

OMIT - Vejledning til miljø-
opgørelse/dokumentation af
international godstransport

Institut for Transportstudier
TetraPlan A/S, International Transport Danmark
IFEU-Heiselberg

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

<u>OMIT</u>	5
<u>1 FORORD</u>	7
<u>2 INDLEDNING</u>	9
<u>3 BRUGERVEJLEDNING</u>	11
<u>3.1 INSTALLATION OG START AF OMIT</u>	11
<u>3.1.1 Begynd ny beregning/"Start definition"</u>	11
<u>3.1.2 Kopier gl. opgørelse/"Copy another transport chain"</u>	11
<u>3.1.3 Slet gamle data/"Delete former definitions"</u>	12
<u>3.2 TRIN 1 DEFINER TRANSPORT/"IDENTIFY TRANSPORT"</u>	12
<u>3.3 TRIN 2 VÆLG TRANSPORTMIDLER/"SELECT TRANSPORT MODES"</u>	12
<u>4 BEREGNING AF MILJØDATA</u>	15
<u>4.1 BEREGNING OG FORDELING AF MILJØBELASTNING FOR LASTBIL</u>	15
<u>4.1.1 Korridorer og afstande</u>	15
<u>4.1.2 Beregning af miljødata</u>	16
<u>4.1.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset</u>	17
<u>4.1.4 Beregningseksempel</u>	17
<u>4.2 BEREGNING OG FORDELING AF MILJØBELASTNING FOR TOG</u>	18
<u>4.2.1 Korridorer og afstande</u>	19
<u>4.2.2 Beregning af miljødata</u>	19
<u>4.2.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset</u>	20
<u>4.2.4 Beregningseksempel</u>	21
<u>4.3 BEREGNING OG FORDELING AF MILJØBELASTNING FOR RO/RO FÆRGE</u>	21
<u>4.3.1 Korridorer og afstande</u>	21
<u>4.3.2 Beregning af miljødata</u>	21
<u>4.3.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset</u>	23
<u>4.3.4 Beregningseksempel</u>	23
<u>4.4 BEREGNING OG FORDELING AF MILJØBELASTNING FOR CONTAINERSKIB</u>	23
<u>4.4.1 Korridorer og afstande</u>	24
<u>4.4.2 Beregning af miljødata</u>	24
<u>4.4.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset</u>	26
<u>4.4.4 Beregningseksempel</u>	26
<u>4.5 BEREGNING OG FORDELING AF MILJØBELASTNING FOR BULK CARRIERS</u>	26
<u>4.5.1 Korridorer og afstande</u>	26
<u>4.5.2 Beregning af miljødata</u>	26
<u>4.5.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset</u>	28
<u>4.5.4 Beregningseksempel</u>	28
<u>4.6 RESULTATER</u>	28
<u>4.6.1 Brug af resultaterne</u>	31
<u>5 ORDLISTE</u>	32
<u>5.1 LANDEKODER</u>	34
<u>6 REFERENCER</u>	35

7 BILAG

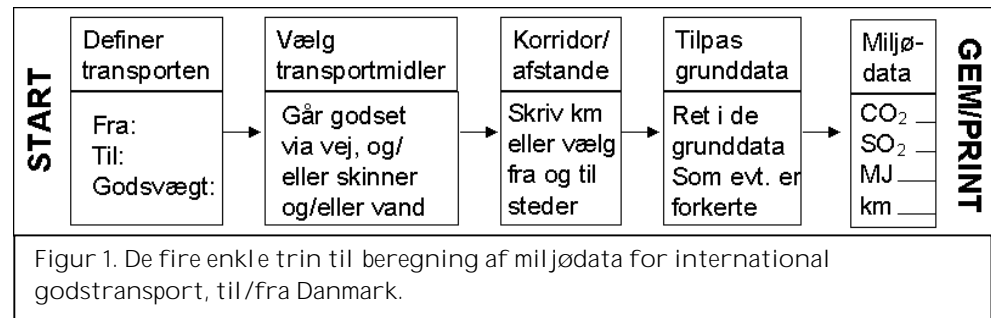
37

BILAG A Lastbil: 48t lastbil med fordelingsdata

BILAG B Tog: Grunddata for tog og elproduktion.

BILAG C Skibe: Olieforbrug per time og som funktion af alder

OMIT



1 Forord

OMIT-værktøjet er udviklet til at beregne energiforbrug og emissioner for international godstransport til og fra Danmark. Udviklingen er finansieret af Miljøstyrelsens program til fremme af renere produkter. I og med OMIT dækker internationale transport, er den et supplement til Trafikministeriets nationale beregningsmodel TEMA2000 (COWI, 2000).

OMIT er udført i år 2000 og 2001 af:
Institut for Transportstudier, TetraPlan A/S, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, International Transport Danmark, Danmarks Rederiforening, Banestyrelsen, Kombi Dan A/S og DSB Trafikplanlægning og Miljø.

TEMA2000 og OMIT bygger på det samme datagrundlag for så vidt angår skibsberegningerne, da søfart er et internationalt erhverv. For baneberegningerne har det været nødvendigt at skaffe nye europæiske data, da togenes størrelse, energiforsyning og dermed miljøbelastningen afhænger af, hvilket land de befinder sig i. Endelig er data for lastbiler baseret på en række simuleringer for en 48 ton lastbil i TEMA2000. Dette giver en forøgelse af energiforbrug og emissioner i forhold til den typiske europæiske 40 ton eksportlastbil, en afvigelse man bør kompensere for ved at anvende de reelle km per liter diesel.

Projektforløbet har været støttet af en følgegruppe, hvor følgende har deltaget: Miljøstyrelsen, Trafikministeriet, Banestyrelsen, DSB Trafikplanlægning og Miljø, Danmarks Rederiforening, Danske Speditører, Erhvervenes Transport Udvalg, International Transport Danmark og Kombi Dan.

Udformningen og tilpasningen af OMIT og beregningsmodellerne til erhvervslivets behov kunne ikke være sket uden hjælp fra mange sider. Derfor en stor tak til: Danfoss A/S, DFDS Tor Line Group A/S, Central Soya European Proteins A/S, Energistyrelsen, A/S Roulunds Fabriker, Scandlines A/S og Schenker-BTL A/S for deres tid og bidrag som det efter bedste evne er forsøgt at inddrage i projektet.

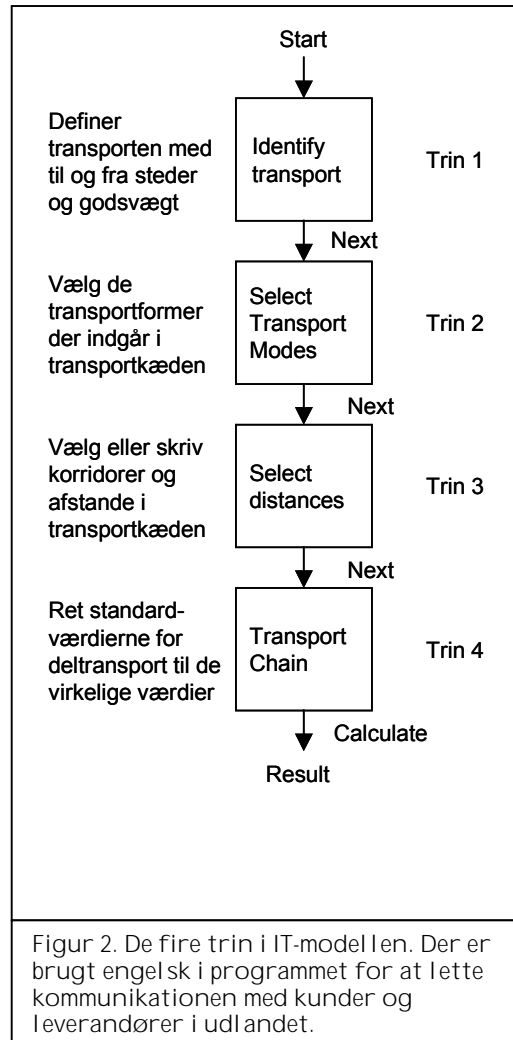
Der er lagt vægt på, at OMIT skal være let at bruge. Det betyder også, at der kun er begrænsede muligheder for at ændre på parametrene for transporterne. Udvælgelsen af de værdier, der kan ændres på, er sket ud fra et væsentlighedskriterium:

- de skal være væsentlige for transportens energiforbrug og miljøbelastning
- transportør og transportkøber skal have væsentlig indflydelse på dem.

Dette er tankegangen bag OMIT, god fornøjelse med programmet. Håbet er, at det ud over miljøopgørelser kan give større viden om, hvor transportør og transportkøber har mulighed for at reducere transportens miljøbelastning, og at denne viden vil lede til handling.

Projektet er afleveret til Miljøstyrelsen i oktober 2001.

2 Indledning



OMIT er et let anvendeligt værktøj til at opgøre miljøbelastningen ved international godstransport til og fra Danmark med lastbil, tog og skib.

Som det fremgår af figur 2, består OMIT af fire trin, hvor det er muligt at definere transportkædens sammensætning og transportformernes parametre. I vejledningen vil de to første trin blive behandlet samlet, mens de to sidste trin og forudsætningerne for beregningerne vil blive gennemgået for hver transportform for sig. Til slut vil resultatarkene blive kommenteret.

Resultaterne kommer i et Excel-regneark. Det er så muligt at arbejde videre med data eller at sætte dem ind i eget materiale som dokumentation af udførte transporter.

Målet med denne vejledning er at beskrive, hvordan værktøjet anvendes og give eksempler på de muligheder, der er for at tilpasse beregningerne.

Det er ikke altid oplagt, hvordan en transport nøjagtigt forløber. Derfor er der i modellen indlagt standardværdier, der dækker et typisk transportforløb. Brugeren skal dog vide, hvilke transportformer der indgår, hvorfra og hvortil godset transporteres, samt vægten af godset. Jo flere forhold vedr. transporten man har konkrete data om, jo mere præcise bliver resultaterne.

I OMIT fordeles energiforbrug og emissioner efter de samme principper, som transporterne almindeligvis faktureres efter. Det betyder, at miljøbelastningen for færgetransport fordeles efter længden af det anvendte køretøj, for containerskibet per TEU (20' containerenhed), for tog og bulk carrier fordeles der efter ton og for lastbil efter ton eller m^3 , afhængigt af om godset er vægt- eller volumengods.

Da OMIT er rettet mod internationale transporter, hvor enten afsender eller modtager ikke er dansk, er sproget i programmet engelsk. Dermed er der

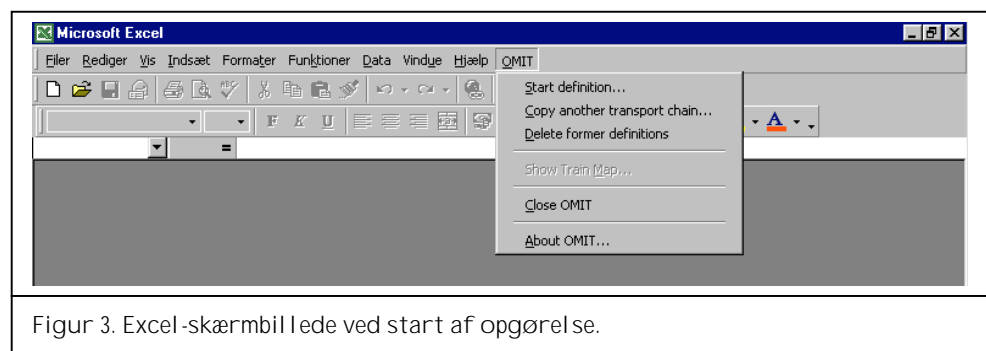
mulighed for at bruge resultaterne og dele beregningerne med partnere i udlandet.

Vejledningen er suppleret med uddybende kommentarer, der ikke er nødvendige at have kendskab til for at kunne bruge OMIT - *disse oplysninger står i kursiv.*

3 Brugervejledning

3.1 Installation og start af OMIT

Installation af værktøjet sker ved at dobbelt-klikke på filen setup.exe. Derefter følges programmets vejledning for installation. Man kan forvente, at PC'en må genstartes op til to gange som en del af proceduren. Når OMIT er installeret, åbnes programmet fra Windows Start-menuen, man skal tillade makroer, herefter kan opgørelsen startes fra Excel-menulinien ved at vælge OMIT.



Figur 3. Excel-skærmbillede ved start af opgørelse.

En opgørelse kan laves på to måder. Enten begynder man helt forfra ved at vælge "Start definition", eller også arbejder man videre på en tidligere opgørelse ved at vælge "Copy another transport chain".

3.1.1 Begynd ny beregning/"Start definition"

Hvis man skal lave en ny opgørelse, vælger man "Start definition". Man føres igennem programmets fire trin. Det er hele tiden muligt at gå tilbage og ændre i parametrene, lige indtil man har trykket på "Calculate" i trin 4. Herefter er det nødvendigt at starte forfra ved at anvende "Copy another transport chain", hvis man vil lave ændringer til opgørelsen.

Den færdige beregning og forudsætningerne gemmes som et regneark i mappen "Calc", der hvor programmet er gemt.

3.1.2 Kopier gl. opgørelse/"Copy another transport chain"

Når man vælger "Copy another transport chain" kan man vælge mellem alle tidligere beregninger beskrevet ved: fra og til sted, beskrivelse, godsvægt, godsvolumen, dato og tid for beregning. Herefter er det muligt at ændre dele af eller hele opgørelsen, den vil i alle tilfælde blive gemt som en ny beregning, og den gamle beregning bliver ikke overskrevet.

Man kan ikke slette deltransporter i en kopieret transportkæde, men det er muligt at tilføje nye og at ændre i korridorer og afstande. Når man ændrer i en transport, f.eks. ved at bruge en anden korridor, vil de efterfølgende indstillinger for transporten blive ført tilbage til standardværdierne.

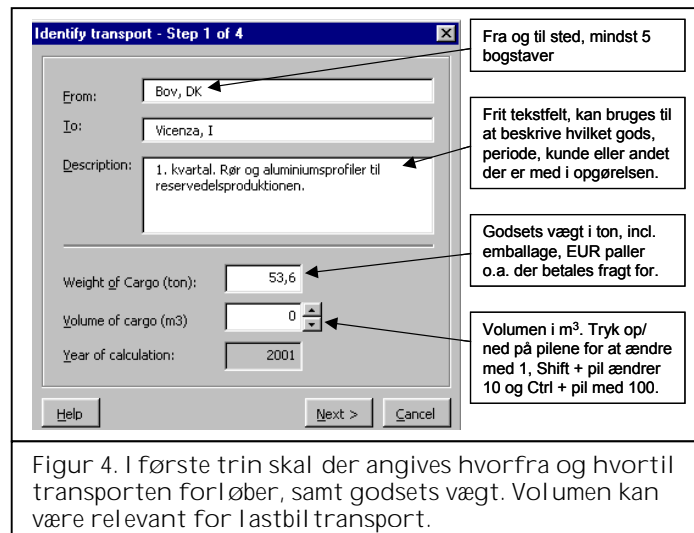
Funktionen er god til at gemme en transportkæde for en given kunde, der så hvert kvartal eller år kan få en miljøopgørelse baseret på de opdaterede mængder.

Det er også muligt at bruge funktionen til at regne forskellige eksempler igennem for at se, hvilke miljøforbedringer man kan opnå ved f.eks. at forbedre kapacitetsudnyttelsen.

3.1.3 Slet gamle data/"Delete former definitions"

Denne funktion sletter parametrene til de tidligere opgørelser. Det er således ikke længere muligt at hente gamle opgørelser med "Copy another transport chain". Resultatregnearkene er dog stadig gemt i mappen "Calc" hvorfra de evt. skal slettes manuelt. Til brug for dokumentation af forbedringer kan det være en fordel at gemme gamle resultatregneark i en ny mappe med årstal på.

3.2 Trin 1 Definer transport/"Identify transport"



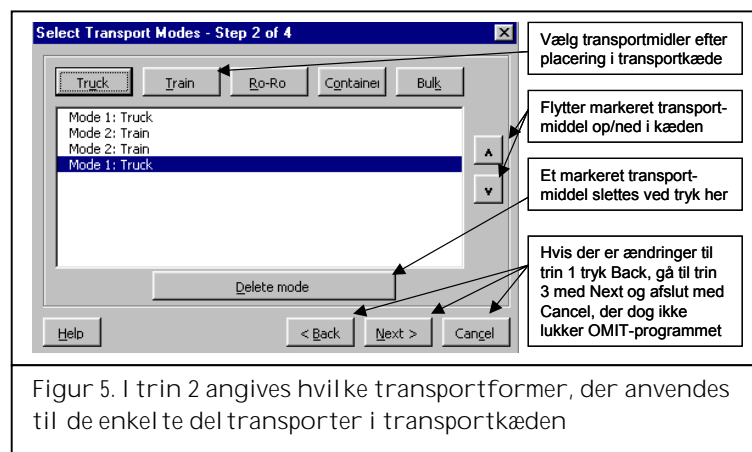
Programmet giver opgørelsen et løbenr. og en dato, og hermed er transporten beskrevet entydigt og kan genfindes.

Godsvægten kan vælges frit. Er den større end hvad der kan være på en enkelt transport, behandler OMIT det som flere enkeltransporter.

Figur 4. I første trin skal der angives hvorfra og hvortil transporten forløber, samt godsets vægt. Volumen kan være relevant for lastbil transport.

Volumenangivelse har betydning for lastbiltransport hvis godset vejer mindre end 333 kg per m³. Så går volumen ind og styrer fordelingen af miljøbelastningen i stedet for vægt.

3.3 Trin 2 Vælg transportmidler/"Select Transport Modes"



Der er ingen begrænsninger på antallet af deltransporter, hvilke transportformer der kan anvendes og i hvilken rækkefølge de skal indgå i transportkæden.

Figur 5. I trin 2 angives hvilke transportformer, der anvendes til de enkelte deltransporter i transportkæden

Transportformerne kan vælges blandt de følgende:

- lastbil (Truck)
- tog (Train)
- ro/ro godsfærge (Ro-Ro)
- containerskib (Container)
- bulk carrier (Bulk).

OMIT checker ikke, om en transportkæde hænger sammen. Det er op til brugeren at sikre, at korridorerne hænger sammen, og at data for transportmidlerne er mulige og korrekte.

4 Beregning af miljødata

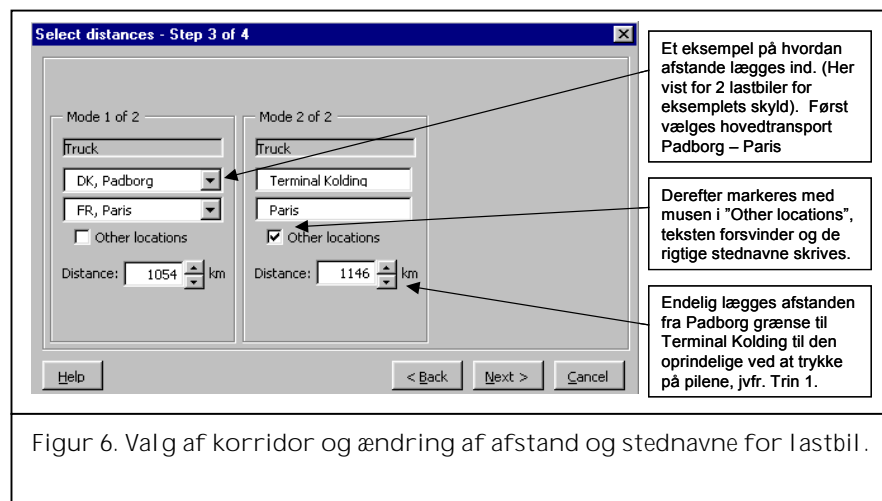
Beregningen af de specifikke miljødata er baseret på de forhold, som transportformerne opererer under. Det er forskellige korridorer og parametre der skal oplyses, afhængigt af om der beregnes for lastbil, tog eller skib. Derfor vil trin 3 og 4 i beregningen i det følgende blive beskrevet for hver transportform for sig. Til slut vil et resultatark blive kommenteret.

4.1 Beregning og fordeling af miljøbelastning for lastbil

Data for lastbiltransport er beregnet på baggrund af simuleringer af langturstransport i TEMA2000 (COWI, 2000). Da data i TEMA2000 er baseret på en 48 ton lastbil, der har en større motor end den typiske 40 ton eksportlastbil, svarer energiforbrug og emissioner ikke helt til virkeligheden. Det anbefales derfor, at man selv opgør og anvender data for km/l i beregningerne.

4.1.1 Korridorer og afstande

I OMIT indgår en afstandsdatabase med vejafstande fra landegrænserne i Padborg og på Øresundsbroen samt en række færgelanløbshavne i udlandet til en række større byer i Europa. Afstanden for den danske del af transporten skal man selv lægge til, enten fra den danske havn eller fra landegrænsen i Padborg eller på Øresundsbroen. Det er muligt at overskrive navne og afstande, så de korrekte oplysninger kommer til at fremgå af udskriften.



Hvis man skal finde afstande mellem andre byer kan man spørge transportøren eller anvende et ruteplanlæg

ningsværktøj, det kan evt. findes på Internettet. Det er vigtigt at anvende det samme værktøj hver gang for at kunne sammenligne beregningerne. Blandt andet på www.reiseroute.de findes der en oversigt over en række ruteplanlægningsværktøjer.

I nogle tilfælde er lastbiltransporten opdelt i flere dele, fra fabrik til transportørs terminal og derfra til kunden. I stedet for at anvende den direkte afstand bør man

bruge den afstand, godset reelt tilbagelægger. Hvis der er væsentlig forskel på transporten fra fabrik til terminal og fra terminal til kunde, bør den opdeles i to deltransporter.

4.1.2 Beregning af miljødata

Lastbilens energiforbrug og emissioner per km afhænger af de følgende faktorer:

- km/l (Average fuel consumption (km/l))
- Godsvægten (Average weight of load when loaded (ton))
- Euro-norm 0,0 – 4,0 (EURO norm)
- Tomkørsel (Percentage of km without load).

I trin 4 vises alle transportmidler i kæden, og det er ved tryk på Parameters muligt at ændre beregningsgrundlaget.

Change Parameters

Mode 1 of 1

Parameter: Value:

Average load when loaded (m3) 48

Average weight of load when loaded (ton) 16

Euro-norm 1,5

Exhaust reduction technology type 1

Average fuel consumption (km/l) 2,87

Percentage of km without load 9

OK Cancel

Gennemsnitsvolumen og -godsvægt for alt gods der er med lastbil/erne.

Lastbilens EURO-norm 0-4, evt. som gennemsnit.

Er der brugt katalysator/ filter kan type vælges her.

km/l bør udfyldes, ellers anvendes standardværdi.

% tomkørsel, sættes til 0 hvis godsvægt og km/l er beregnet af alle kørte km, ellers anføres % kørte km uden betalende gods.

Tryk på Calculate for at beregne miljødata for transporten. Det er derefter ikke muligt at gå tilbage og ændre i data.

Figur 7. Parametre der kan ændres. Der bør anføres flest mulige reelle værdier, og som minimum km/l.

Tomkørsel beregnes som en tur, der ligger efter den tur, som beregningen vedrører. Hvis der er angivet km/l, anvendes det også for tomkørsel. Ellers beregnes energiforbrug og emissioner for tomkørsel som 75 % af det, en lastbil med 16 tons gods ville bruge.

Euro-normen kan variere mellem 0 og 4. Er der tale om transport med en lastbil, anføres den anvendte lastbils Euro-norm, men er der anvendt flere forskellige lastbiler til at transportere godset til en given kunde i løbet af et år, kan gennemsnittet anføres med en decimal. Gennemsnits Euro-norm kan f.eks. også anvendes, når det ikke registreres, hvilken lastbil der har udført de konkrete transporter, men man kender gennemsnittet for de lastbiler, den anvendte vognmand bruger.

Dieselforbruget afhænger af den samlede gennemsnitlige godsvægt. Godsvægten kan være på maksimalt 25 ton. Nogle grove værdier for km/l som funktion af godsvægten er givet i tabel 1. Hvis man ikke angiver km/l som beregner OMIT km/l som funktion af den samlede gennemsnitlige godsvægt og Euro-norm.

Tabel 1. Km/l i intervaller for gennemsnitslast mellem 0 og 25 ton for Euro-norm 1-4

ton gods	0-½	>½-3	4-7	8-11	12-16	17-21	22-25
km/l	4	3,75	3,5	3,25	3	2,75	2,5

For Euro-norm 0, er forbruget ca. 1,5 % højere.

Benyttes der en mindre lastbil til en kort for- eller eftertransport, kan det medtages i beregningerne. Korrektionen sker ved at lave en deltransport for distributionslastbilen og sætte de korrekte værdier for den anvendte lastbil ind under Parameters i trin 4, som minimum km/l, Euro-norm og den gennemsnitlige godsvægt. Pga. forskel i motor m.v. vil det medføre en mindre fejl i de forskellige emissioner og bør derfor kun anvendes, hvor deltransporten udgør en mindre del af den samlede transport (se bilag A.1). For beregning af længere transport i Danmark henvises til det nationale beregningsprogram TEMA2000, se Trafikministeriets hjemmeside www.trm.dk.

4.1.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset

Energiforbrug og emissioner fordeles efter vægt eller volumen afhængigt af godsets vægtfylde.

Vejer godset mere end 333 kg per m³, betegnes det som vægtgods, og fordelingen sker efter vægt i forhold til den samlede gennemsnitlige godsvægt på lastbilen, som er angivet i trin 4 Parameters Average weight of load when loaded (ton).

Hvis godset vejer mindre end 333 kg per m³ betegnes det som volumengods, og sendingen belastes med den andel, det fylder af en normal godsmængde for en lastbil. Hvis der er angivet volumen for godset i trin 1 under Volume of cargo (m³), tildeles det en belastning svarende til godsets andel af Average load when loaded (m³) i trin 4.

Afregnes der efter andre fragtmål end m³, f.eks. ladmeter eller pallepladser, kan disse enheder omsættes til m³. Det får indflydelse på fordelingen af energiforbrug og emissioner mellem godset på lastbilen, hvis godset vejer mindre end 333 kg per m³, men ikke på det samlede energiforbrug og emissioner.

I trin 1 skal man ud over godsvægt også angive Volume of cargo (m³). For ladmeter ganges antal ladmeter gods med lastbilens volumen i m³ og divideres med antal ladmeter på lastbilen.

For 2 ladmeter gods på en trailer der kan indeholde 72 m³ ser beregningerne sådan ud
 $= 2 \text{ ladm.} * 72 \text{ m}^3 / 13,5 \text{ ladm.} = 10,66 \text{ m}^3$.

I trin 4 vælger man knappen Parameters og for Average load when loaded (m³) ganges det gennemsnitlige antal solgte ladmeter med lastbilens volumen i m³ og divideres med antal ladmeter på lastbilen. For traileren fra før ser beregningen således ud.

Trailer med gns. godsmængde 11 ladm. = $11 \text{ ladm.} * 72 \text{ m}^3 / 13,5 \text{ ladm.} = 58,66 \text{ m}^3$.

I det ovennævnte eksempel tildeles godset nu $10,66/58,66 * 100 \% = 18,18 \%$ af den samlede miljøbelastning fra transporten.

4.1.4 Beregningseksempel

P.E. El får leveret en fuld 20' container med delvist monterede computerkabinetter med en samlet godsvægt på 4 ton. Der ønskes miljødata for lastbiltransporten fra Bremerhaven til fabrikken i Jylland. P.E. El får af transportøren at vide, at der flyttes to containere men kan ikke få andre data.

En fair beregning af emissionerne tager derfor udgangspunkt i gennemsnitsværdier for lastbiltransport i OMIT, herunder en godsvægt på 16 ton.

Da en 20' container fylder en halv lastbil, bør P.E. El's kabinetter bære halvdelen af miljøbelastningen. Det gøres ved at sætte Volume of cargo (m³) i trin 1 til 46 og Average load when loaded (m³) i trin 4 Parameters til 92.

Er computerkabinetterne sendt i en 40' container, skal beregningerne ske for en samlet godsmængde på 4 ton, da der ikke kan medbringes mere gods med lastbilen.

4.2 Beregning og fordeling af miljøbelastning for tog

Tog kan i teorien komme overalt, hvor der er skinner. I realiteten kører det meste gods med heltog i få faste korridorer. Europæisk godstransport på bane sker helt overvejende med eltog. Der kan være rangering og kortere strækninger, der gennemføres med dieseltog men dette påvirker sjældent det samlede billede af transportens miljøbelastning.

Tog adskiller sig fra de øvrige transportformer ved, at energien ikke omdannes til arbejde på transportmidlet, men produceres på bl.a. vand- og kulkraftværker og deles af en lang række brugere. Denne deling er nem at håndtere, når der er tale om flere forskellige elforbrugere, men vanskeligere når energiforbrug og emissioner skal deles mellem el- og varmemeforbrugere på samme kraftværk.

Da kraftvarmeproduktion er sjælden udenfor Danmark, har dette forhold ikke den store betydning for internationale transportere. Den er dog indregnet i OMIT, idet der er mulighed for at benytte to forskellige metoder til at fordele energiforbrug og emissioner, dels Energistyrelsens metode hvor der antages en varmeeffektivitetsgrad på 200 % (standard), dels energiindholdsmetoden hvor energiforbrug og emissioner fordeles i forhold til den producerede energi, uanset om det er el eller varme.

Brugen af grøn el og atomkraft har stor indflydelse på emissionerne i international banetransport. I det omfang, baneselskaber køber el produceret på vand, vind, solenergi, og/eller atomkraft, medfører banetransport med ellokomotiv ingen emissioner.

Endvidere giver grøn el et lavere energiforbrug. For el produceret på kul sættes forbruget i forhold til energien i det kul, der bliver brændt af. Afhængigt af kraftværket er der en effektivitet på 33 til 40 %, svarende til at mellem 67 og 60 % af energien i kullene bliver tabt ved omformningen til el. Når energiforbrug og emissionerne beregnes for el, dækker det både det, der blev til el, og det der blev tabt.

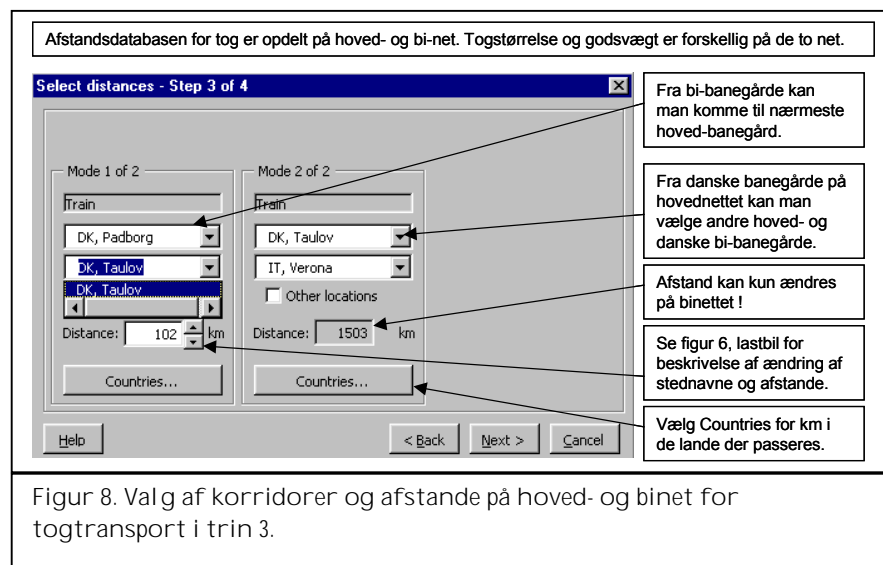
For grøn el giver det ingen mening at tale om effektivitet; hvad skal man måle tabet i forhold til – blæsten? Så hvor et ellokomotiv, der kører på kul, f.eks. forbruger 33 MJ el + 67 MJ tab, forbruger lokomotivet, der kører på grøn el, kun 33 MJ grøn el + 0 MJ tab = 33 MJ til at udføre det samme arbejde. En sammenligning mellem transportformernes energiforbrug giver derfor ikke mening, mens emissionerne fra transporten er sammenlignelige. For atomkraft er effektiviteten per konvention sat til 33 %.

4.2.1 Korridorer og afstande

For banetransport er udvalgt de hovedkorridorer, som gods til og fra Danmark anvender. Dertil er der lagt en række mindre banegårde ind for at gøre det muligt at komme helt frem til kunden med godset.

På hovedstrækningerne kan afstandene ikke ændres, da de typisk krydser landegrænser og dermed anvender forskellig el. På bistrækningerne, der ligger indenfor et elproduktionsområde, kan afstande og stednavne ændres, således at de passer med de virkelige forhold. Er den bi-banegård som godset transporteres til, således ikke med på listen, vælges en anden i samme land, og navn og afstand overskrives med de rigtige data.

Bi-banegårde kan kendes på, at hvis de vælges i den øverste boks, er der kun andre banegårde fra samme land i nederste boks, prøv f.eks. med hhv. Hamborg (hovedbanegård) og Bochum (bi-banegård) i Tyskland.



Figur 8. Valg af korridorer og afstande på hoved- og binet for togtransport i trin 3.

Hvis der anvendes dieseltog i væsentlig udstrækning til transporten skal man vælge stednavne "Dummy location 1" og "Dummy location 2", der efterfølgende kan overskrives med de rigtige stednavne. Find f.eks. først afstanden for eltog, vælg Dummyerne, overskriv afstanden, der som standard er 100 km, og ret stednavnene.

Baneafstande kan fås fra transportudbyderen, eller kan for kortere strækninger måles på et kort. Baneafstande kan også findes på nogle baners hjemmesider, f.eks.:

- www.railcargo.at under "kundenservice/serviceleistungen/DIUM/" og
- www.greencargo.com under "miljökalkyl" .

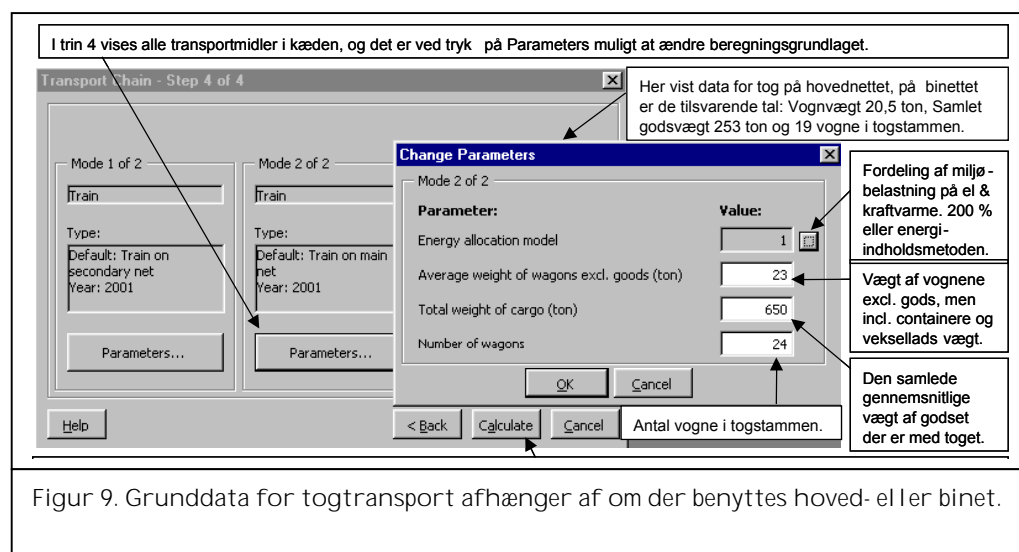
4.2.2 Beregning af miljødata

På de mest benyttede strækninger, hovednettet, køres med næsten fyldte tog hele tiden, mens der udenfor hovednettet transporteres en blanding af fulde og tomme vogne. Fordelingen af miljøbelastningen sker derfor på baggrund af den gennemsnitlige last på hhv. hoved- og binet.

Energiforbrug, og dermed emissioner, beregnes i OMIT som en funktion af togets samlede vægt excl. lokomotiv. Totalvægten for tog opgøres som antal vogne gange vægten af en tom vogn incl. vægten af f.eks. veksellad og containere plus den samlede gennemsnitlige vægt af godset, der er med toget.

Lokomotivet indgår ikke i beregningerne som en variabel, da det typisk skiftes ved grænsepassager. Tillige skal lokomotivet have en vis basisvægt for at kunne stå fast og trække vognene, vægten varierer derfor ikke særligt meget.

Den nødvendige energi og de resulterende emissioner beregnes per land for et gennemsnit af landets el-produktion, medmindre baneselskabet indkøber eller selv producerer speciel strøm. De anvendte el-produktionsdata for de enkelte lande kan ses i bilag B.1



Figur 9. Grunddata for togtransport afhænger af om der benyttes hoved- eller binet.

Miljødata for bane kan variere meget fra år til år, hvis et baneselskab f.eks. går fra at købe grøn el uden emissioner til at købe el produceret på et kulkraftværk.

4.2.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset

Det samlede energiforbrug og emissioner fordeles på det gods, der er med toget. Fordelingen sker altid i forhold til den andel, godset udgør af den samlede gennemsnitlige godsvægt, der er med toget. Den samlede gennemsnitlige godsvægt er gennemsnittet af både ud- og hjemtur i den anvendte korridor.

De anvendte data er beregnet på baggrund af heltog med veksellad, såkaldte kombitog. Da godstog er en meget variabel størrelse, anbefales det at få data fra operatøren for de tog, der benyttes. Kan det ikke lade sig gøre, kan der for den øvrige trafik på hovednettet anvendes følgende værdier til brug i trin 4 Parameters.

Tabel 2. Værdier for internationale tog med hhv. lukkede, container eller åbne vogne

	Vognvægt excl. gods	Samlet godsvægt	Antal vogne
Lukkede vogne	21,6	561	22
Containervogne	25,6	473	22
Åbne vogne	16,6	671	22

Se bilag B.2 for grunddata for tog.

For tog på binettet bør den samlede godsvægt reduceres med 60 % og antallet af vogne med 20 %. Der er tale om anslåede værdier bl.a. på baggrund af danske tal i Godstransportkæder (TetraPlan A/S, 1999).

4.2.4 Beregningseksempel

65 ton gods der transporteres på en hovedstrækning, får 10 % af miljøbelastningen for et tog med 650 ton gods. Kører toget tomt retur, sættes den samlede gennemsnitlige godsvægt til 325 ton, og godset får i stedet 20 % af miljøbelastningen.

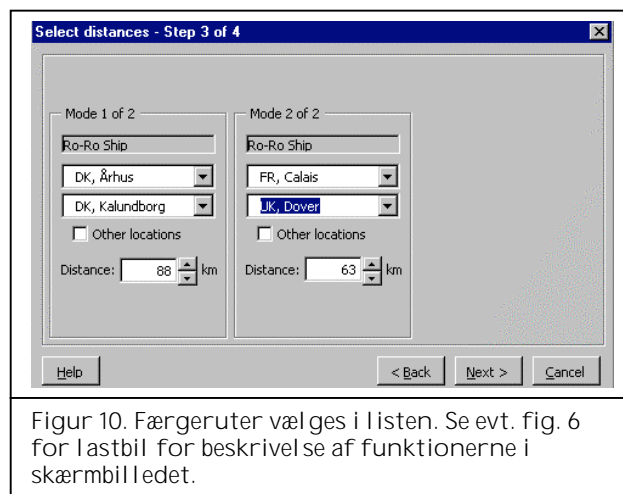
Fordelingen af miljøbelastning sker alene på baggrund af vægt, dvs. at det ikke betyder noget om godset fylder 2 eller 12 vogne.

4.3 Beregning og fordeling af miljøbelastning for ro/ro færge

Begrebet færge dækker over en meget blandet gruppe af skibe, der kan medføre passagerer, personbiler, lastbiler tog og containere, der sættes på dækket. Alt dette kan transporteres enkeltvis eller i blanding, hvilket betyder at en færge ikke er en veldefineret størrelse med få karakteristiske parametre, som det er tilfældet for de øvrige skibstyper som containerskibe og bulk carriers.

For at bevare OMIT som en model, der er enkel at bruge, er der valgt én beregningsmodel, der dækker de såkaldte ro-pax skibe og ro-ro lastskibe, hvor sidstnævnte ud over rullende gods kun kan medføre få eller ingen passagerer.

4.3.1 Korridorer og afstande



Figur 10. Færgeruter vælges i listen. Se evt. fig. 6 for lastbil for beskrivelse af funktionerne i skærmbilledet.

I trin 3 vælges den færgerute, der benyttes. OMIT har afstande for de mest benyttede færgeforbindelser fra og til Danmark samt over den Engelske Kanal.

Hvis man benytter andre færgeforbindelser, kan afstanden fås fra rederiet eller måles på et kort. Det sidste kan f.eks. være aktuelt, hvis der er tale om små godsmængder, der

sendes med lastbil til Cypern. Her skal arbejdsindsatsen stå i forhold til betydningen for det samlede resultat. Man kan også finde søafstande på Internettet, f.eks.: 65 eller via link på www.skibsteknisksselskab.dk. (1 sømil = 1,852 km).

4.3.2 Beregning af miljødata

Færger sejler i fast rutefart, med større eller mindre kapacitetsudnyttelse og er som nævnt ikke en homogen gruppe. I OMIT er det valgt at foretage beregningerne for en typisk godsfærge med 2000 lanemeter (1m = meter

vognbane). Men da færger er meget forskellige i størrelse, fart, olieforbrug/time og m.h.t. kapacitetsudnyttelse, anbefales det stærkt at få og anvende de reelle værdier for olieforbruget. Disse tal kan evt. fås fra rederiet.

Godstransport med færge afregnes efter forbruget af vognbane (lanemeter) det er derfor den enhed, der anvendes til beregning og fordeling af energiforbrug og emissioner.

Følgende parametre indgår i beregningerne af energiforbrug og emissioner:

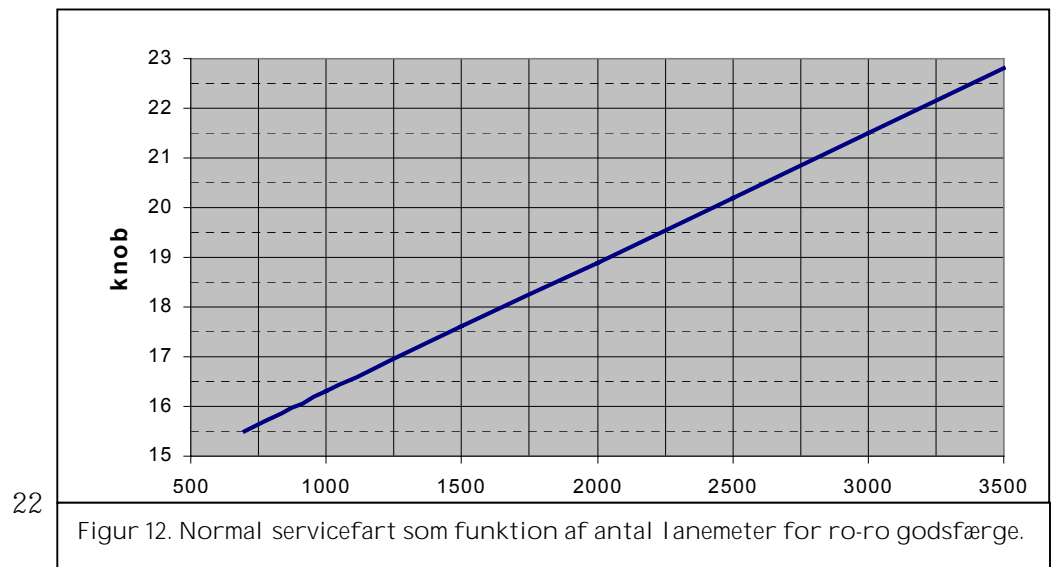
- olieforbrug ton per time (Specific oil consumption (ton/h))
- skibsstørrelsen/lasteevnen (Capacity lanemetre)
- kapacitetsudnyttelse (Capacity utilization (%))
- gennemsnitlig vægt per lanemeter (Average weight per lanemetre (ton/lanemetre))
- hastigheden (Speed (knots)).

I trin 4 vises alle transportmidler i kæden, og det er ved tryk på Parameters muligt at ændre beregningsgrundlaget.

Tryk på Calculate for at beregne miljødata for transporten. Det er derefter ikke muligt at gå tilbage og ændre i data for transporten.

Figur 11. Grunddata for Ro-ro færge long distance (> 500 km). For kortere færgeruter er Length of truck/trailer/container som standard 16,5 m. Hastigheden skal ændres hvis skibsstørrelsen ændres.

Hvis man ændrer skibsstørrelsen skal servicefarten også ændres af brugeren. I OMIT kan der afviges op til +/-10 % fra servicefarten, der er vist i fig. 12.



Olieforbruget per time afhænger primært af skibets fart og dets størrelse, og sekundært af vægten per lanemeter og kapacitetsudnyttelsen. Olieforbruget er sat til 0, og hvis der ikke anføres en værdi, beregner OMIT det på basis af standardværdierne. I bilag C.1 er vist olieforbruget per time som funktion af lanemeter.

4.3.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset

Energiforbrug og emissioner fordeles på de totalt anvendte lanemeter og tildeles derefter lastbilen/løstraileren/containeren efter deres længde (Length of Truck/trailer/container (lanemeter)).

En løstrailer fylder ca. 14 lanemeter, en sættevogn 16,5 lanemeter, en forvogn-hænger ca. 18,5 lanemeter og en TEU ca. 6,1 lanemeter.

Hvis der anvendes double stacking af containere på en ro/ro færge, kan der korrigeres for den øgede kapacitetsudnyttelse ved at halvere længden af dækket, som containeren bruger. I feltet "Length of Truck/trailer/container (lanemeter)" anføres 3,05 lm per doublestackede TEU.

Er der gods fra flere afsendere med samme lastbil/trailer/container, fordeles miljøbelastningen i forhold til andelen af godsvægten. (Total weight of cargo on Truck/trailer/container (ton)).

4.3.4 Beregningseksempel

Et rederi oplyser, at den anvendte færge er på 2400 lanemeter uden yderligere specifikationer for ruten. Fra figur 12 fås en hastighed på 20 knob. Det giver for en 16,5 m lastbil med standardværdier et energiforbrug på 2,0 MJ per tonkm.

Af sejlplanen fremgår, at sejlhastigheden er på 21,5 knob. Når denne værdi anføres i trin 4, Parameters under Speed (knots) ses det, at energiforbruget i stedet er på 2,5 MJ per tonkm, eller en forøgelse på 25 % ved en hastighedsøgning på 7½ %.

4.4 Beregning og fordeling af miljøbelastning for containerskib

Containertransport af gods med skib er en stor og specialiseret transportgren. Det giver sig bl.a. udslag i, at de forskellige ruter betjenes af skibe af meget forskellig størrelse. I OMIT er der derfor indlagt typiske størrelser for containerskibene, afhængigt af den tilbagelagte sejlafstand mellem havnene. Disse afstande er vejledende, idet et containerskib, der betjener Europa-Asien handelen, godt kan have 2 anløb i Europa med 1.000 km afstand imellem, selvom det er på 6.000 TEU.

Tabel 3. Skibsstørrelse som funktion af sejlafstand

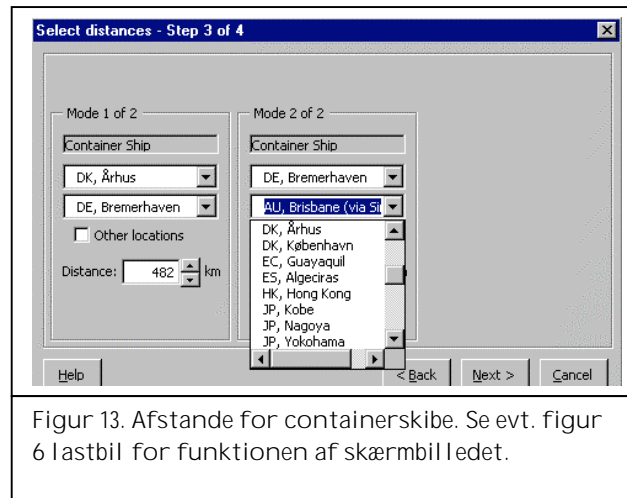
Interval km	0 - 926	927 - 2779	2780 - 4629	4630 - 6483	6484 - 10186	10187 -
TEU	500	1000	2000	3000	4000	6000

Skibets størrelse er udtrykt i antal containere, det kan medbringe. Størrelsen opgives i

TEU = Twenty Foot Equivalent = 20' container = 20 fod container.

4.4.1 Korridorer og afstande

For containertransport kan man vælge fra og til havn i en liste. Den fungerer



Figur 13. Afstande for containerskibe. Se evt. figur 6 lastbil for funktionen af skærmtil ledet.

terdam og Göteborg) til resten af verden.

på to måder, idet man ikke kan vælge fra og til havne frit:

- europæisk containertransport til og fra danske containerhavne, herunder feedertransport til Atlanthavnene
- oversøisk containertransport fra Atlanthavnene (Bremerhaven, Hamburg, Rotterdam og Göteborg) til resten af verden.

Navne kan overskrives ved at klikke i feltet Other locations og afstande kan ændres ved at bruge pilene ved Distance.

Men hvis der f.eks. er tale om en skibstransport fra Århus til Brisbane, skal man ikke blot ændre afstanden men også sikre at transportkæden beskrives rigtigt. Det gøres ved at gå tilbage i programmet til trin 2 og lægge en ekstra deltransport ind, så turen opdeles i en fortransport fra Århus til den anvendte Atlanthavn, f.eks. Bremerhaven, og en hovedtransport fra Bremerhaven til Brisbane.

Da søværts transport af containere til og fra Danmark sker med feederskib, er afstandene i databasen beregnet for sejlads gennem Kielerkanalen. Anvendes der skibe større end ca. 2.000 TEU, skal afstanden nord om Skagens Odde benyttes i stedet for.

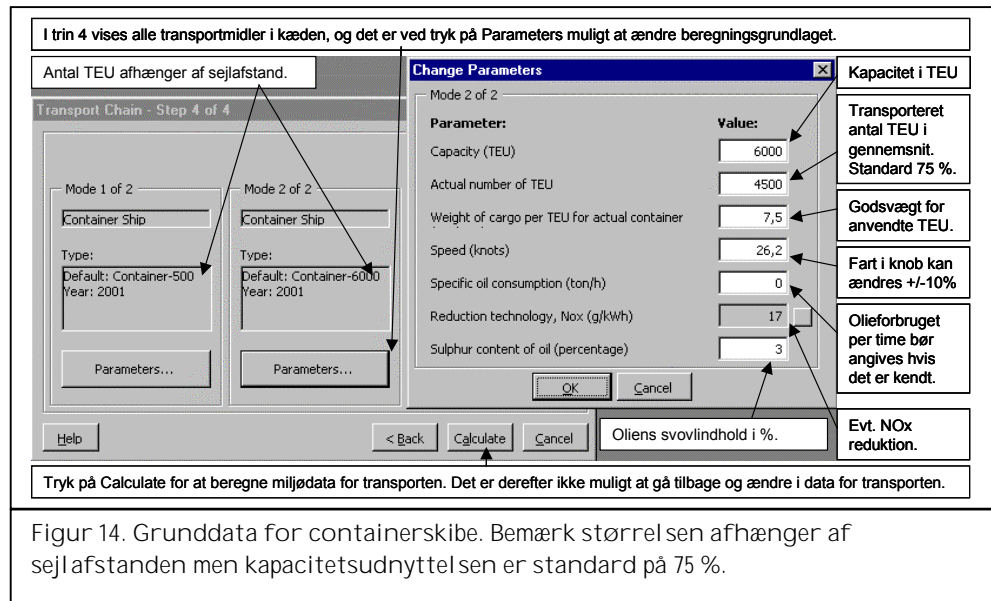
Flere af de større rederier har hjemmesider, hvor man kan se de aktuelle transportkæder og afstande. Kan afstanden ikke findes her, kan den evt. findes på Internettet f.eks.:

http://pollux.nss.nima.mil/pubs/pubs_j_show_sections.html?dpath=DBP&ptid=5&rid=102 eller via link på www.skibsteknisksselskab.dk. (1 sømil = 1,852 km).

4.4.2 Beregning af miljødata

Følgende parametre indgår i beregningerne af energiforbrug og emissioner for containerskib:

- olieforbrug i ton/time (Specific oil consumption (ton/h))
- skibsstørrelsen = maksimal lasteevne i TEU (Capacity (TEU))
- den aktuelle last i TEU (Actual loading (TEU))
- hastigheden i knob (Speed (knots)).

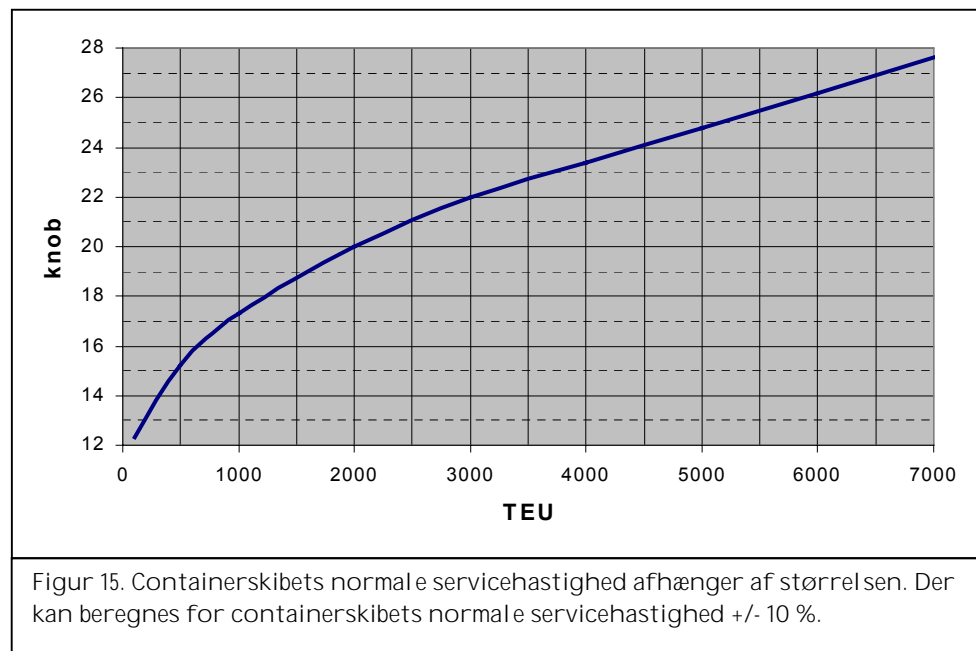


Hastigheden skal ændres hvis skibsstørrelsen ændres, se figur 15.

I C.2 er vist olieforbrug per time som funktion af skibsstørrelse i TEU ved 75 % kapacitetsudnyttelse.

En container (TEU) på skibet vejer i gennemsnit 10 ton incl. 7,5 ton gods. Det kan ikke ændres. At den anvendte gennemsnitlige vægt per TEU kun er 10 ton skyldes at containerskibes maksimale lasteevne svarer til 10 t gange det totale antal TEU som skibet kan medføre.

Weight of cargo per TEU for actual container, gælder alene for den/de containere, der transporterer det gods, der beregnes for. Tallet bruges til fordeling af miljødata på godset i den aktuelle container, se afs. 4.4.3.



4.4.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset

Da fragt for containere beregnes efter antal TEU, fordeles skibets samlede miljøbelastning for en tur jævnt på det antal TEU, som skibet transporterer, uanset vægten af den aktuelle TEU.

Er der gods fra eller til flere kunder med samme container – stykgods/samlegods/ partloads, fordeles de samlede emissionerne for containeren på godset, efter den andel af containerens samlede godsvægt (*Weight of cargo per TEU for actual container*) som kundens gods udgør.

4.4.4 Beregningseksempel

En kunde får transporteret 22 ton kød med en 40' container fra Århus til Bremerhaven. I trin 4 Weight of cargo per TEU for actual container anføres 11 ton, og det samlede energiforbrug bliver på 124 MJ per ton.

Hvis der i stedet for 22 ton transporteres 26 ton i den 40' container ville energiforbruget falde til 105 MJ per ton. Dette svarer til forholdene i virkeligheden, idet den ekstra godsvægt i en enkelt container stort set ikke påvirker det samlede energiforbrug for skibet.

4.5 Beregning og fordeling af miljøbelastning for bulk carriers

I OMIT er det valgt som standard at beregne for en bulk carrier på 45.000 ton lasteevne, men det er muligt at foretage beregninger i intervallet 2.000 til 150.000 tons lasteevne. Da bulk carriers ofte chartres efter den aktuelle transportopgave, er det vigtigt at anvende den rigtige størrelse for at finde den reelle miljøbelastning.

4.5.1 Korridorer og afstande

Transport af masse gods med bulk carrier foregår hovedsageligt som A til B transporter. Der lastes i en havn og losses i en anden. I OMIT er der indlagt en database, der indeholder direkte afstande fra Århus, København og Esbjerg til en række havne i Europa og til store oversøiske havne.

*Er godsmængderne små, kan man evt. måle afstanden på et kort, ellers bør man få den korrekte afstand fra rederiet eller via Internettet f.eks.:
http://pollux.nss.nima.mil/pubs/pubs_j_show_sections.html?dpath=DBP&ptid=5&rid=102 eller via link på www.skibstekniskelskab.dk. (1 sømil = 1,852 km).*

Afstanden for bulk carriers er beregnet under forudsætning af, at der sejles via Skagens Odde og ikke via Kielerkanalen, der er for lille til mange af de anvendte skibe (max. dybgang 9,5 m og ca. 28.500 ton lasteevne).

Suezkanalen kan passeres af bulk carriers op til ca. 142.500 ton lasteevne. Hvis der anvendes større skibe, skal man selv beregne afstanden for en rute syd om Afrika.

4.5.2 Beregning af miljødata

Energiforbruget per km er en funktion af:

- olieforbruget per time (Specific oil consumption (ton/h))
- skibsstørrelsen/lasteevnen i ton (Capacity (ton))
- den aktuelle last i ton (Actual loading (ton))
- hastighed i knob (Speed (knots))
- andel af ballastsejlads for skibet (Ballast in % of total distance traveled).

I bilag C.3 er vist olieforbrug per time for en bulk carrier som funktion af skibsstørrelsen ved 100 % last og før ballastsejlads.

I trin 4 vises alle transportmidler i kæden, og det er ved tryk på Parameters muligt at ændre beregningsgrundlaget..

Parameter	Value
Capacity (ton)	45000
Actual loading (ton)	45000
Speed (knots)	12,95
Specific oil consumption (ton/h)	0
Reduction technology, Nox (g/kWh)	17
Sulphur content of oil (percentage)	3
Ballast in % of total distance travelled	50

Annotations:

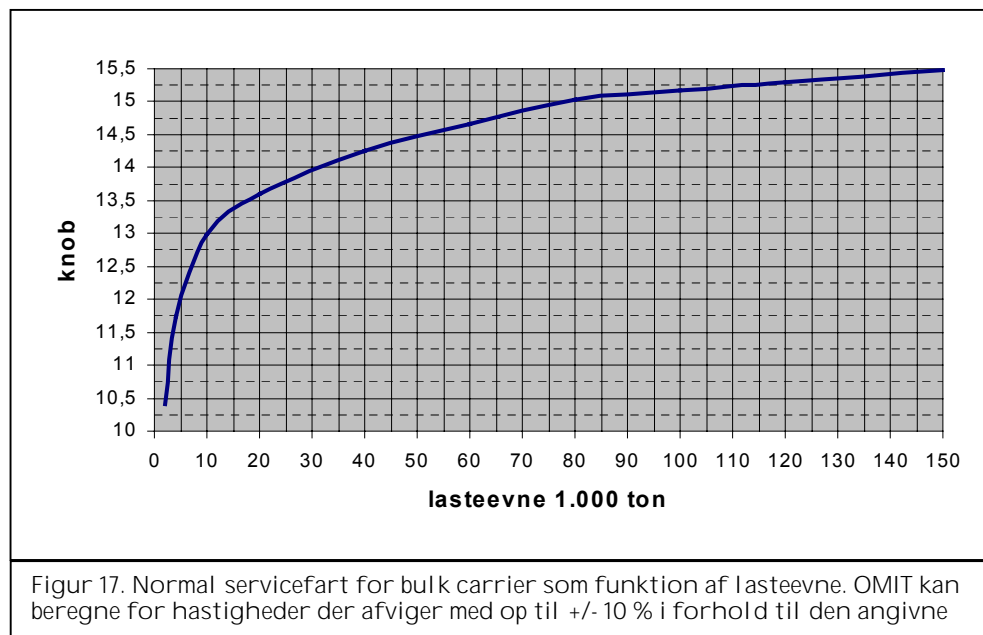
- Lasteevne i ton.
- Aktuel last i ton. Overskrides lasteevnen, beregnes det som flere ture for skibet
- Hastighed i knob, kan øges med op til 20 %.
- Olieforbrug/time, bør angives hvis kendt.
- Evt. NOx reduktion.
- Oliens svovlindhold.
- % sejlads i ballast, er standard på 50 %, svarende til tom retur.

Tryk på Calculate for at beregne miljødata for transporten. Det er derefter ikke muligt at gå tilbage og ændre i data.

Figur 16. Grunddata for bulk carrier, bemærk at hastigheden skal ændres hvis lasteevnen ændres, se figur 17.

Når andelen af ballastsejlads indgår, er det fordi transport af masse gods ofte omfatter en del tomtransport. Et eksempel er olietankerne der sejler råolie til Europa og returnerer tomme, de har en ballastandel på 50 %. Energiforbruget, når bulk carrieren sejler tom, er ca. 94 % af hvad det er, når den er fuldt lastet. Denne høje værdi skyldes, at hastigheden typisk er højere i ballast, end når skibet er lastet, samt at skibet er nødt til at fylde sine ballasttanke for at nedtrykke propelleren tilstrækkeligt, men også for at holde en vis minimum dybgang forude.

Ballastandelen påvirker beregningerne ved at forøge energiforbruget per km afhængigt af ballastprocenten, mens sejlafstanden ikke berøres.



4.5.3 Fordeling af energiforbrug og emissioner på godset

Fordelingen af energiforbrug og emissioner sker efter godsvægten. Det vil sige, at sendingen pålægges en andel af energiforbrug og emissioner svarende til den andel, sendingens vægt udgør af den aktuelle skibslast. Hvis sendingens vægt er større end den aktuelle kapacitet, beregnes det som flere efterfølgende ture.

4.5.4 Beregningseksempel

En foderstofforretning har købt 88.000 ton korn i Frankrig. Valget står mellem at få det sejlet hjem via Århus med en coaster med 8.000 ton lasteevne i takt med, at det bliver videresolgt, eller leje lagerkapacitet på havnen og chartre en bulk carrier på 44.000 ton lasteevne.

Ved brug af det lille skib bliver energiforbruget på 433 MJ per ton og ved brug af det store på 171MJ per ton.

4.6 Resultater

Resultaterne præsenteres i to Excel-regneark. I det ene vises resultaterne og i det andet forudsætningerne for beregningerne. I regnearket med forudsætninger er ændringer til standardforudsætningerne fremhævet for nem kontrol.

Det er muligt at sætte resultaterne op og evt. klippe dem ind i div. Windows-produkter i miljørapporter til kunder samt at trække data ud og regne videre på dem i et regneark.

OMIT 1.0

User: WS
 Company: Fabrikken
 Calculation date: 13-04-01
 Calculation time: 12:26

Origin: Fabrikk 1
 Destination: London
 Description: Marts måned leverancer af bacon.
 Weight of Cargo (ton): 72
 Volume of Cargo (m3): 0
 Year of calculation: 2001

Mode	Energy									Emission Particles in g
	Distance in km	Consumption in MJ	Emission CO2 in g	Emission SO2 in g	Emission CO in g	Emission HC in g	Emission PM10 in g	Emission NOx in g	Emission CH4 in g	
Truck	127	5768	422804	14	460	194	86	4389	0	n/a
Ro-Ro Ship	626	55218	4086100	40639	10864	3395	n/a	81482	n/a	2958
Truck	136	6177	452766	15	493	208	92	4700	0	n/a
	889	67163	4961670	40668	11817	3797	179	90571	0	2958

Mode	Energy									Emission Particles in g per km
	Distance in km	Consumption in MJ per km	Emission CO2 in g per km	Emission SO2 in g per km	Emission CO in g per km	Emission HC in g per km	Emission PM10 in g per km	Emission NOx in g per km	Emission CH4 in g per km	
Truck	127	45,4	3329,2	0,1	3,6	1,5	0,7	34,6	0,0	n/a
Ro-Ro Ship	626	88,2	6527,3	64,9	17,4	5,4	n/a	130,2	n/a	4,7
Truck	136	45,4	3329,2	0,1	3,6	1,5	0,7	34,6	0,0	n/a
	889	75,5	5581,2	45,7	13,3	4,3	0,2	101,9	0,0	3,3

Mode	Energy									Emission Particles in g per ton
	Distance in km	Consumption in MJ per ton	Emission CO2 in g per ton	Emission SO2 in g per ton	Emission CO in g per ton	Emission HC in g per ton	Emission PM10 in g per ton	Emission NOx in g per ton	Emission CH4 in g per ton	
Truck	127	80,1	5872,3	0,2	6,4	2,7	1,2	61,0	0,0	n/a
Ro-Ro Ship	626	766,9	56751,4	564,4	150,9	47,2	n/a	1131,7	n/a	41,1
Truck	136	85,8	6288,4	0,2	6,8	2,9	1,3	65,3	0,0	n/a
	889	932,8	68912,1	564,8	164,1	52,7	2,5	1257,9	0,0	41,1

Mode	Energy									Emission Particles in g per tonkm
	Distance in km	Consumption in MJ per tonkm	Emission CO2 in g per tonkm	Emission SO2 in g per tonkm	Emission CO in g per tonkm	Emission HC in g per tonkm	Emission PM10 in g per tonkm	Emission NOx in g per tonkm	Emission CH4 in g per tonkm	
Truck	127	0,6	46,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	n/a
Ro-Ro Ship	626	1,2	90,7	0,9	0,2	0,1	n/a	1,8	n/a	0,1
Truck	136	0,6	46,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	n/a
	889	1,0	77,5	0,6	0,2	0,1	0,0	1,4	0,0	0,0

Figur 18. Resul tatark. Standard Excel-regneark, layout og decimaler bestemmes af brugeren. Brugen af partikler eller PM10 er bestemt af de grundlæggende model lers enheder.

Af resultatarket fremgår energiforbrug og emissioner:

- totalt for transporten
- per km = total/km
- per ton = total/ton
- per tonkm = total/(ton*km).

De forskellige resultater kan bruges i forskellige sammenhænge.

Totaltallet kan bruges i miljørapporter, grønne regnskaber m.v., hvor der følges op på virksomhedens samlede miljødata.

Per km tallene kan hurtigt vise, hvor stor de enkelte transportformers miljøbelastning er per km for den givne transport.

Til brug for tildeling af miljøbelastning til produkter er opgørelsen per ton velegnet, idet tallet kan følge produktet og blive lagt sammen med de øvrige bidrag i kæden fra produktion, håndtering og distribution. Miljøbelastningen per ton kan også bruges til budgetformål.

Opgørelsen per tonkm kan dels bruges til at sammenligne miljøeffektiviteten af forskellige transportformer, men er i høj grad også nyttig til at vurdere effektiviteten for forskellige udbydere indenfor samme transportform.

Basic assumptions			
Sequence no.:		1	
Transport Mode:	Truck		
Mean of Transport:	Truck 16.5m 40t		
From:	Fabrikken., Dummy location	
To:	Esbjerg., Dummy location	
Distance (km):		127	0
Parameter 1 - Average load when loaded (m3):		48	
Parameter 2 - Average weight of load when loaded (ton):		24	16
Parameter 3 - Euro-norm:		2	1,5
Parameter 4 - Exhaust reduction technology type:		1	
Parameter 5 - Average fuel consumption (km/l):		2,36	0
Parameter 6 - Percentage of km without load:		9	
Sequence no.:		2	
Transport Mode:	Ro-Ro Ship		
Mean of Transport:	Ro/ro long distance		
From:	DK, Esbjerg		
To:	UK, Harwich		
Distance (km):		626	
Parameter 1 - Capacity (lanemetres):		2000	
Parameter 2 - Length of Truck/trailer/container (metre):		16,5	14
Parameter 3 - Weight of cargo on truck/trailer/container (ton):		24	16
Parameter 4 - Speed (knots):		18,9	
Parameter 5 - Specific oil consumption (ton/h):		0	
Parameter 6 - Reduction technology, Nox (g/kWh):		12	
Parameter 7 - Sulphur content of oil (percentage):		1,5	
Parameter 8 - Capacity utilization (percentage):		75	
Parameter 9 - Average weight per lanemetre (ton/m):		1,755	
Sequence no.:		3	
Transport Mode:	Truck		
Mean of Transport:	Truck 16.5m 40t		
From:	UK, Harwich		
To:	UK, London		
Distance (km):		136	
Parameter 1 - Average load when loaded (m3):		48	
Parameter 2 - Average weight of load when loaded (ton):		24	16
Parameter 3 - Euro-norm:		2	1,5
Parameter 4 - Exhaust reduction technology type:		1	
Parameter 5 - Average fuel consumption (km/l):		2,36	0
Parameter 6 - Percentage of km without load:		9	

Figur 19. Grunddata for beregningerne. Hvor standardværdierne er ændret og for km/l står de oprindelige værdier til højre for det nye tal.

4.6.1 Brug af resultaterne

En lang række faktorer har betydning for en transports samlede energiforbrug og emissioner. Det er derfor vigtigt at få alle faktorer med, når man skal se på ændringer i udformningen af transporterne.

Et ændret afsendelsestidspunkt for godset kan således påvirke hele transportkæden.

Der kan være direkte indflydelse på både antal kørte km, den gennemsnitlige godsvægt på lastbilen, og % tomkørsel. Mere indirekte kan Euro-norm, filterteknologi og km/l blive påvirket, hvis der samtidig sker en ændring i leverandør.

Videre i transportkæden kan det nye afsendelsestidspunkt medføre et andet valg af afsendelsesbanegård eller brug af en anden færgerute.

Optimering af godstransport er, som det fremgår af ovenstående eksempel, en kompleks opgave, der aldrig stopper.

OMIT giver ikke lette løsninger, men kan medvirke til at vise, om kursen er rigtig, mod mindre energiforbrug og emissioner per ton gods.

5 Ordliste

CO	Kuloxid, kulilte. Dannes ved ufuldstændig forbrænding af kul og kulstofholdige stoffer, f.eks. i forbrændingsmotorer. CO er en meget giftig gas og medfører ved større koncentrationer døden.
CO ₂	Kuldioxid, kultveilde. Drivhusgas, der dannes ved fuldstændig forbrænding af kulstofholdige brændsler samt ved oxidation af CO.
Energiindholds- metoden	Fordeler det primære energiforbrug og emissioner på den producerede el og varme efter energiindholdet.
Energistyrelsens metode	Fordeler det primære energiforbrug og emissioner på den producerede el og varme ud fra en antagelse om 200 % virkningsgrad ved varmeproduktion.
EURO-normer	Fælles EU-grænseværdier for lastbilmotorers (diesel) maksimale udslip af NO _x , CO, HC og partikler.
HC	Kulbrinter. Organiske forbindelser, der sætter sig på partikler fra udstødningsgassen. Giver en ubehagelig lugt og kan være sundhedsskadelig.
knob	1 sømil per time, 1 knob = 1,852 km/t.
kWh	Kilowatt-time. Energhenhed. 1 kWh = 3,60MJ
ladmeter	Flademål, angiver antal m lad i fuld bredde på trailer, hænger eller lastbil.
lanemeter	Et mål for, hvor mange meter lastvognsbane, der er til rådighed på et skib.
MJ	Megajoule. Energhenhed. Svarer til 1.000 KJ og 0,278 kWh.
NO _x	Nitrogenoxider. Kvælstofforbindelser. Ved de fleste forbrændingsprocesser dannes forskellige kvælstofforbindelser, typisk NO og NO ₂ . NO _x 'er kan give anledning til luftvejsirritationer, astmareaktioner, sur nedbør, samt medvirke til dannelsen af ozon og fotokemisk smog.
pallepladser	Flademål, angiver antal af paller a 0,8 x 1,2 m (EURO-paller) der kan transporteres.
partikler	Findes bl.a. i udstødningsgassen fra forbrændingsmotorer. Partikler kan forårsage vejrtrækningsbesvær og irritation af lungevævet.
PM10	Partikler mindre end 10 mikrometer.
Ro-Ro	Roll on/roll off skibe er indrettet til at transportere tog, lastvognstog, trailere og sættevogne samt containere og anden last, der er udrustet så den kan køres ombord.
SO ₂	Svovldioxid. Opstår ved forbrænding af brændsler med svovlindhold. SO ₂ kan give anledning til syrerregn, forsurening af søer, vandløb og jord samt korrosion af bygninger.
sømil	1 SM = 1.852 m, 1 km = 0,54 SM.

TEU

Twenty foot Equivalent Unit. Bruges som mål for containerskibes størrelse. 1 TEU = en 20' container.

5.1 Landekoder

AR	Argentina
AT	Østrig
AU	Australien
BE	Belgien
BR	Brasilien
CA	Canada
CL	Chile
CN	Kina
CZ	Tjekkiet
DE	Tyskland
DI	Kode for europæisk dieseldrevet gennemsnitslokomotiv, emissioner afhænger i høj grad af typen af diesellole og lokomotivets alder
DK	Danmark
EC	Ecuador
EE	Estland
ES	Spanien
FO	Færøerne
FR	Frankrig
GL	Grønland
HK	Hong Kong
HR	Kroatien
HU	Ungarn
IS	Island
IT	Italien
JP	Japan
KR	Syd-Korea
LT	Litauen
MY	Malaysia
NL	Holland
NO	Norge
NZ	New Zealand
PA	Panama
PE	Peru
PL	Polen
PT	Portugal
RU	Rusland
SE	Sverige
SG	Singapore
TW	Taiwan
UK	Storbritannien
US	Amerikas Forenede Stater

6 Referencer

COWI, TEMA2000

Program og bilagsrapporter på Trafikministeriets hjemmeside, WWW.trm.dk.
2000.

TetraPlan A/S, Godstransportkæder, miljø- og omkostningsforhold,
Transportrådet 1999.

7 Bilag

Bilagsliste

A: Lastbil

1. Datagrundlag lastbil.

B: Tog

1. Grunddate for tog og elproduktion. Notat fra IFEU, Heidelberg.
2. DSB Trafikplanlægning og Miljø notat om togstørrelser.

C: Skibe

1. RO/RO olieforbrug per time, som funktion af lm ved 75 % kapacitetsudnyttelse
2. Container olieforbrug per time, som funktion af TEU ved 75 % kapacitetsudnyttelse
3. Bulk olieforbrug per time, som funktion af ton ved 100 % kapacitetsudnyttelse
4. Aldersfordelingsnotat.

Datagrundlag lastbil

40 t lastbildata findes ikke p.t. i TEMA2000, hvorfor beregningerne baseres på en 48 ton lastbil. Da disse to lastbiltyper og de transporter der indgår i på mange punkter er forskellige, medfører det en fejl. Ved brug af realiserede dieselforbrugstal i OMIT forventes det at denne fejl er uden betydning.

Energiindhold i diesel er på 36,295 MJ/l - ved 42,7 MJ/kg diesel, 850 g / l diesel.

Km/l findes ved at dividere 36,295 med "Energy consumption in MJ per km" fra resultatarket.

Der henvises til TEMA2000 for yderligere dokumentation.

Beregningerne er baseret på simulering i TEMA2000 som vist i tabel 3.

Tabel 1. Energiforbrug i MJ per km.

ton gods	EU 0	EU 1-4
1	9,4894	9,3491
2	9,6988	9,5554
3	9,9082	9,7617
4	10,1176	9,968
5	10,327	10,1743
6	10,5364	10,3806
7	10,7458	10,5869
8	10,9552	10,7932
9	11,1646	10,9995
10	11,374	11,2058
11	11,5834	11,4121
12	11,7928	11,6184
13	12,0022	11,8247
14	12,2116	12,031
15	12,421	12,2373
16	12,6304	12,4436
17	12,8398	12,6499
18	13,0492	12,8562
19	13,2586	13,0625
20	13,468	13,2688
21	13,6774	13,4751
22	13,8868	13,6814
23	14,0962	13,8877
24	14,3056	14,094
25	14,515	14,3003
26	14,7244	14,5066
27	14,9338	14,7129
28	15,1432	14,9192

Emissionerne afhænger af belastningen af lastbilen. De er belastningsafhængige og beregnes derfor på baggrund af forbruget målt som MJ/km. Der er givet et eksempel på formelgrundlaget i tabel 2 for en EURO 2 motor.

EURO II			
MJ pr km som funktion af godsvægt i ton			
$Y = 9,1428 \text{ (MJ/km)} + 0,2063 \text{ (MJ/tkm)} * X \text{ (ton)}$			
g/km som funktion af MJ/km $Y = a * X + b * X^c$			
	a (g/MJ)	b (g/MJ)	c
CO2	73,3	0	1
SO2	0,0024	0	1
CO	0	0,3411	0,4652
HC	0	0,3398	0,1488
PM10	0	0,1186	0,2382
NOx	0	0,8743	0,9489

Tabel 2. Formelapparat for EURO II lastbil.

Tabel 3. Beregningsforudsætninger i TEMA2000.

Brændstof	LavSvovl
Rejsehastighed, Motorveje udenfor byområder	80
Rejsehastighed, øvrige veje udenfor byområder	70
Andel af kørsel, Motorveje udenfor byområder	90
Andel af kørsel, øvrige veje udenfor byområder	10

Rejsehastighed km/t – Andel kørsel i %.

For at bevare OMIT som et operationelt værktøj er en række af de indgående parametre i TEMA2000 lagt fast på standardværdier. I tabel tre ses de hastigheds og kørselsprofiler der er anvendt i OMIT for international transport.

Der er medtaget muligheden for at bruge forskellige former for røggasrensning. Disse påvirker emissionerne som vist i tabel 4.

Tabel 4. Multiplikationsfaktor for røggasrensningsteknologier.

	PM 10	NOx	CO
Oxid. kat	0,81	0,95	0,1
Kat+filter	0,06	0,95	0,1

Endelig kan det være praktisk at inkludere en kort for- eller eftertransport i OMIT, fremfor at skulle beregne den separat. Da de forskellige motorer har forskellige emissionsprofiler vil det medføre en fejl. Energiforbruget vil derimod blive korrekt hvis man tager udgangspunkt i de realiserede km/l og en fordeling af emissionerne på godset der følger modellen for 40 t lastbilerne.

Dvs. at energiforbrug og emissioner fordeles på godset ud fra dets andel af den gennemsnitlige godsvægt, eller ved volumengods ud fra andelen af den transporterede volumen. Opgørelsen omfatter alle kørte km således, at hvis den anvendte metode anvendes på alt gods der transporteres vil alle emissioner og energiforbruget fra den givne lastbil blive fordelt på godset. (Der vil ikke blive "glemt" noget).

Man kan få en idé om fejlen ved at anvende den angivne metode ved at se på tabel 5, hvor 40 ton data er sammenlignet med distributionslastbiler fra TEMA2000.

Tabel 5. Afvigelse i % per ton gods for distributionslastbiler fra TEMA2000 opgørelse til beregning i OMIT, på basis af dieselforbrugsdata og den anvendte standard eksportlastbil og køremønstre.

lastbil type	kapacitets - udnyttelse	ton gods	Energi- forbrug	SO ₂	CO ₂	CO	HC	NOx	PM10
25 t	50 %	8,5	0	0	0	19	27	0	29
10 t	50 %	2,6	0	0	0	48	64	3	62

Som det fremgår af tabel 5 er der ingen afvigelse for de direkte dieselafhængige komponenter som energiforbrug, SO₂, og CO₂. For de øvrige komponenter variere afvigelserne mellem 0 og 64 %, størst for en 10 ton lastbil. Hermed fremgår det også at denne tilnærmede metode kun kan anvendes hvor der er tale om en begrænset del af den samlede transport.

Standardværdierne for tomkørsel på 9 %, EURO-norm på 1,5 og gennemsnitsgodsvægten på 16 ton er baseret på Danmarks Statistik, 2000:20.

Padborg, 2001.

Energy consumption and pollutant emissions from rail freight transport

This chapter gives the details of the approach and data sources for the consumption and emission figures for rail transport in Europe. This includes the emission factors from electricity production in different countries, the allocation rules between the good under consideration and the whole train and the standardised distances used.

1. General method

Most international rail freight transport to and from Denmark is confined to a few main lines. The attempt is to capture these typical and dominant transports while staying simple and user friendly. Therefore a limited number of corridors for rail transport is defined. Data apply for these conditions in particular. For destinations off these main corridors the user can use a delivery train recommended not to be used for more than 100 kilometres transport distance.

As trains differ a lot in size, weight of cargo and average utilisation it is recommended to get specific data from the transport operator, not the least when corridors outside the main lines are used.

The European main line corridors for rail transport to and from Denmark are specified in table 1 based on data from Kombi Dan and DSB Cargo division - 2000.

Table 1. Final destinations for main lines from DK. main stations in between are not mentioned.

	Northbound	Southbound
Destinations	Stockholm, Borlänge, Oslo	Salzburg, Verona, Luino, Milano Rogoredo, Port Bou, Hendaye, Calais, Bremerhafen

International and long distance rail transport is carried out almost exclusively by electric traction. Therefore diesel traction is treated here only as an option for delivery to and from the main lines and consequently not treated in the same detail.

Furthermore international rail transport mostly goes in block trains [KombiDan 2000]. Hence data are typical for this train configuration.

The user is not expected to know about the rail transport operation in detail. He/she is only asked to specify the transport distance along a given corridor and the transported mass. All other parameters for the calculation are given as default values.

There are two steps needed in order to determine the energy consumption and emissions from electric trains:

1. Determine the consumption of electricity of the train.
2. Determine the conversion efficiency and pollutant emissions for electricity production at power stations.

The multiplication of both values gives the respective consumption of energy and emissions from train transport¹.

Each step is considered on its own in the following.

2. Factors influencing the energy consumption of trains

Numerous factors influence the energy consumption of a train. Most obvious are the transport distance and the total train mass. To abstract from these only specific values, i.e. per kilometre travelled and per gross hauled mass, are discussed in the following. Further factors for freight trains are [e.g. Anderson 2000, Brunner & Pelli 1998, Meyer et al. 2000, Schwannhäuser et al. 1986, EuroTC 1997]

- Aerodynamic resistance, depending on cross sectional shape, length and body resistance and the velocity by the square,
- Rolling resistance, depending on the bearing resistance and the mass,
- Inertia, depending on mass and acceleration,
- Topology and route characteristics, in particular inclinations, tunnels and bends,
- Driving characteristics, i.e. speed and acceleration,
- Electric equipment and efficiency of the locomotive, including recuperative brakes,
- Auxiliary energy consumption, e.g. for cooling, lighting, etc.
- Weather conditions, e.g. wind and outside temperature.

For the application here a number of factors however are fixed and not influenced by the transport under consideration:

- We consider given corridors, therefore topology and route characteristics are fixed.
- The trains usually run on schedule, hence the driving characteristics are predetermined;
- We consider annual averages: Therefore we assume typical values for the train configuration, determining aerodynamic and rolling resistance, for the locomotives with their electrical and mechanical characteristics, for weather conditions etc.

In consequence when the train's configuration and operation as well as its route are given the total mass - thus indirectly also the train length - remain as parameters determining the specific energy consumption.

Empirical data show that the specific energy consumption of trains becomes less with increasing gross hauled mass, i.e. that energy consumption increases much less as the weight increases. The main task is to determine the form of this dependence.

3. Specific electricity consumption of trains

Existing data for the specific energy consumption of trains are either representative for a whole network, but not differentiated or differentiated for

¹ Remark: From a life cycle perspective it is necessary to include all energy input and emissions for the exploration, digging, raffination and transport of the primary energy carriers. These are neglected here to be compatible with the system boundary used in TEMA 2000, that sets the standard for this task.

trains but not representative for the whole system. Therefore we combine the findings from both approaches.

Representative data are derived from top down values, typically the total electricity consumption by trains in a period divided by the transport volume in that period. Values derived this way are averaged over all driving conditions, train and locomotive types, configurations, routes etc in that period, exactly as needed for our task. They are taken as reference points for the *absolute value*. The absolute values differ from railway to railway. For the purpose here it is sufficient to differentiate between flatland networks, e.g. Denmark, midland networks, e.g. Germany, France, Italy, and mountainous networks as Switzerland and Austria.

The accuracy of the data is however considerably hampered by two circumstances: There is no physical way to differentiate the electricity consumption of freight trains from passenger trains when taken from the same electric net. Hence the allocation of the respective amounts to freight and passenger transport is up to the discretion of the railways. Second, the transport volume is usually not known exactly but is a nominal figure taken from freight papers or bills. To what extent these so-called tariff ton-kilometres coincide with the actual ton-kilometres performed, e.g. due to a different loading or diversions of the line, is not known. The related uncertainty of the top down values is estimated to be at least ± 30 percent.

Differentiated data, e.g. from dynamical models, are taken to determine the *shape* of the functional dependence of the specific energy consumption on the gross hauled mass. A functional dependence in the form

$$q = 675 * M^{0.5} \quad M \text{ in Gt, } q \text{ in Wh/Gt*km}$$

could be derived for block trains from [Schwanhäusser et al. 1983], which is compatible with the functional dependence derived by DSB [TEMA 2000] and with empirical data from DB, (fig. 1).

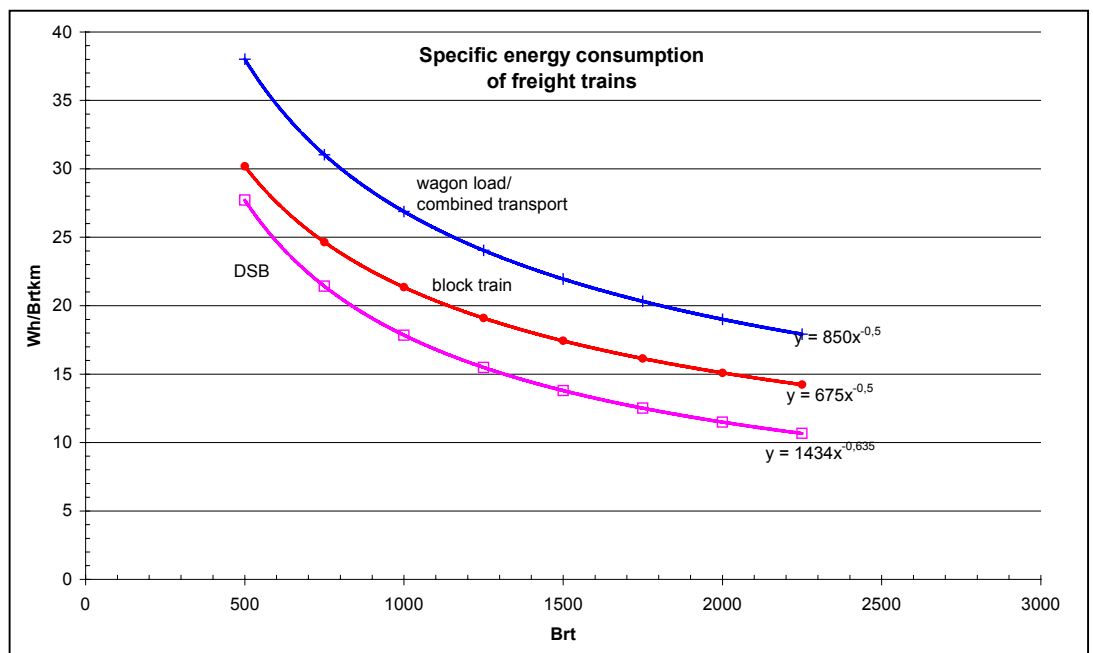


Fig. 1: Average specific energy consumption of freight trains depending on gross-hauled mass. Formulas used here.

The same functional dependence of the specific energy consumption on the gross hauled mass is assumed for all networks. The absolute value is decreased for flat countries and increased for Switzerland and Austria, i.e. for Alpine-crossing transport (table 2). Modern traction technology and recuperative brakes are positively taken into account. Yet in 2000 this modern technology is not in place for all lines, not all energy recuperated on the locomotive can be used again (and will partly disseminate therefore) and heavy freight trains must use conventional brakes as well, therefore always losing part of the kinetic energy [Meyer & Aeberhard 1999, Meyer et al. 2000].

Table 2: Specific electricity consumption of electric freight trains, averaged over the lines in the different countries (Gt: Gross hauled mass = weight on the hook).

Network	Specific energy consumption In Wh/Gt*km
Denmark, Sweden	$540 * M^{-0.5}$
Germany, France, Italy, Spain, Portugal, Belgium, UK, the Netherlands, Poland, Hungary, Czech Republic, Norway,	$675 * M^{-0.5}$
Switzerland, Austria	$810 * M^{-0.5}$

4. Emission factors for electricity production

The specific electricity consumption is multiplied with the energy efficiency of the electricity chain and the emission factors from the power plant to give the total emissions.

The emission factors and the efficiency of conversion for the electricity production (in g/kWh primary energy of fossil input fuels) are derived from a standard inventory [Frischknecht et al. 1996] (France, Italy and the UCTPE-Mix) and by IFEU [Knörr et al. 2000] (for Germany). For Austria and Switzerland additional information is used [ÖBB 1998, SBB 1998].

As result the data for France, Italy and the UCTPE-Mix are based on the public electricity production; for Austria the electricity mix based on the public electricity production according to [Frischknecht et al. 1996] and in addition 30% electricity produced by hydro power from ÖBB-power plants [ÖBB 1998]. The Swiss railways use only hydro power for electricity production [SBB 2001]. For Germany the electricity mix of the German Railways (DB AG) for 1998 from the TREMOD-model is used [Knörr et al. 2000].

The following tables (3-4) show the share of input energies, the average efficiency factor for fossil power plants and the emission factors which are used in the model.

Table 3. Share of primary input energies and overall efficiency factor for fossil power plants (weighted average over technologies)

In %	DK	N	D	F	I	CH, S	A	UCTPE
Share nuclear	0	0	29,0	74,5	0,0	0,0	0,0	37,0
Share green	13	95,0	11,0	15,5	22,0	100,0	78,0	16,0
Share fossil	87	5,0	60,0	10,0	78,0	0,0	22,0	47,0
Efficiency factor fossil	37,0	37,0	36,9	35,4	37,5	-	38,1	35,6

Table 4. Emission factors for fossil power plants (weighted average over technologies)

g/kWh	DK	N	D	F	I	CH, S	A	UCPTE
CO ₂	333	333	334	300	256	-	257	308
SO ₂	0,63	0,63	0,33	1,72	2,07	-	0,53	1,93
CO	0,300	0,300	0,082	0,059	0,05	-	0,05	0,04
NO _x	0,69	0,69	0,26	0,73	0,74	-	0,28	0,54
HC	0,023	0,023	0,011	0,02	0,03	-	0,02	0,02
PM	0,018	0,018	0,012	0,059	0,07	-	0,03	0,08

All countries important for Danish rail freight transport are thus treated with a country specific energy mix. The UCPTE mix is applied for all other countries, which is a simplification justified by the small transport volume.

In OMIT cogeneration of heat and power are taken into the calculations. specifically for Denmark and Norway, the latter importing 20 % of the power from Denmark [Andersen 2001]. The efficiency factor for heat for Danish fossil fuel is 32 %, thus reaching an overall efficiency of 69 % for heat and power.

The allocation of primary energy consumption and emissions on power and heat can be done by two different methods.

- The model recommended by the Danish Energy Agency, and default in the model is the so-called 200 % method. This allocation model takes the quality of the produced energy into consideration and therefore uses an efficiency factor for heat of 200 %.
- The other model that can be used for allocating primary energy and emissions in OMIT on power and heat is the energy content method, the allocation is then based only on the energy content produced.

As seen from the Danish example with efficiencies of 37 % and 32 %, using cogeneration and employing the latter method for allocation of primary energy consumption and emissions, almost halves the environmental load from train transport.

5. Data for delivery trains (diesel)

To account for rail transport off the main lines the user can calculate a diesel driven train, typical for marginal lines. Usually they have much less capacity utilisation, frequent stops, older stock and higher aerodynamic resistance. All these factors lead to a higher specific energy consumption. On the other hand the speed is lower, reducing the specific consumption. Reliable and representative data on this transport form do not exist. The values here are not differentiated by country or network due to the low share and thus low importance of diesel trains in long distance transport.

The same functional dependence as for electric traction (for secondary lines) is taken and has to be divided by the efficiency of the diesel-electric conversion of about 37% [Feihl, 1997]

$$q = 810/0,37 * M^{0.5} \quad M \text{ in Gt, } q \text{ in Wh/Gt*km}$$

The emission factors for diesel trains are linked to the fuel consumption. The following values are taken [Borken et al. 1999, TEMA 2000]:

Table 5. Diesel emission factors g/kWh.

CO ₂	266
SO ₂	0,076 assuming 450 ppm S in diesel fuel
CO	1,4
NO _x	4,61
HC	0,5
PM	0,216

Because the system boundary here had to be chosen equal to TEMA 2000's boundary the emission factors and conversion efficiencies of the refinery are disregarded.

6. Standardised distances for international rail freight transport

The distance data are taken from the standardised international rail freight distance tables DIUM for each country [DIUM 2000]. These data are generally used by transport operators. Moreover these standardised rail distances are also the basis for the top down values of transport volume and hence correspond well to these values. These data were modified such that the distance AC equals the sum of the distances AB and BC (assuming B is a location on the standard track between A and C).

Literature

- [Andersen 2001] Andersen, O: personal communication, Vestforsk 29/3-2001.
- [Andersson 2000] Andersson, E.: Improved energy efficiency in future rail traffic. In: UIC Railway Energy Efficiency Conference, Paris 10/11 May 2000.
- [Borken et al. 1999] Borken et al. : Basisdaten für ökologische Bilanzierungen. Einsatz von Nutzfahrzeugen in Transport, Landwirtschaft und Bergbau. Vieweg Verlag, Wiesbaden/Braunschweig 1999.
- [Brunner & Pelli 1998] Brunner, C.U. and T. Pelli: Simulationsprogramm für den Energieverbrauch von Reisezügen. Elektrische Bahnen 96 (1998) 11, 346-354.
- [DIUM 2000] Distancier international uniforme marchandise. Available at <http://www.railcargo.at/>, ->Kundenservice ->Serviceleistungen ->DIUM.
- [EuroTC 1997] Euro Transport Consult: Energy Saving potential in rolling stock and train operation. Commissioned by UIC, Utrecht 1997.
- [Feihl 1997] Feihl, J.: Die Diesel-Lokomotive; Technik, Aufbau, Auslegung. Transpress, Stuttgart 1997.
- [Frischknecht et al. 1996] Frischknecht, R. et al: (ETHZ): ECOINVENT - Ökoinventare für Energiesysteme; commissioned by Bundesamt für Energiewirtschaft and Nationaler Energie-Forschungs-Fonds; Bern 1996
- [Knörr et al. 2000] Knörr, W. et al. (IFEU) : TREMOD - Transport Emission Estimation Model ; commissioned by the Environmental Protection Agency ; Berlin 2000
- [KombiDan and DSB Cargo 2000] note on main corridors, cargo weight and balance.
- [Meyer & Aeberhard 1999] Meyer, M. and M. Aeberhard: Vom Gratisstrom zur Energiesparlokomotive – Energieverbrauch bei elektrischen Bahnen, Eisenbahn-Revue 1-2/1999, 28-39.
- [Meyer et al. 2000] Meyer, M. et al. : Einfluss der Fahrweise und der Betriebssituation auf den Energieverbrauch von Reisezügen, Eisenbahn-Revue 8-9/2000, 360-366.
- [ÖBB 1998] ÖBB: Environmental Report 1998
- [SBB 1998] Geschäftsbericht 1998 der Schweizer Bundesbahnen, Bern 1998.
- [SBB 2001] personal communication H. Kuppelwieser, SBB Environment Center, 2001.
- [Schwannhäusser et al. 1986] Spezifischer Energieeinsatz im Verkehr. Ermittlung und Vergleich der spezifischen Energieverbräuche. Commissioned by Bundesminister für Verkehr, Aachen 1986

Notat

Oplysninger til OMIT projektet om godstog over de danske grænserne.

Oplysningerne fra udtræk ”Internationale tog (tog der har passeret Padborg hhv. Københavns grænse) i perioden 2.7.2000 til 23.1.2001.”

Udtrækket giver oplysninger om den maksimale størrelse toget har haft i DK og ikke størrelsen, når det passerer grænsen.

Sendingsvægt er godsvægt, (altså ekskl. vognvægt) for containervogne er containerens vægt inkluderet i vægten.

TOG

50% af vognene befinder sig i tog, der består af mere end 22 vogne.

50% af godset (opgjort som sendingsvægt) transporteres på tog med en total vægt på kroge (ekskl. lokomotiv) på over 1037 tons.

50% af godset (opgjort som sendingsvægt) transporteres på tog med en total sendingsvægt på over 550 tons.

Vogne.

Opgørelsesmetoden gør, at det ikke er muligt at udskille tomme vogne, der køres i tog, hvor der også er vogne af samme type med sendingsvægt. Derfor er sendingsvægten pr. vogn (opdelt på typer) beregnet, som sendingsvægt på pågældende vogntype divideret med antallet af vogne tomme som læssede.

Vogntyperne opdeles i følgende 3 kategorier lukkede vogne, container vogne, øvrige åbne vogne.

50% af godset, som transporteres i en lukket vogn transporteres i en vogn med en sendingsvægt (incl. tomme vogne i toget) på over 25,5 tons

50% af godset, som transporteres i en container vogn transporteres i en vogn med en sendingsvægt (incl. tomme vogne) på over 26,5 tons

50% af godset, som transporteres i en "øvrige åbne" vogn transporteres i en vogn med en sendingsvægt (incl. tomme vogne) på over 30,5 tons

Fordelingen på de forskellige vogntyper af transporten af den total transporterede sendingsvægt :

26% af sendingsvægten er transporteret i lukkede vogne,

26% af sendingsvægten er transporteret i container vogne

48% af sendingsvægten er transporteret i "øvrige åbne" vogn.

Miljø

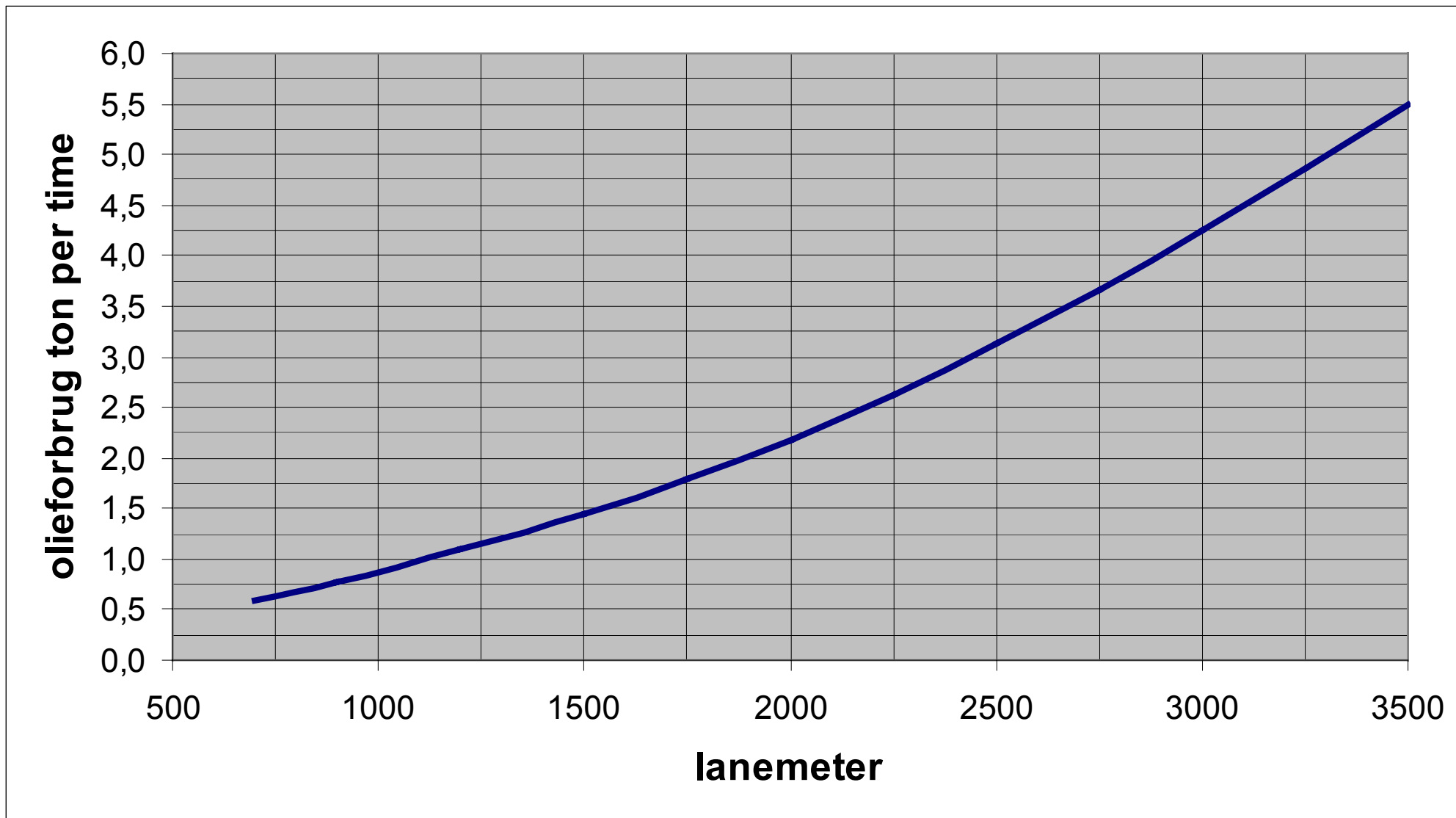
17. maj 2001

DSB
Miljø
Sølvgade 40 opg.B, 4. sal
DK-1349 København K

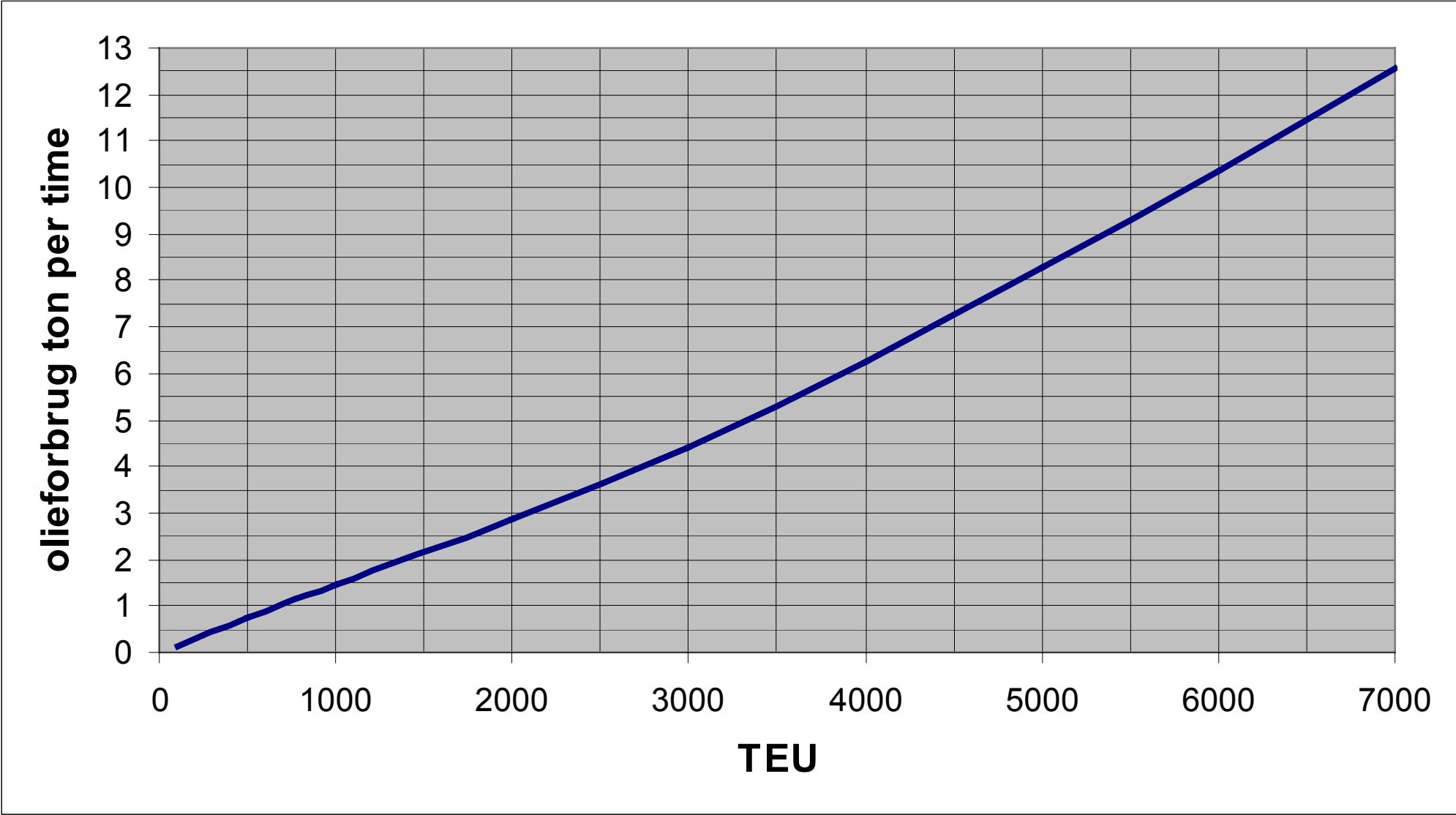
Telefon 33 14 04 00
Lokal 13229
Direkte 82 34 32 29
Fax 33 33 74 40
Intern fax 17575
E-mail rikken@dsb.dk
Internet www.dsb.dk

Vores ref. nr
Journalnr. 284.081

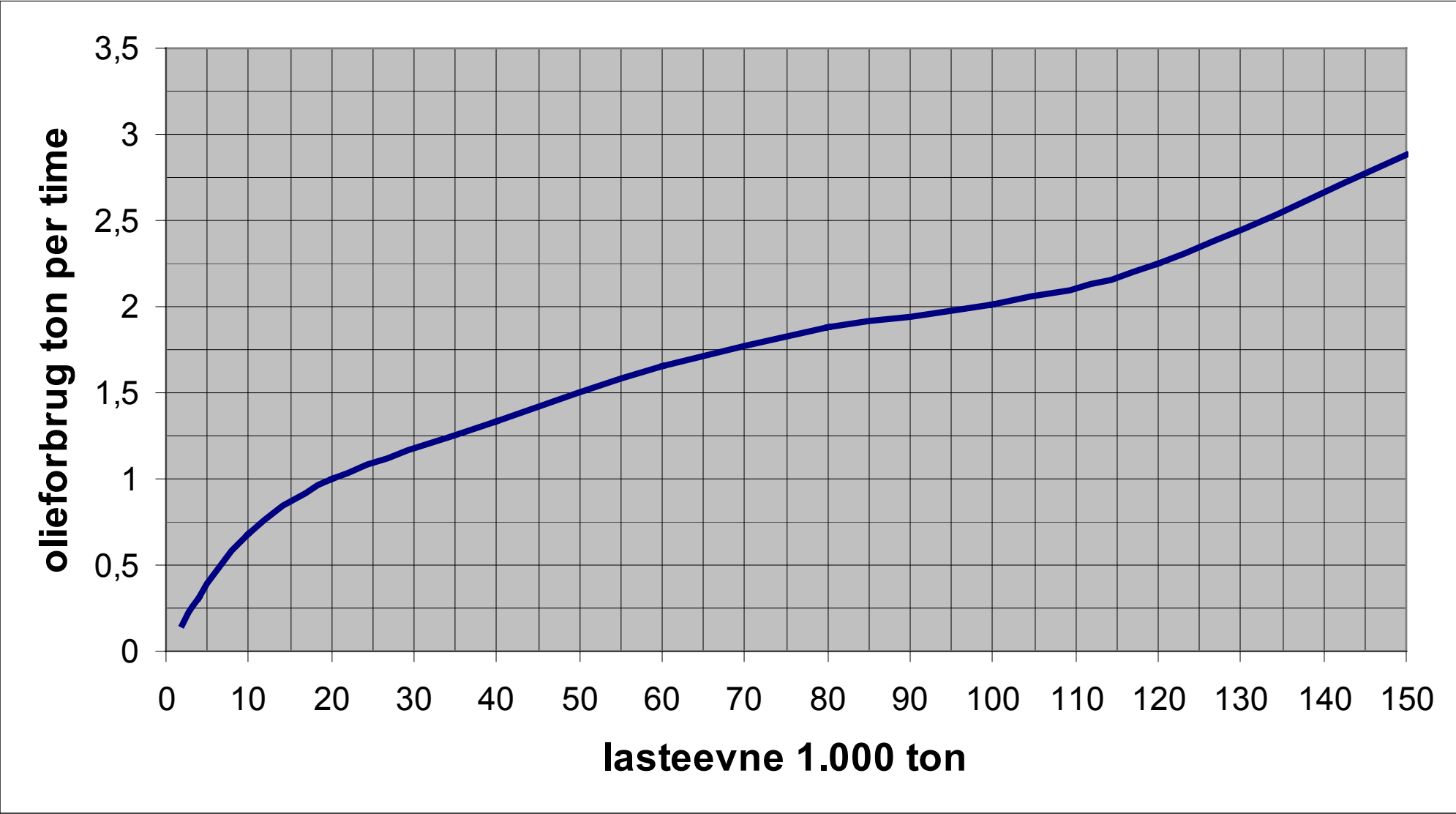
Bilag C.1 RO-Ro færge



Bilag C.2 Containerskib



Bilag C.3 Bulkcarrier



Skibes aldersfordeling og energiforbrug & emissioner

1 Aldersfordeling

Aldersfordelingen for de forskellige skibstyper under dansk flag er som følger iflg. Danmarks Rederiforening:

- Fragtskibe i trampfart (dvs. ikke i fast rute). (Bulk carriers indgår i denne kategori): 11,7 år
- Fragtskibe i liniefart (Containerskibe og Ro-Ro lastskibe m.v): 6,2 år
- Tankskibe: 8,0 år
- Passagerskibe/færger: 14,6 år
- Specialskibe (Offshore fartøjer, kvægtransportskibe mv): 11,4 år

2 Korrektion af energiforbrug

På basis af det gennemsnitlige specifikke olieforbrug i 1973 og 1999 på henholdsvis 220 g/kW time og 170 g/kW time er tillægget i olieforbrug med udgangspunkt i 2000 følgende: $(220 - 170)/170/27 \times 100 = 1,09 \%$ pr. år

Da alle beregningsformler for energiforbruget gælder for nye skibe med basisår 2000 foreslås flg. procentvise korrektion, svarende til at et skib betragtes som et gennemsnitligt ældre skib:

- Bulk carriers: $11,7 \times 1,09 = 12,8 \%$, dvs. korrektionsfaktor: 1,128
- Containerskibe og Ro-Ro lastskibe: $6,2 \times 1,09 = 6,8 \%$, dvs. korrektionsfaktor: 1,068

3 Korrektion af emissionsfaktorer

Der er i samme periode næppe sket de store fremskridt med hensyn til emissioner, hvorfor der kun tages højde for ændring i specifikt olieforbrug, som dog indirekte også vil medføre en korrektion af emissionsforholdene.

Energiforbrugsdata i bilag C.1 til C.3 i OMIT er baseret på Hans Otto Kristensen, tilsvarende TEMA2000.