

Miljøbelastningen ved godstransport med lastbil og skib

- et projekt om
Hovedstadsregionen

Faglig rapport fra DMU, nr. 192

Kristen D. Nedergaard
Afdeling for Systemanalyse

Peter Maskell
Handelshøjskolen

Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Maj 1997

Datablad

Titel: Miljøbelastningen ved godstransport med lastbil og skib
Undertitel: - et projekt om Hovedstadsregionen

Forfattere: Kristen D. Nedergaard (1), Peter Maskell (2)

Afdelinger: Afdeling for Systemanalyse (1), Handelshøjskolen (2)

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU, nr. 192

Udgiver: Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser ©

Referee: Linda Christensen

Layout: Annette Dam

URL: <http://www.dmu.dk>

Udgivelsesår: Maj 1997

Bedes citeret: Nedergaard, K. D., & Maskell, P. (1997): Miljøbelastningen ved godstransport med lastbil og skib. - Et projekt om Hovedstadsregionen. Danmarks Miljøundersøgelser. 126 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 192

Gengivelse tilladt med tydelig kildehenvisning

Emneord: Miljøbelastning, godstransport med lastbil og skib, Hovedstadsregionen

ISBN: 87-7772-326-0
ISSN: 0905-815x

Papirkvalitet: Klorfrit High Tech / 100 g
Tryk: Grafisk Service, Risø
Sideantal: 126
Oplag: 250

Pris: DKK 100,- (incl. 25% moms, excl. forsendelse)

Købes hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Postbox 358
Frederiksborgvej 399
4000 Roskilde
Tlf. 46 30 12 00
Fax 46 30 11 14

Miljøbutikken
Information og Bøger
Læderstræde 1
1201 København K
Tlf. 33 37 92 92 (information)
Tlf. 33 92 76 92 (bøger)
Fax 33 92 76 90

Indhold

Forord 5

1 Indledning og læsevejledning 7

- 1.1 Pilotprojektets baggrund og formål 7
- 1.2 Miljøbelastningen ved godstransportarbejde 9
- 1.3 Godstransporter ind og ud af Hovedstadsregionen 10

DEL I - FORUDSÆTNINGER 13

2 Godstransport og miljø 14

- 2.1 Emissionstyper 14
- 2.2 De globale effekter 14
- 2.3 De regionale effekter 14
- 2.4 De lokale effekter 15
- 2.5 Transportsektorens andel i luftemissionerne 15
- 2.6 Beregning af emissioner 16

3 Emissioner ved vejtransport af gods 17

- 3.1 Emissionsfaktorer ved vejgodstransportarbejde 17
- 3.2 Simuleringsresultater 19
- 3.3 Køremønstre og brændstofforbrug 22
- 3.4 Muligheder for forbedringer 23

4 Emissioner ved skibstransport 26

- 4.1 Emissionsfaktorerne ved skibstransportarbejde 26
- 4.2 Dieselmotorer 26
- 4.3 Gasturbiner 27
- 4.4 Brændstofkvalitet 27
- 4.5 Emissioner fra skibes hovedmaskineri 28
- 4.6 Hjælpemaskineri 32
- 4.7 Emissioner ved omladning mellem skib og lastbil 32
- 4.8 Muligheder for forbedringer 33

5 Øvrige miljøbelastninger 35

- 5.1 Miljøbelastningsfaktorer 35
- 5.2 Trafiksikkerhed 35
- 5.3 Støj 38
- 5.4 Barriereeffekt 41
- 5.5 Vibrationer 42
- 5.6 Det visuelle miljø 43
- 5.7 Sammenvejning af de øvrige miljøfaktorer 44
- 5.8 Muligheder for forbedringer 46

DEL II - ANALYSER 47

6 Godstransportarbejdet med lastbil til og fra Hovedstadsregionen 48

- 6.1 Godstransport med lastbil 48
- 6.2 International godstransport 48
- 6.3 National godstransport med lastbil 50
- 6.4 Miljøbelastningen 51

7 Godstransportarbejdet med skib til og fra Hovedstadsregionen 53

- 7.1 Københavns Havns godsomsætning 53
- 7.2 Anløb i Københavns Havn 55
- 7.3 Transportarbejdet for skibsgods til Københavns Havn 56
- 7.4 Miljøbelastningen ved godstransport med skib 58
- 7.5 Miljøbelastningen ved omladning mellem skib og lastbil 62

8 Godstransportarbejdet med lastbil i Hovedstadsregionen 64

- 8.1 De analyserede godsstrømme 64
- 8.2 Luftemissionerne ved godstransportarbejdet i Hovedstadsregionen 68

9 Miljøbelastningen ved godstransportarbejdet til og fra Hovedstadsregionen 71

- 9.1 Det samlede godstransportarbejde 71
- 9.2 Miljøbelastningen 71

10 Referencer 75

Bilag I - Medvirkende ved projektet 80

Bilag II - Relationen mellem emission, hastighed og vogntype ved godstransport 81

Bilag III - Danmarks Statistiks tællingskemaer 82

Bilag IV - Teknisk dokumentation for den anvendte simulering 96

Bilag V - Københavns godsmodel 119

Danmarks Miljøundersøgelser

Forord

Denne rapport er blevet til som en udløber af pilotprojektet om "Miljøbelastningen ved godstransport med lastbil og skib", der blev gennemført i samarbejde mellem Afdeling for Systemanalyse, Danmarks Miljøundersøgelser, Institut for Logistik og Transport (som en delaktivitet under PROTEUS¹-programmet), Handelshøjskolen i København og Københavns Havn.

Projektet er udført af cand.techn.soc. Kristen Nedergaard under frikøb fra sit Ph.D.-forløb ved Danmarks Miljøundersøgelser/Handelshøjskolen i perioden fra 1. maj til 1. juli 1996. Københavns Havn har finansieret dette frikøb og de øvrige udgifter i forbindelse med pilotprojektet. Efterbearbejdelsen er finansieret af Danmarks Miljøundersøgelser og Handelshøjskolen.

Professor, dr.merc. Peter Maskell har fungeret som projektleder og har bidraget ved udarbejdelsen af enkelte afsnit i rapportens del II.

En oversigt over de øvrige medvirkende ved pilotprojektet er givet i bilag 1. Forfatterne ønsker at takke alle medvirkende for den modtagne hjælp og støtte.

Pilotprojektet blev efterfølgende kommenteret af transportforskere og transportydere samt miljøeksperter med indsigt i transportemissioner ved et review-møde afholdt af Transportrådet i November 1996. Det er således en revideret udgave af pilotprojektet, der skal præsenteres i nærværende rapport. Eventuelle resterende fejl og uklarheder i rapporten bærer forfatterne alene ansvaret for.

¹ PROTEUS er et forskningsprogram finansieret af Transportrådet, der fokuserer på forholdet mellem produktionssystemers udvikling og bæredygtig mobilitet.

1 Indledning og læsevejledning

1.1 Pilotprojektets baggrund og formål

I takt med at miljøbelastningen ved de fleste byerhverv er kortlagt og reguleret, har trafikens miljøbelastning i stigende grad pådraget sig opmærksomhed. I kølvandet på denne øgede interesse er iværksat en række forskellige udredningsprojekter, hvoraf langt de fleste har været koncentreret om persontransport. Denne fokusering på persontransportarbejdet har på mange måder været hensigtsmæssig og nyttig, bl.a. fordi persontransport udgør stor en del af den samlede trafikbelastning.

Medens den samlede viden om persontransport således har været stærkt voksende gennem de senere år, har godstransportsektoren - med sine meget mere heterogene transporttydelser - i nogen grad været tilsidesat. Det er således karakteristisk, at en række grundoplysninger, der anses som selvfølgeligheder indenfor persontransportdebatten, i bedste fald foreligger i en meget ufuldstændig og fragmenteret form hvad angår godstransport. Specielt gælder, at den bestående viden om *miljøbelastningen* ved samfundets godstransportarbejde fortsat er særdeles mangelfuld.

Det ringe videngrundlag bliver i sig selv en barriere, for at kunne opnå den maksimale miljøeffekt af en given indsats. Utilstrækkelig indsigt i årsagssammenhænge på dette område indebærer også en åbenlys risiko for betydelige fejlallokeringer efterhånden som samfundets øgede prioritering af miljøhensyn direkte eller indirekte indgår som en del af godstransportsektorens beslutningsprocesser.

På den baggrund er der taget initiativ til at gennemføre et mindre pilotprojekt, specielt rettet mod at kortlægge og estimere det godstransportarbejde og miljøbelastningerne herved som en bestemt region, nemlig Hovedstadsområdet, foranlediger ved sine økonomiske aktiviteter. Beregningerne er som hovedregel gennemført for kalenderåret 1995. Resultaterne fra pilotprojektet er samlet i denne rapport.

Pilotprojektet har haft 4 formål:

For det første skulle projektarbejdet tilvejebringe en opdateret sammenfatning af den bestående viden om miljøbelastningen ved godstransportarbejde;

For det andet skulle projektet afprøve mulighederne for at skaffe aktuelle data om godstransportarbejdet og bringe dem på en form, der ville muliggøre beregninger og sammenligninger af de analyserede transportformers miljøbelastning;

For det tredje har det været hensigten at undersøge skibstransportens miljøbelastning mere grundigt end hidtil, fordi det dels er blevet teknisk muligt og dels fordi det af samme grund har været et under-

belyst område. Skibstransporten vil blive betragtet som en kombineret vej-skib-vej transport;

For det fjerde skulle projektet afsøge muligheden for at lave regionsbaserede opgørelser over godstransportens miljøbelastning.

Pilotprojektet har således *ikke* haft til hensigt at vurdere mulighederne for at flytte gods mellem forskellige transportmåder. Indfrielse af et sådant formål ville bl.a. forudsætte opstilling af en egentlig adfærdsmodel. Kun herigennem kan der tages højde for, at noget godstransportarbejde ikke vil blive gennemført - eller vil blive gennemført i et andet omfang, med et andet rutevalg og med andre start- og slutpunkter - hvis prisen for den benyttede transportmåde blev øget relativt til alternative transportmåder og/eller til det transporteredes værdi². Opstillingen af en troværdig model for godstransportadfærden ligger langt udover, hvad der har været økonomisk og tidsmæssigt muligt indenfor rammerne af nærværende pilotprojekt.³

Pilotprojektet kan derfor kun yde et delbidrag til debatten om overflytning af gods imellem transportmåder. Delbidraget omfatter oplysninger om nogle centrale miljøeffekter af at flytte en godsmængde mellem to punkter med den ene eller den anden transportmåde. Pilotprojektet bidrager derimod *ikke* til afklaring af hvorvidt mulighederne er store eller små for en sådan overflytning fra én transportmåde til en anden.

Analyserne bliver således en vurdering af hvor miljøeffektivt de to transportformer vej og vej-skib-vej hver især løser deres transportopgaver. På det niveau kan de sammenlignes. Deres transportopgaver er imidlertid generelt helt forskellige og vanskeligt substituérbare, og derfor er en direkte sammenligning ikke mulig på det aggregeringsniveau, der her er tale om (se note 2).

Med henblik på at operationalisere den undersøgte problemstilling har det været nødvendigt at gennemføre visse afgrænsninger. Den vigtigste vedrører valg af transportmåder, hvor pilotprojektet alene beskæftiger sig med godstransport med *lastbil* og med *vej-skib-vej*. Udelukkelsen fra analysen af godstransport med fly eller bane er begrundet i disse transportmåders væsentligt mindre betydning for det samlede godstransportarbejde. Udelukkelsen af den kvantitativt

² Opstillingen af en sådan model er selv i en korttidsudgave ganske omfattende. Den må nemlig nødvendigvis bygge på empirisk begrundede antagelser om hvilken adfærdstilpasning de miljøpolitisk bestemte ændringer i de enkelte transportmåders konkurrenceevne giver anledning til. Adfærds-tilpasningen vedrører det samlede transportsystems direkte aktører - transportudbydere, transportkøberne og myndighederne - tillige med de mere indirekte aktører: de øvrige brugere af infrastrukturen, ejendomsejere og trafikbelastede beboere etc. I en langtidsudgave må modellen endvidere inddrage antagelser om forhold som investeringsadfærden vedrørende infrastrukturen, strukturudviklingen i godstransporterhvervet og udviklingen i samfundets efterspørgsel efter godstransporttydelser.

³ I det hele taget må der stilles spørgsmålstejn ved modelanvendelse på dette område netop på grund af de komplekse forhold der betinger en given adfærd i en given situation. Meget tyder på at ikke kun prisen på transport har betydning, men at strategiske forhold og produktteknologiske har stor betydning for transportform-valget. Viden på dette område er sparsom og må formentlig indsamles gennem mere branchespecifikke, endsige transportkædespecifikke studier af efterspørgslen på godstransport.

mere betydende godstransport gennem rørledning er begrundet i de helt andre emissionsforhold, der her gør sig gældende - typisk i forbindelse med reparationer af ledningssystem og terminaler og ved egentlige uheld.

En anden væsentlig afgrænsning er af geografisk karakter. Nogle miljøeffekter ved godstransport er globale, andre regionale og andre igen meget lokale. En sammenligning mellem godstransportmåder må derfor i princippet omfatte en analyse af miljøeffekten på alle tre niveauer. Pilotprojektets tidsmæssige rammer har ikke muliggjort en sådan analyse for hele landet. I stedet for er der lagt vægt på en vis fordybelse hvad angår mulighederne for at udtrække relevant information af de bestående datakilder.

I pilotprojektet er den empiriske analyse afgrænset til alene at omfatte transportarbejdet ved *godstransporter til eller fra lokaliteter i Hovedstadsregionen* (HT-området). De rent interne godstransporter mellem lokaliteter indenfor Hovedstadsregionens rammer er af begrænset interesse for diskussionen om miljømæssige fordele og ulemper ved transport af gods på lastbil eller med vej-skib-vej.

Ved at fokusere på miljøeffekterne ved godstransport indenfor en enkelt region skitseres en fremgangsmåde, der med nyttiggørelse af de samme datakilder, vil kunne anvendes efterfølgende på regioner i den øvrige del af landet. Også i den forstand har pilotprojektet karakter af et metodestudie.

Endelig skal det påpeges, at hvad angår miljøeffekterne er det luftemissionerne vi har koncentreret os om, fordi andre relevante miljøbelastningstyper i hovedsagen er af så lokal art og lokalitetsafhængig, at deciderede beregninger kun kan lade sig gøre ved hjælp af GIS-simuleringsværktøjer. Dette har heller ikke været muligt hverken tidsmæssigt eller økonomisk. Desuden er software-delen på dette område stadigt på afprøvningsniveau. Disse andre miljøtyper er dog beskrevet og tildelt et selvstændigt kapitel, fordi de er væsentlige og ret beset ikke kan udelukkes i en miljøvurderingssammenhæng - men altså ikke anvendt.

Projektet er først og fremmest et metodologisk dokument som også er tænkt anvendt som et slags referencestudium.

Projektet er delt op i to hoveddele: Del I: Beregningsforudsætninger (kap. 2 - 5) og Del II: Resultater (kap. 6 - 9). Deres indhold er kort omtalt i det følgende.

1.2 Miljøbelastningen ved godstransportarbejde

I del I gennemgås forudsætningerne for de efterfølgende empiriske beregninger i form af en summarisk gennemgang af de emissionsfaktorer, der er forbundet med godstransport.

I det første kapitel (kapitel 2) beskrives de forskellige emissionsfaktorer ved godstransport. I kapitel 3 fokuseres på omfanget af emissioner ved godstransport med lastbil. Til forskel fra personbiler foreligger der endnu ingen emissionsmålinger af lastbiler i deres konkrete

anvendelse. Til gengæld har pilotprojektet kunnet nyttiggøre resultater af hidtil ukendt detaljeringsgrad fra simuleringer med standardiserede måledata. Herved har emissionsfaktorerne ved godstransport på vej kunnet beregnes med langt større tilpasning til de faktiske forhold end hidtil: for hhv. større og mindre lastbiler med ny eller gammel motorteknologi og under kørsel på forskellige vejtyper.

I kapitel 4 gennemføres en i princippet parallel undersøgelse af emissionsfaktorerne for skibstransport med gods. Beregningerne vanskeliggøres her af den langt større variation i skibstype, maskinteknologi og maskinalder, end hvad der kendes fra lastbiler. Samtidig spiller det en rolle for emissionsforholdene, om skibet alene sejler i de indre danske farvande og i Østersøen, eller om skibet i overvejende grad besejler verdenshavene.

Ved sammenstyknng af data fra en række forskelligartede gamle og helt nye kilder har det været muligt at beregne den gennemsnitlige miljøbelastning med forskellige emissionsfaktorer for skibe af forskellig størrelse (BT). Fremgangsmåden gør det muligt at fastlægge emissioner for specifikke skibstransportopgaver.

En miljømæssig central rolle for godstransport på skib spiller den anvendte brændstoftype (fuelolie eller gasolie), der til en vis grad er

En anden miljømæssig interessant faktor ved godstransport med skib vedrører emissionerne i forbindelse med losning og lastning af skibe, samt med arbejdet på kaj i forbindelse hermed. Også her har en række kilder skulle inddrages for at tilvejebringe et sammenligneligt datamateriale.

I kapitel 5 gennemgås de øvrige, ikke-luftforureningsmæssige miljøbelastninger, som godstransportarbejdet giver anledning til. I al væsentlighed er disse knyttet til lastbiltransport, og vedrører støjbelastninger, barriereeffekter, vibrationer, trafikdrab mv.

For alle de nævnte faktorer er belysningen af deres betydning for problemstillingen, suppleret med en kort redegørelse for mulighederne for forbedringer.

I kapitel 5 gennemføres en kort sammenfatning og sammenligning af de identificerede miljøbelastninger ved godstransport med skib og lastbil.

1.3 Godstransporter ind og ud af Hovedstadsregionen

I del II opgøres det samlede godstransportarbejde til og fra Hovedstadsregionen i 1995. Opgørelsen vanskeliggøres af, at det endelige bestemmelsessted for transporteret gods sjældent kendes. Det skyldes ikke alene fraværet af information, men knytter sig til problemer med selve begrebet "endelige bestemmelsessted". Gods som bringes fra Danmark til havnen i Hamborg er måske i første omgang bestemt for New York, men kan ende i Mexico eller i New Zealand efter mange mellemhandler og transportaktiviteter. Nogle varer kommer på denne måde bogstaveligt talt flere gange kloden rundt, før de når

(hvad der viser sig at blive) deres endelige bestemmelsessted. Og dette ultimative bestemmelsessted er ikke kendt af den oprindelige afskiber.

I lighed med tidligere undersøgelser har projektet derfor måtte begrænse sig til analysen af de "ubrudte" transporter. For skibenes vedkommende vil det i praksis sige indadgående transporter mellem Københavns Havn mv. og sidst (indtransport) eller først (udtransport) besøgte havn. For lastbilernes vedkommende vil det sige start- eller afslutningslokaliteten for ture med gods til eller fra Hovedstadsregionen, sådan som det kommer til udtryk i Danmarks Statistiks kørebogsanalyser (jf. nedenfor).

I kapitel 6 belyses omfanget af det samlede godstransportarbejde med dansk lastbil⁴ efter disse retningslinier mellem Hovedstadsregionens ydre grænse og den øvrige verden. Resultatet er nyt i den forstand, at der i forbindelse med pilotprojektet for første gang er gennemført en opsplitning af det internationale godstransportarbejde på dansk lastbil, efter hvor i Danmark transporten starter hhv. slutter. Det bliver herved muligt at bringe de internationale godstransporter på lastbil på en sammenlignelig form med de nationale godstransporter til beregning af det samlede Hovedstadsrelaterede godstransportarbejde. For begges vedkommende beregnes det samlede vejtransportarbejde for godstransport med lastbil og den herved forbundne belastning af luftmiljøet ved anvendelse af de emissionsfaktorer, der blev fastlagt i kapitel 3.

Kapitel 7 rummer resultatet af en analyse af godstransporterne til og fra Hovedstadsregionen med skib. Pilotprojektet bygger på oplysninger af en hidtil ukendt detaljeringsgrad om fartforhold, skibstype, godsmængde mv. for skibe, der i 1995 anløb Københavns Havn.

Herudfra er beregnet det samlede godstransportarbejde med skib og den herved forbundne emissionsbelastning ved anvendelse af de emissionsfaktorer, der blev fastlagt i kapitel 4. Kapitlet rummer også en beregning af emissionerne forbundet med losning og lastning af gods henover kaj.

I kapitel 8 belyses det transportarbejde, der finder sted *internt* i Hovedstadsregionen, og som de hidtil beskrevne, *eksterne*, transporter har givet anledning til⁵.

Medens de nødvendige grundoplysninger om afgang- eller ankomstkommunen i Hovedstadsregionen årligt beregnes af Danmarks Statistik for godstransport med lastbil, har det for skibstransportens

⁴ Godstransportarbejdet med udenlandsk lastbil til, fra eller i Danmark opgøres ikke systematisk af Danmarks Statistik eller af andre offentlige eller private parter, og transportarbejdet med udenlandsk lastbil har derfor ikke kunnet inddrages i pilotprojektet. Det er en væsentlig mangel, da omfanget af den type transporter må antages at være af en vis størrelse. Det Danske Vognmænd antager, at ca. 40% af alle lastbiler, der passerer grænseovergangene ad vej er udenlandske. Herfra skal imidlertid trækkes transit-trafikken, som kun kendes skønsmæssigt.

⁵ Derimod er der - som tidligere nævnt - ikke medtaget godstransporter, der alene er interne for regionen, dvs. som starter og slutter indenfor Hovedstadsregionens grænser.

vedkommende været nødvendigt at gennemføre en indsamling af primærdata (stopinterview) som led i pilotprojektet. Hensigten har bl.a. været at belyse et ofte overset forhold: nemlig den landbaserede feeder-trafik, der i praksis altid vil være knyttet til gods, der transporteres med skib.

Transportarbejdet er selvsagt påvirket af størrelsen på de godsmængder, der kommer ind i, eller skal ud af Hovedstadsregionen gennem de forskellige "porte" - dvs. hovedindfaldsvejene fra Korsør, Kalundborg, Køge og Helsingør samt fra Københavns Havn - og hvordan disse mængder fordeler sig i regionen. Frem for at basere opgørelsen af godstransportarbejdet på den korteste vej til eller fra den relevante "port" er der som led i pilotprojektet gennemført ret omfattende simulationer til belysning af den spredning i rutevalget, som altid finder sted ved transport mellem to punkter, som følge af chaufførernes uens præferencer og viden om vejnettet og kørselsforholdene, og de faktiske variationer heri over døgnet og året (myldretid, vejarbejde osv.).

På baggrund af simulationerne er den gennemsnitlige turlængde og det gennemsnitlige godstransportarbejde i regionen beregnet for de forskellige typer regionseksterne transporter: for de nationale og for de internationale godstransporter med lastbil samt for skibstransporterne. Samtidigt har det som led i pilotprojektet været muligt at fordele dette godstransportarbejde på vejtyper med forskellig følsomhed overfor luftmiljøbelastning: lokalveje, landeveje og motorveje.

Ved anvendelse af de identificerede emissionsfaktorer fra kapitel 3 har den samlede miljøbelastning internt i Hovedstadsregionen ved eksternt relateret godstransport derefter kunne bestemmes.

I kapitel 9 sammenfattes analysen i opgørelser over den samlede gennemsnitlige emissionsbelastning ved regionsrelateret eksternt godstransport med hhv. vej-skib-vej og vej alene

DEL I - FORUDSÆTNINGER

2 Godstransport og miljø

2.1 Emissionstyper

Noget af det mest karakteristiske ved transportsektorens miljøbelastning er dens forskelligartethed - både med hensyn til hvilke miljøproblemer den giver anledning til, og hvor disse problemer optræder. Transport er definatorisk en aktivitet, der bevæger sig gennem landskabet mellem forskellige lokaliteter (byer, regioner, lande), og dens miljøbelastning er af både global, regional og lokal karakter.

2.2 De globale effekter

CO₂-emissionerne udgør mere halvdelen af drivhuseffekt-problemet. Selvom CO₂ ikke er den mest potente faktor i sig selv (metan og lättergas har meget kraftigere effekt), så betyder selve omfanget af emissionerne, at de er den mest betydningsfulde faktor. Det er derfor vigtigt at få nedbragt bidraget til atmosfæren, hvis ikke FN's klima panel, IPCC, skal få ret i deres forudsigelser om stigninger i havtemperaturen og de deraf følgende økologiske katastrofer. CO₂ er et sprængfarligt politisk konfliktstof, fordi emissionerne er direkte proportional med energiforbruget. Da man ikke kan rense sig ud af problemerne skal de store reduktioner findes i en lavere efterspørgsel efter energi, herunder transport. Efterspørgslen efter godstransport er tæt knyttet til samfundets økonomiske aktiviteter både mht. niveau og struktur. Derfor går CO₂-problematikken lige i hjertet af samfundsøkonomien.

2.3 De regionale effekter

De regionale effekter henviser mere direkte til de områder som transporterne bevæger sig igennem. De væsentligste miljøproblemer på dette niveau er:

- *forsuring*, der belaster vegetation, muldjord og ferskvandsreservoirer, som følge af for store koncentrationer af svovl- og kvælstofholdige forbindelser i miljøet;
- *skovdød og hæmmet plantevækst* som følge af for store mængder NO_x (kvælstofoxider) og af flygtige organiske forbindelser (VOC's) som stammer fra udstødningsgasser og brændstofdamp. Disse stoffer reagerer med sollys og danner gennem fotokemiske iltningprocesser ozon, som er yderst skadeligt ved landjorden (troposfæren). Det er ikke kun skidt for planterne det er det også for mennesker i større koncentrationer; og
- *forurening af det marine miljø* for eksempel gennem dumpning af affald og olie. Hvad angår skibenes emission af NO_x og SO₂ så er det almindeligvis ikke antaget at være noget problem på de større

have, men deres bidrag i kystnære områder og indenlandske farvande er givetvis af betydeligt omfang.

2.4 De lokale effekter

Til de lokale effekter hører især luftkvaliteten i byerne. Det er specielt NO_x -erne, der kan fremkalde åndedrætsbesvær. Man kan i den forbindelse også nævne CH (kulbrinter, samme som VOC's eksklusiv metan. CH bruges som regel som betegnelse i forbindelse med transport) som udover at det medvirker til dannelsen af ozon kan påvirke lungefunktionen, give hovedpine og øjenirritation (det er de flygtige organiske forbindelser (specielt benzen) og PaH'erne (polyaromatiske hydrocarboner), som begge er kræftfremkaldende); CO (kulilte) der kan påvirke hjerte og karsystemet; og sod og partikler som kan være giftige og bærere af kræftfremkaldende stoffer, og har betydning for luftvejssygdomme af forskellig art.

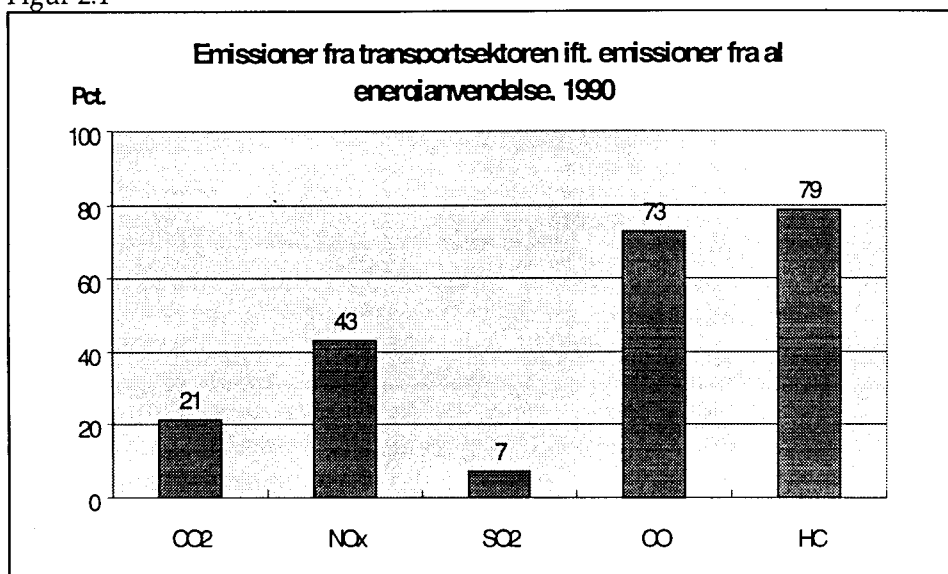
Ud over emissionerne til luften, som er de problemer, der traditionelt fokuseres på, arbejder Miljøministeriet også med andre kategorier: Støj, trafikulykker, forringelse af det visuelle miljø, utryghed og barriereeffekter og vibrationer. Det er miljøproblemer, som kan være nok så alvorlige, og som let glemmes i de store diskussioner, fordi det er udpræget lokale påvirkninger, der er tale om. Disse andre faktorer vil blive behandlet særskilt i kapitel 3.

2.5 Transportsektorens andel i luftemissionerne

Det fremgår tydeligt af figur 2.1 nedenfor, at transportsektoren som sådan bidrager betydeligt til alle tre nævnte typer af miljøproblemer. I 1990 kunne hhv. 73% og 79% af emissionerne af CO og HC henføres til transportsektoren. For CO_2 og NO_x kom hhv. 1/5 og 2/5 af de totale udslip fra transportsektoren.

En væsentlig del af sektorens emissioner kommer fra person- og varebiltrafikken. Det gælder især CO og HC med hhv. 92% og 91% af transportsektorens bidrag i 1990. En større del af NO_x -erne, og 2/3 af partikeludslippet stammede i 1990 fra dieseldrevne lastbiler og busser. Vare- og lastbilernes andel af CO_2 udgør omkring en fjerdedel af hele transportsektorens bidrag.

Figur 2.1



Kilde: Danmarks Statistik: Emissioner fra vejtrafikken 1993. Statistiske Efterretninger, Vol 95:5

2.6 Beregning af emissioner

Det er praktisk taget umuligt at måle præcist hvad niveauerne for transportsektorens emissioner reelt udgør, bl.a. fordi kilderne er så mange og så mobile. Derfor må man tage udgangspunkt i et gennemsnitligt transportmiddel og dens typiske aktivitetsmønster. På den baggrund foretages målinger og estimater som efterfølgende danner grundlag for det som kaldes "emissionsfaktorer."

Emissionsfaktorerne angiver et bestemt forhold mellem forbrug af energi og udslip af de enkelte forureningskomponenter. Emissionsfaktorerne kan siden multipliceres med de kendte transportaktiviteters energiforbrug, og derved fås de samlede emissioner for et givet stof. Det er på det grundlag at emissionsfaktorerne for skibe, tog og fly i almindelighed udregnes.

I det følgende kapitel gennemgås de specifikke forhold, der gør sig gældende for vejtransportens vedkommende. Godstransport med skib behandles efterfølgende i kapitel 4.

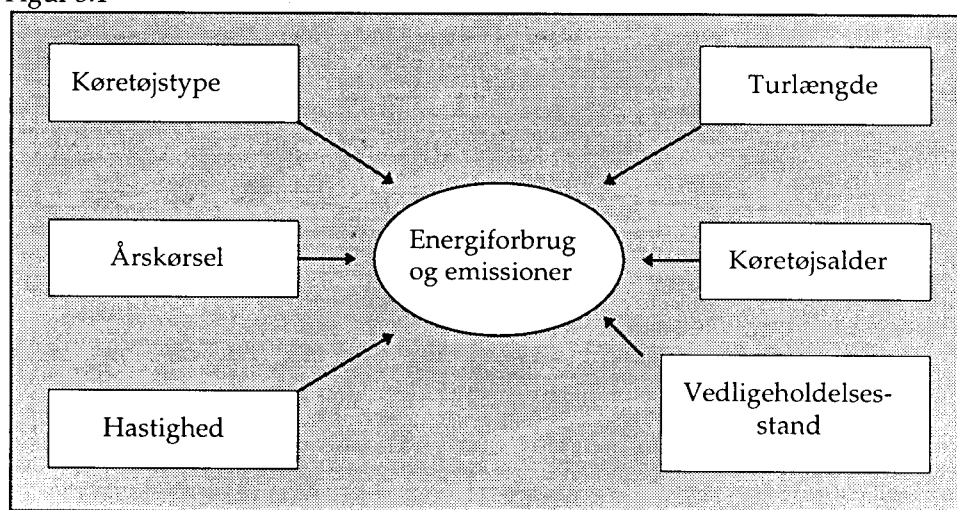
3 Emissioner ved vejtransport af gods

3.1 Emissionsfaktorer ved vejgodstransportarbejde

Emissionsniveauerne ved vejgodstransport opgøres traditionelt ved en simpel multiplikation af antal kørte kilometre med nogle standardiserede emissionsfaktorer.

Der er imidlertid nogen usikkerhed behæftet ved fastlæggelse af sådanne standardiserede emissionsfaktorer. Det skyldes de mange forhold, som øver indflydelse på emissionsniveauet. Forholdet er søgt illustreret i figur 3.1

Figur 3.1



Inspireret af: Danmarks Statistik: Transport Statistik, 1995

Alle disse variable anvendes som input til de emissionsberegningsmodeller, der benyttes i dag, nemlig 'BILEMIS'⁶ og 'COPERT'⁷. Emissionsfaktorerne må løbende revideres som konsekvens af den teknologiske udvikling, forandringer i transportmiddelparkens sammensætning, udviklingen af bedre testprocedurer osv.

Til forskel fra personbiler har man endnu ikke udført emissionsmålinger på lastbiler i deres konkrete anvendelse. De data, der findes, er baserede på standardiserede målinger, hvor man på baggrund af de fysiske data om lastbilerne og anslåede køremønstre i trafikken ud-

⁶ BILEMIS er en prognosemodel for forudsigelse af emissionerne fra den danske bilparks trafik.

⁷ COPERT er en emissionsdatabase som EU-Kommissionen har fået udarbejdet også mhp. beregning af vejtransportens totale emissioner, inkl. CO₂, CH₄ og N₂O. I tilknytning hertil er udarbejdet en fremskrivningsmodel kaldet FOREMOVE mhp. beregning af scenarier baseret på alternative forudsætninger.

En videre omtale og en sammenligning mellem COPERT og BILEMIS er givet i Danmarks Statistiks publikation "Transportstatistik 95", side 301 ff.

regner emissioner og energiforbrug under forskellige belastningssituationer i en simuleringsmodel som Laboratoriet for Energiteknik har udviklet. Man har på den baggrund udregnet emissionsfaktorerne for tre typer lastbiler: en sololastvogn på 10t, en 26t sololast- eller sættevogn, og for et 48 tons tungt vogntog. For de to første er beregnet faktorer for henholdsvis ny (1993) og gammel (1987) motorteknologi, baseret på målinger af Volvo lastbiler, som er det mest solgte mærke i Danmark. I tabel 3.1 er angivet nogle nøgletal for de omtalte lastbiler:

Tabel 3.1 Karakteristika ved gamle og nye lastbiler af forskellig størrelse

Volvo lastvogn	10t - gammel (1987)	10t - ny (1993)	26t - gammel (1987)	26t - ny (1993)	48t - ny (1993)
Totalvægt	9500 kg	9800 kg	26500 kg	27100 kg	48000 kg
Tomvægt	3430 kg	4150 kg	8360 kg	8235 kg	14000 kg
Nyttelast	6070 kg	5650 kg	18000 kg	18880 kg	34000 kg

Kilde: COWIconsult: TEMA - en brugermodel for transportens emissioner

At miljøbelastningen fra de enkelte køretøjer er blevet væsentligt nedsat bare inden for en kort årrække som følge af den teknologiske udvikling demonstrerer tabel 3.2 hvor emissionerne per forbrukt kWh er angivet.

Tabel 3.2 Emissioner fra gamle og nye lastbiler af forskellig størrelse

Volvo- lastvogn	10t - gammel g/kWh	10t - ny g/kWh	26t - gammel g/kWh	26t - ny g/kWh
CO	2,72	0,80	2,81	1,13
HC	0,76	0,57	0,59	0,13
NO _x	12,10	6,86	8,94	7,37
Partikler	0,58	0,19	0,70	0,06
Brændstof	236	200	222	189

Kilde: COWIconsult: TEMA - en brugermodel for transportens emissioner

3.2 Simuleringsresultater

Energiforbruget, og dermed emissionsniveauerne, er afhængig af motorstørrelsen, men også af hvor tung lasten er, dvs. af lastbilens faktiske kapacitetsudnyttelse. Dette forhold har meget større betydning for lastbiler end for personbiler pga. den store forskel mellem tomvægt og fuldvægt - op til en faktor 3. Større akseltryk giver større rullemodstand og accelerationer kræver mere motorkraft. Nyere simuleringsbaserede analyser⁸ peger på, at man med rimelighed kan antage et lineært forhold mellem forøgelse af vægtbelastningen og emissionsfaktorerne.

Energiforbruget er også meget afhængig af den gennemsnitlige hastighed, dvs. at rutevalget og vejtyper (bykørsel, landevej, motorvej) spiller en stor rolle⁹. Det har for eksempel stor betydning for emissionen af CO, NO_x, HC og partikler, idet disse stoffer hovedsageligt giver anledning til den lokale miljøbelastning især i byzoner. Først med de nævnte simuleringsanalyser er det blevet muligt at tage hensyn til de forskelligartede kørselsbetingelser, som godstransport ad vej er underlagt, således at emissionsfaktorerne kan differentieres efter kørsel i by, ad landevej og på motorvej.

I tabel 3.3a-d er de således fremkomne emissionsfaktorer angivet for en gammel og en ny lastbil for både 26t og 10t klassen ved tre belastningssituationer og under tre kørselsbetingelser: by- landevejs- og motorvejskørsel (hvor den gennemsnitlige hastighed er sat til hhv. 15, 50 og 80 km).

Tabel 3.3a

Emissionsfaktorer for nye lastbiler (26t) fordelt på lastgrad og strækningstype									
lastegr. i%	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	Energi (I) g/km	Energi (II) MJ/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	1,7	0,6	13,7	0,04	305,6	13	965,6	0,31
50	(15 km/t)	1,8	0,7	22,7	0,07	427,9	18,3	1352,1	0,43
100		1,9	0,7	31,7	0,1	550,2	23,5	1738,6	0,55
0	landevej	0,6	0,7	11,2	0,11	233,8	10	738,8	0,23
50	(50 km/t)	0,7	0,7	16,3	0,16	308,9	13,2	976,1	0,31
100		0,7	0,8	21,4	0,22	384	16,4	1213,3	0,38
0	motorvej	0,4	0,7	11	0,3	198,7	8,5	627,7	0,2
50	(80 km/t)	0,5	0,7	14,6	0,41	251	10,7	793,1	0,25
100		0,5	0,8	18,3	0,51	303,4	13	958,6	0,3

* Undersøgelsen er gennemført af firmaet SCS Engineering, der på foranledning af COWIconsult gennemførte en simulering af kørsel med tomme, halvt fyldte og fulde læs, og for hver af disse beregnede betydningen for emissionsfaktorerne. Resultaterne indgår i COWIs emissionsmodel, jf. tabel 3.3a-e.

⁹ Derudover stiger betydningen af luftmodstanden kraftigt med hastigheden (i 2. potens) på motorvej.

Tabel 3.3b

Emissionsfaktorer for gamle lastbiler 26t fordelt på lastgrad og strækningstype									
lastegr. i%	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	Energi (I) g/km	Energi (II) MJ/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	4,2	2,7	16,8	0,5	359,5	15,4	1136	0,36
50	(15 km/t)	4,5	2,9	27,7	0,82	503,4	21,5	1590,7	0,5
100		4,8	3,1	38,7	1,15	647,3	27,6	2045,4	0,65
0	landevej	1,6	2,9	13,6	1,24	275,1	11,7	869,2	0,28
50	(50 km/t)	1,7	3,1	19,8	1,82	363,4	15,5	1148,3	0,36
100		1,9	3,4	25	2,8	426,4	18,2	1347,2	0,43
0	motorvej	1,1	3	13,4	3,33	233,7	10	738,5	0,23
50	(80 km/t)	1,2	3,2	17,8	4,52	295,3	12,6	933,1	0,3
100		1,2	3,4	22,3	5,71	356,9	15,2	1127,7	0,36

Tabel 3.3c

Emissionsfaktorer for nye lastbiler 10t fordelt på lastgrad og strækningstype									
lastegr. i%	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	Energi (I) g/km	Energi (II) MJ/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	1,2	0,64	4,2	0,05	139,3	5,9	440,3	0,14
50	(15 km/t)	1,2	0,67	6,7	0,12	187,1	8	591,2	0,19
100		1,3	0,7	9,2	0,2	234,9	10	742,2	0,23
0	landevej	0,5	0,26	3,4	0,05	102,8	4,4	324,9	0,1
50	(50 km/t)	0,5	0,27	4,4	0,09	125,2	5,3	395,7	0,13
100		0,6	0,28	5,5	0,12	147,6	6,3	466,5	0,15
0	motorvej	0,4	0,19	3,7	0,06	109,1	4,7	344,6	0,11
50	(80 km/t)	0,4	0,2	4,3	0,07	124	5,3	391,8	0,12
100		0,4	0,21	5	0,09	138,9	5,9	439	0,14

Tabel 3.3d

Emissionsfaktorer for gamle lastbiler 10t fordelt på lastgrad og strækningstype									
lastegr. i%	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	Energi (I) g/km	Energi (II) MJ/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	4	0,85	7,4	0,14	163,9	7	518	0,16
50	(15 km/t)	4,2	0,89	11,7	0,37	220,1	9,4	695,6	0,22
100		4,4	0,93	16,1	0,61	276,3	11,8	873,1	0,28
0	landevej	1,8	0,35	5,9	0,16	119,7	5,1	378,3	0,12
50	(50 km/t)	1,9	0,36	7,8	0,26	147,3	6,3	465,5	0,15
100		1,9	0,38	9,6	0,35	173,7	7,4	548,8	0,17
0	motorvej	1,3	0,26	6,5	0,17	128,3	5,5	405,4	0,13
50	(80 km/t)	1,4	0,27	7,6	0,21	145,9	6,2	480,9	0,15
100		1,4	0,28	8,7	0,26	163,4	7	516,4	0,16

Tabel 3.3d

Emissionsfaktorer for gamle lastbiler 10t fordelt på lastgrad og strækningstype									
lastegr. i%	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	Energi (I) g/km	Energi (II) MJ/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	4	0,85	7,4	0,14	163,9	7	518	0,16
50	(15 km/t)	4,2	0,89	11,7	0,37	220,1	9,4	695,6	0,22
100		4,4	0,93	16,1	0,61	276,3	11,8	873,1	0,28
0	landevej	1,8	0,35	5,9	0,16	119,7	5,1	378,3	0,12
50	(50 km/t)	1,9	0,36	7,8	0,26	147,3	6,3	465,5	0,15
100		1,9	0,38	9,6	0,35	173,7	7,4	548,8	0,17
0	motorvej	1,3	0,26	6,5	0,17	128,3	5,5	405,4	0,13
50	(80 km/t)	1,4	0,27	7,6	0,21	145,9	6,2	480,9	0,15
100		1,4	0,28	8,7	0,26	163,4	7	516,4	0,16

Tabel 3.3e

Emissionsfaktorer for nye (1993) lastbiler på 48t fordelt på lastgrad og strækningstype							
	strækning	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	Partikler g/km	CO ₂ g/km	SO ₂ g/km
0	by	1,2	0,6	11,7	0,4	974	0,4
50	(15 km/t)	1,7	0,7	21,5	0,4	1690	0,7
100		2,2	0,7	31,3	0,5	2400	1,0
0	landevej	0,6	0,3	6,9	0,2	613	0,3
50	(50 km/t)	0,8	0,3	12,1	0,2	1050	0,5
100		1,0	0,3	17,3	0,2	1490	0,6
0	motorvej	0,5	0,3	6,8	0,2	665	0,3
50	(80 km/t)	0,6	0,3	10,6	0,2	1010	0,4
100		0,7	0,3	14,5	0,2	1355	0,6

Kilde: Tabellerne er lavet på baggrund af emissionsfaktorerne fra COWIs brugermodel.

Af tabel 3.3 fremgår bl.a., at kørsel i byer af er betydeligt mere miljøbelastende med de end kørsel på motorvej. Det er næsten dobbelt så energikrævende at transportere en given godsmængde en given afstand med en hastighed på 15 km/timen i gennemsnit, end med 80 km/timen. At lav hastighed kan være emissionsmæssigt en ulempe viser sig også for NO_x, CO₂ og SO₂'s vedkommende. Emissionerne ved en fuldt lastet lastbil, der kører 15 km/t ligger 70-80% over en lastbil, der kører 80 km/t. Emissionerne af CO og partikler opfører sig noget anderledes, idet CO mindskes næsten proportionalt med større hastighed, medens partikeludslippet modsat stiger voldsomt.

En anden interessant detalje er lastvægtens betydning. For en ny 26 t. lastbil gælder eksempelvis, at ved en fordobling af lastvægten øges emissionerne af NO_x og partikler knapt en halv gang under bykørsel og omkring en fjerdedel ved motorvejskørsel. For SO₂ og CO₂ er det omkring hhv. en fjerdedel og en femtedel.

Den miljømæssige besparelse ved f.eks. at køre med 100% last i stedet for med 50% last, er derfor mindre i byerne. Men under alle omstændigheder er der et stort reduktionspotentiale ved en bedre kapacitetsudnyttelse, fordi bedre kapacitetsudnyttelse reducerer antallet af lastbiler som er nødvendige for at gennemføre et givet transportarbejde.

I bilag 2 er gengivet mere detaljeret beregninger over relationerne mellem emissioner, hastighed og vogntype med udgangspunkt i et 50% lastet køretøj, som formentlig er det, der ligger tættest på gennemsnitssituationen¹⁰. Af beregningerne fremgår, at de brændstofafhængige emissioner er lavest ved en gennemsnitshastighed omkring 75-80 km i timen.

De hastigheds- og kapacitetsgraderede emissionsfaktorer kan anvendes i de tilfælde, hvor den gennemsnitlige hastighed er kendt for de vejstrækninger, som køretøjet passerer ved løsningen af en given transportopgave¹¹. Det er denne sammenhæng, som det i et vist omfang har været mulig at benytte i pilotprojektet, jf. del II.

3.3 Køremønstre og brændstofforbrug

I et endnu ikke offentliggjort notat om vare- og lastbilers brændstofforbrug og emissioner for 1992 har Kaj Jørgensen, Fysisk Institut, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), angivet analyseresultater af sammenhængen mellem lastbilstørrelser, nyttelast og kapacitetsudnyttelse, (tabel 3.4) og bilernes emissionsfaktorer på et gennemsnitligt køremønster (tabel 3.5).

Tabel 3.4 Kapacitetsudnyttelsen og nyttelast for forskellige lastbilstørrelser

Lastbil- kategori	last pr. totalvægt	nyttelast	kapacitetsudnyttelse.
6-12 tons	45-50%	2,7-6 tons	36 %
12-14 tons	48-52%	5,7-7,3 tons	37 %
14-18 tons	50-55%	7-9,9 tons	39 %
18-24 tons	52-58%	9,4-13,9 tons	45 %
24-44 tons	60-65%	14,4-28,6 tons	42 %

Kilde: Kaj Jørgensen, Fysisk Institut, DTU

¹⁰ Antagelsen bygger på oplysninger i Danmarks Statistiks "Transportstatistik 95", hvor den gennemsnitlige kapacitetsudnyttelse for lastbiler over 6 tons ud fra kørebogsanalyser er opgjort til ca 50% for en lastet bil og til 40 % i gennemsnit for alle lastbiltransporter, svarende til at en tomkørsel på omkring 20%. For de længere ture, som er relevant i projektets sammenhæng er den gennemsnitlige kapacitetsudnyttelse højere - formentlig et sted mellem 50 og 65%.

¹¹ Uden kendskab til disse data er man henvist til at benytte emissionsfaktorer, der er beregnet på baggrund af en antaget typisk fordeling mellem by-, landevejs- og motorvejskørsel for den pågældende køretøjstype, og med en typisk gennemsnitshastighed på disse strækninger. Hvis man tilsvarende er uden kendskab til den benyttede lastbiltype, og hvor meget den transporterer, må man ligeledes arbejde med nogle gennemsnit.

Tabel 3.5 Emissioner for forskellige lastbilstørrelser

Lastbil- kategori	MJ		CO ₂		NO _x		HC		CO		SO ₂		Partik- ler	
	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km	gr/ tkm	gr/ km
6-12 t	5,2	7,5	380	554	3,8	5,8	1,2	1,7	6,6	9,5	0,48	0,69	0,47	0,68
12-14 t	4,5	10,5	330	777	3,7	8,5	0,9	2,1	5,1	12,0	0,42	0,99	0,36	0,85
14-18 t	3,9	12,0	285	888	3,4	10,7	0,8	2,4	4,5	14,0	0,36	1,13	0,34	1,05
18-24 t	2,9	17,0	215	1258	2,2	12,5	0,6	3,4	2,9	17,0	0,37	1,60	0,21	1,20
> 24 t	1,9	21	145	1554	1,6	17,0	0,4	4,2	2,3	25,0	0,18	1,98	0,14	1,50

Kilde; Kaj Jørgensen, Fysisk Institut, DTU

Hvor de hastigheds- og kapacitetsgraderede emissionsfaktorer¹² alene gav mulighed for at operere med to lastbilstørrelser (hvoraf den ene på 10 tons i øvrigt ikke repræsenterer en særligt udbredt størrelseskategori) giver Kaj Jørgensens analyse mulighed for at beregne emissionsfaktorer graderet efter 5 forskellige lastbilstørrelser.

Denne mulighed vil dog ikke blive taget i anvendelse i denne rapport i det disse emissionsfaktorer ikke er anerkendt officielt på samme måde som COWIconsult's. Emissionsfaktorerne specielt for HC og CO varierer ganske meget mellem de to opgørelser. Også for ensartethedens skyld i beregningsgrundlaget er det valgt kun at anvende COWIconsult's modelberegninger. Desuden kan man sige at kategorien "> 24 tons" er meget omfattende i det en stor del af de internationale transport foregår med lastvognstog, som naturligvis har bedre emissionsfaktorer på deres transportarbejde i og med de kan laste mere ad gangen.

3.4 Muligheder for forbedringer

Der findes en lang række af forskellige tiltag, som kan iværksættes mhp. at reducere emissionsniveauerne fra vejgodstransporten. De kan kategoriseres i fire typer, eller måske snarere i fire niveauer:

- 1) Teknisk optimering
- 2) Adfærdsmæssig "optimering"
- 3) Overflytning af gods til mere miljøvenlige transportformer
- 4) Reduktion af behovet for godstransport

Disse niveauer repræsenterer forskellige grader af radikalitet.

ad 1) Den *tekniske optimering* omfatter *dels* tiltag i retning af at optimere vejnettet, så omvejskørsel mindskes, gennemsnitshastigheden øges, antallet af accelerationer nedsættes (grøn bølge,

¹²Faktorerne er - som nævnt - beregnet ud fra de kapacitetsudnyttelsesgrader, som er refereret i tabel 3.4, og repræsenterer altså typiske transportere, men ikke optimale transportere i miljømæssig forstand.

vejbaner til lastbiler) og vejbanefriktionen minimeres (vejbælgning), dels i at optimere køretøjet. En miljømæssig optimering af køretøjet kan finde sted på flere forskellige måder: transmissionssystemet kan forbedres således at kraftoverførsel sker ved mindre energianvendelse; motoren kan tilpasses det reelle behov for trækraft (det vil som regel sige down-sizing); køretøjets vægt kan reduceres; den aerodynamiske modstand kan mindskes ved nyt design; rullemodstanden kan nedsættes ved anvendelse af andre dækprofiler; og emissionerne kan begrænses ved anvendelse af diverse filterteknikker, f.eks. katalysatorer.¹³ Desuden kan brændstofkvaliteten øges således at brændværdien forøges.

På alle disse punkter kan det offentlige fremskynde udviklingen ved at fastsætte normer for fremtidig køretøjers udformning, udstyr, motor og transmissionssystem.

- ad 2) *Kørselsadfærden* kan miljømæssigt optimeres gennem hastighedsreguleringer til sikring af et jævnt trafik-flow med færre miljøbelastende accelerationer, begrænsninger, gennem brugen af dedicerede vejbaner til tung kørsel, gennem on-line trafikinformatik- og routeguidance-systemer, og ikke mindst gennem bedre kørselsteknik. Desuden kan indførelse af tvangsruiter og "forbudt-for-tung-trafik-zoner" i byområder være med til at begrænse den lokale miljøbelastning, og/eller flytte belastningen til mindre sårbare områder. Økonomiske styringsmidler som "road pricing", bompenge, afgifter på brændstof, kilometerafhængige afgifter, og uddannelse af chaufførerne er andre påvirkningsmidler, der har fundet anvendelse herhjemme eller i udlandet.

Kapacitetsudnyttelsen kan endvidere optimeres f.eks. gennem bedre pakketeknikker, modulisering af transportemballagen og mindre emballage. Offentligt fastsatte eller markedsmæssigt udviklede standarder spiller her en stor rolle. Yderligere forbedringer kan opnås ved udvikling af software til EDB-understøttet optimering af en given lastekapacitet.

- ad 3) Valget af *transportmåde* er helt centralt, i lyset af forskellen i de enkelte transportmidlers miljøbelastning. Dette vil blive beskrevet nærmere i del II af denne rapport.
- ad 4) *Reduktion af behovet for transport* relaterer sig mere direkte til ændringer i den struktur, som godstransporter binder sammen. Det har både et virksomhedsorienteret, et branchemæssigt og et nationalt/internationalt perspektiv.

For den enkelte virksomhed vil en reduktion i antallet af (især fjerntliggende) leverandører og kunder mindske transportbe-

¹³ En katalysator er et aggregat, der tilføjes lastbilmotorens udstødningssystem. Katalysatorer er indvendigt beklædt med en porøs keramisk belægning, som ofte er formet i et bikubemønster for at give så stor en overflade som muligt. Belægningen indeholder desuden en række ædelmetaller. Når udstødningsgassen ledes igennem fungerer metallerne som katalysatorer for en iltningssproces, der ved bestemte temperaturforhold omdanner gasserne til mere harmløse forbindelser, nemlig ilt, CO₂ og vand.

hovet. Arbejdsdelingens kompleksitet har stor betydning for mulighederne for at konsolidere transportarbejdet, og dermed hvor mange ture det er nødvendigt at køre.

På brancheniveau kan der være skalafordele ved fællesindkøb og samdistribution især gennem regional agglomeration af virksomhederne i en branche. Når større samlede læs kan afsendes ad gangen, reduceres antallet af nødvendige transporter.

På nationalt/internationalt niveau har komplekse forhold som de generelle økonomiske konjunkturer, den førte handelspolitik, forbrugsmønstre, konkurrenceforhold, den internationale arbejdsdeling med regional specialisering af produktionsaktiviteter osv. alle en stor betydning både for niveauet for transportaktiviteterne og hvilken rolle de spiller i de overordnede strategiske sammenhænge.

4 Emissioner ved skibstransport

4.1 Emissionsfaktorerne ved skibstransportarbejde

Det er betydeligt mere kompliceret at udregne emissionerne for skibstransportens end for vejtransportens vedkommende. En beregning af emissionen forudsætter kendskab til skibstype, hvilke maskinanlæg der er installeret på skibet, (hvorvidt det er dieselmotorer, dampturbiner, gasturbiner eller for den sags skyld atomreaktoranlæg), skibets motoreffekt, brændstofforbrug, brændselstype og -kvalitet, skibets sejlhastighed, samt distancen der sejles. Disse faktorer er forholdsvis individuelle for det enkelte skib, da serielængden i skibsproduktion er meget lille og gennemsnitsalderen ganske stor (tabel 4.1). Tilsammen gør det emissionsberegninger meget vanskelige for godstransport med skib. To maskintyper er særligt udbredte - nemlig dieselmotorer og gasturbiner - og omtalen i det følgende vil koncentrere sig om disse.

Tabel 4.1

Gennemsnitsalder for skibe (mindst 100 BRT) og lastbiler (over 6 tons)			
Transportmiddel	1985/86	1990/91	1994
tankskibe	11,4	10,1	11,2
andre skibe	15,5	15,9	15,1
sololastbiler	(opl. mangler)	5,9	6,8
trækkere	(opl. mangler)	4,4	4,6

Kilde: Danmarks Statistik: Transportstatistik 1995

4.2 Dieselmotorer

Langt størstedelen af skibene i Danmark benytter dieselmotorer (Wismann, 1996). De kan inddeles i to hovedtyper: *totaktsmotorer* og *firtaktsmotorer*. Totaktsmotorerne, der typisk benytter fuelolie, kan levere effekter fra ca. 1.500 kW op til 70.000 kW. De benyttes primært til de store skibe (f.eks. bulkcarriers, store container skibe og tankere), og det typiske brændstofforbrug er på 150-180 gram/kWh (MAN B&W Diesel A/S, 1996).

Firtaktsmotorerne, der kan benytte både fuel- og gasolie, leverer typisk effekter fra ca. 500 kW op til 20.000 kW. Motorerne benyttes primært til færger, mindre handelsskibe (f.eks. coastere) og krigsskibe, og det typiske brændstofforbrug ligger på 190-210 gram/kWh.

4.3 Gasturbiner

Gasturbiner udgør den næststørste andel af de benyttede fremdriftsmotorer. De er primært anvendt i krigsskibe, men det ser ud til at handelsskibe fremover i stigende omfang vil installere den type maskineri. Fordelen ved at benytte gasturbiner til fremdrift er, at der opnås en høj kW effekt pr. installeret maskineri (Wismann, 1996). Gasturbiners emission (pr. kWh) af NO_x er desuden væsentlig lavere end dieselmotorers. Dette skyldes, at dieselmotoren forbrændingskammer har temperatur og trykforhold, der er ugunstige med hensyn til dannelse af NO_x . En gasturbine kan i princippet have et lavere brændstofforbrug end en dieselmotor, men er afhængig af at skulle køre ved høj belastning for at udnytte dette potentiale. I de fleste tilfælde har gasturbiner derfor et større brændstofforbrug end de teorien kunne have, - også større end dieselmotorers.

4.4 Brændstofkvalitet

Kvaliteten af det mineralolieprodukt, der bliver benyttet til skibets fremdrift, har betydning for motordriften og for emissionen af forurenende stoffer. Motordriften kan optimeres, hvis den benyttede bunkersolie er af samme kvalitet fra gang til gang, idet man derved i praksis har mulighed for at tilpasse den benyttede smørelolie. Anskaffelse af ensartet bunkersoliekvalitet er imidlertid besværlig, idet mange parametre har indflydelse på kvaliteten, herunder bl.a. dens densitet, viskositet, antændelsepunkt, brændværdi, svovl- og vanadiumindhold, vand- og askeindhold og cetantal.

Fuelolie er en tung olie (dvs. at den har høj viskositet) ligesom indholdet af svovl relativt stort, typisk 2-3%. Gasolie har en relativ lav viskositet og et lavt svovlindhold.¹⁴ Prisen på fuelolie er, grundet den ringere kvalitet, desuden lavere end prisen på gasolie. I efteråret 1995 kostede et ton fuelolie omkring 100 US\$ på verdensmarkedet mod et sted mellem 175-190 US\$ for et ton gasolie indkøbt i Danmark (Wismann, 1996). Dette giver rederne stærke økonomiske tilskyndelser til at benytte fuelolie, hvor det er muligt.

For at undgå usikkerheden forbundet med skibenes faktiske anvendelse af brændstoftype kan brændstofforbruget opgøres ved hjælp af en såkaldt *hitrate*, der er varmeækvivalenten målt i kJ i stedet for i gram. Herved har man et udtryk for brændværdien (eller energiindholdet) af det brændstof man anvender. Hvis man kender til motorens ydelse udtrykt i hestekræfter, kan man beregne mængden af brændstof, der skal benyttes, idet 1 BHP (brutto hestekraft) = 0,736 kW. På eksempelvis 1 kg normal fuelolie går der ca. 42 MJ.

¹⁴ Eksempelvis har miljødiesel et svovlindhold på 0,05 % (Wismann, 1996).

4.5 Emissioner fra skibes hovedmaskineri

Ligesom for lastbilers vedkommende vil forbrænding af fossile brændstoffer i skibes hoved- og hjælpemotorer medføre, at forskellige forurenende stoffer emitteres til atmosfæren via udstødningsgassen. Det drejer sig om faststof (sod og støvpartikler), kvælstofoxider (NO_x), kuldioxid (CO_2), kulmonoxid (CO), svovlforbindelser (SO_2 og SO_3), uforbrændte kulstofforbindelser (TOC - de kaldes også kulbrinter (HC)) og Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner (PaH).

Kvælstofoxider (NO_x) dannes ved forbrændingsprocessen. Mængden påvirkes primært af temperaturen og brændstoffets opholdstid i forbrændingskammeret¹⁵ samt opblandingen af olie/luft. Eftersom gasserne i langsomtgående motorer udsættes for højere temperaturer i længere tidsintervaller end gasser ved hurtigtgående motorer, er koncentrationen af NO_x også større.

Kulmonooxid (CO) dannes i forbrændingsprocessen, og er i sig selv en god indikator for ufuldstændig forbrænding.

Svovlforbindelserne stammer udelukkende fra svovlindholdet i brændstoffet. Den altovervejende del udgøres af svovldioxid (SO_2).

For at beregne emissionerne er det pga. af heterogeniteten i skibsparken nødvendigt først at finde nogle omregningsfaktorer, knyttet til forbruget af kW, hvormed de specifikke emissionsfaktorer for de skibe, der anvendes i den konkrete sammenhæng kan bestemmes.

Lloyds Register har foretaget en omfattende undersøgelse af emissionerne fra 60 skibes udstødningsgas i perioden fra 1989-1994. På den baggrund man har fundet, at disse omregningsfaktorer (som også kaldes "generelle emissionsfaktorer") kunne opdeles i to kategorier af skibstyper, nemlig skibe, med en lastekapacitet under 3000 tons der anvender hhv. 4-taktsmotorer og gasolie med lavt svovlindhold; hhv. skibe med en lastekapacitet over 3000 tons, der anvender 2-taktsmotorer og fuelolie med et højt svovlindhold, jf. tabel 4.2.

Tabel 4.2 Emissioner i gram pr. kilowatt-time for to typiske skibsmaskintyper

Komponent	2-takts g/kWh	4-takts g/kWh
Faststof	1,5	0,2
NO_x	17	12
CO_2	660	660
CO	1,6	1,6
SO_2	4,2 * 2,2	4,2 * 0,2
HC	0,5	0,5

Kilde: Tom Wismann: Emissioner fra skibe i danske farvande, 1995

¹⁵ Højere temperaturer medfører højere koncentrationer af NO

Beregningseksempel nr. 1

Til beregning af energiforbrug i MJ/tonkm er benyttet følgende formel:

$$\text{energiforbrug} = \frac{\text{Brændstofforbrug} \times \text{energiindhold}}{\text{hastighed} \times \text{godsmængde}} \quad (\text{MJ/tonkm})$$

Brændstofforbrug = kg/time
Energiindhold = MJ/kg brændstof
Hastighed = km/time
Godsmængde = ton

Et regneeksempel kan anskueliggøre fremgangsmåden. Eksempelvis kan tages udgangspunkt i skibstypen S70MC-C fra MAN B&W Diesel A/S. Det er et nyt skib med en maksimaleffekt på 24.840 kW, men i eksemplet er der benyttet en middeleffekt på 70 % dvs. 17.388 kW som antages at være gennemsnitsbelastning af maskineriet under sejlads i de indre farvande¹⁶. Det har et specifikt brændstofforbrug på 169 g/kWh¹⁷ og det anvendte brændstof har en brændværdi på 42 MJ/kg. Skibet sejler med en gennemsnits hastighed på 15 knob¹⁸, og er lastet med 20.000 tons. Ved at indsætte disse specifikationer i formelen ovenfor bliver energiforbruget :

$$\text{energiforbrug} = \frac{(0,169 \text{ kg/kWh} \times 17.388 \text{ kW}) \times 42 \text{ MJ/kg}}{(15 \text{ knob} \times 1,852) \times 20000 \text{ tons}} = 0,222 \text{ MJ/tonkm}$$

Desuden kan udledningen af de enkelte forurenende stoffer til luften beregnes ud fra følgende formel:

$$\text{Udledning} = \text{Emissionsfaktor} \times \frac{\text{Middeleffekt}}{\text{Godsmængde} \times \text{Hastighed}} = \text{g/tonkm}$$

Godsmængde = ton
Hastighed = km/time
Middeleffekt = kW
Emissionsfaktor = g/kWh

¹⁶ I følge Tom Wismann, dk-Teknik. Der er tale om skøn

¹⁷ MAN B&W Diesel A/S (1996): Two-stroke Engines MC Programme

¹⁸ 1 Knob = 1,852 kilometer i timen

Ved at benytte Lloyds generelle emissionsfaktorer (jf. ovenfor) kan udledningen af f.eks. CO bestemmes:

$$\text{Udledning} = 1,6 \text{ g/kWh} \times \frac{17.388 \text{ kW}}{20.000 \text{ ton} \times (15 \text{ knob} \times 1,852)} = ,05 \text{ g/tonkm}$$

Og så fremdeles for alle forureningskomponenterne.

Beregningseksempel nr. 2

Tilsvarende kan en sammenligning af de totale emissioner fra to forskellige skibe, der sejler på den samme rute: nemlig en bulk-carrier, Falkön fra 1977¹⁹, der yder en effekt på 4650 kW og har en lasteevne på 9.100 tons, og en moderne stor coaster med en 4-taktsmotor, der yder en effekt på 2.200 kW og har en lasteevne på 3.600²⁰. Bulkcarrieren sejler på fuelolie og coasteren på gasolie. Middeffekten kan sættes til 70%, og gennemsnitshastigheden til 13 knob i timen (ca. 24 km/t). Skibene lastes med samme slags gods i mængder svarende til hhv. 3.000 t og 9.000 t og begge sejler til Oslo (504 km sejlads fra Københavns Havn).

Emissionsfaktorerne per sejlet kilometer findes ved en let omskrivning af formlerne præsenteret oven for:

$$\text{Generel emiss.fakt (g/kWh)} \times \frac{\text{Middeffekt (70\%)}}{\text{Hastighed (km/t)}} = \text{g/km}$$

Multipliseres med afstanden (504 km) og divideres med 1.000 (for at få emissionerne udtrykt i kilo) fås de totale emissioner (jf. tabel 4.3)

Tabel 4.3 Emissioner ved godstransport mellem København og Oslo for to udvalgte skibstyper

Skibstype/ Emissionstype		Coaster 3.600 ton lasteevne	Bulk-carrier 9.100 ton lasteevne
NO _x		388	2004
CO ₂	kg emitteret	21355	77804
SO ₂	på tur til	27	1089
CO	Oslo	52	189
HC		16	59
Partikler		6	177

Kilde: Egne beregninger

¹⁹ Skib i nordsøfart, omtalt i Alexandersson et al (1991): Sjöfartens utslip av avgasser

²⁰ Det skal understreges at der også her er tale om et tænkt eksempel, der skal illustrere dels udregningsmetodikken og skala-forskellen i emissionerne.

For at gennemføre en simpel miljømæssig sammenligning af de to skibe vil det ofte være mere relevant at anvende emissionsfaktorerne pr. tonkm. På baggrund af formlerne omtalt i eksempel 1 kan emissionerne opgøres som i tabel 4.4.

Tabel 4.4 Emissioner pr. tonkm for to udvalgte skibstyper

Skibstype/ Emissionstype		Coaster	Bulk-carrier
NO _x		257	442
CO ₂		14124	17153
SO ₂	mg /	18	240
CO	tonkm	34	42
HC		11	13
Partikler		4	39

Kilde: Egne beregninger

Forskellen fremkommer til dels ved bulkcarrierens større maskineffekt, men især af, at den brændstoftype, der anvendes på coasteren, giver markant mindre udslip af SO₂ og partikler, samt mindre NO_x-emissioner.

Da de enkelte fartøjer, der betjener en bestemt rute, i mange tilfælde kun kendes ufuldstændigt, vil en beregning forudsætte anvendelsen af visse gennemsnitstal. Da der findes et rimeligt stabilt forhold mellem skibets størrelse og den anvendte motoreffekt²¹ kan skibsstørrelse og motoreffekt kategoriseres og anvendes som repræsentative gennemsnit, jf. tabel 4.5.

Tabel 4.5 Skibes størrelsesbetingede gennemsnitshastighed og maskineffekt i forskellige farvandstyper

Skibets størrelse målt i bruttotons (BT)	Ansæt kW v. 70% ydelse (Indre farvande)	Ansæt kW v. 90% ydelse (Ydre farvande)	Gennemsnits- hastighed (knob)
< 1.000	480	620	10
1.000 - 3.000	2080	2670	13
3.000 - 10.000	4000	5140	13
10.000 - 40.000	8000	10290	13
> 40.000	10500	13500	13

Kilde: Tom Wismann: Emissioner fra skibe i danske farvande (1996)

²¹ Se undersøgelse præsenteret i Alexandersson et al (1991): Sjöfartens utsläpp av avgasser

Ud fra et skibs gennemsnitsstørrelsen og gennemsnitslast per anløb kan totalemissionen beregnes ud fra de førømtalte emissionsberegningssmodeller.²² Ved at opdele sejladsen efter hvorvidt den finder sted i mindre og større farvande (eksempelvis i hhv. de indre danske farvande og Østersøen, overfor Nordsøen og de store have) kan emissionsfaktorerne gradueres efter ansat ydelse i kW, som det er gjort i tabel 4.5 ovenfor.

4.6 Hjælpemaskineri

Som antydnet er hovedmaskineriet ikke den eneste brændstofforbruger. Hjælpemaskineri i form af separate dieselmotorer, damp-turbiner eller gasturbiner til henholdsvis fremstilling af elektricitet til intern brug (f.eks. til eventuelle pumper og opvarmning af aptering og eventuel olielast) er normalt installeret på ombord. Desuden kan der være hjælpemaskineri til kompressorer, køleanlæg, air condition, ventilation mm. Når hovedmaskineriet er i drift, kan det dog eventuelt trække en akselgenerator til fremstilling af el. Hjælpemaskineriets størrelse er almindeligvis afhængig af skibets størrelse og type.

Hjælpemaskineriet besværliggør emissionsbestemmelsen af de forurenende stoffer, fordi det ikke blot er i gang under sejlads, men også når skibet ligger til kaj og hovedmaskinen er slået fra. Så vidt det kan vurderes udgør hjælpemaskineriets emissioner et sted mellem 5-20% af hovedmaskinen. Selvom det ikke altid forholder sig således, at samme brændstof anvendes til begge typer maskineri er det plausibelt at antage, at det generelt forholder sig således. I pilotprojektet bortses fra den tid skibet ligger til kaj, fordi emissionerne antages at være ubetydelige i forhold til de samlede emissioner. Hjælpemaskineriets middeleffekt kan således lægges til hovedmaskinens, således som det er gjort i tabel 4.5 ovenfor.

4.7 Emissioner ved omladning mellem skib og lastbil

Få transportkunder er beliggende direkte ved kaj, og anvendelse af skibstransport vil derfor normalt altid indebære en vis lastbiltransport²³, samt en miljøbelastning ved selve omladningen mellem skib og bil. Da håndteringsteknikker og de benyttede maskineri vil variere meget fra havn til havn (og endda mellem havneafsnit indenfor samme havn) vil ethvert forsøg på en *generel* opgørelse over miljøbelastningen ved omladning nødvendigvis være forbundet med stor

²² Der er ingen direkte sammenhæng mellem BT og lasteevne. Således kan man ikke uden videre antage, at en bestemt laststørrelse svarer til en bestemt skibstørrelse angivet i BT. Det kan i øvrigt overvejes, hvorvidt man i beregningerne skal tage hensyn til forbruget af brændstof i accelerations- og manøvreringsfaserne, hvor skibet har et større brændstofforbrug. Men de antages i almindelighed at udgøre en begrænset bias, og er inkluderet i vurderingen af den ansatte middeleffekt.

²³ Dette skibsrelaterede godstransportarbejde med lastbil er søgt opgjort som led i pilotprojektet, jf. omtalen i kapitel 8.2 nedenfor.

usikkerhed. Det svenske konsulentfirma MariTerm A/B har imidlertid forsøgt at gennemføre en sådan beregning (Demker, 1994). Resultatet er angivet i tabel 4.6.

Tabel 4.6 Emissioner ved omladning af gods mellem skib og lastbil

	NO _x	HC	CO	Part	CO ₂	S
Gram pr. ton gods	6,6	0,8	2,1	0,67	340	0,22

Kilde: Demker (1994)

Omladningen repræsenterer dermed et ikke helt ubetydeligt bidrag til de samlede emissioner ved skibstransport - om end det relative bidrag naturligvis er størst for de korte transporters vedkommende.

4.8 Muligheder for forbedringer

Det er primært ved justeringer af motoren, og montering af "add-on"-teknologi som f.eks. partikelfiltre og katalysatorer, at man kan nedsætte emissionerne af NO_x og kulforbindelser, mens emissionen af svovlforbindelser kan reduceres ved at bruge gasolie med lavt svovlindhold. Desuden vil der med udnyttelse af brændselscelleteknologi og forbedringer af gasturbinemaskineriet kunne opnås reduktioner i emissionerne. Endelig vil også indførelse af satellitbaserede navigationssystemer kunne optimere rutevalg i forhold til f.eks. strøm, vind og vejr og dermed mindske energiforbruget.

Emission af svovlforbindelser

Ved at benytte en bedre kvalitet af brændselolie kan man nedbringe emissionen af svovlforbindelser nedbringes væsentligt, jf. ovenfor. Rederierne har p.t. intet økonomisk incitament til at benytte den bedste kvalitet af brændstof.

Gennemførelsen af en miljøbetinget (dvs. en ikke-markedsmæssig) prisstruktur gennem afgifter, bøder mv. lader sig p.t. vanskeligt forene med synspunkterne i de internationale organisationer, der kontrollerer de internationale regler for skibsfarten. Mange skibe i danske farvande sejler i øvrigt under fremmed flag fra nationer i Mellemamerika og Afrika, som interesserer sig meget lidt for miljø synspunkter.²⁴

Derimod vil der formentlig være mulighed for særlige regler for skibe i de dansk eller nordisk rutefart. Her stiller konkurrencehensyn over for lastbiltrafikken sig imidlertid hindrende i vejen. Før gods-transport med lastbil pålignes afgifter svarende til deres ekstra miljøbelastning i forhold til skibstrafik vil enhver miljøbetinget manipulation med priserne på bunkersolie formentlig flytte gods fra skibe til lastbiler, og derved øge emissionsomfanget snarere end mindske det.

²⁴ Oplyst af Miljøstyrelsens Transportkontor

Emission af NO_x og kulforbindelser

Som nævnt tidligere, er katalysatorer en af de måder, hvorved man kan nedsætte emissionen af henholdsvis NO_x og CO. Ved store motorbelastninger kan man opnå 98 % reduktion af NO_x. Katalysatorer er svære at anvende under havneforhold, hvor belastningen bliver meget lille²⁵. Ved anvendelse af katalysatorer på skibe skal mængden af det stof (ammoniak, NH₃), der reagerer med de uønskede stoffer i udstødningsgassen tilpasses belastningen mv.²⁶ For en NO_x katalysator betyder det, at man i realiteten skal kende mængden af NO_x der udstødes, for at kunne optimere reduktionen af de uønskede stoffer. I praksis er dette ikke muligt, og der vil derfor normalt forekomme (spids)belastningssituationer, hvor udslippet af NO_x er større end nødvendigt. Den Internationale Maritime Organisation (IMO) har udmeldt sine intentioner om at fastsætte en grænseværdi på 17 g/kWh. Dette krav er ikke specielt radikalt, da det i forvejen opfyldes for de fleste af nutidens større skibe²⁷.

Der er endnu ikke fastsat internationale eller nationale bestemmelser med hensyn til emission af CO fra skibe og generelt er emissionerne af CO fra dieselmotorer ikke det store problem. Muligheden for at benytte katalysator til reduktion af CO foreligger dog.

Ud over katalysatorer findes også partikelfiltre, der tilbageholder uforbrændte kulstofpartikler. Problemet med dette filter er, at det med dagens teknologi skal skiftes med et interval af 8-10 timer for ikke at tilstoppes. Dette er besværligt og dyrt. Problemet kan dog elimineres ved hjælp af en brænder, der producerer en ca. 700 °C gas, der ledes gennem filtret så de ophobede kulstofpartikler forbrændes til vanddamp og kuldioxid. Dette filter kan reducere de udledte partikelemmissioner med ca. 80% (Wismann, 1996).

Ved lovmæssig indførelse af emissionsnormer for nyt maskineri²⁸, kan fremtidig udledning af forurenende partikler nedsættes dramatisk.

Endelig kan enkelte dieselmotorer få justeret udstødningsgassens temperatur fra 235 °C til 255 °C. Denne modifikation vil medføre en mængde reduktion på 7-8% af udstødningsgassen, dog på bekostning af et ekstra brændstofforbrug på 2 g/BHP (MAN B&W Diesel, 1994). Motorer der har et overskud af turboladereffektivitet, kan få denne udnyttet ved at installere et turbo sammenblandingssystem, der kan reducere det specifikke fuelolieforbrug på op til 3 g/BHP.

²⁵ Svend Henningsen, MAN B&W Diesel A/S oplyser, at ved motorbelastninger under 30-40 % bliver katalysatoren i praksis slået fra.

²⁶ Ved reaktionen dannes der vand og frit kvælstof

²⁷ I Californien benytter man sig af en metode, hvor man forureningsbeskatter emission af NO_x²⁷ og man kunne forestille sig fx en differentieret havneafgift, der var afhængig af maskineriets miljøstandard på skibene (MAN B&W Diesel, 1994).

²⁸ Dette er eksempelvis tilfældet for møbelbranchen, jf. Rådets direktiv af 20. juni 1991 om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om maskiner. (91/368/EØF)

5 Øvrige miljøbelastninger

5.1 Miljøbelastningsfaktorer

Ud over luftforureningen som beskrevet i de to foregående kapitler, findes der andre miljørelaterede problemstillinger, som principielt må tages med i vurderingen af godstransporters miljøbelastning. Som angivet indledningsvis er det betydeligt vanskeligere at fastlægge et standardmål for miljøeffekten af et givent transportarbejde for disse "øvrige miljøbelastninger", end hvad angår luftforurening.

Miljøstyrelsen har opregnet fem "øvrige miljøfaktorer" som alle vil blive forsøgt operationaliseret i det følgende. Det drejer sig om: trafiksikkerhedsproblemer, støjforurening, barriereeffekter, vibrationer, indgreb i natur- og kulturområder samt visuel forurening (Miljøministeriet 1985 & 1992). Det er hovedsageligt problemer som er forbundet med vejtransporten. Skibstransportens "bidrag" vil derfor kun blive nævnt i det omfang, det er relevant i forbindelse med gennemgangen af problemerne for vejtransporten.

5.2 Trafiksikkerhed

Trafiksikkerhed som miljøbelastning vedrører antallet af trafikuheld som godstransport giver anledning til, og skadesomfanget i den forbindelse. De umiddelbare gener, der følger af en trafikulykke er (Miljøministeriet, 1985):

- Dødsfald
- Personskade, herunder langvarig eller livsvarig invalidering
- Materiel skade på køretøjer, vejinventar, bygninger mv.
- Samfundsmæssige omkostninger (hospitalsudgifter, udbetaling af sygedagpenge, invalidepension osv.)
- Følelsesmæssig belastning for pårørende til de involverede
- Utryghed i trafikken for pårørende samt for vidner til ulykken

Antallet af tunge køretøjer (og lette trafikanter) betyder meget for trafiksikkerheden. Der sker forholdsvis få uheld med lastbiler i byområder, men uheldene har ofte en alvorlig karakter. Således står lastbiler for en betydelig andel af uheld med dødelig personskade. Det er specielt lastbilens store vægt samt chaufførens begrænsede udsyn, der udgør en stor risikofaktor (Miljøministeriet, 1992).

Som med de andre "øvrige miljøbelastninger" er trafiksikkerhed meget lokalt betinget og direkte relateret til de kørselsforhold og den trafikthed der er i et givet område. Derfor er der her specifikt fokuseret på forhold, der har med Hovedstadsområdet at gøre. Målet er at finde en miljøbelastningsfaktor per lastbilkørt kilometer.

Vejdirektoratet offentliggør en ulykkesstatistik, der gør det muligt at beregne ulykkesfrekvensen pr. vognkilometer, og dermed få en miljøfaktor på linie med emissionsfaktorerne. Det giver imidlertid et

meget uhåndterligt talmateriale, fordi der i gennemsnit køres mange millioner kilometre mellem hver ulykke. Hvis man derimod bruger de samfundsmæssigt ansatte omkostninger forbundet med ulykkerne, og bruger dem som parameterværdi, så får man et ikke specielt dækkende, men dog alligevel mere anvendeligt mål. De personrelaterede trafikuheldsomkostninger pr. skade kunne i 1994²⁹ opgøres til:

Trafikdrab	5.396.000 kr.
Alvorligt kvæstede	225.000 kr.
Lettere kvæstede	46.000 kr.

Eksempel:

Vejdirektoratet har opgjort det samlede antal trafikulykker i Hovedstadsregionen, hvor lastbiler indgik (tabel 5.1):

Tabel 5.1

Trafikulykker i Hovedstadsområdet med lastbil involveret				
År	Dræbte	Alvorligt	Lettere	I alt
1990	26	69	64	159
1991	18	67	23	108
1992	12	60	29	101
1993	11	57	23	91
1994	7	53	22	82

Kilde: Vejdirektoratet 1996

Ved hjælp af de personrelaterede trafikuheldsomkostninger fra kapitel 5.2 kan samfundets udgifter i 1994³⁰ i forbindelse med lastbiltrafikken i Hovedstadsområdet anslås til i alt omkring 52 mio. kr. fordelt således:

Trafikdrab	37,6 mio. kr.
Alvorligt kvæstede	11,9 mio. kr.
Lettere kvæstede	1,0 mio. kr.
I alt	51,5 mio. kr.

På baggrund af Vejdirektoratets opgørelser over trafikarbejdet i Hovedstadsområdet for lastbiler over 6 tons kan ulykkesfaktoren i 1994 opgøres til:

Drab	0,07 øre/km
Alvorligt kvæstede	0,02 øre/km
Lettere kvæstede	0,002 øre/km

²⁹ Taloplysningerne (fra 1992) er baseret på Vejdirektoratet: Trafikøkonomiske enhedspriser 1994, og korrigeret ift. prisindexet (Statistisk Årbog, 1995).

³⁰ Som det fremgår af tabel 5.1 er der sket et fald i antallet af uheld i perioden fra 1990 til 1994. Samtidigt er det totale trafikarbejde i samme periode vokset fra 5,131 mio. vognkm. til 5.568 mio. vognkm (Vejdirektoratet, 1996).

Antal ulykker svinger meget fra år til år, så derfor er det ret tvivlsomt om man kan bruge den slags beregningsmetoder til noget.

Mht. skibstransporten er det i større grad godshåndteringen, der giver anledning ulykker, end selve transportarbejdet. I tabel 5.2 er disse arbejdsulykker illustreret for Københavns Havns vedkommende.

Tabel 5.2 Oversigt over arbejdsskader for ansatte ved losse/lastefunktioner i Københavns Frihavn 1995

Varighed af fravær	Antal personer
1 dag til 1 uge	5
Mere end 1 uge	18
Dødsfald	0

Kilde: Københavns Havn

Det samlede tabte arbejdsdage opgøres til 375. Fordelt på håndteret gods giver det omkring 3.500 tons per tabt arbejdsdag.

Søfartsstyrelsens offentliggjorte ulykkesstatistik rummer oplysninger om antal sygedage i forbindelse med. arbejdsskader, men ikke hvorvidt disse skader medfører hospitalsophold mv. For 1994 er ulykkestallet vist i tabel 5.3

Tabel 5.3

Varighed af fravær	Antal personer
1 dag til 1 uge	353
Mere end 1 uge	474
Dødsfald	10

Kilde: Søfartsstyrelsen 1996

Søfartsstyrelsens ulykkesstatistik er endvidere alene baseret på dansk indregistrerede skibe i handelsfart. Hermed udelades udenlandsk registrerede skibe med anløb til danske havne. I forhold til pilotprojektets problemstilling er det endvidere et problem, at statistikken medtager rene passagerskibe. Det har ikke været muligt indenfor pilotprojektets rammer at dekomponere Søfartsstyrelsens opgjorte ulykkestal og relatere dem til de med skib transporterede godsmængder, således at en sammenligning med vejtransport kunne gennemføres. Der er imidlertid næppe tvivl om, at en sådan sammenligning vil falde ud til fordel for skibstransporten, uanset om opgørelsen baseres på transporterede mængder (ton) eller på transportarbejdet (ton/km) og uanset om ulykkerne ved havnenes godshåndtering medtages eller ej.

5.3 Støj

Trafikstøj er et andet væsentligt miljøproblem, der kan defineres som uønsket lyd fra trafikken miljømæssige gener kan for folk som bor og/eller færdes i nærheden af en given vejstrækning, opdeles i tre grupper:

- fysiologiske virkninger
- aktivitetspåvirkninger
- psykiske påvirkninger

De fysiologiske virkninger indbefatter bl.a. forhøjet blodtryk, forøget puls, sammentrækning af blodkar og muskelspændinger; de aktivitetsmæssige angår evnen til at samtale, koncentrationsproblemer og søvnproblemer; mens de psykiske virkninger mest omhandler forskellige former for irritation og ringere velbefindende (Miljøministeriet, 1985).

Støjniveauet afhænger af flere parametre, herunder trafikmængden, køretøjssammensætningen (andelen af tunge køretøjer), hastigheden, vejens materiale og beskaffenhed samt muligvis køremåden (for eksempel angående kø-kørsel versus mere flydende trafik, men en sådan sammenhæng er endnu ikke entydigt vist).

Lydstyrke angives som lydtryksniveauet for en given frekvens og opgives i decibel (dB). Øret er dog mere følsom overfor høje frekvenser end for lave, og man anvender derfor et såkaldt A-filter, der korrigerer for dette³¹. Støjgenevirkningen varierer fra person til person, men undersøgelser viser (Miljøstyrelsen, 1984) at hvis den udendørs støj er

70 dB(A) så vil 75% af befolkningen angive at være stærkt generet, og at samtale er yderst vanskelig. Der vil være et øget forbrug af nervemedicin og en belastning af almenbefindende;

65 dB(A) så vil 55% af befolkningen angive at være stærkt generet af støj og at samtale er vanskelig;

55 dB(A) så vil 15% af befolkningen angive at være stærkt generet af støj og samtale med normal stemmeføring vil være vanskelig;

45 dB(A) ingen vil angive at være stærkt generet af støj og normal samtale er mulig.

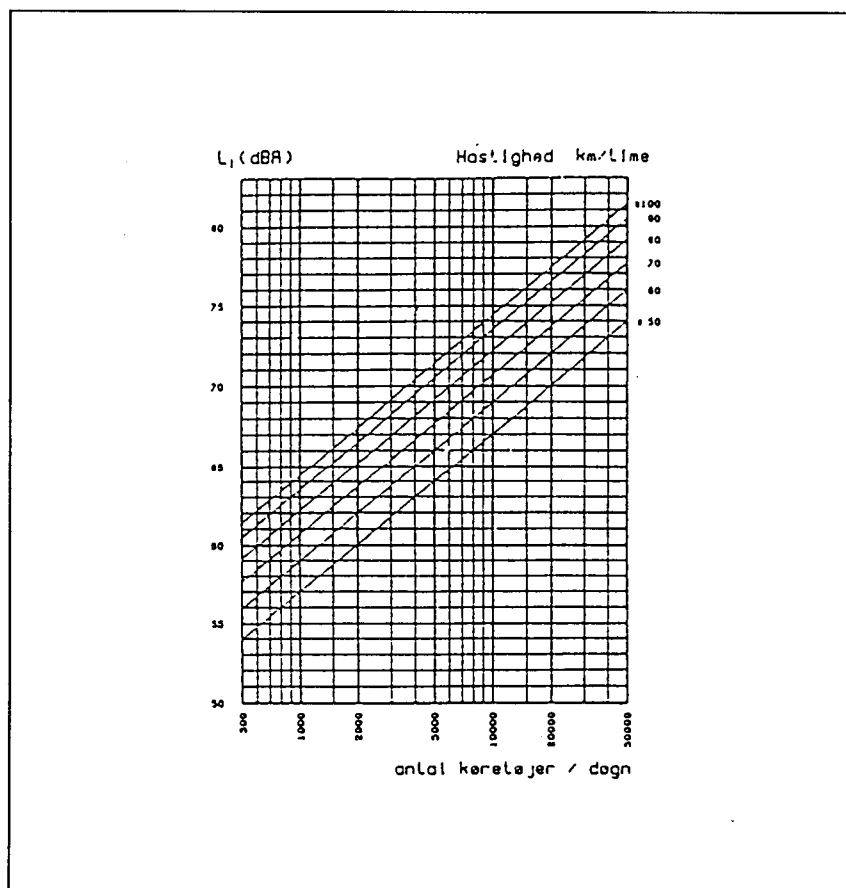
Opgørelse af støjbelastningen for en given lastbiltransport vanskeliggøres af de mange forskellige meget lokale forhold, der spiller ind og påvirker det faktiske støjniveau: boligtaethed, gadeslugternes udformning, vejhældningen, vejbelægningen og vejbredden, trafikens hastighed, omfanget af accelerationer ved lyskryds, andel af tung trafik osv.

³¹ Støj angives derfor i dB(A), jf. Miljøministeriet (1984f).

Frem for at fastsætte støjbelastning efter måling, opereres ofte med en mere simpel fremgangsmåde, der bygger på den såkaldte Fælles Nordiske Beregningsmodel. Den består af tre udregningsfaser:

- 1) Bestemmelse af en udgangsværdi. I 10 meters afstand fra vejmidten bestemmes støjen fra køretøjet på en lige, vandret, hård overflade. Ud fra trafikmængden pr. time (dvs. årsdøgntrafik ÅDT/24), andelen af tung trafik og gennemsnitshastigheden ved anvendelse af oplysningerne i figur 5.1. nedenfor.
- 2) Dæmpningen af støjniveauet i 10 meters afstand bestemmes ud fra nærmere beskrevne 40 standardsituationer, som anvendes i stedet for at opstille måleudstyr. Standardsituationerne omfatter en beskrivelse af forholdene med og uden bakker, støjskærme, bygningsreflektioner etc.
- 3) Korrektionen af støjniveauet i forhold til vejens hældning mv. anvendes til den endelig opgørelse og til udtegnning af støjkort for områdets bebyggelse mv.

Figur 5.1 Støjniveau 10 m fra vejmidte i afhængighed af trafikmængde og hastighed (1')



Betydningen af selve andelen af lastbiler i trafikken på den pågældende vejstrækning fremgår af tabel 5.4:

Tabel 5.4 Støjbelastningens sammenhæng med andelen af tung trafik

Andel tung trafik	Ændring i støjbelastningen
5%	+ 1,5 dB(A)
10%	+ 2,8 dB(A)
15%	+ 3,7 dB(A)
20%	+ 4,5 dB(A)

Kilde: Miljø og trafik i kommuneplanlægningen

Den støjmæssige effekt af hastighedsændringer i forhold til 50 km/t med en andel på 5-10% af tung trafik er estimeret i tabel 5.5:

Tabel 5.5 Støjbelastningens sammenhæng med den gennemsnitlige kørselshastighed

Hastighed km/t	Ændring i støjbelastningen
50	0 dB(A)
60	+2 dB(A)
70	+4 dB(A)
80	+5 dB(A)

Kilde: Miljø og trafik i kommuneplanlægningen

Tabel 5.5 viser, hvorledes støjbelastningen aftager med faldende hastigheder samtidigt med, at den er afhængig af andelen af tung trafik. For hastigheder under 50 km/t er det ikke givet, at støjen reduceres yderligere, idet støjen fra lastbilmotorerne bliver afgørende for hastigheder under 50 km/t, hvorimod det er friktionen mellem dæk og vejbane, der er afgørende for støjniveauet ved højere hastigheder.

Det er således vanskeligt at fastsætte generelle støjemissionsfaktorer for vejgodstransporten, fordi støjbelastningen varierer meget efter både trafikale omstændigheder og omgivelsernes karakter. Derimod kan effekten af *ændringer* i støjbelastningen, som følge af ændringer i trafikmængde og/eller hastighed, bestemmes med større nøjagtighed.

Støj fra havneaktiviteter og anløb af fragtskibes antages ikke at udgøre nogen større miljømæssig gene, idet havneaktiviteterne generelt foregår afsides fra almindelig boligmæssig bebyggelse.

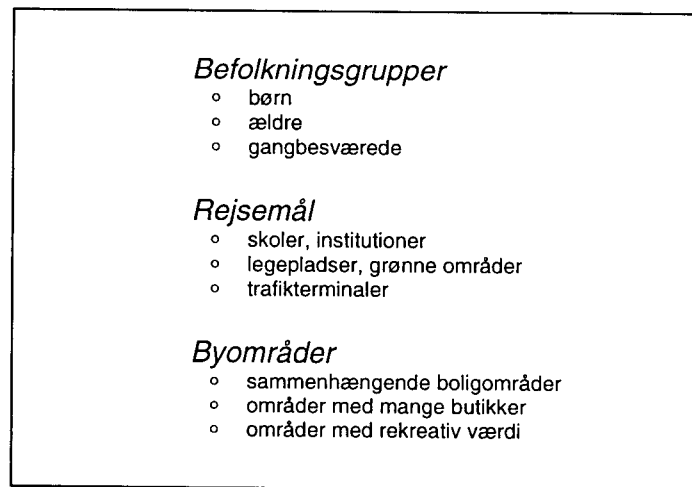
5.4 Barriereeffekt

Ved en vejs barriereeffekter forstås indskrænkningen i beboeres og lette trafikanters bevægelsesfrihed (Miljøministeriet, 1985). En vej udgør en trafikbarriere når:

- Man ikke kan krydse vejen
- Det indebærer store forsinkelser at krydse vejen
- Man kan ikke kommunikere på tværs af vejen
- Det opleves som risikofyldt at krydse vejen.

Der er mange forhold, som indvirker på, hvorvidt en vej udgør en barriere. De vigtigste er: trafikens omfang, sammensætning og hastighed, vejens bredde og udformning, antallet af mennesker med behov for at krydse vejen, samt hvilke befolkningsgrupper disse mennesker tilhører. Børn, ældre og handicappede er således særligt følsomme over for barrierevirkninger (Miljøministeriet, 1985). I figur 5.2 findes eksempler på befolkningsgrupper, rejsemål og byområder, som kan være særligt udsatte for barriereeffekt.

Figur 5.2



Kilde: Miljø og trafik i kommuneplanlægningen

De direkte påvirkninger forbundet med barriereeffekter er mangfoldige og kan inddeles i fysiske (forsinkelse, unødigt omvej og anstrengelse), og psykologiske (stress, ubehag og utryghed) gener. Derudover findes også indirekte påvirkninger, som er et resultat af folks tilpasning til de direkte virkninger. Indirekte effekter kan være af økonomisk, social, miljømæssig og/eller helsemæssig karakter (Nordisk Vegteknisk Forbund, 1984).

Der findes mange metoder til at måle barriereeffekter og hver har en speciel tilgangsvinkel.³² Her beskrives den model, som anvendes ved Vejdirektoratets prioriteringsmodel.³³ Ligesom hvad tilfældet var for

³² Se for eksempel Buchanan (1963) eller Varming (1980).

³³ Prioritering 1989, Foreløbig beskrivelse af metode til effektberegninger. Vejdirektoratet, ØSA 1989, Refereret i Miljø og trafik i kommuneplanlægningen p. 131

miljøberegninger af støjefekterne bygger modellen her på den samlede trafikmængde for en given strækning og andelen af tung trafik. I modellen ses lastbiltrafikken ikke isoleret, fordi genevirkningen afhænger af den samlede trafikbelastning på en analyserede strækning. Et eksempel på beregning af barriereeffekten er angivet i figur 5.3:

Figur 5.3

<p>Barriereeffekten = $0,1 \cdot \text{ÅDT} \cdot (V/50)^3 \cdot K_b/8$</p> <p>Hvor ÅDT = Årsdøgns trafikken V = Gennemsnitshastigheden i km/t K_b = Kørebanebredden i meter (sammenlignet med en standardbredde på 8m)</p> <p>Lastbilkorrektionsfaktor: $(1,87 \cdot L_a + 0,63)$, hvor L_a er andelen af lastbiler over 3,5 tons, udtrykt på decimalform.</p> <p><u>Eksempel:</u></p> <p>ÅDT = 10000, V = 50 km/t, K_b = 6 og L_a = 0,20</p> <p>Barriereeffekten = $0,1 \cdot 10000 \cdot (50/50)^3 \cdot 6/8 = 7,5$</p> <p>Dertil korrigeres for Lastbilsandelen: $7,5 + (1,87 \cdot 0,2 + 0,63) = 8,504$</p>

Kilde: Prioritering 1989, Vejdirektoratet, ØSA, 1989

Som tillæg til denne beregningsmodel er i tabel 5.6 angivet en kvalitativ skala til bedømmelse af, hvor alvorlig en given barriereeffekt er:

Tabel 5.6 Barrierevirkninger af trafik anlæg

Beregnet barrierevirkning	Kvalitativ Vurdering
0 - 5,5	Lille
5,5 - 9	Moderat
9-15	Stor
>15	Uovervindelig

Kilde: "Stadens Trafiknät, Bilen" Stockholm, 1981

Således ville trafikken beskrevet i eksemplet i figur 5.3 have en moderat barriereeffekt.

Der antages ikke at være nogen væsentlig barriereeffekt for skibenes vedkommende, selvom der forekommer situationer, hvor sejlads med lystfartøjer kan være negativt påvirket af godstransport med skib.

5.5 Vibrationer

Vibrationer i forbindelse med vejtrafik er svingninger, der udbredes gennem vejfundamentet og de omgivende jordmasser (Miljøministeriet, 1985). Der forbindes mange forskellige miljømæssige påvirk-

ninger med vibrationer. Disse kan inddeles i personorienterede og materielle påvirkninger. De personorienterede er hidtil kun blevet identificeret ved højt vibrationsniveau. De vigtigste er:

- Forstyrrelse af hjerterytme og søvn
- Resonans i kroppens forskellige organer (afhængig af vibrationernes frekvens)
- Stress og uro blandt folk udsatte for vibrationer

De materielle påvirkninger udgør primært følgende:

- Skader på vejanlæg
- Skade på bygninger i umiddelbar nærhed
- Skade på beplantning og rekreative områder

Omfanget af vibrationer og disses frekvens afhænger af trafikens hastighed, størrelse og sammensætning (andelen af tunge køretøjer) samt vejbanens fysiske karakteristika (Miljøministeriet, 1985). Derfor er områder med disse vejanlæg specielt udsættede for vibrationer:

- Hovedveje og indfaldsveje til større byer (pga. trafikmængden)
- Veje til industri og/eller handelscentre (pga. stor andel tunge køretøjer)
- Motorveje og motortrafikveje (pga. stor hastighed)

Der er stor forskel på hvor følsomme områder er over for vibrationer forårsaget af vejtrafik. Specielt er ældre, fredede bygninger - oftest i bymidten - følsomme, da vibrationer her kan føre til uoprettelig skade.

Vibrationer fra vejtransport kan i dag afværges ved ændring af trafikmønstret (lavere hastighed eller forbud mod køretøj over en given totalvægt) eller via vejkonstruktionstiltag (udglatning af vejbanen eller vibrationsisolering med betonmembran).

Der gælder det samme for vibrationer, som med støj hvad skibstransporten angår. De foreliggende (sparsomme) oplysninger gør det rimeligt at antage, at vibrationer fra skibe højst er et meget lokalt generende fænomen.

5.6 Det visuelle miljø

Ved en vejs visuelle effekt forstås det synsindtryk, vejen giver beskueren. Visuel forurening defineres dermed som et negativt synsindtryk. Hvornår der er tale om en negativ påvirkning hviler derfor på et personligt skøn, og er af samme grund vanskelig at kvantificere. Ligeledes bliver kvalitative betragtninger ofte meget generelle. Ikke desto mindre er den visuelle forurening ofte af væsentlig betydning.

Synsindtrykket er helt centralt som oplevelsesparameter for mennesker, og veje udgør ofte et væsentligt indgreb i landskabet (Miljøministeriet, 1985)

Et vejanlæg opfattes typisk negativt når:

- Det bryder med landskabets proportioner og skala
- Det knytter sig ikke til landskabelige eller bebyggelsesmæssige elementer
- Overskrider/gennemskærer tidligere visuelle sammenhænge
- Ikke tilpasser sig eksisterende landskabelige hovedlinier
- Der skabes visuelle barrierer med skråningsanlæg
- Vejanlæggets elementer forekommer rodede eller fremmede (for eksempel en skilteskov)
- Lysanlæg (belysningen eller anlægget) generer trafikanter eller er placeret i rekreative arealer
- Uharmonisk linieføring

Derudover vil megen trafik forstyrre synsindtrykket og måske ligeledes danne visuelle barrierer. Dette inkluderer specielt lastbiler som generelt udgør en større visuel barriere end en personbil gør.

Det er forsøgt at belyse det visuelle miljø indirekte på baggrund af interviews, men besvarelsene var så heterogene og individuelt forskellige at generaliseringer var så godt som umulige.

5.7 Sammenvejning af de øvrige miljøfaktorer

De forskellige typer af miljøbelastninger, som er beskrevet i de foregående afsnit i dette kapitel kan, alt efter omstændighederne, være mindst lige så alvorlige som emissionerne til luften - et faktum man ofte er tilbøjelig til at overse i den miljødebatten. Deres oprindelse er imidlertid i vid udstrækning de samme hvilket er søgt illustreret i tabel 5.7, hvor antallet af ○ illustrerer de trafikale elementers relative betydning for de pågældende miljøproblemer.

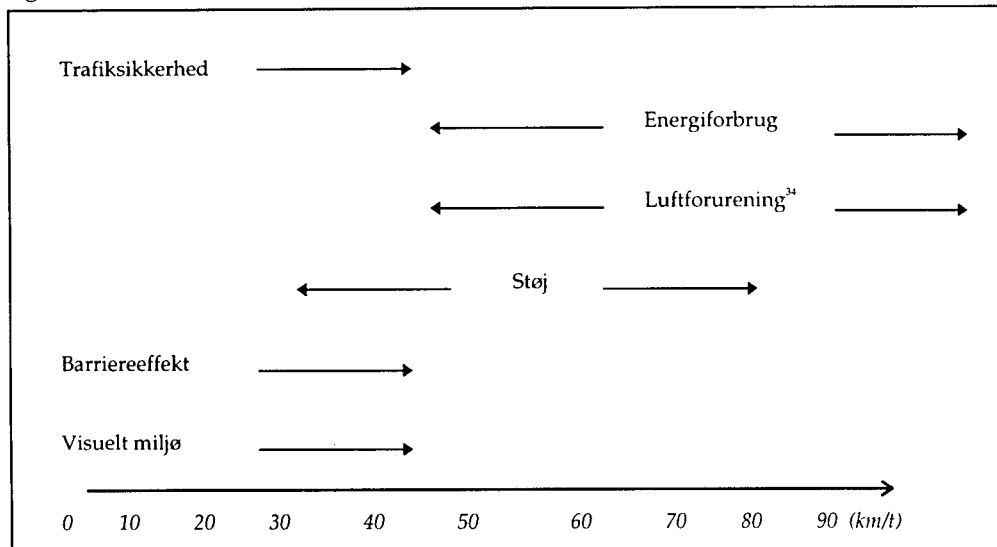
Tabel 5.7 Skøn over generelle sammenhænge mellem påvirkning af trafikale parametre og miljøkonsekvenser på enkeltstrækninger

	Trafikmængde	Trafiksammen- sætning	Trafikhastighed
Sikkerhed	○○	○	○○○
Energi	○○○	○	○○
Luft	○○○	○	○○
Støj	○○	○○	○○○
Barriereeffekt	○○○	○	○○
Visuelt miljø	○○	○○	○○

Kilde: Miljøstyrelsen, 1992

Som et eksempel på de komplekse og til dels modsat virkende sammenhænge illustrerer figur 5.4 sammenhængen mellem belastningsniveau og hastighedsparameteren, som er væsentlig for alle problemtyper.

Figur 5.4



Kilde: Efter inspiration fra *Miljøstyrelsen, 1992*

Pilene i figur 5.4 angiver retningen for forværring af miljøbelastningen som følge af højere eller lavere hastighed.

Sammenfattende kan man sige at for

trafiksikkerheden har vejtrafikhastigheden stor betydning. Der eksisterer en klar sammenhæng mellem højere hastighed og flere og alvorligere ulykker. For skibenes vedkommende er problemet specielt knyttet til godshåndteringen på land og arbejdsulykker på skibene, mens ulykker i forbindelse med sejladsen udgør en meget lille del, uanset hastighed.

støj har vejtrafikhastighed også stor betydning. Ved trafikhastigheder over 50 km/t er det især friktionsstøj, der virker belastende, medens det for hastigheder under 50 km/t er motorlarmen, der har størst indflydelse - især i forbindelse med ujævn kørsel og hyppige accelerationer. For skibenes vedkommende er støjproblemerne afhængig af placeringen af havneanlæggene i forhold til almindelig bebyggelse. Støj fra skibenes maskinanlæg, når de ligger ved kaj kan være generende, men på grund af den generelt store afstand mellem erhvervshavn og støjfølsomme områder er problemet normalt af meget beskedne størrelse.

barriereeffekten og utryghed er især trafikmængde, hastighed og andel af tung trafik af betydning. Derudover øver også den fysiske ud-

³⁴ Dette gælder specielt for CO₂, SO₂ og NO_x. For partikler stiger emissionen kraftigt med hastigheden, hvor den falder for CO's vedkommende. HC-niveauet er nogenlunde stabilt med hastigheden.

formning af vejene en vis indflydelse. For skibenes vedkommende er problemet knyttet til fritidssejlere, der krydser handelsskibenes ruter.

visuelt miljø er det især trafikens sammensætning, omfang og karakter, der opfattes som generende, ofte i forbindelse med den specifikke udformning af veje og vejforløb. For skibenes vedkommende kan udbredelse af havneanlæggene langs kystlinien betyde forringet oplevelseskvalitet (f.eks. placeringen af Århus havn som visuel barriere i forhold til havet).

5.8 Muligheder for forbedringer

Problemerne ved flere af de berørte miljøfaktorer kan afhjælpes gennem en målrettet byplanlægning, der tager særligt hensyn til placeringen af følsomme områder overfor de trafikgenererende aktiviteter som f.eks. terminaler og visse typer industrier, godsdistributionscentre. Det er også gennem en målrettet by- og lokal trafikplanlægning at der kan reserveres vejbaner eller anvises tvangsruiter for gods-transport, etableres tidsmæssige restriktioner mht. kørsel i bestemte zoner af især tung trafik, opstilles hastighedsbegrænsninger for især tung trafik, iværksættes grønne bølger for den tunge trafik osv.

DEL II - ANALYSER

6 Godstransportarbejdet med lastbil til og fra Hovedstadsregionen

6.1 Godstransport med lastbil

Langt størsteparten af den samlede godstransport i Danmark finder sted med lastbil. Omfanget opgøres af Danmarks Statistik gennem to forskellige tællinger for international godstransport med dansk lastbil, hhv. national godstransport med dansk lastbil. I begge tilfælde er opgørelsen baseret på en stikprøve blandt de virksomheder i Danmark, der ejer lastbiler eller som jævnligt har udenlandskørsel med egne eller leasede køretøjer. De benyttede tællingskemaer er optrykt i bilag 3 til denne rapport. Stikprøven opregnes til den samlede bestand gennem en række standardiserede procedurer.³⁵

Som led i pilotprojektet er undersøgt omfanget af godstransporten med lastbil til og fra Hovedstadsregionen, dvs. Københavns og Frederiksberg kommuner, samt Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter.³⁶

I det følgende analyseres de godsstrømme som kommer til hhv. forlader regionen. Dvs. den del af disse transporter, der foregår inden for regionen behandles særskilt i kapitel 8.

6.2 International godstransport

I den nævnte stikprøvetælling, spørger Danmarks Statistik de udvalgte virksomheder med transportarbejde på lastbil om endepunkterne for den enkelte tur. Det sker i skemarubrikken: "På- og aflæsningssted. Anfør nærmeste større by samt land/region (se kort)". På kortet er angivet forkortelser for de enkelte lande i Europa. For Tysklands vedkommende er der endvidere gennemført en tredeling (Nord-, Midt og Sydtykland).

På- og aflæsningsstedet kodes imidlertid i Danmarks Statistik kun med oplysninger om det pågældende land. Der har således ikke hidtil været offentliggjort mere detaljerede geografiske oplysninger om hvorfra i Danmark det internationalt transporterede gods skulle hen eller kom fra. Det har således heller ikke været muligt at opdele de internationale godstransporter med lastbil efter hvorvidt de kommer fra, eller skal til, en lokalitet i Hovedstadsregionen.

Indenfor projektets tidsmæssige rammer har der derfor været iværksat særlige bestræbelser på at få foretaget en nykodning af de manglende oplysninger for det seneste færdigbearbejdede tællingskvartal

³⁵ En nøjere beskrivelse af den anvendte metode er givet i Statistiske Efterretninger, Samfærdsel og Turisme, 1995:36 (international lastbiltransport) og 1995:16 (national lastbiltransport.)

³⁶ Godstransport med lastbil, der alene foregår mellem lokaliteter internt i Hovedstadsregionen, er - som nævnt i kapitel 1 - uden interesse for pilotprojektets problemstilling og indgår ikke i undersøgelsen.

(3. kvartal 1995). Danmarks Statistik vurderede, at dette kvartal lod sig oparbejde til det fulde år uden nævneværdig øget usikkerhed.

Med velvillig assistance fra Danmarks Statistiks kontor for serviceerhverv blev en nykodning foretaget ved at kontoret leverede råoplysninger med de oprindelige skemaoplysninger for den nævnte rubrik, hvorefter studerende ansat ved projektet henførte de anførte oplysninger til landets primærkommuner ved anvendelse af Kort- og Matrikelstyrelsens CD-rom og andet beslægtet materiale. Resultatet af denne manuelle proces blev derefter koblet med transportoplysningerne i Danmarks Statistik, således at det internationale transportarbejde med lastbil til og fra Hovedstadsregionen kunne opgøres.³⁷

Tabel 6.1 Godstransportarbejde med lastbil mellem Hovedstadsregionen og udlandet i 1995 (mio. tonkm)

Pålæsningsland	Til HOV.	Fra HOV.	I alt
Sverige	101,2	113,6	214,8
Norge	66,7	79,4	146,1
Finland	26,4	41,1	67,6
Tyskland	180,7	226,9	407,6
Storbritannien	30,8	23,0	53,8
Holland	83,1	14,7	97,8
Belgien	26,6	7,5	34,1
Schweiz	7,8	0,0	7,8
Østrig	0,0	3,7	3,7
Frankrig	92,9	34,4	127,3
Spanien	19,6	0,0	19,6
Portugal	0,0	0,0	0,0
Italien	89,6	11,5	101,1
Polen	0,0	7,2	7,2
Andre EU-lande	7,8	0,0	7,8
Andre Lande	43,2	58,2	101,4
I alt	776,5	621,3	1397,8

Kilde: Egne opgørelser ud fra data leveret af Danmarks Statistik, jf. omtalen i teksten.

Det samlede beregnede internationale godstransportarbejde med lastbil i 1995 fra Hovedstadsregionens ydere grænse blev opgjort til 621 mio. tonkm. medens de *indadgående* transporter til regionsgrænsen stod for 777 mio. tonkm eller i alt 1.398 mio. tonkm³⁸. Heraf stod transporter til og fra Sverige og Norge for 361 mio. tonkm, jf. tabel 6.1.

³⁷ De endeligt leverede oplysninger omfattede kommunefordelte data for transportarbejdet (ton-km) transportmængde (ton) og tomkørsel. Kun førstnævnte oplysning er nyttiggjort i pilotprojektet.

³⁸ De "regionsinterne" dele af disse transporter behandles i kapitel 8.

6.3 National godstransport med lastbil

Hvad angår den nationale godstransport med lastbil offentliggør Danmarks Statistik periodisk oplysninger om den samlede transporterede godsmængde mellem amter og det hermed forbundne transportarbejde.³⁹

Omfanget af tællingsdata i den nationale tælling gjorde det urealistisk at gennemføre en tilsvarende nykodning, som blev udført for den internationale godstransport.

I stedet er de nationale offentliggjorte tællingsdata for godstransport med lastbil fordelt på kommuner efter kommunernes transportgenererende aktivitet. Flere mål har herfor været forsøgt anvendt. Bedst overensstemmelse med andre trafikoplysninger blev tilsyneladende opnået ved at anvende den kommunefordelte industriomsætning som fordelingsnøgle.

Af det samlede beregnede nationale godstransportarbejde med lastbil i 1995 på 9.325 tonkm udgjorde det godstransportarbejde som havde start og endemål i Hovedstadsregionen 820 mio. tonkm. Disse transporter er som bekendt ikke medtaget i beregningerne.

De udgående transporter fra Hovedstadsregionens ydre grænse til andre danske destinationer stod for 245 mio. tonkm. og de indgående transporter til Hovedstadsregionens ydre grænse fra det øvrige Danmark stod for 316 mio. tonkm. Det regionseksterne godstransportarbejde til og fra Hovedstadsregionen udgjorde dermed i alt ca. 561 mio. tonkm i 1995, jf. tabel 6.2.

Tabel 6.2 Godstransportarbejdet med lastbil mellem Hovedstadsområdet og det øvrige land i 1995 (mio. tonkm)

	Til Hovedstadsområdet	Fra Hovedstadsområdet	I alt
Vestsjællands Amt	70,9	56,9	127,8
Storstrøms Amt	30,4	32,0	62,4
Bornholms Amt	0,0	0,0	0,0
Fyns Amt	28,5	4,4	32,9
Sønderjyllands Amt	30,0	18,1	48,1
Ribe Amt	14,7	12,0	26,7
Vejle Amt	44,9	63,2	108,1
Ringkøbing Amt	21,8	22,2	44,0
Århus Amt	22,4	14,1	36,5
Viborg Amt	22,6	6,0	28,6
Nordjyllands	29,5	16,2	45,7
Total	316	245	560,8

Kilde: Beregninger foretaget på baggrund af data fra Danmarks Statistik

³⁹ Også her gælder, at der optræder et datatab i forhold til det benyttede tællings-skema (jf. bilag 3), idet Danmarks Statistik ikke hidtil har oplevet en efterspørgsel efter oplysninger på et mere detaljeret geografisk niveau end amter.

6.4 Miljøbelastningen

For at finde miljøbelastningen er der to faktorer som i den sammenhæng er særligt kritiske: Valget af emissionsfaktorer og af gennemsnitslast. En anden væsentlig faktor er antagelsen om køremønstret - fordelingen af kørsel på hhv. motorvej, landevej og byvej.

Emissionsfaktorerne skifter hele tiden som følge af teknologiudviklingen både i forhold til testprocedure, måleudstyr og bilernes udstyr, og gennemsnitslasten bestemmer hvor mange ture der antages at køre mellem to punkter. Dvs. variationen mellem valg af udnyttelsesgrader er direkte proportional med emissionsniveauerne.

Den internationale transport

De relevante emissionsfaktorer er vurderet at være de som gælder for vogntog fra 1993 med en totalvægt på 48 tons og med en gennemsnitslast på 14 tons (inkl. tomkørsel) efter rådføring med både transportører og andre transportforskere. Køremønstret er ansat til at være 85% motorvej, 10% landevej og 5% byvej på alle internationale destinationer. Trafikarbejdet findes ved at dividere transportarbejdet med gennemsnitslasten.

Resultatet af emissionsberegningerne fremgår af tabel 6.3.

Tabel 6.3 Emissioner opgjort i tons ved godstransport med lastbil mellem Hovedstadsregionen og udlandet i 1995

	CO ₂	NO _x	HC	CO	SO ₂	Part.
Sverige	14984	168,2	4,4	9,8	6,4	2,8
Norge	10192	114,4	3,0	6,7	4,4	1,9
Finland	4713	52,9	1,4	3,1	2,0	0,9
Tyskland	28430	319,1	8,4	18,6	12,2	5,2
Storbritannien	3751	42,1	1,1	2,5	1,6	0,7
Holland	6822	76,6	2,0	4,5	2,9	1,3
Belgien	2379	26,7	0,7	1,6	1,0	0,4
Schweiz	544	6,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Østrig	261	2,9	0,1	0,2	0,1	0,0
Frankrig	8879	99,7	2,6	5,8	3,8	1,6
Spanien	1368	15,4	0,4	0,9	0,6	0,3
Portugal	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Italien	7054	79,2	2,1	4,6	3,0	1,3
Polen	504	5,7	0,1	0,3	0,2	0,1
Andre EU-lande	544	6,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Andre Lande	7072	79,4	2,1	4,6	3,0	1,3
I alt	97497	1094	29	64	42	18

Kilde: Egne beregninger

De store emissionsbidrag kommer fra Tyskland, Sverige og Holland som også er de lande de største tonsmængder kommer fra. Herudover skal nævnes transporter til og fra Frankrig og Italien som bidrager betydeligt også pga. de større afstande.

Den nationale godstransport

Den nationale godstransport på lastbil deles op i to grupper: 1) Hovedstadsområdet udveksling af varer med Vestsjællands Amt og Storstrøms Amt; 2) og øvrige amter. Dette er gjort af hensyn til gennemsnitslastens betydning i det det antages at kapacitetsudnyttelsen er lavere jo kortere ture der er tale om. I Trafikministeriets rapport fra 1996: "Regeringens handlingsplan for reduktion af transportsektorens CO₂ udslip" antages gennemsnitslasten at være på 7,2 ton for alle biler over 6 tons uanset turtype. Danske Vognmænd vurderer "Øst/Vest Danmark" transporterne til at ligge i gennemsnit på 13 tons. I nærværende undersøgelse anvendes en gennemsnitslast på 7,2 tons for gruppe 1 og 13 tons for gruppe 2 (tomkørsel er iberegnet).⁴⁰ For begge grupper anvendes en 26 tons sololastbil fra 1989 som udgangspunkt. Kørselsmønsteret er for gruppe 1 sat til 50% motorvej, 40% landevej og 10% byvej, og for gruppe 2 60% motorvej, 35% landevej og 5% byvej.⁴¹ Ansættelsen både for det internationale og nationale køremønstre beror udelukkende på forfatterens eget skøn.

I tabel 6.4 er angivet de således beregnede emissionsniveauer for den nationale vejtransport:

Tabel 6.4 Emissioner ved godstransport på lastbil mellem Hovedstadsregionen og det øvrige land i 1995

	CO ₂	NO _x	HC	CO	SO ₂	Part.
Vestsjællands Amt	18353,7	325,9	55,2	30,2	5,7	51,5
Storstrøms Amt	8965,8	159,2	27,0	14,7	2,8	25,1
Bornholms Amt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fyns Amt	2868,7	54,0	8,2	4,0	0,9	9,8
Sønderjyllands Amt	4193,3	78,9	12,0	5,8	1,3	14,3
Ribe Amt	2329,1	43,8	6,7	3,2	0,7	7,9
Vejle Amt	9430,9	177,5	27,0	13,1	3,0	32,2
Ringkøbing Amt	3838,3	72,3	11,0	5,3	1,2	13,1
Århus Amt	3186,2	60,0	9,1	4,4	1,0	10,9
Viborg Amt	2491,8	46,9	7,1	3,5	0,8	8,5
Nordjyllands	3986,2	75,0	11,4	5,6	1,3	13,6
I alt	59643,9	1093,7	174,8	90,0	18,7	186,9

Kilde: Egne beregninger

Tabel 6.4 viser, at de største luftforureningsbidrag vedrører transporter mellem Hovedstadsregionen og de øvrige sjællandske amter. Også industrikoncentrationen i trekantområdet (Vejle amt) og godstransporter til grænsen (Sønderjyllands amt) spiller en betydelig rolle.

⁴⁰ Det skal understreges, at netop gennemsnitslasten på forskellige turtyper (og produktkategorier for den sags skyld) er et underbelyst område. Der skal derfor tages et vist forbehold over for de anvendte gennemsnit.

⁴¹ Vejtypekategorierne dækker over gennemsnitshastigheder (hhv. 80, 50 og 15 km/h) og ikke vejklasser.

7 Godstransportarbejdet med skib til og fra Hovedstadsregionen

7.1 Københavns Havns godsomsætning

I det følgende analyseres de godsstrømme, der direkte er knyttet til skibstransporten eksklusivt den tilhørende feeder-transport som behandles i næste kapitel. Vej-skib-vej som transportform analyseres derefter samlet.

For flere havne i Hovedstadsregionen udgør gods på hjul (det såkaldte færgegods) den altovervejende del af den samlede godsomsætning. Det gælder således først og fremmest Helsingør, hvor godstransporterne med lastbil til og fra færgerne behandles som vejgods, der krydser grænsen. Kun i Københavns Havn indgår gods i større mængde, der ikke er hjulbåret. Den del af godstransporterne til og fra Københavns Havn, der ikke er færgegods, indgår ikke i opgørelserne i de to foregående kapitler, eller i de heri benyttede kilder.

Tabel 7.1 Københavns Havns godsomsætning i 1995 opgjort i 1000 t fordelt på varetype (havnens kategorisering).

Varetype	1000 t	pct.
Jernbanefærgegods	3296	31
Brændselolie og petrol.	2672	25
Kul og briketter	989	9
Tomme pakningsgenstande	380	4
Motorbrændstof mv.	376	4
Sand, sten og grus, ej opfisket	337	3
Cement	282	3
Sand, sten, grus, opfisket	174	2
Grovvarer	139	1
Salt	119	1
Korn og ris	110	1
Avispapir	100	1
Kemikalieblandinger	97	1
Papir i ruller, ark mv.	94	1
Spiritus, vin, øl mv.	86	1
Jern- og stålskrot	76	1
Tømmer, planker mv.	73	1
Sildemel, oliekgager mv.	61	1
Øvrige varer	1150	9
I alt	10611	100

Kilde: Københavns Havn

Der er i forbindelse med projektet lagt et særligt arbejde i at få kortlagt og vurderet godsstrømmene til og fra Københavns Havn. En grov oversigt over fordelingen på varekategorier af havnens samlede godsomsætning på knap 11 mio. ton er givet i tabel 7.1.

Af de godsmængder, der er nævnt i tabellen, er de 89% eller 9,9 mio. ton gods, der passerer havnens grænse mod byen, medens de resterende 11% udgøres af transitgods, omladningsgods, transporter i havnen, eller af transporter med bunkersolie.

En fordeling på havneområder (tabel 7.2) viser, at havneområderne Nordhavnen og Østhavnen (Prøvestenen mv.) er de godsomsætningsmæssigt dominerende havneafsnit.

Tabel 7.2 Godsomsætningen i Københavns Havn i 1995 fordelt på havneafsnit

Havneafsnit	Losning 1000 tons	% af total	Lastning 1000 tons	% af total
Nordhavnen	2945	28%	1284	12%
Østhavnen	3141	30%	633	6%
Frihavnen	911	9%	556	5%
Inderhavnen	348	3%	278	3%
Sydhavnen	384	4%	131	1%
I alt	7729	73%	2882	27%

Kilde: Københavns Havn

Østhavnen er specialiseret til flydende og fast bulk, dvs. især olie og kul til ikke mindst kraftværkerne og lufthavnen.⁴² I takt med udbygningen af fjernvarme- og naturgasnettet er transporten af olieprodukter med lastbil til oliefyring mv. blevet stadigt mindre. Også kraftværkerne er til dels overgået til naturgasfyring. Amagerværkets behov for kul dækkes direkte fra Østhavnen, og de øvrige kraftværkers kulbehov (driftsbrændsel til Avedøreværket og reservebrændsel til de øvrige) klares fortrinsvis med transport i lægtene fra Østhavnen. Transporten af jet-fuel til lufthavnen foregår med rørledning, hvor de tre p.t. aktive operatører (Skanda, Shell og BP) tilsammen formidler små 400.000 tons.⁴³ Tilsammen bliver transportarbejdet med lastbil til og fra Østhavnen dermed stærkt reduceret.

For Nordhavnen vedkommende er den dominerende godsmængde (82 % = 3,6 mio. ton) knyttet til jernbanefærgegods (dvs. Danlink), der ikke er interessant for projektets problemstilling.

Derfor har interessen samlet sig om at få opgjort Frihavnens feedertransporter. Det har den egentlige relevans selvom altså den kun udgør 14% af den samlede godsomsætning.

⁴² Østhavnen spiller også en rolle for fast bulk i form af sten, jord og grus, bl.a. i forbindelse med etableringen af Øresundsforbindelsen.

⁴³ Uden denne rørledning ville en væsentlig del af alle de nuværende tankbiler på Sjælland være fuldtidsbeskæftigede med at fragte jetfuel fra Østhavnen til Lufthavnen.

7.2 Anløb i Københavns Havn

Der er i 1995 registreret knap 7.000 skibsanløb fordelt på over 1.000 forskellige skibe, hvoraf over halvdelen har lastet og/eller losset gods i Københavns Havn. Nogle af disse har haft mange anløb og har stået for store godsmængder. Det gælder selvsagt især skibe i fast rutefart mellem Københavns Havn og en nærliggende havn. Danlink-færgerne og færgerne til Oslo er her særligt vigtige. Også cementbådene fra Aalborg og skibene i rute til Island og Færøerne yder alle et stort godstransportarbejde. Andre vigtige anløbstyper målt efter godstransportarbejde er især de store tankskibe til Østhavnen (Prøvestenen) fra USA og andre fjerne destinationer.

Det har af indlysende årsager ikke været muligt indenfor projektets snævre tidsrammer at undersøge maskintypen - tillige med dens vedligeholdelsestilstand og miljøbelastning - for samtlige de skibe, der har anløbet Københavns Havn i løbet af året. I stedet er skibsanløbene blevet fordelt efter skibsstørrelse, antallet af anløb og det udførte transportarbejde, således at de identificerede emissionsfaktorer fra kapitel 3 kan benyttes til en skønsmæssig opgørelse af den samlede miljøbelastning ved skibstrafik.

7.3 Transportarbejdet for skibsgods til Københavns Havn

Det har således som led i projektet været muligt at tilvejebringe oplysninger om samtlige skibe, der har anløbet Københavns Havn i 1995 hvad angår disses størrelse (bruttoton = BT), deres last til eller fra havnen (ton gods) og navnet på den foregående samt efterfølgende havn, jf. tabel 7.3.

Tabel 7.3 Københavns Havns godsomsætning 1995 (opgjort i 1000 tons)

	Skibe fordelt efter BT					I alt
	< 1000 2999	1000 - 2999	3000 - 9999	10000 - 39999	>39999	
Indre Farvande og Østersø						
Vestsjællands Amt	6	229	107	0	0	343
Storstrøms Amt	3	2	0	0	0	6
Bornholms Amt	149	35	18	166	0	368
Fyns Amt	2	7	0	0	0	8
Vejle Amt	12	229	14	1	1	257
Århus Amt	22	28	64	0	0	114
Viborg Amt	0	0	0	0	0	0
Nordjyllands Amt	4	50	311	0	0	366
Søen - især Sundet	175	27	2	1	0	205
Estland	1	116	145	25	0	287
Finland	1	63	197	21	0	282
Litauen	0	3	23	5	0	31
Letland	1	15	33	70	0	119
Norge	11	26	97	322	2	459
Polen	14	149	681	12	0	856
Rusland	0	28	181	145	1	355
Sverige	106	238	380	3505	2	4232

fortsættes

	Skibe fordelt efter BT					I alt
	< 1000	1000 -	3000 -	10000 -	>39999	
	2999	9999	39999			
Ydre Farvande						
Belgien	10	13	0	0	0	24
Bulgarien	0	0	0	0	0	0
Canada	0	0	0	53	0	53
Costa Rica	0	0	1	0	0	1
Tyskland	92	116	381	29	6	623
Algeriet	0	0	0	31	0	31
Ecuador	0	0	1	0	0	1
Spanien	0	15	3	27	0	45
Frankrig	1	48	8	0	0	57
Færøerne	0	0	1	0	0	1
Storbritannien	7	14	24	69	1	114
Grønland	1	0	0	2	0	3
Grækenland	0	12	0	0	0	12
Indien	0	1	0	0	0	1
Irland	0	0	0	0	0	0
Israel	0	0	0	117	0	117
Italien	0	0	12	0	0	12
Libyen	0	0	0	70	0	70
Marokko	0	0	0	0	0	0
Holland	35	75	88	108	1	307
Portugal	0	6	0	50	0	57
Saudi Arabien	0	0	0	50	0	50
Syrien	0	0	0	29	0	29
Tunesien	0	6	9	0	0	15
Tyrkiet	0	2	0	0	0	2
USA	0	0	0	32	182	214
I alt	995	1694	2786	4940	196	10611

Kilde: Egne beregninger ud fra data leveret af Københavns Havn

Ud fra distancetabeller over den således sejlede gennemsnitlige afstand har det enkelte skibs samlede transport- og trafikarbejde for gods til eller fra Københavns Havn kunnet beregnes.

For også at tage hensyn til de i kapitel 4 omtalte sammenhænge mellem luftemissioner og skibsstørrelse hhv. farvandstyper (tabel 4.5) er det samlede godstransportarbejde med skib fordelt efter ydre og

indre farvande og visse skibsstørrelsesgrupper (BT-grupper), jf. tabel 7.4. Det beregnede transportarbejde er efter sagens natur en minimumsangivelse.⁴⁴

Tabel 7.4 Københavns Havns transportarbejde 1995, opgjort i mio. tonkilometer

Mio. tonkm	Skibe fordelt efter størrelse i BT					I alt
	<1000	1000-2999	3000-9999	10000-39999	>39999	
Indre Farvande og Østersø	84	493	1124	1373	3	3077
Ydre Farvande	113	445	465	3153	1781	5957
I alt	140	748	1388	2938	1783	9034

Kilde: Egne beregninger ud fra data leveret af Københavns Havn

Den største andel af transportarbejdet udgøres for de indre farvande/Østersøens vedkommende mod forventning af de større skibe. Dette skyldes for en stor dels vedkommende godstransporterne over Øresund i forbindelse med Danlink, hvor to større skibe på omkring 15.000 BT 4 gange i døgnet transporterer jernbanegods over fra Sverige til Danmark (meget lidt går den anden vej). For skibsgodstransporterne i de Ydre Farvandes vedkommende tegner de store skibe sig som forventet for broderparten af transportarbejdet.

Betragtet isoleret kunne man få det indtryk at det er en rigtig dårlig idé at transportere jernbanegods på færge fordi den reelle godsmængde, der kan medtages er beskedent. Jernbanevogne fylder og ikke kan stables. Derfor kan der ikke medtages mere en ca. een større togstamme, hvilket svarer til 1.000-1.500 tons gods ad gangen selvom det er 15.000 BT skibe, der sejles med.

7.4 Miljøbelastningen ved godstransport med skib

Når der bortses fra fragtskibe i fast rute til og fra en havn i Danmark eller i et naboland har stort set samtlige skibe, der losses eller laster gods i Københavns Havn samlet gods op i adskillige af de foregående havne, de er anløbet, og vil losse dele heraf, efterhånden som de anløber havne efter København. Et fragtskib er således i praksis sjældent tomt, men må opfattes på samme måde som lastbiler, der på landjorden udfører distributionskørsel.

Dette forhold vanskeliggør beregningen af emissioner i forbindelse med transportarbejde med skib, idet emissionsfaktorerne - som de er opgjort i tabel 4.2 - bl.a. er knyttet til skibstyper (se tabel 4.5), hvis samlede lastekapacitet er ukendt. Det er således ikke muligt umiddelbart at gennemføre en fordeling efter andele af de opgjorte emis-

⁴⁴ Der skal igen mindes om, at der ligesom for landtransporten intet vides om varens endelige bestemmelsessted. I mange tilfælde vil varer beregnet for losning i Københavns havn være lastet mange havneanløb tidligere, ligesom varer lastet i Københavns Havn kan losses i første havn, som skibet ankommer til, eller i en hvilken som helst af de følgende.

sioner ved et givent skibsanløb til Københavns Havn (efter den godsmængde skibet lossere eller laster) uden at kende skibets samlede lastekapacitet. I stedet har udgangspunktet måtte tages i det samlede antal anløb.

En indlysende svaghed ved den tilgang er netop at skibe ofte har mere end et anløb på en enkelt rute. Det trafikarbejde på hvilket grundlag luftemissionerne udregnes vil derfor systematisk være overvurderet, fordi gods til forskellige destinationer rejser et stykke vej sammen, som "uretmæssigt" tælles med flere gange.

Det er imidlertid den eneste mulighed vi har al den stund, at der ikke findes undersøgelser, som siger noget om gennemsnitslaststørrelser på forskellige destinationer.⁴⁵

På baggrund af tonsopgørelserne og oplysninger om anløb på destinationer er emissionerne blevet beregnet i overensstemmelse med den procedure, der er omtalt i kapitel 4. Resultatet fremgår af tabel 7.5, hvor emissionerne er angivet for på hhv. indre og ydre farvande.

Tabel 7.5 Emissioner ved godstransporterne med skib til og fra Københavns Havn, 1995 (opgjort i ton)

Farvand / forureningstype	NO _x	CO ₂	SO ₂	CO	HC	Partikler
Indre Farvande og Østersø	5687	292240	1000	709	221	186
Ydre Farvande	2803	115084	1340	279	87	220
I alt	8490	407324	2340	988	308	406

Kilde: Egne beregninger

Selvom transportarbejdet er stort set ens for transporterne på indre og ydre farvande viser emissionsberegningerne at niveauerne for skibstransporterne i de indre farvande og Østersøen ligger betydeligt over emissionerne afstedkommet af den internationale skibstransport undtaget hvad angår SO₂ og partikler. I emissionsberegningerne er det endda antaget at større skibe (over 3000 BT) i de indre farvande også sejler med let gasolie, bortset fra transporter til og fra Østeuropæiske destinationer. Denne overvægt skyldes formentlig som tidligere angivet den store vægt som Danlink-transporterne har i beregningerne. Det betyder, at emissionsberegningerne isoleret set falder ugunstigt ud, pga. af den ringe udnyttelse af kapaciteten - hvor megen luft så at sige transporteres med jernbanegodset (de står for omkring halvdelen af NO_x og CO₂ - emissionerne for de Indre Farvande + Østersø).

Man skal dog huske på, at der jo ikke sker omladning af gods i for-

⁴⁵ I forbindelse med det dataindsamlingsarbejde som Københavns Havn igangsatte som et led i dette projekt oparbejdedes en database, der vil kunne anvendes til at svare på netop kapacitetsudnyttelsesproblematikken mht. skibe

bindelse med. transport af jernbanegods på færge, og derved undgå emissioner i begge ender af overfarten som følge af omladningsaktiviteter.

Sammenholdes emissionerne med det transportarbejde, der præsteres, fås et udtryk for miljøeffektiviteten af de transportopgaver, der løses med skibstransporter til og fra Københavns Havn fås følgende:

Tabel 7.6 Emissionerne i forhold til. transportarbejdet med skib til og fra Københavns Havn, 1995 (opgjort i gr/tkm)

Farvand / forureningstype	mio. tkm	NO _x gr/tkm	CO ₂ gr/tkm	SO ₂ gr/tkm	CO gr/tkm	HC gr/tkm	Partikler gr/tkm
Indre Farvande og Østersø	3077	1,8	95	0,3	0,2	0,07	0,06
Ydre Farvande	5957	0,5	19,3	0,2	0,05	0,01	0,04
I alt	9034	0,9	45	0,3	0,1	0,03	0,04

Kilde: Egne beregninger

Også her kan man se hvor tydeligt Danlink-transporterne slår igennem med faktorer for NO_x og CO₂, der ligger højt (se kapitel 9), hvorimod transporten gennem Ydre Farvande ligger lavt.

Frihavnen

Et af formålene med projektet var at finde ud af omladning og feeder-transporternes betydning i forhold til. vej-skib-vej transportformen. Det har vi haft mulighed for ved at kigge specielt på transporterne ind og ud af Københavns Frihavn.

1381 anløb med bestemmelse eller oprindelse i Indre Farvande+Østersø og Ydre Farvande resulterede i følgende emissioner (tabel 7.7).

Tabel 7.7 Emissioner ved godstransporterne med skib til og fra Københavns Frihavn, 1995 (opgjort i ton)

Farvand / forureningstype	NO _x	CO ₂	SO ₂	CO	HC	Partikler
Indre Farvande og Østersø	813	35804	318	87	27	53
Ydre Farvande	1316	52351	679	127	40	111
I alt	2129	88155	997	214	67	164

Kilde: Egne beregninger

Her fremstår et mere forventeligt billede hvor transporten til og fra de Ydre Farvande bidrager med end en halv gange flere emissioner. Hvis vi sammenholder emissionerne med det transportarbejde skibene var sat til at udføre fås følgende resultater (tabel 7.8)

Tabel 7.8 Emissionerne i forhold til. transportarbejdet med skib til og fra Københavns Frihavn, 1995 (opgjort i gr/tkm)

Farvand / forureningstype	mio. tkm	NO _x gr/tkm	CO ₂ gr/tkm	SO ₂ gr/tkm	CO gr/tkm	HC gr/tkm	Partikler gr/tkm
Indre Farvande og Østersø	430	1,9	83,3	0,74	0,2	0,06	0,1
Ydre Farvande	413	3,2	126,8	1,6	0,3	0,1	0,3
I alt	841,5	2177,3	88155,4	1077,3	213,7	66,8	176,1

Kilde: Egne beregninger

Emissionsfaktorerne for det udførte transportarbejde ligger meget, meget højt, specielt for transporter i Ydre Farvande. Det kan ikke forklares med Danlink, da gods herfra ikke håndteres i Frihavnen. En væsentlig forklaring på dette fænomen skal formentlig findes netop i den fejlestimering der uvægerligt vil opstå med en forhåndsantagelse om et anløb en tur. 19 anløb fra/til Tyskland med både i kategorien over 39999 BT blev registreret med en gennemsnitslast på ikke mere end 316 tons per anløb. Det er ikke sandsynligt at et så stort skib er taget hele turen fra/til Tyskland med kun København som destination eller udgangspunkt. Det samme kan formentlig siges om 31 anløb fra/til UK med en gennemsnitslast på 225 tons i kategorien 9999-39999. Et eksempel på at man skal være uhyre varsom med at lægge for stor vægt på disse beregninger. De er her medtaget lige så meget for at anskue metodologiske muligheder og problemstillinger.

Fordeles emissionerne efter skibsstørrelse fremgår det tydeligt hvilken skibsstørrelse, der vejer tungest, jf. tabel 7.9. Igen kan man se kategorien 10000-39999 markere sig tydeligt. Det skyldes igen Danlink-transporterne som står for ca. halvdelen af NO_x og CO₂-emissionerne inden for den kategori.

Tabel 7.9 Emissioner fra godstransport med skib til og fra Københavns Havn fordelt efter skibsstørrelse (ton)

BT	NO _x i tons	CO ₂ i tons	SO ₂ i tons	CO i tons	HC i tons	Part. i tons
<1000	103	5638	7	14	4	2
1000-2999	632	34766	44	84	26	11
3000-9999	2144	85307	1104	207	65	180
10000-39999	5165	264089	946	640	200	174
>39999	447	17525	237	42	13	39
Total	8490	407324	2339	987	309	405

Kilde: Egne beregninger

Det mest interessante i den sammenhæng er hvor miljøeffektive de forskellige kategorier af skibstyper er i forhold til. det transportarbejde de er sat til at udføre. Her kan vi bruge oplysningerne fra tabel 7.4. Herved får vi gram pr. tonkm:

Tabel 7.10 Emitteret stof per tonkm for 5 forskellige skibsstørrelser i transport til og fra Københavns Havn, 1995

BT	NO _x g/tkm	CO ₂ g/tkm	SO ₂ g/tkm	CO g/tkm	HC g/tkm	Part. g/tkm
<1000	0,73	40,27	0,05	0,10	0,03	0,01
1000-2999	0,85	46,48	0,06	0,11	0,04	0,01
3000-9999	1,54	61,46	0,80	0,15	0,05	0,13
10000-39999	1,76	89,89	0,32	0,22	0,07	0,06
>39999	0,25	9,83	0,13	0,02	0,01	0,02
Gennemsnit	0,94	45,09	0,26	0,11	0,03	0,04

Kilde: Egne beregninger

Her kan man se er der tilsyneladende er en tendens til at jo større skibene er jo mere udleder de i forhold til. det transportarbejde de udfører. Her er det angiveligt først og fremmest brændstoffypen som er afgørende for emissionsniveauerne og så formentlig den systematiske fejkalkulation, der ligger indbygget i antagelsen om et anløb en tur. Formentlig er det sådan at jo større skibe, der er tale om jo mere sandsynligt er det at de gør flere stop undervejs, men det er det altså endnu ikke muligt at indkalkulere. De større skibe bliver med andre ord diskvalificerede.

7.5 Miljøbelastningen ved omladning mellem skib og lastbil

Hvad angår miljøbelastningen ved omladning af gods mellem skib og bil kan der på baggrund af opgørelserne over emissionsforholdene i tabel 4.6 og ud fra godsomsætningen i Københavns Frihavn⁴⁶ udregnes det totale emissionsniveau for selve godshåndteringen, jf. tabel 7.11.

Tabel 7.11 Emissioner 1995 ved omladning af gods mellem skib og lastbil i Københavns Frihavn

	NO _x	HC	CO	Part	CO ₂	S
Tons	14,2	1,2	3,1	1,0	499	0,3

Kilde: Egne beregninger ud fra tabel 4.6 og tabel 7.1

Det er dog ikke helt problemløst at overføre de svenske erfaringer - som tabel 4.6 som nævnt er baseret på - til Danmark. Problemerne bunder i, at en del af det benyttede håndteringsmateriel i Sverige formentlig er eldrevet. I Sverige kommer størstedelen af elforsyningen fra vandkraft eller atomkraft, som har helt andre miljøproblemer

⁴⁶ Der medtages her kun gods omlastet ifm. håndtering på Frihavnen, fordi det er her størstedelen af godsmængderne, der omlastes til lastbil finder sted. Som omtalt tidligere passerer det meste gods igennem Københavns Havn uden at blive omlastet.

end det dieseldrevne materiel som hovedsageligt anvendes i Københavns Havn.

“Miljøsamarbejdet i Århus” har for Miljøstyrelsen belyst emissionsforholdene for sådanne såkaldte "non-road" køretøjer, herunder de tunge læsetrucks, der er omtalt i tabel 7.12.

Tabel 7.12 Emissionsfaktorer for tunge dieseldrevne læsetrucks

Emissionsfaktor	g/kWh
CO ₂	770
SO ₂	1,0
NO _x	15,0
Partikler	1,0
HC	1,0
CO	3,0

Kilde: Miljøsamarbejdet i Århus

Frihavnens Stevedorebrug har i 1995 anvendt 610.000 liter brændstof. Ved at omregne kWh produktionen per liter anvendte brændstof for disse køretøjer kan emissionerne udregnes. Effekten per anvendt liter diesel ligger for tunge trucks omkring 8,4 kWh/l. Hermed produceredes der i alt i 1995 5.124.456 kWh ved anvendelse af 610.000 liter diesel. Dette giver følgende emissioner til luften:

Tabel 7.13 Emissioner ved omladning af gods i Københavns Havn, 1995

	Emissioner / tons
CO ₂	3945
SO ₂	5,1
NO _x	76,9
Partikler	5,1
HC	5,1
CO	15,4

Kilde: Egne beregninger ud fra oplysninger fra Københavns Frihavn A/S

Sammenholder resultatet med godsomsætningen på frihavnen kan emissionsfaktorerne for godsomladning i Københavns Havn udregnes. Herved fås følgende:

Tabel 7.14 Emissionsfaktorer udtrykt i gram per ton gods håndteret i Københavns Frihavn i 1995

CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
gram	gram	gram	gram	gram	gram
10,5	3,5	52,4	3,5	2689	3,5

Kilde: Egne beregninger ud fra oplysninger fra Københavns Frihavn A/S

8 Godstransportarbejdet med lastbil i Hovedstadsregionen

8.1 De analyserede godsstrømme

En af hovedambitionerne med projektet var at få et mere detaljeret billede af udledningerne fra godstransporter inden for regionen som havde mål eller oprindelse uden for regionen. For at opnå dette anvendtes en trafikmodel som kunne modellere og fordele godstransporterne på vejtyper. Hermed kunne de hastighedsgraderede miljøfaktorer, som indgår i COWIconsult's brugermodel, den såkaldte TEMA - model, anvendes.

Flere trafikmodeller har i den forbindelse været overvejet benyttet, herunder Trafikministeriets landstrafikmodel og - først og fremmest - den trafikmodel for Hovedstadsregionen, som p.t. administreres af Anders Nyvig A/S på vegne af en række overvejende offentlige interessenter.

De snævre økonomiske og især tidsmæssige rammer for projektet lod sig imidlertid ikke forene med arbejdsgangen her. Det viste sig derimod muligt at benytte en tidligere version af Nyvig-modellen, der er videreudviklet af civilingeniør Otto Anker Nielsen, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), og som kunne leve op til de stillede krav.

Den benyttede model er - i lighed med de øvrige danske trafikmodeller - primært opbygget med henblik på analyser af persontrafikken. Det har nødvendiggjort en række justeringer, som der er redegjort nærmere for i bilag 4. Her gives også en gennemgang af nogle vigtige modelkarakteristika, såvel som af hovedtrækkene ved den benyttede fremgangsmåde, og af de opnåede resultater.

I modellen beregnes rutevalget mellem en port og den angivne kommune som en stokastisk proces, der tager højde for, at chauffører af mange forskellige saglige og personlige grunde erfaringsvis vælger forskellige ruter mellem to punkter, bl.a. afhængig af tidspunkt på dagen, ugen og året.

Modellen indeholder forlods oplysninger om samtlige vejstykker i Hovedstadsregionen med angivelse af vejtype, vejstykkets længde og gennemsnitlig hastighed for vejbenyttelsen. Da de nævnte ruter består af en større eller mindre mængde sådanne vejstykker, kan godstransportens samlede gennemsnitlige afstand mellem en port og enhver kommune beregnes. Denne afstand vil være større end den minimale afstand. Modellen kan også beregne mængden af gods, der fra eller til en given port passerer bestemte vejtyper.

For ikke at få et alt for uoverskuelige matrixer at arbejde med var det nødvendigt at begrænse antallet af porte igennem hvilke transporterne fordelte sig i regionen. For transporter mellem Hovedstadsregionen og kommuner i Storstrøms amt eller til (hhv. fra eller gennem) Tyskland er Sydmotorvejens krydsning af regionsgrænsen således

angivet som "porten", medens Holbækmotorvejens krydsning af regionsgrænsen er "porten" for transport til Nordjylland og Viborg Amter. Tilsvarende er Helsingør "porten" for transporter mellem Hovedstadsregionen og Norge eller Sverige, Kvæsthusbroen er "porten" for transporter til og fra Bornholm, og Korsørmotorvejens krydsning af grænsen til Hovedstadsregionen er "port" for transporter til det øvrige Danmark.

Gods med lastbil

Langt det største godstransportarbejde med lastbil foregår over relativt korte afstande, dvs. internt i Hovedstadsregionen. I 1995 var der tale om 820 mio. tonkm. Dette betydelige lokale transportarbejde indgår ikke i projektet, jf. kapitel 1.

Derimod indgår de regionsinterne godstransporter i forbindelse med såvel det internationale som det nationale godstransportarbejde med lastbil til og fra Hovedstadsregionen. Som led i projektet er Danmarks Statistiks tællinger af dette godstransportarbejde blevet bragt på en form, der muliggør en samlet opgørelse heraf. Opgørelsen omfatter godsstrømmen mellem den kommune i Hovedstadsregionen, hvortil godset skal eller hvorfra det kommer, og Hovedstadsregionens ydre grænse.

På baggrund af modelberegninger har transportarbejdet inden for hovedstadsområdet kunnet beregnes. Af resultatet fremgår bl.a. at den del af de internationale transporter, der foregik inden for Hovedstadsregionen udgjorde 118 mio. tonkm. Det svarer til godt 8% af det internationale godstransportarbejde der går til eller fra regionen. Den del af de nationale transporter, der foregik inden for Hovedstadsregionen udgjorde 723 mio. tonkm. Det totale nationale transportarbejde med relation til regionen udgjorde i 1995 1284 mio. tkm. Med andre ord foregik over 56% af transportarbejdet inden for Hovedstadsregionen. Det skyldes den store andel af det nationale gods, som kommer fra tilstødende amter (omkring 3/4 af tonsmængderne kommer fra Vestsjællands og Storstrøms Amter), altså korte transporter, hvor en stor del af transportarbejdet udføres inden for Hovedstadsregionens grænser.

I alt produceredes et transportarbejde inden for Hovedstadsregionen på 1.699 mio. tkm (inklusive den transport som havde udgangspunkt og endemål i regionen), hvilket svarer til godt 18% af det samlede nationale transportarbejde på 9.325 mio. tkm i 1995.

Gods med skib

For gods ankommet med skib er Københavns Havn (og dens enkelte havneområder) den relevante "port". Lastbiltransport mellem kunden i Hovedstadsregionen og havnen må anses for en nødvendig - om end ofte overset - landværts del af skibstransporten. Ud fra projektets problemstilling er det anset for vigtigt, at kunne give en belysning af omfanget af denne landværts følgetransport. Den kaldes også feedertransport.

Noget af transportarbejdet til og fra Københavns Havn indfanges som nævnt af Danmarks Statistiks tællinger - nemlig færgegodset med lastbil - og er derfor allerede medtaget i opgørelserne over

godstransportarbejdet med lastbil, som omtalt i det foregående afsnit. Andet transportarbejde til og fra havnen ligger udenfor projektets rammer. Det drejer sig dels om godset, der transporteres på jernbanevogne til og fra Danlink-færgerne til Helsingborg, og dels om godset, der transporteres i rørledning fra Østhavnen (Prøvestenen). Endelig foregår nogen transport ad søvejen bl.a. til områdets kraft-/varmeværker.

Af det gods, der losses og lastes i Københavns Havn er det således kun en vis del, der skal viderebefordres med lastbil til og fra kunderne, jf. tabel 7.2 .

For nærmere at belyse hvorfra hhv. hvortil i Hovedstadsregionen, den landværts del af skibstrafikken er bestemt er der som led i projektet gennemført en serie stopinterviews, hvor førerne af lastbiler til og fra havnen blev udspurgt om deres last og bestemmelsessted hhv. afgangssted. Stopinterviewene blev gennemført af studenter anset ved projektet for samtlige ud- og indgående lastbiler ved Københavns Frihavns hovedport i Sundkrogsgade i en 7-dages periode fra 10. - 16. april 1996 fra kl. 06.00 til 18.00. Den pågældende tællingsuge blev af personalet ved Københavns Havn anset for værende ret normal, men nogen analyse af godsfordelingen over året har ikke været gennemført⁴⁷.

Det opregnede resultat fra stoptællingen er blevet anvendt til at illustrere de landbaserede feeder-transporters del af den skibsbaserede transportkæde (vej-skib-vej). Mere formelt udtrykt er der etableret en port i Hovedstadsregionen beliggende i Sundkrogsgade på Østerbro i København.

De samlede godsstrømme på lastbil ind og ud af Hovedstadsregionen fra de således identificerede porte er vist i tabel 8.1. Tabellen opgør transportmængden (i 1000 tons) fra hver port til/fra en kommune i Hovedstadsregionen.

Da oplandet for Københavns Havn er lidt større end Hovedstadsregionen optræder en vis mængde losset eller lastet gods i transit gennem regionen. Denne godsstrøm udgør i alt 227.000 ton hvoraf en lille del (6.000 ton) transporteres med lastbil til Sverige via Helsingør. I tabel 8.1 er derfor etableret to særlige 'kommuner' (angivet øverst i tabellens kommuneliste) til opfangning af denne havnerelaterede transitgodsstrøm.

⁴⁷ En opregning af de oplyste transporterede godsmængder til en 50 ugers periode giver en samlet transportmængde på 1.104 mio. ton mod den forventede mængde på 1.467 mio. ton (jf. tabel 7.2). Forskellen kan skyldes at tællingsugen ikke var repræsentativ, eller - måske snarere - at noget gods efter en kortere eller længere tids oplagring og evt. videreforarbejdning i Frihavnen udskibes igen, og derfor aldrig passerer havnens ydre grænse med lastbil. Ikke mindst placeringen af UNICEFs centrallager i Frihavnen må her antages at have betydning, men nogen nærmere undersøgelse af forholdet er ikke foretaget.

Tabel 8.1 Gods i 1000 ton til og fra kommuner i Hovedstadsregionen

KOMMUNER	Stor- strøms Amt	Viborg og Nordjylla nd	Born- holm	Øvrige Danmark	Øvrigt Udland	Norge og Sverige	Til og fra Kbh's Havn	I alt
Østpå/ fra	0	0	0	0	0	0	6	6
Vestpå/fra	0	0	0	0	0	0	221	221
Kbh. + Frb.	546	116	5	2002	508	404	255	3836
Ballerup	173	37	2	633	20	24	20	908
Brøndby	100	21	1	367	28	92	42	651
Dragør	1	0	0	4	0	4	5	14
Gentofte	57	12	1	210	4	0	19	303
Gladsaxe	226	48	2	830	8	8	11	1133
Glostrup	41	9	0	150	40	76	47	363
Herlev	80	17	1	294	24	16	16	447
Albertslund	75	16	1	274	8	0	11	385
Hvidovre	114	24	1	418	36	20	39	651
Høje Tåstrup	91	19	1	334	40	36	15	536
Ledøje-Smørum	1	0	0	4	0	4	2	11
Lyngby-Tårnbæk	29	6	0	108	4	4	9	160
Rødovre	46	10	0	167	0	4	17	244
Søllerød	82	17	1	302	0	0	3	406
Ishøj	19	4	0	68	20	8	17	136
Tårnby	20	4	0	74	56	0	24	179
Vallensbæk	15	3	0	55	4	12	28	117
Værløse	26	6	0	96	12	0	0	141
Allerød	49	10	0	181	32	4	5	283
Birkerød	21	4	0	78	8	0	7	119
Farum	27	6	0	100	8	0	3	145
Fredensborg- Humlebæk	17	4	0	64	12	0	8	105
Frederikssund	36	8	0	131	36	8	50	269
Frederiksværk	54	11	1	198	12	28	0	303
Græsted-Gilleleje	9	2	0	31	44	4	4	94
Helsingø	22	5	0	80	44	8	3	162
Helsingør	75	16	1	276	0	28	15	411
Hillerød	20	4	0	73	4	0	4	105
Hundested	11	2	0	40	0	16	3	72
Hørsholm	19	4	0	71	0	0	1	95
Jægerspris	4	1	0	13	0	0	1	18
Karlebo	21	4	0	78	0	0	2	105
Skibby	2	0	0	9	0	0	1	12
Skævinge	11	2	0	39	8	0	0	61
Slangerup	11	2	0	40	0	0	0	54
Stenløse	11	2	0	40	0	0	2	55
Ølstykke	14	3	0	50	0	0	4	71
Bramsnæs	3	1	0	11	0	0	0	15
Greve	27	6	0	100	104	40	17	294
Gundsø	2	0	0	8	0	0	1	11
Hvalsø	1	0	0	5	0	0	0	6
Køge	108	23	1	396	76	68	84	756
Lejre	3	1	0	13	0	8	11	36
Ramsø	12	2	0	42	4	0	5	66
Roskilde	71	15	1	262	28	44	65	486
Skovbo	23	5	0	86	20	0	1	135
Solrød	9	2	0	32	0	0	0	43
Vallø	10	2	0	38	4	4	0	58
Total	2446	518	24	8972	1256	972	1104	15292

Kilde: Specialkørsel fra Danmarks Statistik, data leveret af Københavns Havn samt opregnede data fra gennemførte stopinterviews.

For beregning af de totale emissioner i forbindelse med de regionsinterne dele af de regionseksterne transporter er oplysningerne i tabel 8.1 benyttet som input i den valgte trafikmodel for Hovedstadsregionen.

8.2 Luftemissionerne ved godstransportarbejdet i Hovedstadsregionen

Modelopbygningen med vejstykker giver mulighed for at anvende de hastighedsdifferentierede emissionsfaktorer som er omtalt i kapitel 3.3, og dermed opnå et mere præcist billede af miljøbelastningen inden for selve Hovedstadsområdet.

For den nationale del af godstransporterne inden for Hovedstadsområdet (inklusive den regionsinterne godstransport, der kommer fra/til Havnen (feeder-transporterne og Bornholmstrafikken) er de samme beregningsforudsætninger anvendt hvad angår lastbilkategori og gennemsnitlig laststørrelse som beskrevet i kapitel 6 for den vejbaserede godstrafiks vedkommende.

Resultatet af beregningen fremgår af tabel 8.2.

Tabel 8.2 Emissioner ved godstransport 1995 internt i Hovedstadsregionen fordelt på afgang- og ankomstregion

	NO _x i ton	CO ₂ i ton	SO ₂ i ton	CO i ton	HC i ton	Partikler i ton
National	1212	64186	21	84	215	286
International	88	7936	4	5	2	2
Feeder	60	3199	1	4	10	12
I alt	1360	75321	26	93	227	289

Kilde: Egne beregninger

Ligesom for skibstransporterne vedkommende kan vi få et mål for hvor miljøeffektive transporterne er blevet udført ved at sammenholde emissionerne med det præsterede transportarbejde.

Tabel 8.3 Emmitteret stof per tonkm for 3 forskellige typer inden for Hovedstadsområdet, 1995

	No _x g/tkm	CO ₂ g/tkm	SO ₂ g/tkm	CO g/tkm	HC/tkm	Partikler g/tkm
National	1,7	88,8	0,03	0,12	0,30	0,40
International	0,7	67,3	0,03	0,04	0,02	0,02
Havn	1,6	84,2	0,03	0,11	0,26	0,32

Kilde: Egne beregninger

Der er sådan set ikke overraskelser i disse tal. Godstransporter ad vej til og fra destinationer i Danmark har den dårligste score pga. af lavere gennemsnitslaster og ældre køretøjer end transporter af international oprindelse eller bestemmelse.

Hvis man ser på fordelingen af godstransporterne på Hovedstadsregionens vejnet, således som den er angivet i tabel 8.4, kan man se at godstransporter som går til og fra havneområderne har en helt anden fordeling end transporter ad landjorden fra det øvrige land og udlandet.

Tabel 8.4 Fordeling i % af emissioner på vejtyper i Hovedstadsområdet efter godstransporternes oprindelse/bestemmelse i 1995

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Storstrøms Amt***</i>	Byvej	8	6	6	3	7	7
	Landevej	7	7	7	7	7	7
	Motorvej**	85	87	87	91	86	86
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Nordjylland</i>	Byvej	11	8	9	4	10	10
	Landevej	10	10	10	10	10	10
	Motorvej	78	81	81	86	80	80
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Syddjylland</i>	Byvej	8	6	6	3	7	7
	Landevej	14	13	13	12	13	13
	Motorvej	78	81	81	86	80	80
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Bornholm</i>	Byvej	56	43	48	24	50	50
	Landevej	4	5	5	7	5	5
	Motorvej	40	51	47	70	45	46
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Havn</i>	Byvej	31	21	24	10	26	26
	Landevej	6	6	6	6	6	6
	Motorvej	64	73	70	84	68	68
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Tyskland</i>	Byvej	7	6	6	6	5	5
	Landevej	9	9	9	9	9	9
	Motorvej	84	85	85	85	86	86
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Sverige</i>	Byvej	20	19	18	19	16	16
	Landevej	9	9	9	9	9	9
	Motorvej	71	72	74	73	75	75
	Total	100	100	100	100	100	100

	Vejtype*	CO	HC	NO _x	Partikler	CO ₂	SO ₂
<i>Total</i>	Byvej	9	6	7	3	8	8
	Landevej	11	11	11	10	11	11
	Motorvej	79	82	81	87	81	81
	Total	100	100	100	100	100	100

Kilde: Egne beregninger

* Opdelingen refererer ikke som i tilfældet med vejtransporter uden for regionen til gennemsnitshastigheder, men til de officielle vejklassificeringer som er indlagt i den anvendte trafikmodel.

** inkluderer også motortrafikveje.

*** Svarer til porte i trafikmodellen, ikke nødvendigvis oprindelse hhv. bestemmelse.

Feeder-transporterne til og fra havnearealerne går i højere grad gennem bymæssig bebyggelse end vejgodstransport, som forsyner/eller afgår fra kunder i industriområderne uden for bykernerne i det stor-københavnske område. Det har betydning for den øvrige miljømæssige belastning af lokalområderne (se kapitel 5), som vi desværre ikke har haft ressourcer eller mulighed for at belyse.

9 Miljøbelastningen ved godstransportarbejdet til og fra Hovedstadsregionen

9.1 Det samlede godstransportarbejde

Ud fra opgørelserne i kapitel 6, 7 og 8 kan det samlede eksterne godstransportarbejde for Hovedstadsregionen - inkl. de regionsterne dele heraf - opgøres til 11.909 mio. tonkm i 1995, og af disse udgjorde godstransportarbejdet med skib, i alt ca. 76% jf. tabel 9.1.

Tabel 9.1 Transportarbejdet i 1995 mellem lokaliteter i Hovedstadsregionen og omverdenen fordelt efter den benyttede transportform

Transportform	Mio. tonkm
National vejgodstransport	1283
Internat. vejgodstransport	1516
Feeder transport*	76
<i>Total vejgodstransport</i>	<i>2875</i>
Indre farvande + Østersøen	3077
Ydre Farvande	5957
Heraf Frihavn	843
<i>Total skibstransport</i>	<i>9034</i>
<i>Total vej-skib-vej transport</i>	<i>919</i>
I alt	11909

Kilde: Egne beregninger

* Feeder-transporterne er talt 2 gange i det det antages, at der finder en tilsvarende feeder-transport sted i den anden ende.

Ligesom tidligere udskilles den vej-skib-vej baserede transport som har Københavns Frihavn som gennemgangspunkt. Den udgør mindre 8% af det samlede præsterede eksternt relaterede transportarbejde.

9.2 Miljøbelastningen

De samlede luftemissioner i 1995 ved transportarbejdet er opgjort i tabel 9.2

Tabel 9.2 Emissioner ved godstransport til og fra Hovedstadsregionen i 1995

	NO _x i tons	% af total	CO ₂ i tons	% af total	SO ₂ i tons	% af total
National vejgodstransport	2305	19	123830	19	40	2
Internat. vejgodstransport	1182	10	105433	16	46	2
Feeder-transport*	120	1	6398	1	2	0
I alt vejtransport	3607	30	235661	37	88	4
Indre farvande + Østersøen	5481	46	280661	44	992	41
Ydre farvande	2803	23	115084	18	1340	55
Heraf Frihavn	2129		88156		997	
Omladning	154	1	7890	1	10	0
I alt skibstransport	8437	70	403635	63	2342	96
Vej-skib-vej (Frihavn)	2403		102444		1009	
Total	12044	100	639296	100	2430	100

	CO i tons	% af total	HC i tons	% af total	Part. i tons	% af total
National vejgodstransport	174	14	380	51	353	50
Internat. vejgodstransport	69	6	31	4	20	3
Feeder-transport	8	1	20	3	24	3
I alt vejtransport alene	251	20	431	58	397	56
Indre farvande + Østersøen	680	55	213	29	183	26
Ydre farvande	279	23	87	12	220	31
Heraf Frihavn	214		67		164	
Omladning	30	2	10	1	10	1
I alt skibstransport	989	80	310	42	313	44
Vej-skib-vej (Frihavn)	252		97		198	
Total	1240	100	741	100	710	100

Kilde: Egne beregninger

* De beregnede emissioner ved godshåndteringen i havnen (jf. kapitel 4.7 & 7.5) og feeder-transporterne med lastbil til og fra Københavns Havn er multipliceret med 2 for at tage højde for, at der foretages tilsvarende landværtstransporter i afsender eller modtagerregionen. Dette gælder også for godshåndteringen omtalt i kapitel 4.7.

Det fremgår af tabel 9.2, at skibsgodstransporterne står for størstedelen af luftemissionerne, specielt hvad angår SO₂, med en faktor 26, og for NO_x og CO₂ er det næsten dobbelt så meget. Men som antydnet

tidligere er der en brist i datakvaliteten som kan henføres til den manglende viden om skibenes gennemsnitslaster. Det påvirker resultaterne i udtalt grad. Hvor vi på rimelig sikker grund hvad angår lastbiltransporterne er det straks en betydeligt mere speget affære på skibstransportens område. Med et stort datasæt som det for Havnens trafik som sådan bias til en vis grad, men går vi ned og ser på transporterne på de enkelte havneafsnit som det var ambitionen mht. Frihavnstransporterne så ser det anderledes ud

En af vores ambitioner var at kunne finde frem til betydningen af omladning og feeder-transporterne for emissionsbidraget fra vej-skib-vej transportformen. Man må sige at her er bias i beregningerne af skibstransportdelen er så stor at det er vanskeligt at sige noget fornuftigt om den reelle miljøbelastning. Hvis beregningerne ligger en faktor 2-3 for højt, hvad der ikke er utænkeligt, så udgør omladning og feeder-transporterne 10-20% af vej-skib-vej transporterne - afhængig selvfølgelig af distancen der sejles, og altså ikke en ubetydelig del.

Hvis vi sammenholder lastbiltransporternes og skibenes emissioner med det transportarbejde de præsterede i 1995 får vi et mål for deres miljøeffektivitet i forhold til. de transportopgaver de var sat til at løse

I tabel 9.3 er de specifikke emissionsfaktorer for lastbil- og skibstransport angivet. Det skal understreges at de er specifikke og kan ikke anvendes som emissionsfaktorer i andre sammenhænge. Her henvises til kapitel 3 og 4.

Tabel 9.3 Luftemissionsomfang ved godstransport til og fra Hovedstadsregionen i 1995, opgjort på transportformer efter disses faktiske transportarbejde.

	NOx i g/tkm	CO2 i g/tkm	SO2 i g/tkm	CO i g/tkm	HC i g/tkm	Part. i g/tkm
National vejgodstransport	1,80	96,5	0,03	0,14	0,30	0,28
Internat. vejgodstransport	0,78	69,5	0,03	0,05	0,25	0,03
Skibstransport i gns.	0,94	45,1	0,26	0,11	0,03	0,04

Kilde: Egne beregninger

Som man kan se slipper tilsyneladende skibstransporten overraskende dårligt fra en sammenligning, men det skyldes formodentligt de upræcise data hvad angår skibenes gennemsnitslast. Hvorfor så anvende den fremgangsmåde som er blevet præsenteret her i rapporten? Fordi det vil være den bedste måde at gøre det på fremover, og fordi den svarer til hvad man gør mht. de andre transportmåder.

Derfor er det nødvendigt, hvis der i fremtiden skal laves estimater på godsskibstransporterne af den karakter som det er afprøvet i denne rapport, at anløb, laststørrelse, kapacitetsudnyttelse og skibstype kan føres sammen i beregningerne. Det er ikke nogen umulig opgave, og

kunne have været gjort i forbindelse med. dette projekt hvis ellers tilstrækkelige ressourcer havde været til rådighed (penge men især tidsmæssige), fordi data rent faktisk findes. Med bedre data i hånden er det sandsynligt at skibstransportens miljøvenlighed kan dokumenteres.

Det skal understreges, at disse opgørelser kan ikke anvendes til at sammenligne hvilken af de to transportformer: vej alene eller den kombinerede vej-skib-vej løsninger er den miljømæssigt bedste i forhold til en given transportopgave. De to transportformer servicerer to meget forskellige segmenter af transportmarkedet. Sammenligninger af den type kan kun foretages ved at undersøge de to transportformers løsning af en konkret opgave og de miljømæssige konsekvenser den medfører. Lad det være helt klart!

Derimod kan man godt sammenligne hvor gode de to transportformer er miljømæssigt set til at løse de transportopgaver de anvendes til, og der er ingen tvivl om at især lastbiltransporterne taget for sig forbedrer sig kraftigt i disse år hvad emissioner til luften angår. De lokale øvrige miljøproblemer bliver derimod ikke løst ad bilteknologisk vej. Her må langsigtet byplanlægning træde til, men det er en helt anden historie.

Hvad skibstransportens miljøvenlighed angår har den altså endnu et dokumentationsproblem, og der er ingen tvivl om at den vil få stadig skarper konkurrence fra lastbiltransporten også på miljøområdet, hvis ikke skibstransportens fortalere og aktører forholder sig mere aktivt til dette område fremover. Københavns Havn har taget et vigtigt skridt i den retning.

Man kunne starte med at beskatte svær fuelolie internationalt således at let gasolie blev prismæssigt at foretrække. Det ville med et slag reducere SO₂ udledningerne til et 10-15 gange lavere niveau.

10 Referencer

Alexandersson et al. (1991): Sjöfartens utsläpp av avgasser. TFB-rapport 1991:18. Stockholm.

Anders Nyvig (1991): Modelanvendelse og resultater. Bind 2 af arbejdsnotat nr. 8. Udvalget om Hovedstadsområdet trafikinvesteringer. København.

Buchanan, C.: Traffic in Towns. Her Majesty's Stationary Office, 1963, London

COWIconsult (1988): Dansk transport 2010: Energiforbrug og miljøforhold. Sammenfattende rapport. København.

COWIconsult (1989): Dansk transport 2010: tillæg om lokale energi- og miljøeffekter. København.

COWIconsult (1991): Dansk transport 2010. Opdatering. København.

COWIconsult (1995): TEMA - En brugermodel for transporters emissioner. København.

Danmarks Statistik (1995a): Emissioner fra vejtrafik 1993. Statistiske efterretninger. Miljø, vol 1995:5. København.

Danmarks Statistik (1995b): Emissioner fra kraftværkerne 1976-1994. Statistiske Efterretninger. Miljø, vol 1995:7. København.

Danmarks Statistik (1995c): Transportstatistik 95. København.

Danmarks Statistik (1995d): International godstransport med dansk lastbil 1993-94. Statistiske efterretninger. Samfærdsel og turisme. vol. 1995:36. København

Danmarks Statistik (1995e): National godstransport med lastbiler 1994. Statistiske efterretninger. Samfærdsel og turisme. vol. 1995:16. København

Demker, G. et al (1994): Miljøeffekter av transportmedelvalg för Godstranporter. KFB rapport 1994:6

DK-teknik (1995): Emissioner fra skibe i danske farvande. Rapport udarbejdet for Miljøstyrelsen. København.

DTI Emballage- & Transportinstituttet (1995): Reduktion af emballagevolumet. København.

Erhvervsministeriet (1995): De danske skibsværfters internationale konkurrenceevne. København.

Erhvervsministeriet (1996): Dialog med transport. Baggrundsanalyse. Oplevede barrierer for multimodal transport. København.

- Fenger, J. & P. Laut (1989): Drivhuseffekten. Global luftforurening og klimaændringer. Fiskers Forlag. København.
- Greenpeace (1992): Dead end road. Klimaschutz im Europäischen Güterverkehr. Ein Greenpeace Szenario. EURES, Freiburg (D).
- Industriministeriet (1991): Det blå Danmark. København.
- Industriministeriet (1991): En fremtid for coasteren. Rapport fra Coasterudvalget. København.
- Industriministeriet (1993): Transportpolitikken i erhvervspolitisk belysning. København.
- Jørgensen, Kaj (1993): Transportation of groceries in Denmark - energy and environmental impacts. Conference paper. DTU - bygning 309c, København.
- Jørgensen, Kaj (1996): Notat om vare- og lastbilers andel af køretøjsbestand, trafikarbejde, transportarbejde, brændstofforbrug og emissioner for 1992. Endnu ikke offentliggjort. DTU - bygning 309c, København.
- Krørup, N. (1986): Transport af varer og gods - ideer og muligheder. RETOP 7. DTI, Emballage- & Transportinstituttet. København.
- Kristensen, Allan (1983): Sejladsdistancer. Borgen, København.
- Københavns Belysningsvæsen (1996): Miljøberetning 1995. Baggrundsrapport til PLAN95.
- Københavns Belysningsvæsen (1996): Årsberetning '95 - og miljøregnskab for kraftvarmeværkerne.
- Københavns Havn (1995): Beretning og regnskab 1994. København.
- Københavns Magistrat (1996): Forslag til trafik- og miljøplan for København. København.
- Lydteknisk Institut (1987): Støj fra tunge køretøjer. Muligheder for begrænsning. Teknisk Rapport. København.
- MAN B&W Diesel (1994): Two-stroke MC Engines. København.
- MAN B&W Diesel (1996): Two-stroke Engines MC Programme 1996. København.
- Miljøministeriet (1984a): Arbejdsnotat 1: Trafikbarrierer. København.
- Miljøministeriet (1984b): Arbejdsnotat 2: Indgreb i natur- og kulturområder. København.
- Miljøministeriet (1984c): Arbejdsnotat 3: Visuel forurening. København.
- Miljøministeriet (1984d): Arbejdsnotat 4: Ulykkesrisiko. København.
- Miljøministeriet (1984e): Arbejdsnotat 5: Utryghed. København.

Miljøministeriet (1984f): Arbejdsnotat 6: Støj. København.

Miljøministeriet (1985): Vejen og miljøet - om vejes miljøkonsekvenser. København.

Miljøministeriet (1992): Miljø og trafik i kommuneplanlægningen. København.

Miljøsamarbejdet i Århus (?): Emission fra Landbrugsmaskiner og entreprenørmateriel. Miljøstyrelsen, København.

Miljøstyrelsen (1984): Trafikstøj i boligområder. Vejledning fra Miljøstyrelsen. København.

Miljøstyrelsen (1993): Transport and the Environment. A background paper prepared for the informal meeting of the European Community Ministers responsible for the Environment. Miljøministeriet. København.

Miljøstyrelsen (1996): Belysning af de miljømæssige fordele ved coastertransport frem for landtransport. Arbejdsrapport nr. 13 1996. København.

NEA transport research and training (1992): The transport of goods by road and its environment in the Europe of tomorrow. Complete original version. Rijswijk (NL).

Naturvårdsverket (1990): Miljökrav på tunga vägfordon. Rapport 3757. Solna (S).

Nordisk Ministerråd (1992): Nordisk trafikk og miljø. Nord 1992:28. København.

Nordisk Vegteknisk Forbund (1984): Veggen som barriere for fotgjengere. Metodebeskrivelser. Rapport nr. 4. Oslo.

Ogden, K.W. (1992): Urban Goods Movement. A Guide to Policy and Planning. Ashgate, Aldershot (GB).

Samaras, Z & K.-H. Zierock (1992): Assessment of the effect in EC member states of the implementation of policy measures for CO₂ reduction in the transport sector. Final Report. EC-Study contract B/91/4-3046/15367. Commission of the European Communities, Bruxelles.

Scania: Kør grønt og spar miljøomkostninger. Informationshæfte. København.

Scania: Om brændstoføkonomi. Informationshæfte. København.

Statens Vegvesen (1983): Nordisk beregningsmetode for vegtrafikstøj. Håndbok - 064. Oslo.

Søfartsstyrelsen (1994): Ulykker til søs. København.

Trafikministeriet (1995): Transportsektorens miljøbelastning. København.

- Trafikministeriet (1996): Regeringens handlingsplan for reduktion af transportsektorens CO₂-udslip. København.
- Transportøkonomisk Institut (1982): Trafikksikkerhåndbok. Oslo.
- Transportrådet (1994): EU's søtransportpolitik - og international nærsøfart/færgedrift via danske trafikhavne. Notat nr. 94 - 04. København.
- Varming, Michael: Barriereeffekt, resultater fra en interviewundersøgelse af 530 børns skoleveje i Aalborg. SBI-notat 98, Hørsholm
- Vegdirektoratet (1991): Veileder om konsekvensanalyser i transportplanarbejdet. Oslo.
- Vejdirektoratet (1989): Støjensyn ved nye vejanlæg. Rapport fra arbejdsgruppe 2.31. Vejregeludvalget. København.
- Vejdirektoratet (1991): Beregningsmodel for vejtrafikstøj. København.
- Vejdirektoratet: Kort over broklasser på overordnet vejnet for tunge transporter.
- Vejdirektoratet (1992): Det visuelle miljø. Hæfte 10 i serien Byernes trafikarealer. København.
- Vejdirektoratet (1994): Tal om vejtrafik. København.
- Vejdirektoratet (1994): Trafikøkonomiske enhedspriser 1992. København.
- Vejdirektoratet (1996): Trafikrapport 1994. Trafikstrømme på hovedlandeveje og landeveje. Rapport nr. 30 1996. København.
- Väg- och Trafikinstitutet (1990): Vägtrafikens miljöeffekter. Ett kunskapsunderlag om mål, orsaker och åtgärder. Linköping.
- Wismann, Tom (1996): Emissioner fra skibe i danske farvande. dk-Teknik. Endnu ikke offentliggjort. Miljøstyrelsen, København.
- Zürich City Planning Office (1992): Goods Transport 1992. Zürich.

BILAG

Bilag I - Medvirkende ved projektet

Assisterende projektmedarbejdere

Christian Reich, cand. merc.-studerende på Handelshøjskolen i København

Lars Stjernstrøm, cand. merc.-studerende på Handelshøjskolen i København

Interviews

Svend Henningsen, MAN B&W Diesel A/S

Peter G. Madsen, COWIconsult

Morten Winter, Danmarks Miljøundersøgelser

Tom Wismann, dk-Teknik

Øvrige bidragydere

Otto Anker-Nielsen, Danmarks Tekniske Universitet

Jan Askholm, Svendborg Navigationsskole

Niels Fejer Christiansen, Vejdirektoratet

Erik E. Grib, Danmarks Statistik

M. Hanby, Københavns Belysningsvæsen

Jørn West Hansen, Københavns Frihavns- og Stevedoreselskab

Ove Holm, Danske Eksportvognmænd

Mette Hundahl, Svendborg Navigationsskole

Åge Jeppesen, Havnefoged, Prøvestenen

Allan Johansen, Københavns Havn, EDB-afdeling

Kaj Jørgensen, Danmarks Tekniske Universitet

Niels Moltved, Vejdirektoratet

Inger Lise Munch Mortensen, Københavns Havn

Finn Møller, Søkortarkivet

Per Nielsen, Københavns Frihavns- og Stevedoreselskab

Gert Nørgård, Københavns Havn

Lillian Olling, Vejdirektoratets Fagbibliotek

Erik Rasmussen, Miljøstyrelsens transportkontor

Poul Rindum, Danmarks Rederiforening

Kim Sørensen, Københavns Havn

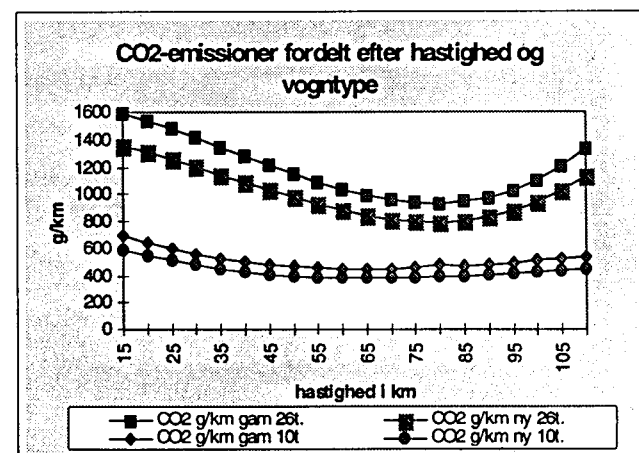
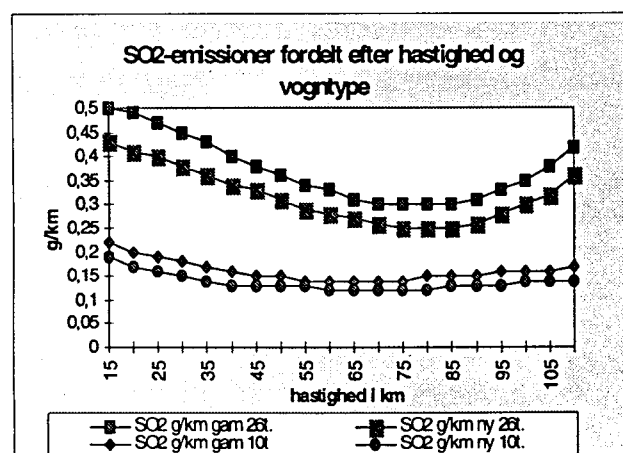
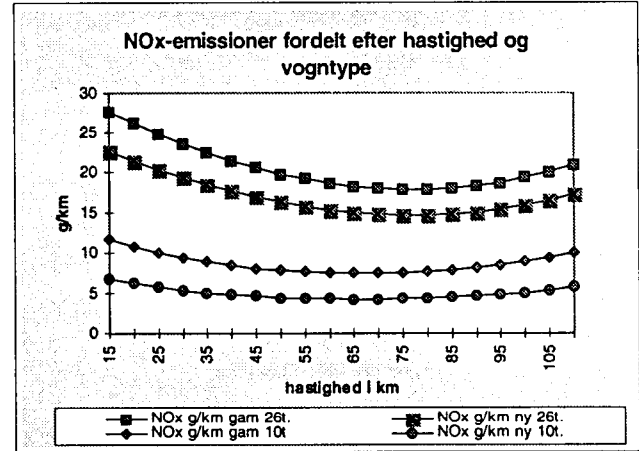
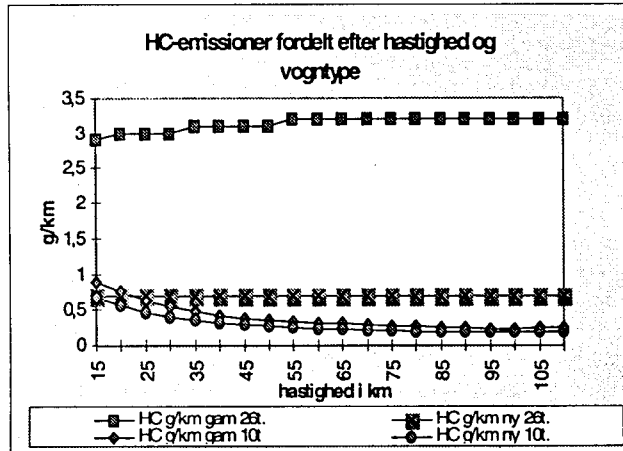
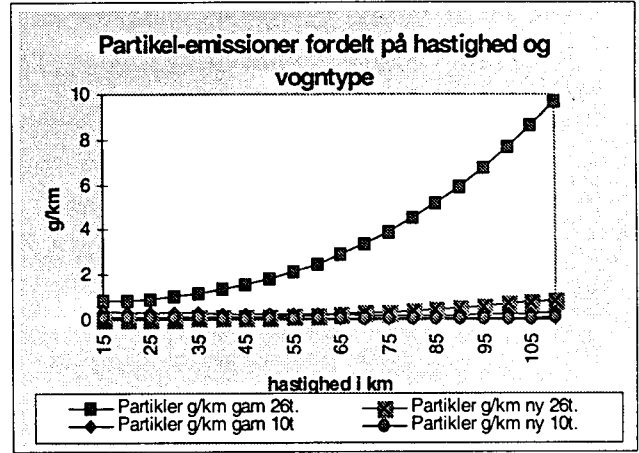
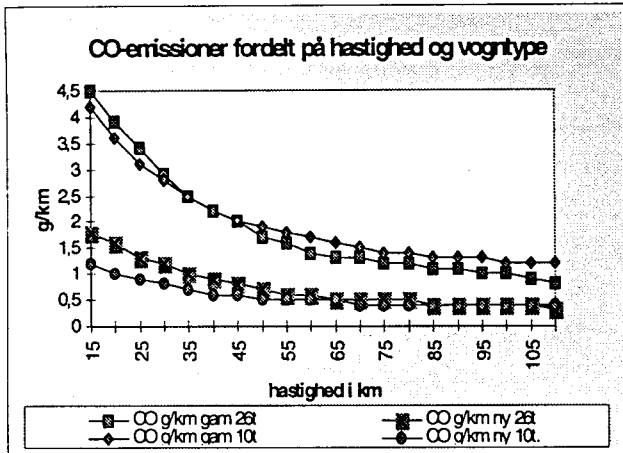
Kirsten Warnøe, Miljøstyrelsens transportkontor

Frida Westergaard, Trafikministeriet

- samt de mange chauffører, som tålmodigt lod sig stoppe og interviewe over en 7-dages periode og de 9 studerende, som gennemførte disse interviews.

Bilag II - Relationen mellem emission, hastighed og vogntype ved godstransport

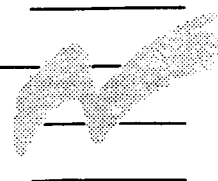
Emissionsfaktorer fordelt på hastighed og vogntype ved 50% belastning



"Gammel lastbil" er fra 1987. / "ny lastbil" er fra 1993.

Bilag III - Danmarks Statistiks tællings- skemaer

**Danmarks Statistiks tællingsskemaer for opgørelse
af national og international godstransport med last-
bil**



Tællingsnr.
1251-10

Statistik over national godstransport med lastbiler

Til brug for statistikken over national godstransport med lastbiler beder vi Dem udfylde vedlagte blanket for den anførte lastbil i den pågældende tællingsuge. Kopi til Deres brug medfølger.

Den udfyldte blanket bedes indsendt til Danmarks Statistik **senest 3 dage efter tællingsugen.**

Svarkuvert, der postbesørges ufrankeret, er vedlagt.

Statistikken udarbejdes som følge af et EF-direktiv, men også danske myndigheder har brug for statistikken, bl.a. til vej- og trafikplanlægning.

Deres lastbil er tilfældigt udvalgt blandt samtlige lastbiler over 6 tons totalvægt og kan højst blive udvalgt én gang om året under det pågældende registreringsnummer. For at ulejlige lastbilejerne mindst muligt, er det et begrænset antal lastbiler, der udvælges. Det er derfor af stor betydning for statistikkenes rigtighed, at alle ture, lastbilen kører i den pågældende tællingsuge, beskrives så udførligt som muligt under »Kørselsoplysninger« på blanketten.

Angående udfyldningen af blanketten henvises til omstående vejledning, der også indeholder et udfyldningseksempel. Er lastbilen solgt eller afmeldt, beder vi Dem anføre dette i rubrikken »Tællingens omfang« og herefter underskrive og indsende blanketten til Danmarks Statistik. Bemærk, at den udvalgte lastbil ikke kan erstattes af en anden af Deres lastbiler. Ved tvivlsspørgsmål i forbindelse med udfyldningen bør der rettes henvendelse til Danmarks Statistik.

Oplysningerne, der indhentes i henhold til lov om Danmarks Statistik, jf. lovbekendtgørelse nr. 1189 af 21. december 1992, behandles som fortrolige og benyttes udelukkende til statistiske formål.

Med venlig hilsen

Danmarks Statistik

Erik E. Grib

DS 1251 10/3 A 5000 10 95 DS:TPA

Danmarks Statistik
Sejrøgade 11
2100 København Ø

Tlf. 39 17 33 64
Tlf. 39 17 33 66

Vejledning

Lastbilens anvendelse	Ved kørsel for egen regning forstås firmakørsel, dvs. kørsel med gods, der tilhører ejeren eller brugeren af bilen.	Ved kørsel for fremmed regning forstås vognmands- eller fragtmandskørsel, dvs. kørsel med gods, der ikke tilhører ejeren eller brugeren af bilen.
Turbeskrivelse	Alment Enhver tur der køres inden for landets grænser i den pågældende uge, bedes anført.	En tur kan være en rundtur eller en almindelig tur.
	Rundtur En rundtur er en tur, hvor der i et begrænset område foretages mange aflæsninger af gods fra et centralt pålæsningssted, eller modsat indsamles gods til et centralt aflæsningssted. Afhentning af mælk hos landmænd er et typisk eksempel på en rundtur.	Ved rundtur sættes »x« i rubrikken »Rundtur«. Under »Turens længde« skrives det antal km. der er kørt på hele rundturen, og under »Godsets vægt« anføres den største vægt bilen kørte med på turen.
	Almindelig tur En almindelig tur er enhver anden kørsel mellem to steder, hvor der standses for at på- eller	aflæse gods, uanset om vognen er lastet eller ej. Derfor skal tomture også anføres.
	Antal ens ture Hvis en bestemt rundtur eller almindelig tur er kørt flere gange i løbet af ugen, er det tilstrækkeligt at beskrive den første tur og så skrive det antal gange, turen har været kørt i rubrikken	»Antal ens ture«. Gruskørsel fra grusgrav til en bestemt byggeplads med fuldt læs hver gang er et typisk eksempel på ens ture. Det samme gælder kørslen med tom vogn tilbage til grusgraven.
	Byens navn Hvis turen begyndte eller sluttede på landet, skrives navnet på nærmeste større by.	
	Påhængs- eller sættevognstog Rubrikken bedes udfyldt, hvis bilen har kørt med påhængs- eller sættevogn i tællingsugen.	Er der kørt med forskellige påhængs- eller sættevogne, anføres antal aksler og lastevne for den mest benyttede.
	Amt nr. Her skrives nummeret både på det amt, der køres fra, og det amt, der køres til. Ved kørsel	inden for samme amt skrives amtets nummer begge steder. Amtsnumrene fremgår af kortet på blankettens side 2.
	Turens længde Her skrives de kørte km mellem turens afgangs- og ankomststed. Eventuel transport på færge	skal ikke medregnes. Dvs., at turens længde i de fleste tilfælde direkte kan aflæses på vognens triptæller.
	Godsets art og gods nr. Hvis mindst 2/3 af en turs gods kan placeres under et af de 27 godsnumre, der er anført på blankettens side 2, skrives den fremhævede betegnelse under »Godsets art« og godsnummeret	under »Gods nr.«. Hvis ikke mindst 2/3 af lasten kan placeres på denne måde skrives »Stykgods« under »godsets art« og gods nr. 26. Hvis vognen kører uden last, skrives »Tomkørsel« og gods nr. 27.
	Tomme containere Kørsel med tomme containere skrives under gods nr. 26.	
	Godsets vægt på hele vogntoget Her skrives vægten af den totale varemængde inkl. emballage på hele vogntoget. Hvis vægten ikke kendes, fordi lasten består af omfangsrigt gods, fx isoleringsmaterialer eller møbler, omregnes mængden fra kubikmeter til	kilogram. Herved regnes 1 kubikmeter gods at svare til 300 kg. Ved containertransport og visse former for fragtmandskørsel, hvor godsvægten ikke altid kendes helt nøjagtigt, bedes vægten anført efter bedste skøn.

Udfyldningseksempel

Kørselsoplysninger									
Linje nr.	Dato	Antal ens ture	Kørsel (Ander bvens navn)	Amt nr.	Rundtur Sæt x	Turens længde km	Godsets art	Gods nr.	Godsets vægt på hele vogntøjet kg
1	22/2	5	Fra Hillerød Til Hillerød	3		5	Grus	16	8.500
2	22/2	5	Fra Hillerød Til Hillerød	3		5	Tomkørsel	27	0
3	23/2		Fra Hillerød Til Århus	3		116	Træ	5	4.300
4	23/2		Fra Århus Til Hillerød	6		116	Stykgods	26	4.000
5	24/2	3	Fra Hillerød Til Hillerød	3	X	15	Foder	8	8.100
6	25/2		Fra Hillerød Til Glostrup	3		36	Maskiner	22	7.300
7	25/2		Fra Glostrup Til Høng	2		95	Maskiner	22	5.000
8	25/2		Fra Høng Til Hillerød	5		114	Tomkørsel	27	0
9	26/2		Fra Hillerød Til Roskilde	3	X	65	Stykgods	26	6.000
10	26/2		Fra Roskilde Til Roskilde	4	X	40	Levnedsmidler	7	6.000
11	26/2		Fra Roskilde Til Køge	4		25	Tomkørsel	27	0
12	26/2		Fra Køge Til Ringsted	4		26	Levnedsmidler	7	3.000
13	26/2		Fra Ringsted Til Ringsted	5	X	50	Levnedsmidler	7	3.000
14	26/2		Fra Holbæk Til Hillerød	5		68	Tom emballage	26	1.000
15			Fra Til						
16			Fra Til						
17			Fra Til						
18			Fra Til						
19			Fra Til						

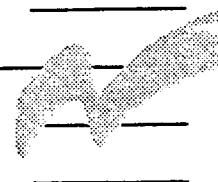
Tomkørsel

Kørte km evt. transport på færge skal ikke medregnes

Antal ens ture

Vægt inkl. emballage

Rundtur



Journal nr. (Reg. nr.)

**National
godstransport
Lastbiler**

Totalvægt i kg Egenvægt i kg

Markering Vognart Intern kode

Tællingsuge (mandag-søndag)

Tællingsuge Tællingsnr.
1251-10

Grundoplysninger

Tællingens omfang

Tællingen af godstransport med lastbiler gennemføres som en stikprøveundersøgelse blandt lastbiler på mindst 6 ton og trækker på mindst 3 ton tilladelig totalvægt.

Har bilen ikke kørt, eller har bilen ikke været anvendt til godstransport i tællingsugen, bedes De anføre årsagen nedenfor og herefter indsende blanketten.

For det køretøj, som er nævnt ovenfor under »Journalnr.« bedes De på side 1-4 indberette kørsel for den ovenfor anførte tællingsuge.

Bilen stod stille

Bilen anvendtes ikke til godstransport
Angiv årsag:

Lastbilens anvendelse

1. Til hvilken kørsel anvendes bilen? (Sæt X)

11 1 - Kørsel for egen regning (firmakørsel)

2 - Kørsel for fremmed regning (vognmandskørsel)

Hvis bilen anvendes til kørsel for egen regning, bedes firmaets hovederhvervsgruppe anført: (Sæt X)

12 1 - Landbrug og fiskeri 2 - Industri og håndværk

3 - Bygge- og anlægsvirksomhed

4 - Handel

5 - Service og andre

Dagrenovations- eller udlandskørsel

For kørsel udelukkende med dagrenovation eller udelukkende på udlandet, udfyldes kun spørgsmålene 1-5 om lastbilens anvendelse. Blanketten bedes herefter underskrevet og indsendt.

Bemærk, at kørsel med storskrald, industriaffald, haveaffald mv. ikke betragtes som dagrenovation. Ture med denne form for affaldsindsamling anføres på de følgende sider.

2. Anvendes bilen udelukkende til kørsel med dagrenovation? (Sæt X)

13 1 - Ja 2 - Nej

3. Anvendes bilen udelukkende til kørsel på udlandet? (Sæt X)

14 1 - Ja 2 - Nej

Kilometertælleren

4. Kilometertælleren viser ved ugens begyndelse 15

5. Kilometertælleren viser ved ugens slutning 16



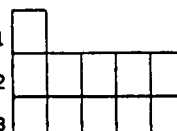
Påhængs- eller sættevognstog

Der oplyses vogntogets normale sammensætning i tællingsugen.

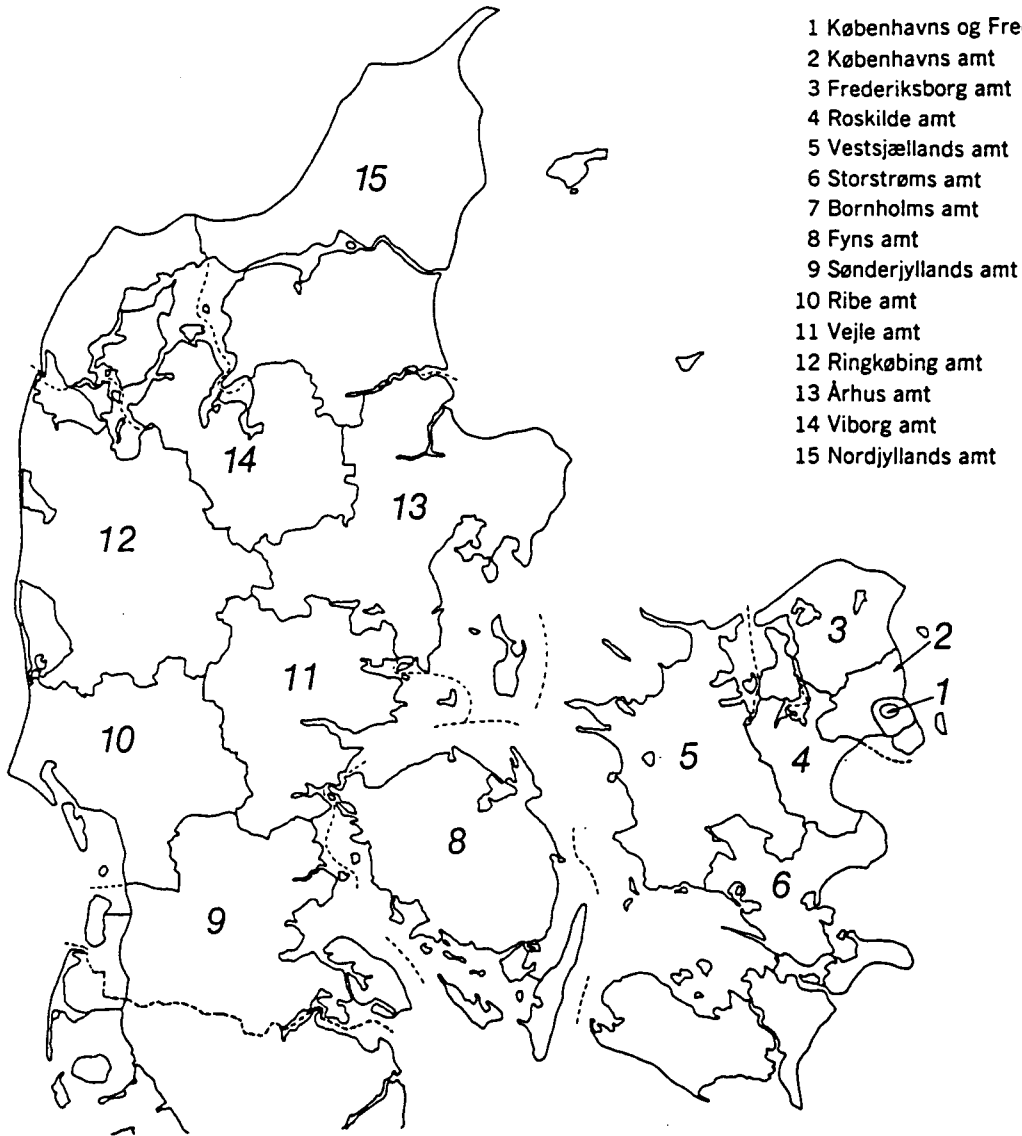
6. Vogntogets samlede antal aksler 21

7. Påhængsvognens lasteevne 22

8. Sættevognens lasteevne 23



Amter



Godsnumre

- | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 Dyr, levende | 15 Halvfabrikata af jern og stål |
| 2 Korn | 16 Grus, sand, jord og sten samt salt |
| 3 Kartofler, grøntsager, frugt og blomster | 17 Cement, kalk, mursten mv. |
| 4 Sukkerroer | 18 Gødningstoffer |
| 5 Træ, herunder opskåret træ og affald af træ | 19 Tjære og asfalt mv. |
| 6 Skind, huder mv. samt råvarer til tekstilindustrien | 20 Kemiske produkter |
| 7 Levnedsmidler | 21 Cellulose og papiraffald mv. |
| 8 Foder og halm | 22 Maskiner, traktorer, biler mv. og dele dertil |
| 9 Fedtstoffer mv. af planter og dyr samt olieholdige frø | 23 Metalvarer |
| 10 Kul og koks mv. | 24 Glas, keramik mv. |
| 11 Råolie | 25 Møbler, beklædning, papirvarer mv. |
| 12 Benzin og andre mineralolieprodukter | 26 Stykgods |
| 13 Jernmalm og skrot af jern og stål | 27 Tomkørsel |
| 14 Malm og skrot af andre metaller end jern | |

Kørselsoplysninger

Linie nr.	Dato	Antal ens- ture	Kørsel (Anfør byens navn)	Amt nr.	Rund- tur Sæt X	Tu- rens læng- de km	Godsets art	Gods nr.	Godsets vægt på hele vogntoget kg
1			Fra _____ Til _____						
2			Fra _____ Til _____						
3			Fra _____ Til _____						
4			Fra _____ Til _____						
5			Fra _____ Til _____						
6			Fra _____ Til _____						
7			Fra _____ Til _____						
8			Fra _____ Til _____						
9			Fra _____ Til _____						
10			Fra _____ Til _____						
11			Fra _____ Til _____						
12			Fra _____ Til _____						
13			Fra _____ Til _____						
14			Fra _____ Til _____						
15			Fra _____ Til _____						
16			Fra _____ Til _____						
17			Fra _____ Til _____						
18			Fra _____ Til _____						
19			Fra _____ Til _____						

Kørselsoplysninger (fortsat)

Linie nr.	Dato	Antal ens ture	Kørsel (Anfør byens navn)	Amt nr.	Rundtur Sæt X	Turens længde km	Godsets art	Gods nr.	Godsets vægt på hele vogntoget kg
20			Fra _____ Til _____						
21			Fra _____ Til _____						
22			Fra _____ Til _____						
23			Fra _____ Til _____						
24			Fra _____ Til _____						
25			Fra _____ Til _____						
26			Fra _____ Til _____						
27			Fra _____ Til _____						
28			Fra _____ Til _____						
29			Fra _____ Til _____						
30			Fra _____ Til _____						
31			Fra _____ Til _____						
32			Fra _____ Til _____						
33			Fra _____ Til _____						
34			Fra _____ Til _____						
35			Fra _____ Til _____						
36			Fra _____ Til _____						

Eventuel telefonisk henvendelse bedes rettet til:

Navn

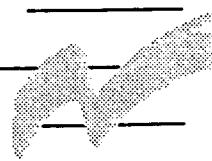
For rigtigheden af de meddelte oplysninger:

Dato

Telefonnr.

Lokal nr.

Underskrift samt eventuelt firmastempel



**International
godstransport
med danske
lastbiler**

Vejledning til blanket A og B

Tællingsnr.

1251-01

Tællingens omfang

Tællingen omfatter de af firmaets danske lastbiler og trækere (motorforvogne) med en totalvægt på mere end 6 ton, som har påbegyndt en udlandskørsel i den på blanketten anførte startperiode.

Centralregistret for Motorkøretøjer er brugere af.

Biler, der ikke længere hører til firmaet, bedes slettet, og andre biler firmaet råder over bedes påført listen.

Udlandskørsel

Som udlandskørsel regnes kørsel fra dansk på- eller aflæsningssted til et eller flere udenlandske på- eller aflæsningssteder og retur til dansk destination. En udlandskørsel kan således bestå af:

På blanket A afkrydses, hvilke biler der har påbegyndt kørsel til udlandet i startperioden. For de øvrige biler oplyses om de i startperioden kørte i udlandet (tur påbegyndt før startperioden), om de udelukkende kørte nationalt, eller om bilen stod stille eller var under reparation.

- 1) ture mellem Danmark og udlandet
- 2) ture mellem 2 udlande
- 3) ture inden for et andet land (cabotage)

Startperioden

For at begrænse firmaernes arbejde med statistikken, skal hvert firma kun indberette for de udlandskørsler, der er påbegyndt inden for en kortere periode, her kaldet startperioden. Startperioden er udskrevet på blankettens forside.

Blanket A

Firmaets biler

På blanket A er udskrevet de lastbiler og trækere over 6 ton totalvægt, som firmaet i hht.

Indberetningen skal omfatte alle udlandskørsler, der er påbegyndt i den tildelte startperiode.

**Lastbiloplysninger
blanket B, side 1**

For hver lastbil, der har påbegyndt udlandskørsel i den anførte startperiode, gives i blanket B, side 1 generelle oplysninger om lastbilen og kørslen.

Er bilen læsset torsdag og kørt mod udlandet samme dag, men først har passeret grænsen fredag, er startdag torsdag.

Registreringsnummer

Der anføres lastbilens/trækkerens registreringsnummer. Det er vigtigt, at registreringsnummeret anføres korrekt, da oplysningen benyttes til indhentning af data om bilen fra Centralregistret for Motorkøretøjer.

Afslutningen regnes som hjemkomst til dansk slutdestination.

Har bilen påbegyndt flere udlandskørsler i startperioden regnes kørselens varighed fra starten af 1. udlandskørsel til afslutning af den sidste kørsel.

Kørselens varighed

Der angives start- og slutdato for kørslen til udlandet.

Kørte kilometer

Der oplyses de kørte kilometer med som uden læs ved hele udlandskørslen. De kørte strækninger i Danmark tælles med. Tomkørsel i Danmark skal ikke påføres.

Starten regnes fra afrejsetidspunkt og ikke pålægningstidspunkt.

Distancer hvor bilen har været transporteret med færge eller biltog medregnes ikke i de kørte kilometer.

Er bilen læsset torsdag, men først kørt afsted fredag, er startdag fredag.

**Oplysninger om
læs og tomkørsel
blanket B, side 2**

Læs og dellæs

For hvert læs og dellæs udfyldes 1 linie på blanket B, side 2. Køres der fx København-Hamburg-Køln med aflæsning af møbler i Hamburg og glasvarer i Køln, skal der angives 2 dellæs, nemlig møbler fra København til Hamburg og glasvarer fra København til Køln.

Samlet læs/dellæs, med den gennemsnitlige transportlængde svarende til dellæssene.

Tomkørsel

For hver tomkørsel udfyldes 1 linie på blanket B side 2 med oplysning om sidste aflæsningssted, næste pålæsningssted og afstanden. Under godsart skrives: »tomkørsel«.

Hvis flere dellæs pålæsses i samme region eller aflæsses i samme region, kan de opføres som et

Oplysninger om læs og tomkørsel blanket B, side 2
(fortsat)

På- og aflæsningssted

På- og aflæsningsstedet oplyses med angivelse af nærmeste større by samt land/region. Land/regionskoder er vist på kortet på vejledningens side 3. En transport til Hamburg angives med »Hamburg, D1«.

Hvis en påhængsvogn eller sættevogn overføres til anden lastbil/trækker regnes det som en aflæsning.

Ved tomkørsel oplyses strækningen fra sidste aflæsningssted til næste pålæsningssted.

Transportlængde

Der oplyses de kørte kilometer mellem på- og aflæsningssted. Ved tomkørsel angives de kørte kilometer mellem sidste aflæsningssted og næste pålæsningssted.

Færgetransport og transport på biltog skal ikke indregnes i transportlængden.

Godsets art

For hvert læs/dellæs anføres godsets art og godsnr. i overensstemmelse med inddelingen på vejledningens side 3.

Stykgods

Til stykgods regnes forsendelser under 2500 kg. Tomemballage henføres også herunder, og ikke under tomkørsel.

Tomme containere/veksellad

Transport af tomme containere og veksellad henføres herunder, med angivelse af disses vægt.

Godsets vægt

Der angives godsets samlede vægt inkl. emballage.

Hvis vægten ikke kendes, fx fordi lasten består af omfangsrigt gods (volumen gods) som fx isoleringsmateriale eller møbler, omregnes mængden til kg. Det kan skønsmæssigt antages, at 1 kubikmeter svarer til 300 kg.

Volumengods

Gods der har et sådant omfang (lette varer) eller på anden måde har en sådan karakter, at køretøjets lasteevne ikke udnyttes fuldt ud.

Oplysninger om kørte kilometer ved udlandskørsel, blanket C

På blanket C, oplyses, hvor mange kilometer firmaets biler har kørt ved udlandskørsler i forudgående kvartal.

En udlandskørsel består af en kørsel fra et dansk afgangssted til et eller flere udenlandske på- eller aflæsningssteder og retur til dansk destination. Cabotagekørsel, tredielandskørsel og tomture kørt i udlandet er også omfattet.

Udfyldningseksempel

Oplysninger om læs og tomkørsel										
Læs/dellæsningsnr.	Pålæsningsdato	På- og aflæsningssted Anfør nærmeste større by samt land/region (se kort)		Transportlængde km	Godsets art (eller tomkørsel)	Godsnr.	Godsets vægt kg	Volumengods Sæt X	Containere Sæt X	Veksellad Sæt X
		By	Land							
1	6/1	Fra København	DK	2584	Levnedsmidler	7	23000		X	
		Til Madrid	E							
2	9/1	Fra Madrid	E	621	Stykgods	26	6000			
		Til Barcelona	E							
3	10/1	Fra Barcelona	E	2089	Grøntsager	3	17000			
		Til København	DK							
4	14/1	Fra København	DK	430	Maskiner	22	28000			X
		Til London	GB1							
5	16/1	Fra London	GB1	430	Tomkørsel	28	0			
		Til København	DK							
6	20/1	Fra København	DK	354	Møbler	25	15000	X		
		Til Hamburg	D1							
7	20/1	Fra København	DK	646	Glasvarer	24	4000			
		Til Köln	D2							
8	20/1	Fra Bremen	D1	828	Tom Container	27	2000			
		Til Paris	F1							
9	23/1	Fra Paris	F1	1292	Blomster	3	5000	X		
		Til København	DK							
10		Fra								
		Til								

Cabotage

Vægt inkl. emballage

Kørte km. ekskl. færge- og togtransport

Tomkørsel

Godsnr. if. vejledningens side 3

Nærmeste større by anføres samt land og regionskode if. kortet på vejledningens side 3

»Lette varer«

Der udfyldes 1 linie for hvert dellæs/læs

Land/regionskoder



Godsnumre

- | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 Dyr, levende | 16 Grus, sand, jord og sten samt salt |
| 2 Korn | 17 Cement, kalk, mursten mv. |
| 3 Kartofler, grøntsager, frugt og blomster | 18 Gødningstoffer |
| 4 Sukkerroer | 19 Tjære og asfalt mv. |
| 5 Træ, herunder opskåret træ og affald af træ | 20 Kemiske produkter |
| 6 Skind, huder mv. samt råvarer til tekstilindustrien | 21 Cellulose og papiraffald mv. |
| 7 Levnedsmidler | 22 Maskiner, traktorer, biler mv. og dele dertil |
| 8 Foder og halm | 23 Metalvarer |
| 9 Fedtstoffer mv. af planter og dyr samt olieholdige frø | 24 Glas, keramik mv. |
| 10 Kul og koks mv. | 25 Møbler, beklædning, papirvarer mv. |
| 11 Råolie | 26 Stykgods |
| 12 Benzin og andre mineralolieprodukter | 27 Tomme containere/veksellad |
| 13 Jernmalm og skrot af jern og stål | 28 Tomkørsel |
| 14 Malm og skrot af andre metaller end jern | |
| 15 Halvfabrikata af jern og stål | |

DANMARKS STATISTIK

Bedes indsendt til Danmarks Statistik senest

Journal nr./SEnr.

Startperiode

International godstransport med danske lastbiler Blanket A

Tællingsnr.

1251-01

Firmaets biler

Nedenfor er udskrevet firmaets lastbiler og trækere over 6 ton totalvægt.

De bedes udstrege biler, som ikke længere hører til firmaet, og påføre andre biler, som firmaet råder over.

De bedes afkrydse bilernes anvendelse i skemaet nedenfor.

For hver af de biler, som er afkrydset for påbegyndt kørsel til udlandet udfyldes en blanket B.

Yderligere blanketter A og B kan rekvireres.

Anvendelse i ovennævnte startperiode (Sæt X)

Registreringsnr.	Påbegyndt kørsel til udlandet	Ikke påbegyndt udlandskørsel		
		Kun kørsel i Danmark	Var kørt til udlandet forud for perioden	Stod stille/på værksted
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Eventuel telefonisk henvendelse bedes rettet til:

Navn

Telefonnummer

For rigtigheden af de meddelte oplysninger:

Dato

Underskrift samt eventuelt firmastempel

DANMARKS STATISTIK

Bedes indsendt til Danmarks Statistik senest

Journal nr./SEnr.

Startperiode

**International
godstransport
med danske
lastbiler
Blanket B**

Tællingsnr.

1251-01

Tællingens omfang

For hver af firmaets lastbiler og trækere på mere end 6 ton totalvægt, der har påbegyndt en udlandskørsel fra Danmark i ovennævnte startperiode, meddeles oplysninger om bilen nedenfor, samt op-

lysninger om læs og tomture på blankettens side 2. Indberetninger skal omfatte samtlige kørsler, der er startet fra Danmark mod udlandet i den ovennævnte startperiode. Se vejledningen.

Lastbiloplysninger

Bilens registreringsnr.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Udlandskørselens varighed

En udlandskørsel består af en kørsel fra et dansk afgangssted til et eller flere udenlandske på- eller aflæsningssteder og retur til dansk destination. Cabotagekørsel og tredielandskørsel er også omfattet.

Hvis der er foretaget flere udlandskørsler i startperioden, regnes varigheden fra starten af 1. kørsel til slutningen af sidste kørsel.

Hvis rejsen varer længere end 2 uger afsluttes opgørelsen dog efter 2 uger.

dag måned år

Startdato for udlandskørslen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Slutdato for udlandskørslen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kørte kilometer ved udlandskørslen

Der medtages kørte distancer med og uden læs. Afstande hvor bilen har været transporteret med færge eller biltog medregnes ikke.

Kørte km

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Aksler og lasteevne

Her oplyses om køretøjets aksler og lasteevne.

Ved påhængs- eller sættevognskørsel oplyses vogntogets sædvanlige sammensætning.

Aksler

Lasteevne

Solovogn/trækker

Påhængsvogn

Sættevogn

Bemærkninger

Oplysninger om læs og tomkørsel

Læs/ del- læs nr.	Start- dato	På- og aflæsningssted Anfør nærmeste større by samt land/regionskode (se kort)		Transport- længde km	Godsets art (eller tomkørsel)	Gods- nr.	Godsets vægt kg	Volu- men gods Sæt X	Contai- ner Sæt X	Vek- sel lad Sæt X
		By	Land/regionskode							
1		Fra _____								
		Til _____								
2		Fra _____								
		Til _____								
3		Fra _____								
		Til _____								
4		Fra _____								
		Til _____								
5		Fra _____								
		Til _____								
6		Fra _____								
		Til _____								
7		Fra _____								
		Til _____								
8		Fra _____								
		Til _____								
9		Fra _____								
		Til _____								
10		Fra _____								
		Til _____								
11		Fra _____								
		Til _____								
12		Fra _____								
		Til _____								
13		Fra _____								
		Til _____								
14		Fra _____								
		Til _____								
15		Fra _____								
		Til _____								
16		Fra _____								
		Til _____								
17		Fra _____								
		Til _____								
18		Fra _____								
		Til _____								
19		Fra _____								
		Til _____								

13 Bilag 4

13.1 Teknisk dokumentation for den anvendte simulering til fordeling af lastbiltrafik på trafiknettet i Hovedstadsregionen ved Otto Anker Nielsen, DTU

I dette bilag er udeladt en række omtalte underbilag med diverse fordelingsnøgler etc., ligesom der kun er medtaget kortmateriale til belysning af trafikstrømmene for gods til Hovedstadsregionen.

1 INDLEDNING

Formålet med denne opgave har været at fordele lastbiltrafikstrømme angivet i ton mellem områder i København og en række portzoner. Opgaven er udført for Handelshøjskolen i København i forbindelse med et pilotprojekt for Københavns Havn.

Trafikstrømmene til og fra Hovedstadsområdet er fordelt på tre hovedkategorier: International trafik (via. Sydmotorvejen eller Helsingør-Helsingborg overfarten), trafik til og fra Københavns Havn samt national trafik (via. Syd-motorvejen, Motorvejen mod Korsør samt Holbækmotorvejen).

De af Handelshøjskolen leverede trafiktal på til/fra-form er blevet opsplittet på en mere detaljeret zone-struktur efter en skønsmæssig metode. Derefter er trafikken fordelt på et trafiknet, som er blevet dannet i forbindelse med tidligere projekter på IFP. Trafikken er fordelt efter en såkaldt stokastisk rutevalgmodel, der sikrer, at ikke alle lastbiler mellem to punkter følger samme rute.

For hver af kategorierne af til/fra-relationer er der beregnet trafikstrømme på Københavns vejnet. Da nettet også rummer oplysninger om vejtyper, vejlængder samt hastigheder er det muligt at benytte resultaterne som grundlag for beregning af en række konsekvenser af trafikken: Tidsforbrug, Kørselsomkostninger, Trafiksikkerhed, Emissioner samt et groft bud på støjbelastning.

Opgaven har været løst inden for en meget kort tidsfrist og med et begrænset budget. Det har derfor været nødvendigt med en række simplificeringer.

2 TRAFIKNETTET

Der er benyttet et trafiknet, som blev dannet i starten af Otto Anker Nielsens Ph.D.-studie. Nettet blev digitaliseret på IFP, mens hastighederne dels er skønnet, dels bygger på en række offentliggjorte tællerapporter og dels er tilvejebragt ved køreforsøg udført af IFP. Nettet har siden dannet grundlag for den nye Hovedstadstrafikmodel, idet der her dog blev indlagt flere strækninger i modellen. Da både net- og zonestruktur i sidstnævnte model er alt for fintmasket i forhold til trafikdata i forbindelse med nærværende studie, er det valgt at benytte det gamle net. Det vil kræve et væsentligt arbejde at opgradere data, så det svarer til Hovedstadstrafikmodellens net- og zonestruktur.

Det gamle net er løbende blevet opdateret med nybyggede strækninger. For at sikre trafik ad tvangsruten: Motorringvejen - Lyngbymotorvejen - Frihavnen er der i forbindelse med nærværende arbejde lagt en enkelt ny strækning ind i modellen ved krydsningen mellem de to motorveje.

Derudover er de nye zone-centroider til portzonetrafikken lagt ind i modellen.

3 OPDELING PÅ ZONER

Internt i Hovedstadsområdet var der i den tilgængelige model en del flere zoner, end de leverede trafikdata (der var på kommuneniveau). Det blev besluttet at opsplitte data af følgende årsager:

1. Det ville være mere besværligt at indlægge nye zone-centroider, zonegrænser, m.v. i modellen, end at opsplitte data i et regneark.
2. Da der ikke var overensstemmelse mellem GIS-modellens kommune-nummerering og det leverede data, skulle der alligevel manuelt laves en oversættelsesnøgle.
3. Alt-andet-lige vil usikkerheden ved en opsplitning være mindre end hvis data ikke blev opsplittet. Dette gælder især for bydele i Københavns- og Frederiksberg Kommuner.

Opsplitningen blev foretaget ved, at der for hver ny-zone blev skønnet en procentvis andel af industriarbejdspladser ud af det totale antal arbejdspladser (der forelå i modellen). Derefter kunne antal industriarbejdspladser i hver ny-zone skønnes ud fra det totale antal arbejdspladser i zonen. Endelig blev trafikken til/fra hver kommune fordelt proportionalt med antal industriarbejdspladser i de enkelte del-zoner (bilag 1 viser de benyttede fordelingsnøgler). Da omskrivningen blev foretaget flere gange, blev beregningerne lagt ind i et regneark. Fordelingsnøglerne virker desuden som transformering af data fra de to nummereringssystemer (hhv. de leverede data og IFP's GIS-model).

Zonerelationer østpå (til Sverige+Norge) blev placeret i Helsingør Havn. Zonerelationer vestpå (til øvrige Dk) blev fordelt med 18,9 % på Sydmotorvejen, 4,7 % på Holbækmotorvejen, 75,9 % på Motorvejen mod Korsør og 0,5% på Sankt Annæ Plads (Bornholmsbåden). Fordelingsnøglen svarer til fordelingen af gods fra Hovedstadsregionen til amter i Danmark.

Bilag 2 viser Gods til GIS-modellens zoner, bilag 3 gods fra modellens zoner, bilag 4 oprindelsesdata for gods til zoner og bilag 5 oprindelsesdata for gods fra zoner.

4 KALIBRERING AF RUTEVALGSMODELLEN

Der er benyttet en stokastisk rutevalgsmode til fordeling af gods-strømmene. Modellen er udviklet og implementeret i forbindelse med Otto Anker Niensens Ph.D-arbejde. Det understreges, at modellen i den forbindelse kun er benyttet til persontrafik. Det har derfor været nødvendigt med en række justeringer, der beskrives i det følgende:

Valg af model

Der kunne i princippet have været benyttet en stokastisk og kapacitetsafhængig model. I dette tilfælde skulle person- og godstrafik have været lagt sammen for at få de totale trafikmængder på strækningsniveau. Ud over at dette er besværligt, leder en kapacitetsafhængig model alt-andet-lige til, at nogle trafikanter benytter mindre "smut-veje" for at undgå kapacitetsproblemer på de større veje. Det er ikke sandsynligt, at dette er tilfældet for godstrafik, idet lastbiler primært følger de større trafikveje.

Det skønnes at en alt-eller-intet model ville give et misvisende billede af turmønstret.

Benyttede hastigheder som udgangspunkt

I modellen benyttes de såkaldt "frie" hastigheder for personbiltrafik (der tages som nævnt ikke hensyn til evt. kapacitetsproblemer). Dette medfører blandt andet, at hastigheden på motorveje er større end den tilladte for lastbiler. Imidlertid er det vurderet, at lastbiler har en større præference for motorveje, grundet den jævne kørsel. Således vil den for store hastighed til en vis grad give udtryk for en sådan præference.

Kalibrering af modellen

En rutevalgsmode kan ikke kalibreres ved matematiske estimationsmetoder, da den dels benytter en iterativ metode og dels bygger på stokastisk simulation. Modellen er derfor kalibreret ved at vurdere rutebundter mellem følgende karakteristiske zone-par:

Ringsted - Allerød
Holbæk - Østerbro
Hillerød - Kastrup

På basis heraf blev draget følgende konklusioner:

For at undgå for meget trafik på mindre veje, måtte tidsfaktoren vægtes meget højt i forhold til rejselængden (der er korreleret med kørselsomkostningen). Vægtningfaktorerne blev således efter denne kalibrering sat til hhv. 0,95 og 0,05.

For at undgå fordeling på for mange ruter blev den såkaldte errorterm sat til 0,2. Jo større errorterm, des mere stokastisk adfærd og des større fordeling på forskellige ruter (se evt. i Otto Anker Niensens Ph.D.-afhandling for en gennemgang heraf). Denne errorterm er lidt mindre, end hvad der erfaringsmæssigt benyttes for persontrafik.

Justering af hastighederne i forbindelse med kalibreringen af modellen

På basis af den indledende afprøvning af modellen, viste det sig, at der blev fordelt lidt for meget trafik på mindre veje. I forhold til persontrafikmodeller skønnes det ikke, at større lastbiler i samme omfang vil benytte mindre veje som "smutveje". Endvidere blev de helt store veje samt især motorvejene benyttet for lidt, mens de mellemstore veje (f.eks. Kongevejen til Hillerød) blev benyttet for meget. I den generelle teori om trafikanters rutevalg svarer det til, at der er forskel på den reelle og den oplevede (perceived) rejsemodstand. Derudover er rejsehastigheden for lastbiler sandsynligvis også mindre på de små veje på grund af lastbilernes langsommere accelerationsevne. Det blev derfor besluttet at benytte en "perceived" rejsehastighed for lastbilerne. Denne afhang af personbilernes hastighed som følger:

Den "frie" personbilshastighed	Lastbilers "perceived" hastighed i forhold til den "frie" personbilshastighed
under 35 km/t	Reduceret med 15 %
36 - 40 km/t	Reduceret med 10 %
41 - 50 km/t	Reduceret med 5 %
over 90 km/t	Øget med 10 %

Det understreges at de nye "hastigheder" ikke svarer til de reelle, men alene er udtryk for de modellerede rejsemodstande i forbindelse med lastbilers rutevalg. Et eksempel er, at det hverken er hurtigst eller kortest at benytte tvangsruten Motorringvejen - Lyngbymotorvejen - frihavnen, men at denne rute af andre årsager alligevel er den hyppigst benyttede til og fra Nordhavnen.

Rekalibrering

På basis af de nye hastigheder blev modellen recalibreret. Det understreges, at kalibreringen blot blev foretaget efter, hvad der syntes at se rimeligt ud. Således ville det være et stort løft for modellen, hvis der var adgang til stopinterviewundersøgelser, turbøger eller andet empirisk materiale.

De endelige parametre for modellen blev en vægtning af rejselængde og rejsetid på hhv. 0,1 og 0,9. Den stokastiske parameter (errorterm) blev på 0,2.

Figur 1-3 viser de modellerede rutebundter i de tre tilfælde. Det bemærkes, at der er nogen usikkerhed ved zonerens ophængningspunkter (især ved Allerød). Dette er en naturlig konsekvens af at benytte en forholdsvis grov zonestruktur i modellen.

Vurdering af resultaternes konsistens

En stokastisk model bygger på en simulering efter den såkaldte "Monte carlo" simulation. For at sikre, at to beregninger stort set giver samme resultat, blev der kørt en række ens beregninger, der blev sammenlignet. Indledningsvis blev zone-parret Holbæk - Østerbro undersøgt (her var der størst spredning på ruter). Som følge af vurderingerne blev den stokastiske faktor reduceret til 0,15.

For strækninger med en vis trafik (strækninger med mere end hhv. 5% og 10% af trafikken mellem zone-parret) blev der opnået følgende gennemsnitlige relative afvigelser mellem to beregninger:

Iterationer	Trafik > 5%	Trafik > 10%
100	16 %	12 %
200	11 %	7 %
500	8 %	5 %

For 500 iterationer var den relative afvigelse på det samlede transportarbejde 1,3 %.

Det blev besluttet herefter at benytte 500 iterationer for alle beregninger. Antallet af iterationer er et kompromis mellem beregningstid og konsistens af resultatet. Det bemærkes, at det her er mikroniveauet, der er undersøgt (variation på strækningsniveau for trafikken mellem to zoner), mens variationen på mesoniveauet (variation af transportarbejdet mellem to zoner) er en del mindre (som nævnt 1,3%). Siden vurderes konsistensen af trafikken fra én portzone til alle interne zoner i Hovedstadsområdet.

Vurdering af trafikken for de tre zone-par

En visuel vurdering af trafikken for de tre zone-par viste et tilfredsstillende resultat. Det lykkedes både at beskrive tvangsruiter, ligesom det lykkedes at forhindre urealistisk meget trafik i at blive fordelt på mindre veje.

Vurdering af beregning af et træ

Efter at have vurderet trafikken mellem zone-par, blev der kørt en beregning for trafikken fra Københavns havn til zoner i Hovedstadsområdet (et såkaldt træ af rutebundter). Modellens parametre var identisk med de førnævnte (vægtning på 0,1 hhv. 0,9, errorterm på 0,15).

Modellens konsistens blev vurderet ved at sammenligne de gennemsnitlige relative afvigelser mellem ens beregninger med hhv. 250 og 500 iterationer. Tabellen nedenfor viser resultatet.

Iterationer	Trafik > 5%	Trafik > 10%
250	6 %	6 %
500	5,7 %	5,3 %

For 250 iterationer var den relative afvigelse på det samlede transportarbejde på alle strækninger 1,2 %, mens den for 500 iterationer blev 0,8 %. Resultat for 500 iterationer må anses for at være tilfredsstillende.

I forhold til beregningen af trafik mellem zone-par (se figur 1 - 3) gav beregningen det måske lidt overraskende resultat, at overvægten af trafik ad motorveje var endnu kraftigere. Ved at analysere resultatet viste årsagen sig at være, at de fleste zonepar har en stor andel af trafik på ruten Lyngbymotorvejen - Motorringvejen, og en mindre andel af trafik på andre ruter. Disse andre ruter er imidlertid forskellige for hvert zonepar, hvorfor trafikken på de store og mellemstore veje (ikke-motorveje) bliver spredt mere ud i området. Bortset fra trafikken tæt på havnen (primært Østerbro samt indre by) er der således kun en relativ marginal trafik på de fleste ikke-motorveje.

Hvis vi ser på enkeltstrækninger for ikke-motorveje, er der således ikke den store forskel på at benytte en alt-eller-intet model frem for en stokastisk model. Aggregerer vi derimod trafikken på alle ikke-motorveje til et samlet transportarbejde, er der imidlertid en væsentlig forskel på de to modeller. Endvidere er der m.h.t. parallelle motorveje en væsentlig forskel på de to modellers resultater og dermed troværdighed.

Sammenligning med stopinterview

Efter at modellen var kalibreret, fik forfatteren tilsendt en ældre trafikanalyse af lastbiltrafikken til/fra Nordhavnen¹⁾. Selvom undersøgelsen ikke er helt aktuel, kan den give en idé om resultaternes troværdighed.

Betragtes den relative fordeling på ruter, gav stopinterviewundersøgelsen og modellen følgende resultater:

Snit	1985 Interviews	1996 Model
Lyngbymotorvej nord for Tuborgvej	32 %	56 %
Snit over Jagtvej (Nørrebro til søerne)	12,5 %	6,8 %
Snit over indre by (søerne til Nyhavn)	25 %	28 %
Snit til Amager (Langebro + Knippelsbro)	8,9 %	8,3 %
Snit ved Kalvebod Brygge	14,2 %	14,0 %

Generelt viser modellen i forhold til den gamle interviewundersøgelse den rigtige tendens: Flytningen af havneaktiviteter fra Frihavnen til Nordhavnen samt den bedre forbindelse mellem Lyngby Motorvejen og Motorringvejen (den ene retning ved anlæg af rundkørslen ved Lyngby Hovedgade, den anden retning ved forbindelse af Lagergårdsvej med Lyngbyvejen) vil alt-andetlige have overført trafik til Lyngbymotorvejen fra snittet over Jagtvej samt andre ruter gennem byen.

Endelig model

Som endelig model blev således benyttet en stokastisk rutevalgsmodel med en vægtning af længde versus tid på hhv. 0,1 og 0,9 og med en stokastisk faktor på 0,15. Der benyttedes 500 iterationer til beregningerne.

1) Københavns Havnevæsen & COWIconsult. Trafikanalyse Nordhavnen - Lastbiltrafikkens størrelse og vejvalg. Oktober 1986.

5 RESULTATER

Der blev beregnet trafik for følgende relationer:

Trafik	Antal Iterationer
Fra Storstrøms amt til Kbh. (ad Sydmotorvej)	100
Fra Nordjylland til Kbh. (ad Holbækmotorvej)	100
Fra øvrige Danmark til Kbh. (via. Korsør)	100
Fra Bornholm til Kbh. (via Sankt Annæ Plads)	100
Fra Danmark til Kbh. (summen af ovenstående)	500
Fra Europa til Kbh. (ad Sydmotorvej)	500
Fra Skandinavien til Kbh. (via Helsingør-Helsingborg)	500
Fra Københavns Havn til København, øvrige Danmark samt Skandinavien	500

Tilsvarende beregninger blev foretaget den anden vej - altså fra zoner i København og til Danmark, udlandet samt Københavns Havn (dog ikke for Bornholm, hvor der ikke var registreret trafik den anden vej).

Da én beregning med 500 iterationer tager 2 timer, blev der for trafik til/fra Danmark foretaget totalberegninger med 500 iterationer, mens beregninger af de enkelte træer (hhv. 4 og 3 for hver retning) kun blev foretaget med 100 iterationer. Grundet modellens stokastiske natur er summen af de 4 træer ikke helt lig totalberegningen, men de kan benyttes som en relativ fordelingsnøgle for den totale trafik.

Beregningernes resultater blev dels leveret som komma-separerede tekstfiler, dels som en række tegninger (vedlagte figurer). Med hensyn til tolkningen af resultaterne taler figurerne for sig selv.

Med hensyn til rutevalgsmodellen kan der drages følgende konklusioner i forhold til modeller for persontrafik:

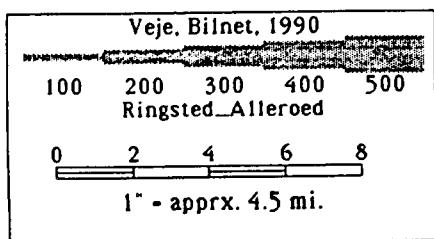
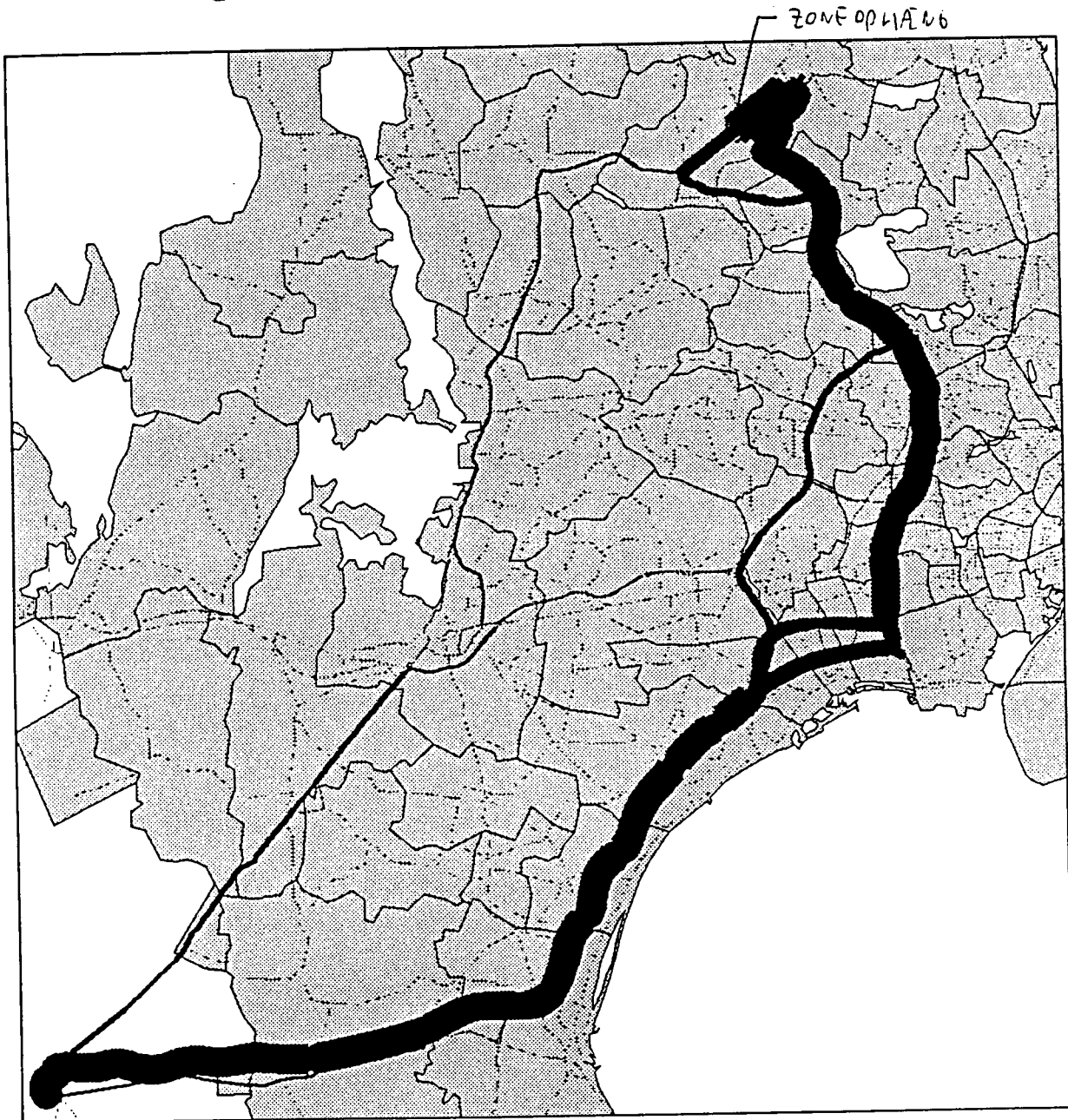
1. Lastbiltrafik har en mindre stokastisk adfærd end personbiltrafik
2. Lastbiltrafik har stor præference for store veje (i særlig grad motorveje) og lille præference for små veje. Således kan der med fordel benyttes vægtede hastigheder i modellerne (perceived cost) frem for de frie hastigheder. Endvidere kan præferencen beskrives ved primært at benytte rejsetid (og ikke længden) i rejsemodstandsfunktionen.
3. Det er mindre nødvendigt at benytte en kapacitetsafhængig model end for personbiltrafik (forudsat at trafiknettet er mellem-belastet som i København).

Hvis modellens resultater i et senere arbejde ønskes forbedret, vil følgende have højest prioritet:

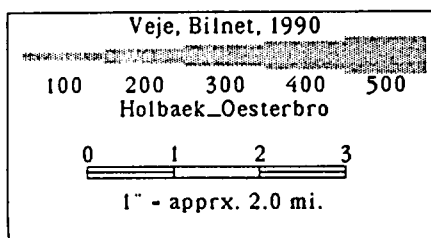
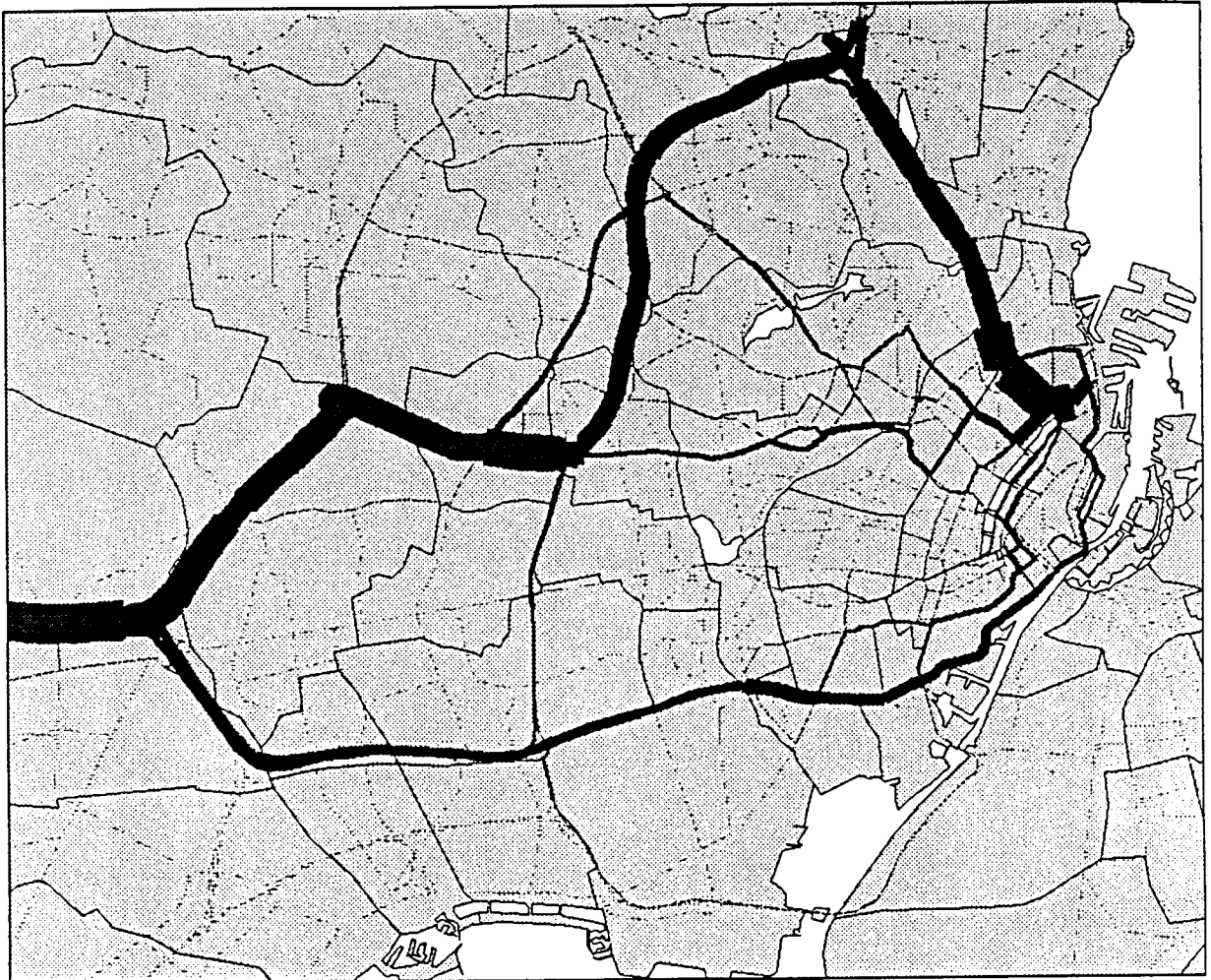
1. At tilvejebringe en bedre viden om lastbiltrafikks rutevalg - f.eks. i form af stopinterviews eller turbøger.
2. At tilvejebringe en bedre viden om turendepunkter på bydelsniveau snarere end på kommune-niveau.
3. At få en mere detaljeret opsplitning på portzoner.

Endvidere ville det være ønskværdigt med en opsplitning på vogn-typer, idet de forskellige vogntyper må forventes at have væsentligt forskellige rutevalg (varebiler og mindre lastbiler, lastbiler, samt transport af farligt gods).

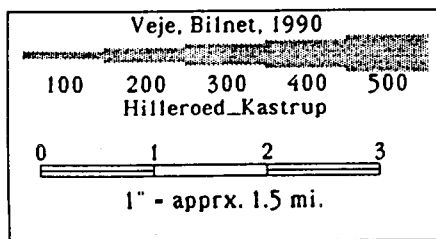
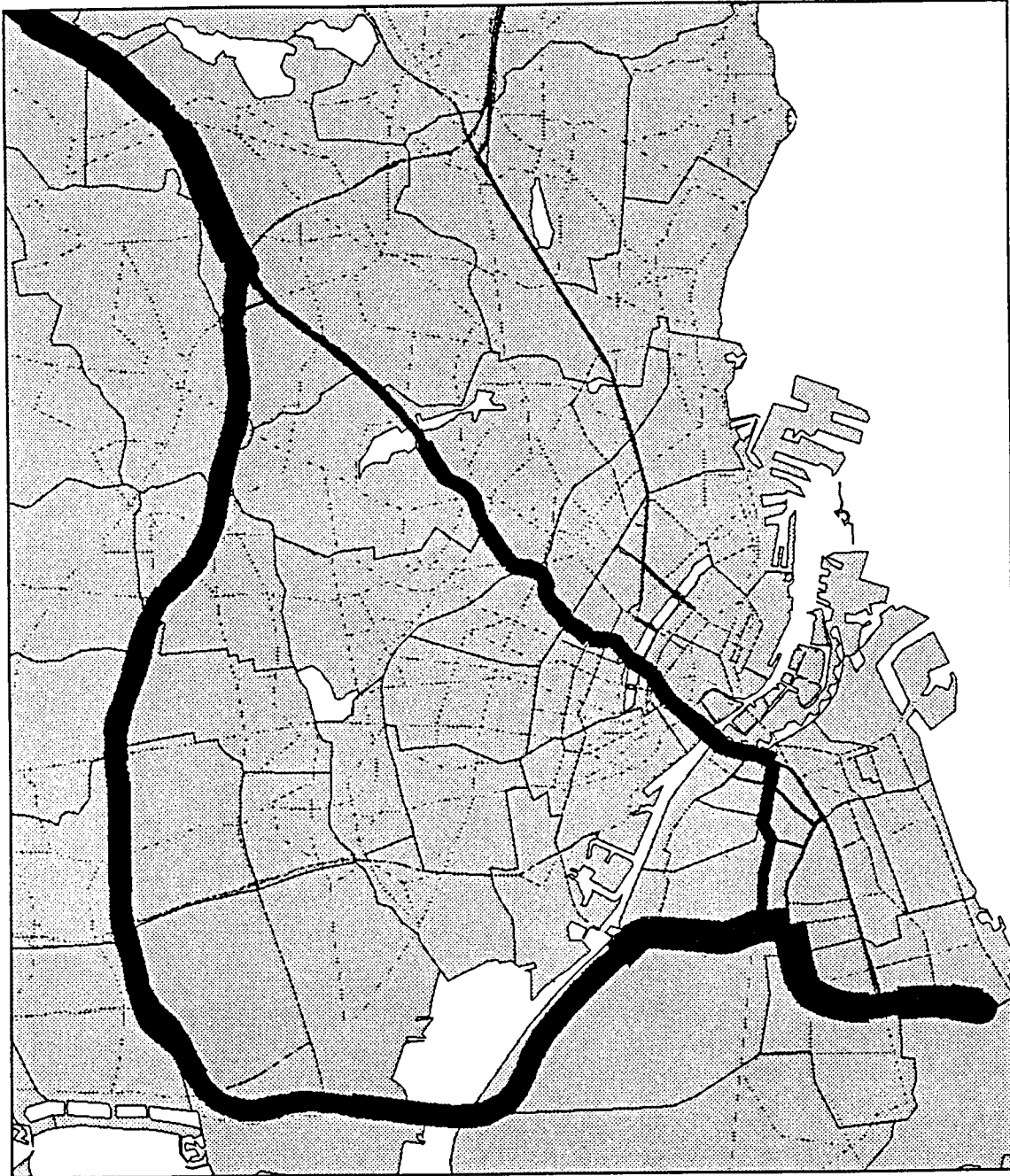
Figur 1: Rutebundt Ringsted - Allerød



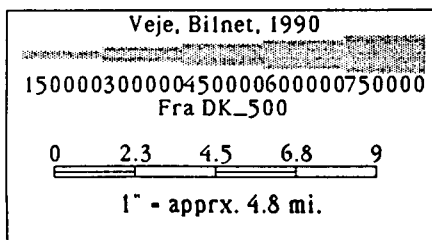
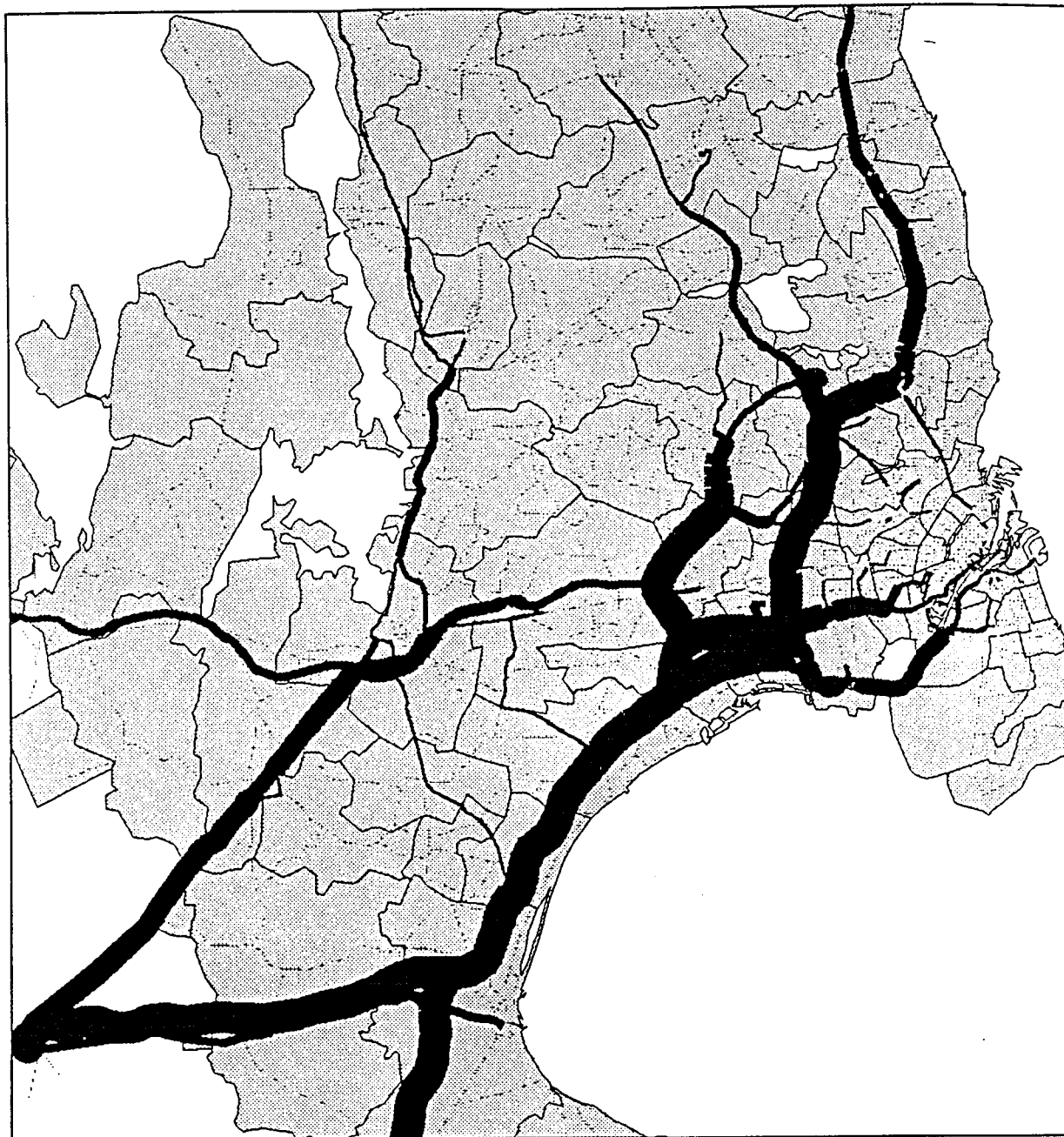
Figur 2: Rutebundt Holbaek - Oesterbro



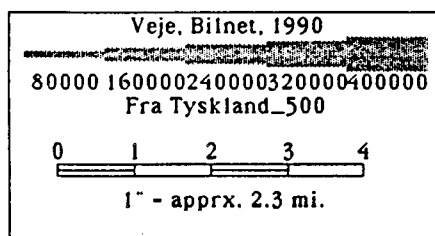
Figur 3: Rutebunt Hilleroed - Kastrup



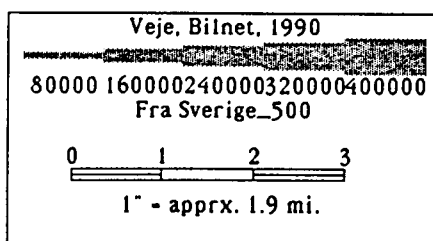
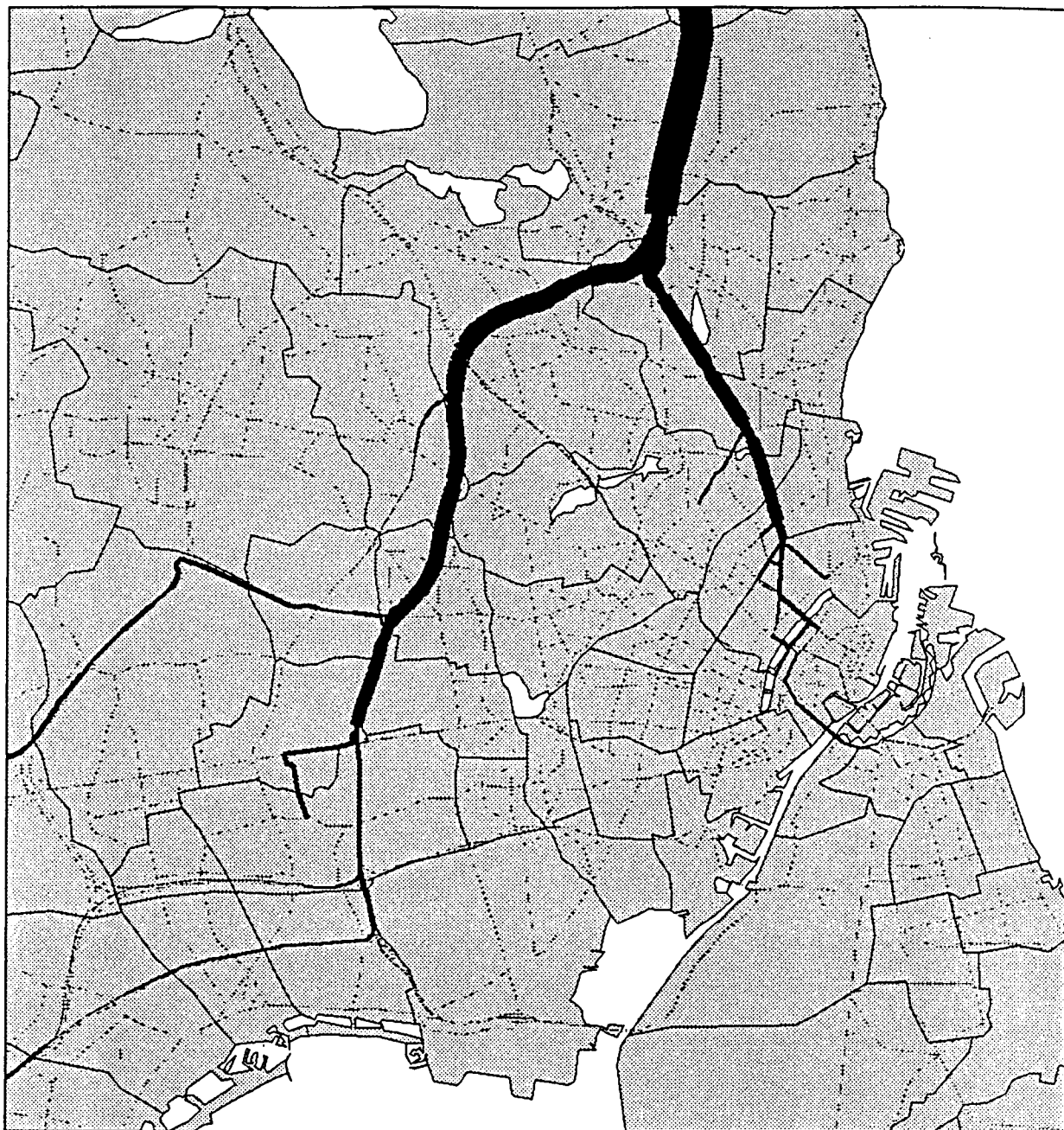
Figur 4: Trafik til Kbh. fra Danmark



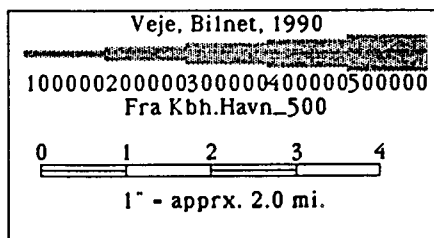
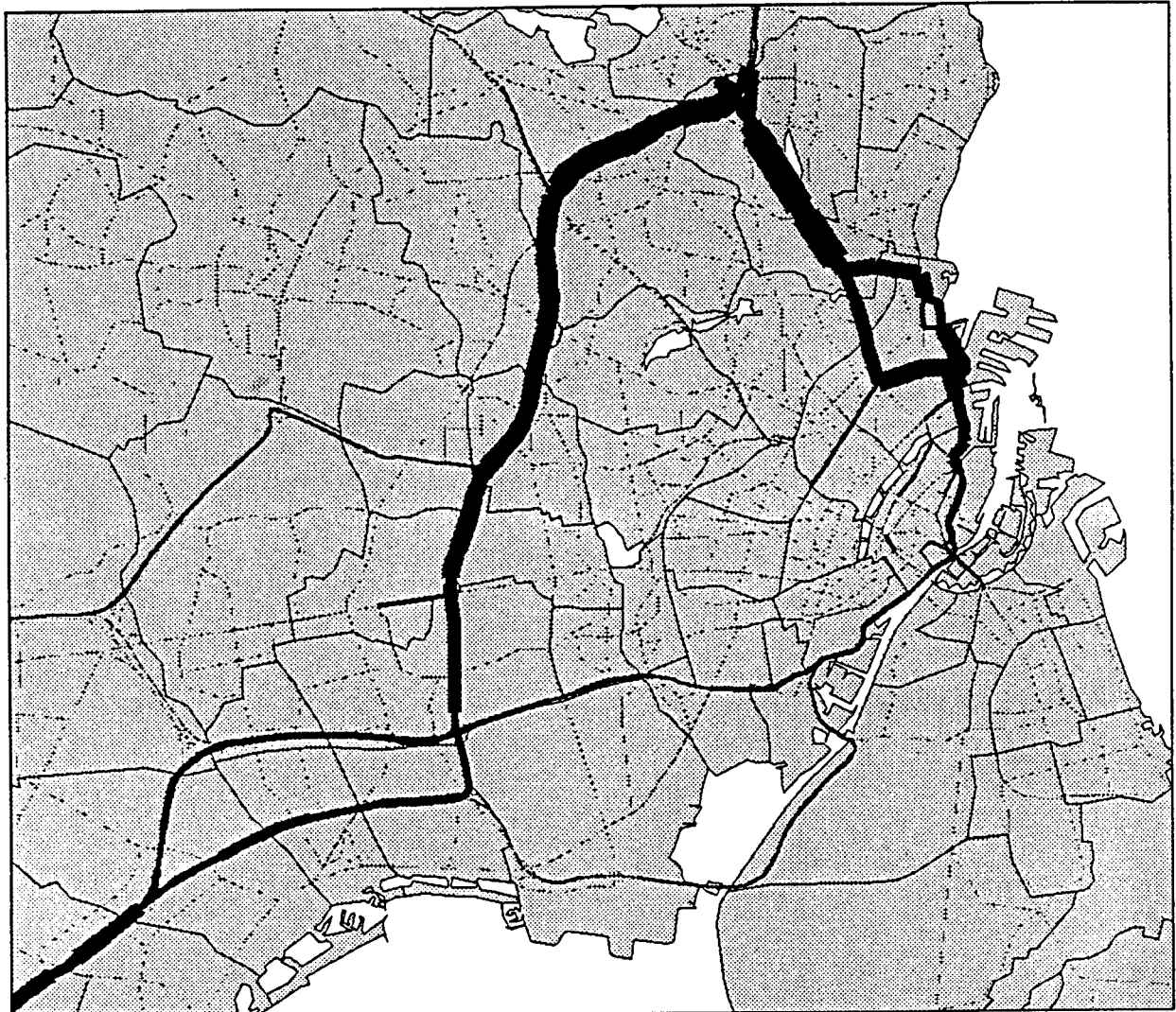
Figur 5: Trafik til Kbh. fra Europa



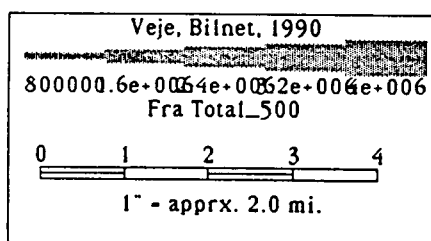
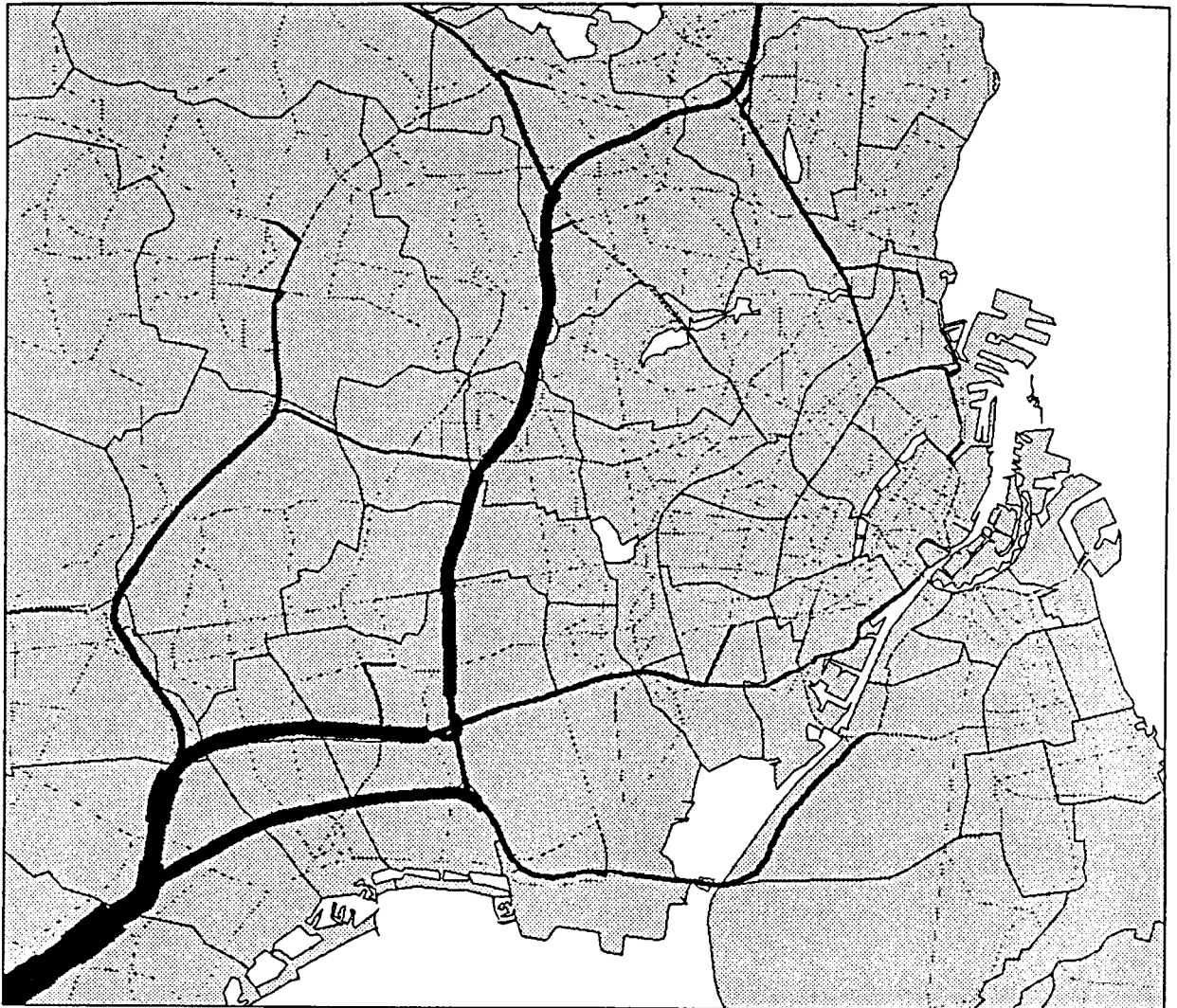
Figur 6: Trafik til Kbh. fra Skandinavien



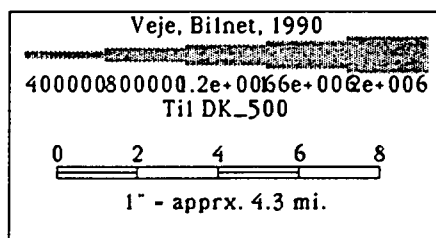
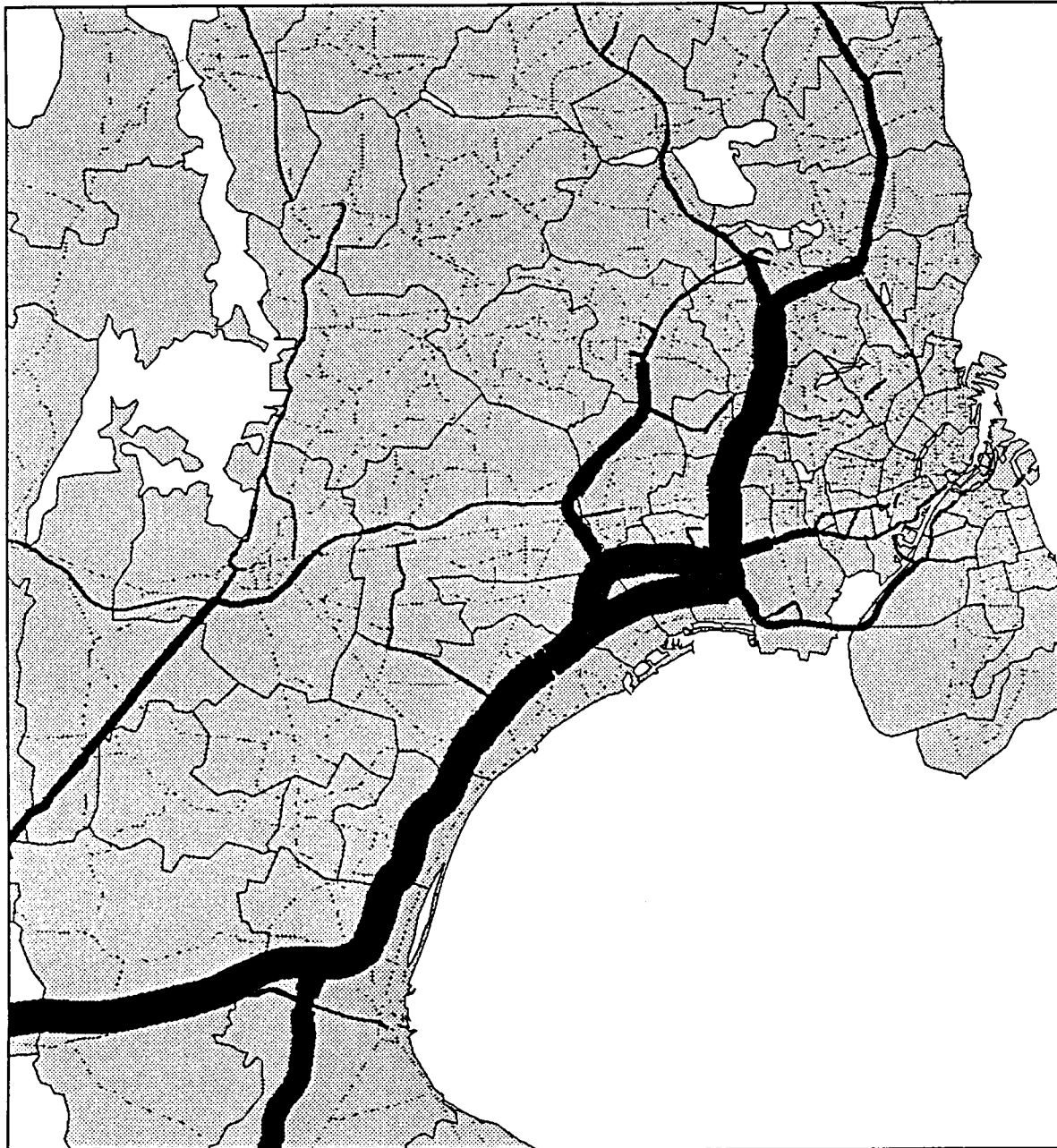
Figur 7: Trafik til Kbh. fra Kbh. Havn



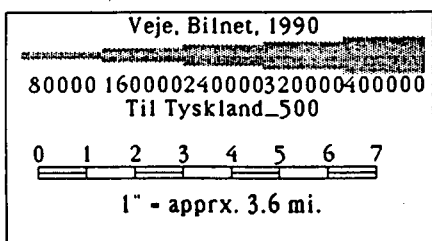
Figur 8A Total trafik til Kbh.



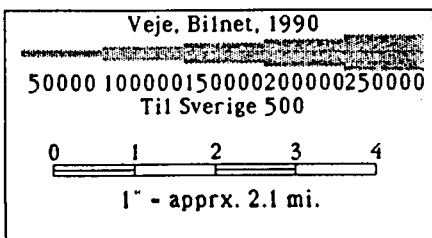
Figur 9: Trafik fra Hovedstadsområdet til Danmark



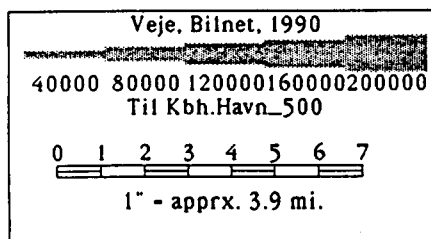
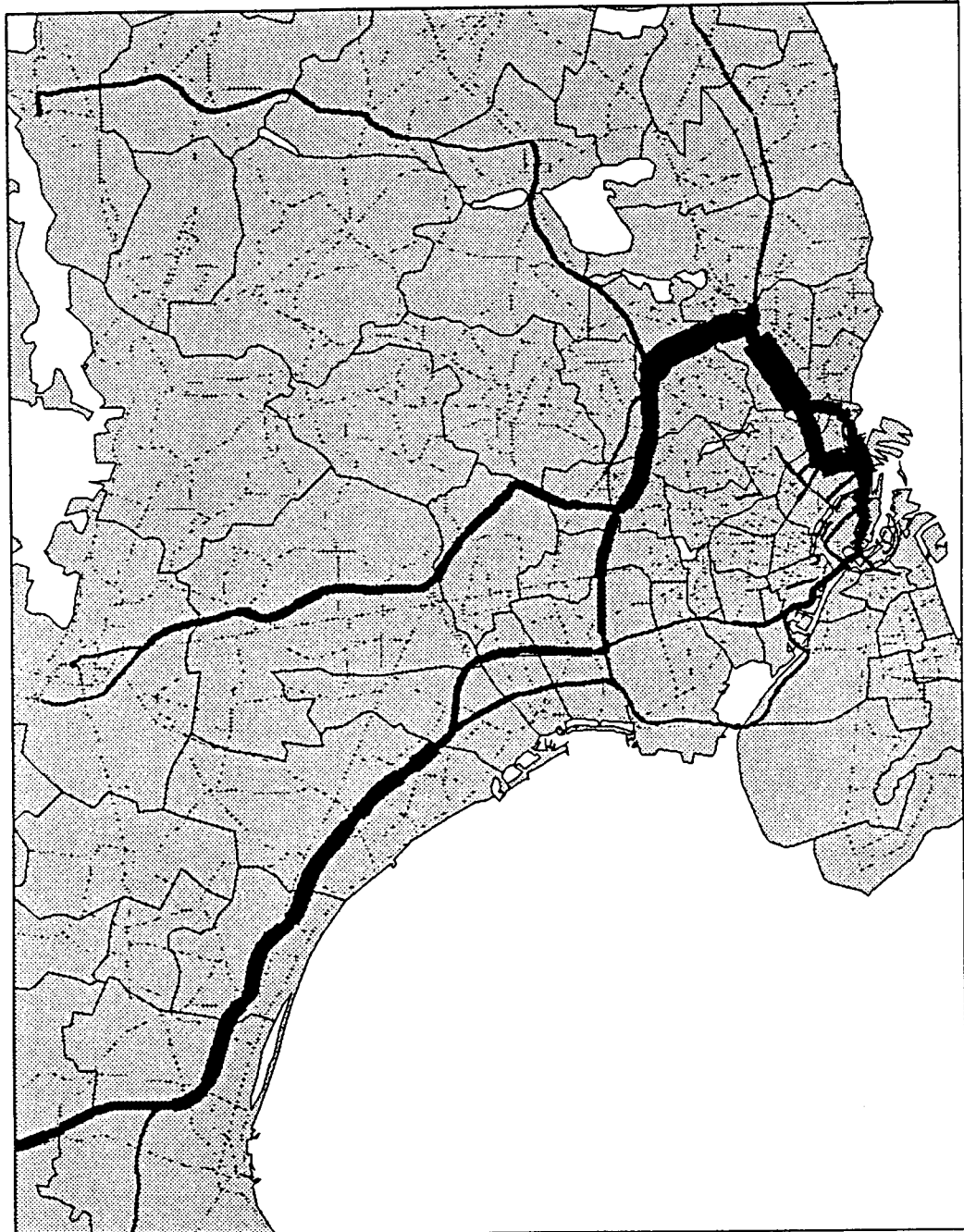
Figur 10: Trafik fra Hovedstadsområdet til Europa



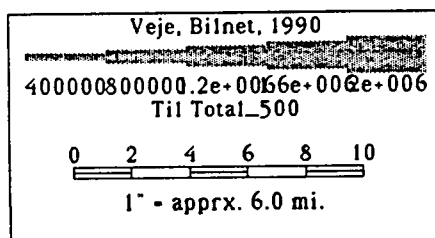
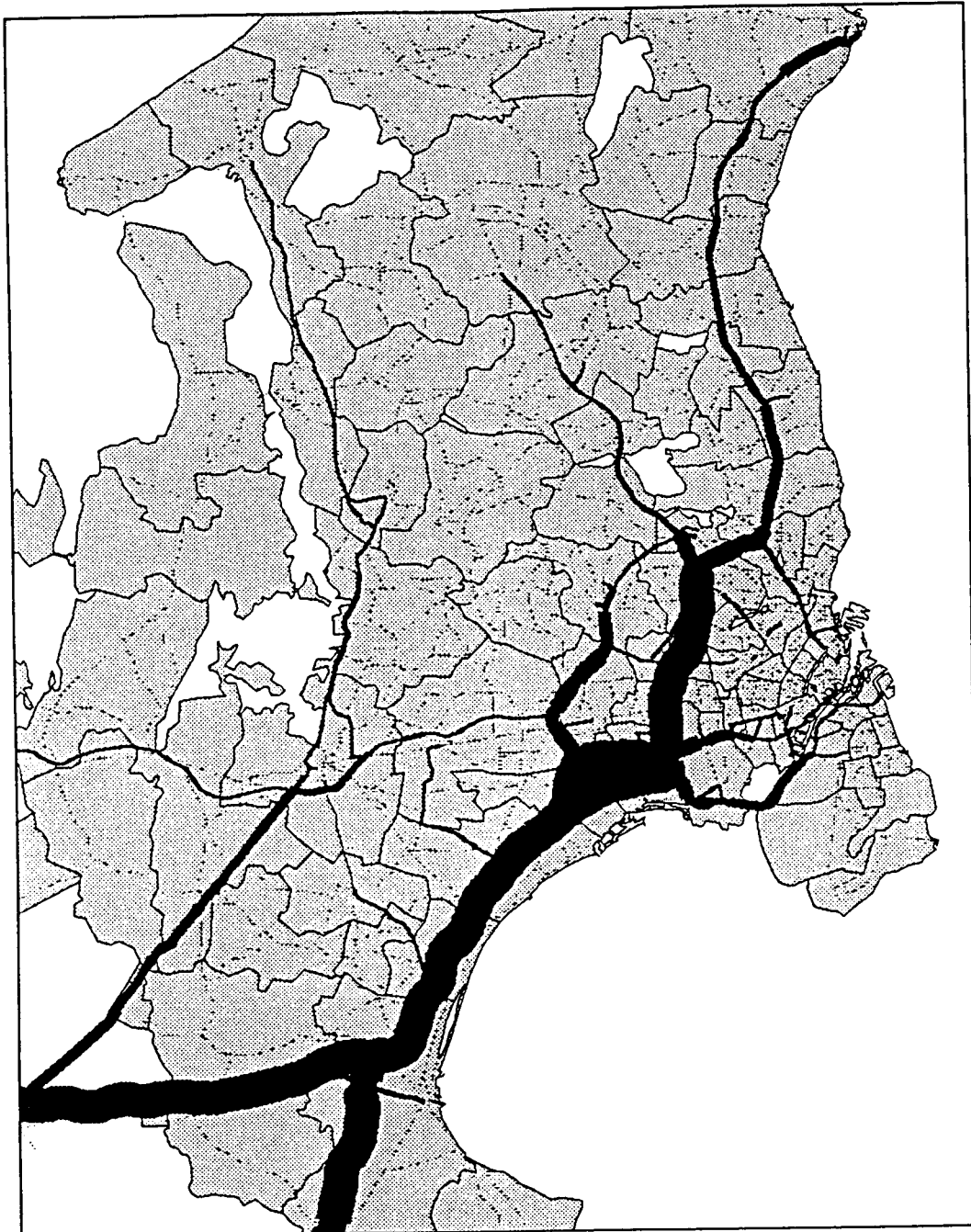
Figur 11: Trafik fra Kbh. til Skandinavien



Figur 12: Trafik fra Hovedstadsområdet til Kbh.Havn



Figur 13: Total trafik fra Kbh.



14 Bilag 5

14.1 Københavns godsmodel

Bilag 5a - Fordelingsnøgler

NØGLER TIL TRANFORMERING AF DATA PÅ KOMMUNENIVEAU TIL TRAFIKMODELLENS ZONE-NIVEAU							
OVERFORSELSNØGLER:							
ID	Navn	Arbejdspladser	Industrifaktor	Industri.arb	Nøgler	INPUT	
100	Indre by	136256	1	1363	2,57	89,43	100
105	Christianshavn	9222	20	1844	3,47		
106	Trekroner	0	0	0	0,00		
110	Indre Oesterbro	26456	30	7937	14,95		
115	Ydre Oesterbro	11969	10	1197	2,25		
120	Indre Noerrebro	14157	10	1416	2,67		
125	Ydre Noerrebro	14636	20	2927	5,51		
130	Vesterbro	35559	20	7112	13,40		
135	Kgs. Enghave	6911	25	1728	3,25		
140	Islands Brygge	9917	20	1983	3,74		
141	Amagerbro	14713	20	2943	5,54		
142	Oesthavnen	5266	70	3686	6,94		
145	Amager Faelled	2443	20	489	0,92		
146	Sundby Syd	6346	10	635	1,20		
147	Sundbyoester Syd	3014	30	904	1,70		
150	Bispebjerg	27947	20	5589	10,53		
155	Broenshoej-Husum	8000	10	800	1,51		
160	Vanløse	8156	10	816	1,54		
165	Valby	17342	20	3468	6,53		
166	Vigerslev Nord	3596	10	360	0,68		
167	Vigerslev Syd	1407	20	281	0,53		
200	Frederiksberg Oest	16015	10	1602	3,02	10,57	
205	Frederiksberg Nord	12058	10	1206	2,27		
210	Frederiksberg Vest	14011	20	2802	5,28		
300	Hellerup	9922	20	1984	65,38	100	
301	Charlottenlund-Klampenborg	6632	5	332	10,92		
302	Gentofte	9684	5	484	15,95		
303	Vangede	4702	5	235	7,75		
305	Gladsaxe	35530	20	7106	100,00	100	
310	Herlev	18969	20	3794	100,00	100	
315	Roedovre Nord	9348	20	1870	47,66	100	
316	Roedovre Syd	10266	20	2053	52,34		
320	Glostrup Nord	3580	80	2864	30,42	100	
321	Glostrup Syd	16381	40	6552	69,58		
325	Hvidovre Nord	3486	20	697	7,83	100	
326	Hvidovre Syd	20524	40	8210	92,17		
330	Broendby Nord	19884	20	3977	91,02	100	
331	Broendby Syd	1962	20	392	8,98		
335	Vallensbaek Nord	1075	20	215	33,46	100	
336	Vallensbaek Syd	2138	20	428	66,54		
340	Vestamager	2269	20	454	6,17	100	
341	Taarnby	7103	10	710	9,65		
342	Kastrup	3401	50	1701	23,10		
343	Lufthavn Nord	8991	50	4496	61,08		
345	Dragoer & Lufthavn syd	5405	50	2703	96,43	100	
346	Limhamnfaergen	500	20	100	3,57		
350	Lyngby Oest	1601	10	160	2,78	100	
351	Lyngby Vest	28023	20	5605	97,22		
355	Soellerod Oest	10062	10	1006	73,00	100	
356	Soellerod Vest	7443	5	372	27,00		
360	Vaerloese	7631	10	763	100,00	100	
365	Ballerup	30830	20	6166	100,00	100	
370	Ledoeje	1864	10	186	100,00	100	
375	Albertslund	23741	30	7122	100,00	100	
380	Hoeje Taastrup	22294	10	2229	100,00	100	
385	Ishoej	7783	30	2335	100,00	100	
400	Hoersholm	10439	5	522	100,00	100	
405	Birkerod Oest	2782	10	278	32,21	100	

Bilag 5a - Fordelingsnøgler

406	Birkeroed Vest	11709	5	585	67,79	
410	Farum	7527	10	753	100,00	100
415	Alleroed	10753	10	1075	100,00	100
420	Stenloese	4140	10	414	100,00	100
425	Oelstykke	3671	20	734	100,00	100
430	Karlebo	4707	10	471	100,00	100
435	Humblebaek	3431	10	343	52,54	100
436	Fredensborg	3099	10	310	47,46	
440	Hilleroed	22127	20	4425	100,00	100
445	Slangerup	3289	10	329	100,00	100
450	Skaevinge	2104	10	210	100,00	100
455	Frederikssund	8318	15	1248	100,00	100
460	Skibby	2321	10	232	100,00	100
465	Jaegerspris	2905	10	291	100,00	100
470	Helsingoer	24937	10	2494	100,00	100
471	Sverigesfaergerne	500	20	100	100,00	100
475	Graested	5554	10	555	100,00	100
480	Helsinge	6388	10	639	100,00	100
485	Frederiksvaerk	7568	10	757	100,00	100
490	Hundested	2879	10	288	65,75	100
491	Grenaafaergen	500	20	100	22,84	
492	Hundested-Roervig faegen	500	10	50	11,42	
500	Gundsoe	3070	10	307	100,00	100
505	Roskilde	32063	20	6413	100,00	100
510	Greve	14540	10	1454	100,00	100
515	Lejre	3047	10	305	93,84	100
516	Ringstedvej	0	0	20	6,16	
520	Viby	2091	15	314	72,16	100
521	Gadstrup	1210	10	121	27,84	
525	Havdrup	1490	10	149	16,75	100
526	Solroed	3704	20	741	83,25	
530	Bramsnaes	2162	10	216	100,00	100
531	Holbaekmotorvej	0	0	0	100,00	100
535	Hvalsoe	2077	10	208	91,22	100
536	St.Merloesevej	0	0	20	8,78	
540	Skovbo	4445	10	445	100,00	100
541	Vestmotorvej	0	0	20	100,00	100
545	Koege	17778	10	1778	100,00	100
546	Sydmotorvej	0	0	0	100,00	100
550	Valloe	3027	10	303	93,80	100
551	Stevnsvejene	0	10	20	6,20	
610	Bornholmsbåd					

Bilag 5b - Gods til GIS-modellens zoner

GODS TIL KOMMUNER - KORRIGERET									
		FRA	FRA	FRA	FRA	FRA	UDLAND	FRA	
		STOR-	NORD-	ØVR.	BORN-	---	---	KBHS	
	ID	STRØM	JYLL.	DK	HOLM	VEST	ØST	HAVN	
Indre by	100	5467	1360	21945	128	7187	5647	3593	
Christianshavn	105	7400	1841	29705	174	9728	7644	4864	
Trekroner	106	0	0	0	0	0	0	0	
Indre Oesterbro	110	31845	7924	127828	748	41862	32891	20931	
Ydre Oesterbro	115	4802	1195	19277	113	6313	4960	3156	
Indre Noerrebros	120	5680	1413	22801	133	7467	5867	3733	
Ydre Noerrebros	125	11745	2922	47145	276	15439	12131	7720	
Vesterbro	130	28535	7100	114541	670	37510	29473	18755	
Kgs. Enghave	135	6932	1725	27827	163	9113	7160	4556	
Islands Brygge	140	7958	1980	31944	187	10461	8220	5231	
Amagerbro	141	11807	2938	47393	277	15520	12195	7760	
Oesthavnen	142	14790	3680	59369	347	19442	15276	9721	
Amager Fælled	145	1960	488	7869	46	2577	2025	1289	
Sundby Syd	146	2546	634	10221	60	3347	2630	1674	
Sundbyøster Syd	147	3628	903	14563	85	4769	3747	2385	
Bispebjerg	150	22426	5580	90022	526	29481	23163	14740	
Broenshoej-Husum	155	3210	799	12885	75	4220	3315	2110	
Vanløse	160	3272	814	13136	77	4302	3380	2151	
Valby	165	13916	3463	55861	327	18294	14374	9147	
Vigerslev Nord	166	1443	359	5792	34	1897	1490	948	
Vigerslev Syd	167	1129	281	4532	27	1484	1166	742	
Frederiksberg Øst	200	6426	1599	25793	151	8447	6637	4223	
Frederiksberg Nord	205	4838	1204	19420	114	6360	4997	3180	
Frederiksberg Vest	210	11243	2798	45132	264	14780	11613	7390	
Hellerup	300	14383	3923	58840	654	2615	0	10460	
Charlottenlund-Klampenborg	301	2403	655	9832	109	437	0	1748	
Gentofte	302	3510	957	14357	160	638	0	2552	
Vangede	303	1704	465	6971	77	310	0	1239	
Gladsaxe	305	88000	22000	354000	2000	0	8000	10000	
Herlev	310	31000	8000	125000	1000	16000	16000	13000	
Roedovre Nord	315	8579	1906	33838	0	0	1906	2860	
Roedovre Syd	316	9421	2094	37162	0	0	2094	3140	
Glostrup Nord	320	4866	1217	19466	0	2433	7300	12166	
Glostrup Syd	321	11134	2783	44534	0	5567	16700	27834	
Hvidovre Nord	325	3444	861	13933	78	2192	1252	1957	
Hvidovre Syd	326	40556	10139	164067	922	25808	14748	23043	
Broendby Nord	330	35497	9102	142900	910	14563	61893	30946	
Broendby Syd	331	3503	898	14100	90	1437	6107	3054	
Vallensbaek Nord	335	2007	335	7695	0	0	0	8364	
Vallensbaek Syd	336	3993	665	15305	0	0	0	16636	
Vestamager	340	493	123	1973	0	1726	0	1295	
Taarndby	341	772	193	3088	0	2702	0	2027	
Kastrop	342	1848	462	7393	0	6469	0	4852	
Lufthavn Nord	343	4886	1222	19545	0	17102	0	12827	
Dragør & Lufthavn syd	345	0	0	1929	0	0	0	2893	
Limhamnfærge	346	0	0	71	0	0	0	107	
Lyngby Øst	350	305	83	1278	0	111	0	83	
Lyngby Vest	351	10695	2917	44722	0	3889	0	2917	
Soellerød Øst	355	23360	5840	94170	730	0	0	1460	
Soellerød Vest	356	8640	2160	34830	270	0	0	540	
Vaerløse	360	10000	3000	41000	0	4000	0	0	
Ballerup	365	67000	17000	270000	2000	20000	4000	17000	
Ledøje	370	0	0	2000	0	0	0	1000	
Albertslund	375	29000	7000	117000	1000	8000	0	11000	
Høje Taastrup	380	35000	9000	142000	1000	12000	36000	7000	
Ishøj	385	7000	2000	29000	0	12000	8000	16000	
Hoersholm	400	8000	2000	30000	0	0	0	1000	
Birkeroed Øst	405	2577	644	10630	0	2577	0	1288	
Birkeroed Vest	406	5423	1356	22370	0	5423	0	2712	

Bilag 5c - Gods fra GIS-modellens zoner

GODS FRA KOMMUNER - KORRIGERET						
	TIL	TIL	TIL	TIL	UDLAND	TIL
	STOR-	NORD-	VR.	----	----	KBHS
ID	STRØM	JYLL.	DK	VEST	ST	HAVN
100	8547	1591	29440	5852	4723	2952
105	11569	2154	39850	7921	6393	3995
106	0	0	0	0	0	0
110	49786	9269	171484	34088	27509	17193
115	7508	1398	25860	5141	4148	2593
120	8880	1653	30588	6080	4907	3067
125	18362	3419	63246	12572	10146	6341
130	44611	8306	153659	30544	24650	15406
135	10838	2018	37330	7420	5988	3743
140	12441	2316	42854	8518	6875	4297
141	18458	3437	63578	12638	10199	6374
142	23123	4305	79645	15832	12776	7985
145	3065	571	10557	2098	1694	1058
146	3981	741	13711	2726	2200	1375
147	5672	1056	19536	3883	3134	1959
150	35061	6528	120766	24006	19373	12108
155	5018	934	17285	3436	2773	1733
160	5116	953	17622	3503	2827	1767
165	21756	4051	74939	14896	12022	7513
166	2256	420	7770	1544	1246	779
167	1765	329	6080	1209	975	610
200	10046	1870	34602	6878	5551	3469
205	7564	1408	26053	5179	4179	2612
210	17578	3273	60545	12035	9713	6070
300	22882	4576	78453	0	0	1961
301	3824	765	13110	0	0	328
302	5583	1117	19143	0	0	479
303	2711	542	9295	0	0	232
305	138000	26000	476000	8000	0	1000
310	49000	9000	168000	8000	0	3000
315	13345	2383	45753	0	0	5243
316	14655	2617	50247	0	0	5757
320	7604	1521	26157	9733	15816	1825
321	17396	3479	59843	22267	36184	4175
325	5401	1018	18708	626	313	1096
326	63599	11982	220292	7374	3687	12904
330	55522	10012	192050	10922	21845	7282
331	5478	988	18950	1078	2155	718
335	3011	669	10372	1338	4015	1004
336	5989	1331	20628	2662	7985	1996
340	740	123	2651	1726	0	185
341	1158	193	4150	2702	0	290
342	2773	462	9935	6469	0	693
343	7330	1222	26264	17102	0	1832
345	964	0	1929	0	3857	964
346	36	0	71	0	143	36
350	500	83	1722	0	111	167
351	17500	2917	60278	0	3889	5833
355	36500	6570	126291	0	0	730
356	13500	2430	46709	0	0	270
360	16000	3000	55000	8000	0	0
365	105000	20000	363000	0	20000	3000

Bilag 5c - Gods fra GIS-modellens zoner

370	1000	0	2000	0	4000	1000
375	46000	9000	157000	0	0	0
380	55000	10000	191000	28000	0	8000
385	11000	2000	39000	8000	0	1000
400	12000	2000	40000	0	0	0
405	4188	644	14495	0	0	966
406	8812	1356	30505	0	0	2034
410	17000	3000	57000	4000	0	2000
415	30000	6000	104000	4000	4000	1000
420	7000	1000	23000	0	0	1000
425	8000	2000	29000	0	0	1000
430	13000	2000	44000	0	0	2000
435	5780	1051	19441	0	0	2102
436	5220	949	17559	0	0	1898
440	12000	2000	42000	4000	0	0
445	7000	1000	23000	0	0	0
450	7000	1000	22000	0	0	0
455	22000	4000	75000	36000	8000	36000
460	1000	0	5000	0	0	1000
465	2000	0	8000	0	0	1000
470	46000	9000	158000	0	20000	3000
471	0	0	0	0	0	2000
475	5000	1000	18000	32000	0	0
480	13000	2000	46000	0	8000	1000
485	33000	6000	113000	8000	16000	0
490	4602	657	15121	0	0	657
491	1599	228	5252	0	0	228
492	799	114	2626	0	0	114
500	1000	0	4000	0	0	0
505	43000	8000	150000	8000	24000	39000
510	17000	3000	57000	56000	12000	1000
515	1877	0	6569	0	7507	5630
516	123	0	431	0	493	370
520	5051	722	17319	0	0	1443
521	1949	278	6681	0	0	557
525	837	167	3014	0	0	0
526	4163	833	14986	0	0	0
530	2000	0	6000	0	0	0
531	0	0	0	0	0	3854
535	912	0	2736	0	0	0
536	88	0	264	0	0	0
540	14000	3000	49000	20000	0	1000
541	0	0	0	0	0	62238
545	66000	12000	227000	64000	64000	9000
546	0	0	0	0	0	15498
550	5628	938	20637	3752	3752	0
551	372	62	1363	248	248	0
610	0	0	0	0	0	410
SUM	1492000	274000	5140000	612000	476000	387000

Bilag 5d - Oprindelsesdata for gods til zoner

Oprindelsesdata	GODS TIL KOMMUNER I HOVEDSTADSREGIONEN						UDLAND	FRA KBHS HAVN
	FRA STOR- STRØM	FRA NORD- JYLL.	FRA ØVR. DK	FRA BORN- HOLM	FRA — VEST	— ØST		
ØSTPØ (TIL SV+NORGE)	0	0	0	0	0	0	4	
VESTPØ (TIL ØVR.DK)	0	0	0	0	0	0	140	
KBH+FRB	213	53	855	5	280	220	140	
BALLERUP	67	17	270	2	20	4	17	
BRØNDBY	39	10	157	1	16	68	34	
DRAGØR	0	0	2	0	0	0	3	
GENTOFTE	22	6	90	1	4	0	16	
GLADSAKSE	88	22	354	2	0	8	10	
GLOSTRUP	16	4	64	0	8	24	40	
HERLEV	31	8	125	1	16	16	13	
ALBERTSLUND	29	7	117	1	8	0	11	
HVIDOVRE	44	11	178	1	28	16	25	
HØJE TØSTRUP	35	9	142	1	12	36	7	
LEDØJE-SMØRUM	0	0	2	0	0	0	1	
LYNGBY-TØRBAK	11	3	46	0	4	0	3	
RØDØVRE	18	4	71	0	0	4	6	
SØLLERØD	32	8	129	1	0	0	2	
ISHØJ	7	2	29	0	12	8	16	
TØRNBY	8	2	32	0	28	0	21	
VALLENSB'K	6	1	23	0	0	0	25	
V'RLØSE	10	3	41	0	4	0	0	
ALLERØD	19	5	77	0	28	0	4	
BIRKERØD	8	2	33	0	8	0	4	
FARUM	11	3	43	0	4	0	2	
FREDENSBORG-HUMLEB'K	7	2	27	0	12	0	5	
FREDERIKSSUND	14	3	56	0	0	0	15	
FREDERIKSV'RK	21	5	84	1	4	12	0	
GR'STED-GILLELEJE	3	1	13	0	12	4	4	
HELSINGE	9	2	34	0	44	0	2	
HELSINGØR	29	7	118	1	0	8	11	
HILLERØD	8	2	31	0	0	0	3	
HUNDESTED	4	1	17	0	0	16	2	
HØRSHOLM	8	2	30	0	0	0	1	
J'GERSPRIS	1	0	6	0	0	0	0	
KARLEBO	8	2	33	0	0	0	0	
SKIBBY	1	0	4	0	0	0	0	
SK'VINGE	4	1	17	0	8	0	0	
SLANGERUP	4	1	17	0	0	0	0	
STENLØSE	4	1	17	0	0	0	1	
ØLSTYKKE	5	1	21	0	0	0	3	
BRAMSN'S	1	0	5	0	0	0	0	
GREVE	11	3	42	0	48	28	16	
GUNDSØ	1	0	3	0	0	0	1	
HVALSØ	1	0	2	0	0	0	0	
KØGE	42	11	169	1	12	4	75	
LEJRE	1	0	5	0	0	0	4	
RAMSØ	5	1	18	0	4	0	3	
ROSKILDE	28	7	112	1	20	20	26	
SKOVBO	9	2	37	0	0	0	0	
SOLRØD	3	1	14	0	0	0	0	
VALLØ	4	1	16	0	0	0	0	
SUM	950	237	3828	20	644	496	716	

Bilag 5e - Oprindelsesdata for gods fra zoner

Oprindelsesdata	GODS FRA KOMMUNER I HOVEDSTADSREGIONEN					
Zonerelation	TIL	TIL	TIL	TIL	UDLAND	TIL
	STOR-	NORD-	VR.	---	---	KBHS
	STRØM	JYLL.	DK	VEST	ST	HAVN
STP (FRA SV+NORGE)	0	0	0	0	0	2
VESTP (FRA VR.DK)	0	0	0	0	0	82
KBH+FRB	333	62	1147	228	184	115
BALLERUP	105	20	363	0	20	3
BRØNDBY	61	11	211	12	24	8
DRAGØR	1	0	2	0	4	1
GENTOFTE	35	7	120	0	0	3
GLADSAKSE	138	26	476	8	0	1
GLOSTRUP	25	5	86	32	52	6
HERLEV	49	9	168	8	0	3
ALBERTSLUND	46	9	157	0	0	0
HVIDOVRE	69	13	239	8	4	14
HØJE TØSTRUP	55	10	191	28	0	8
LEDØJE-SMØRUM	1	0	2	0	4	1
LYNGBY-TØRBAK	18	3	62	0	4	6
RØDOVRE	28	5	96	0	0	11
SØLLERØD	50	9	173	0	0	1
ISHØJ	11	2	39	8	0	1
TØRNBY	12	2	43	28	0	3
VALLENSB'K	9	2	31	4	12	3
VRLØSE	16	3	55	8	0	0
ALLERØD	30	6	104	4	4	1
BIRKERØD	13	2	45	0	0	3
FARUM	17	3	57	4	0	2
FREDENSBORG-HUMLEB'K	11	2	37	0	0	4
FREDERIKSSUND	22	4	75	36	8	36
FREDERIKSV'RK	33	6	113	8	16	0
GR'STED-GILLELEJE	5	1	18	32	0	0
HELINGE	13	2	46	0	8	1
HELINGØR	46	9	158	0	20	3
HILLERØD	12	2	42	4	0	0
HUNDESTED	7	1	23	0	0	1
HØRSHOLM	12	2	40	0	0	0
J'GERSPRIS	2	0	8	0	0	1
KARLEBO	13	2	44	0	0	2
SKIBBY	1	0	5	0	0	1
SK'VINGE	7	1	22	0	0	0
SLANGERUP	7	1	23	0	0	0
STENLØSE	7	1	23	0	0	1
ØLSTYKKE	8	2	29	0	0	1
BRAMSN'S	2	0	6	0	0	0
GREVE	17	3	57	56	12	1
GUNDSØ	1	0	4	0	0	0
HVALSØ	1	0	3	0	0	0
KØGE	66	12	227	64	64	9
LEJRE	2	0	7	0	8	6
RAMSØ	7	1	24	0	0	2
ROSKILDE	43	8	150	8	24	39
SKOVBO	14	3	49	20	0	1
SOLRØD	5	1	18	0	0	0
VALLØ	6	1	22	4	4	0
SUM	1492	274	5140	612	476	387

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Adresser:

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

URL: <http://www.dmu.dk>

*Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssekretariat
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi
Afdeling for Miljøkemi
Afdeling for Arktisk Miljø **

* Indtil der er etableret faciliteter i Roskilde:
Tagensvej 135, 4. sal, 2200 København N
Tlf. 35 82 14 15, Fax 35 82 14 20

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlesøvej 25
Postboks 413
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Afdeling for Sø- og Fjordøkologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi
Afdeling for Vandløbsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12
Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 14

*Afdeling for Kystzoneøkologi
Afdeling for Landskabsøkologi*

DMU udgiver følgende publikationer:

Arbejdsrapporter
Faglige rapporter
Tekniske anvisninger
TEMA-anvisninger
R&D Projects
Årsberetninger

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til DMU på telefon 46 30 12 00.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

1996

- Nr. 152: Rådyrjagten i Danmark 1993/94. Af Asferg, T. & Jeppesen, J.L. 40 s., 50,00 kr.
- Nr. 153: Control of Pesticides 1995. By Køppen, B. 26 p., DKK 40,00.
- Nr. 154: Territoriality, breeding ranges and relationship between the sexes in a Danish wild pheasant (*Phasianus colchicus*) population. By Clausager, I. et al. 44 p., DKK 45,00.
- Nr. 155: Fredningen ved Saltholm og risiko for bird-strikes i Københavns Lufthavn. Af Noer, H. & Christensen, T.K. 44 s., 50,00 kr.
- Nr. 156: Oil Exploration in the Fylla Area. By Mosbech, A. et al. 92 p., DKK 100,00.
- Nr. 157: Monitoring af tungmetaller i danske dyrknings- og naturjorder. Prøvetagning i 1992/1993. Af Larsen, M.M. et al. 78 s., 100,00 kr.
- Nr. 158: Fuglelivet omkring Rønland, Harboør Tange. Af Clausen, P., et al. 48 s., 45,00 kr.
- Nr. 159: Kortlægning af tålegrænser for svovl og kvælstof. Af Bak, J. 110 s., 150,00 kr.
- Nr. 160: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1995. Af Riget, F. et al. 91 s., 100,00 kr.
- Nr. 161: Ammoniak og naturforvaltning. Af Strandberg, M. 58 s., 100,00 kr.
- Nr. 162: Environmental impacts of shipping to and from Citronen Fjord. By Boertmann, D. 35 p., DKK 40,00.
- Nr. 163: Modellering af bygge- og anlægssektorens materialeforbrug. Af Wier, M. 122s., 75,00 kr.
- Nr. 164: BASIS. En konsekvensanalysemodel for forbrug af byggematerialer. Af Wier, M. 109 s., 75,00 kr.
- Nr. 165: Omkostninger ved reduktion af næringsstofbelastningen af havområderne. Af Paaby, H. et al. 187 s., 150,00 kr.
- Nr. 166: Analyse af dioxin og pentachlorphenol i nye tekstiler. Af Vikelsøe, J. & Johansen, E. 46 s., 40,00 kr.
- Nr. 167: Fejlkilder i den danske vildtudbyttestatistik. Af Asferg, T. 27 s., 40,00 kr.
- Nr. 168: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1995/1996 i Danmark. Af Clausager, I. 41 s., 35,00 kr.
- Nr. 169: Effects of fitting dummy satellite transmitters to geese. A pilot project using radio telemetry on wintering Greenland White-fronted geese. By Glahder, C. et al. 38 p., DKK 40,00.
- Nr. 170: Seabird colonies in western Greenland. By Boertmann, D. et al. 148 p., DKK 100,00.
- Nr. 171: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Karup Å, Hvidbjerg Å/Thy, Ryå og Skals Å, 1985-1994. Af Madsen, A.B. et al. 42 s., 45,00 kr.
- Nr. 172: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Danmark 1996. Af Hammershøj, M. et al. 43 s., 45,00 kr.
- Nr. 173: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Hovedrapport og bilagsrapport. Af Skov, H. et al. 84 s. + 282 s., 100,00 kr. + 300,00 kr.
- Nr. 174: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Målemetoder og modelberegninger. Af Ellermann, T. et al. 56 s., 70,00 kr.
- Nr. 175: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Grant, R. et al. 150 s., 125,00 kr.
- Nr. 176: Ferske vandområder. Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Jensen, J.P. et al. 96 s., 125,00 kr.
- Nr. 177: Ferske vandområder. Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Windolf, J. (red.). 228 s., 125,00 kr.
- Nr. 178: Sediment and Phosphorus. Erosion and Delivery, Transport and Fate of Sediments and Sedimentassociated Nutrients in Watersheds. Proceedings from an International Workshop in Silkeborg, Denmark, 9-12 October 1995. Af Kronvang, B. et al. 150 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 179: Marine områder. Danske fjorde - status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Kaas, H. et al. 205 s., 150,00 kr.
- Nr. 180: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1995. By Kemp, K. et al. 55 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 181: Dansk Fauna Indeks. Test og modifikationer. Af Friberg, N. et al. 56 s., 50,00 kr.

1997

- Nr. 182: Livsbetingelserne for den vilde flora og fauna på braklagte arealer - En litteraturudredning. Af Mogensen, B. et al. 165 pp., 125,00 DKK.
- Nr. 183: Identification of Organic Colourants in Cosmetics by HPLC-Photodiode Array Detection. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Rastogi, S.C. et al. 233 pp., 80,00 DDK.
- Nr. 184: Forekomst af egern *Sciurus vulgaris* i skove under 20 ha. Et eksempel på fragmentering af landskabet i Århus Amt. Af Asferg, T. et al. 35 s., 45,00 kr.
- Nr. 185: Transport af suspenderet stof og fosfor i den nedre del af Skjern Å-systemet. Af Svendsen, L.M. et al. 88 s., 100,00 kr.