

Godstransports betydning for produkters samlede miljøbelastning

Af Mads Holm-Petersen, COWI

1. Baggrund

For at kunne udføre en effektiv forebyggende indsats til reduktion af produkters miljøbelastning, er det nødvendigt at kende miljøbelastningen gennem hele produktets livsforløb. Ved en livscyklusvurdering (LCA) kortlægges og vurderes miljøbelastningerne i alle produktets livsfaser fra "vugge til grav", det vil sige fra råstofudvindingen, over materialefremstillingen og produktionen til brugen og bortskaffelsen af produktet.

Formålet med vurderingerne er:

- at bestemme, sammenligne og vurdere miljøbelastningerne fra de forskellige faser og processer i et produkts livscyklus.
- at udpege de komponenter i produktet, som bidrager med de største miljømæssige problemer.

Der findes flere forskellige værktøjer, der kan bruges til at estimere den samlede miljøbelastning fra produkternes livscyklus. Generelt gælder det, at LCA-metoderne har både kvantitative og kvalitative mangler i vurderingen af anvendelsen af transportmidler og emissionerne fra godstransporten.

For eksempel vurderes miljøpåvirkningerne fra VOCer og partikler ikke i de fleste modeller. Effekttyper som støj, arealanvendelse og barriere-effekt er indtil videre heller ikke blevet operationaliseret til brug ved LCA. De manglende data for transportens miljøpåvirkninger kan give et skævt billede, når transportens andel af miljøbelastningen fra et produkts livscyklus skal vurderes.

Ved udvikling og design af produkter bliver konsekvenserne for transportkæden og transportmængden derfor ikke indkalkuleret med tilstrækkelig præcision. Derved er der risiko for suboptimeringer ved planlægningen af en produktion, hvor der nok er taget hensyn til miljøet i råstofudvindingen, materialevalget og bortskaffelsen med stor nøjagtighed, men transportens miljøbelastning er blevet estimeret ud fra mangelfulde oplysninger.

2. Projektbeskrivelse

COWI har i samarbejde med Institut for Produktudvikling fået støtte fra Miljøstyrelsen til at undersøge om det danske LCA-værktøj "UMIP" bør udbygges og optimeres, så det i højere grad bliver i stand til at tage højde for den godstransport, som indgår i et produkts livscyklus. UMIP står for **U**dvikling af **M**iljøvenlige **I**ndustri **P**rodukter, og er oprindeligt udarbejdet af Institut for Produktudvikling, Institut for Arbejdsmiljø, Laboratoriet for Økologi og

Miljølære, Bang & Olufsen A/S, Danfoss A/S, Gram A/S, Grundfos A/S, KEW Industri A/S og Dansk Industri med støtte fra Miljøstyrelsen. Udviklingen af den eksisterende model blev afsluttet i 1996.

I projektet indsamles viden om, hvordan produkterne (i alle faser af deres livscyklus) påvirker forbruget af transport og transportkæderne. Desuden skal det vurderes, hvilke miljøpåvirkninger der med fordel vil kunne operationaliseres til brug ved LCA, og hvilke der må håndteres på anden vis.

I projektets første fase (der allerede er gennemført) er der foretaget en screening af den nuværende indsats og resultater. Herved er der identificeret huller i den eksisterende viden. Der er etableret et overblik over sammensætningen og konsekvenserne af godstransporten i Danmark, og der gives et bud på den forventede udvikling.

I projektets anden fase (som er under gennemførelse) afklares det, i hvilken udstrækning det vil være hensigtsmæssigt at opdatere og udbygge det eksisterende metodegrundlag for beskrivelse af transporten. Dette vil udmønte sig i en udpegning og verificering af, hvilke emissioner og effekttyper der bør udvikles vurderingsmetoder for.

I den kommende fase vil der blive dannet basis for beskrivelse af transportmønstre, der anvendes i produkternes samlede livscyklus samt for den miljømæssige vurdering ved hjælp af effektfaktorer. Effektfaktorer er faktorer, der ganges på miljøbelastningerne, så belastning fra forskellige påvirkninger kan sammenlignes.

Endelig vil der blive foretaget en LCA screening af udvalgte produkter og produktkæder. Screeningen indkredser de typer af produkter, hvor transporten både udgør en væsentlig del af produktets samlede miljøbelastning, og hvor der er et stort forbedringspotentiale. Screeningen skal desuden bestemme den miljømæssige betydning af de enkelte transportled i kæden. Dette vil blive vurderet i forhold til miljøbelastninger ved de øvrige faser og processer i livscyklusen.

Analysens resultater forventes at blive en række forslag til:

- på hvilke punkter, såsom effektfaktorer og effekttyper, UMIP metoden bør udvikles for at afspejle transports miljøbelastning på en mere tilfredsstillende måde
- på hvilke områder der er behov for opdatering/yderligere indsamling af data om transport.

Projektets første faser er allerede gennemført, og projektet forventes afsluttet og afrapporteret inden udgangen af 2000.

3. Miljø- og ressourcebelastning fra transporten

De relevante miljøbelastninger er dels de direkte emissioner såsom udstødningsgasser (CO₂, NO_x, CO, VOC, partikler, SO₂, CH₄, N₂O, O₃, PAH, tungmetaller), slidprodukter fra dæk, belægninger på bremses og koblinger samt vejbelægninger (PAH, tungmetaller), oliespild og sprinklervæske. Dels de indirekte emissioner, for eksempel fra produktion og distribution af brændsel, produktion og bortskaffelse af transportmidler, anlæg af veje, jernbaner m.v. Endelig indgår der miljøbelastninger af en mindre fysisk håndterlig art som: støj, arealanvendelse og barriere-effekt. Den visuelle miljøbelastning medtages ikke, da den ikke umiddelbart kan kvantificeres.

I screeningen er miljøbelastningerne blevet opdelt i to kategorier:

- De traditionelle ressource- og miljøbelastninger
- De øvrige ressource- og miljøbelastninger.

De traditionelle ressource- og miljøbelastninger

De traditionelle ressource- og miljøbelastninger er:

- Brændstofforbrug/energiforbrug
- CO₂, NO_x, SO₂, HC, CO og partikler.

Datakvaliteten for ressource- og miljøbelastning varierer for de forskellige transportmidler. For nemheds skyld er der her opdelt i hhv.: vejtransport, banetransport, søtransport, lufttransport og pipeline.

Generelt er Danmark og Sverige de to lande, der har de bedste værktøjer¹ til udregning af emissionsfaktorer for national godstransport. Resultaterne af emissionsberegningerne for CO, HC, NO_x, SO₂ og partikler kan variere flere hundrede procent fra land til land. Dette skyldes dels, at der er reelle forskelle i emissionerne på grund af forskellige krav til brændstof, filtre og andre transportmiddelteknologier, dels de forskellige modeller for beregningerne af emissioner.

I EU står Miljøagenturet bag "Copert", som meget detaljeret kan beregne emissioner og brændstofforbrug for vejtransport. Oplysningerne skønnes at være af høj kvalitet. Miljøagenturet udgiver ligeledes opslagsværket for europæiske luftemissioner EMEP/CORINAIR, som desuden har oplysninger om tog, skib, fly og pipeline. På nær pipeline skønnes disse oplysninger at være relativt gode.

¹ TEMA2000 og SEEK i Danmark. I Sverige har Nätverket för Godstransport och Miljö (NTM) udarbejdet skemaer for emissioner ved forskellige transportformer.

I USA har USEPA, Office of Mobile Sources, udviklet "Highway Vehicle Particulate Emission Modeling Software PART5". Modellen beregner for bl.a. dieseldrevne lastbiler partikelemissionen, og omfatter partikler i udstødningen og deres komponenter, slid på bremses og dæk samt ophvirvlet støv.

Uden for den vestlige verden er der kun meget begrænsede data for emissioner for godstransport med lastbil, tog, fly og pipeline. Der må forventes meget store udsving for emissionsværdier for CO, HC, NO_x, SO₂ og partikler. Selv emissionsfaktorerne for CO₂ må forventes at være usikre. Derimod vil den danske model for beregning af emissioner fra skibstransport sandsynligvis kunne bruges på skibe under andet flag.

Transportmiddel	Kvalitet af emissionsdata	Fremtidssikret
Vejtransport	God	Ja
Banetransport	Moderat	Ja
Søtransport	God	(Ja)
Lufttransport	Moderat	(Ja)
Pipeline	Relativt dårlig	Nej

Ovenstående er en relativ bedømmelse af datakvaliteten for emissionsfaktorer i relation til opdatering af data i UMIP.

Det gælder generelt, at vejtransporten er den bedst beskrevne, hvad angår de traditionelle emissionsfaktorer. Kvaliteten af emissionsfaktorerne fra bane og søtransport varierer noget, og emissionsfaktorerne fra lufttransport og pipeline er dårlige eller ikke eksisterende.

Øvrige emissioner og ressourceforbrug

For at kunne vurdere, hvilke af de øvrige emissioner og ressourceforbrug der skal medtages i UMIP, skal der laves en vægtning af væsentligheden af belastningen. Denne vægtning afhænger dels af, hvor stor en andel af belastningen der stammer fra transporten, og dels af hvor væsentlig belastningen vurderes at være i samfundet (politisk).

Umiddelbart er det blevet vurderet, at følgende belastninger bør indgå i en livscyklusvurdering:

- partikler fra slid på asfalt og vejbelægning samt PAH'er
- nikkel fra anvendelsen af fuelolie, benzin og gasolie, smørelolie, bitumen og naturgas
- cadmium fra bl.a. galvanisering af køretøjerne, dæk, batteri og olieprodukter
- cadmium, chrom, kobber, nikkel, bly og zink fra bremsebelægninger på bl.a. lastbiler.

For disse forhold findes der allerede på nuværende tidspunkt data af en kvalitet, der vil kunne anvendes i UMIP-modellen.

Materialeforbruget og emissionerne ved opbygning og nedtagning af forskellige transportanlæg vil kunne indgå efter en vægtning af godstransportens andel af disse belastninger. Der findes tilfredsstillende data for disse forhold.

Ressourceforbrug og emissioner forbundet med fremstilling og bortskaffelse/genvinding af transportmidler kan også indføres i UMIP om nødvendigt.

Opsummering

Der er for nuværende ikke blevet opstillet emissionsmodeller for typiske transportmønstre, der kan anvendes i UMIP. Disse vurderes dog at være relativt enkle at opstille på basis af TEMA2000 og de efterfølgende analyser, hvor der opstilles forskellige scenarier. Den stedspecifikke vægtning af emissionerne, for eksempel hvordan et kg SO₂ i byen skal vægtes imod et kg SO₂ i Stillehavet, er ikke lavet.

Der er allerede i dag modeller, der på et tilfredsstillende niveau kan redegøre for emissionsfaktorerne for landtransport på vej og sø. Derimod er der stadig væsentlige usikkerheder for emissionsfaktorer for bane- og lufttransport samt pipeline.

Disse emissioner vil umiddelbart kunne overføres til en revideret UMIP-version.

I den eksisterende UMIP-version er der kun mulighed for at vælge mellem et meget begrænset antal transportmidler. Disse muligheder bør udvides markant, hvis det skal være muligt at foretage LCA-planlægning af produkter, der inddrager godstransporten.

De efterfølgende analyser vil medvirke til at afklare, om der er behov for at indarbejde andre belastninger, som for eksempel støj, tungmetaller og arealanvendelse.

4. Transportmønstre, -måde og -omfang

I anden fase af projektet er der dannet et overblik over sammensætningen af det samlede godstransportarbejde i Danmark og det øvrige Europa, fordelt på transportmiddel.

Gennemgangen af transportstatistikker havde to formål:

1. at få et kendskab til det samlede transportomfang og det samlede energiforbrug.
2. at vurdere, om det er nødvendigt at supplere den eksisterende UMIP-model med flere og/eller andre transportmidler.

Opgørelsen har desuden til formål at afklare udviklingen i godstransporten i relation til, hvilke brancher, produkter og produktionsmetoder, der er illustrative som cases i en revision af UMIP-metoden.

Udviklingen i godstransporten

Transportarbejdet i EU har gennemgået en jævn vækst siden 70'erne. På europæisk plan vurderes transporten at udgøre 4% af nationalproduktet, og beskæftiger over 6 millioner mennesker (eurostat, 1999).

Tabel 1 viser fordelingen af gods, transportafstand og transportarbejde på de respektive transportmiddeltyper. Af tabellen fremgår det, at medens 80% af godsmængden transporteres med lastbil, foretager lastbilerne kun 44% af transportarbejdet. Dette skyldes, at de korte transporter hovedsageligt foretages med lastbil.

Tabel 1 Godstransporten indenfor EU fordelt på transportmidler i 1996 (EU – Transport in figures, 2000)

	Transportmængde		Transportarbejde		Gennemsnit transportafstand Km	Andel af international gods (1)	
	mil. ton	Andel	mia. tonkm	Andel		ud fra tons	ud fra tonkm
Vej	10600	80%	1150	44%	110	4%	20%
Bane	900	7%	220	8%	245	20%	45%
Indenlandske vandveje	400	3%	110	4%	280	50%	75%
Pipelines	500	4%	85	3%	170	50%	50%
Intra-EU skibstrafik	750	6%	1070	41%	1430	55%	85%
Total	13150	100%	2635	100%	200	10%	50%

(1) : Den internationale transport sammenlignet med den samlede transport.
Det anslås at fly transporterer ca. 0,7 % af den samlede godsmængde.

Transportmidlerne anvendes i forskellig grad til forskellige produkter og varegrupper. Denne sammenhæng afhænger af godsmængder, godsværdi, transportafstand, infrastruktur og endelig en del vane og tradition. I tabel 2 vises fordelingen af en række varegrupper for vej bane og indenlandske vandveje i EU.

Tabel 2 Varegrupper i % af tonkm på vej, bane og indenlandske vandveje

Produktgrupper (NST/R klassifikation)	Vej		Bane		Indenlandske vandveje	
	mia. tonkm	Andel	mia. tonkm	Andel	mia. tonkm	Andel
Landbrugsprodukter	368	32 %	26	12 %	11	10 %
Kul og andre faste mineralbrændstoffer	12	1 %	22	10 %	21	19 %
Råolie og råolieprodukter	58	5 %	22	10 %	21	19 %
Malm samt malm- og stålrester	12	1 %	18	8 %	6	5 %
Metalprodukter	69	6 %	26	12 %	3	3 %
Cement og byggematerialer	242	21 %	26	12 %	37	34 %
Kemikalier og gødning	92	8 %	22	10 %	10	9 %
Maskiner og forarbejdede produkter	311	27 %	53	24 %	2	2 %
Gods i alt	1150	100 %	220	100 %	110	100 %

Data refererer hovedsageligt til årene 1994-96 afhængig af land og transportmiddel (EU – Transport in Figures, 2000)

Vejtransport er den dominerende transportform for de fleste godsgrupper med undtagelse af kul og andre faste mineralbrændstoffer samt malm og stålrester.

Transportarbejdet er steget kraftigere end væksten i godsmængden. Det vil sige godset bliver kørt længere i dag end for 10 år siden.

Den største godsvolumen indenfor produkter er grus, sand, cement og sten (ca. 35%), dernæst kommer næringsmidler og foder med ca. 23% og stykgods og forarbejdede varer med ca. 20 %

Der er stor forskel på, hvor stor en del af branchernes samlede energiforbrug, der bruges på transport. I brancherne fiskeri, energi- og vandforsyning og transportbranchen er transportens andel af det samlede energiforbrug naturligvis ca. 100%. I brancherne landbrugsservice, skovbrug, bygge- og anlægsvirksomhed, engros- og agenturhandel, landbrug og pelsdyravl, godsbehandling, havne, tjenester ved transport, organisationer og foreninger udgør transportens andel af det samlede energiforbrug over 50%, hvorimod transporten udgør en marginal andel af energiforbruget i for eksempel den kemiske industri samt nærings- og nydelsesmiddelsindustrien. Transporten vil derfor blive vægtet forskelligt i en livscyklusvurdering i de forskellige brancher.

Konklusion

På baggrund af ovenstående kan der opstilles en række kriterier for, hvilke produkttyper der har en interessant livscyklus i relation til godstransporten.

Godsstrømmene er væsentligt forskellige for høj- og lavværdigods. Derfor bør dette eksemplificeres i de LCA analyser, der foretages i den efterfølgende fase. Følgende godstyper er under overvejelse for at belyse godstransporten i relation til høj- og lavværdigods:

Højværdigods

- Avanceret elektronisk udstyr
- Medicinalvarer
- Mærkevarer

Lavværdigods

- Grus og sand
- Foderstoffer
- Bulkgoods (f.eks. olie, granulat og gas)
- Støbegods

På grund af internationaliseringen og nye krav til godstransportens udførsel er godstransportens logistikkæder blevet mere komplicerede. Dette forhold bør også indgå i et illustrativt eksempel for LCA. Følgende godstyper har været under overvejelse for at illustrere denne sammenhæng:

- Højteknologisk elektronisk udstyr
- Fødevarer med international afsætningsmarked
- Fødevarer der baseres på stor import af råvarer (svineproduktion)
- Komplekse byggerier
- Varegrupper med et stort godsvolumen

Dernæst bør der være eksempler på transporter af gods med stor volumen og stort transportarbejde, da disse udgør en stor del af den samlede miljøpåvirkning. I denne kategori er følgende godstyper overvejet:

Stort godsvolumen

- Sand, grus og cement

Stort transportarbejde

- Stykgods og bearbejdede varer
- Næringsmidler og foder

Endelig skal erhverv der har et stort forbrug af energi til godstransport (i forhold til det øvrige energiforbrug) indgå i analyserne. Følgende brancher har været under overvejelse:

- Landbrug
- Skovbrug
- Bygge og anlægssektoren

For at få et så bredspektret transportmønster som muligt, er følgende produkter foreløbig udvalgt i den videre analyse:

- skinke
- fjernsyn
- parcelhus

6. Den afsluttende fase

I den efterfølgende fase vil disse tre produkter blive analyseret med den gamle version af UMIP og en model med nyere og udvidede data.

De nye data vil være opdateret på:

- transportmønstre
- emissioner og brændstofforbrug
- øvrige typer belastninger
- effektfaktorer

Resultaterne af dette vil give et grundlag for at vurdere, om der er behov for opdatering af UMIP.

Arbejdet vil være afsluttet inden udgangen af året.