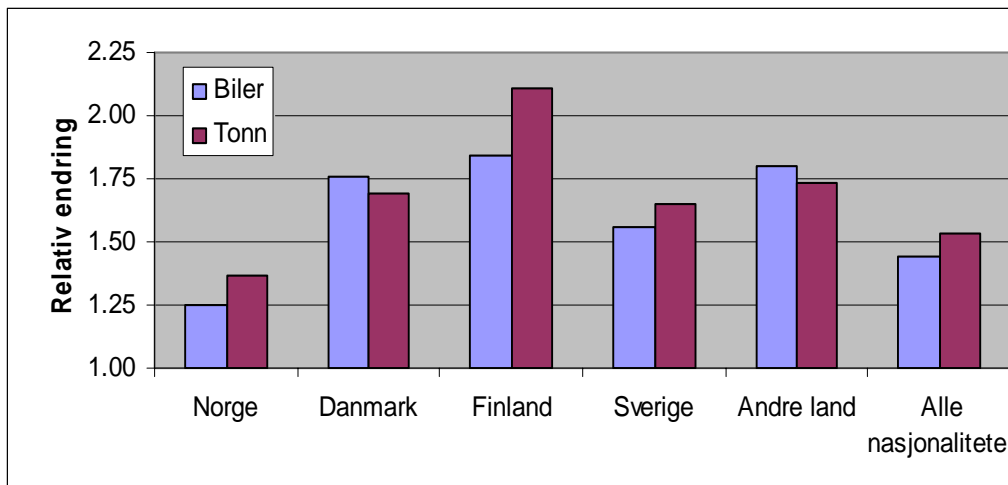
For å belyse utviklingen i utenrikshandelens struktur med hensyn til varegrupper og transportmiddelfordeling, har vi analysert Statistisk sentralbyrås utenrikshandelsstatistikk for 1995 til 2001. Tall for 1995 og 1997 er hentet fra Madslie et al (2000). Denne rapporten gir tall for import og eksport til og fra fastlandet, mens transport til og fra kontinentalsokkelen og petroleumsprodukter ekskludert. For sammenligningens skyld har vi valgt å presentere tallene for 1999 og 2001 på samme måte som ble gjort av Madslie et al. For å kunne sammenligne utviklingen i verdi har vi benyttet faste priser (2001), basert på SSBs konsumprisindeks. Figuren viser at realverdien av stykkogodsimporten er økt fra 1995 til 1999 for stykkogods, men at det var en reduksjon fra 1999 til 2001. Økningen i realverdi har vært noe større enn økningen i kvantum slik at enhetsverdien i kr pr kg har økt noe. For eksport av stykkogods var det en liten økning i kvantum i perioden fram til 1999, men fra 1999 til 2001 har det vært en kraftig reduksjon, mens realverdien ikke er tilsvarende redusert. Enhetsverdien for eksportgodset er derfor økt betydelig.

For bulk har det for importen vært en kraftig økning i volum og realverdi fra 1995 til 2001, men enhetsverdien har vært tilnærmet uendret. Også for eksport har det vært noe

økning i volum og realverdi. Fordelingen av varegruppens andel av import og eksport har endret seg i perioden 1985 til 2001. Tabell 2.3 viser at stykkgoods har mistet noe av sin betydning for import og eksport. Dette gjelder både mengde og verdi. Bulk har hatt en stabil andel av importen, målt etter mengde. Eksporten av bulkvarer har økt ganske kraftig, både i mengde og verdi.

Figur 2.5 viser relativ endring i hhv antall lastebiler over grensen og godsmengder ut og inn av Norge med lastebil, etter bilenes nasjonalitet.

Figur 2.5. Relativ endring i hhv antall lastebiler over grensen og godsmengder ut og inn av Norge med lastebil, etter bilenes nasjonalitet 1990 – 2002.

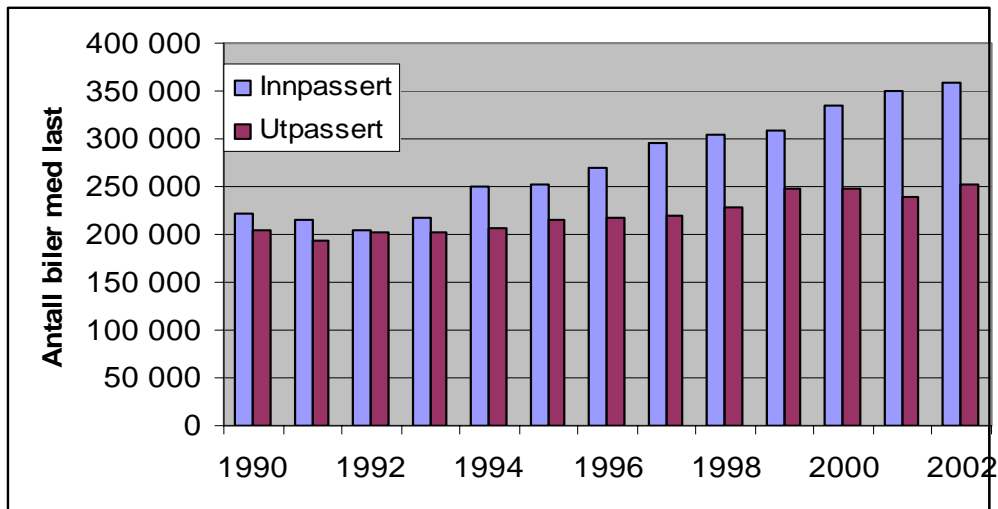


TØI-rapport 756/2004

Figur 2.5 viser at det har vært en økning i godsmengdene som transporteres med lastebil over grensen med 54 prosent fra 1990 til 2002, mens tilsvarende økning i antall biler var 44 prosent. Det innebærer at det har vært en økning i gjennomsnittlig godsmengde pr bil med 7 prosent i perioden. Figuren viser videre at de norske bilene har økt minst i antall, men også i godsvolum, mens det er de finske bilene som har økt mest i antall og godsvolum. Godsmengder transportert med finske biler er mer enn fordoblet fra 1990 til 2002. De norske bilene utgjør fremdeles den dominerende andel av antall biler med 44 prosent i 2002, dernest følger svenske biler med 37 prosent, danske biler med 8 prosent, finske biler med 5 prosent, mens biler fra andre land utgjør i 2002 fremdeles ikke mer enn 7 prosent av totalt antall inn- og utpasserte biler, men disse bilene er økt med 80 prosent fra 1990 til 2002.

Figur 2.6 viser antall biler med last hhv innpassert og utpassert. Figuren viser at antall innpasserte biler er økt vesentlig mer enn antall utpasserte biler. Veksten i antall innpasserte biler har vært hele 63 prosent mens tilsvarende vekst i antall utpasserte biler har vært 24 prosent. Det innebærer at det i første rekke er importen til Norge som er kostnadsdimensjonerende for transporten, noe som er en fordel for norske produsenter.

Figur 2.6. Antall lastebiler med last hhv innpassert og utpassert over grensen 1990 – 2002.



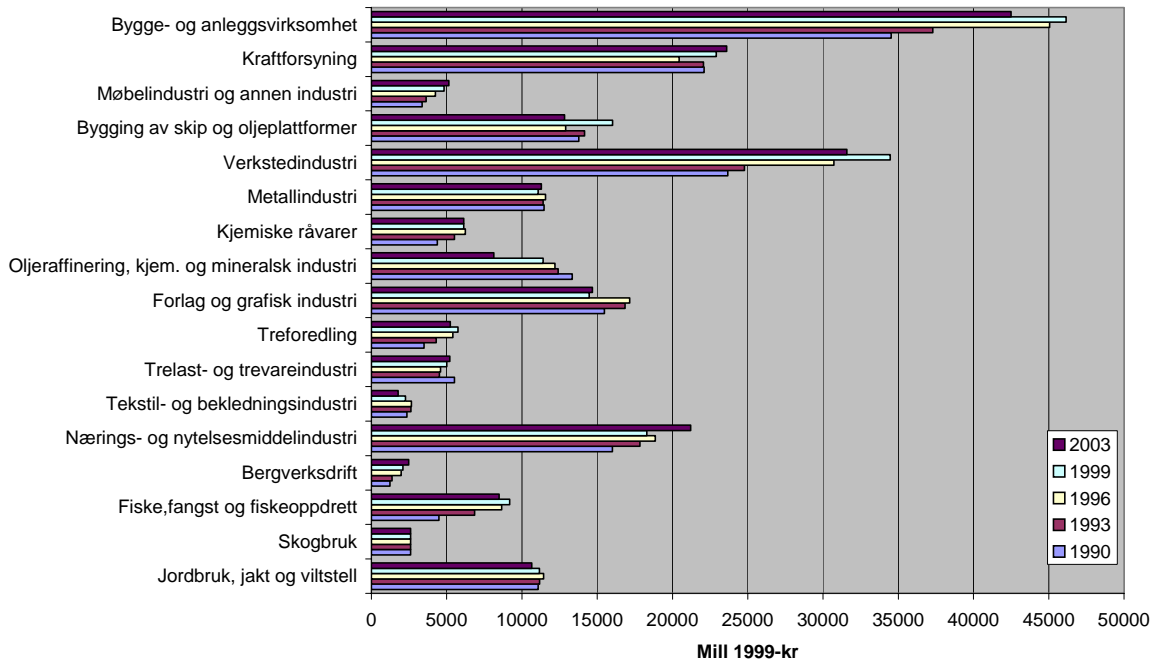
TØI-rapport 756/2004

2.4.2 Næringer i vekst

Som det ble påpekt i kapittel 2.2 har det siden midten av 1980-tallet vært en vedvarende økning i tjenestenæringene som har vært vesentlig høyere enn veksten i primær- og sekundærnæringene. Siden det i først rekke er veksten i primær- og sekundærnæringene som har innflytelse på utviklingen i godstransportene, har vi i figur 2.7 beregnet utviklingen i faste 1999-kroner for de viktigste industrinæringene. De fleste næringene har hatt en vekst i perioden det sees på her, men de trender som vi særlig vil framheve, er positiv utvikling for Bygg- og anlegg, Møbelindustri, Verkstedsindustri, Treforedling, Nærings- og nytelsesindustri og Fiske og oppdrettsvirksomhet. Av de sektorene som ser ut til å ha hatt en tilbakegang kan nevnes Forlag- og grafisk industri, Oljeraffinerer og kjemisk industri.

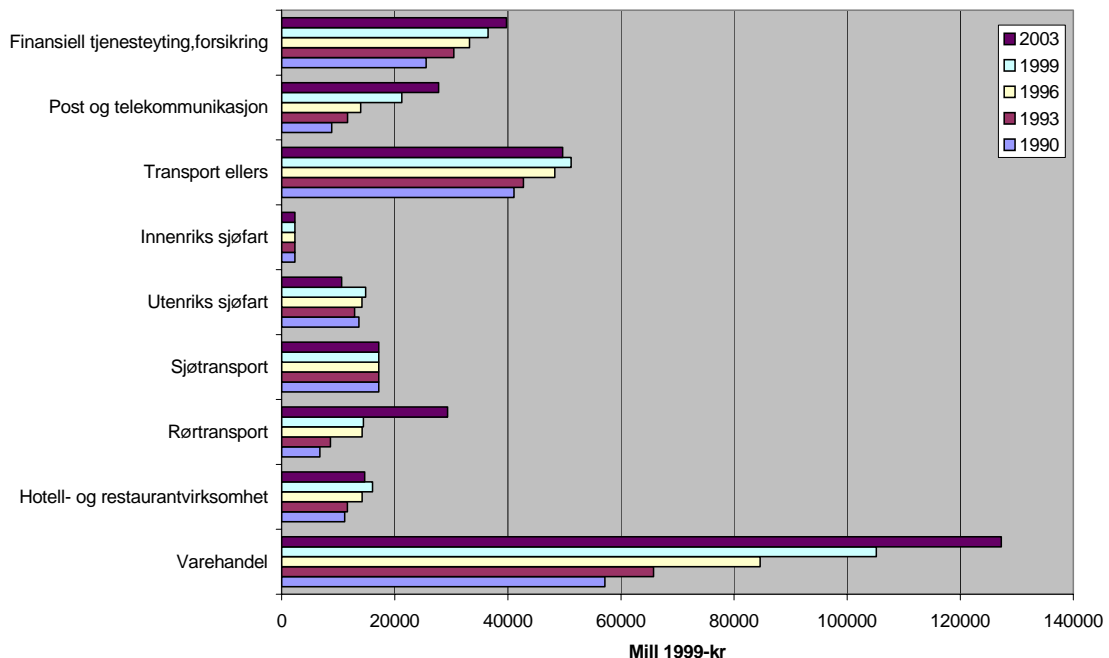
Det har gjennom flere tiår vært et skift i økonomien i retning av sektorer som produserer varer med høyere bearbeidelsesgrad og derved også verdi i kr pr tonn. Karakteren til godset som produseres er blitt endret. Det har vært en reduksjon i bulktransporter (f eks råmaterialer og halvfabrikata), som typisk har en høy tyngde og lav verdiskapning og kr pr tonn, hvilket har vært i favør av mer lastebiltransport. Dette har ført til økt tidsverdi for godset som transporteres, og derved økte tidskostnader som trekker i favør av strengere krav mht framføringstid, som trekker i retning av vegtransport på bekostning av sjø-, jernbane- og intermodale transportløsninger.

Figur 2.7. Volumutvikling i primær og sekundærnæringene fra 1993 til 2000, basert på Nasjonalregnskapet. Bruttoproduct i basispriser. Millioner 1999-kr.



TØI-rapport 756/2004

Figur 2.8. Volumutvikling i tertiærnæringene fra 1993 til 2000, basert på Nasjonalregnskapet. Bruttoproduct i basispriser. Millioner 1999-kr.



TØI-rapport 756/2004

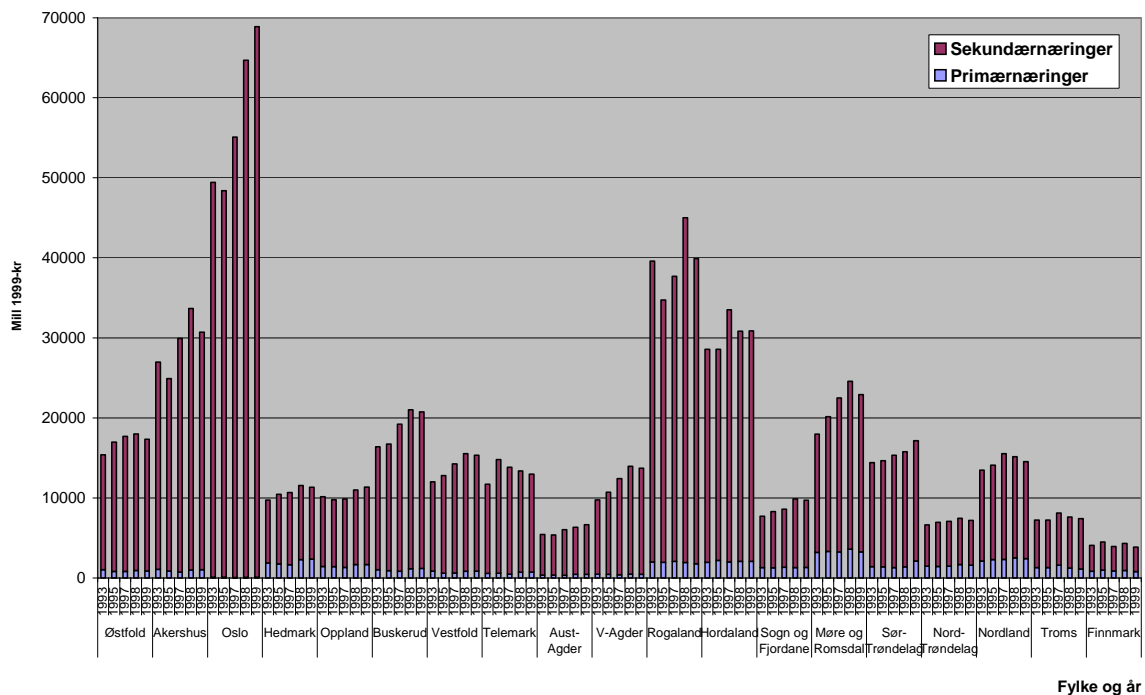
Vi har også tatt med en figur (2.8) som viser tilsvarende utvikling for tertiærnæringene. Størst vekst i perioden 1993 til 2000 finner vi for varehandel som har økt med som er mer enn doblet i volum fra 1993 til 2003. Andre tjenestenæringer med stor vekst, er Post og tele og Forretningsmessig tjenesteyting og utleievirksomhet. Varehandel er den av disse

næringene som er mest transportintensiv, fordi det kreves godstransport for å få varene levert til butikkene. Veksten i varehandel henger sammen med at det i perioden fra 1990 til 2003 har det vært en vedvarende vekst i privat forbruk, og veksten i personlig forbruk har vært høyere enn veksten i BNP i perioden 1995 til 2003. Det kan også være en effekt av økt kjededannelse som fører til økt markedsinntekt og derved økt profitt i bransjen.

2.4.3 Regioner i vekst

I figur 2.9 har vi hentet ut aggregerte tall fra fylkesvis nasjonalregnskap for primær- og sekundærnæringene som viser utviklingen i bruttoprodukt etter fylke. Dette er for å få et inntrykk av om det er noen regioner som vokser mer enn andre. Alle verdier er deflatert til faste 1999-kroner. Figur 2.8 viser først og fremst den sentrale rollen som Akershus og Oslo-området har for verdiskapningen i Norge, og det framkommer også klart at det er nettopp dette området som har hatt størst vekst i sekundærnæringene. Som andel av bruttoproduktet står primærnæringene for en mindre andel i nesten alle fylker. Også Buskerud, Vestfold, Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Møre- og Romsdal og Sør-Trøndelag har hatt en betydelig vekst i primær- og sekundærnæringene gjennom 1990-tallet.

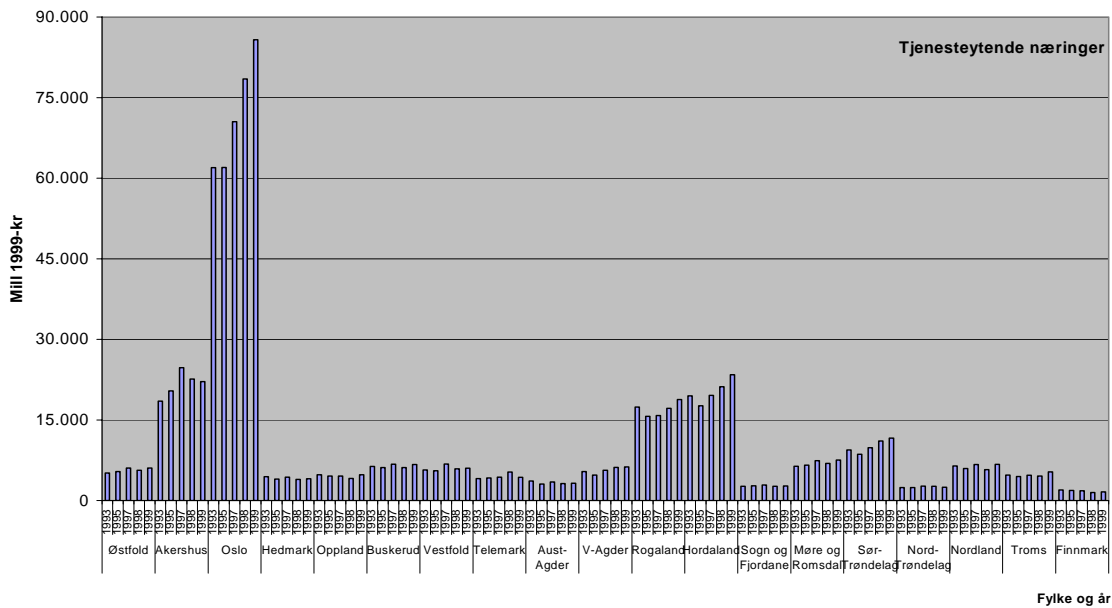
Figur 2.9. Utvikling i primær- og sekundærnæringene fra 1993 til 1999, basert på Nasjonalregnskapet. Bruttoproduct i basispriser. Millioner 1999-kr.



TØI-rapport 756/2004

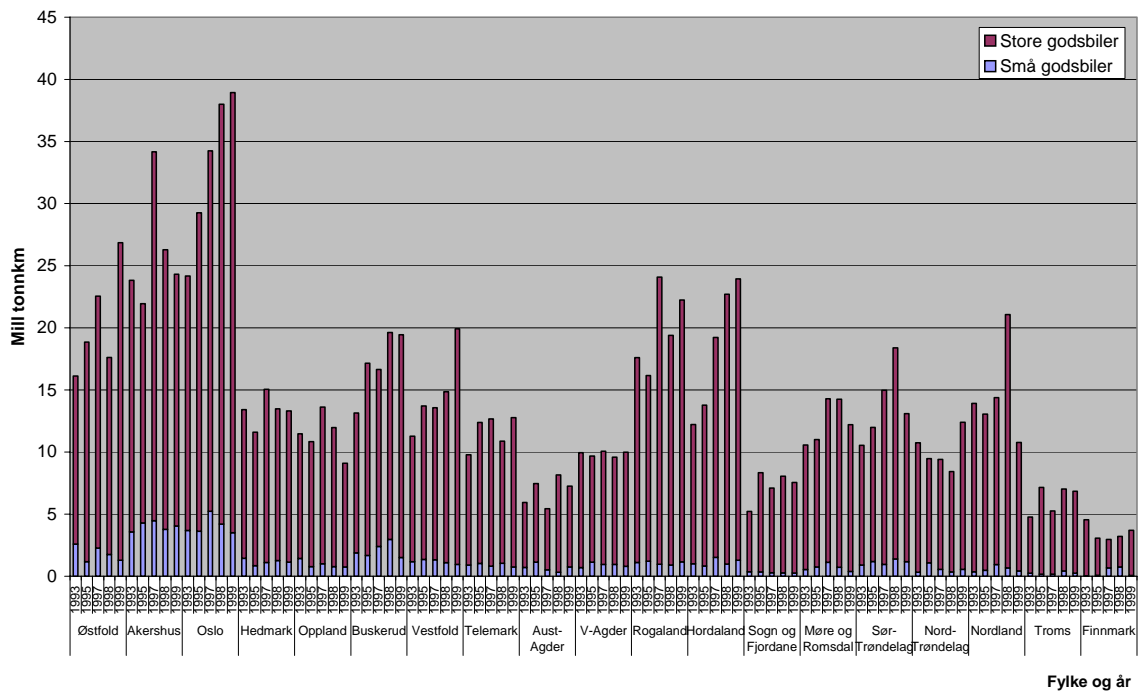
Tilsvarende utvikling, men for tertiærnæringene framkommer av figur 2.10, der det framkommer enda tydeligere enn for primær- og sekundærnæringene den særskilte posisjonen som Oslo har for verdiskapningen, og Oslo har da også hatt størst vekst gjennom 1990-tallet i tjenesteytende næringer. Andre særskilte vekstområder er Akershus, Rogaland og Hordaland. Bruttoproductet for tertiærnæringene er mer enn dobbelt så høyt som i primær- og sekundærnæringene i Oslo.

Figur 2.10. Utvikling i tertiærnæringene, unntatt eiendomsdrift, offentlig forvaltning, undervisning og helse og sosialtjenester, fra 1993 til 1999, basert på Fylkesvis Nasjonalregnskap. Bruttoprodukt i basispriser. Millioner 1999-kr.



TØI-rapport 756/2004

Figur 2.11. Utvikling i transportarbeid for godsbiler med nyttelast hhv over og under 3,5 tonn fra 1993 til 1999. Millioner tonnkm.



TØI-rapport 756/2004

Vi har i figur 2.10 gjengitt utviklingen i transportarbeid for godsbiler med nyttelast hhv over og under 3,5 tonn i perioden 1993 til 1999. I denne sammenheng er fylkeslokaliseringen gjengitt som der transporten har hatt opprinnelses- eller destinasjonssted, noe som er unyansert, men fordi tallene er basert på lastebilundersøkelsene er det ikke mulig å henføre transportarbeidet direkte til det fylket transportarbeidet er utført. Figuren gir likevel indikasjoner på utviklingen. Det er på langt nær like klar tendens mht tyngdepunkt i Oslo/Akershus som kilde for utført transportarbeid, som ved næringsutvikling, men det kan skyldes betydelig andel distribusjonskjøring, som i hovedsak er kortere avstander. Det er en kraftig vekst i transportarbeid i Oslo/Akershus, Rogaland, Hordaland, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nordland. Figuren viser også at de minste bilene er mest utbredt i Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud, Rogaland og Hordaland.

2.4.4 Omlegging av produksjonsprosess

Det er de siste tiår skjedd en omlegging av produksjonsprosess fra seriestyrt til ordrestyrt vareproduksjon. En følge av dette var at produksjonsseriene ble mindre, en fikk redusert lagerhold og mindre sendingsstørrelser. En videre følge var økte krav mht leveringstidspunkt for godset og Just in Time ble et vanlig begrep i transport- og logistikkmarkedet. Kravet mht leveringstidspunkt eller snevre tidsvinduer for leveranse førte til dårligere utnyttelse av transportkapasiteten som følge av stor etterspørsel etter transportoppdrag tidlig morgen og ettermiddag.

Det har vært en utvikling i retning av ny produksjonsstruktur, hvor transport er blitt integrert i produksjonslogistikken til bedriftene. Desto høyere verdi til godset som inngår, desto viktigere er hastighet og fleksibilitet ved valg av transportløsning.

Skjerpet krav til transportene har skapt behov for mer effektive løsninger. Dette har ført til at en rekke større transportbedrifter har utviklet tilleggstenester som lagerdrift, ordrestyring, organisering av inngående/utgående logistikk og distribusjon av bestemte varegrupper. Dette kan gi betydelige rasjonaliseringsgevinster ved at transportbedriftene kan se oppdrag for mange kunder i sammenheng og oppnå større godsmengder og bedre retningsbalanse for transportstrømmene.

2.4.5 Sentralisering av vareproduksjon og lager/grossistfunksjoner

Transportkostnadene har vist en avtakende trend (i faste priser) gjennom hele 1990-tallet, og utgjør en mindre andel av samlede produksjonskostnader (ca 7 prosent i Norge). Logistikkfunksjoner outsources og en har hatt en økning i tredjeparts logistikktenester. Stordriftsfordeler søkes hentet ut i produksjon og lager/grossistfunksjoner: Produksjon og lager sentraliseres med den følge at transportavstanden øker. Ekstra transportkostnader som påløper er lavere enn de kostnader som innsparer i form av lønnskostnader og reduserte kapitalkostnader. Det blir også mer vanlig at distribusjonen av varer skjer internasjonalt og at det etableres terminaler eller varelagre som skal dekke et område på tvers av landegrensene. Følgen er at gjennomsnittlig transportavstand øker.

De norske erfaringene understøttes av internasjonale trend- og utviklingsstudier. Resultatene fra en studie av *"European Logistical and Supply Chain Trends: 1999-2005"* (McKinnon A og Forster M, 2000) viser at det forventes at produksjon vil bli mer geografisk konsentrert, spesielt på europeisk og globalt nivå. Studien indikerer videre at denne trenden vil være svakere på nasjonalt nivå enn på europeisk og globalt nivå fordi den nasjonalt begynte tidligere og i større grad er gjennomført. Spesialisering av vareproduksjon i enkeltbedrifter forventes å bli sterkere enn den generelle industrikonsentrasjonen. Studien viser videre at i Europa er det i perioden 1999-2005 er forventet sterkest produk-

sjonsvekst i Øst-Europa med 35 % og i Sør-Europa med 10 %. Det forventes at sentraliseringen av lager vil følge samme utvikling.

Tidsbasert konkurranse (TBC) er i prinsippet utviklingsstrategier for vareproduksjon og leveranse med det formål å tilby kundene med produkter med så kort leveringstid som mulig. Kostnader, verdi og hastighet er ikke lenger sett på som mulige avveininger mot hverandre, men som mål i hver sin retninger, for å bli realisert gjennom effektive TBC-programmer (Hise, 1995). DHL er et eksempel på en slik transportoperatør med suksess, som er spesialisert seg på raske leveranser.

2.5 Skille økonomisk vekst fra vekst i transportytelsene

I kapittel 2.2 og 2.3 ble det påvist at det er en nær sammenheng mellom utviklingen i transportarbeid på veg og BNP, og da særlig i de vareproduserende deler av BNP. Dette gjelder ikke bare i Norge, men er et globalt fenomen. Derfor har en aktuell problemstilling vært hvordan man kan skille utviklingen i godstransport fra vekst i BNP.

I Europakommisjonens White Paper "Time to decide" er det en ønsket målsetting at veksten i transportarbeidet skal være lavere enn veksten i BNP. Dette foreslåes bli gjennomført ved innføring av marginalkostnadsprising av transporttjenestene, dvs at transportøren skal betale en avgift som tilsvarer de eksterne kostnader er forbundet ved transporten (miljø-, ulykkes-, slitasje-, støy- og køkostnader). I kapittel 6 gjengir vi resultatene av beregninger med godsmodellsystemet NEMO/Pingo, der effekten av marginalkostnadsprisingen er estimert på kort og lang sikt.

2.5.1 Internasjonale studier

I følge en artikkel av Kveiborg og Fosgerau (2004) har man i flere land kunnet påvise en lavere veksttakt enn BNP når det gjelder utviklingen i trafikkarbeidet de senere år, mens det ikke har vært påvist tilsvarende trend for transportarbeidet. I artikkelen vises det til resultater av en analyse som er gjennomført for Danmark, der man har kvantifisert effekten av ulike faktorer på utviklingen i transport- og trafikkarbeidet, ved å benytte en dekomponeringsmetode. De faktorer som har hatt størst påvirkning på veksten i transportarbeidet er total vareproduksjon, mens utviklingen mht nærings sammensetning har isolert sett bidratt til redusert transportarbeid. Det vil si at vareproduksjonen har skiftet i retning av mindre transportintensive industrier. Økt vareverdi har isolert sett bidratt til økt transportarbeid, mens transportfaktoren¹ bidrar til redusert transportarbeid. Sistnevnte er en indikator på en mer effektiv leveringskjede fordi varene inngår i færre individuelle turer (mer samlast), som reduserer transportandelen som igjen reduserer transportutgiftene. Det er mange momenter som påvirker denne ene faktoren, nemlig antall transportaktører i markedet og ikke minst antall terminaler og samlastere. Når det gjelder ulike faktorer påvirkning på utviklingen i trafikkarbeidet, har total vareproduksjon mer enn dobbelt så stor påvirkning på veksten i trafikkarbeidet sammenliknet med veksten i transportarbeidet. Varesammensetningen isolert sett bidrar til lavere trafikkarbeid. Det er spesielt viktig å merke seg at størrelsen på lastebilene bidrar isolert sett til redusert trafikkarbeid, hvilket er et resultat av økt gjennomsnittsstørrelse på kjøretøyene i Danmark. De små kjøretøyene står for en stadig mindre andel av trafikkarbeidet. Angående eierskapet av kjøretøyene er det et lite skift fra små egeneide lastebiler mot små leiebiler og et motsatt skift fra store leiebiler til egeneide biler. Gjennomsnittlig lastvekt pr bil er

¹ Transportfaktoren er beregnet som et forholdstall mellom transporterte mengder og produserte mengder og gir uttrykk for hvor mange ganger en vare i gjennomsnitt transporteres (omlastes) fra den produseres til den konsumeres.

økende, med redusert trafikkarbeid som et resultat. Det er også interessant å merke seg at veksten i tomkjøringen er negativ, og derved at kapasitetsutnyttelsen øker, om enn med en moderat vekst.

2.5.2 Lisboa-strategien

I februar 2004 ble det gitt en redegjørelse fra EU kommisjonen om gjennomføring av Lisboa-strategien. Denne strategien rommer flere dimensjoner, hvorav en handler om å bryte trenden mht at samlet godstransportarbeid vokser i takt med økonomisk vekst i den nasjonale økonomien. Norge er av flere grunner ikke med i en slik oversikt selv om EU 12, EU 15, ACC landene (som ble nye medlemmer 1.5.2004) og land som Tyrkia, Bulgaria og Romania er med.

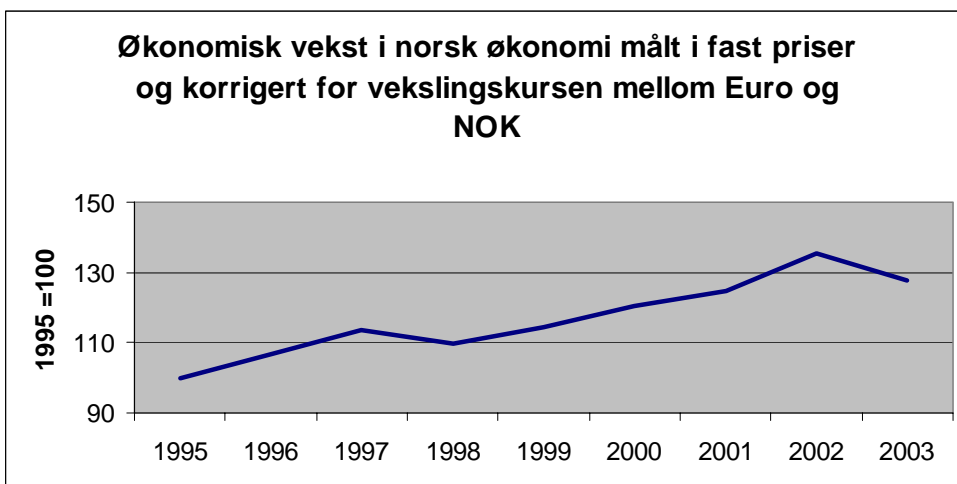
Blant EU 15 + ACC landene har en rangert hvem som har klart å få lavest utvikling av forholdet mellom:

1. Vekst fra 1995 (=100) i det innenlandske godstransportarbeidet (målt i antall tonnkm innen landets grenser)
2. Vekst i BNP målt i faste priser omregnet til Euro med faktisk vekslingskurs siden 1995 (=100)
3. = (1) / (2) for hvert år etter at vi har satt verdien av (3) i 1995 = 100

Ønsket utvikling er at trenden mellom økonomisk vekst og vekst i godstransportarbeidet innenlands brytes. Det vil si at vi observerer et indekstall for 1999 som er lavere enn 100 (1995 nivået) og et nivå for 2002 som er lavere enn nivået i 1999.

Årlig vekst i BNP for hvert år korrigeres for vekslingskursen mellom Euro²/NOK. Vi finner at veksten ikke er monoton, men at det har vært en tilbakegang i 1998 og i 2003.

Figur 2.12. Økonomisk vekst for Norge fra 1995 til 2003. Korrigert for utviklingen i Euro/NOK årlig.



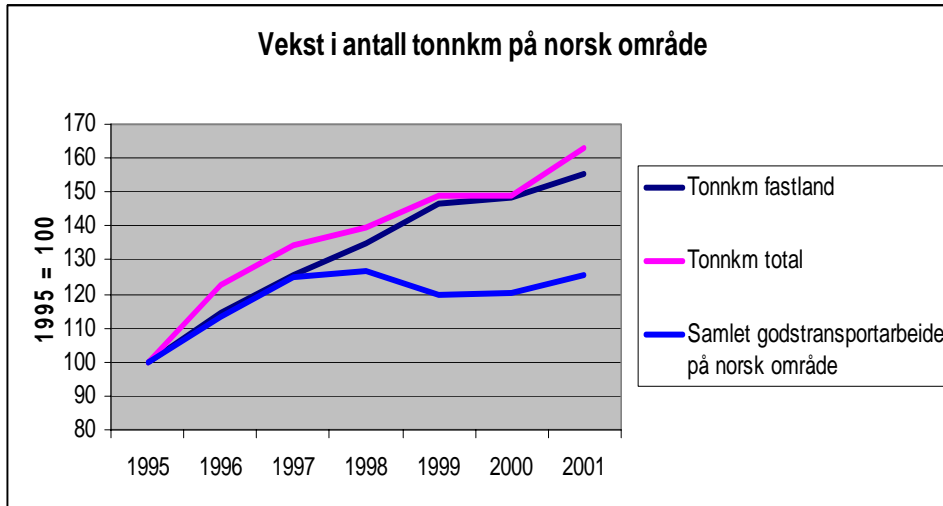
TØI-rapport 756/2004

² Før 1995 er ECU/NOK benyttet.

Veksten i transportarbeidet på norsk område, trenger en presisering. I Rideng (2003) er det beregnet tall for tre begrep:

1. Transportarbeid utført på norsk fastland
2. Transportarbeid inklusive transporter med skip og rør fra norsk kontinentalsokkel
3. Samlet transportarbeid utført på norsk område der import og eksport med utenlandske skip inngår i tillegg til 2)

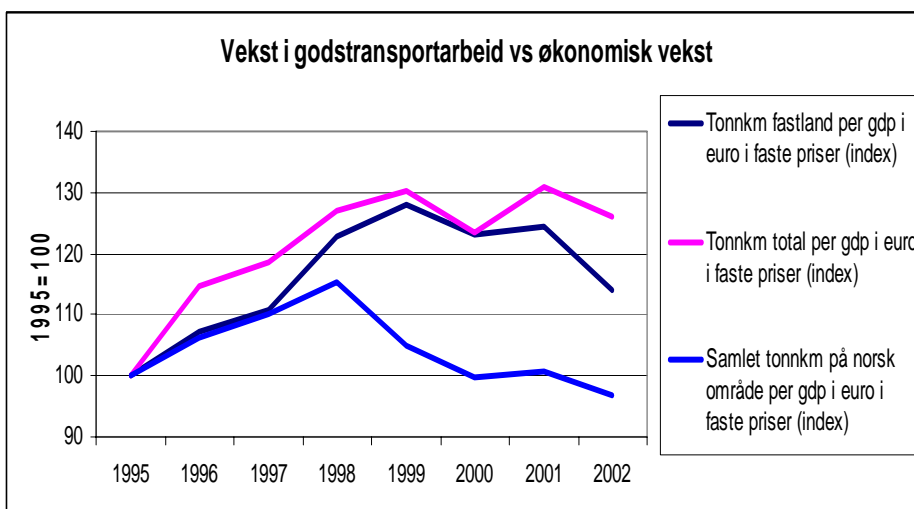
Figur 2.13. Transportarbeidet utført på norsk fastland (kystfart er med) (som 1) over), totalt som 2) over og samlet transportarbeid som 3) over.



TØI-rapport 756/2004

Dersom vi måler økonomisk vekst i forhold til vekst i utført transportarbeid (målt i tonn-km) på norsk område, får vi at det har vært en økning fram til 1998 og så en nedgang etter dette.

Figur 2.14. Transportarbeidet definert som 1), 2) og 3) over delt på utviklingen i bnp målt i faste priser korrigert for kursen mellom Euro og NOK fra 1995 til 2002.



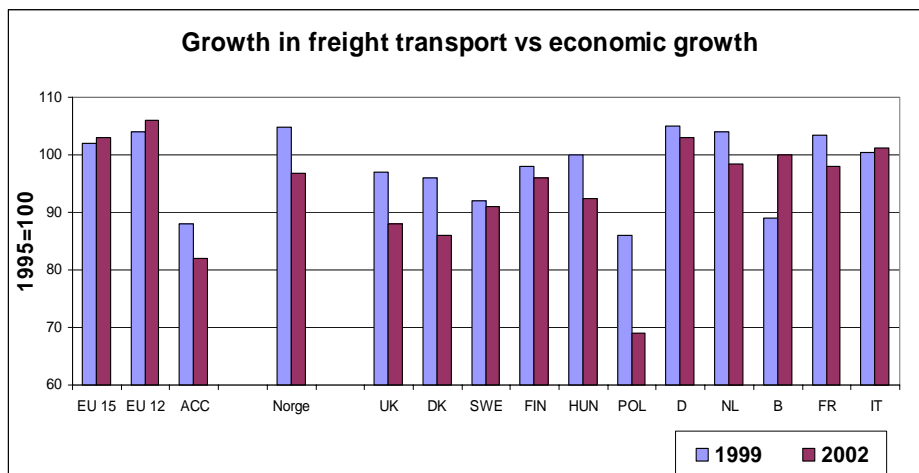
TØI-rapport 756/2004

Figur 2.14 viser den mørke blå kurven utviklingen i forholdet mellom BNP og transportarbeidet på fastlandet for bane, sjø, bil og fly. Den rosa kurven viser tilsvarende forhold, men der den norske delen av transportene til og fra kontinentalsokkelen med rør og skip er inkludert i transportarbeidet. Den siste kurven (blå) viser også transporten fra kontinentalgrensen med både norsk- og utenlandskregistrerte skip som frakter varer til og fra Norge. Denne viser svakest utvikling over tid. Men viser at trendøkningen i forholdstallet (indeks (3)) som definert over, er brutt i 1998 etter at forholdstallet (3) har økt jevnt fra 1995 til 1998.

2.5.3 EU perspektivet

Utviklingen i forholdet mellom transportarbeid og økonomisk vekst i andre land sammenlignet med Norge framgår av figur 2.15, der det framgår at det er 6 land som oppfyller et brudd mellom økonomisk vekst og utviklingen i transportarbeidet allerede i 1999. Det er Storbritannia, Danmark, Sverige, Finland, Ungarn og Polen.

Figur 2.15. Utviklingen i forholdet mellom utviklingen i transportarbeid i forhold til økonomisk vekst fra 1995 til 1999 og videre til 2002.



TØI-rapport 756/2004

Alle land som inngår i figuren, unntatt Italia og Belgia, har hatt en reduksjon i veksten i transportarbeidet sammenliknet med økonomisk vekst fra 1999 til 2002. Av dagens 25 medlemsland, vil det si alle land unntatt Belgia, Slovakia, Tsjekkia, Tyskland, Italia, Luxemburg, Litauen, Østerrike, Latvia, Portugal, Irland, Spania og Estland. For Malta er det ikke laget tall for dette forholdet. Det vil si at halvparten av EU-landene har klart å "snu trenden" enten i 1995 eller i 1999, mens det er 13 av landene som ikke har klart det. Tre av dagens EU-land (Slovakia, Belgia og Tsjekkia) klarte det fra 1995 til 1999, men ikke fra 1999 til 2002.

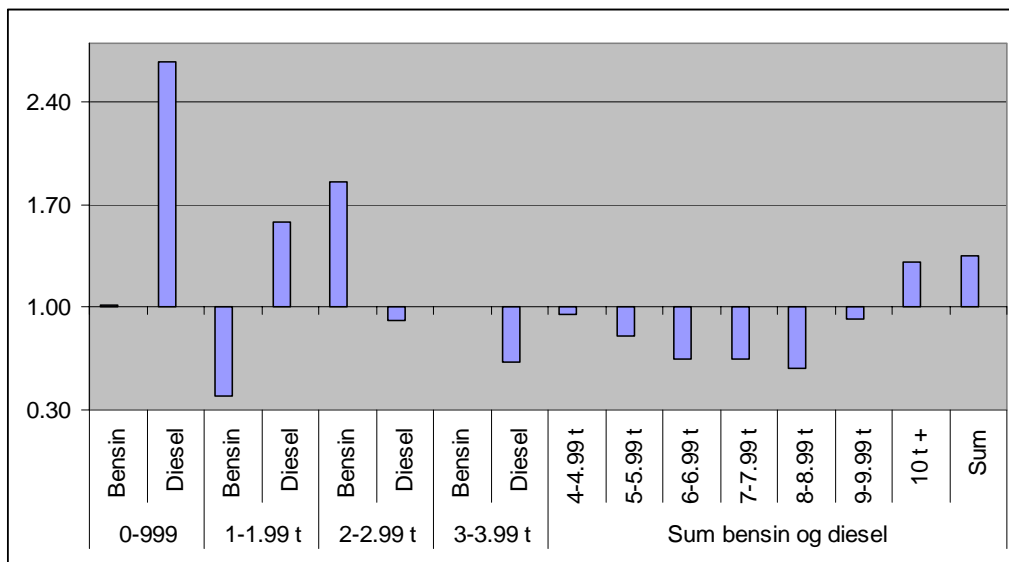
Konklusjonen er at Norge synes også å ha snudd denne trenden fra 1999 til 2002 i likhet med bl a de andre nordiske landene (og Storbritannia) som klarte dette allerede fra 1995 til 1999 og videre fra 1999 til 2002.

3 Utviklingstrekk i lastebilmarkedet

3.1 Registrerte godsbiler

Utvikling i bestanden av godsbiler mht antall og sammensetning sier noe om hvilke delmarkeder det er som øker og hvilke det er som avtar. Endringer i bestanden av godsbiler etter bilenes nyttelast (drivstofftype er inkludert for de minste godsbilene), er beregnet på grunnlag av Opplysningsrådet for Veitrafikken sin årlige Bil og Vei-statistikk. Endringsratene framgår av figur 3.1 og viser at den gruppe av godsbiler som har hatt størst økning fra 1993 til 2003, er dieseldrevne godsbiler med nyttelast opp til 1 tonn er økt med 150 prosent over en periode på 10 år. Bensindrevne godsbiler i samme nyttelastgruppe hatt ikke hatt tilsvarende økning. Tilsvarende gjelder også for neste nyttelastgruppe, der det er dieseldrevne biler som øker men biler med bensindrift er redusert. Dette er biler som er i grenseland mellom person- og godstransport. Den eneste gruppe av godsbiler med nyttelast over 3 tonn som er økt i bestand fra 1993 til 2003, finner man for biler med nyttelast 10 tonn og over, der økningen i bestanden var 30 prosent. Totalt sett over alle størrelsesklasser av godsbiler er bestanden økt med 35 prosent fra 1993 til 2003. Økningen skyldes i hovedsak den store økningen i de små godsbilene. Da dette er en gruppe biler som i mindre grad står for godstransportene, har vi i figur 3.2 trukket disse bilene ut og sett på endringer i den øvrige bilbestanden.

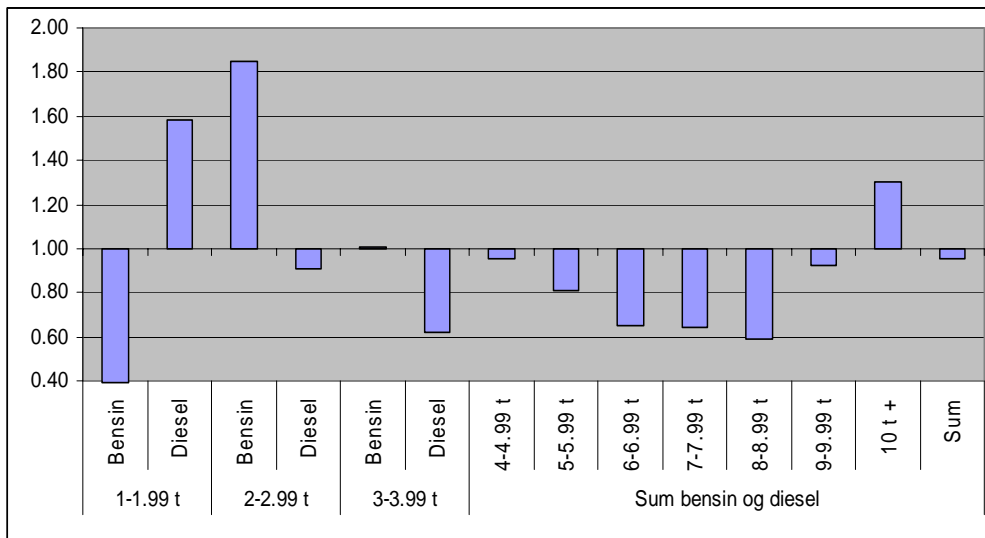
Figur 3.1. Endringer mht bestanden av godsbiler etter nyttelast og drivstoff, 1993 til 2003. Alle godsbiler.



Kilde: Bil og Vei statistikk 1994-2004. 1993=100.

Hvis man trekker ut godsbiler med nyttelast under 1 tonn, er bestanden redusert med 5 prosent fra 1993 til 2003. Det framgår av figur 3.2. Reduksjonen skyldes først og fremst en reduksjon i godsbiler med nyttelast mellom 3 og 10 tonn. Størst reduksjon i bestanden av godsbiler finnes for størrelsesgruppen 3 til 4 tonn nyttelast og 6 til 9 tonns nyttelast som har hatt en reduksjon på 37 prosent i gjennomsnitt.

Figur 3.2. Endringer mht bestanden av godsbiler etter nyttelast og drivstoff, 1993 til 2003. Godsbiler med nyttelast over 1 tonn.



Kilde: Bil og Vei statistikk 1994-2004. 1993=100.

Hovedtrenden mht til utvikling i bestand av godsbilene er at det er en økning i bestanden av små og store godsbiler.

3.2 Endringer i lastebilmarkedet

Varestrømmer er et premiss for godstransport, og økt vareproduksjon fører til mer transport. Det er også andre faktorer som påvirker konkurranseforhold, men også ny teknologi har ført til mer effektiv utnyttelse av bilene. Organisering av transportene er også en faktor som spiller inn.

3.2.1 Teknologisk utvikling

Mobiltelefon og mobile PC-er

Den første og mest naivistiske tilnærmelsen til teknologiske endringer som har hatt betydning for utvikling i transportytelsene for lastebiltransport er mobiltelefonen, fordi den har åpnet muligheten for at transportleder kan ha kontakt med sjåfør mens han er underveis på et oppdrag. Derved kan biler omdedikeres uten forvarsel og ta med seg et oppdrag som er innkommet mens bilen er ute på et annet transportoppdrag. Følgen av dette er at kjøretøyene utnyttes bedre enn før mobiltelefonens inntog.

PDA (Personal Digital Assistant) er en liten håndholdt PC der sjåføren bl a kan få elektronisk informasjon om endingene og rutebeskrivelser, gitt restriksjoner mht akseltrykk og høydebegrensninger. Terminalen kan motta og sende ut oppdatert informasjon underveis i et transportoppdrag.

Elektroniske fraktbrev

Elektroniske fraktbrev er blitt stadig mer brukt av transportører. I disse ligger betydelig informasjon om sendingene som transporteres, som vekt verdi, fra og til sted. Vare er ikke alltid spesifisert. Ofte utstyres forsendelsene med strekkoder som kan leses av en håndterminal (f eks PDA) som sjåføren har med i lastebilen. Det mest spennende ved bruk av elektroniske fraktbrev, sett fra planleggingssiden, er de mulighetene som ligger i dataproduksjon, da man ved å logge de elektroniske fraktbrevene får nøyaktig angivelse av transporten fra opprinnelses- til destinasjonssted, men ofte kjenner ikke transportøren hvilke varer det er som transporteres (gjelder spesielt ved samlastgods).

Ruteoptimerings- og flåtestyringsverktøy

Tradisjonelt har rutevalg vært basert på erfaring og etablerte faste kjøreruter. Med datateknologien har en åpnet for å ta i bruk elektroniske kart og optimeringsrutiner for rutevalg og flåtestyring. Derved kan bilparken utnyttes mer effektivt enn tidligere. Sjåføren kan få oppdaterte kjørerutebeskrivelser via mobile terminaler i bilen.

I 1995 startet et samarbeidsprosjekt mellom Norges forskningsråd, Statens vegvesen, Statens kartverk og Telenor Mobil, der hovedmålet var å verifisere gevinstmuligheter og legge grunnlag for en nasjonal satsning på elektronisk vegdatabase for nyttetransport på norske veger (Transportdemonstratorprosjektet). Erfaringer fra prøveprosjektet viste at bruk av flåtestyring og ruteoptimering med elektroniske vegdata, differensiell GPS og mobil datakommunikasjon kan redusere variabel transportkostnad med fra 3 til 10 prosent og opp til 30 prosent. Som ett ledd i dette prosjektet startet SINTEF opp et arbeid med å etablere et verktøy for flåtestyring, ruteplanlegging og posisjonsfølging basert på elektronisk kartinformasjon. Resultatet ble programpakken Spider som utnytter egenskapene i den elektroniske vegdatabase og foreslår optimal leveringsrekkefølge for oppdragene for hver sjåfør slik at kjøre- og hviletider overholdes.

I oppstarten av Spider i 1997 var det store problemer med at kvaliteten på de elektroniske kartene ikke var tilstrekkelig, men dette er gradvis bedret seg. I 2000 startet SINTEF på nytt arbeidet med Spider og det ble dannet et eget selskap (Greentrip) til å drive videre utvikling, salg og support av programvaren. Det er imidlertid først de siste par årene at elektroniske kartene er blitt så detaljerte og pålitelige at ruteoptimering er på full fart inn som et planleggingsverktøy i transportbransjen.

På markedet finnes det flere ruteoptimeringsprogram enn Spider. Ved bruk av ruteoptimeringsverktøy vil en på grunnlag av informasjon fra elektroniske kart kunne beregne optimale leveringsrekkefølger på transportoppdrag, slik at transportdistansen minimeres, gitt bibetingelser om tillatt akseltrykk, kjøre-/hviletid og tidsvinduer for levering. For bedrifter som har en større bilpark vil verktøyet kunne benyttes bl a til å beregne hva som er optimal fordeling av oppdragene mellom kjøretøyene. De viktigste gevinstene som oppnåes er redusert transportdistanse (generelt) og tomkjøring (spesielt). En får en mer effektiv utnyttelse av bilparken og derved redusert behov for transportmateriell og sjåfører. Endringer som følge av tilfeldig innkomne oppdrag kan raskere dedikeres til det kjøretøy som er nærmest og som har ledig kapasitet. På den administrative siden oppnåes gevinster, fordi hver transportleder kan betjene en større bilpark. Videre vil transportør kunne utøve en bedre kundeservice, fordi en ved verktøyet vil ha tilgang til informasjon om eksakte kjørelengder. Dessuten vil transportør kunne synliggjøre overfor kunden hvilke kostnadsbesparelser som vil kunne oppnås dersom kravet om tidsvindu for hente-/leveransetidspunkt gjøres romsligere, slik at transportøren kan utnytte bilparken mer effektivt gjennom arbeidsdagen.

Track and trace

Noen transportører har tilbud om Track and Trace, som er en tjeneste om sporing av sendinger. Sporing er i hovedsak basert på to prinsipper der punkt nr 1 er det som er mest vanlig:

1. Sendingene utstyres med en strekkode som leses hver gang godset er lastet på eller av et kjøretøy eller lastbærer, f.eks. hver gang sendingen har vært gjennom en terminal
2. Lastbærer er utstyrt med en GPS-sender som loggfører hvor i nettverket kjøretøyet eller varene befinner seg (j. fr. Spider-systemet).

Track and trace har små direkte følger for transportytelsene, men kan brukes slik at nærmeste bil kan sendes til et konkret oppdrag (brukes f.eks. ved verditransport, ambulanser, men også for ordinær godstransport (av stykkgoods)).

3.2.2 Organisering av transportene

Nasjonale transportaktører kjøpes av internasjonale transportører

Det er fire samlastere i Norge med et nasjonalt dekkende terminalnettverk. De siste årene er alle disse kjøpt opp av større norske eller internasjonale aktører i markedet: Linjegods er gått sammen med Schenker, Toll-Post Globe er slått sammen med DFDS, Nor Cargo er kjøpt opp av Posten (og er det eneste av disse fire transportselskapene som fremdeles er nasjonalt eid), mens DHL er et internasjonalt selskap som er gått inn i det norske markedet. En motivasjon for samarbeid og/eller oppkjøp er at det er noe stordriftsfordeler å hente, men vel så viktig at man får tilgang til et nettverk som dekker store deler av Europa som er viktig ved økt internasjonalisering av produksjonsstrukturen i industrien generelt (j. fr. kapittel 2.4).

Eierforholdene i de største norske transportselskapene illustrerer at transportbransjen har blitt internasjonal. Det er de store multinasjonale selskapene som dominerer.

Mange små underleverandører

De store transportselskapene eier selv få transportmidler. Speditørene bruker underleverandører til å transportere godset, dvs. lastebileiere og mindre og mellomstore transportselskaper. Disse står for reparasjon og vedlikehold av egne biler. Det er transportkjøpers marked, derved er lønnsomhetsmarginene presset så langt ned at prissettingen i markedet er kostnadsbasert.

Endringer mht sammensetningen av godset

Sammensetningen av godset er endret gjennom flere tiår, i retning av mer høyverdigs. Dette fører til at verdien i kr pr tonn gods er økende og en får en høyere andel av høyverdigs, som har høyere tidskostnader og krever raskere framføring enn bulkgoods og gods med lav bearbeidelsesgrad. Dette favoriserer lastebiltransport framfor andre transportmidler.

Sendingsstørrelse

Det er forventet en reduksjon i sendingsstørrelsen for transporter innen enkeltland for råmaterialer, komponenter og ferdigvarer (Mc Kinnon og Forster, 2000). Men det forventes en *økning* i sendingsstørrelsen for *grenseoverskridende* transporter i Europa og for globale transporter. Sendingsstørrelsene vil øke mest for transport av komponenter. Utviklingen vil gi økte sendingsstørrelser for transporter til fjerne markeder og reduserte sendingsstørrelser til lokale og regionale markeder.

En utvikling i retning av at kundene krever hurtig levering er etablert i detaljsektoren og forventes å fortsette. I detaljhandelen er det forventet en økning i leveringsfrekvensen og en reduksjon i ordrestørrelsen. Dvs flere og mindre sendinger enn i dag.

Satsning på TEN-nettverket

EUs satsning på TEN – Trans Europeiske Nettverket av motorveier er også en faktor som favoriserer vegtransporter. For å kompensere for dette er det i EU foreslått å innføre marginalkostnadsprising av transporttjenestene (implementering av eksterne kostnader i transportprisene) og en revitalisering av jernbanen og koplingen mellom forskjellige transportmidler. I Marco Polo-programmet, satses det også på å opprette motorveier til sjøs innenfor short sea shipping-markedet.

Færre terminaler

Tilsvarende som for vareproduksjon og lagerhold er det også for godsterminaler (samlastterminaler, havner og jernbaneterminaler) blitt mer vanlig å hente ut stordriftsfordeler ved å begrense antall terminaler som dekker gitte områder. Følgen er økt distribusjonsavstand, men det er en løpende avveining mellom ekstra transportkostnader knyttet til økt distribusjonskjøring versus innsparinger i kapital- og lønnskostnader knyttet til terminalen.

Samlasterne stilles overfor krav om økt effektivitet og større terminaler for å ta ut stordriftsfordeler. Et ledd i dette er at godsstrømmene konsentreres til korridorer og knutepunkter og en får etablering av ”huber”.

3.3 Utvikling i transportytelser for lastebiler

3.3.1 Små godsbiler³

Fram til og med 1999 inngikk godsbiler med nyttelast mellom 1 og 3,5 tonn i SSBs lastebilundersøkelse. Da EUs forordning mht lastebilstatistikk stiller krav til statistikkproduksjon for biler med nyttelast over 3,5 tonn, inngår ikke disse bilene lenger i undersøkelsen. Vi har brukt bakgrunnsstoffet fra denne undersøkelsen til å undersøke hvilke varegrupper det er som i størst grad har bidratt til utviklingen i transportytelsene for de minste godsbilene i perioden fra 1993 til 1999.

Gjennomsnittlig årlig vekst i godsmengde med små godsbiler var 12 prosent fra 1993 til 1999. Varer som ikke er spesifisert i lastebilundersøkelsen utgjør om lag 40 prosent av veksten i transporterte tonn. Årsaken til at dette godset ikke er spesifisert i lastebilundersøkelsen skyldes at det er flere typer gods som er transportert sammen (samlastgods), og derfor ikke kan spesifiseres som egen varegruppe. Den andre varegruppen som bidrar til mye av veksten i transporterte tonn, er metallvarer og verktøy. Dette er en betydelig større varegruppe enn samlastgodset for de små godsbilene, og er i stor grad utstyr som håndverkere har med seg i bilen. Videre er andre trykksaker (reklamemateriell) og post (småpakker) med på å bidra til økning i godsmengdene for de små godsbilene. Dette er typiske budtjenester som krever rask fremføring.

Gjennomsnittlig årlig vekst i antall turer for de små godsbilene har bare vært 0,3 prosent fra 1993 til 1999. Tomturer står for mer enn 30 prosent av denne veksten, disse økte fram til 1995, men har siden vært avtakende.

Utviklingen i trafikkarbeid (kjørte km) for godsbiler med nyttelast mellom 1 og 3,5 tonn var i følge SSBs lastebilundersøkelser nesten uendret fra 1993 til 1999, med unntak av en

³ Med små godsbiler menes godsbiler med under 3,5 tonns tillatt nyttelast.

vesentlig reduksjon i 1996 var kjørte km relativt konstant i perioden. I andel av trafikkarbeidet utgjorde tomtransport nesten to tredeler, men andelen sank med nesten 10 prosentpoeng til 1999.

Gjennomsnittlig årlig vekst i utført transportarbeid for de små godsbilene har vært 9 prosent fra 1993 til 1999. Viktigste varegrupper for denne veksten avspeiles av utviklingen i transporterte tonn og utført trafikkarbeid. Verktøy og samlastgods/stykkogods er de desidert viktigste varegruppene som har bidratt til denne veksten, og utgjør i alt 58 prosent av veksten. Dernest følger trykksaker, post og aviser, med i alt 17 prosent av veksten. Resterende 25 prosent av veksten består av en kombinasjon av mange varer.

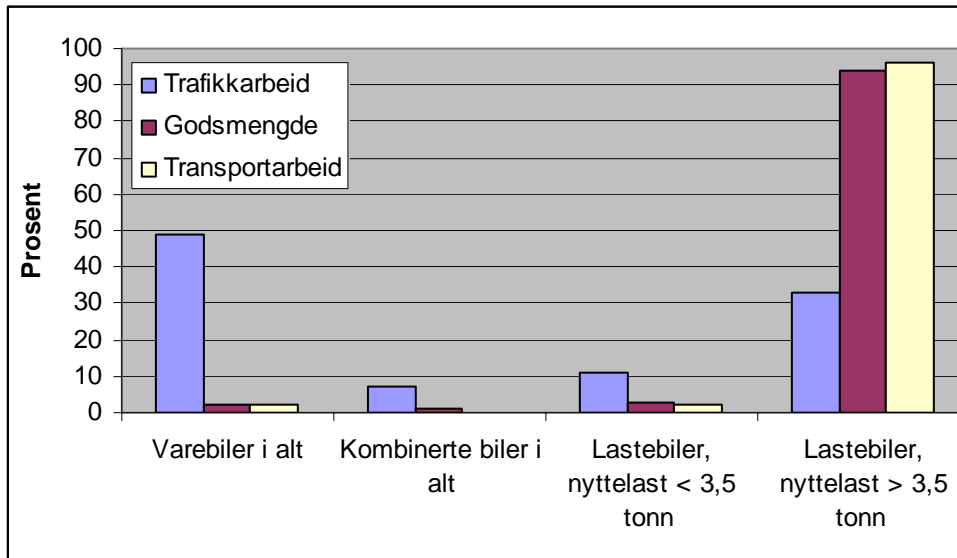
I og med at en ikke lenger har noen statistikk som viser utviklingen i transportytelsene for godsbiler med nyttelast under 3,5 tonn, ble det høsten 2003 gjennomført en undersøkelse blant disse bilene (Rideng og Strand, 2004). Undersøkelsen omfattet også godsbiler med nyttelast under 1 tonn, som ikke inngikk i SSBs lastebilundersøkelser tidligere heller. Undersøkelsen viser at også varebiler med nyttelast under ett tonn spiller en betydelig rolle i godstransporten, men da i første rekke som bidrag til trafikkarbeidet. Dette skyldes særlig at bestanden av disse bilene er stor, men også at den er sterkt voksende. Trafikkarbeidet for disse bilene ligger omtrent på samme nivå som tidligere antatt, mens transportert godsmengde og utført transportarbeid for disse bilene de seneste årene har vært langt lavere enn tidligere antatt. Kombinerte biler med nyttelast mindre enn ett tonn spiller en beskjeden rolle i godstransporten. Disse bilene brukes mest til persontransport, og bestanden er liten og synkende.

Varebiler og kombinerte biler med nyttelast over ett tonn har en mindre bestand enn de små varebilene, men er likevel viktige i godstransporten. Transportytelsene beregnet for 2003 ligger imidlertid godt under SSBs tall fra 1999. Dette gjelder spesielt godsmengde og transportarbeid, men i mindre grad trafikkarbeidet. For lastebiler med nyttelast under 3,5 tonn er det godt samsvar mellom det som kom fram i undersøkelsen og Statistisk sentralbyrås lastebilundersøkelse.

Når det gjelder trafikkarbeid, viste undersøkelsen til Rideng og Strand at varebiler kombinerte biler og lastebiler med nyttelast over 3,5 tonn utgjør til sammen ca 75 prosent av trafikkarbeidet. En god andel av dette transportarbeidet er ren persontransport. De store varebilene og lastebilene med nyttelast under 3,5 tonn utgjør hver 11 prosent av trafikkarbeidet for godstransport. De kombinerte bilene står til sammen for sju prosent av utført trafikkarbeid. Med hensyn til godsmengde og transportarbeid utgjør store lastebiler med nyttelast over 3,5 tonn hele 94 prosent av godsmengdene og 96 prosent av transportarbeidet. Det betyr ikke at de andre kjøretøykategoriene er mindre viktige, men at de frakter varer som er forholdsvis lette, men som ofte kan ha en stor verdi.

Dette innebærer at det betyr lite for beregning av transporterte tonn og transportarbeidet at de minste godsbilene er utelatt fra SSBs lastebilundersøkelser, men ved å utelate disse bilene fra beregninger av trafikkarbeid og/eller antall turer, begår man en svært grov feil. Dette illustrerer også at det i modellsammenheng der en tradisjonelt har tatt utgangspunkt i godsstrømmer for å beregne transport- og trafikkarbeid, vil det være meningsløst å benytte samme utgangspunkt for beregning av trafikkarbeid for små godsbiler, fordi det er så mye annet som påvirker bruken av de små bilene enn å transportere gods.

Figur 3.3. Ulike kjøretøysgruppers andel av transportytelsene..



Kilde: Rideng, A og S Strand (2004)

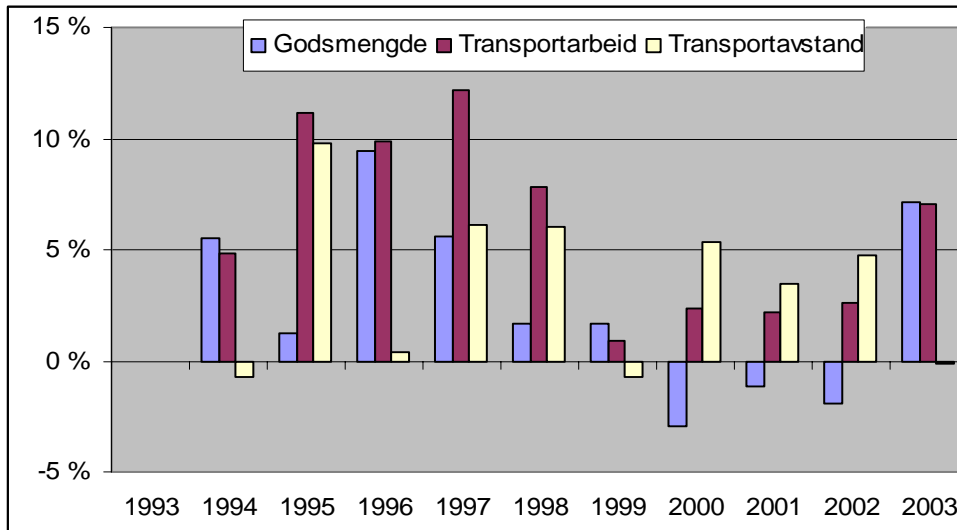
De minste bilene kjøres som vi har sett i kapittel 2.3.4 mest i tilknytning til de befolkningstunge områdene der trafikkproblemene gjerne er størst. Det er derfor et paradoks at det for disse bilene er der statistikkgrunlaget er dårligst. Den del av trafikkarbeidet som disse bilene utfører er nå holdt utenfor, men det er viktig å lage et prinsipielt skille mellom person og godstransport før man eventuelt inkluderer service- og budtransport i godstransportmodeller.

3.3.2 Godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn

Det er de store godsbilene som transporterer hovedtyngden av godsstrømmen i Norge. Spesielt gjelder dette for transporter over lange avstander. Det er da også disse bilene som er de tyngste og som derved er dimensjonerende for bæreevnen til nye veier, eller tunnelprofiler. Det er med andre ord godstransporten som er den dimensjonerende faktor for kostnadene som er knyttet til nye infrastrukturprosjekt.

Det har vært en økning i godsmengdene fra 1993 til 2003 med i gjennomsnitt 2,6 prosent pr år for hele perioden for godsbiler med nyttelast større enn 3,5 tonn. Det framgår av den blå søylen i figur 3.4 at denne veksten ikke har vært konstant, men har variert fra en positiv vekst opp til 10,5 prosent fra 1995 til 1996 til en reduksjon på nesten 3 prosent fra 1999 til 2000. Utført transportarbeid (rød søyle) for godsbiler med mer enn 3,5 tonn nyttelast har vært monotont økende fra 1993 til 2003. Gjennomsnittlig årlig vekst i transportarbeidet har vært 6,1 prosent fra 1993 til 2003. At transportarbeidet er økt mer enn godsmengdene skyldes at det samtidig med økte godsmengder har vært økning i transportavstanden. I perioder med reduserte godsmengder har økt transportavstand ført til at det totalt sett har vært en positiv vekst i transportarbeidet i hele perioden fra 1993 til 2003.

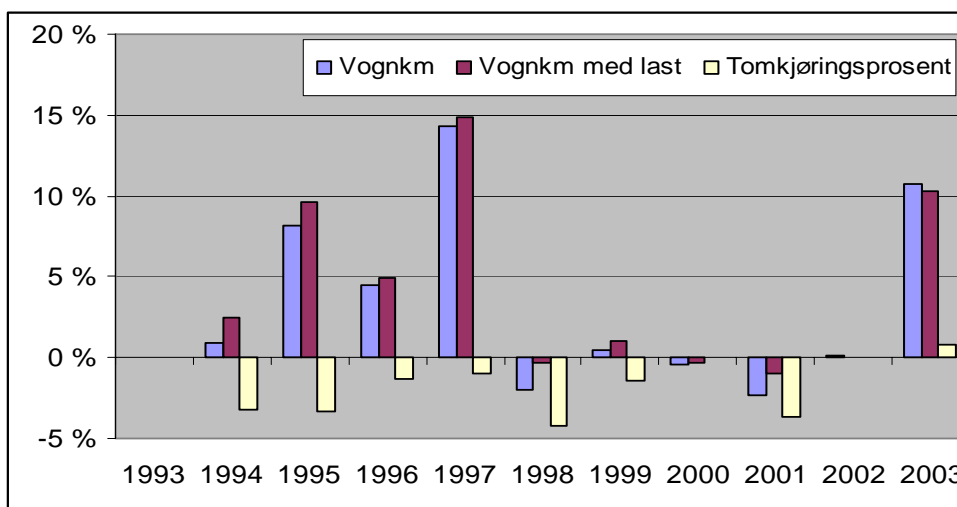
Figur 3.4. Utvikling i godsmengder, transportarbeid og transportavstand for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Årlig endring i prosent.



Kilde: SSB

Utviklingen i trafikkarbeidet framgår av den blå søylen i figur 3.5, og er økt fra 1993 til 2003 med i gjennomsnitt 3,4 prosent pr år. I perioden fra 1998 til 2002 var det en reduksjon i trafikkarbeidet, men fra 2002 til 2003 har det vært en økning på hele 10,3 prosent i utkjørt distanse. Den røde søylen i figur 3.5 viser utviklingen i trafikkarbeidet for turer med last, som er økt med i gjennomsnitt 4,2 prosent pr år fra 1993 til 2003. Med unntak av for 2003 har kjørte km for turer med last vært høyere enn for alle turer, hvilket betyr at tomkjøring er redusert i hele perioden. Utvikling i tomkjøring framgår av den hvite søylen i figuren, og er redusert med 1,7 prosent pr år i gjennomsnitt for hele perioden.

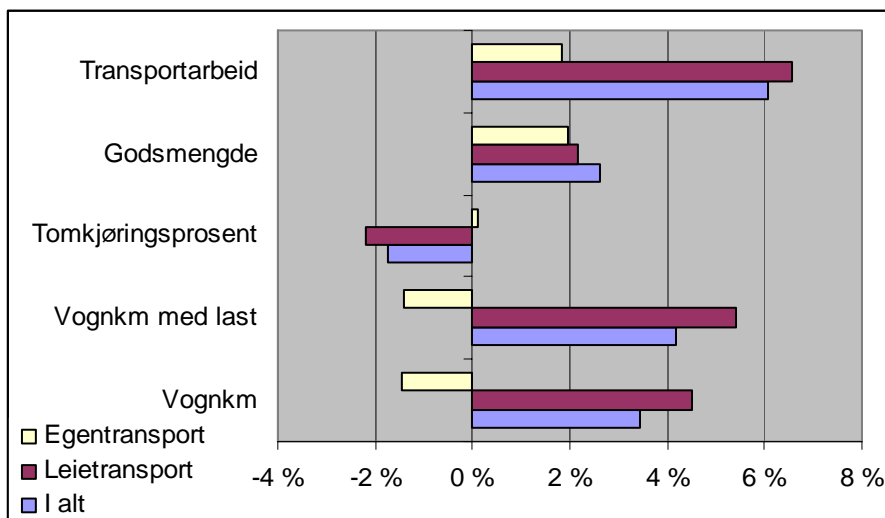
Figur 3.5. Utvikling i godsmengder, transportarbeid og transportavstand for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Årlig endring i prosent.



Kilde: SSB.

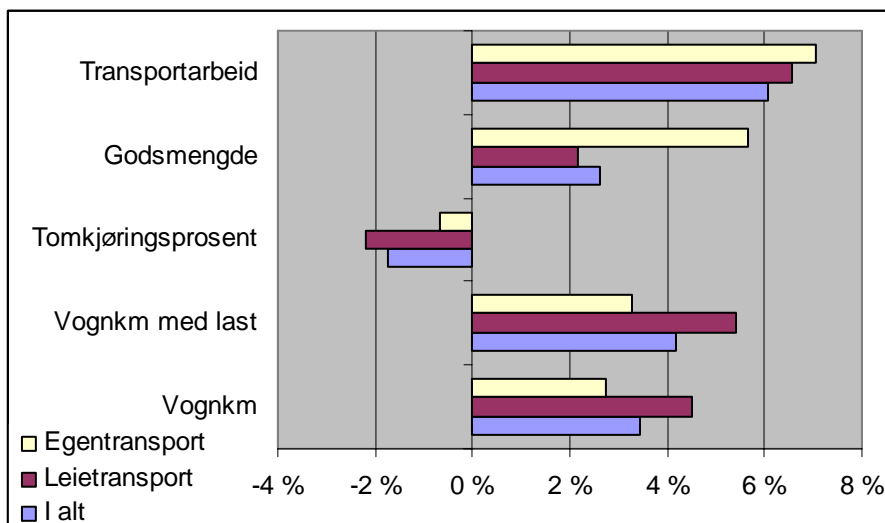
Utvikling i transportytelser for egentransport versus leietransport framgår av figur 3.6 og 3.7, der egentransport er representert ved den hvite søylen, mens leietransport er representert ved den røde søylen. En får et ulikt bilde om en tar med 2003 eller ikke, noe som berører egentransport spesielt. Ser en bort fra 2003 (figur 3.6), øker alle transportytelsene betydelig mer for leietransport enn for egentransport, mens tomkjøringsandelen reduseres mer for leietransport enn for egentransport. Tar en med år 2003 (figur 3.7) øker transportmengdene dramatisk for egentransport, og transporterte godsmengder og utført transportarbeid får da høyere vekst for egentransport enn for leietransport regnet i gjennomsnitt for hele perioden fra 1993 til 2003. Uavhengig av hvilken av de to tidshorisontene det refereres til er reduksjonen i tomkjøring og økning i kapasitetsutnyttelse høyere for leietransport enn for egentransport.

Figur 3.6. Utvikling i transportytelser for egen- og leietransport fra 1993 til 2002 for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Gjennomsnittlig årlig endring i prosent.



Kilde: SSB

Figur 3.7. Utvikling i transportytelser for egen- og leietransport fra 1993 til 2003 for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Gjennomsnittlig årlig endring i prosent.



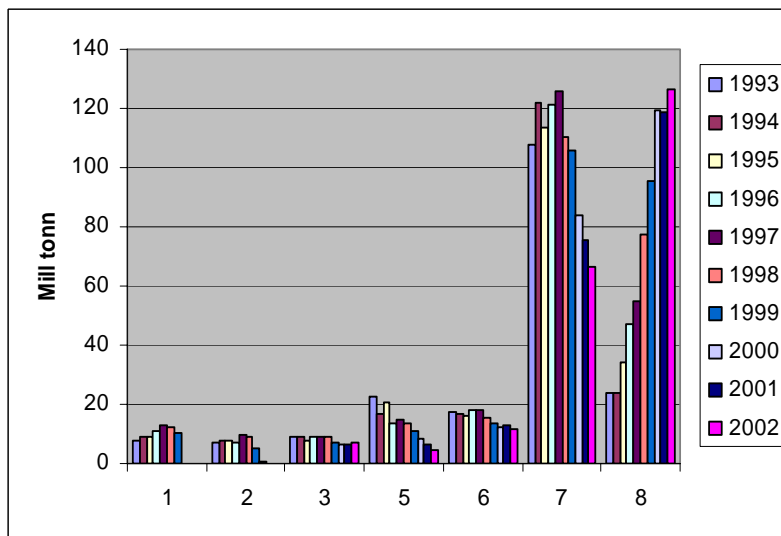
Kilde: SSB

3.3.3 Utvikling i transportytelser etter kjøretøystørrelse

Størst vekst i transportytelsene finner vi for de største godsbilene (med nyttelast over 17,5 tonn), som har hatt en entydig økning i alle transportytelser fra 1993 til 2002, mens godsbiler i mellomstørrelsen har hatt en reduksjon i de fleste transportytelser i samme periode. Dette framgår av figur 3.8 og 3.9 som viser utviklingen i hhv transporterte tonn og transportarbeid etter kjøretøystørrelse. Godsbilene er inndelt i følgende åtte grupper etter høyeste tillatte nyttelast:

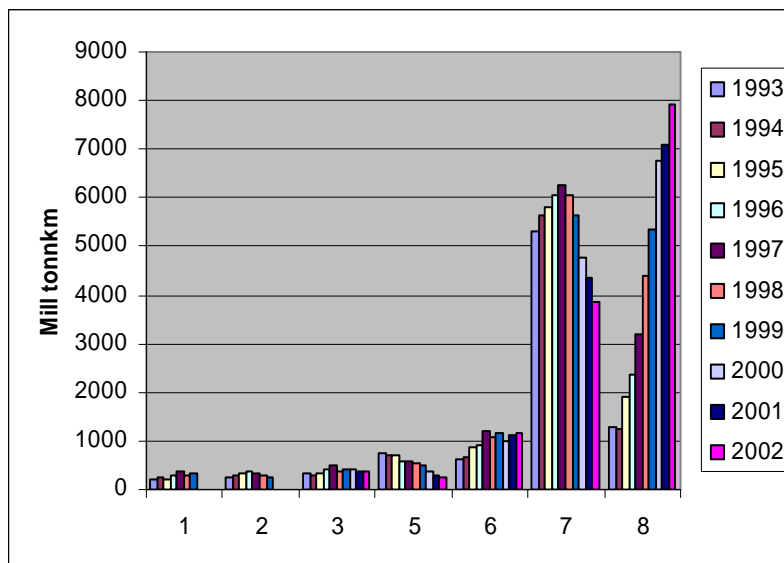
- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 Opp til 3,5 tonn | 5 10 til 12,5 tonn |
| 2 3,5 til 5,0 tonn | 6 12,5 til 15 tonn |
| 3 5,0 til 7,5 tonn | 7 15 til 17,5 tonn |
| 4 7,5 til 10 tonn | 8 17,5 tonn og over |

Figur 3.8. Utvikling i antall turer og transporterte tonn etter kjøretøygruppe.



TØI-rapport 756/2004

Figur 3.9 Utvikling i utkjørte tonnkilometer etter kjøretøygruppe.



TØI-rapport 756/2004

For de minste godsbilene (med nyttelast under 3,5 tonn) finner vi økning i godsmengder og transportarbeid i perioden fra 1993 til 1999. For de største godsbilene består hoveddelen av veksten i transporterte tonn, antall turer og transportarbeid av vekst i gruppen 'særlig fraktegods inkludert stykk gods'. Det er nærliggende å tro at dette er samlastmarkedet, der flere forsendelser lastes sammen for å transporteres i en større lastebil på hovedrelasjonen, slik at transportøren ikke kan spesifisere en enkelt varegruppe i lastebilundersøkelsen. Når det gjelder utviklingen i transporterte tonn for de største godsbilene består denne veksten i hovedsak av massetransport, som stein, grus, jord, etc. Dette er transporter som er nært knyttet opp mot bygge- og anleggsvirksomhet, og som i særlig grad er lokale transporter, og derfor ikke har vesentlig utslag for omfanget av transport- eller trafikkarbeidet.

For de minste godsbilene er transporterte tonn økende ved transportavstander opp til 50 kilometer (1999 er et unntak), mens en for store godsbiler finner vekst for alle avstandsgrupper, og det er ingen tendens til at en avstandsgruppe har hatt mer vekst enn andre. Antall turer øker for de minste bilene for transportavstander opp til 25 kilometer, selv om 1999 avviker også her. For godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn er antall turer langt lavere i 2002 enn i perioden fram til 2000. Også for utviklingen for de minste godsbilene finner vi en økende tendens i antall turer for transportavstander kortere enn 50 km. For tunge godsbiler er det særlig for de lengste transportdistansene (dvs lenger enn 250 km) at vi finner en økning i antall turer. Transportarbeidet har også vært økende for transportavstander opp til 50 km for de minste godsbilene. Dette er en konsekvens av at både godsmengder og utkjørte kilometer har økt. For de største godsbilene finner en vekst i transportarbeidet for alle avstandsgrupper, men avstander lenger enn 100 km har hatt gjennomgående sterkest vekst.

Viktigste varegrupper for vekst i transportarbeidet for biler med nyttelast over 3,5 tonn, er varer som ikke er spesifisert i lastebilundersøkelsen som står for 24 prosent av veksten. Dette er samlastmarkedet der flere forskjellige varer transporteres på samme bil. Utover dette er det svært mange ulike varer som bidrar til vekst i transportarbeidet. Viktige stikkord er matvarer, drivstoff og gods knyttet til bygge- og anleggsvirksomhet.

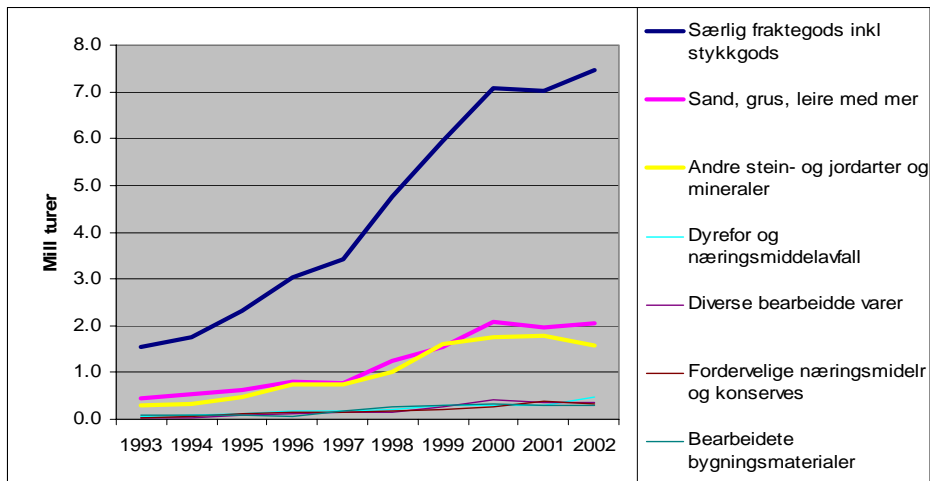
Viktigste varegrupper for veksten i godsmengder utgjøres av masseprodukter som stein, grus og jord som utgjør til sammen ca 45 prosent av veksten i transporterte tonn. I tillegg utgjør betong og semtelementer, samt asfalt 5 prosent hver av veksten. Alle disse produktene er nært knyttet til aktiviteten i bygg- og anleggssektoren, men kjennetegnes av at de generelt transporteres over kortere avstander og utgjør i første rekke en del av lokaltransportene. Også for veksten i transporterte mengder utgjør gruppen av gods som ikke kan spesifiseres i SSBs lastebilundersøkelse nest største enkeltgruppe.

Trafikkarbeidet er redusert fra 1997 til 2002, som i hovedsak skyldes at det har vært en reduksjon i kjørte kilometer uten last, men også at det har vært en økning i bilstørrelse for kjøretøyene som gjennomfører transportene. Denne utviklingen er trolig et resultat av mobiltelefonene og tilgang til bedre IT-verktøy som har ført til mulighet for bedre flåtestyring og valg av distribusjonsruter. Første konsekvens av just-in-time leveranser var at kjøretøyene ble mindre effektivt utnyttet pga strenge krav mht leveringstidspunkt, men dette er nå bedret. Ruteoptimeringsverktøy gjør at transportleder bedre kan planlegge optimalt rutemønster, gitt krav til leveringstid, og derved har et bedre grunnlag for forhandlinger med kunder om når varer skal leveres (f eks tilby en lavere transportpris dersom kravet mht leveringstidspunkt endres til en tid på dagen da det er ledig transportkapasitet). En annen årsak er langsiktige effekter av dereguleringen på godsmarkedet på annen halvdel av 80-tallet, som har åpnet for fri etablering i markedet, som er ført til bedre utnyttelse av transportkapasiteten og lavere prisnivå for transporttjenester.

3.3.4 Utvikling i transportytelser for store lastebiler (nyttelast 17,5 tonn og over)

Da det er de største godsbilene som særlig har hatt størst vekst i transportytelsene, har vi tatt tak i denne kjøretøygruppen og studert nærmere hvilke varegrupper det er som særlig har bidratt til veksten.

Figur 3.10. Utvikling i antall turer for store lastebiler med nyttelast 17,5 tonn og over. Etter viktigste varegrupper.

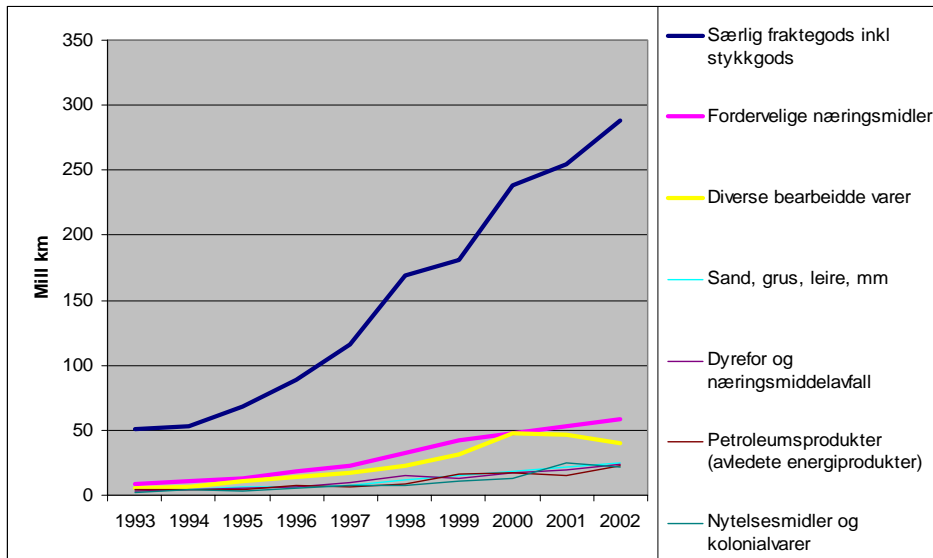


TØI-rapport 756/2004

Utvikling i antall turer for store godsbiler utgjøres i hovedsak av tre varegrupper, det er gruppen 'særlig fraktegods inkludert stykkgods', masseprodukter som 'sand, grus og jord' og 'andre stein og jordarter'. I den første og desidert største gruppen inngår stykkgods i samlastmarkedet, dette faller inn under en varegruppe i lastebilundersøkelsen som er 'gods som ikke kan spesifiseres'. Det framgår av figur 3.10 at antall turer innenfor denne varegruppen er femdoblet fra 1993 til 2002. Når det gjelder masseproduktene er dette transporter som i stor grad er knyttet opp til bygge- og anleggsvirksomheten. Når bygge- og anleggsvirksomheten er høy er også massetransportene store, og omvendt.

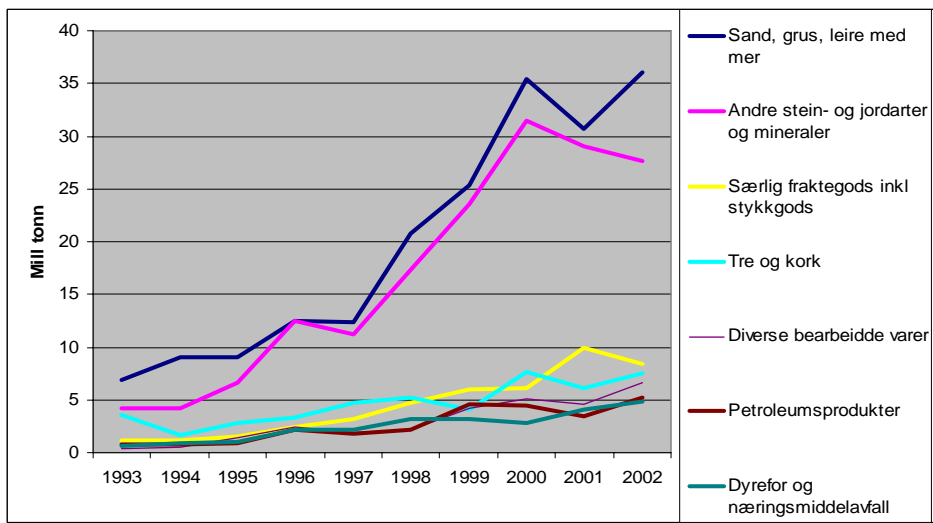
Utviklingen i utkjørt distanse består i hovedsak av tre varegrupper, det gjelder gruppen 'særlig fraktegods inkludert stykkgods' som er bortimot seksdoblet i perioden 1993 til 2002 for denne kjøretøygruppen. De to andre varegruppene som i størst grad er med på å bidra til veksten i utkjørt distanse er 'fordervelige næringsmidler' og 'diverse bearbejdede varer'.

Figur 3.11. Utvikling i utkjørt distanse for store lastebiler med nyttelast 17,5 tonn og over. Etter viktigste varegrupper.



TØI-rapport 756/2004

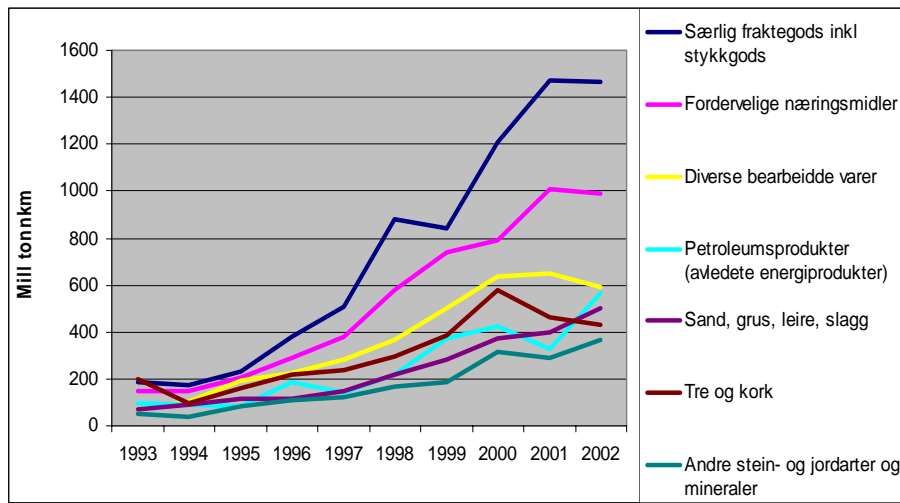
Figur 3.12. Utvikling i transporterte tonn for store lastebiler med nyttelast 17,5 tonn og over. Etter viktigste varegrupper.



TØI-rapport 756/2004

Målt i transporterte tonn er det masseprodukter som i første rekke er med på å bidra til vekst for de største godsbilene. Dette er store volum som transporteres over korte avstander. Derfor utgjør de ikke særlig større andeler av veksten i transportarbeid eller antall turer. Vi legger også merket til at 'særlig fraktegods inkludert stykkgoods' er tredje viktigste vare, men på om lag samme nivå som 'tre og korkvarer'.

Figur 3.13. Utvikling i utført transportarbeid for store lastebiler med nyttelast 17,5 tonn og over. Etter viktigste varegrupper.

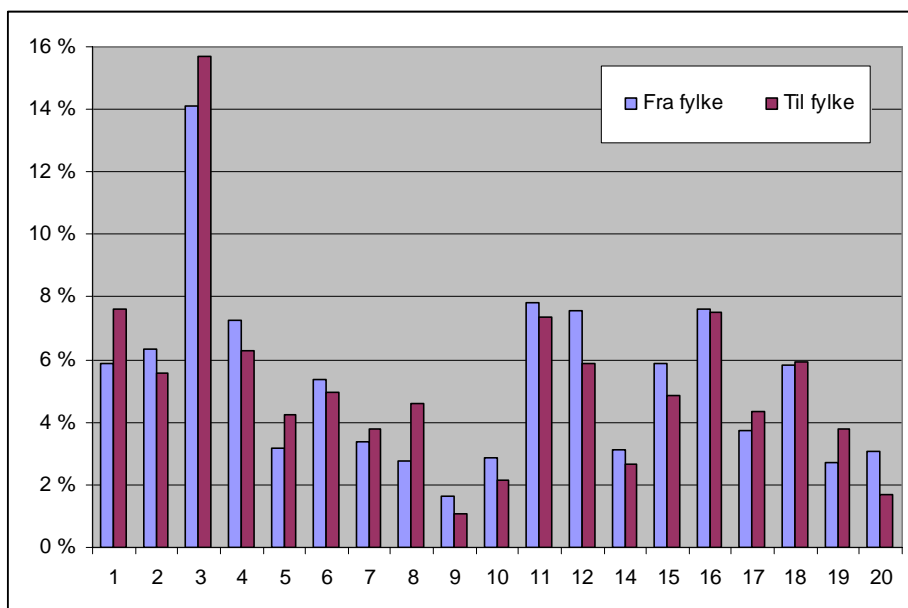


TØI-rapport 756/2004

Den sterke utviklingen i utført transportarbeid utgjøres av flere varegrupper. Sterkest bidrag til veksten har gruppen "særlig fraktegods inkludert stykkgoods", "fordervelige næringsmidler" og "diverse bearbejdede varer".

Da det er de største godsbilene som har hatt størst vekst i transportarbeid, og da det er disse bilene som i første rekke er konkurrerende med jernbane og sjøtransport, er det spesielt interessant å se hvor denne veksten har vært størst. Vi har derfor beregnet transportarbeidet for lastebiler med nyttelast over 17,5 tonn, og beregnet matriser for fra/til-mønstret i hhv 1993 og 2002, og undersøkt hvor veksten har vært særlig stor. Figur 3.13 oppsummerer andel av veksten fra 1993 til 2002 etter hhv fra- og tilfylke.

Figur 3.14. Andel av veksten i transportarbeid fra 1993 til 2002 etter hhv fra- og til fylke for godsbiler med nyttelast over 17,5 tonn.

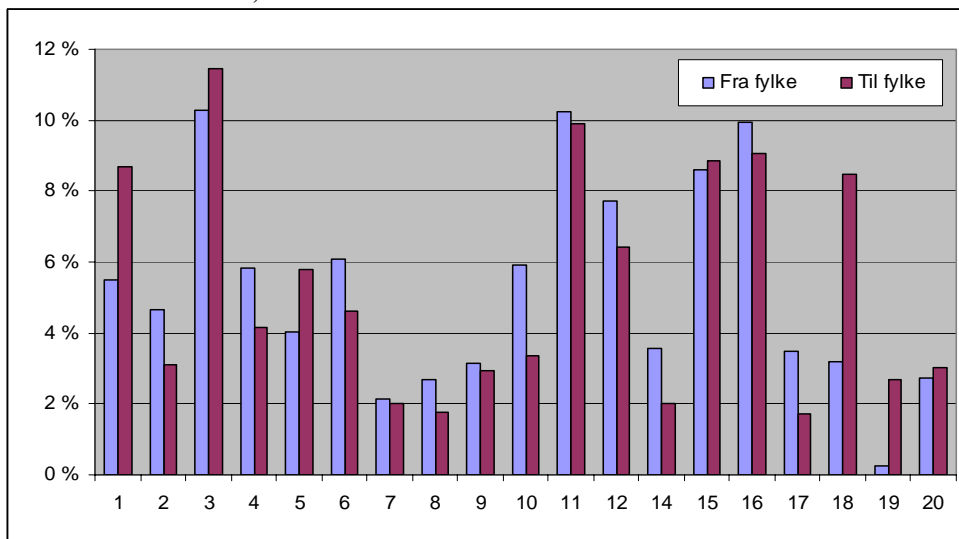


TØI-rapport 756/2004

Det framgår av figur 3.15 at det særlig er transporter til og fra Oslo som har hatt størst andel av veksten i transportarbeidet, med hhv 14 og 16 prosent av fra- og tilfylke. Deretter følger de andre fylkene som også har de største byene i Norge; Rogaland (8 %), Sør-Trøndelag (8 %), Hordaland (8 %) og Hedmark (7 %) som er de opprinnelsesfylkene som bidrar til størst vekst, mens det er Østfold (8 %), Sør-Trøndelag (8 %), Rogaland (7 %) og Hedmark (6 %) er de destinasjonsfylkene som har bidratt til størst del av veksten i transportarbeidet.

Da Oslo utgjør størst andel av veksten, har vi gått inn på denne spesifikt, for å undersøke hvilke fra/tilrelasjoner som har hatt størst vekst. Dette framkommer av figur 3.14, som viser at interntransport i Oslo og Akershus alene står for ca 15 prosent av veksten i transportarbeidet som starter eller ender i Oslo. Deretter følger Rogaland og Sør-Trøndelag som de to nest viktigste relasjonene. Også transporter mellom Oslo og Møre- og Romsdal har hatt betydelig vekst, samt transporter fra Oslo til Nordland og fra Oslo til Østfold. De fleste av disse transportene går mellom de største byene i Norge, som er nettopp det området der jernbanen har hatt sitt hovedpotensial, hvilket kan bety at 1) de totale godsmengder på disse relasjonene er økt mer enn på andre relasjoner, eller 2) at jernbanen har mistet markedsandeler. Nå er signalet fra CargoNet at de heller har økt godsmengdene enn redusert dem de siste år på disse hovedrelasjonene til jernbanen, hvilket tyder på at godsmengdene på disse strekningene totalt sett er økt mer enn landsgjennomsnittet siste år.

Figur 3.15. Andel av veksten i transportarbeidet fra 1993 til 2002 for transporter som ender eller starter i Oslo etter hhv fra- og tilfylke. Godsbiler med nyttelast over 17,5 tonn.



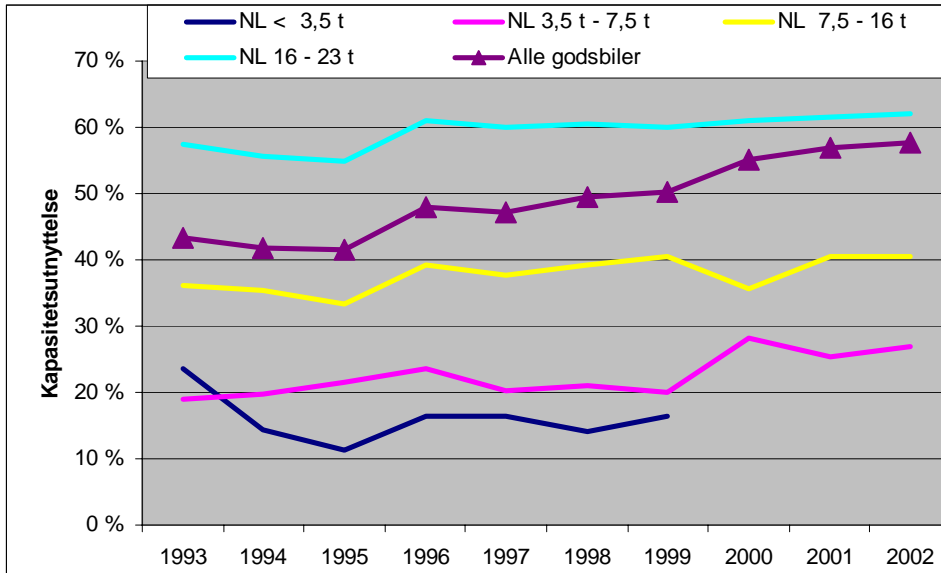
TØI-rapport 756/2004

3.3.5 Mer effektive transporter

På grunnlag av SSBs lastebilundersøkelser fra 1993 til 2002 er utviklingen i kapasitetsutnyttelse for godsbiler etter nyttelastgruppe beregnet. Kapasitetsutnyttelsen er beregnet som forholdet mellom kapasitetskilometer og utført transportarbeid. Utviklingen framgår av figur 3.8 som viser en monoton økning i utnyttelsesgraden i gjennomsnitt for alle godsbiler. Figuren viser også at utnyttelsesgraden øker med kjøretøystørrelse. At utnyttelsesgraden øker mer i sum for alle biler enn for hver kjøretøygruppe, skyldes at en økende andel av transportarbeidet utføres av de største godsbilene. Siden vi bare har informasjon

om transportytelsene for godsbiler med nyttelast opp til 3,5 tonn fram til 1999, er disse utelatt fra kurven som viser utviklingen i snitt for alle biler.

Figur 3.16. Utvikling mht kapasitetsutnyttelse for godsbiler i Norge 1993 til 2002.

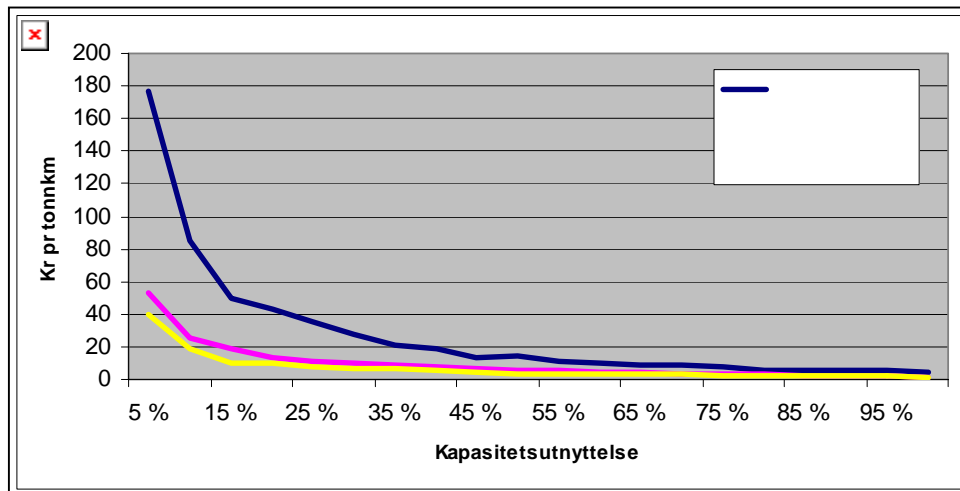


TØI-rapport 756/2004

På grunnlag av SSBs lastebilundersøkelser har vi beregnet sammenhenger mellom kapasitetsutnyttelse og transportkostnader. Disse er presentert i figur 3.9 for nærdistribusjon (opp til 100 km) og i figur 3.10 for transporter lenger enn 10 mil. Figuren viser at det er en klar sammenheng: For kapasitetsutnyttelse opp til 25 prosent er transportkostnaden sterkt avtakende med økende utnyttelsesgrad, dette avtar noe for utnyttelsesgrader høyere enn 25 prosent, og for utnyttelsesgrader over 45 prosent er det relativt liten kostnadsgevinst ved ytterligere forbedringer i utnyttelsesgraden.

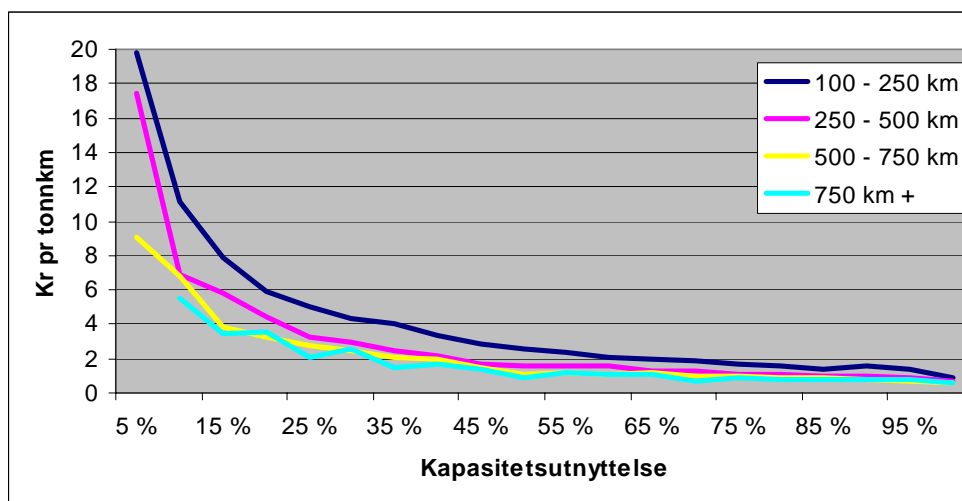
Mer effektive transporter resulterer i lavere transportkostnader som i seg selv er en drivende kraft for økt lastebiltransport. Dette gjelder mht konkurranseflatene mot andre transportmidler, men også avveininger mellom lagerholds- og transportkostnader, og at desto lavere transportkostnader desto færre terminaler og desto lengre distribusjonsavstander. Avveiningen mellom redusert antall lagre og økte transportkostnader endres ved lavere transportkostnader. Transportkostnadene har vært avtakende over en lengre periode, og det må forventes fortsatt reduksjon. Dette er en følge av bedre utnyttelse av transportkapasitet, ny og bedre infrastruktur, bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur og langsiktige effekter av dereguleringen av lastebilmarkedet. I Europakommisjonens White Paper "Time to decide" foreslås det å innføre marginalkostnadsprising slik at transportmidlene betaler for de eksterne kostnadene som de påfører samfunnet i form av miljø-, slitasje-, støy-, kø- og ulykkeskostnader. Vi har gjort en tilsvarende regneøvelse i dette prosjektet, og resultatene er presentert i kapittel 6.

Figur 3.17. Transportkostnader etter kapasitetsutnyttelse for transportavstander opp til 100 km.



TØI-rapport 756/2004

Figur 3.18. Transportkostnader etter kapasitetsutnyttelse for transportavstander lenger enn 100 km.



TØI-rapport 756/2004

3.4 Viktigste konklusjoner

Det har vært en økning i godsmengdene fra 1993 til 2003 med i gjennomsnitt 2,6 prosent pr år. Viktigste varer for vekst i godsmengdene er massetransporter som grus, sand og jord, som utgjør nesten halvparten av veksten. I tillegg kommer en økning i betong- og sementelementer, samt asfalt, som utgjør ca 5 prosent av veksten hver. Det betyr at mer enn halvparten av veksten i godsstrømmene utgjøres av bygge og anleggssektoren.

Transportarbeidet er økt hvert år fra 1993 til 2003, med en gjennomsnittlig årlig vekst på 6,1 prosent. Økningen skyldes økte godsmengder, men også en kraftig økning i gjennomsnittlig transportavstand for godset. Den viktigste varegruppen for vekst i transportarbeidet utgjøres av samlastgods (flere varer eller forsendelser som er transportert sammen i en felles lastebil). Av varer som er spesifisert utgjør veksten i matvarer og ferskvarer (frukt, grønnsaker og sjømat) de viktigste delene av veksten i transportarbeidet i tillegg til drivstoff.

Analysene viser at trafikkarbeidet er redusert fra 1997 til 2002 i følge lastebilundersøkelsene, men økte med nær 10 prosent fra 2002 til 2003. Nesten halvparten (42 prosent) av denne reduksjonen, skyldes redusert tomkjøring (dvs kjøring uten last). Kjøretøyene som transporterer godet er økt, samtidig som kapasitetsutnyttelsen er økt. Transportene er følgelig blitt mer effektive, og derved er også transportkostnadene pr enhet redusert i perioden som er analysert.

4 Intermodale transporter

Intermodale transporter er transporter der mer enn ett transportmiddel benyttes i en transportkjede. Vegtransport inngår som regel i transportkjeden, men da i første rekke til tilbringer- og distribusjonstjenester. Effektive omlastingsterminaler og standardiserte lastbærere er et stikkord for å fremme konkurransen til intermodale transporter (Hovi et al, 1999). I følge Nasjonal transportplan 2006-2015 (Samferdselsdepartementet, 2004), ønsker Regjeringen å legge til rette for mer gods på kjøll og skinner. For å fremme en overgang fra veg til sjø og jernbanetransport foreslåes blant annet å legge til rette for konsentrasjon av godsstrømmer til knutepunkt og korridorer slik at det blir tilstrekkelig godsgrunnlag for å opprette nye intermodale transporttilbud. I kapittel 3.3 så vi at det har vært en klar økning i vegtransportene i retning av at mer transporter går med store biler, og at kapasitetsutnyttelsen for bilene er økt. Det som i særlig grad har bidratt til veksten i vegtransportene er samlasttransporter. Samlast har sin styrke i å organisere samtransport av godssendinger som er mindre enn fulle billass. Sendingene er vanligvis innom en eller flere godsterminaler i transportkjeden hvor godset konsolideres og settes sammen til nye laster før videre transport til neste godsterminal eller endelig leveringssted. I og med at dette godset samlastes i terminaler, bidrar dette til at godset blir konsentrert til korridorer og knutepunkt, og samlasterne vil således være sentrale i bestrebelsene på å overføre gods fra veg til sjø og bane.

I Norge er det siden slutten av 1970-årene gjennomført full deregulering av innenlandsk godstransport på veg. Dette skjedde samtidig med tilsvarende utvikling i andre europeiske land. EØS-avtalen innebærer også deregulering av internasjonale gods- og persontransport på veg. Selv om det legges visse restriksjoner på vegtransporten på kontinentet, har den generelle trenden i de siste tiårene vært økt konkurranse i godstransportmarkedet.

Også i EU har det vært en utstrakt satsing på jernbane og short sea shipping, som i hovedsak er begrunnet med kapasitetsproblemer på hovedvegnettet og i luften, og med at veg- og lufttrafikken ønskes begrenset ut fra hensyn til miljøet.

4.1 Manglende datagrunnlag

For intermodale transporter generelt, og sjø- og jernbanetransporter spesielt, er det et mangelfullt datagrunnlag. Dette gjelder spesielt informasjon mht geografisk representativitet for godsstrømmene. For sjøtransport har man SSBs havnestatistikk som er kvartalsvis, men denne gir ingen informasjon om detaljerte varegrupper eller geografisk forsendelsesmønster for godset. Siste undersøkelsen som hadde noen informasjon om forsendelsesmønster for innenriks kystfart, var SSBs undersøkelse *Egen og leietransporten på kysten*. Denne undersøkelsen er fra 1993, og undersøkelsen ble gjennomført over en periode på to høstmåned, slik at den er lite aktuell for å kunne si noe om dagens transportmønster på kysten. Havnestatistikken er blitt bedre de siste årene, men statistikken sier ikke noe om leveransmønster, bare om hvor omlastinger er foretatt.

For jernbane har det aldri vært noen undersøkelse eller offisiell statistikk som gir informasjon om geografisk forsendelsesmønster. Derved har en i svært liten grad et materiale som gjør det mulig å studere endringer i ulike transportmidlers markedsandeler for geografiske områder. Det ser også ut til at med konkurranseutsettingen av godstransport på jernbane, er CargoNet blitt mer restriktive med å gi fra seg informasjon utover det de har

rapporteringsplikt for, nettopp for at ikke konkurrentene skal få mer innsikt i godsstrømmene med jernbane enn nødvendig.

4.2 Utvikling i de ulike transportmidlers markedsandeler

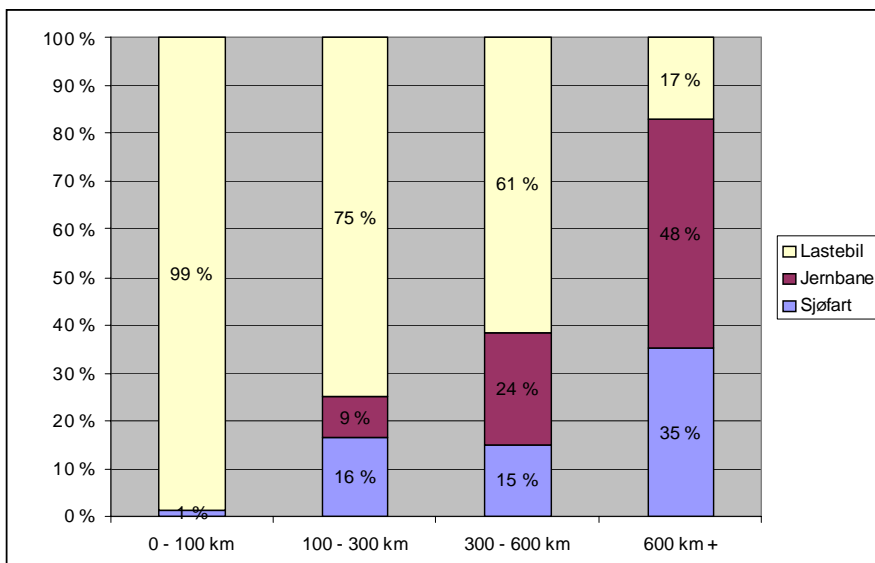
Industrien kontinuerlig på jakt etter kostnadsreducerende tiltak og kvalitetsforbedringer for å bedre konkurranseevnen dette gjelder også for transporttjenester. Dersom transportbrukerne står overfor mer enn ett reelt alternativ når transportoppgaver skal løses, eksisterer det konkurranseflater mellom transportmidlene og de kan stille krav om reduserte transportpriser og økt transportkvalitet. Avgjørende premiss for om det eksisterer konkurranseflater mellom transportmidlene er geografisk beliggenhet og fysisk tilgjengelighet.

De viktigste faktorene ved valg av transportløsning er knyttet til krav om framføringstid, leveringsbetingelser, betalingsevne og betalingsvillighet fra transportbrukernes side. Valget mellom ulike transportalternativ skjer som et resultat av avveining mellom pris og kvalitet på tilbudet. Prisen på transport vil nesten alltid være et hovedkriterium, men målet vil som oftest være å få til et transportopplegg som minimerer summen av produksjonskostnader og transportpris.

4.2.1 Stykkgodsmarkedet

Transporter kortere enn 10 mil går utelukkende på veg (ingen konkurranseflater til andre transportmidler) Disse transportene utgjør ca 85 % av godsmengdene på veg, men 22 % av transportarbeidet. Transporter kortere enn 30 mil går i hovedsak på veg, og det er små konkurranseflater til andre transportmidler. Disse transportene utgjør ca 95 % av godsmengdene på veg, men 58 % av transportarbeidet. Sagt med andre ord, er det bare de resterende 5 prosent av godsmengdene på veg som er i reell konkurranse med andre transportmidler. Disse transportene utgjør imidlertid 42 prosent av transportarbeidet, så det er viktige transportert sett fra transportbelastningen.

Figur 4.1. Transportmidlenes andeler av utført transportarbeid etter transportavstand (stykkgoods).



TØI-rapport 756/2004

Det viktigste markedet for jernbanetransport er transport av stykkgoods mellom de store byene i Sør-Norge som er endepunkter i jernbanenettet. I tillegg er jernbanen et viktig transportmiddel for transporter mellom Oslo/Akershus/Østfold og Nord-Norge. Ved innenriks transporter lenger enn 60 mil, står jernbanen for nesten 50 prosent av transportarbeidet. Kun mindre andeler av utenrikstransportene går med jernbane (under 5 prosent i sum).

I perioden 1993 til 2000 økte transporterte mengder av stykkgoods på veg med ca 3 prosent i gjennomsnitt pr år. For transporter lenger enn 10 mil var veksten på hele 7,4 prosent pr år.

Potensialet for økt bruk av intermodale transporter i samlastmarkedet er størst for stykkgoods som konsolideres i terminaler nær havner eller jernbaneterminaler. I og med at intermodale transporter forutsetter omlasting i havn eller terminal er avstanden fra terminalene en viktig faktor for i hvilken grad transporter med sjø eller jernbane på hovedlenken av transporten kan konkurrere med lastebil. Effektive knutepunkter eller omlastingspunkter er imidlertid svært viktig i et intermodalt transportsystem. Lave kostnader per tonnkilometer er ofte en viktig grunn til valg av sjø eller jernbane i forhold til veg. Direkte og indirekte kostnader på knutepunktene utgjør derfor en trussel for konkurransevnen til intermodale transporter. Det er en konflikt mellom behovet for å samle godset i intermodale knutepunkter og tilgjengeligheten til disse knutepunktene. En bedre lokalisering av speditørenes sorteringssentre i forhold til intermodale knutepunkter kan redusere problemet noe. Dette vil ikke bare redusere tidsulempen ved intermodale transporter, men også kostnadene ved å transportere godset mellom knutepunktet og sorteringssenteret.

4.2.2 Bulkmarkedet

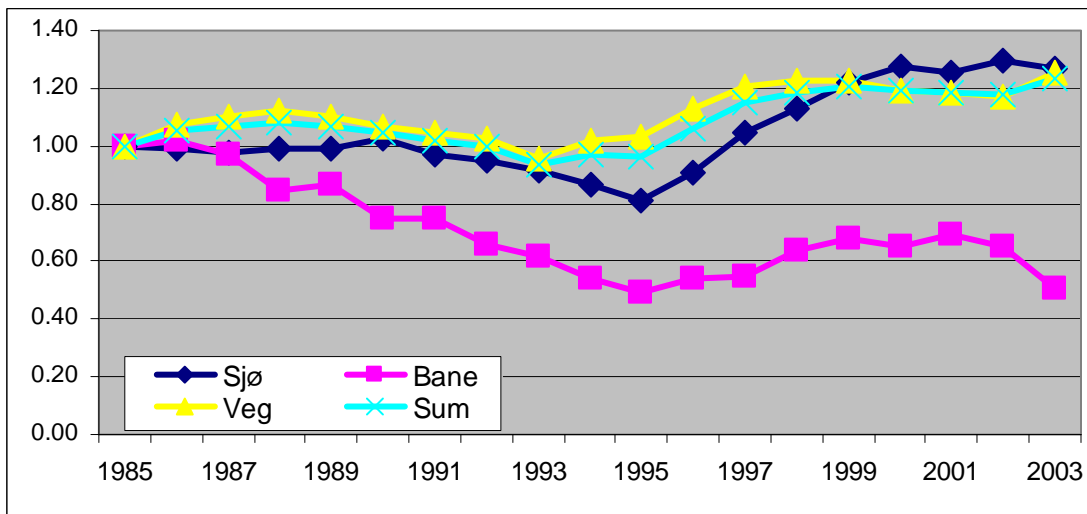
For bulktransportene er konkurransesituasjonen betydelig mindre enn for stykkgodset. For disse produktene er det i første rekke er bedriftenes lokalisering som har betydning for transportmiddelvalget. Mange eksportbedrifter er lokalisert nettopp ut fra nærhet til sjøen og enkel tilgang til sjøtransport. Jernbane benyttes i form av heltogsløsninger (systemtog) ved transport av flyparafin (Oslo havn til Gardermoen, tømmer, flis og malm).

Sjøtransport er det dominerende transportmiddel ved all transport som er knyttet til Norges utenrikshandel. Det gjelder særlig ved eksport og import av bulkprodukter, men også for stykkgoods. I innenriksmarkedet er det i hovedsak for transporter mellom Vestlandet og Nord-Norge at sjøtransport har noe vesentlig omfang, og på enkelte av disse relasjonene har sjøtransport en transportandel opp mot 100 prosent.

4.2.3 Hele godsmarkedet

Utviklingen i godsmengder for de tre hovedtransportmidlene lastebil, skip og tog framgår av figur 4.2, som viser en avtakende utvikling for jernbanetransport fra 1985 til et bunnpunkt i 1995. Godsmengdene med jernbane økte så fram til 2001, for så å avta siste par år. Dette har vært en periode med økt spesialisering av jernbanen. Fra i hovedsak å transportere tradisjonelle vognlastprodukter til rene containertransporter i 2003 i tillegg til heltogsløsningene. For innenriks sjøfart avtok godsmengdene fra 1985 til 1995, men er siden økt med en høyere vekstrate enn lastebiltransport.

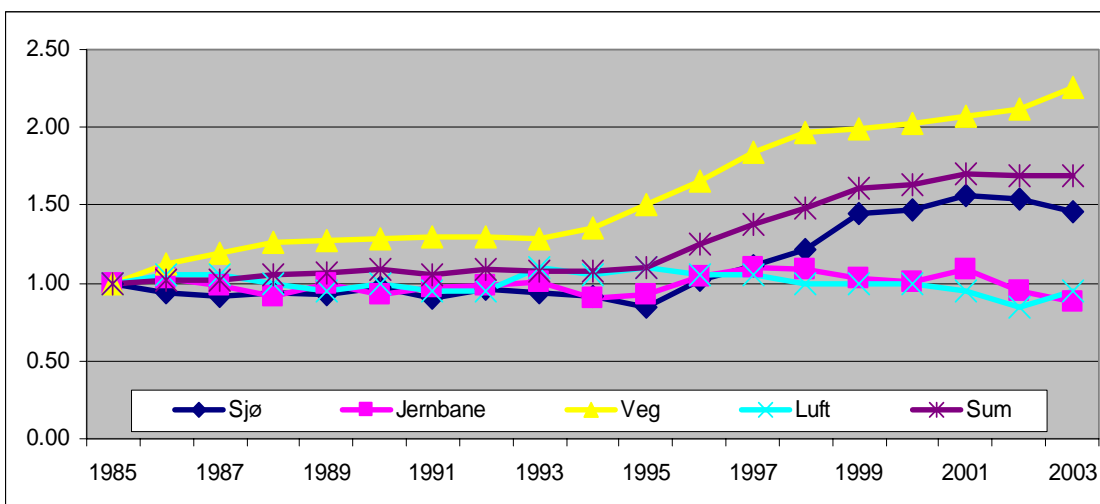
Figur 4.2. Utviklingen i godsmengder. 1985 = 1,00.



Kilde: Rideng (2004) og SSB

Utviklingen i transportarbeid for veg, sjø og jernbane innenriks framgår av figur 4.3. Som viser at veg har hatt størst vekst i hele perioden fra 1985 til 2003, deretter følger sjøtransport. Jernbanetransport har bare hatt mindre endringer i perioden, som også gjelder for flyfrakt innenriks. Av figur 4.3 ser man også at veksten fra 1995 til 2000 har vært høyere for sjøfart enn for vegtransport. Vi har derfor i figur 4.3 sett på utviklingen i transportarbeidet fra 1995.

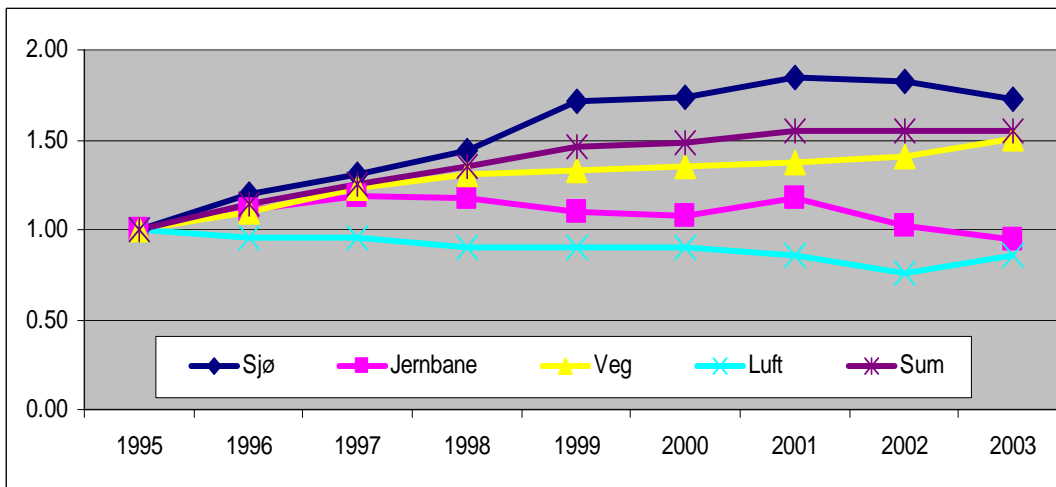
Figur 4.3. Utviklingen i transportarbeid. 1985 = 1,00.



Kilde: Rideng (2004) og SSB

Det framgår av figur 4.4 at transportarbeidet er økt mest for innenriks sjøfart, men det har vært i en periode da man ikke har hatt statistikk som viser det geografiske forsendelsesmønsteret for sjøtransport. Siste sjøfartstelling ble gjennomført høsten 1993, slik at en ikke har hatt noen god statistikk for hvor langt godset faktisk er fraktet. Derfor er utviklingen i transportarbeidet slik den framgår av figur 4.4 svært usikker.

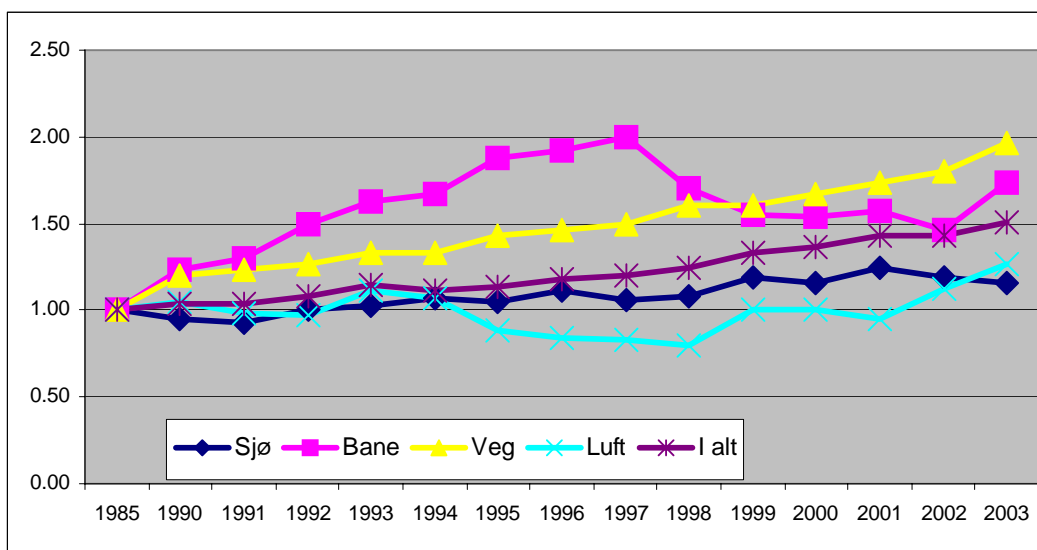
Figur 4.4. Utviklingen i transportarbeid. 1995 = 1,00.



Kilde: Rideng (2004) og SSB

Utvikling i transportavstand for hvert av hovedtransportmidlene framgår av figur 4.5. Transportavstanden øker som vi har vært inne på i kapittel 2 pga 1) Sentralisering av lager og vareproduksjon, 2) Flytting av vareproduksjon til lavkostland, 3) Mer global handel. Figur 4.5 viser at fra 1985 til 2003 har vært en økning i gjennomsnittlig transportavstand i snitt for alle transportmidler på ca 50 prosent. Fram til 1997 økte gjennomsnittlig transportavstand mest for jernbane, deretter følger veg- og sjøtransport. Dette skyldes at det har vært en periode som godstransport på jernbane har blitt mer spesialisert mot rene containertransporter i 2003. Vegtransport har hatt en monoton økning i transportavstand fra 1985 til 2003, og er fordoblet i perioden. At vegtransport er det transportmidlet som har hatt størst økning i gjennomsnittlig transportavstand, mens transportavstanden er redusert for jernbanetransport i deler av perioden, kan skyldes at vegtransport er økt på relasjoner som tradisjonelt har vært transportert med jernbanetransport.

Figur 4.5. Utviklingen i transportavstand. 1985 = 1,00.



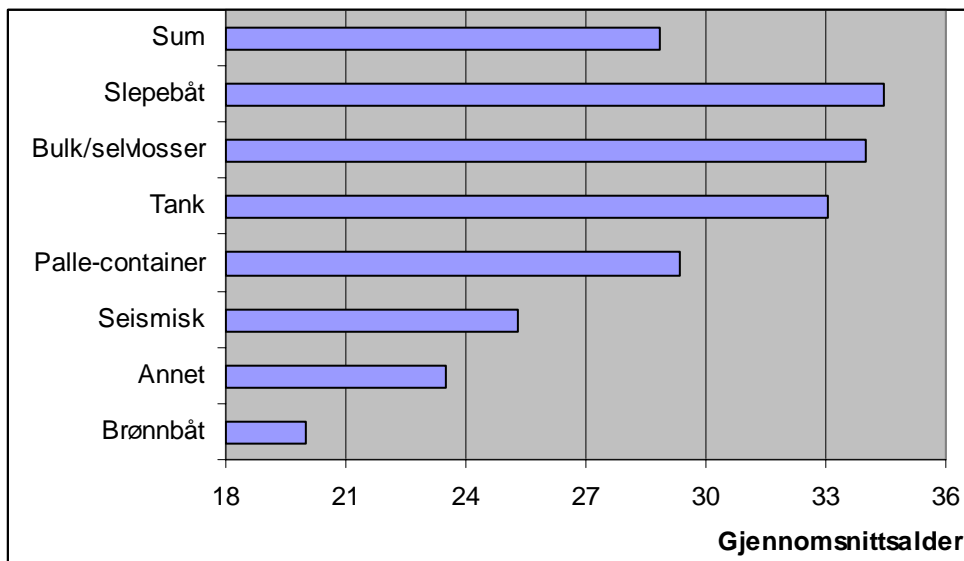
Kilde: Rideng (2004) og SSB

4.3 Sjøfart

4.3.1 Eldre og aldrende innenriksflåte

Den delen av skipsflåten som i det alt vesentligste går i norsk innenriksfart, består av skip som i gjennomsnitt er 29 år gammel. Dette framgår av figur 4.1. Slepebåter, bulk- og tankskip er de eldste fartøyene, mens brønnbåtene er de nyeste med en gjennomsnittsalder på ca 20 år. Lav lønnsomhet i skipsnæringen har ført til at det er liten lønnsomhet i nyinvesteringer, og derved er også gjennomsnittsalderen for flåten økt for hvert år som har gått de siste årene.

Figur 4.6. Gjennomsnittsalder på skip i norsk innenriksfart.



Kilde: Fraktefartøyenes rederiforening, 2004.

4.3.2 Sjøtransportens hovedmarkeder

Sjøtransport er det dominerende transportmiddel ved all transport som er knyttet til Norges utenrikshandel. Det gjelder særlig ved eksport og import av bulkprodukter, men også for stykk gods. I innenriksmarkedet er det i hovedsak for transporter mellom Vestlandet og Nord-Norge at sjøtransport har noe vesentlig omfang.

Barrierene mot dagens sjøtransporttilbud er i følge en studie av Hervik og Rekdal (2001) knyttet til: Lang samlet transporttid, lav frekvens, dårlig punktlighet/regularitet, flere omlastinger enn med bruk av bil, vanskelig å ta hånd om lokaldistribusjon og høyere pris. Disse resultatene understøttes av (Eidhammer, 2002), men faktorer som framføringstid og transportkostnad mellom havn og lager og jernbanetilknytning tillegges i denne studien liten vekt.

4.2 Jernbanetransport

4.2.1 Konkurransen blant godstransportoperatører i jernbanenettet

Etter EUs forordning ble jernbanedriften inndelt i en infrastrukturdel (Jernbaneverket) og en trafikkdel (NSB BA) i 1996. Senere ble godsdivisjonen i NSB BA skilt ut som en egen forretningsenhet NSB Gods ble etablert som et eget aksjeselskap fra årsskiftet 2001/2002 og fikk navnet CargoNet AS. Den 15. mars 2003 ble det åpnet for konkurranse blant godstransportoperatører i jernbanenettet og det er pr i dag fire private jernbaneoperatører i tillegg til CargoNet. Dette er GreenCargo, MTAS (Malmtrafikk AS), Tågakeriet i Bergslagen AB (TÅGAB) og Ofotenbanen AS.

4.2.2 Produkter som tilbys av jernbanens godsoperatører

1) Kombinerte togtransporter er togpendler med containere, veksselflak og semitrailere som går i skytteltrafikk mellom terminaler i et internasjonalt nettverk. Lastbærerne er tilpasset kombinerte transportsystemer som gjør overføring mellom tog, bil og båt enkelt. Det betyr at lastbærerne er tilpasset for å løftes over fra det ene transportmiddel til det andre. Alle terminalene kan besørge inn- og utkjøring til omkringliggende steder. Vi har opp til fire togpendler i døgnet på flere strekninger.

2) Systemtog betjener store kunder som har behov for egne heltogløsninger. Typiske eksempler er transport av tømmer til papirindustrien, og frakt av jet parafin fra Oslo havn til Gardermoen flyplass. Systemet baseres på industrielt samarbeid om lukkede transportsystemer der dedikerte ressurser (lokomotiv, vogner og personell) knyttes opp mot kunden.

3) Vognlast er det tradisjonelle jernbanekonseptet der lasten transporteres i hele jernbanevogner. Kunden laster ofte lasten selv i vognene, men det krever at kunden har sidespor til jernbanen. CargoNet la ned vognlastproduktet 31/12-2003. Isteden er det innført tilbud om frakt av semitrailere på jernbanevognene. Dette er et produkt som erstatter vognlastproduktet, men er langt mer fleksibelt da det ikke krever at kunden er tilknyttet et sidespor. Tre av de nye operatørene på jernbanenettet i Norge som satser på vognlastproduktet (GreenCargo, Tågakeriet og Ofotenbanen). Semitraileren er vognlastens etterfølger og er langt mer fleksibel enn semitraileren.

CargoNet har lagt ned virksomheten med tradisjonelle vognlasttransporter, men forsterket satsingen på et skandinavisk nettverk for kombinerte transport med gode tilknytninger til Europa. Mens CargoNet har lagt ned vognlastproduktet, er det nettopp dette de private jernbaneoperatørene har konsentrert satsningen sin om, der det tilbys tjenester til industrien der det kreves transportløsninger som ikke kan betjenes av containertransporter.

4.3.3 Utviklingen for godstransport på jernbanen

Norge

Transport av containere og semitrailere på jernbane økte med over 20% i 2004 i forhold til første kvartal 2003 i følge CargoNet AS. Økningen gjelder både innenlands og til/fra Norge.

På Nordlandsbanen har transport av fersk fisk økt betydelig det siste halvåret. Kvaliteten på togtilbudet synes derved å oppfylle fiskerinæringens krav og CargoNet vurderer utvidet tilbud på Nordlandsbanen.

På Bergensbanen har satsingen på å få mer godstransport over fra vei til tog gitt gode resultater. Fra 1. oktober 2003 har det vært mulig å sende semitrailere (ikke trekkvognen)

med toget. Per april 2004 hadde godstrafikken på Bergensbanen økt med 17 prosent i forhold til tilsvarende periode året før. Det meste av denne økningen skyldes ny trafikk med trailere.

Sverige

I Sverige er jernbanen betydelig større i transporterte tonn enn det den er i Norge. Dette skyldes blant annet at det er mye industri i Sverige som benytter jernbane, der man i Norge benytter sjøfart. Vognlastproduktet i Sverige er betydelig større enn i Norge og noe over 40 prosent av vognlasten er systemtogløsninger (målt i transportarbeid).

4.3.4 Kriterier for konkurransedyktighet

Erfaringer fra utvalgte distribusjonsruter i Europa gir tre kriterier for at intermodale transporter med jernbane på hovedstrekningen, skal være konkurransedyktig til vegtransport. Disse kriteriene er i stor grad sammenfallende med erfaringer fra USA.

- Minimums transportdistanse må være 4-500 km med dagens spesifikasjoner og reguleringer.
- Lasten må være konsolidert/konsentrert over et minimumsnivå.
- Det må i tillegg eksistere betydelige hindre for vegtransport.

5 Hvordan inkludere kjøretøykilometer i transportmodeller

5.1 Bakgrunn

For prognoseformål er det et viktig å ha forventninger om utviklingen både mht transport- og trafikkarbeid. Dette fordi transportarbeidet sier noe om transportbehovet, mens trafikkarbeidet sier noe om trafikkb belastningen. Transportarbeidet beregnes som produktet av mengde gods som transporteres og transportdistanse, summert over alle turer, og inkluderer ikke tomkjøring. Trafikkarbeidet er en indikator på hvor mye bilene kjører og inkluderer tomkjøring. Svakheten med trafikkarbeidet som indikator er at et fullt vogntog teller like mye som en tom varebil dersom disse kjører like langt.

Vi har i kapittel 2.4 vist sammenhenger mellom utviklingen i hovednæringene og i transportarbeidet for hhv lette og tunge kjøretøy. Framveksten av tjenestenæringene har i første rekke slått ut i en økning i transportytelsene for de små godsbilene.

Godsbiler med nyttelast fra 1 til 3,5 tonn utgjorde i 1999 hhv 53 og 37 prosent av utkjørte turer og trafikkarbeid for alle godsbiler, men bare 4 og 3 prosent av transporterte tonn og utkjørt transportarbeid. I undersøkelsen til Rideng og Strand hvor også biler med nyttelast under 1 tonn inngikk utgjorde vare- og kombinerte biler og lastebiler med nyttelast under 3,5 tonn til sammen 68 prosent av trafikkarbeidet utført med godsbilene. Dette viser at de minste bilene kjører mye, men at de i mindre grad benyttes til transport av gods. I den nasjonale godstransportmodellen NEMO, blir transportmiddelfordeling og transportarbeid beregnet på grunnlag av matriser som skal representere varestrømmer mellom alle landets kommuner. Transportarbeid har vært den eneste indikatoren som modellen gir for framtidig behov for godstransport. Dette kan være en svakhet, fordi transportarbeid og trafikkarbeid kan som vi har vist i denne rapporten representere to ulike faktorer fordi trafikkarbeidet, som er indikator på hvor mye bilene kjøres, også avhenger av utvikling i godsets retningsbalanse, samt godsbilenes størrelse og utnyttelsesgrad. Den gjennomgang som er foretatt i denne rapporten viser imidlertid at det å basere utkjørte kilometer for de minste bilene på grunnlag av transporterte godsmengder, vil gi et alt for usikkert grunnlag. Dette fordi det er andre aktiviteter enn det å frakte gods som generer de transporttjenester som disse bilene utfører. En trenger i stedet et modellapparat der lokaliseringen av tjenestenæringene inngår som en genererende aktivitet, mens brukerne av tjenestene, som er industri, tjenesteytende sektorer og husholdninger inngår som en attraherende aktivitet.

Godstransportmodellsystemet NEMO/PINGO gir prognoser for transportarbeid, men kan også på kort sikt også estimere trafikkarbeidet. Dersom det forventes endringer mht gjennomsnittlig lastvekt, kapasitetsutnyttelse eller i tomkjøring, bidrar det til at utviklingen i transport- og trafikkarbeidet vil ha forskjellige vekstrater.

5.2 Metodikk for omregning fra godsstrømmer til transportmidler

Godstransportmodellen NEMO er implementert i programpakken STAN, og i STAN er det en modul som omregner fra godsstrømmer til transportmidler, basert på proporsjonalitet mellom godsstrømmer og antall kjøretøy. Svakheten med en slik utforming er at

antall transportmidler blir proporsjonal med godsstrømmene i hver retning som igjen fører til en retningsubalanse mht til antall transportmidler dersom det er ubalanse mellom godsstrømmene i hver retning. Ubalansen i antall blir større desto skjeve retningsbalansen i godsstrømmene er. Dette virker lite rasjonelt, spesielt for sjøtransport til/fra en havn, der antall båter som går inn til og ut av en havn nødvendigvis må være lik. Vi ønsker derfor å beregne antall transportmidler på en mer sofistikert måte, og et naturlig første steg i så måte vil være å implementere en modell i NEMO, der antall transportmidler i alt (dvs med og uten last) i en retning avhenger av godsstrømmene i begge retninger, og en sannsynlighet for ikke å få returlast. Informasjon om returgodset fåes ved å transponere godsstrømsmatrisen. I NEMO vil det mest hensiktsmessige være at både gjennomsnittlig lastmengde pr tur og sannsynligheten for ikke å få returlast varierer med varegruppe og transportmiddel. F eks er sannsynligheten for returlast desto mindre jo mer spesialisert ett transportmiddel er. For å belyse dette ytterligere vil transport med tankbil sjelden ha returoppdrag, f eks vil transport av melk med tankbil fra gårdsbruk til meieri gå tom den ene retningen, men full tilbake, fordi man ikke kjører melken til kuene eller transporterer annen form for flytende bulk i en melkebil. For en samlast derimot, vil det være enklere å få returoppdrag, men også det avhenger av hvor transporten går. Det vil f eks være større sannsynlighet for returtransport for transport mellom terminaler, enn transport fra terminal til kunde/vareeier.

På PTRC-konferansen i Cambridge i 2002, presenterte Holguin-Veras og Thorson et paper om hvordan en kan modellere tomme turer for laste- og varebiler. Paperet bygger på en artikkel som de senere publiserte i *Journal of Transportation Research* i 2003. I artikkelen benyttes terminologien nulte, første og n-te ordens turkjeder. Med nulte ordens turkjede, menes den enkleste av alle turkjeder, nemlig at et transportmiddel kjører fra opprinnelsessted (a) til destinasjonssted (b) og så tilbake til opprinnelsesstedet (a). Dvs at en turkjede bare går mellom to soner. Med første ordens turkjede er dimensjonen økt med en sone og det antas at turen går som en rundtur, men at det er tre soner å velge mellom. Med n-t ordens turkjede er det n soner å velge mellom, og det innføres derved en betinget sannsynlighet for hvilken sone som blir den neste destinasjonen i en turkjede, i tillegg til at det innføres en sannsynlighet for at transportmiddelet returnerer tomt.

I STAN behandles ikke turkjeder av høyere enn nulte orden. Dette betyr at vi må innføre en metode for beregning av antall transportmidler som avviker fra den modulen som ligger inne i STAN, men som er mindre komplisert enn den som Holguin-Veras og Thorson presenterer. En framgangsmåte for å gjøre dette er å skrive en makro som lager nye matriser som representerer *transportmiddelspesifikke OD-matriser for antall transportmidler*. Matrisen kan beregnes på grunnlag av enkel matriseberegning, med utgangspunkt i transportmiddelfordelte OD-matriser, der det totale antall transportmidler framkommer på tilsvarende måte som i en modell som første gang er presentert i en artikkel av Noortman og van Es i 1978 (NVE-modellen) spesifisert ved:

$$E(z_{ij}^{vc}) = \frac{m_{ij}^{vc}}{a_{ij}^{vc}} + x_{ji}^{vc} P_{ij}^{Evc} \quad (1) \quad (\text{Noortman og van Es' modell})$$

Der

- z_{ij} er estimert antall turer i alt (tomme og med last) mellom i og j
- m_{ij} en matrise for varestrømmer mellom opprinnelsessted (i) og destinasjonssted (j)
- a_{ij} er gjennomsnittlig lastmengde (tonn pr tur) mellom i og j, som kan variere med distanse (og relasjon)
- x_{ij} er estimert antall turer med last mellom i og j

- P_{ii} tolkes som sannsynligheten for et kjøretøy som er i sone i returnerer uten last tilbake til sone j
- $(1-P_{ii})$ tolkes som sannsynligheten for at et kjøretøy som er i sone i har returlast tilbake til sone j

Vi har innført benevnningen v (for vehicle) og c (for commodity) for å understreke at det er de transportmiddel- og varespesifikke OD-matriser og gjennomsnittlige lastvekter som beregningene relateres til. OD-matrisene for antall transportmidler kan senere leses inn i plott, som viser trafikkb belastningen på ulike snitt i nettverket.

Skal man lage matriser for hvert transportmiddel og varegruppe vil en fort komme opp i et svært stort antall matriser som krever mye ledig kapasitet i STAN. En første framgangsmåte vil derfor være å etablere en matrise for hvert transportmiddel i sum, dvs ikke varespesifikt, men dette kan senere enkelt tilpasses i analyser der en ønsker et mer nyanisert bilde. En aggregert matrise for hvert transportmiddel, men aggregert over alle 12 varegruppene i NEMO, vil da ta formen:

$$E(z_{ij}^v) = \sum_{c=1}^{12} \left(\frac{m_{ij}^{vc}}{a_{ij}^{vc}} + x_{ji}^{vc} P_{ij}^{Evc} \right) \quad (2)$$

For å implementere dette i STAN vil man rent praktisk måtte gjøre et par triks: Etter å ha kjørt et assignment, tar man ut transportmiddelspesifikke OD-matriser⁴. Den transponerte turmatrisen multipliseres opp med sannsynligheten for ikke å få returtransport og legges til turmatrisen, j fr (2). Kjører man et nytt assignment på summen av disse matrisene, vil man få samme transportmiddelfordeling som det en fikk initialt, så lenge ikke kostnadene er endret. Endelig kan man lese resultatene inn i plott som viser antall transportmidler på lenkene (modul 6-15 i STAN). Den svakhet en da står igjen med er at for tilbringertransport med lastebil vil sannsynligheten for returtransport avvike fra den som legges inn generelt for lastebiltransport, da denne vil få samme sannsynlighet for returtransport som det som legges inn for hhv sjø- og jernbanetransport (avhengig av hvilket av disse transportmidlene som tilbringertransporten er relatert til). Denne framgangsmåten vil bli tilordnet en makro i NEMO.

5.3 Datagrunnlag

SSBs lastebilundersøkelser for perioden 1993 til 2002 er brukt som grunnlag for å studere utviklingen i transport- og trafikkarbeid for hver av varegruppene som inngår i godstransportmodellsystemet PINGO/NEMO. Fram til og med 1999 inkluderte SSBs lastebilundersøkelser alle godsbiler med mer enn ett tonns nyttelast, men fra og med år 2000 inngår ikke lenger de minste godsbilene i utvalget, kun biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast. Vi har derfor i analysene skilt mellom biler med hhv mer og mindre enn 3,5 tonns nyttelast.

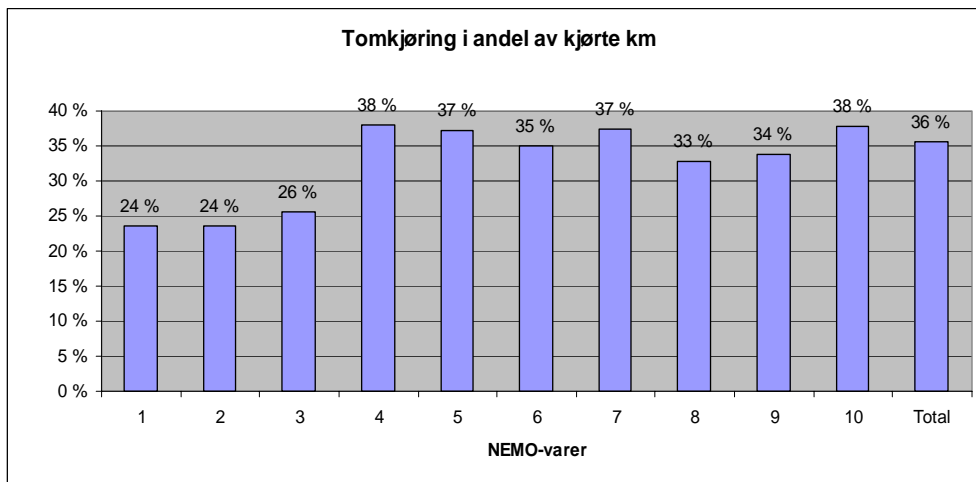
⁴ I STAN er det slik at dersom en henter ut transportmiddelspesifikke OD-matriser, vil en OD-relasjon bli lagt til det transportmiddel som er hovedtransportmiddelet i transportkjeden. Det betyr spesielt for lastebiltransport at OD-matrisen blir noe for lav, fordi man ikke får tilbringertransport inn i lastebilmatrisen. Hvis tilbringertransportene hadde vært lagt til OD-matrisen for lastebiltransport, ville en da fått et høyere nivå på de transportmiddelspesifikke OD-matrisene i sum enn for samle-matrisen, fordi noen av transportene dobbelttelles.

5.4 Sannsynlighet for returlast

For å kunne implementere en modul for omregning fra transport til trafikkarbeid i NEMO, må sannsynligheten for at et kjøretøy ikke får returlast kvantifiseres. Best grunnlag for å kvantifisere denne sannsynligheten har vi for lastebiler, der bakgrunnsdata fra SSBs lastebilundersøkelse benyttes⁵.

I modellsammenheng er vi interessert i å finne varespesifikke sannsynligheter for at et kjøretøy får returlast. Nå er det slik at varegruppe naturlig nok bare kan spesifiseres i undersøkelsen for turer med last. Vi har derfor gjort beregningene i to trinn, der vi først har beregnet trafikkarbeid for turer med og uten last fordelt etter hhv vareslag og kjøretøytype. Deretter har vi beregnet trafikkarbeid etter kjøretøytype og varegruppe. Ved å multiplisere ”trafikkarbeid etter kjøretøytype og varegruppe” med ”tomkjøringsandeler for hver kjøretøytype”, kommer vi fram til et anslag på tomkjøringsandelene for hver varegruppe som framkommer av figur 5.1.

Figur 5.1. Tomkjøring i prosent av kjørte kilometer, etter NEMO-vare og i alt. Lastebiltransport.



Kilde: SSBs Lastebilundersøkelse 1996 til 1999.

Tomkjøringsandelen er høyest for vare 4 (transportmidler og maskiner), vare 5 (diverse stykk gods), vare 7 (sand, grus og jord) og vare 10 (petroleumsprodukter). For disse varene ligger tomkjøringsandelen rundt 37 prosent av kjørte kilometer. Lavest tomkjøring har varegruppene 1, 2 og 3 (matvarer, fisk og termovarer), med ca 25 prosent tomkjøringsandel av total utkjørt distanse.

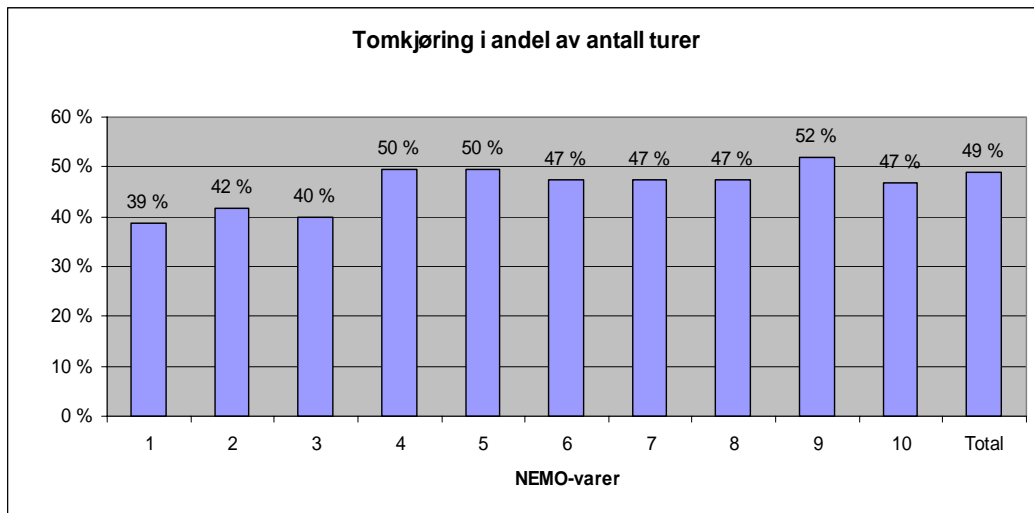
Vi har også beregnet tomkjøring som andel av antall lastebilturer for hver varegruppe. Disse andelene framgår av figur 5.2.

I gjennomsnitt utgjør antall turer uten last halvparten av alle lastebilturer, men fordi gjennomsnittlig transportavstand for turer uten last betydelig lavere enn for turer med last, er tomkjøringsandelene langt lavere når de er relatert til transportavstand enn relatert til antall turer. Nettopp det at gjennomsnittlig distanse for turer uten last er lavere enn for turer med last er kjernen i den problemstillingen vi har gått gjennom tidligere i doku-

⁵ Vi har benyttet SSBs Lastebilundersøkelser 1996 til 1999 som datagrunnlag, dette fordi at fra år 2000 inngår ikke lenger biler med tillatt nyttelast under 3,5 tonn i lastebilundersøkelsen.

mentet mht høyere ordens turekjeder. Hadde gjennomsnittlig turlengde for turer med og uten gods vært lik, ville det bety at kjøretøyet går med gods den ene veien, men tom tilbake. Når gjennomsnittlig turlengde er kortere for turer uten last, betyr det at transportøren søker å minimere kjøring uten last ved at ruteplanlegging planlegges nettopp ut fra det formål at distanse uten gods blir kortest mulig.

Figur 5.2. Tomkjøring i prosent av antall turer, etter NEMO-vare og i alt. Lastebiltransport.



Kilde: SSBs Lastbilundersøkelse 1996 til 1999.

Da vi i STAN må operere med en sannsynlighet for returtransport som er uavhengig av transportdistanse⁶ og transportretning, vil det være mest hensiktsmessig å benytte sannsynligheter for returtransport som er relatert til transportdistanse og ikke til antall turer. Tomkjøringsandelen relatert til antall turer er betydelig høyere enn tomkjøringsandelen relatert til utkjørt distanse, noe som skyldes at gjennomsnittlig turlengde for turer med last er betydelig lenger enn for turer uten last.

5.5 Utvikling i forholdet mellom transport- og trafikkarbeid

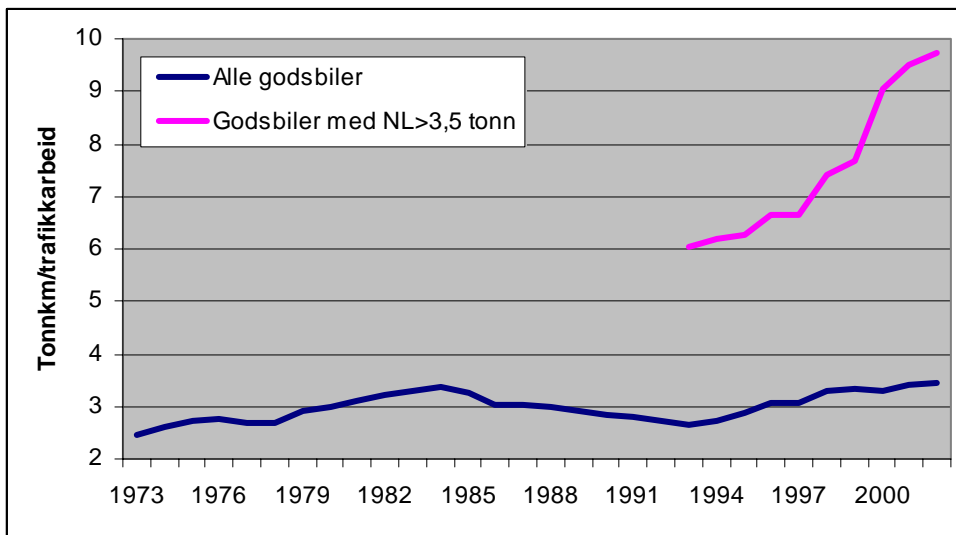
5.5.1 Alle turer

Godstransportarbeid er et mål for godstransportaktiviteten som avhenger av transporterte tonn og transportavstand, og måles i tonnkilometer. Tomkjøring inngår ikke i transportarbeidsbegrepet, da dette beregnes som summen over alle turer for produktet av godsmengde og utkjørt distanse. Trafikkarbeid er et mål på hvor mye godsbilene kjører og er summen av utkjørte kilometer med og uten last. Dersom gjennomsnittlig lastmengde pr tur (inkludert turer uten last) ikke endres over tid, vil transport og trafikkarbeidet utvikle seg parallelt, men dersom gjennomsnittlig lastmengde øker eller avtar over tid vil transportarbeidet øke hhv mer eller mindre enn trafikkarbeidet. Det er følgelig bare i perioder der en kan forvente et stabilt forhold i gjennomsnittlig lastvekt pr tur at forventet utvikling i transportarbeid kan benyttes som en erstatningsvariabel for utviklingen i trafikkarbeidet. Som det framgår av figur 5.1 har ikke dette forholdet vært konstant, i hvert fall

⁶ STAN har en føring om at kostnader må utformes lineært mht transportdistanse.

ikke for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Årsaker til at forholdet mellom transport- og trafikkarbeid endres er forhold som: 1) Økning i kjøretøystørrelse, 2) Økt kapasitetsutnyttelse for turer med last og 3) Reduksjon i andelen kjøring uten last. Det framgår også at godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn har hatt betydelig høyere produktivitetsvekst enn det en kan observere for alle godsbilene.

Figur 5.3. Utvikling i det relative forholdet mellom transportarbeid og trafikkarbeid i perioden 1973 til 2002.



Kilde: Rideng (2001) og SSBs lastebilundersøkelser 1993 til 2002.

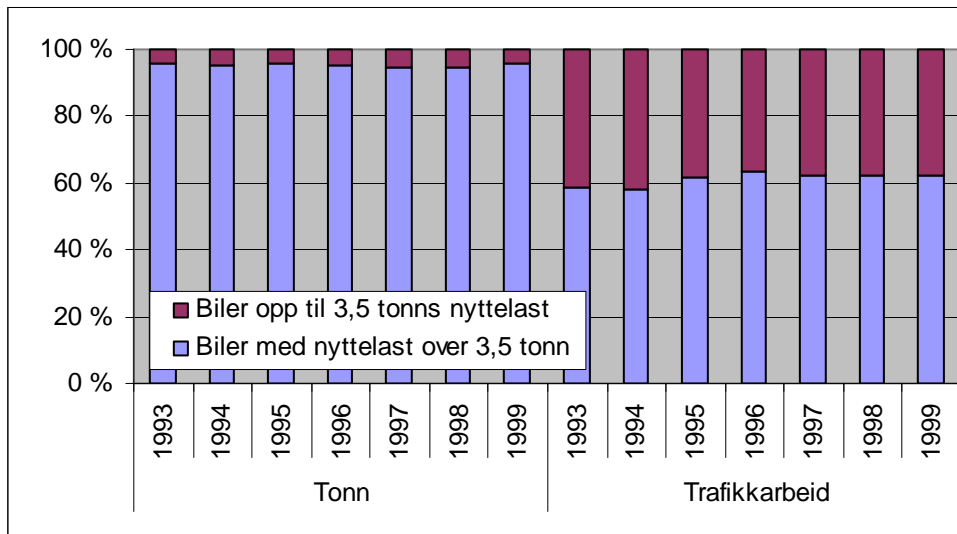
Forholdet mellom transport- og trafikkarbeid kan uttrykkes ved følgende faktor:

$$(3) \quad Faktor = \frac{Transportarbeid}{Trafikkarbeid} = \frac{\sum_i (Transporterte\ tonn\ pr\ tur) \cdot (Turlengde)}{\sum_i (Turlengde)}$$

Der i er en indeks for turnummer.

Faktoren tilsvarende gjennomsnittlig transportmengde pr tur, men er vektet med turlengde, slik at en lang tur teller mer enn en kort tur. Faktoren kan beregnes i henhold til turer med og uten last, og forholdet vil endres mht tomkjøring, gjennomsnittlig lastmengde og gjennomsnittlig turlengde. Desto høyere forholdstall, desto høyere er utnyttelsesgraden, og desto lavere er veksten i trafikkarbeidet sammenlignet med veksten i transportarbeidet. Generelt er det slik at desto høyere produktivitetsvekst, dvs jo høyere faktoren i relasjon (3) er, desto lavere vekst i trafikkarbeid relativt til transportarbeid og omvendt.

Figur 5.4. Utvikling i små og store godsbilers andel av transporterte tonn og utført trafikkarbeid 1993 til 1999.

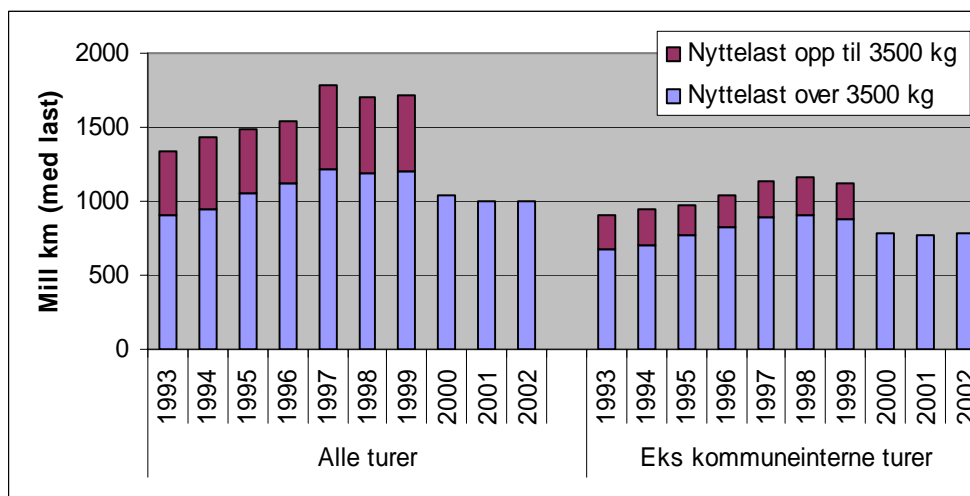


TØI-rapport 756/2004

Transporterte tonn med små godsbiler har utgjort mellom 4 og 5 prosent fra 1993 til 1999, mens de små godsbilenes andel av trafikkarbeidet er betydelig høyere og har i følge SSBs lastebilundersøkelse avtatt fra 42 prosent i 1993 til 37 prosent i 1999.

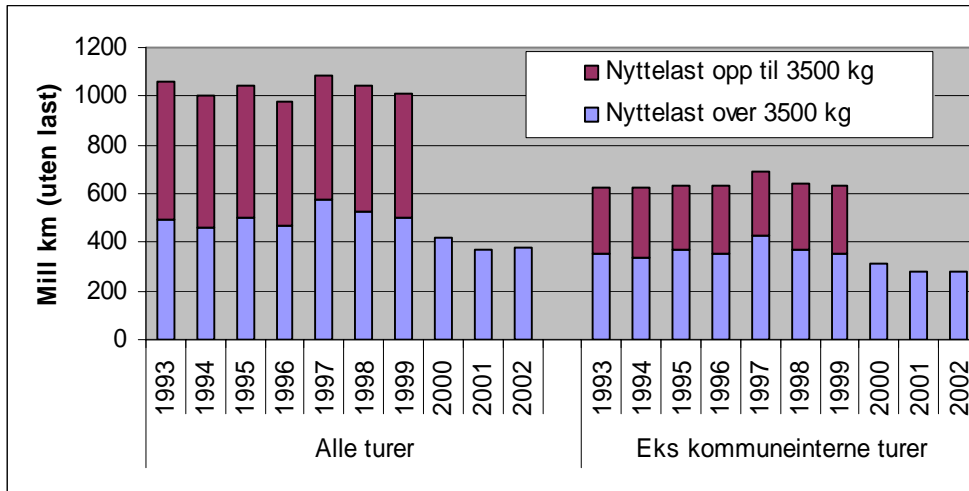
Kjørte kilometer med last (framgår av figur 5) økte fram til 1997, men er siden redusert og var i 2002 bare litt høyere enn i 1993. For turer uten last (som framgår av figur 6), har reduksjonen særlig vært betydelig fra 1997. Sett under ett er kjørte km med biler med nyttelast større enn 3,5 tonn, i 2002 på et tilsvarende nivå som i 1993. Tomkjøringsandelen er størst for de minste bilene, og høyere for kommuneinterne turer enn for turer mellom kommuner.

Figur 5.5. Utvikling i små og store godsbilers omfang av utført trafikkarbeid (med last) 1993 til 2002. Alle turer og turer utenom kommuneinterne turer.



TØI-rapport 756/2004

Figur 5.6. Utvikling i små og store godsbilens omfang av utført trafikkarbeid (uten last) 1993 til 2002. Alle turer og turer utenom kommuneinterne turer.

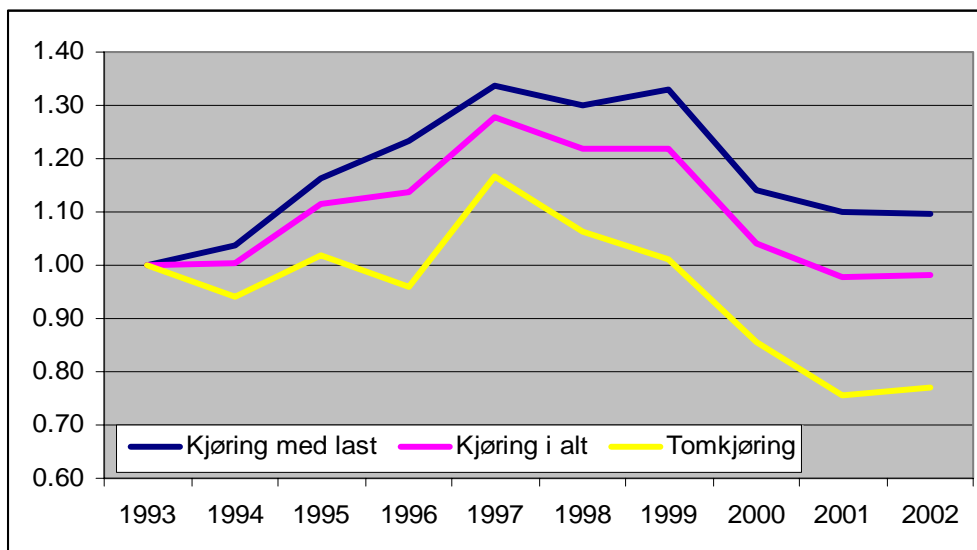


TØI-rapport 756/2004

Biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast

Utvikling i utført trafikkarbeid for biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast framgår av figur 7. Figuren illustrerer at det har vært en vedvarende reduksjon i tomkjøringen fra 1997 til 2001, men også kjøring med last er redusert mht utkjørte kilometer fra 1999 til 2002. Resultatet er at kjøring i alt er redusert fra 1997 til 2002, med 30 prosentpoeng. Nivået på kjørte kilometer var i 2002 noe lavere enn i 1993 (som i figuren er satt lik 100).

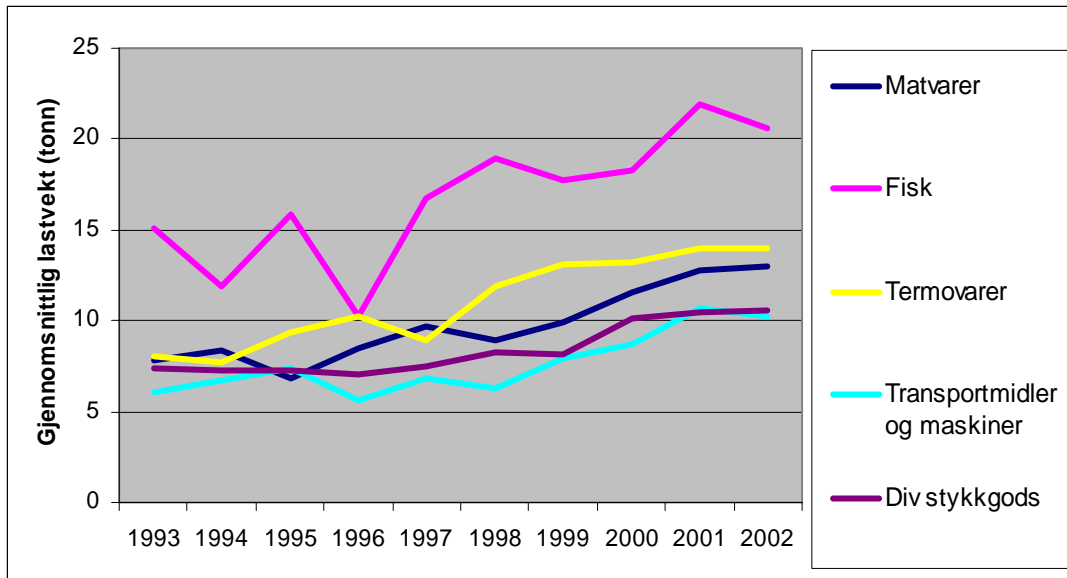
Figur 5.7. Utvikling i utført trafikkarbeid 1993 til 2002. Biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast. Indeksert, der 1993 = 100.



TØI-rapport 756/2004

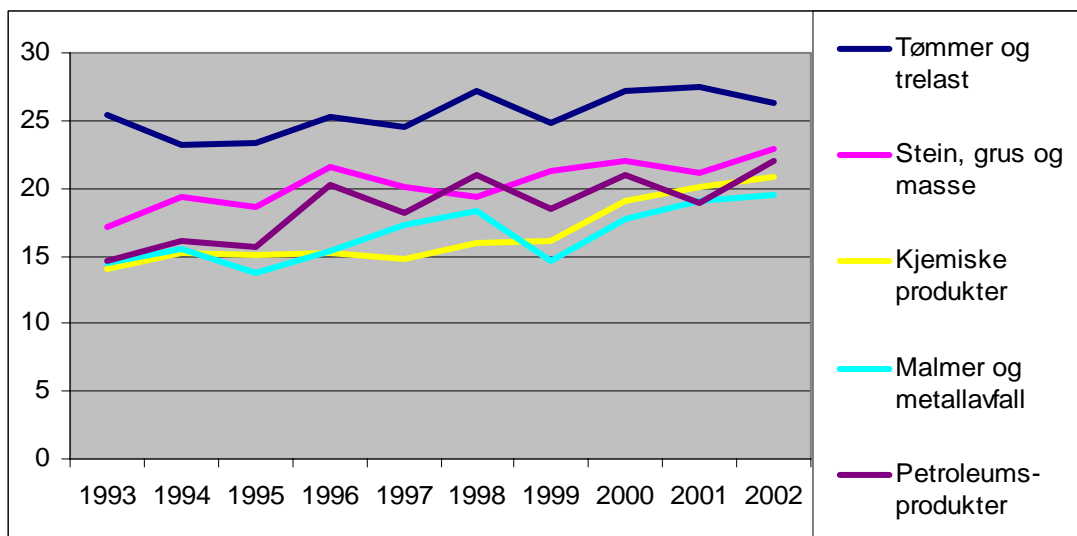
Utviklingen i gjennomsnittlig lastvekt i tonn der gjennomsnittet framkommer etter å ha vektet transportmengde med turlengde, framkommer for NEMO-vare 1 til 5 i figur 8 og for NEMO-vare 6 til 10 i figur 9:

Figur 5.8. Utvikling i gjennomsnittlig lastvekt i tonn (transportarbeid/trafikkarbeid) 1993 til 2002. Biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast. Stykk gods - NEMO-vare 1 til 5.



TØI-rapport 756/2004

Figur 5.9. Utvikling i gjennomsnittlig lastvekt i tonn (transportarbeid/trafikkarbeid) 1993 til 2002. Biler med mer enn 3,5 tonns nyttelast. Bulkprodukter - NEMO-vare 6 til 10.



TØI-rapport 756/2004

Det framkommer av figur 8 at fisk har høyest gjennomsnittlig transportmengde pr tur av stykkgoodsrelaterte varer (varene 1 til 5) og ikke minst ser det ut til at det er for denne varen at produktivitetsveksten har vært størst. Også for Matvarer har produktivitetsøkningen har vært stor. For varer innenfor bulksegmentet (varegruppene 6 til 10) er det Tømmer og trelast som har høyest gjennomsnittlig lastvekt pr tur, mens det er Kjemiske produkter og Petroleumsprodukter som ser ut til å ha hatt den høyeste produktivitetsveksten.

5.5.2 Mer effektiv utnyttelse av transportkapasiteten

Det at gjennomsnittlig lastvekt pr tur har økt i perioden fra 1993 til 2003 for alle varegrupper skyldes at det i denne perioden har skjedd en bedring mht transportkapasiteten, dvs at transportene er blitt mer effektive som en følge av:

- Økt kjøretøystørrelse
- Økt kapasitetsutnyttelse
- Redusert tomkjøring

Redusert tomkjøring kan være en følge av en bedring med hensyn til godsets retningsbalanse. Økt kapasitetsutnyttelse og redusert tomkjøring kan også være en følge av ny og bedret tilgang til IT-verktøy og teknologiske løsninger (som f eks mobiltelefon, elektroniske kart, ruteoptimeringsverktøy, flåtestyring)

I den grad tomkjøringen og bedret kapasitetsutnyttelse *ikke* har vært en følge av bedret retningsbalanse for godsstrømmene, trenger vi en trendfaktor som estimerer framtidige produktivitetsendringer mht utnyttelse av kjøretøyene. Dette fordi transportmodellsystemet NEMO/PINGO etablerer prognoser for godsstrømmene og derved også i noen grad mht godsets retningsbalanse (for transporter mellom kommuner). For ytterligere produktivitetsendringer mht utnyttelsen av kjøretøyet, trengs en faktor som estimerer utviklingen i produktiviteten mellom transportarbeid og trafikkarbeid.

5.5.3 Eksponentiell funksjonsform

På grunnlag av utviklingen mellom transport- og trafikkarbeid fra 1993 til 2002 har vi estimert forventet utvikling framover. Den enkleste utviklingsbanen er en lineær trendforlenger. Ulempen med å benytte en lineær utforming er at utviklingen vil vokse over alle grenser når tidshorisonten er lang nok. Det må imidlertid forventes en større avflatning av veksten enn det en lineær sammenheng vil estimere. Vi har derfor benyttet en mer konkav modelltilnærming for utviklingen i gjennomsnittlig transportmengde over tid, dvs:

$$(4) \quad \text{Gjennomsnittlig tonnmengde} = \sqrt[p]{a + bT} = (a + bT)^{1/p}$$

der T er et trendledd som er benyttet som en proxy for tiden, der 1993 = 1, 1994 = 2, osv. I det tilfellet der p (potensen) er lik 1, får en tilsvarende modell som i det lineære tilfellet. Vi har forsøkt å prøve alternative nivå på p, avhengig av varegruppe, f eks framgår det av figur 7 over at Tømmer og trelast har en betydelig flatere utvikling enn de andre varegruppene, og derved behov for en mer konkav modellutforming, dvs at en må forvente en høyere p enn for de øvrige varene.

Tabell 5.1. Estimerte verdier på parametrene i relasjon (3), samt korrelasjonskoeffisient, og signifikansverdier.

	Mat	Fisk	Termo- varer	Maskin	Stykk- gods	Tømmer + trelast	Masse	Kjemi	Malm	Flytende bulk	Alle turer eks tomkjøring
p	2	4	3	2	2	10	3	2	5	2	2
R ²	0,83	0,71	0,91	0,69	0,80	0,55	0,72	0,76	0,68	0,66	0,86
a	28,0	-8135	-57,7	-36,2	101	-93E+11		99,3	209749	165	51,4
t _a	2,19	-0,31	-0,29	-0,24	0,88	-0,27	6,85	3,05	-0,60	4,88	4,83
b	12,9	19147	287,5	99,6	98,3	1,7E+13	328	26,3	235171	21,3	12,0
t _b	6,23	4,47	9,08	4,09	5,36	3,13	4,58	5,01	4,16	3,92	6,98

TØI-rapport 756/2004

R² er den multiple korrelasjonskoeffisienten og er et mål på hvor godt den estimerte modellen passer til datagrunnlaget, og vil ved perfekt korrelasjon være lik 1,0. Et annet mål for hvor godt modellen passer til datagrunnlaget er parametrene t-verdier. I denne modellen der en har 9 frihetsgrader, er t-verdien 2,26 ved et 95 prosents signifikansnivå. Vi ser at det varierer en del hvor godt modellen passer til dataene for hver enkelt varegruppe, men vi har brukt R² som et hovedkriterium for hvor høy potens som skal benyttes. Dvs at vi har valgt det nivå på p som fører til at R² blir størst mulig, med mindre det reduserer signifikansverdien for parameterne. Dette har ført til en mest konveks funksjon for Tømmer og trelast, mens det er fem varegrupper som har fått en potens lik 2 (Matvarer, Maskiner og transportmidler, Stykk-gods, Kjemiske produkter og Flytende bulk). Desto lavere potens, desto høyere produktivitetsutvikling er forventet, dvs at desto større økning i lastmengde pr tur forventes.

Vi har i tabell 5.2 gjengitt estimerte verdier for utvikling i omregningsfaktorene for hver av de 10 NEMO-varegruppene. Vi har også oppgitt rangeringen mht hvilke varegrupper som det er forventet størst produktivitetsvekst. Dette gjelder: Matvarer, Kjemiske produkter og Flytende petroleum, mens de tre varegruppene der det er forventet lavest produktivitetsvekst er for Tømmer og trelast, Mineraler og Massetransport.

Tabell 5.2. Estimerte verdier for utviklingen i omregningsfaktorene for transport til trafikkarbeid.

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	Rangering av produktivitetsvekst
Matvarer	1,116	1,287	1,438	1,574	1,699	1,816	1
Fisk	1,071	1,164	1,239	1,303	1,358	1,407	7
Termovarer	1,093	1,220	1,325	1,416	1,496	1,568	5
Maskiner og transportmidler	1,095	1,223	1,329	1,421	1,502	1,575	4
Div stykk-gods	1,084	1,199	1,297	1,381	1,456	1,524	6
Tømmer og trelast	1,028	1,063	1,090	1,112	1,131	1,148	10
Massetransport	1,049	1,123	1,187	1,246	1,299	1,348	8
Kjemiske produkter	1,104	1,257	1,394	1,519	1,634	1,741	2
Mineraler	1,059	1,134	1,194	1,244	1,287	1,324	9
Flytende bulk (petroleum)	1,081	1,205	1,317	1,420	1,516	1,606	3
Alle eks tomtransport	1,100	1,249	1,382	1,503	1,615	1,720	

TØI-rapport 756/2004

5.6 Konklusjon

- Det har vært en vesentlig økning i produktiviteten for godstransport på veg siden 1993 for kjøretøy med nyttelast 3,5 tonn og over.
- Det er derved behov for en faktor som kan estimere framtidig vekst i produktiviteten for prognoseformål.
- Eksponentiell trendforelenger er mer rasjonelt å benytte enn lineær trendforelenger, da lineær trendforelenger medfører at veksten i gjennomsnittlig lastmengde pr tur for noen varegrupper øker til et nivå som er høyere enn det som er tillatt som maksimal lastvekt pr i dag.
- Størst produktivetsvekst for de tre NEMO-varegruppene, Matvarer, Kjemiske produkter og Petroleumsprodukter. Lavest produktivetsvekst finner vi for Tømmer og trelast, Mineraler og metallavfall og Massetransport.
- Ved beregning av trafikkarbeid er det et stort problem at man har et dårlig datagrunnlag for godsbiler med nyttelast under 3,5 tonn. I følge undersøkelsen til Rideng og Strand (2004) utgjorde disse bilene 68 prosent av trafikkarbeidet for godsbiler i 2003.

6 Prognoser for godstransport under ulike forutsetninger om transportavgifter og teknologisk utvikling

De økonomiske og miljømessige kostnadene ved godstransport avhenger av de totale godstrømmene, hvor disse går geografisk og fordeling av godset mellom tilgjengelige transportmidler. For å finne frem til gode tiltak i transportsektoren på nasjonalt nivå, vil det være en fordel å kunne forholde seg til prognoser for hvordan godstrømmene utvikler seg fremover.

Med NEMO er det mulig å trekke ut transportindikatorer for dagens transportvolumer, og det er mulig å analysere hvordan ulike tiltak i transportsektoren isolert sett påvirker transportmiddelfordeling og rutevalg. Men NEMO kan ikke alene beregne prognoser for endringer i de totale godstrømmene for hver varegruppe, som følge av forventet fremtidig økonomisk og teknologisk utvikling og tiltak som for eksempel marginalkostnadsprising og/eller infrastrukturinvesteringer.

Ved fremskriving av basismatrisene i NEMO trenger vi et prognoseverktøy som tar hensyn til at relative endringer i godsstrømmene mellom et gitt par av regioner kan være forskjellig fra godsstrømmen mellom et annet par av regioner. PINGO tar hensyn til de regionale forskjellene og er utviklet spesielt med tanke på fremskriving av basismatrisene i NEMO. Dersom NEMO kobles med PINGO, kan vi beregne prognoser for fremtidige godstrømmer, transportmiddelfordeling, miljøkostnader knyttet til transport og andre transportindikatorer. Vi kan også beregne fremtidig økonomisk aktivitet i fylkene med PINGO. I dette kapitlet presenteres prognoser med PINGO/NEMO under ulike forutsetninger om transportavgifter og teknologisk utvikling. Vi bruker PINGO for å beregne prognoser for følgende fire scenarier i perioden 2001 til 2022:

1. Nasjonal økonomisk utvikling i henhold til Avkastningsalternativet i Langtidsprogrammet 2002-2005. Forutsetning om samme kjøretøyteknologi som i basisåret (2001) gjennom hele perioden. Transportavgifter i henhold til dagens trend.
2. Som (1) men med innføring av marginalkostnadspringsprinsippet for fastsettelse av transportavgifter, dvs., transportavgifter fastsettes i henhold til de eksterne kostnader som er knyttet til transportarbeidet for hvert transportmiddel.
3. Som (1) men med forventet teknologisk utvikling.
4. Som (1) men med avgifter som i (2) og teknologisk utvikling som i (3).

Vi presenterer modelloutput for årene 2005, 2008, 2015 og 2022. Modelloutputen inneholder resultater for fremtidige transportarbeid, transportmiddelfordeling, eksterne miljøkostnader, og endringer i husholdningenes økonomiske velferd (konsumentoverskudd). Resultatene fra analysene gir innsikt i hvordan teknologiendringer og avgifter påvirker godstransporten.

Kapittel 6.1 gir en nærmere beskrivelse av forutsetningene og prinsipper som er lagt til grunn for analysene. I kapittel 6.2 presenteres resultater og konklusjoner. Resultatene i kapittel 6.2 er basert på forutsetninger i et scenario for moderat teknologisk utvikling. Grunnlaget for de teknologiske forutsetningene beskrives i Vedlegg I. Vedlegg II inneholder en kort beskrivelse av PINGO og sammenhengen mellom PINGO og NEMO.

6.1 Forutsetninger for prognoser med PINGO/NEMO

For å bruke PINGO/NEMO til å lage prognoser for godstransport i Norge for de fire scenariene må vi først gjøre en del eksogene forutsetninger. Nedenfor spesifiserer vi disse forutsetningene og beskriver opplegget for gjennomføring og evaluering av prognosene.

6.1.1 Marginalkostnadsprising

Vi antar at innføringen av avgifter i henhold til de eksterne kostnadene skjer gradvis (tabell 6.1). Frem til 2003 antar vi at avgiftsnivået følger dagens trend. Fra 2003 og frem mot 2006 skjer det en gradvis endring fra dagens trend slik at vegtransport, jernbanetransport og sjøtransport avgiftsbelegges i henhold til de gjennomsnittlige eksterne kostnadene per tonnkm i 2006 og fremover. Fra 2012 forutsetter vi en forfinet differensiering av avgiftene slik at 5 ulike lastebilkategorier betaler for sine gjennomsnittlige eksterne kostnader. Andelen av de ulike varegruppene som transporteres med forskjellige lastebilkategorier varierer (Vold et al., 2002). Vi tar hensyn til fordelingen på ulike lastebilkategorier og får en ekstern kostnad per varegruppe for lastebil. Fra 2020 differensieres avgiftene ytterligere slik at de samsvarer med gjennomsnittlige eksterne kostnader per tonnkm i spredbygde og tettbygde strøk. Avgiftene er basert på estimatene for marginale eksterne kostnader laget av ECON (2003).

Tabell 6.1. Prisivirkemidler og differensiering ved gradvis innføring av transportavgifter i henhold til de eksterne kostnadene fra transportmidlene.

	2001-2005	2006-2011 ¹	2012-2019 ¹	2020-2022 ¹
Prisvirkemidler	Årsavgift, drivstoffavgift og bomavgifter	Distanseavhengige avgifter basert på utkjørte kilometer.	Distanseavhengige avgifter basert på utkjørte kilometer.	Distanseavhengige avgifter basert på ITS teknologi.
Differensiering av avgifter basert på eksterne kostnader fra kjøretøyene.	Dagens avgifter	Marginale eksterne kostnader, differensiert for veg, bane og sjø.	Marginale eksterne kostnader, differensiert etter lastebilkategori, bane og sjø.	Marginale eksterne kostnader differensiert etter spredbygde og tettbygde strøk, lastebilkategori, bane og sjø.

¹ Vi tar bort dagens avgifter fra kostnadsfunksjonene før de gjennomsnittlige eksterne kostnadene settes inn som avgifter.

TØI-rapport 756/2004

6.1.2 Forventet teknologisk utvikling

Med bakgrunn i tidligere studier og opplysninger fra internett har vi anslått forventet teknologisk utvikling. Den teknologiske utviklingen bidrar til endringer i distanse-kostnadene og endringer i de eksterne kostnadene per tonnkm fra godstransport. Vi har fokusert mest på å forklare estimatene for fremtidige eksterne utslippskostnader, fordi disse utgjør den største posten (se tabell AI.2) og fordi det var mest tilgjengelig litteratur for disse. Tabell 6.2 oppsummerer forventet endring i transportkostnadene og eksterne

kostnader basert på kostnadene i basisåret 2001 (se vedlegg I om bakgrunnen for tabell 6.2).

Scenariene strekker seg over perioden 2001 til 2022. Basert på forventet teknologisk utvikling fra tabell 6.2, har vi spesifisert transportkostnader for periodene 2001-2005, 2006-2011, 2012-2019 og 2020-2022. Disse inkluderes i NEMOs kostnadsfunksjoner og i rutiner for å beregne de eksterne kostnadene ved godstransport i scenariet. I scenarier med forventet teknologisk utvikling er det også lagt inn planlagte investeringer i ny transportinfrastruktur.

Tabell 6.2. Sammendrag av forutsetninger om prosentvise reduksjoner i eksterne kostnader fra godstransport i Norge i periodene 2001-2005/2006-2011/2012-2019/2020-2022. Alle tall i prosent.

Transportmiddel	Drivstoff-avhengige kostnader	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	For-sinkelse r (kø)	Ulykker	Slitasje på infra-struktur
Vegtransport	3/10/16.5/20	3/10/20/25	21/53/73/81	0/5/10/15	0/0/0/0	5/10/15/20	0/0/0/0
Jernbane	1/2/7.5/12	1/1.2/2.5/3.8	4/10/15/18	0/5/10/15	0/0/0/0	5/10/15/20	0/0/0/0
Sjøtransport	0/2/4/5	1/2.5/4/5	3/11/24/32	0/0/0/0	0/0/0/0	5/10/15/20	0/0/0/0

TØI-rapport 756/2004

6.1.3 Økonomisk vekst

Vekstfaktorene er de samme som ble benyttet til å lage basisprognosene for godstransport utarbeidet av TØI i 2002 (Hovi et al., 2002). Basisprognosene ble etablert med utgangspunkt i økonomiske forutsetninger fra Avkastningsalternativet i Langtidsprogrammet 2002-2005, og de ble utviklet ved interaksjon mellom NEMO og PINGO. Basisprognoser for godstransport ble utarbeidet for årene 2001, 2006, 2012 og 2022. I forbindelse med et arbeid for Kystverket våren 2004 ble vekstfaktorer for transport i 2015 beregnet basert på de tidligere beregnede vekstfaktorene for 2012 og 2022 (Andersen og Hovi, 2004).

For hver varegruppe beregner PINGO regionaliserte innenlandske vekstrater, mens det for import og eksport benyttes varespesifikke rater som er felles for hele Norge.

I avkastningsalternativet vokser tjenesteproduserende næringer fortere enn vareproduserende næringer, det vil si at veksten i BNP vil være høyere enn utviklingen i transporterte tonn. Alternativet gir vekstbaner for ca 50 sektorer for hhv innenriks vareproduksjon og eksport og import, fra 1995 til 2010 og videre til 2020. Når vi nedenfor produserer prognoser for årene 2005, 2008, 2015 og 2022, er dette prognoser som Finansdepartementet ikke har kvalitetssjekket, med den usikkerhet det fører med seg.

Med utgangspunkt i sammenhengen mellom vareproduserende MSG-sektorer fra Avkastningsalternativet og NEMO-varer har vi beregnet veksten for hver vare som inngår i NEMO. Vekstratene som er benyttet for innenriks godsframskrivninger er gjengitt i tabell 6.3.

Vekstratene beskriver endring i produksjonsverdi målt i faste priser. Når vi benytter disse til å framskrive tonnmatrisene, forutsettes det implisitt at forholdet mellom tall i faste kroner og antall tonn er konstant i perioden. Den økonomiske tolkningen av dette er at de relative vareprisforholdene mellom de 13 NEMO-varene er konstante, og at de samtidig står i et fast forhold til antall tonn (pr 1995 kr) som er lik det vi observerer i basisåret 1999. Fordi PINGO kan endre prisene, kan det oppstå en forskjell mellom antall tonn produsert basert på Finansdepartementets vekstrater og antall tonn produsert når vi bruker vekstratene i PINGO. Det er kun de eksogene variable som alltid vil være helt i overensstemmende med de nasjonale fremskrivingene. For PINGO-kjøringene der forutsetningene

er endret i forhold til de nasjonale vekstratene er det riktig at det kan være forskjeller - for eksempel i analyser av alternative prisingsstrategier. I rene basisfremskrivninger vil vi helst unngå forskjeller. I PINGO beregningene vi presenterer i dette kapitlet endres prisene lite (se Vold, 2005, for ytterligere forklaring).

Tabell 6.3. Vareproduserende næringer. Volum i milliarder 1995-kr og relative endringer. Avkastningsalternativet i Langtidsprogrammet.

	1995	2010/1995	2020/2010
11 - Jordbruk	24	1,01	0,96
12 - Skogbruk	4	1,05	1,09
13 - Fiske og fangst	8	1,18	1,10
14 - Oppdrett av fisk	8	1,75	1,30
15 - Produksjon av andre konsumvarer	33	1,41	1,13
18 - Produksjon av tekstil og bekledning	6	0,99	0,90
21 - Foredl av fiskeprodukter	17	1,96	1,30
22 - Foredl av kjøtt og meieriprodukter	36	1,32	1,16
26 - Produksjon av trevarer	15	1,05	1,03
27 - Produksjon av kjemiske og mineralisk	40	1,01	0,98
28 - Grafisk produksjon	27	1,23	1,05
34 - Produksjon av treforedlingsprodukter	23	1,26	1,06
37 - Produksjon av kjemiske råvarer	21	1,63	1,14
40 - Raffinering av jordolje	13	1,05	1,05
43 - Produksjon av metaller	37	1,18	1,10
45 - Produksjon av verkstedsprodukter	71	0,90	0,98
48 - Produksjon av skip mv.	15	1,53	1,03
49 - Produksjon av oljeplattformer mv.	16	0,99	0,90
55 - Bygge- og anleggsvirksomhet	102	1,23	1,10
Sum	516	1,21	1,08
64 – Råolje og naturgass, utvinning og tilvirking	143	1,07	0,69
Sum inkludert utvinningen på Kontinentalsokkelen	659	1,18	1,00
Bruttoproduksjonsverdi i alt	1681	1,28	1,29

Kilde: Finansdepartementet.

For varegruppe 10 og 11 (petroleumsprodukter) har vi for innenriks forbruk benyttet vekstbanen for raffineringssektoren, og ikke sektoren for utvinning av råolje. Det er gjort under antakelse om at det er raffineringssektoren og ikke utvinningssektoren som i første rekke leverer til innenriks forbruk, og som påvirker innenlands transport. En får imidlertid forskjellig resultat dersom den ene eller andre vekstraten legges til grunn, fordi det er forventet en vekst i hele perioden for raffineringssektoren, mens det er forventet en årlig reduksjon på 3,7 prosent pr år fra 2010 innenfor utvinningssektoren.

For varegruppe 7 (stein, grus og masseprodukter) har vi ingen klar vekstrate å benytte til framskrivningene. Denne varen er en vare som inneholder mye transport, men har liten økonomisk betydning. Det er i MSG-prognosen fra Finansdepartementet ikke gitt eksplisitte tall for bergverkssektoren der vare 7 produseres (Grus- og sandtak der grus og sand produseres). Bergverk er i MSG-prognosene slått sammen med industrinæringer som har større økonomisk betydning. Vi har i stedet benyttet Bygge- og anleggssektoren som indeks til å framskrive utviklingen for vare 7. Anleggsnæringen anvender bergverksprodukter som sand og grus i sin produksjon. Dessuten kjøres det en del masse av jord og stein ved produksjon av boliger og forretningsbygg som også er en del av bygge- og anleggsnæringen.

Veksten i sum for transporterte tonn vil avvike fra veksten i bruttoproduksjonsverdien. Dette avviket skyldes bl annet at vare 7 (massetransporter) er en tung vare på veg og på

sjø, og veksten som er benyttet for denne varegruppen er bygge- og anleggssektoren, som har en høyere vekstrate enn gjennomsnittet for vareproduserende sektorer i BNP.

6.1.4 Social Accounting Matrix

I tillegg til data og forutsetninger for økonomisk vekst og teknologisk utvikling, baseres analysene på en såkalt "Social Accounting Matrix" (SAM) for Norge. SAM matrisen representerer et kryssregnskap for økonomien i fylkene og transport av ulike varegrupper mellom fylkene i basisåret 1999. For å lage SAM matrisen har vi brukt en rekke datakilder. Kapittel 6.3 forklarer nærmere om SAM matrisen og hvor man kan finne utfyllende informasjon om hvordan den er laget. PINGO er kalibrert slik at ved å kjøre PINGO for basisåret 1999, så reproduserer den SAM matrisen for dette året.

6.2 Resultater

For analysene i dette kapitlet betrakter vi alltid teknologisk utvikling som eksogent gitt. Transportavgiftene er også eksogene variable.

Analysene i dette kapitlet er basert på "top-down" beregninger med PINGO. Vi sier at PINGO brukes "top-down" når *bruttoproduksjon*, *import* og *eksport* brukes som eksogene variable. Data for nasjonal vekst i bruttoproduksjon, import og eksport for hver varegruppe er hentet fra Langtidsprogrammet 2002-2005. Fordi vi har brukt PINGO "top-down" får vi ikke tatt hensyn til eventuelle ringvirkninger som kan påvirke bruttoproduksjon, import og eksport. Det kan diskuteres hvor realistisk denne forutsetningen er. På den annen side utgjør transport- og logistikkostnadene bare en mindre andel av de totale produksjonskostnader slik at det er lite realistisk å tro at en avgiftsendring for transport påvirker produksjonsnivået i samfunnet for øvrig nevneverdig. "Top-down" kan allikevel gi endringer i andelen av den totale vareproduksjonen som går til sluttkonsum og til input i vareproduksjonen. Vi får også endringer i transportarbeidet med de ulike transportmidlene, som gir endringer i de eksterne kostnadene.

Generelle likevektsmodeller representerer ikke ringvirkninger ved hjelp av eksplisitt formulert skattele eller eksplisitt skyggeprisen på offentlige midler slik det gjøres i for eksempel de fleste nyttekostnadsanalyser. I stedet er ringvirkninger endogent representert i generelle likevektsmodeller. Overføringer mellom offentlig sektor til næringsliv og husholdninger skaper ringvirkninger. I gjeldende versjon av PINGO er det ikke spesifisert hvor store andeler av overføringene som skal gå til de ulike sektorene. Dette gjelder for eksempel overføringer i form av redistribusjon av provenyet fra marginalkostnadsprising. I stedet fordeles overføringene avhengig av hvordan overføringene er fordelt i SAM matrisen for basisåret og slik at PINGO oppnår likevekt. En videre utvikling av offentlig sektor i PINGO bør imidlertid ha topp prioritet, for å få kontroll over forutsetninger som legges til grunn for spesifikk avgiftsinnkreving og hvordan overføringer skal fordeles.

Først presenter vi effekter i transportnettverket av de fire alternative scenariene, dernest overordnede velferdseffekter. I delkapitlet om overordnede velferdseffekter har vi også tatt med en diskusjon om beregninger "top-down" versus "bottom-up" med PINGO. Vi avslutter med oppsummering og diskusjon.

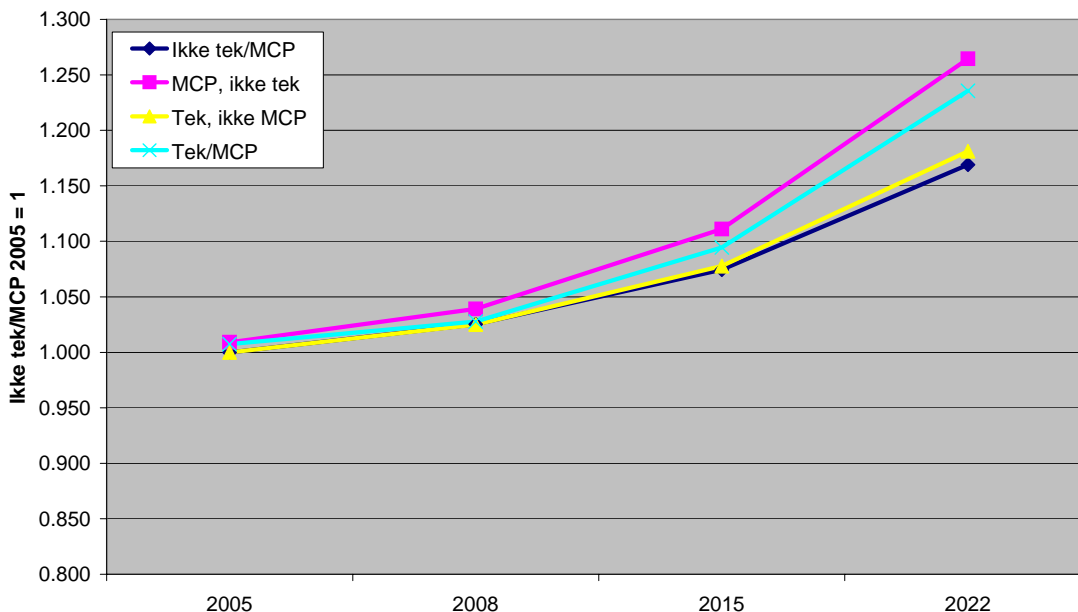
6.2.1 Effekter i transportnettverket

Scenariet som er spesifisert uten marginalkostnadsprising og uten teknologiforbedringer er benyttet som *referansescenario* for å evaluere relative endringer i de andre scenariene.

I scenariet med marginalkostnadsprising, men uten teknologiforbedringer, øker transportkostnadene relativt til referansescenariet. Dette skyldes at transportørene i utgangspunktet betaler en distanseavhengig avgift som er lavere enn den eksterne marginalkostnad som er knyttet til transportarbeidet, og derved vil en avgiftsomlegging føre til økte transportavgifter og transportkostnader. Kostnadsøkningen er størst for de transportmidler som i dag betaler en relativt sett minst andel av de eksterne marginalkostnadene som er relatert til transportarbeidet. Dette berører i første rekke jernbanetransport som i utgangspunktet betaler minst andel av de eksterne kostnadene som er relatert til transporten gjennom transportavgiftene til staten. Det transportmiddel som kommer best ut av en avgiftsomlegging mot marginalkostnadsprising er sjøtransport.

Figur 6.1 viser utkjørte tonnkilometer i de ulike scenariene. Plottet viser relative endringer, hvor scenariet uten teknologiforbedringer og marginalkostnadsprising i 2005 er normert til 1. For scenariene uten marginalkostnadsprising er utkjørte tonnkilometer noe høyere med teknologiforbedringer enn uten. Teknologiforbedringene gjør transport relativt sett billigere sammenlignet med andre produkter og tjenester, og dermed vil omfanget av transport øke. Med marginalkostnadsprising er bildet motsatt: Marginalkostnadsprisingen gir økt transport på sjø, som gjennomgående har lengre transportdistanse enn landtransport. Med teknologiforbedringer har lastebiltransport større reduksjon i eksterne kostnader, enn sjø og jernbane og dermed blir ikke overføringen av frakt til sjø like omfattende som i scenariet med uendret teknologi.

Figur 6.1. Relativ endring i totalt utkjørte tonnkm i de fire scenariene.



TØI-rapport 756/2004

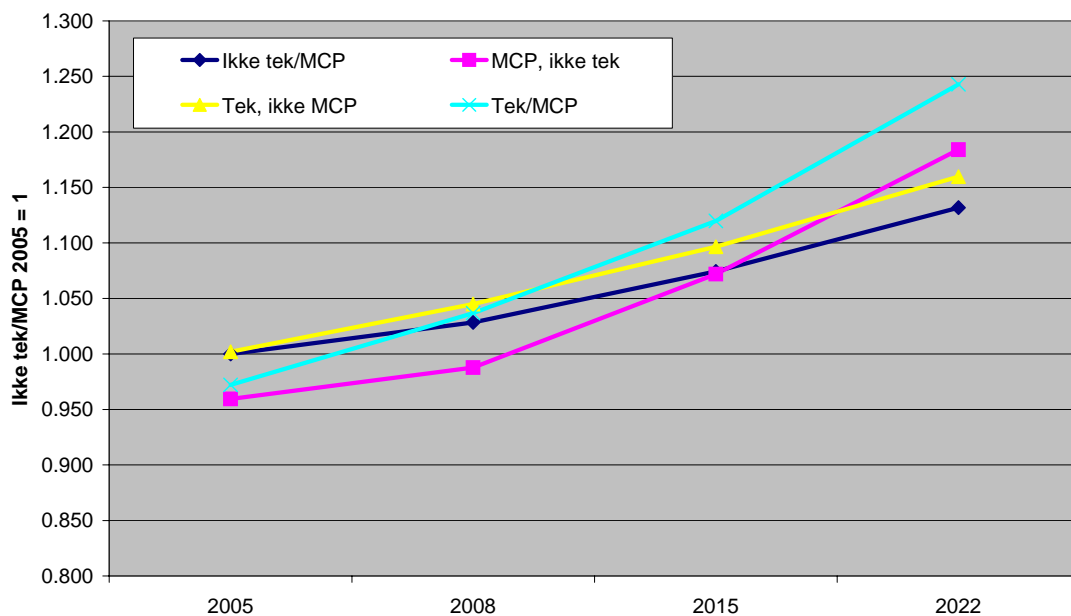
Figur 6.2a, 6.2b og 6.2c viser utvikling i utkjørte tonnkilometer for henholdsvis lastebil, jernbane og sjøtransport i de ulike scenariene. For lastebil ser vi at marginalkostnadsprising initialt gir redusert vekst, men spesielt i scenariet med teknologiforbedringer øker omfanget av lastebiltransport betydelig i de siste prognoseårene.

For *scenariene med uendret teknologi* gir scenariet med marginalkostnadsprising en lavere andel med lastebil i første del av perioden, men en høyere andel mot slutten av perioden. Dette skyldes at man fra 2020 har antatt en differensiert avgift etter om kjøringen

finner sted i tettbygd eller spredtbygd strøk og at en del lastebiltransporter derfor tar omveger for å unngå høyere marginalkostnadsprising i tettbygde strøk. Det totale transportarbeidet er høyere med marginalkostnadsprising i hele perioden (se figur 6.1). Høyere totalt antall tonnkm forklares i hovedsak ved at større andel sjøtransport gir lengre transportruter. At sjøtransport velges i større grad med marginalkostnadsprising skyldes at sjøtransport blir relativt sett billigere enn vegtransport (på kort sikt) og at transportdistanse for sjø er gjennomgående lenger enn for veg. Med høyere transportkostnader kunne man forvente at det i større grad etterspørres produkter som produseres nærmere anvendelsesstedet. Med den elastisiteten (prisfølsomheten) vi har i dagens versjon av PINGO ser vi ingen slik effekt.

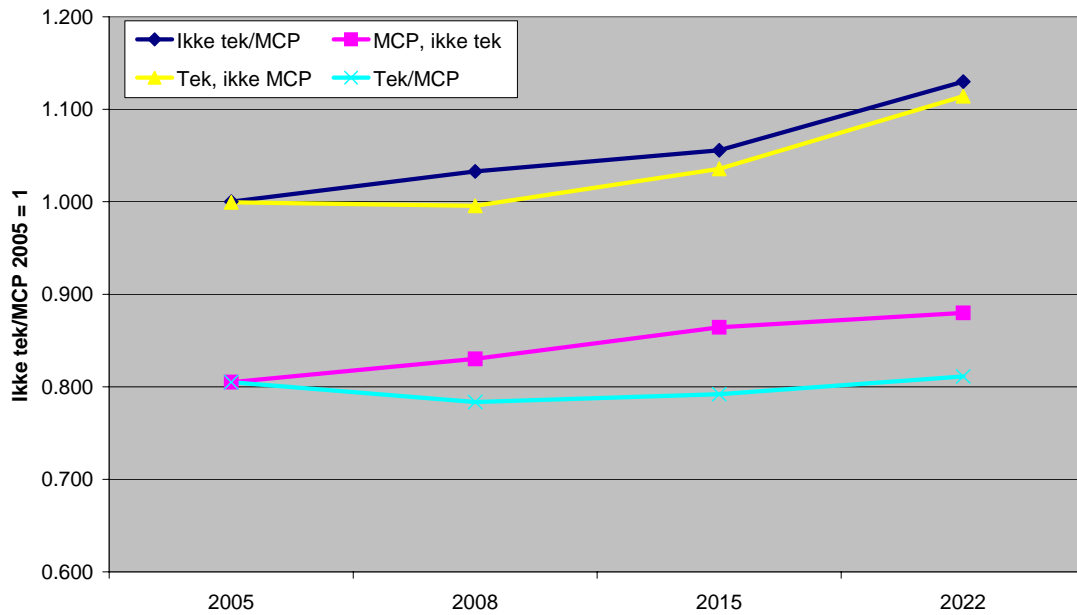
For jernbanetransport ser vi av figur 6.2b at transportomfanget avtar med marginalkostnadsprising. Jernbanen betaler i utgangspunktet lite avgifter til staten, og internalisering av eksterne kostnader medfører derved en avgiftsøkning og redusert konkurransedyktighet for jernbane. Vi ser også at scenariene med teknologiforbedringer gir redusert transport på jernbane. Årsaken til dette er at teknologiforbedringene i hovedsak gjør lastebiltransport billigere. Sjøtransport som er presentert i figur 6.2c har en betydelig økning i alle scenariene. En årsak til dette er økt transport av raffinerte petroleumprodukter hvor sjøtransport har en dominerende posisjon. Vi ser videre at sjøtransport kommer styrket ut av marginalkostnadsprising, og sjøtransport er da også i liten grad beheftet med eksterne effekter. Effekten av marginalkostnadsprising er imidlertid mindre når teknologiforbedringer er inkludert, siden bilen da blir mer konkurransedyktig.

Figur 6.2a. Relativ endring i utkjørte tonnkm med lastebil i de fire scenariene.



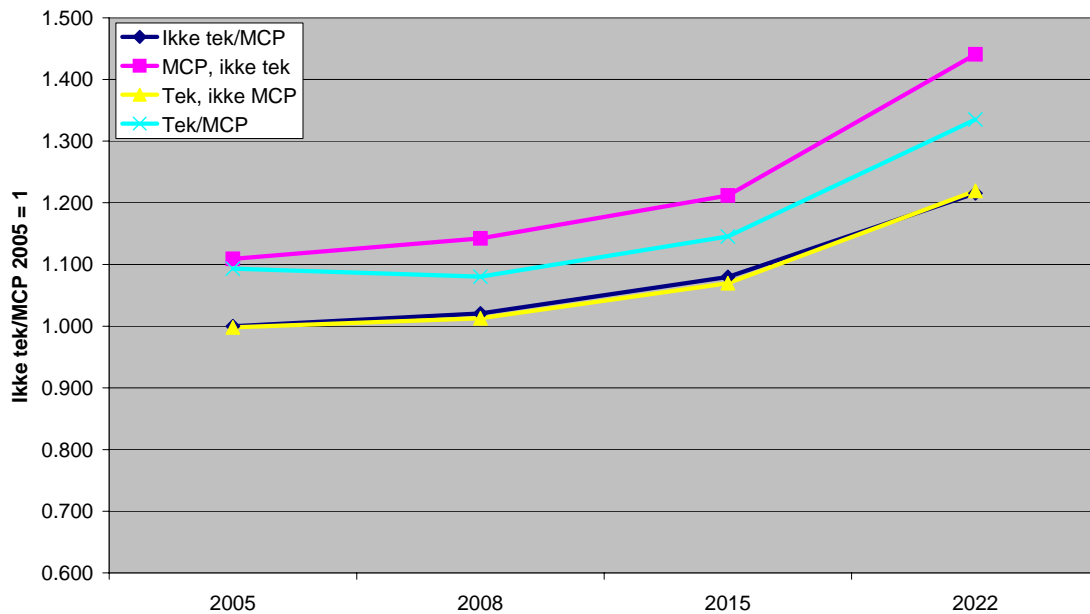
TØI-rapport 756/2004

Figur 6.2b. Relativ endring i utkjørte tonnkm med jernbane i de fire scenariene.



TØI-rapport 756/2004

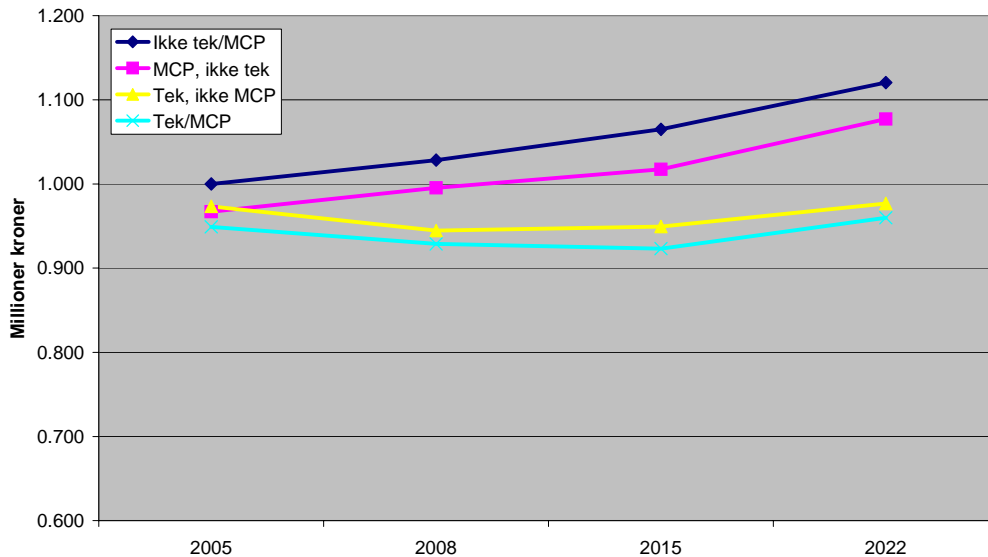
Figur 6.2c. Relativ endring i utkjørte tonnkm med sjøtransport i de fire scenariene.



TØI-rapport 756/2004

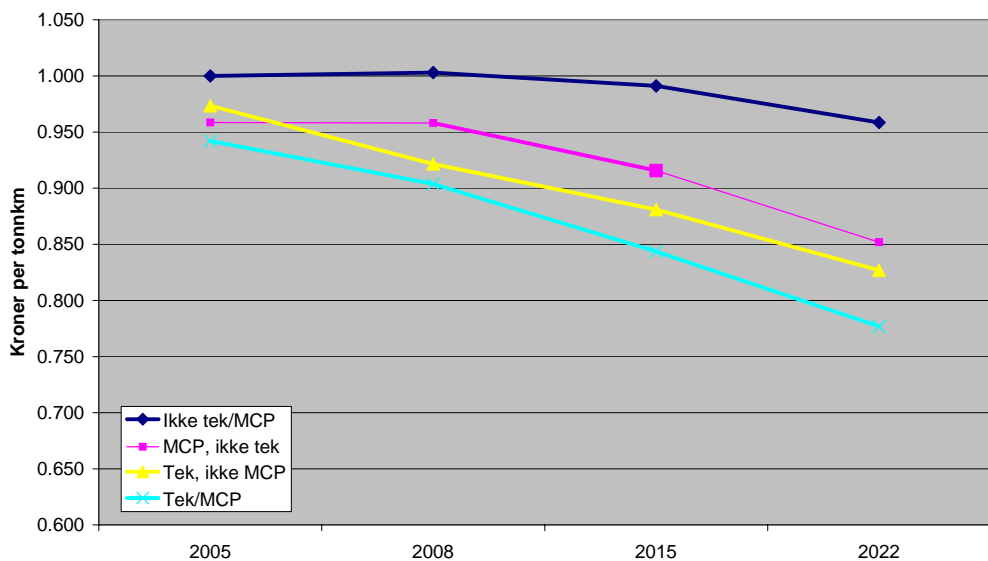
Av figur 6.3 ser vi at de totale eksterne kostnadene gjennomgående er lavere med marginalkostnadsprising enn uten. Dette resultatet er i tråd med våre forventninger.

Figur 6.3. Relativ endring i totale eksterne kostnader i de fire scenariene.



Figur 6.4 viser eksterne kostnader per utkjørt tonnkilometer (midlet over transportmidler). Kostnadene for scenariet med uendret teknologi og uten marginalkostnadsprising burde i utgangspunktet være de samme for alle prognoseårene. Når dette ikke er tilfelle, skyldes det at ulike vekst for ulike varegrupper gjør at varesammensetningen blir forskjellig i de ulike årene og at ulike varegrupper har ulike kapasitetsutnyttelse og dermed ulike eksterne kostnader.

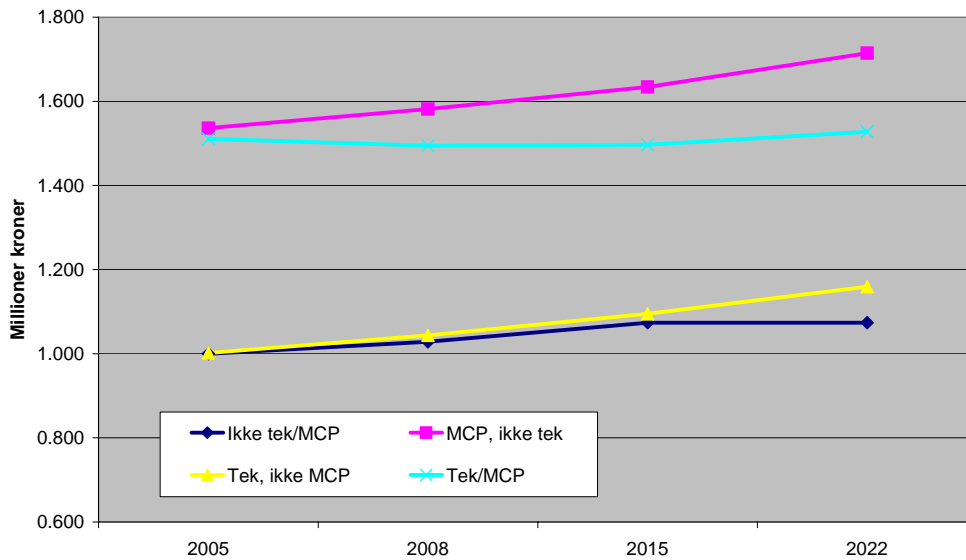
Figur 6.4. Eksterne kostnader per utkjørt tonnkilometer (midlet over transportmidler)



Dessuten er det store forskjeller i transportmiddelfordeling mellom varegruppene, og dermed blir det forskjeller mellom årene i den totale transportmiddelfordelingen. Vi ser av figur 6.4 at eksterne kostnader per tonnkilometer er avtagende for scenariet med uendret teknologi og uten marginalkostnadsprising. For de andre scenariene kan vi observere samme effekt, med tiltakende effekt i teknologiforbedringsscenariene – siden de eksterne kostnadene for lastebiltransport i disse scenariene blir kraftig redusert. Vi ser at teknologiforbedringer gir lavere eksterne kostnader enn tilsvarende scenario uten teknologiforbedringer for alle år både med og uten marginalkostnadsprising.

Figur 6.5 illustrerer totalt innbetalte avgifter forbundet med transporten (bompenger knyttet til vegforbedringsprosjekter holdes utenfor analysen). De innbetalte avgiftene er høyest i marginalkostnadsprisingsscenariene. Med teknologiforbedringer er avstanden mellom scenariene med og uten marginalkostnadsprising avtagende med år.

Figur 6.5. Totalt innbetalte avgifter forbundet med transporten (bompenger knyttet til vegforbedringsprosjekter holdes utenfor analysen)

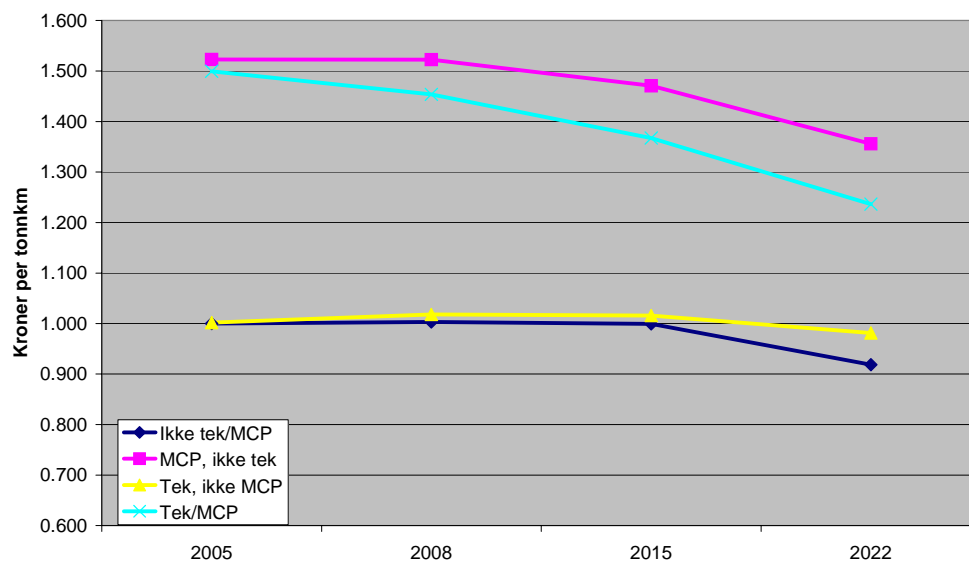


TØI-rapport 756/2004

Vi observerer det samme fra figur 6.6 som viser avgifter per utkjørt tonnkilometer for de ulike scenariene. Det kan virke urimelig at avgiftene er høyere i scenariet med teknologiforbedringer enn uten, men årsaken til dette er at teknologiforbedringene gjør lastebiltransport billigere, og det er denne transportformen som betaler høyest avgifter.

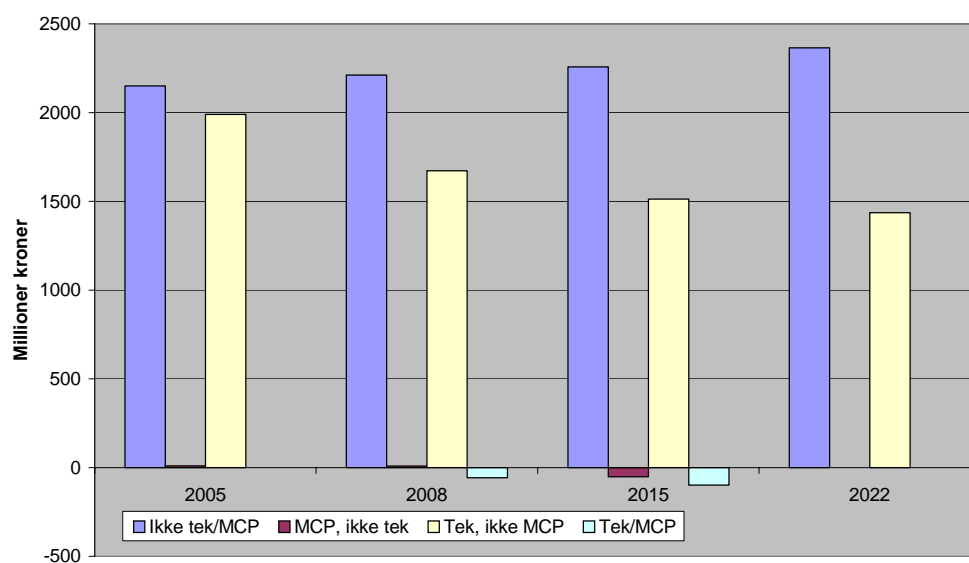
I figur 6.7 sammenligner vi påløpte eksterne kostnader med innbetalte avgifter. For marginalkostnadsprisingsscenariene er det liten avstand mellom eksterne kostnader og betalte avgifter, og for 2022 er disse eksakt like. Scenariene uten marginalkostnadsprising har større avstand mellom kostnader og avgifter, og de påløpte eksterne kostnadene overstiger i alle tilfeller betalte avgifter. Scenariet med teknologiforbedringer har lavere og avtagende avstand, siden teknologiforbedringene reduserer de eksterne kostnadene forbundet med transportene.

Figur 6.6. Relative endringer i avgifter per utkjørte tonnkilometer.



TØI-rapport 756/2004

Figur 6.7. Differansen mellom eksterne kostnader og innbetalte avgifter.



TØI-rapport 756/2004

6.2.2 Kort om samfunnsøkonomiske virkninger

En avgiftsendring fra dagens avgiftssystem mot en avgift som er slik at transportørene skal betale for de eksterne marginalkostnadene som er relatert til transportarbeidet som ytes, fører til en generell kostnadsøkning for transportsektoren. Dette er en direkte følge av at ingen av transportmidlene har en avgift initialt som tilsvarer de eksterne kostnadene som er relatert til den transporten som utføres. Høyere transportkostnader berører direkte i

første omgang de som kjøper transporttjenester (representert ved en logistikksektor). I PINGO fører høyere transportkostnader i logistikksektoren til redusert profitt i sektoren. I "top-down" anvendelsen av PINGO får kjøpere av transporttjenester høyere kostnader, og søker etter en kostnadsoverveltning til produsentene, men fordi vareproduksjonen er gitt (eksogen) vil det være konsumentenes etterspørsel etter produkter (sluttprodukter) som reduseres. Vareprisene endres svært lite, noe som er en følge av at marginalkostnadsavgiften kun utgjør en del av de distanseavhengige kostnadene som igjen utgjør fra 10 til 25 prosent av totale transportkostnader som igjen utgjør mindre enn 10 prosent av de totale produksjonskostnader.

Som følge av forutsetningene ved "top-down" analyse med PINGO, får vi den isolerte effekten av marginalkostnadsprising at konsumentoverskuddet reduseres betydelig relativt til referansescenariet i løpet av perioden. Årsaken er at den årlige veksten i bruttoproduksjon og import gir mindre effekt når marginalkostnadsprising er en del av økonomien (litt mer enn 200 kr per innbygger per år). Reduksjonen i konsumentoverskudd er større enn reduksjonen i de eksterne kostnadene som følge av en redistribuering mellom transportmidler mot økt sjøtransport. Det betyr at marginalkostnadsprising og redistribusjon i økonomien med basisårets teknologi alt i alt gir en negativ velferdsendring ved "top-down" analyser med PINGO.

For sammenlikningens skyld har vi også brukt PINGO i en "bottom-up" analyse. Og vi ser da at forutsetningene har mye å si for resultater av de samfunnsøkonomiske effektene: I scenarier med "bottom-up" anvendelse, brukes modellen fortsatt "top-down" hvert år til å fremskrive nasjonal økonomisk vekst i bruttoproduksjon, import og eksport. Men i forbindelse med endringer i transportavgiftene i 2003, 2006, 2012 og 2020 analysene, gjøres en beregning der bruttoproduksjonen blir endogent bestemt, mens konsum er eksogen variabel. Import og eksport blir fortsatt beregnet eksogent⁷ (se Appendix II for nærmere forklaring).

I "bottom-up" anvendelsen av PINGO får kjøpere av transporttjenester høyere kostnader, og søker etter en kostnadsoverveltning til konsumentene, men fordi konsumentenes etterspørsel er gitt (eksogen) vil det være industriens etterspørsel etter produkter (innsatsfaktorer) som reduseres. I senere år vil fordelingen initiert i året med "bottom-up" anvendelsen føre til at en større andel av vareproduksjonen går til sluttkonsum og en mindre andel brukes som innsatsfaktor. I "bottom-up" analysene får man som resultat et *positivt konsumentoverskudd* som følge av marginalkostnadsprisingen. Effekten av marginalkostnadsprising på konsumentoverskuddet er med andre ord avhengig av om man bruker modellen "top-down" eller "bottom-up". Når det er sagt må det presiseres at virkningene mht forsendelsesmønster og volum av produksjonsstrømmer har mindre effekt av de forutsetninger som gjøres, og det er nettopp disse effektene vi er mest interessert i denne sammenheng, og som modellsystemet i første rekke er utviklet for å besvare. Det er imidlertid opplagt at det fremover må legges ressurser i å komme frem til riktige forutsetninger uttrykt ved "top-down" og "bottom-up" anvendelser av modellen. Dvs. man bør studere nærmere hvilke variable som skal være eksogene og hvilke som skal være endogene, og hvordan man kan bruke kombinasjoner av "top-down" og "bottom-up" på en slik måte at en ikke legger for sterke føringer på enten etterspørselssiden (privat konsum) eller tilgangen (bruttoproduktet), fordi dette fører til et svært stivt modellsystem der en ikke får direkte tilbuds/etterspørselseffekter som følge av alternative avgiftssystemer.

⁷ Erfaring med modellen viser at dersom vi endogeniserer bruttoproduksjonen, så må vi fikser husholdningenes kjøpekraft for å få modellen til å konvergere. Vi sier allikevel at modellen er "bottom-up" når den brukes slik. Foreløpig har vi imidlertid liten erfaring med å bruke PINGO i "bottom-up" analyser.

I tabell 6.4 har vi gjengitt endring i eksogene transportkostnader pr år per capita som følger av hhv marginalkostnadsprising, teknologiske endringer og summen av disse. Avvikene er relatert til basisalternativet. Vi har i tabellen oppsummert endringer i eksogene kostnader i hvert av de fire scenariene og ikke endringer i konsumentoverskuddet, i og med at fortegnet på sistnevnte varierer med "top-down" eller "bottom-up" anvendelse av modellen.

Tabell 6.4. Endring i eksogene transportkostnader i kr per år per innbygger, som følge av hhv marginalkostnadsprising, teknologisk endring og sum. Avvik fra basisalternativet.

År	2005	2008	2015	2022
Marginalkostnadsprising	42	43	61	56
Teknologisk endring	34	108	149	185
Marginalkostnadsprising og teknologisk endring	65	128	182	207

TØI-rapport 756/2004

Forbedret teknologi uten marginalkostnadsprising gir positiv effekt på både konsumentoverskudd og eksterne kostnader. Dette er en direkte følge av at forbedret teknologi fører til en mer effektiv utnyttelse av drivstoffet og at utslipp av avgasser reduseres. Derved reduseres både drivstoffkostnadene og miljøkostnader pr utkjørt tonnkm. Konsumentoverskuddet blir høyere enn ved marginalkostnadsprising fordi forbedret teknologi gir reduserte transportutgifter som i prinsippet har den omvendte effekten av transportprising. Fordi forbedret teknologi også reduserer utslippet av forurensende avgasser og andre eksternaliteter, får vi også redusert de eksterne kostnadene.

Scenariet med både marginalkostnadsprising og teknologiforbedringer, gir den største reduksjonen i eksterne kostnader. Konsumentoverskuddet blir imidlertid negativt i "top-down"-beregningene, men mindre negativt enn sum av konsumentoverskudd i scenarier med marginalkostnadsprising og teknologiforbedringer hver for seg. Årsaken er at marginalkostnadsprising med forventet teknologi gir et lavere avgiftsnivå enn uten teknologisk utvikling. Vi ser videre at de eksterne kostnadene reduseres mest i scenariet med både marginalkostnadsprising og teknologisk utvikling enn i scenariene med kun marginalkostnadsprising eller forventet teknologi. Det betyr at med teknologisk utvikling er det allikevel mulig å bruke marginalkostnadsprising for å gi en mer miljøvennlig transportavvikling.

6.3 Oppsummering og diskusjon

Analysene har vist forventede transporteffekter som følge av teknologisk utvikling og hvilke effekter som kan oppnås ved å endre transportavgiftene slik at avgiftsnivået gjen-speiler kjøretøyenes eksterne kostnader.

Ved å bruke PINGO har vi kvantifisert også de indirekte økonomiske effektene av hhv en avgiftsendring og forventinger mht teknologisk utvikling i godstransportsektoren. Vi har kommet frem til at forventede teknologiforbedringer vil medføre reduserte distanseavhengige transportkostnader og derved at dette har en positiv virkning på indirekte nytte for husholdene, mens effekten av marginalkostnadsprising av godstransport medfører økte transportkostnader som har en negativ virkning. Både marginalkostnadsprising og forventede teknologiforbedringer reduserer de eksterne kostnadene ved transport, men for marginalkostnadsprising vil ikke reduksjonen i de marginale kostnadene være av en størrelse som overstiger effektivitetstapet i økonomien.

Forskjellen i resultater mht fortegnet på konsumentoverskuddet ved anvendelse av PINGO "bottom-up" eller "top-down" viser at det er viktig å investere tid i å komme frem til riktig bruk av modellen. Vi har ikke hatt ressurser nok i dette prosjektet til å lage

komplette resultater basert på "bottom-up" anvendelse av PINGO. Vi mener også at det må investeres mer tid i analyse og verifisering av modellen før vi øker graden av "bottom-up" analyser i anvendelser med PINGO. For øvrig har vi tidligere i kapitlet nevnt at videreutvikling av offentlig sektor i PINGO er viktig for å få spesifisert forutsetningene for analysene bedre.

Når avgiftene gjenspeiler de eksterne kostnaden blir det en nær sammenheng mellom avgiftsnivå og teknologisk utvikling. Dette er en gunstig situasjon fordi det ligger et incentiv hos produsenter av ulike transportmiler om å redusere eksterne kostnadene slik at avgiftene blir mindre og transportmiddelet mer konkurransedyktig. Det vil altså være slik at jo bedre teknologi for å redusere utslippene per tonnkm jo lavere avgifter, og jo mer attraktive vil transportmidlene være i markedet. Det er ingen endogen mekanisme i PINGO som tar hensyn til denne synergien. Men analyser av denne sammenhengen er interessant som en fremtidig forskningsoppgave, og kan bidra til å klargjøre i hvilken grad avgifter er egnet for å styre den teknologiske utviklingen.

7 Oppsummering og konklusjoner

Utviklingen i godstransportmarkedet måles etter følgende fem indikatorer:

1. Godsmengder (sier noe om det grunnleggende behovet for godstransport)
2. Transportavstand
3. Antall turer
4. Trafikkarbeid
5. Transportarbeid

I perioden fra 1993 til 2003 har det vært en kontinuerlig økning i godsmengder transportert på veg, samtidig som det har vært en økning i transportavstand. Følgen er at det har vært en kontinuerlig og kraftig vekst i godstransportarbeidet på 6,1 prosent pr år fra 1993 til 2003.

Godstransport på veg i Norge har blitt mer effektive: Fra 1997 til 2002 er trafikkarbeid og antall turer redusert for godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn, noe som skyldes redusert tomkjøring, økt kjøretøystørrelse og økt kapasitetsutnyttelse. De to siste faktorene bidrar til redusert behov for antall biler og sjåførere, billigere transporter, som i seg selv er en drivende kraft for utviklingen i godstransport på veg, fordi avveiningen mellom antall lagre og produksjonssteder og derved graden av sentralisering løpende veies opp mot transportkostnader i bedriftene.

Det ble den 15. mars 2003 åpnet for konkurranse i jernbanenettet for godstransport, noe som har ført til nye godstransportaktører i jernbanenettet. CargoNet har lagt ned vognlastproduktet, men rapporterer om vekst i transporterte containere og semitrailere. Semitrailere er etterfølgeren til vognlast, og er en langt mer fleksibel transportløsning, da man ikke er avhengig av å ha sidespor fram til industribedriften. Vognlastproduktet er like vel ikke mer ulønnsomt enn at nye aktører har etablert seg i markedet som satser på vognlastproduktet.

På grunn av den vesentlige økningen i produktiviteten for godstransport på veg siden 1993 for kjøretøy med nyttelast 3,5 tonn og over, er det behov for en faktor som kan estimere framtidig vekst i produktiviteten for prognoseformål. Eksponentiell trendforlenger er mer rasjonelt å benytte enn lineær trendforlenger, da lineær trendforlenger medfører at veksten i gjennomsnittlig lastmengde pr tur for noen varegrupper øker til et nivå som er høyere enn det som er tillatt som maksimal lastvekt pr i dag. Ved beregning av trafikkarbeid er det et stort problem at man har et dårlig datagrunnlag for godsbiler med nyttelast under 3,5 tonn. I følge undersøkelsen til Rideng og Strand (2004) utgjorde disse bilene 68 prosent av trafikkarbeidet for godsbiler i 2003.

Innføring av marginalkostnadsprising i godstransport vil i første rekke føre til en generell kostnadsøkning for godstransport, fordi ingen av transportmidlene betaler initialt for de marginalkostnadene som er beheftet ved transportaktiviteten. Man får en konkurransevridning i form av økt sjøtransport, og derved en økning i totalt kjørte tonnm. En fullstendig implementering i form av en høyere avgift i tettbygde strøk fører til økt godstransportarbeid på veg, fordi transportørene vil velge omveger for å unngå veglenker med høyere avgift.

Våre beregninger har vist at resultatene fra PINGO avhenger av om modellen kjøres "top-down" eller "bottom-up", dvs hvilke variable som settes som endogene og eksogene i beregningene. Vi må jobbe videre med PINGO for å komme frem til riktige forutsetninger ved kvantifisering av velferdsvirkningene av endrete transportavgifter.

Referanser

- Concawe (1999). *Fuel quality, vehicle technology and their interaction*. Prepared for the Concawe Automotive Emissions Management Group by its Ad Hoc Group on Fuels and Vehicle Interactions. report no.99/55.
- ECON Analyse (2003). *Eksterne marginale kostnader ved transport*. ECON-rapport 2003-054.
- Eidhammer, O, I B Hovi, J Andersen og I K Larsen (2003). *Overføring av gods fra veg til sjø og bane - Potensial, hindre og virkemidler*. TØI-rapport 663/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Eriksen, Knut S, T E Markussen og K Pütz (1999). *Marginale kostnader ved transportvirksomhet* (Marginal external costs of transportation). TØI report 464/1999. ISBN 82-480-0129-6. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fosgerau, M og O Kveiborg (2004). "Reviewing some critical assumptions in the relationship between economic activity and freight transport", *International Journal of Transport Economics*, 31 (2), 247-261.
- Greentrips webside: www.greentrip.no
- Hautzinger H (1984). The prediction of interregional goods vehicle flows: Some new modelling concepts. *Ninth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, VNU Science Press pp 375-396.
- Hervik A og J Rekdal (2001). *Fra land til sjø. Case studier fra Ålesundsregionen*. Molde, Møreforskning. Arbeidsrapport M 0116.
- Hise, R T (1995) The implication of time based Competitions on International Logistics services. *Buisness Horizons* pp 39-44.
- Holguin-Veras, J and E Thorson (2002). *Preliminary insights into the practical implications of modelling commercial vehicle empty trips*. Department of Civil and Environmental Engineering. Rensselaer Polytechnic Institute. Paper presented at the PTRC conference, Cambridge 2002.
- Holguin-Veras, J and E Thorson (2003). Modelling Commercial Vehicle Empty Trips with a First Order Trip Chain Model. *Journal of Transportation Research B: Methodological* 37/2003. 129-148.
- Holtskog, S (2001). *Direkte energiforbruk og utslipp til luft fra transport i Norge, 1994 og 1998*. Rapport 2001/16, Statistisk Sentralbyrå.
- Hovi, I B 2004. *Samfunnsøkonomiske gevinster ved mer effektiv utnyttelse av godsbiler*. Paper presentert på Trafikdage Trafikdage i Ålborg. 23. og 24. august 2004.
- Hovi, I B, V Jean-Hansen, J Andersen, J og O Ivanova (2002). *Basisprognoser for godstransport 2002-2022*. TØI rapport 583/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hovi, I B, T E Skyberg og K Bøe (1999). *Konkurransflater i godstransport og intermodale transporter*. TØI rapport 447/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Kveiborg, O og M Fosgerau (2004): *Explaining the decoupling of freight traffic growth and economic growth*. Paper presentert på Trafikdage på Aalborg Universitet 2004.

- Kvinge, B A (2003). *Gjennomgang av prognosene for vegtrafikk i nasjonal transportplanlegging*. Arbeidsdokument av 3. juni 2003, TØ/1527/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Kvinge, T (2003). *Borte best? Kartlegging av store selskapers lokaliseringsstrategier*. Fafo-notat 2003:25
- Madslie, A, G C Lillehammer og T E Skyberg (2000). *Modellverktøy for transporter i norsk utenrikshandel*. TØI-rapport 480/2000
- McKinnok, A and M Forster (2000). *Europea Logistical and Supply Chain Trends: 1999: 2005*. Heriot-Watt University, Edinburgh. Logistics Research Centre.
- Meersman og Van de Voorde (1999). *Is Freight Transport Growth Inevitable?* ECMT International symposium, Which changes for Transport in the Next Century? OECD, Paris, pp 23-48.
- Meersman og Van de Voorde (2001). *International Logistics: A continuous search for Competitiveness*: In Brewer, A.M. K.J Button and D A Hensher (eds). Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, Pergamont-Elsevier Science Ltd Oxford/Amsterdam.
- MEET (1999). *Methodology for calculating transport emissions and energy consumption, Deliverable 22 for the project MEET*. Ed. A J Hickman. Report No. SE/491/98. Transport Research Laboratory Old Wokingham Road Crowthorne RG45 6AU, United Kingdom.
- NEA (2001). *Vergelikkingskader modaliteiten (versie 1.0)*. NEA/Sterc/Transcare Rijswijk, 2001.
- Parry, I W H and A Bento (2002). Revenue recycling and the welfare effects of road pricing. *Scandinavian Journal of Economics*, **103**(4), 645-671.
- Rideng, A (2003). *Transportytelser i Norge 1946-2002*. TØI rapport 674/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Rideng, A og S Strand (2004). *Transportytelser for små godsbiler*. TØI-rapport 720/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Statistisk sentralbyrå. Tall fra nasjonalregnskapet publisert på SSBs nettsider. Her publiseres også tall for utenriksregnskapet som er en integrert del av nasjonalregnskapet.
- Statistisk sentralbyrå (1996). *Godstransport på kysten 1993. Leie og egentransport*. Norges offisielle statistikk. Statistisk sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger 1993.
- Statistisk sentralbyrå (2003). *NOS C745. Lastebiltransport Nasjonal 1993-2001. Internasjonal 1996-2001*.
- Statistisk sentralbyrå. *Utenrikshandelsstatistikk 1999*.
- St.meld nr 38 (2001-2002). Om olje- og gassvirksomheten . Olje- og Energi-departementet.
- Vold, A, J Andersen, I B Hovi, O Ivanova, V Jean-Hansen, L-E Lervåg, S Meland, R Wahl (2002) *NEMO - Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet. Versjon 2*. TØI-rapport 581/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Vold, A og I B Hovi (2004). *Construction of basis OD matrices for 1999 freight flows between municipalities in Norway*. TØI report 699/2004. Oslo: Institute of Transport Economics.

Vold, A (2004). *Oppdatering av PINGO*. TØI arbeidsdokument av 29.oktober, 2004.
Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Arbeidsdokument utgitt underveis i prosjektarbeidet:

Jean-Hansen, V (2003). *Identifikasjon av næringsklynger (POT problemstilling) ved bruk av nettverksmodeller*. Konfidensielt arbeidsdokument av 29. oktober 2003.

Hovi I B (2004). *Hovedutviklingsstrekk i lastebilmarkedet 1993 til 2002*.
Arbeidsdokument av 24.februar 2004. TØ/1597/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Hovi I B (2004). *Hvordan estimere utviklingen i kjøretøykilometer for godstransport på veg?* Arbeidsdokument av 2. november 2004. TØ/1685/2004.

Vedlegg

Vedlegg I

Scenario for moderat teknologiforbedring

Det er ikke gjort mange studier der *drivstoffeffektivitet* og *utslipp* analyseres med hensyn på fremtidig teknologi for alle transportformer. Vi har konsentrert oss om en rapport som fokuserer på hvordan forholdet mellom kvaliteten på drivstoff og motorteknologi påvirker drivstofforbruk (Concawe, 99) og en studie av MEET (1999) som er den mest fullstendige og utdypende vi har sett med hensyn til prognoser for fremtidig utslipp fra ulike transportformer. Men vi har også tatt hensyn til andre rapporter og en del informasjon vi har funnet på internettssidene til blant annet Det Norske Veritas (DNV) og FNs internasjonale maritime organisasjon (IMO).

I henhold til Concawe (1999) må utvikling av kjøretøyteknologi sees i sammenheng med tilgjengelig drivstoffkvalitet. Teknologi og drivstoff bør tilpasses på en effektiv måte. Concawe (1999) påpeker også at effekten av endringer i drivstoffkvalitet med uendret teknologi vil være liten. I denne sammenheng er det viktig å være klar over at et drivstoff som gir lave utslipp ved forbrenning kan gi store utslipp når det produseres i raffineriet, og at fremstillingen av spesielle typer drivstoff kan være kostbart.

For å lage et troverdig scenario for teknologisk utvikling er det viktig at man tar hensyn til at ny kjøretøyteknologi og drivstoffkvalitet skal hjelpe til med å holde transportkostnadene nede og samtidig bidra til å tilfredsstillende stadig strengere miljøkrav.

Men det er ingen enkel løsning på hvordan man best mulig kan tilfredsstillende kravet til kostnadseffektivitet og samtidig kravene til utslipp av ulike substanser. For eksempel høyere drivstoffeffektivitet reduserer CO₂ utslipp per kWh på grunn av den nære sammenhengen mellom CO₂ utslipp og volumet av drivstofforbruket. Med effektivitet mener vi forbruk av drivstoff per tonnkm. Dette er en viktig faktor for kostnadene ved transport med kjøretøyene. Men med bedre drivstoffeffektivitet øker forbrenningstemperaturen som igjen bidrar til å øke utslippet av NO_x. Det kan derfor i være nødvendig med kostbar katalysatorteknologi for å tilfredsstillende miljøkravene til NO_x utslipp. Utslippet av andre stoffer som SO₂⁸, partikler PM, CO og VOC må også tas i betraktning ved utvikling og produksjon av ny teknologi.

Det er produsentene av personbiler som leder an i utviklingen. Etter hvert vil nyutviklet teknologi i den grad det er mulig også tas i bruk i lastebiler, og i dieseldrevne tog. Skipstrafikken kan nok også dra nytte av denne utviklingen, spesielt for de dieseldrevne motorene. For forbrenning av tyngre oljeprodukter trengs også effektive løsninger. Det er innført internasjonale avtaler som regulerer utslipp fra skipstrafikken. Men for skipstrafikken er det et problem at den lange levetiden til skipene gjør at det kan ta lang tid å få innført visse typer ny teknologi.

⁸ Utslippet av svovel avhenger av svovelinnholdet i drivstoffet som kan variere en del.

AI.1. Eksterne kostnader og avgifter for godstransport i basisåret

Lastebil, tog og båt utfører omtrent henholdsvis 42%, 10% og 48% av det innenlandske transportarbeidet (tonnkm) i Norge. Den lange kystlinjen til Norge forklarer den store andelen maritim transport.

ECON (2003) har estimert totale eksterne kostnader per utført tonnkm i Norge (tabell AI.1) og per kjøretøykm i tettbygde og spredtbygde strøk (tabell AI.2 til AI.3), basert på fysiske data for 2000 og kostnader og avgifter basert på 2003-nivåer. Basisåret i PINGO/NEMO er 1999, men vi har benyttet 2001-nettverk i NEMO som basisår i dette arbeidet. Det passer derfor bra å bruke disse estimatene som utgangspunkt til å beregne fremtidige utslippsreduksjoner basert på MEET (1999).

Eksterne kostnader per tonnkm for tog og båt i tettbygde og spredtbygde strøk ble beregnet ved å multiplisere de eksterne kostnadene per kjøretøykilometer med gjennomsnittlige faktorer for utnyttelse av lastekapasiteten fra Vold et al. (2002). For å bestemme de eksterne kostnadene per tonnkm for ulike lastebiler anvendte vi data fra den Nasjonale lastebilundersøkelsen for ulike kjøretøytypers andel av den totale transporten av hver varegruppe, mens vi samtidig tok hensyn til gjennomsnittlige kapasitetsutnyttelse (Vold et al., 2002). Disse andelene er holdt fast gjennom scenariene.

I ECON(2003) opereres det med tre regionale nivåer; storbyer, øvrige tettsteder og spredtbygde strøk. I NEMO er det umulig å skille mellom tettsteder og spredtbygde strøk. Som en forenkling har vi definert ett sett kostnader for Stor-Oslo (avgrenset av Ski, Skedsmo og Drammen), og et annet sett kostnader for resten av landet. Kostnadene for det vi omtaler som spredtbygde strøk er derfor forskjellig fra tallene for spredtbygde strøk i ECON(2003).

Ingen av transportmidlene for godstransport betaler fullt ut for deres eksterne kostnader. Avgifter dekker kun 10% for båt, 30% for tog og 60% for lastebiler (se tabell AI.1). I henhold til ECON (2003) er lokale utslipp, infrastrukturslitasje, ulykker og utslipp til luft de største komponentene i de eksterne kostnadene for lastebil. For utslipp til luft er det NOX utslipp som totalt sett utgjør de største eksterne kostnadene.

Det er de små og mellomstore lastebilene som har de høyeste eksterne kostnadene per tonnkm (omtrent 2,2 kroner/tonnkm). For tog er den dominerende kostnadskomponenten infrastrukturslitasje, hvor diesel og elektrisk drevne lokomotiver utfører hhv 26% og 74% av transportarbeidet med tog i Norge. Den norske skipsflåten er relativt gammel og basert på fossilt brennstoff, og lokale utslipp og drivhusgasser er antatt å være de viktigste kostnadskomponentene (uttrykt som reduksjonskostnader). Allikevel finner man de laveste kostnadene per tonnkm for båt (0,034 kroner/tonnkm).

Tabell AI.1.1 Eksterne marginale kostnader og dagens avgifter per tonnkm i Norge benyttet for basisåret 2001 (kr)

	Sum eksterne marginale kostnader	Avgifter til statskassen
Godsbiler, bensin 3,5t+	1,12	1,49
Godsbiler, diesel 3,5t - 7,5t	1,46	1,18
Godsbiler, diesel 7,5t - 16t	0,56	0,40
Godsbiler, diesel 16 -23t	0,49	0,35
Godsbiler, diesel 23t+	0,26	0,17
Godstransport, veg	0,40	0,29
Godstog	0,14	0,03
Godsbåt	0,01	0,00
Godstransport i alt	0,18	0,10

Tabell AI.2 Eksterne marginale kostnader fordelt på ulike kostnadskomponenter fra godstransport i Norge i basisåret 2001 (kr per tonnkm)

	CO ₂	Lokale utslipp	Støy plage	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Godsbiler, bensin 3,5t+	0,03	0,29	0,44	0,08	0,27	0,01	1,12
Godsbiler, diesel 3,5t - 7,5t	0,03	0,30	0,55	0,21	0,35	0,03	1,46
Godsbiler, diesel 7,5t - 16t	0,01	0,10	0,24	0,05	0,09	0,06	0,55
Godsbiler, diesel 16 -23t	0,01	0,09	0,12	0,04	0,07	0,16	0,49
Godsbiler, diesel 23t+	<0,01	0,04	0,06	0,02	0,03	0,11	0,26
Godstransport, veg	0,01	0,09	0,11	0,03	0,05	0,11	0,40
Godstog	<0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,08	0,14
Godsbåt	<0,01	0,01	0,00	0,00	<0,01	0,00	0,01
Godstransport i alt	<0,01	0,04	0,05	0,01	0,02	0,05	0,18

TØI-rapport 756/2004

Tabell AI.3 Eksterne marginale kostnader fordelt på ulike kostnadskomponenter fra godstransport i byområder i Norge i basisåret 2001 (kr per kjøretøykilometer)

	CO ₂	Lokale utslipp	Støy-plage	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Godsbiler, bensin 3,5t+	0,03	0,50	1,57	0,92	0,19	0,01	3,21
Godsbiler, diesel 3,5t-7,5t	0,02	1,04	1,57	1,83	0,20	0,02	4,68
Godsbiler, diesel 7,5t - 16t	0,03	1,57	2,60	1,83	0,22	0,15	6,41
Godsbiler, diesel 16 -23t	0,05	2,43	2,60	2,78	0,26	0,59	8,72
Godsbiler, diesel 23t+	0,05	2,43	2,60	2,77	0,27	1,06	9,19
Godstransport, veg	0,04	1,91	2,29	2,37	0,24	0,54	7,39
Godstog	0,11	7,14	5,35	0,00	6,11	20,72	39,43
Godstransport i alt	0,06	2,57	2,30	2,36	0,27	0,65	8,21

TØI-rapport 756/2004

Tabell AI.4. Eksterne marginale kostnader fordelt på ulike kostnadskomponenter fra godstransport i spredtbygde områder i Norge i basisåret 2001 (kr per kjøretøykilometer)

	CO ₂	Lokale utslipp	Støy plage	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Godsbiler, bensin 3,5t+	0,02	0,18	0,22	0,00	0,19	0,01	0,62
Godsbiler, diesel 3,5t-7,5t	0,02	0,11	0,22	0,00	0,20	0,02	0,57
Godsbiler, diesel 7,5t-16t	0,02	0,15	0,43	0,00	0,22	0,15	0,96
Godsbiler, diesel 16-23t	0,03	0,18	0,28	0,00	0,26	0,59	1,32
Godsbiler, diesel 23t+	0,04	0,27	0,40	0,02	0,27	1,06	2,05
Godstransport, veg	0,03	0,19	0,31	0,00	0,24	0,52	1,29
Godstog	0,11	0,83	5,35	0,00	6,11	20,72	33,12
Godsbåt	1,36	10,28	0,00	0,00	0,63	0,00	12,27
Godstransport i alt	0,39	0,61	0,09	0,00	0,36	0,50	1,92

TØI-rapport 756/2004

AI.2 Ny teknologi og eksterne kostnader i vegtransport

Ny teknologi

For bilparken totalt sett ligger det fortsatt et potensial for forbedring av bilparkens drivstoffeffektivitet og dermed reduksjoner i CO₂ utslippet ved å: (1) redusere kjøretøyenes vekt, (2) øke andelen dieseldrevne biler, (3) *lean-burn* teknologi (dvs., motoren har et høyt forhold mellom luft- og bensininntak ved lav belastning), (4) videreutvikle teknologien for direkte bensininsprøyting (5) kontroll av timingen til ventilåpninger (kjent som variable valve timing, VVT) og (7) satse på hybride kjøretøy.

Mulighetene for å redusere kjøretøyenes vekt avhenger av hvilke typer biler markedet etterspør og i hvilken grad det er mulig å finne materialer og tekniske løsninger som reduserer vekten til de fasilitetene som etterspørres. Det er vanskelig å forutse endringer i kjøretøyenes vekt, og vi forutsetter i denne rapporten at kjøretøyenes vekt ikke forandres nevneverdig.

De fleste lastebiler er allerede dieseldrevne, og den termiske effektiviteten til dieselmotoren er bedre enn bensinmotoren, og nyere dieselmotorer er omtrent 15% mer effektive enn før. Diesel gir i utgangspunktet et lavere CO₂ utslipp enn bensin, men fordi voluminnholdet av karbon er høyere i diesel enn i bensin, får vi ikke en tilsvarende effektivitet med hensyn til CO₂ utslipp. Det er også mer CO₂ krevende å fremstille diesel, og det totale nivået av NO_x og PM fra dieselmotorer er mye høyere enn fra bensinmotorer. Endringer i motorteknologi som kan redusere NO_x vil generelt forhøye PM utslipp og drivstofforbruk, og endringer i motorteknologi som reduserer NO_x utslippet vil generelt sett forhøye PM utslippet og bensinforbruket. Det er vanskelig å utvikle gode partikkelfangere, og man kan alternativt tenke seg at motorene reoptimaliseres og at man bruker NO_x/PM trade-off for å gi lave PM utslipp og drivstofforbruk men høyere NO_x som kan reduseres ved å bruke et SCR system. Katalysatoren kan sees på som en komponent i fangeren eller som et tillegg til brennstoff. Platina er i bruk, men på grunn av sensitiviteten av platina til svovel, er den for tiden bare til bruk der svovelinnholdet i drivstoffet er lavt.

For øvrig er det sannsynlig at lastebilene kan adoptere noe av den teknologiske utviklingen som gjøres i utgangspunktet for personbiler. I henhold til Concawe (1999) kan VVT gi 6 – 12 % besparelse for bensindrevne biler. Fra Concawe forstår vi også at teknologien for direkte bensininsprøyting kan videreutvikles og at videre kommersialisering av *lean burn* teknologien må betraktes som et betydelig teknologisk fremskritt som kan gi i størrelsesorden 10 til 35% besparelse avhengig av teknologi og hvilke føringer man legger på forurensende utslipp. Uheldigvis gir *lean-burn* og direkte innsprøyting høyere NO_x utslipp, og videre utvikling av katalysatorteknologi og forbedret kontroll med luft/bensin forholdet vil derfor være nødvendig for å gi tilfredsstillende effekt over en bredere temperaturområde. Avansert katalysatorteknologi krever også et relativt lavt svovelinnhold i drivstoffet som kan gjøre det mer kostbart å fremstille og dermed bidra til økning i transportkostnadene. Og dersom drivstoffspesifikasjonen blir veldig strengt spesifisert, så kan dette øke raffinerienes energiforbruk betydelig over dagens 6%.

Hybride personbiler er allerede på markedet. De har en kombinasjon av forbrenningsmotor og elektrisk motor. De lader opp igjen batteriene ved å utnytte kinetisk energi ved bremsing, og kan i henhold til Concawe gi store reduksjoner i drivstofforbruk (50%). Det er mulig at Concawe (1999) har vært litt for optimistiske angående hybrid teknologi. Et eksempel på hvor teknologien står i dag er Honda Accords 2005 modeller. I informasjonsbrosjyren for det Amerikanske markedet opplyser Honda at modeller med ordinær teknologi bruker 0,9 og 0,7 liter blyfri bensin per mil på henholdsvis langkjøring og bykjøring, mens hybridvarianten bruker 0.8 og 0.6 altså ca 15% reduksjon. Teknologien er imidlertid kostbar, men man kan tenke seg at denne teknologien etter hvert kan bli vanlig også i større kjøretøy.

HDV kjøretøy drives nesten utelukkende av dieselmotorer, og vi forutsetter i utgangspunktet at godsbilene er dieseldrevne, men at man fremover kan få innsalg av også andre drivstoff for lastebil (Petrol, LPG, CNG, ALcohols, Biodiesel).

Det er altså et relativt stort potensial for reduksjoner men det er ikke sannsynlig at kombinasjonen av ulike teknologier adderer seg opp til den fulle effekten av hver teknologi. Det kreves også utvikling av teknologi som skal ivareta krav om reduksjoner i utslipp av blant annet NO_x som kan bli høyere med forbedret drivstoffeffektivitet. Det tar også tid for nye teknologier å penetrere markedet.

Drivkrefter mot mer miljøvennlig vegtransport

Både EU og bilbransjen har hver for seg og i samarbeid arbeidet for å få frem mer miljøvennlige biler og lastebiler. Det Europeiske Auto-Oil programmet (MEET, 1999, s. 77) er et eksempel på dette, der EU og bilbransjen har samarbeidet om utvikling av lovverk med betydelig avvik fra tidligere lovgiving. EU kommisjonen initierte Auto-Oil Programmet in 1992. Auto-Oil analyserte en rekke muligheter for utslippsreduksjoner: Kjøretøyteknologi, drivstoffkvalitet, marginalkostnadsprising, vegprising, kollektivtransport osv. Kommisjonen presenterte Auto-oil programmet i 1996, og har som hensikt å redusere aktuelle nivåer av kullos, benzene, nitrogendioksyd og troposfærisk ozon med 60 til 70% frem mot 2010. Forpliktende grenser for utslipp ble satt for 2000 og 2005. Som følge av Auto-oil programmet forventes det at nye og forbedrede varianter av bensin og diesel vil komme på markedet.

I tillegg til EURO klassene I, II, III og IV har man definert enda en kjøretøyklasse under betegnelsen – the EEV (Environmentally Enhanced Vehicle). EURO klassene er basert på direktiver fra EU som stiller krav til utslippet av kjøretøy som er produsert i forskjellige tidsperioder, der EURO I gjelder for perioden 1991-1996, EURO II for perioden 1996-2001, EURO III for perioden 2001-2005 og EURO IV for perioden 2005 og fremover. I tillegg er EEV spesifisert for perioden 2008 og fremover (for bensin og diesel).

EURO klassene er basert på direktiver som differensierer kravene avhengig av klassifisering i henhold til UN-ECE. Lastebilene er delt i fire klasser:

1. Kjøretøy med maksimum vekt inntil 3,5 tonn (LDV- light duty vehicles).
2. Kjøretøy med maksimum vekt over 3,5 tonn men ikke mer enn 12 tonn (HDV – Heavy duty vehicles).
3. Kjøretøy med maksimum vekt over 12 tonn (HDV - Heavy duty vehicles).

For EURO III standarden er det ikke nødvendig med behandling av avgassene fra HDV kjøretøyene. Og med katalysatorteknikk av typen EGR (Exhaust Gas Recirculation) er det muligheter for å forbedre drivstoffeffektiviteten og redusere utslippet av CO₂ uten å forhøye NO_x og PM utslippet. Mer avansert katalysatorteknikk for å fjerne NO_x kan være avhengig av svovelinnholdet i drivstoffet (bensin eller diesel). Dette vil igjen kreve mer energi i raffineringprosessen.

HDV kjøretøy med EURO IV standard vil ha behov for avansert drivstoffinnsprøytningsutstyr og en kombinert strategi for reduksjon av NO_x og partikler. Fra 2005 er det sannsynlig at partikkelfangere blir nødvendig for å tilfredsstille kravene til partikkelutslipp. Partikkelfangere trengs også for å møte 2005 standarden. De fleste *after treatment* systemer for NO_x aksepterer svovelinnholdet i dagens diesel, men hvis NO_x katalysator for diesel blir tilgjengelig kan det være nødvendig å redusere svovel ytterligere.

Med Euro V (2008) kreves ytterligere NO_x reduksjoner (ned til 2 g /kWh) som kan oppnås med de-NO_x katalysatorteknologi. Og fra 2008 er det sannsynlig at både partikkelfanger og NO_x katalysator blir nødvendig. Tar man i bruk full SCR (Selective Catalytic Reduction) basert på urea, får man redusert drivstofforbruket uavhengig av svovelinnhol-

det. Bruken av urea har imidlertid andre miljømessige/tekniske konsekvenser i forhold til oppsamling og lagring av ammoniakk.

Basert på kravene i direktivene, har MEET (1999) estimert fremtidige utslippsreduksjoner for CO, VOC, NO_x og partikler for dieseldrevne kjøretøy med varm og kald motor. I denne rapporten bruker vi reduksjonene for varm motor (tabell AI.5).

Tabell AI.5 Krav til prosentvise reduksjonsrater for lastebiler med dieselmotor i Euroklassene. Reduksjonene er relative til Euro I standarden (1991-1996)

	CO	VOC	NO _x	PM
EURO II (1996-2000)	0 %	-30 %	-30 %	-40 %
EURO III (2001-2005)	-45 %	-51 %	-51 %	-64 %
EURO IV (2005-2008)	-56 %	-76 %	-76 %	-84 %

Forventede økonomiske og miljømessige kostnader fra vegtransport

Gjennom EØS avtalen er også utviklingen for vegtransport i Norge i stor grad styrt av de krav som EU har pålagt gjennom direktiver, og bilprodusentenes egne krav til seg selv⁹. Alle norske lastebiler gjennomgår periodisk kontroll, der utslippsnivået sjekkes og justeres slik at det er i henhold til standard teknologiklasser innen EU. I henhold til gjeldende praksis er det grunn til å tro at også fremtidige utslippsgrenser for vegtransport i Norge vil være i henhold til internasjonale standarder. Allikevel tar det tid å skifte ut gamle biler med høyere utslipp. I et *krybbe til grav* perspektiv bør vi også ta hensyn til endringer i utslippene fra raffineriene som produserer drivstoffet. Med strengere krav til drivstoffkvalitet forventer vi at denne type utslipp forhøyer CO₂ utslippet per tonnkm.

Ut fra forventet teknologisk utvikling og kravene i EU direktivene, antar vi at en moderat teknologisk utvikling vil gi en gjennomsnittlig drivstoffbesparelse og nedgang i CO₂ utslipp for lastebiler på 10% fra 2001 til 2006, totalt 15% frem mot 2012 og totalt 25% frem mot 2020 (inklusive utslipp fra raffinerier). For øvrige substanser har vi basert oss på tabell AI.5 og antagelsen om en viss treghet i utskiftingsraten. Forventede reduksjoner er oppsummert i tabell AI.6. Estimaten er ganske bra i samsvar med resultater vi har fått rapportert fra Nederland (NEA 2001), der det er forventet at drivstoffeffektiviteten øker med 10% frem mot 2010, og forbedret forbrenning reduserer NO_x med 70%, PM med omtrent 90% og CO med 60% per kWh.

Samlede endringer i utslippskostnader er basert på totale utslipp og kostnader per tonn fra ECON (2003) i storby, tettbygd og spredt strøk for de ulike substansene og er oppsummert i tabell 2 (CO var ikke verdsatt og vi ser derfor bort fra denne komponenten for alle transportmidler).

Tabell AI.6. Forventede reduksjoner i eksterne kostnader ved utlipp per tonnkm for vegtransport i Norge¹.

	CO ₂	SO ₂	NO _x	VOC	PM	CO
2001	0	0	0	0	0	0
2006	-5%	0 %	-40%	-40 %	-50 %	- 30 %
2012	-15 %	0 %	-65 %	-65 %	-70 %	- 50 %
2020	-25 %	0 %	-80 %	-80 %	-90 %	- 70 %

¹ I NEMO bruker vi gjennomsnittlig reduksjon i periodene for alle år i periodene, for eksempel CO₂ reduksjon for årene 2001 – 2006 blir 2,5%, 2006-2012 blir 10%, 2012-2020 blir 20% og 2020-2022 blir 25%

⁹ EU kommisjonen initierte Auto Oil programmet I 1992. Programmet inkluderte både EU kommisjonen, bilindustrien og oljeindustrien.

De kildene vi har studert beskriver ingen kostnadsutvikling i takt med forventet teknologiutvikling forbedret drivstoffkvalitet. Kostnadsutvikling må derfor gjøres som et *gjestimate* basert på hvor fort vi tror de nye teknologiene vi komme for de ulike transportformer. Høyere kostnader ved teknologiutvikling kan nok kompenseres ved ytterligere effektivisering i produksjonen. Vi antar derfor at nye teknologier vil gi de samme kostnadene ved kjøp og vedlikehold av lastebiler. Samtidig blir det nok høyere kostnader knyttet til fremstillingen av ønsket kvalitet på drivstoffet. Med en moderat teknologisk utvikling antar vi en gjennomsnittlig kostnadsbesparelse på 6% fra 2001 til 2005, totalt 13% fra 2001 til 2012 og totalt 20% frem mot 2020.

Eksterne kostnader består ikke bare av utslipp. Fremtidig ulykkesfrekvens og skadeomfang avhenger av bruken av ulykkesreducerende virkemidler, bilenes sikkerhet mot kollisjonskader, men også i hvilken grad forbedrede veier og kjøretøy kompenseres av høyere fart mer risikofull kjøring. I Norge var antall mennesker skadet eller drept i trafikkulykker omtrent 6000 per år for alle år i perioden 1993-2002. Selv om dette tallet er ganske konstant, antar vi at økende politisk oppmerksomhet mot trafikkskader (bl a Nullvisjonen) vil gi tiltak som reduserer ulykkene for lastebiltransport med 20% per kjøretøykilometer mellom 2001 og 2020.

Støyreduksjoner kan oppnås med mer stillegående biler og med mer støyskjerming for å beskytte folk fra støy (en 2-3 meter høy godt plassert støyskjerm vil normalt gi 5-15 desibel støyreduksjon). Støyreduksjon kan også oppnås ved å omdirigere trafikk vekk fra tett befolkede områder. Foreløpig er det ingen støyavgifter ved transport. Fremtidige direktiver kan stimulere teknologisk utvikling og mer stillegående biler, men det er svært usikkert hvordan støykostnaden per kjøretøykilometer vil forandre seg. Vi gjør en grov antagelse om 15% reduksjon per kjøretøykilometer.

AI.3 Ny teknologi og eksterne kostnader i jernbanetransport

Drivkrefter og teknologier for mer miljøvennlig jernbanetransport

Det er ikke utarbeidet direktiver for utslipp fra togtransport på samme måte som for vegtransport. Men for dieseldrevne tog er det allerede innført CO₂ avgift og SO₂ avgift på drivstoff når SO₂ innholdet er høyere enn en nedre grense for dieseldrevne tog. Den lange levetiden til lokomotiver forsinker imidlertid introduksjonen av ny teknologi, men fremtidige regelverk og lovverk kan bidra til å fremskynde utviklingen for jernbanetransport.

Teknologisk kan togene gjerne deles i følgende grupper: (1) Konvensjonelle tog (gjennomsnittet av togene som er operative i dag), (2) Moderne tog (de som bygges i dag), og (3) Avanserte tog (de som er forventet som markedsstandard i 2020). Andelen av forskjellige togtyper har betydning for de fremtidige utslippsratene. Gjennomsnittlig hastighet spiller en viktig rolle i bestemmelsen av energiforbruk og utslipp fra jernbanetransport. Man har funnet empirisk sammenheng mellom energiforbruk (i kJ per tonnm), som en funksjon av gjennomsnittlig hastighet og avstand mellom stoppesteder. For Europa forventes det at utvidelsen av høyhastighetslinjene vil fortsette.

I de fleste EU land er det en stor andel elektriske tog og det forventes at andelen elektrisk drevet togtrafikk vil øke (både bruken av den elektriske delen av jernbanenettet, samt bygging av flere elektriske jernbanelinjer). Det forventes at den elektrisk drevne andelen av Europeisk togtrafikk på omtrent 65-70% vil øke til 80% frem mot 2020. For å allokere utslipp fra elektriske tog må fordelingen av elektrisitets genereringskilder være kjent. Ytterligere komplikasjoner oppstår på grunn av import av strøm. Det er således vanskelig å beregne både aktuelle og forventede utslipp fra jernbanetransporten. Videre forventes det at utslippet fra enheter for strømproduksjon til den elektriske delen av togparken vil få installert forbedret utstyr for reduksjon av utslipp slik at det totale utslippregnskapet også

for de elektriske togene blir bedre. Men utslipp ved strømforbruk avhenger også av hvor mye av strømmen som går tapt underveis fra produksjonsstedet til toget.

For dieseltog tror man at togmotorene vil ha lave utslipp i 2015. Årsaken er at dieselmotorene i tog er svært like de som brukes i lastebiler. Det betyr at den styrte teknologiske utviklingen for vegtransport også kan komme jernbanetransportene til gode. Dette betyr at man på sikt kan forvente betydelige reduksjoner i NO_x and partikkelutslipp (PM) fra togtransport.

Men andre teknologiske forbedringer for å redusere drivstofforbruket for jernbanen er også mulig. I tillegg til vekten av godset, må man også ta i betraktning vognene som transporterer godset. Konstruksjonen av togene kan også ha en viss betydning for resistansen, dvs, den iboende tregheten, friksjon i hjul og hjuloppheng og aerodynamiske egenskaper. MEET (1999) tror at forbedret konstruksjon kan gjøre togene 10-15% mer drivstoffeffektive ved blant annet å bruke lettere konstruksjoner. Rulle-resistansen kan reduseres, men det forventes allikevel ikke at den vil endre seg betydelig. Frontarealet på toget vil sannsynligvis forbli konstant og det er vanskelig å gjøre ytterligere forbedringer av designet for å redusere luftmotstanden.

Estimatene fra MEET (1999) i tabell AI.7 forutsetter en kontinuerlig utvikling i faktorene som påvirker transportsystemet, det vil si ingen gjennombrudd for teknologisk utvikling og ingen katastrofer.

Tabell AI.7. Forventet prosentvis endring i utslipp fra jernbanetransport i Europa I perioden fra 1998 til 2020 (source: MEET, 1999)

	SO ₂	NO _x	VOC	CO	PM
Elektrisk	-70 %	-71 %	-50 %	-50 %	-50 %
Diesel	-97 %	-71 %	-50 %	-88 %	-68 %

Forventede økonomisk og miljømessige kostnader ved jernbanetransport

I henhold til Holtskog (2001) var der 2976 millioner tonnkm med gods på jernbanen i Norge i 1998, ca 500 dieseldrevet og 2500 elektrisk drevet. Nordlandsbanen, Raumbanen og Rørosbanen dieseldrevne. I tillegg kan diesellokomotiv brukes ved godstransport dersom det er mangel på materiell. Neppe grunn til å tro at disse banene blir elektrifiserte da det er lite godstransport der. Men andelen dieseltransporter kan likevel reduseres dersom trafikken på de elektriske banene øker mer enn på de dieseldrevne banene (noe som er tilfellet).

En stor andel av elektrisiteten til togene i Norge genereres ved hjelp av vannkraft, og noe elektrisitet importeres. Det er mulig at man i fremtiden kan bruke elektrisitet fra nasjonale gasskraftverk, men det er uvisst hvilken betydning dette vil ha. Vi forventer derfor at utslipp fra elektriske tog forblir den samme videre fremover. For Norge forventer vi også at den elektriske andelen ikke vil endre seg fremover i tid.

Ut fra forventet teknologisk utvikling og en antagelse om at fremtidige lover vil fremskynde utskiftingen av dieselmotorene i godstogene, estimerer vi at drivstofforbruket og CO₂ utslippet for den dieseldrevne andelen vil gå ned med 5% frem mot 2010, og deretter reduseres med totalt 15% i 2020. For utslipp av øvrige substanser fra dieseltog har vi basert oss på tabell AI.7 for 2020 og at 75% av reduksjonen er på plass i 2012. For elektriske tog antar vi ingen endring i drivstoffeffektiviteten. Forventede reduksjoner er oppsummert i tabell AI.8. Summerer vi, får vi de samlede utslippskostnadene per tonnkm som angitt i tabell 1.

Med en moderat teknologisk utvikling antar vi en gjennomsnittlig kostnadsbesparelse på 3% fra 2001 til 2012 og totalt 12% frem mot 2020.

Vi forutsetter videre at ulykker og støykostnader per kjøretøykilometer med tog går ned med henholdsvis 20% og 15%.

Tabell AI.8. Forventede gjennomsnittlige reduksjoner i eksterne kostnader ved utslipp per tonnkm for jernbanetransport i Norge¹

	CO ₂	SO ₂	NO _x	VOC	PM	CO
2001	0	0	0	0	0	0
2006	- 1%	-10%	- 8%	- 5%	- 8%	-10%
2012	- 1.3%	-18%	- 13%	- 9%	- 13%	- 17%
2020	- 3.8%	-24%	- 18%	- 13%	- 17%	- 22%

¹ I NEMO bruker vi gjennomsnittlig reduksjon i periodene for alle år i periodene, se eksempel tabell AI.6.

AI.4 Ny teknologi og eksterne kostnader i sjøtransport

Drivkrefter og teknologier for mer miljøvennlig sjøtransport

Ulike typer sjøtransport kan klassifiseres i henhold til typen skip, typen motor og type drivstoff. Den totale drivstoffeffektiviteten for en varegruppe kan endre seg dersom transporten av enkelte varegrupper på gitte relasjoner omfordeles på ulike typer sjøtransport på en slik måte at drivstoffeffektiviteten samlet sett endrer seg. Generelt er fergene lite energieffektive i forhold til godsmengdene de transporterer. Det går raskere å losse et ro/ro-skip, men loloskipene er mer energieffektive i forhold til det som transporteres.

Den norske skipsflåten er relativt gammel (dette gjelder flåten som går i innenriksfart), og i likhet med jernbanetransport forventer vi at utskiftingen av flåten også vil gå langsomt. Teknologiske nyvinninger vil derfor ha mindre betydning for skip enn for lastebiler hovedsakelig på grunn av den lange levetiden til skipene. Forbedret skipsdesign kan på sikt forbedre drivstoffeffektiviteten, mens høyere hastighet har den omvendte effekten.

Endringer i utslipp fra skipstrafikken vil være styrt av lovpålagte krav til båt motorene og drivstoffet¹⁰ de bruker, og også gjennom ingeniørmessige forbedringer. Den første internasjonale avtale for å redusere skadelige utslipp til luft fra verdens handelsflåte ble lagt frem av IMO i 1997. Selv om avtalen ennå ikke er ratifisert, har den allerede hatt betydelig innvirkning på skipsindustrien. I henhold til avtalen skal alle dieselmotorer som installeres i skip med et lastevolum på over 400 brutto register tonn (brt), faste og flytende plattformer offshore, og borerigger som er sjøsatt fra 2000 og fremover, tilfredsstillende grenser for utslipp av NO_x, uavhengig av når avtalen trer i kraft.

Man kan redusere NO_x utslippet ved å redusere maksimal forbrenningstemperatur og trykk, men dette øker dannelsen av andre substanser som partikler (PM), CO og HC og øker drivstoffbruket på grunn av redusert termisk effektivitet i motoren. På den andre siden er det et problem med utvikling av ny teknologi at høyere motoreffektivitet også øker NO_x utslippet per kilowatt time. Kostbare katalysatorer kan redusere problemet.

¹⁰ Et viktig aspekt ved vannbasert transport er at det ikke finnes restriksjoner for salg av drivstoff for maritim transport, men bare restriksjoner på bruk av drivstoffet. Dette er det omvendte av situasjonen for vegtransport, der det fortrinnsvis er restriksjoner på salg av drivstoff.

Mange havner (bl a Oslo) krever at SO₂ innholdet i drivstoff ved skipstransport inn og ut av havna er under et maksimum, eller at SO₂ utslippet renses. I tungolje og marin dieselolje er de gjennomsnittlige verdiene 3% og 1% av vekten til drivstoffet, mens EU lovgivning gjennom direktiv 93/12/EEC setter en grense på 1% av vekt for tungolje og 0,2% av vekt for marin dieselolje. Norge praktiserer regler som gjenspeiler EU direktiv 1999/32 med hensyn til svovel i drivstoff for maritime transportmidler. Praksisen støttes av IMO's anbefalinger fra 1997 om at visse områder underlegges spesiell kontroll for utslipp av svoveloksider.

Utslippet av Svoveloksider avhenger av sulfatinnholdet i drivstoffet. Tungolje inneholder vanligvis et altfor høyt SO₂ innhold, hvilket betyr at skipene må bruke katalysator eller diesel. En mulighet er såkalt "Sulphur – scrubbing" der eksosen filtreres gjennom sjøvann. Dette gir en katalytisk reduksjon. Lavt svovelinnhold er også en fordel ved bruk av SCR katalysator (*Selective Catalytic Reduction*), for å fjerne NO_x fordi lavere svovelinnhold gir mindre korrosjon og mindre utfelling av nitrøse salter ved reaksjon med ammonium.

Forventede økonomiske og miljømessige kostnader ved sjøtransport

MEET's (1999) scenario med moderat teknologisk utvikling har en reduksjon på 30% for NO_x for skip som drives av tungolje og marin dieselolje, og svovelutslippet SO₂ forutsettes å ha en reduksjon på 80% og 50% for henholdsvis tungolje og marin dieselolje. MEET (1999) spesifiserer ikke tidshorizonten for disse endringene og ikke hvilken utskiftingsrate de har forutsatt. For analysene med PINGO/NEMO forutsetter vi at de gjelder for 2020 (slik MEET (1999) har forutsatt for jernbanescenariet). For de andre substansene i utslippet forutsettes ingen endringer.

Vi antar at forutsetningene også kan brukes for Norske forhold og at 75% av transportarbeidet utføres ved hjelp av tungolje. Videre antar vi at 50% av reduksjonene effektueres innen 2012 (tabell AI.8).

Dersom de strenge kravene til drivstoff skal oppfylles kan dette være med på å øke transportkostnadene (dvs. billig olje må i en del tilfeller erstattes med mer raffinert olje eller diesel og kostbar katalysatorteknologi kan bli nødvendig). Vi forutsetter derfor en total reduksjon i kostnadsnivået frem mot 2010 på kun 3,5% og deretter ytterligere reduksjon til totalt 5% frem mot 2020. Summerer vi, får vi de samlede utslippskostnadene per tonnkm som angitt i tabell 1.

Vi antar at det vil være en 20% reduksjon i ulykker med båt frem mot 2020. Det er ikke eksterne støykostnader ved dagens skipstrafikk, og det er ikke grunn til å tro at dette vil endre seg i fremtiden.

Tabell AI.8. Forventede gjennomsnittlige reduksjoner i eksterne kostnader ved utslipp per tonnkm for sjøtransport i Norge¹

	CO ₂	SO ₂	NO _x	VOC	PM	CO
2001	0	0	0	0	0	0
2006	-1.5 %	-15%	-5%	-0%	-0%	-0%
2012	-3.5 %	-35%	-15%	-0%	-0%	-0%
2020	-5.0 %	-70%	-30%	-0%	-0%	-0%

¹I NEMO bruker vi gjennomsnittlig reduksjon i periodene for alle år i periodene, se eksempel tabell AI.6.

Vedlegg II

PINGO/NEMO

PINGO/NEMO en nettverksmodell med elastisk etterspørsel, der transportaktiviteten er nært knyttet til økonomien for øvrig. Første versjon av PINGO ble ferdigstilt i 2002 som del av første fase i Samferdselsdepartementets Program for overordnet transportplanlegging (POT). Analysene i dette kapitlet er basert på siste versjon av PINGO/NEMO (Vold, 2004), der konsistens i modellsystemet er sikret ved at både PINGO og NEMO er oppdatert med data fra basismatriser laget av Vold og Hovi (2003).

Prognosemodell for INterregional Godstransport (PINGO) er basert på teori for generell likevekt. Produktfunksjoner og konsumfunksjoner er i hovedsak basert på Cobb-Douglas. Men Leontief og mer generelle CES funksjoner brukes der vi anser disse for å være mer representative. PINGO brukes for å bestemme basisfremskrivninger for økonomisk aktivitet i fylkene og for godsstrømmene mellom alle fylkespar og mellom alle fylkespar og utlandet. PINGO trenger en såkalt "Social Accounting Matrix" (SAM) med data for et basisår - for økonomisk aktivitet i fylkene og handel mellom alle par av fylker og mellom alle fylker og utlandet. Slike data hentes fra henholdsvis det Fylkesvise nasjonalregnskapet (FNR), Utenrikshandelstatistikken og fra NEMO. SAM-matrisen spesifiserer varesektor-regnskapet i basissituasjonen. I tillegg til SAM matrisen trengs også data for nasjonal vekst uttrykt ved et utvalg variable, for eksempel bruttoproduksjon og handelsbalanse med utlandet som vi kan innhente fra for eksempel MSG-modellen (dvs., data for økonomisk vekst som i denne rapporten er basert på Finansdepartementets Langtidsprogram 2002-2005 som igjen er basert på MSG-modellen).

Ved bruk av generelle likevektsmodeller som PINGO til å analysere en utvikling fremover i tid, er utgangspunktet en SAM matrise i likevekt i basisåret. Eksogene variablene endres så i henhold til vekstrater for et år frem i tid. PINGO beregner så en ny likevekt med endrede eksogene variable for året etter basisåret. SAM matrisen oppdateres og de eksogene variablene endres før PINGO beregner en ny likevekt for andre året etter basisåret osv.

Kostnadsfunksjonene I NEMO inkluderer både kvalitative og kvantitative operative kostnader, der de kvalitative kostnadene representerer egnetheten til de respektive transportmidler for transport av forskjellige varegrupper. De operative lenkekostnadene er på formen

$$C_{oper}^{link} = (\alpha * length + \beta * traveltime) + \theta \quad (1)$$

der α representerer distanseavhengige kostnader, β representerer tidskostnader og θ representerer andre kostnader (bomavgift etc). $length$ er lengden av den aktuelle lenka, mens $traveltime$ typisk er lenkelengde delt på hastighet.

Det er ingen kapasitetsbegrensninger i NEMO, og kostnadene er uavhengig av transporterte volumer. Fordi det ikke er kapasitetsbegrensninger i NEMO, gir det ikke mening å differensiere kostnadene avhengig av tid på dagen. Distanseavhengige marginale eksterne kostnader er derfor de samme som eksterne kostnadene og kan internaliseres som avgifter i α . Drivstoffkostnadene utgjør fra 10 til 25 % av α avhengig av type transport, og det

er disse prosentene som igjen prosentvis reduseres under forutsetning om teknologisk utvikling (se tabell 1 og Vedlegg I).

Effekten av teknologiforbedringer påvirker også de eksterne miljøkostnader per tonnkm. Vi trenger en ettermodell for å bestemme miljøkostnadene. Coopert er en modell av denne typen. Coopert kan brukes som en ettermodell for å beregne utslipp basert på utkjørte tonnkm. Den brukes av European Environment Agency (EEA) gjennom European Topic Centre on Air Emission (ETC/AE) for å sette opp et årlig Europeisk luftforurensingsregnskap (CORINAIR : CORE INventory of AIR emissions), basert på nasjonale rapporter. Det finnes ingen variant av Coopert for Norge. I stedet bruker vi tonnkm fra PINGO/NEMO sammen med estimatene for eksterne kostnader fra ECON (2003) og forutsetningene om teknologisk utvikling.