

Arbejds miljø i LCA En ny metode



Arbejdsmiljø i LCA En ny metode

Anders Schmidt
FORCE Technology

Pia Brunn Poulsen
FORCE Technology

Jacob Andreasen
Carl Bro A/S

Thomas Fløe,
Carl Bro A/S

Knud Erik Poulsen,
Carl Bro A/S

Indhold

Forord til serien	5
Forord	7
Sammenfatning	9
1 Introduktion	11
1.1 Overblik over indholdet	12
2 Den nye vurderingsmetode	15
2.1 Dataformat	15
2.2 Kort metodebeskrivelse	16
2.3 Effektkategorier	17
2.3.1 Den statistiske baggrund	17
2.3.2 Indholdet i statistikken	17
2.4 Metodens fordele og ulemper	18
2.4.1 Metodens fordele	18
2.4.2 Metodens ulemper	18
2.5 Metodens begrænsninger	18
2.5.1 Danske statistikker	18
2.5.2 Supplerende data	20
2.5.3 Eksempel på beregninger på virksomhedsniveau	21
2.6 Metodens usikkerheder	22
2.6.1 Forskelle på brancheniveau	22
2.6.2 Producerede mængder i brancherne	22
2.7 Metodens følsomhed	24
2.7.1 Råvareproduktion	24
2.7.1.1 <i>SEKUNDÆRE RÅVARER</i>	24
2.7.1.2 <i>ALTERNATIV BEREGNINGSMETODE</i>	24
2.7.1.3 <i>KUN ULYKKER</i>	25
2.7.2 Belastninger i specifikke virksomheder og på enkeltpersoner	25
2.7.2.1 <i>SPECIFIKKE VIRKSOMHEDER</i>	25
2.7.2.2 <i>BELASTNING AF ENKELTPERSONER</i>	25
3 Anvendelse af metoden	27
3.1 Opgørelse (Inventory)	27
3.1.1 Forslag til procedure	27
3.1.2 Dækkende datasæt	29
3.2 Vurdering (Impact assessment)	30
3.2.1 Normalisering	30
3.2.2 Vægtning	32
3.3 Fortolkning (Interpretation)	32
3.3.1 Fortolkning efter opgørelsen	33
3.3.2 Fortolkning efter normalisering	33

3.4	Anvendelse af metoden på en case	33
3.4.1	Opstille flowskema	34
3.4.2	Bearbejdning af styklisten	35
3.4.3	Energi- og transportdata	36
3.4.4	Finde matchende brancher	36
3.4.5	Beregning af belastninger per kontorstol	37
3.4.6	Skabe overblik	38
3.4.7	Skabe grafisk overblik	38
3.4.8	Normalisering	40
3.4.9	Videre fortolkning	42
4	Baggrund og historie for AM-LCA	45
4.1	Tidlige danske screeningsmetoder	45
4.2	UMIP	45
4.3	Opfølgingsprojektets første fase	46
4.4	Opfølgingsprojektets anden fase	47
4.5	Fremtidig udvikling i arbejdsmiljø-LCA	49
4.5.1	Det korte perspektiv	49
4.5.2	Det længere perspektiv	49
4.5.3	På langt sigt	49
5	Referencer	51
Bilag A: Databasen		53
5.1	Noter til databasen	59

Forord til serien

Livscyklustankegang og livscyklusvurdering er centrale elementer i en produktorienteret miljøindsats. Der er behov for grundige og fagligt velfunderede metoder til livscyklusvurderinger. Ligesom der er behov for enkle, lettilgængelige metoder, der afspejler en livscyklustankegang.

Hvilken specifik metode, der skal vælges er bl.a. afhængig af formål, målgruppe, ønske om evt. offentliggørelse m.m. Men fælles for alle livscyklusvurderinger er, at de gerne skulle give et robust resultat. Et resultat, som er et godt grundlag for de beslutninger, der efterfølgende skal træffes.

Der er gennem de sidste 10 år givet tilskud til en række projekter om livscyklusvurderinger og livscyklustankegang.

Hovedresultaterne af projekter om livscyklusvurderinger vil i en periode fra 2000 og et par år frem blive udgivet som en ”miniserie” under Miljøstyrelsens serie Miljønyt.

Efterhånden som projekterne bliver færdige vil de supplere resultaterne af UMIP-projektet fra 1996. Disse værktøjer, erfaringer samt råd, hjælp og vejledning vil tilsammen danne et godt grundlag for de fleste anvendelser af livscyklusvurderinger.

Livscyklusvurderinger er et så vidtfavnende område, at der næppe kan skrives én bog, der dækker alle situationer og anvendelser af livscyklusvurderinger. Miljøstyrelsen håber, at denne ”miniserie” vil kunne give overblik over og formidle den støtte, der findes, til virksomheder, organisationer, myndigheder og andre, der gerne vil arbejde livscyklusorienteret.

Miljøstyrelsen, oktober 2000

Forord

Denne vejledning er skrevet som led i det danske LCA metode og konsensus projekt, som er gennemført i perioden 1997 til 2003.

Vejledningen er en del af en række vejledninger, som drejer sig om centrale emner i LCA. Disse vejledninger er planlagt udgivet af Miljøstyrelsen i løbet af foråret 2004.

Det primære formål med vejledningerne har været at give råd og anbefalinger om centrale emner i LCA på et mere detaljeret niveau, end der tilbydes i den generelle litteratur såsom ISO-standarderne, UMIP-rapporterne, det Nordiske LCA-projekt og SETAC publikationer. Vejledningerne skal betragtes som et supplement til snarere end en erstatning for denne generelle litteratur.

Det skal dog understreges, at vejledningerne er udviklet gennem en konsensus proces, med deltagelse af alle væsentlige forskningsinstitutioner og konsulentfirmaer, som er aktivt beskæftiget med LCA i Danmark. De råd og anbefalinger, som gives i vejledningerne, kan derfor betragtes som udtryk for, hvad der er generelt accepteret som bedst praksis på LCA-området i Danmark i dag.

Vejledningerne er støttet af en række tekniske rapporter, som indeholder de videnskabelige diskussioner og dokumentationen bag de råd og anbefalinger som er givet i vejledningerne. Disse rapporter er også planlagt til at blive udgivet af Miljøstyrelsen i 2004. De planlagte vejledninger og rapporter udviklet som led i projektet er præsenteret i oversigtsfiguren på næste side.

Udviklingen af vejledningerne og de tekniske rapporter er blevet initieret og overvåget af Miljøstyrelsens Følgegruppe for LCA metodeudvikling i perioden 1997-2001.

Følgende forskningsinstitutioner og konsulent firmaer har været aktive i udviklings- og konsensusarbejdet:

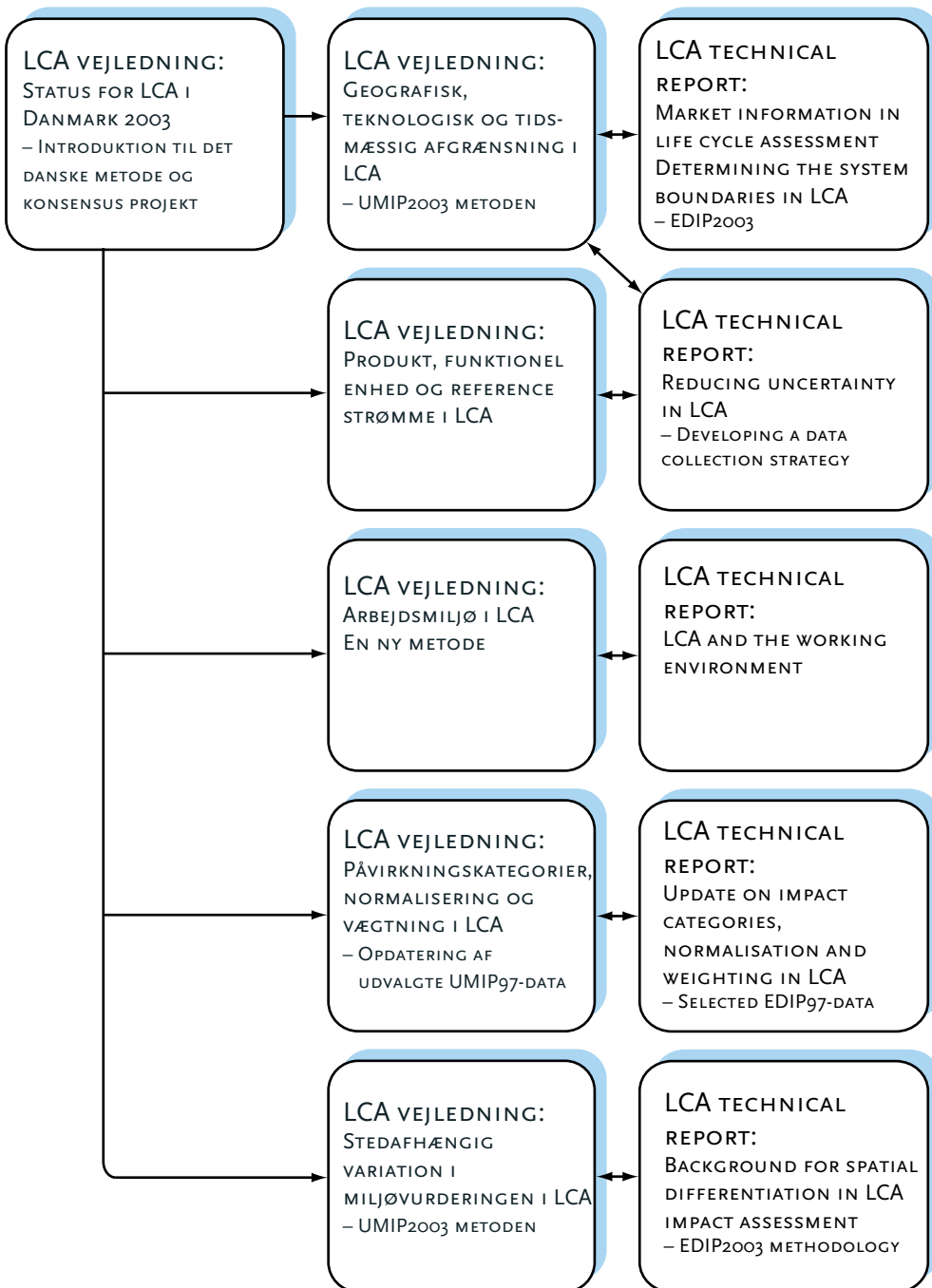
COWI AS (Projekt Leder)
Institut for Produkt Udvikling, Danmarks Tekniske Universitet
FORCE Technology
Teknologisk Institut
Carl Bro AS
Statens Byggeforsknings Institut
Vandkvalitetsinstituttet
Dansk Toksikologi Center
Rambøll AS
ECONET
Danmarks Miljø Undersøgelser

VEJLEDNINGER OG
TEKNISKE RAPPORTER
UDVIKLET SOM LED I
DET DANSKE LCA
METODE OG
KONSENSUS PROJEKT

BESLUTNINGSTAGERE

PRAKTIKERE

FORSKERE



Sammenfatning

Denne vejledning indeholder en gennemgang af en metode til at inddrage arbejdsmiljø i livscyklusvurderinger (LCA) samt en database, der indeholder en lang række af de basale data, der er nødvendige i en sådan vurdering.

Metoden er et godt alternativ til den oprindelige UMIP-metode (UMIP 97), der ikke har været anvendt i nævneværdig grad, formodentlig på grund af metodens krav til dataindsamling og –bearbejdning.

Den ny metode er baseret på to danske statistiske kilder vedrørende dels hvor meget, der – målt i vægt - produceres i en række økonomiske sektorer (brancher), og dels hvor mange arbejdsskader og –ulykker, der anmeldes i de samme brancher. Ved at kombinere de to statistiske kilder er det muligt at beregne, hvor stor arbejdsmiljøbelastningen er per produceret enhed. Denne information har samme format som de oplysninger, der generelt bruges i livscyklusvurderinger, og det er med metoden således muligt at foretage en integreret miljø- og arbejdsmiljøvurdering.

Følgende typer af belastninger indgår i vurderingen af arbejdsmiljøet:

- Dødsulykker
- Arbejdsskader/ulykker
- Kræftsygdomme
- CNS-funktionssvækkelse
- Psykiske lidelser
- Høreskader
- Hudsygdomme
- Luftvejssygdomme, ikke-allergiske
- Luftvejssygdomme, allergiske
- Bevægeapparatskader

Den giver dermed et bredt overblik over arbejdsmiljøbelastninger, således som de måles i daglig sammenhæng.

Den største fordel ved den nye metode er, at det er langt lettere at indsamle og bearbejde data i en arbejdsmiljø-LCA. En anden fordel er, at den potentielle usikkerhed ved at kombinere en branche- og procesvurdering undgås. Endelig skal det fremhæves, at det er muligt at fremskaffe lignende informationer fra en række andre lande, og det er dermed også muligt at etablere en mere bredt dækkende database.

Den største begrænsning ved kun at bruge en branchevurdering er, at der ikke kan opnås et højere detaljeringsniveau, end de grundlæggende statistiske informationer tillader. Vurdering af enkeltprocesser ligger ikke indenfor metodens rammer, og kun større virksomheder vil have et statistisk grundlag, der med rimelighed kan erstatte et branchegennemsnit. Metoden kan således

ikke bruges til en konkret vurdering af, hvilken effekt en ændring af proces- eller materialevalg på den enkelte virksomhed vil have på det samlede resultat.

Databasen, der er blevet udviklet i projektet, dækker ca. 80 brancher eller processer. Disse kan inddeles i fire typer: Råvareproduktion (f.eks. energiråvarer, metaller og papir), produktion af mellemprodukter og komponenter (f.eks. plastgranulat, kemiske produkter, keramik og trævarer), produktion af færdigvarer (f.eks. møbler og elektromekaniske produkter) og transport. Metoden og databasen kan integreres i UMIP's PC-værktøj, men foreligger for øjeblikket kun i form af en regnearks-fil.

Vejledningen beskriver endvidere, hvordan den samme type af information kan etableres for processer, der ikke er inkluderet i databasen. Dette sker på baggrund af offentligt tilgængelige oplysninger fra (større) virksomheder. Resultatet er ikke så detaljeret som for den øvrige del af databasen, men kan bruges til at indikere den relative vigtighed af en given aktivitet.

Det konkluderes i vejledningen, at den nye metode sammen med databasen kan bruges til at lave arbejdsmiljø-LCA. Dette demonstreres i en enkelt case – arbejdsmiljø-LCA af en kontorstol. I casen beregnes den samlede belastning over livsforløbet. Endvidere vurderes det hvilke aktiviteter, der er af størst betydning i det samlede billede såvel som for de enkelte belastningstyper.

1 Introduktion

Det primære formål med denne vejledning er sætte LCA-praktikere i stand til at inddrage arbejdsmiljø i LCA på linie med andre typer af effekter. Det sekundære formål er at give de beslutningstagere, der i den sidste ende skal anvende resultaterne, et indtryk af metodens muligheder og begrænsninger.

Det overordnede formål med at inddrage arbejdsmiljø i LCA er at give mulighed for at undersøge, om forbedringer af produkter og produkters miljøegenskaber sker på bekostning af en forringelse af arbejdsmiljøet.

Den udviklede metode er rettet mod at kunne gennemføre en overordnet vurdering af de ændringer i arbejdsmiljøbelastningen, der er konsekvensen af et ændret valg af materialer og processer. Den viden, der opnås på denne måde, kan efterfølgende kombineres med mere præcis viden om potentielle belastninger og deres årsager i relevante sektorer. Dermed opnås der en basis for dialog mellem aktørerne i produktets leverandørkæde om mulighederne for at reducere arbejdsmiljøbelastningen. Arbejdsmiljø-LCA kan dermed ses som en naturlig del af anstrengelserne for at udvikle produkter, der medfører en mindre belastning af miljøet og menneskers sundhed.

Metoden giver ikke mulighed for at undersøge eller beskytte mod konsekvenserne af virksomhedsspecifikke ændringer i arbejdsforholdene, f.eks. i form af et øget arbejdstempo eller andre produktivitetsfremmende foranstaltninger. Til dette formål er arbejdspladsvurderinger (APV) et bedre egnet værktøj, idet det giver mulighed for at vurdere både det eksisterende arbejdsmiljø og eventuelle ændringer for enkeltpersoner og/eller specifikke processer.

Inddragelse af arbejdsmiljø i LCA handler basalt set om at kunne opgøre de potentielle arbejdsmiljøbelastninger per funktionel enhed ved at sammenstykke belastningerne i en række enhedsprocesser. Den nærværende vejledning anviser en måde, hvorpå dette kan gøres, og indeholder samtidigt et datagrundlag, der vil dække en stor del af enhedsprocesserne i livsforløbet. Databasen er primært baseret på danske statistiske oplysninger og afspejler derfor danske arbejdsmiljøforhold.

Dermed kan det forventes, at arbejdsmiljø hyppigere vil blive integreret i LCA. Dette begrundes i, at den væsentligste barriere for inddragelse af arbejdsmiljøet antages at have været et manglende datagrundlag, idet ingen af de hidtil udviklede metoder har været suppleret med et nævneværdigt sæt af relevante data. Det skal dog understreges, at også det udviklede datagrundlag i denne rapport har en række indbyggede usikkerheder. Specielt i forhold til processer, der finder sted i U-lande, hvor der ikke er et rapporteringssystem, der er tilnærmelsesvis så udviklet som i de industrialiserede lande, vil de etablerede tal med stor sandsynlighed være en underestimering af de faktiske forhold.

De hidtil manglende data kan begrundes i en manglende international interesse i at inkludere arbejdsmiljøet. Den generelle metodeudvikling i LCA har været præget af en høj grad af erfaringsudveksling internationalt, hvilket har medført konsensus om fremgangsmåder ved opgørelse og vurdering og dermed også mulighed for udveksling af data. På arbejdsmiljøområdet er det stort set kun de skandinaviske lande, der har været aktive i metodeudvikling, men der har kun været et begrænset samarbejde. Den historiske udvikling af metoder til arbejdsmiljø-LCA præsenteres kort i det afsluttende kapitel i vejledningen, og en mere detaljeret beskrivelse af metoderne findes i den tekniske rapport fra delprojektet, der ligger til grund for den nærværende vejledning.

1.1 OVERBLIK OVER INDHOLDET

I kapitel 2 gives der en kort beskrivelse af metodens væsentligste elementer samt en vurdering af metodens begrænsninger, usikkerheder og følsomhed. Formålet med kapitlet er at give LCA-praktikere og beslutningstagere et grundlæggende kendskab til metoden, således at der i en given LCA hurtigt kan etableres en fælles forståelse af principperne i metoden.

Kapitel 3 indeholder en gennemgang og diskussion af metoden i relation til de trin, som er specificeret i ISO 14040-serien: Inventory, Impact Assessment og Interpretation. I diskussionen er der fokuseret på den nyudviklede metode, men der drages også paralleller til andre metoder til vurdering af arbejdsmiljøet. Kapitlet indeholder også et eksempel på anvendelse af metoden.

Kapitel 4 indeholder en kort gennemgang af det historiske forløb i udviklingen af arbejdsmiljø-LCA. Denne gennemgang er primært medtaget for at give baggrunden for de overvejelser, der er foretaget i dette delprojekt under det overordnede projekt "LCA-metodeforbedring, metodeudvikling og konsensuskabelse", der er finansieret af Miljøstyrelsen. Afslutningsvis gives der i kapitlet et bud på, hvordan den fremtidige udvikling i arbejdsmiljø-LCA kan blive på både kort og langt sigt.

I Bilag A findes data for omkring 80 enhedsprocesser, der er udarbejdet ved hjælp af den overordnede metode.

Vejledningens rammer giver ikke mulighed for en detaljeret diskussion af metodens elementer. Der henvises derfor til den tekniske rapport på engelsk, der både indeholder en mere detaljeret gennemgang af metode og datagrundlag og giver en mere udtømmende diskussion af metodens styrker og begrænsninger.

Det er projektgruppens håb, at arbejdsmiljø med denne metode vil finde en naturlig plads i LCA. Det vurderes, at metoden i mange tilfælde vil kunne give væsentlige informationer med en forholdsvis begrænset arbejdsindsats.

Samtidigt åbner metoden mulighed for en forbedring af datagrundlaget gennem internationale aktiviteter. Dermed er der også håb om, at der i løbet af et overskueligt tidsrum kan skabes international konsensus om en LCA-metode, der tager udgangspunkt i det nærværende arbejde.

2 Den nye vurderingsmetode

Den nyudviklede branchevurderingsmetode, der præsenteres i de følgende kapitler, er et godt alternativ til den todelte vurderingsmetode (en branche- og en procesvurdering), der er beskrevet i den oprindelige UMIP-metode, "UMIP97"¹. Den nye metode har som sin væsentligste konsekvens, at det bliver langt nemmere og operationelt at inddrage arbejdsmiljøaspekter i LCA. Til gengæld betyder anvendelse af den nye metode også, at detaljeringsniveauet i arbejdsmiljødelen af LCA'en ikke bliver helt så højt, som hvis der både blev gennemført en branche- og en procesvurdering, således som det er beskrevet i UMIP97. Niveauet er dog så højt, at det kan opfylde et væsentligt formål med at inddrage arbejdsmiljø i LCA, nemlig en vurdering af de overordnede ændringer i arbejdsmiljøet som følge af ændringer i et produkts livsforløb.

Metoden er på samme måde som branchevurderingsmetoden i UMIP97 baseret på statistiske informationer. Den væsentligste forskel fra UMIP97 er, at den nye metode bruger Varestatistikken fra Danmarks Statistik i stedet for Forsyningsstatistikken til at etablere oplysninger om produktionsvolumen i de enkelte brancher.

2.1 DATAFORMAT

I Varestatistikken findes der oplysninger om produceret mængde (stk., tons, m², m³) samt værdi i kroner for mange tusinde produkter. Oplysningerne er indhentet på en måde, der gør det muligt at relatere dem til specifikke brancher. Dermed er det også muligt at sammenstille oplysninger om arbejdsulykker og -lidelser på den ene side og producerede eller forarbejdede mængder på den anden side, og på den måde nå frem til repræsentative nøgletal for en række brancher. Nøgletallene vil generelt have enheden "Ulykker/lidelser per vægtenhed materiale/produkt" og er dermed direkte sammenlignelige med de øvrige vurderingsparametre i en LCA, for eksempel "kg CO²-ækvivalenter per kg materiale" som udtryk for bidraget til drivhuseffekten.

Anvendelse af Varestatistikken betyder, at det er muligt at etablere et ensartet og gennemsigtigt datagrundlag for en lang række brancher i Danmark. Samtidigt er det muligt at opdatere datagrundlaget, når nye oplysninger fra Danmarks Statistik foreligger. Ændringen betyder også, at det vil være muligt at etablere tilsvarende datagrundlag i de fleste andre lande, idet de grundlæggende statistiske oplysninger vedrørende vareproduktion er til stede på nationalt plan. Den største forskel fra land til land i opgørelsen afhænger dermed af de statistiske oplysninger vedrørende arbejdsulykker og arbejdsbetingede lidelser.

¹ UMIP97 anvendes i denne rapport som en fælles betegnelse for de metodebeskrivelser, der findes i Hauschild (ed.): Baggrund for Miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen/Dansk Industri 1996, Wenzel, Hauschild og Rasmussen: Miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen/Dansk Industri 1996, og i Broberg og Rasmussen: Arbejdsmiljø fra vugge til grav, Arbejdsmiljøfondet 1996.

2.2 KORT METODEBESKRIVELSE

Som nævnt er den væsentligste nyskabelse, at der er udarbejdet en metode til at beregne antallet af anmeldte ulykker og lidelser per produceret vægtenhed på brancheniveau. Den nyudviklede branchevurderingsmetode kan beskrives meget kort i fem trin, der til dels er eksemplificeret i afsnit 2.6.2:

1 Identifikation af brancher med et signifikant antal arbejdsulykker/lidelser.

Ved at udvælge (del)brancher med et signifikant antal ulykker og/eller lidelser opnår man, at den statistiske variation med hensyn til disse parametre bliver så lille som muligt. Det hører dog med i billedet, at de produkter, der produceres indenfor den pågældende branchekode, samtidig bliver mere heterogene.

Et andet vigtigt kriterium ved udvælgelsen er, at branchen rummer en eller flere enhedsprocesser, som er af interesse i LCA. En branche som "Fremstilling af plastemballage" (NACE-kode 252200) vil således omfatte forarbejdning af stort set alle plasttyper ved f.eks. ekstrudering eller sprøjtetøbning, mens oplysninger for NACE-kode 274300, "Produktion og første bearbejdning af bly, zink og tin", som navnet siger omfatter både produktion og alle forarbejdningsprocesser for de tre nævnte materialer.

2. I "Varestatistik for Industri" identificeres de varegrupper, som den pågældende branche producerer. For bly, zink og tin vil det for eksempel være varegrupperne med hovednumre 78, 79 og 80. Denne del af databehandlingen gennemføres af Danmarks Statistik, der via specialprogrammering er i stand til at etablere de ønskede oplysninger.

3. Beregning af den totale mængde producerede varer i tons for en varegruppe. I nogle tilfælde er det ikke muligt direkte at beregne den totale mængde producerede varer, da nogle varer ikke opgives i tons, men eksempelvis i stk. eller kvadratmeter. Dette gælder eksempelvis for tekstil- og tøjproduktion. I disse tilfælde skal der bruges ekstra information fra udenrigsstatistikken for at kunne foretage beregningen. Information fra virksomheder til udenrigshandelsstatistikken skal indeholde oplysninger om både vægt og værdi for importerede/eksporterede produkter. Den gennemsnitlige værdi per vægtenhed af importen/eksporten kan således bruges til at beregne vægten af de producerede varer i varestatistikken, via den følgende formel:

$$\text{TOTAL PRODUKTION AF VARE (IKG)} = \frac{\text{TOTAL VÆRDI (IKR.)}}{\text{GENNEMSITLIG VÆRDI (IKR/KG)}}$$

Herefter kan den samlede værdi af produktionen i branchen findes ved at addere værdien for alle de varer, der er produceret. Disse beregninger er i projektet foretaget af Danmarks Statistik.

4. Antallet af anmeldte ulykker og arbejdsbetingede lidelser i den pågældende branche (på 2-cifret NACE-kode niveau) findes på Arbejdstilsynets hjemmeside, www.at.dk. Arbejdstilsynet har desuden mere detaljerede opgørelser, som venligt blev stillet til projektets rådighed.

5. Ved at parre oplysningerne om produktionsvolumen (punkt 3) med arbejdsskadestatistikkerne (punkt 4) kan man derefter nå frem til antal arbejdsskader og anmeldte lidelser pr. tons (eller kg) produceret materiale, hvilket er det ønskede resultat, idet det kan indgå på linie med andre vurderingsparametre i en LCA.

Disse værdier er i projektet beregnet for ca. 80 processer og findes i databasen i Bilag A.

2.3 EFFEKTKATEGORIER

2.3.1 Den statistiske baggrund

Arbejdstilsynet udgiver hvert år en rapport, der beskriver, hvor mange ulykker og arbejdsbetingede lidelser, der er blevet anmeldt i det foregående år. Anmeldelserne er fordelt på brancher/økonomiske aktiviteter ved at anvende branchekoden (NACE-koden eller DB93-koden) for den anmeldende virksomhed.

2.3.2 Indholdet i statistikken

Rapporteringsformatet kan variere lidt fra år til år, men med velvillig assistance fra Arbejdstilsynet er der fremskaffet oplysninger på et ensartet detaljeringsniveau for perioden fra 1995 og frem. Følgende effekttyper indgår i metodens vurderingsgrundlag:

- Dødsulykker
- Andre skader fra ulykker. Denne effekttype er i Arbejdstilsynets rapportering underopdelt i 9 typer af skader, f.eks. amputation, forstuvning, sårskader, ætsning og forgiftning. For at reducere antallet af effekttyper er de 9 typer samlet i en kategori, hvis overordnede formål er at belyse hyppighed/risiko for utilsigtede, akutte hændelser.
- Kræftsygdomme (tidligere “svulster”)
- CNS-funktionssvækkelse (tidligere “hjerneskader”)
- Psykiske lidelser
- Høreskader
- Hudsygdomme
- Luftvejssygdomme, ikke-allergiske
- Luftvejssygdomme, allergiske
- Bevægeapparatskader

Derudover findes der i Arbejdstilsynets rapporter yderligere to “effekttyper”, nemlig “Mangelfuldt definerede tilstande” og “Anden lidelse”. Disse to effekttyper er udeladt i databasen og vurderingen, da de ikke er tilstrækkeligt

præcist definerede. Yderligere findes der nogle hoveddiagnosegrupper, der ikke er medtaget i opgørelsen, nemlig "Infektionssygdomme", "Blod- og stofskiftesygdomme", "Sygdomme i nerver og sanseorganer", "Kredsløbssygdomme", "Sygdomme i fordøjelsesorganer", "Urogenitale sygdomme", "Sygdomme i svangerskab, barselsseng" og "Pludselig tilstødt lidelse". Antallet af anmeldte lidelser i disse diagnosegrupper er generelt lille og rapporteres ikke i Arbejdstilsynets rapporter.

Som datagrundlag for databasen er anvendt et gennemsnit af de anmeldte lidelser og ulykker for perioden 1995-1997. På samme måde er den producerede mængde beregnet som et gennemsnit for den samme periode. Herved reduceres de statistiske udsving.

2.4 METODENS FORDELE OG ULEMPER

2.4.1 Metodens fordele

Den største fordel ved metoden er, at den på forholdsvis kort tid giver et overblik over arbejdsmiljøbelastningen i livsforløbet for et produkt. Der findes data for en lang række enhedsprocesser, som vil kunne anvendes i en opdateret version af UMIP's PC-værktøj, og det er ikke nødvendigt at supplere disse med ressourcekrævende opgørelser på enkeltvirksomheder.

Ved alene at anvende en branchevurderingsmetode opnås endvidere, at datagrundlaget for vurdering af enkeltprocesser er så ensartet, som de bagved liggende statistikker tillader. På denne måde undgås de problemer, der eventuelt kunne være ved at koble en proces- og branchevurdering sammen.

2.4.2 Metodens ulemper

Den største ulempe ved metoden er, at detaljeringsniveauet ikke kan blive højere end de bagved liggende statistikker tillader. Dette giver i praksis nogle begrænsninger ved tolkning af de fremkomne resultater, som en LCA-praktiker skal være opmærksom på. Disse begrænsninger diskuteres i de følgende afsnit.

2.5 METODENS BEGRÆNSNINGER

Den nye metode er udviklet, så den på længere sigt vil kunne håndtere stort set alle enhedsprocesser på et forholdsvis ensartet detaljeringsniveau. Det vurderes, at der ikke er formelle begrænsninger for anvendelse af metoden, f.eks. i forhold til ISO 14040-serien, men der er dog en række praktiske forhold, som man skal være opmærksom på.

2.5.1 Danske statistikker

Metoden er udviklet, så den passer til den tilgængelige danske statistik med hensyn til arbejdsulykker og -lidelser såvel som varestatistik. Indsamling af statistiske data er stort set kun foretaget for Danmark, og den database, der er etableret, afspejler således kun danske arbejdsmiljøforhold i de pågældende brancher.

Dette betyder, at en arbejdsmiljø-LCA, der er baseret på den foreliggende database, viser hvilke anmeldte belastninger et produkt kan forventes at medføre, hvis hele livsforløbet finder sted i Danmark. Dette vil i praksis kun sjældent være tilfældet, specielt fordi en meget stor del af råvareproduktionen normalt finder sted i udlandet. Blandt de generelle og konkrete problemstillinger, man skal være opmærksom på, kan nævnes følgende:

- Det reelle antal af lidelser og ulykker formodes at være en del højere end det antal, der anmeldes. Dette er et generelt for alle sektorer og formodentlig også i alle lande.
- Det danske arbejdsmiljø regnes generelt for at være bedre end i mange andre lande. Brug af danske statistikker i stedet for statistikker fra de aktuelle produktionslande vil på denne måde undervurdere den reelle belastning. Dette opvejes sandsynligvis til en vis grad af en lavere anmelderhyppighed for arbejdsbetingede ulykker og lidelser i andre lande.
- Produktion af stål og jern kan vurderes ved hjælp af danske oplysninger om produktion af sekundære råvarer, eller svenske oplysninger om produktion af jern og stål ud fra både skrot og jernmalm. De bagved liggende datakilder er ikke helt sammenlignelige, hvilket kan give en usikkerhed på resultatet, hvis man ikke kender råvarens oprindelse.
- Produktion af aluminium vurderes alene ud fra oplysninger om oparbejdning af aluminiumsskrot. I dette tilfælde er arbejdsmiljøet ved udvinding af bauxit ikke medtaget, ligesom det vurderes, at der er væsentlige forskelle i de øvrige produktionsprocesser ved fremstilling af primær og sekundær aluminium.
- Produktion af plastgranulat vurderes ud fra belastningen i den kemiske industri i Danmark. De store plasttyper som PE, PP, PS og PVC produceres imidlertid ikke i Danmark, og repræsentativiteten er derfor ukendt. Det skal bemærkes, at vurdering af plastproduktion i udlandet vil være den samme for alle plasttyper, idet plastproduktion i de internationale statistikker hører ind under produktion af basisplast (NACE-kode 241600).

De ovennævnte begrænsninger i metoden vil blive reduceret, hvis andre lande etablerer tilsvarende opgørelser efter den udviklede metode. Varestatistikker udarbejdes efter internationalt anerkendte retningslinier og er derfor sammenlignelige fra land til land. Statistikker vedrørende arbejdsulykker og arbejdsbetingede lidelser varierer derimod væsentligt fra land til land, både med hensyn til valg af de parametre, der registreres, og med hensyn til præcision i form af anmelderhyppighed. Anvendelse af udenlandske opgørelser vil derfor introducere andre former for begrænsninger, idet det for eksempel vil blive svært at aggregere alle typer af belastninger over hele livsforløbet.

2.5.2 Supplerende data

Ved etableringen af databasen er det forsøgt at give et bredt dækkende billede af dansk industriel produktion gennem at finde oplysninger vedrørende belastningen ved omkring 75 økonomiske aktiviteter. Brancherne er udvalgt under hensyntagen til deres relevans i LCA-sammenhæng og en overordnet vurdering af det statistiske basismateriale. I praksis har dette betydet, at små brancher med få anmeldte ulykker og lidelser er blevet udeladt af databasen, fordi den statistiske usikkerhed er stor.

Der er dog stadig en del aktiviteter eller enhedsprocesser, der på nuværende tidspunkt ikke er dækket af databasen. I de tilfælde, hvor der er tale om centrale aktiviteter i livsforløbet, anbefales det at udarbejde sine egne opgørelser, gerne med hjælp fra Danmarks Statistik. Dette kan for eksempel være relevant, hvis det skønnes at de økonomiske aktiviteter ved en given proces adskiller sig væsentligt fra de gennemsnitstal, der er anvendt til at beskrive belastningen på brancheniveau.

Metoden har ikke umiddelbart kunnet anvendes på visse brancher. Dette er for eksempel tilfældet for branchen "Overfladebehandling af metal" (NACE-kode 285100), hvor opgørelsen af produktionsmængder og økonomi følger andre retningslinier end for de øvrige brancher, idet der tale om lønarbejde. Det samme er tilfældet for branchen "Færdigbehandling af tekstiler" (NACE-kode 173000). Det har ikke været muligt indenfor projektets rammer at udarbejde forslag til, hvordan sådanne aktiviteter kan inkluderes i vurderingen.

For nogle aktiviteter, f.eks. omkring råvareproduktion, kan det lade sig gøre at udtrække de ønskede informationer fra danske eller udenlandske virksomheders årsberetninger, miljørapporter eller en kombination af disse. I afsnit 2.5.3 findes et eksempel på, hvordan antallet af ulykker og dødsulykker ved produktion af nikkel kan beregnes.

Eksemplet viser, at mange nøgleinformationer er relativt nemme at fremskaffe via offentligt tilgængelige kilder, men eksemplet viser også, at detaljeringniveauet ved denne fremgangsmåde ofte er lavt. Den pågældende virksomhed offentliggør ikke informationer om antallet af anmeldte arbejdsbetingede lidelser, og for at få denne information med i sin LCA, er man derfor nødt til at foretage yderligere informationssøgning.

Det har ikke været muligt indenfor rammerne af dette projekt at beskrive nærmere retningslinier for at fremskaffe disse oplysninger. Det foreslås, at det første skridt er at søge på kontaktpersoner og -institutioner via det finske arbejdsmiljøinstituts hjemmeside på Internettet (<http://www.occuphealth.fi/e/eu/haste/index.htm>), der blandt andet indeholder en oversigt over statistiske kilder for en lang række lande. Det skal dog bemærkes, at det ofte vil være svært eller måske umuligt at opnå et

detaljeringsniveau, der matcher det danske, fordi andre landes indberetningssystemer er bygget anderledes op.

Som LCA-praktiker skal man være opmærksom på et andet problem, når databasens oplysninger om udenlandske aktiviteter anvendes, nemlig repræsentativiteten af oplysningerne. I det viste tilfælde er der således kun anvendt oplysninger fra et enkelt år. Dette betyder, at variationer fra år til år ikke kan afspejles i nøgletallet. Ved at sammenligne med tidligere årsrapporter fra samme virksomhed fremgår det, at variationen i ulykkesfrekvensen fra år til år er omkring 25%. For dødsulykker er variationen 100%, idet der et enkelt år ingen dødsulykker har været, mens det højest registrerede antal dødsulykker er 4.

Det kan heller ikke vurderes i hvilket omfang databasens nøgletal er repræsentative for nikkelproduktion som helhed, d.v.s. på globalt plan. Producenten i eksemplet, WMC, har implementeret en række sikkerhedsmæssige initiativer, men på trods af dette er der stadig en relativt høj ulykkeshyppighed. Andre lande (specielt U-lande) og specifikke virksomheder kan have en mindre effektiv politik på sikkerhedsområdet, hvilket kan give en væsentligt højere hyppighed, ligesom det omvendte også kan være tilfældet.

2.5.3 Eksempel på beregninger på virksomhedsniveau

En australsk producent af metaller og gødningsprodukter, WMC (Western Mining Company), fortæller i sin årsberetning om antallet af arbejdsulykker ved de enkelte aktiviteter samt om de producerede mængder i et givet regnskabsår.

Antallet af ulykker opgøres pr. en million arbejdstimer i form af "Lost time and Medically treated injury frequency rate" (LMI) for hver af virksomhedens aktiviteter. LMI var i 1996-97 34.7 pr. million arbejdstimer i gennemsnit ved nikkelproduktionen med en range fra 6.1 til 54.0 ved forskellige aktiviteter.

Produktionen af nikkel på WMC udgjorde i 1996-97 47.600 tons og produktiviteten per ansat er opgivet til 37 tons nikkel i det pågældende år. Hvis det antages, at den årlige arbejdstid er 2000 timer, kan antallet af ulykker beregnes:

$$((34.7 * 10^{-6}) * (2000/37)) \approx 1.9 * 10^{-3} \text{ ULYKKE PER TONS NIKKEL.}$$

Der var to dødsulykker i nikkelproduktionen i det pågældende år. Med et produktionsvolumen på 47.600 tons svarer dette til en incidens (hyppighed) på $2/47.600 \approx 4 * 10^{-5}$ dødsulykke pr. ton nikkel.

2.6 METODENS USIKKERHEDER

Den beskrevne vurderingsmetode indeholder som antydnet en del usikkerhedsmomenter, hvoraf to vil beskrives nærmere i det følgende

2.6.1 Forskelle på brancheniveau

Udgangspunktet for valget af brancher har været UMIP's PC-værktøj, idet det primære mål var at finde statistiske oplysninger, der er dækkende for de enhedsprocesser, der er medtaget i PC-værktøjet i dag. Imidlertid giver hverken arbejdsskadestatistikken eller varestatistikken umiddelbart mulighed for at finde statistiske oplysninger på samme detaljeringsniveau med hensyn til enhedsprocesser, som anvendes i PC-værktøjet. Her skal det med i betragtningen, at der skal være et tilfredsstillende detaljeringsniveau for begge typer af oplysninger, for at det kan lade sig gøre at opnå det ønskede resultat.

Dette betyder meget konkret, at de fleste brancher vurderes ved hjælp af overordnede gennemsnitsbetragtninger. Arbejdsmiljøbelastningen pr. produceret kg vil for eksempel være den samme, uanset om man ekstruderer PE-folie eller sprøjtetøber ABS-kasser, idet både ulykkesstatistik og varestatistik for begge aktiviteter er opgjort under den samme NACE-kode, Produktion af plastemballage (252200). På samme måde er det heller ikke muligt at skelne mellem arbejdsmiljøbelastningen ved produktion af bly, zink og tin eller den efterfølgende forarbejdning af de samme materialer. I dette tilfælde er det alene arbejdsskadestatistikken, der er den begrænsende faktor, idet det er muligt at udarbejde varestatistikker for hvert af de tre materialer/produkter.

2.6.2 Producerede mængder i brancherne

Hvor meget, de enkelte brancher producerer målt i kg, er en anden usikkerhedsfaktor. I den beskrevne metode er det nødvendigt at beregne den totalt producerede mængde i en branche for at kunne beregne antallet af arbejdsskader og -ulykker per vægtenhed.

I nogle sektorer er denne beregning ligetil, idet alle produkters vægt er opgivet i varestatistikken. I andre sektorer er den producerede mængde opgivet i m², ruller e.l., og i disse tilfælde skal der bruges yderligere information fra udenrigshandelstatistikken, hvor information om både vægt og værdi skal opgives af virksomhederne. Denne procedure illustreres bedst ved et simpelt eksempel, hvor en række produkter fra den samme branche indgår i beregningen. For nogle af produkterne findes der oplysninger om både mængde og pris, mens der for andre produkter kun er oplysninger om pris.

PRODUKT	MÆNGDE I TONS	VÆRDI I 1000 KR
STIVE RØR AF PVC, SØMLØSE	?	150.000
STIVE RØR AF PVC, IKKE SØMLØSE	22.400	287.400
BØJELIGE RØR AF PVC, IKKE SØMLØSE	5.902	103.494
BØJELIGE RØR AF PE, SØMLØSE	1.904	24.473
STIVE RØR AF PE, SØMLØSE	10.533	210.291
STIVE RØR AF KONDENSATIONSPLAST	?	17.296
SUM	40.739 + ?	

TABEL 1.
EKSEMPEL PÅ
BAGGRUNDS-
OPLYSNINGER TIL
BEREGNING AF
PRODUKTIONS-
MÆNGDER

Den totale produktion kan derefter beregnes ved følgende fremgangsmåde:

- (1) For de varer, hvor der mangler information om den producerede mængde i tons (illustreret ved "?"), beregnes den gennemsnitlige værdi per vægtenhed ud fra udenrigshandelsstatistikken, hvor både information om værdi og vægt er tilgængelig.
- (2) Den totale produktion i tons for varen beregnes ved at dividere værdien af produktet (fra varestatistikken) med den gennemsnitlige værdi per vægtenhed (beregnet i (1)).
- (3) Den totale produktion for branchen beregnes ved simpel addering af produktionen for hvert produkt i branchen.

Usikkerheden, der introduceres i denne beregning, er, at den gennemsnitlige eksportværdi ikke nødvendigvis er identisk med værdien i varestatistikken (indenrigshandel), selvom det er samme vare, der er tale om. Den gennemsnitlige værdi per vægtenhed fra udenrigshandelsstatistikken kan derfor være enten over- eller underestimeret, hvilket giver en vis usikkerhed i den samlede beregning.

For langt de fleste brancher baseres beregningerne på et fyldigt statistisk grundlag, d.v.s. at mange produkter fra varestatistikken indgår direkte i beregningerne. Den usikkerhed, der introduceres ved at supplere med informationer fra udenrigshandelsstatistikken, bliver dermed lille. Et eksempel er den nedenstående sammenligning af beregnede og ”målte” (Jernkontoret, 1999) stålmængder i to år, hvor der kun er en forskel på 1-5%.

PRODUKTION AF STÅL		
ÅR	BEREGNET PRODUKTION	FAKTISK PRODUKTION
1996	703 KTON	739 KTON
1997	777 KTON	786 KTON

TABEL 2.
SAMMENLIGNING AF
BEREGNEDE OG
FAKTISK PRODUCEREDE
MÆNGDER I
STÅLBRANCHEN

For andre brancher, først og fremmest tekstilbranchen, findes der kun få produkter, hvor der både er oplysninger om vægt og pris. For disse brancher har brug af udenrigshandelsstatistikken været et væsentligt element, og resultaterne fra tekstilbranchen skal derfor tolkes med varsomhed. For overfladebelægningsbranchen blev det skønnet, at datamaterialet var så sparsomt, at beregningerne ikke ville give et meningsfuldt resultat, og denne aktivitet er derfor ikke medtaget i databasen.

I ganske få tilfælde har det ikke været muligt at bruge varestatistikken til at beregne produktionsvolumen, fordi tallene er fortrolige. Dette er for eksempel tilfældet for stenuldsbranchen (NACE-kode 268220), idet antallet af producerende virksomheder er så lille, at Danmarks Statistik er forpligtet til at holde tallene fortrolige.

Hvor stor den samlede usikkerhed som følge af de statistiske begrænsninger er, kan ikke vurderes præcist. Der er formodentlig tale om usikkerheder på en faktor 10 eller mere i ekstreme tilfælde, men i de fleste tilfælde vil præcisionen i de beregnede tal med stor sandsynlighed være sammenlignelig med den præcision, man finder i andre effektkategorier indenfor LCA.

2.7 METODENS FØLSOMHED

De resultater, man får frem ved at bruge metoden, er som nævnt følsomme overfor variationer i det statistiske grundlag og de anvendte beregningsmetoder. Dette kan der tages højde for i den konkrete LCA ved at vælge de datasæt, som bedst dækker de faktiske forhold. I det følgende opsummeres nogle af de muligheder og begrænsninger, der findes i den nyetablerede database.

2.7.1 Råvareproduktion

Produktion af råvarer er - på linie med andre processer - som udgangspunkt baseret på danske oplysninger. Dette giver i praksis en række problemer, idet en lang række råvarer som de fleste metalmalme ikke produceres i Danmark.

2.7.1.1 Sekundære råvarer

For at råde bod på dette problem er det valgt at udarbejde oplysninger for produktion af sekundære metalråvarer, som i begrænset omfang finder sted i Danmark. Branchen er så lille, at både produktionsvolumen samt antallet af ulykker og arbejdsbetingede lidelser er beskedent. Dermed bliver beregning af belastningen pr. tons råvare behæftet med en forholdsvis stor usikkerhed.

2.7.1.2 Alternativ beregningsmetode

Som et alternativ er belastningen ved produktion af nogle få metaller fra malm også beregnet. Disse beregninger, der er dokumenteret i den tekniske rapport, er medtaget som eksempler på, hvordan man kan bruge virksomheders årsberetninger til at producere de ønskede oplysninger.

Man skal dog være opmærksom på, at denne fremgangsmåde medfører andre former for usikkerhed, idet repræsentativiteten af tallene er væsentligt forskellig fra de andre processer. Oplysningerne vedrører kun en enkelt virksomhed, og det er kun muligt i begrænset omfang at tage hensyn til variationer fra år til år.

2.7.1.3 Kun ulykker

En anden forskel fra det øvrige talmateriale er, at det som oftest kun er muligt at finde oplysninger om antallet af ulykker og dødsulykker i udenlandske statistikker. Når flere talsæt aggregeres over livsforløbet vil der derfor være "huller" i beregningerne, som der skal tages hensyn til i fortolkningen. Det er for eksempel velkendt, at mange former for minearbejde er meget belastende med hensyn til høreskader og lungesygdomme, hvilket der ikke kan tages højde for med det skitserede datagrundlag.

2.7.2 Belastninger i specifikke virksomheder og på enkeltpersoner

2.7.2.1 Specifikke virksomheder

Metodens statistiske grundlag anvendes til at give en gennemsnitsvurdering af de potentielle belastninger per vægtenhed af et materiale eller produkt. Ud fra et generelt kendskab til dansk og international industri er det klart, at der i det virkelige liv vil være en betydelig spredning i belastningen på enkeltvirksomheder, afhængigt af både produkt-, materiale- og procesportefølje såvel som virksomhedens organisatoriske forhold. Denne variation kan ikke afspejles ved hjælp af metoden.

Dette betyder også, at det ikke er muligt at vurdere ændringer i arbejdsmiljøbelastningen som følge af ændringer i f.eks. materiale- eller procesvalg. Den bedste måde at vurdere sådanne ændringer på, er ved at foretage arbejdspladsvurderinger (APV), der netop sigter mod at kortlægge belastningerne i en given proces samt at prioritere indsatsen for at forbedre eventuelle belastende forhold. Hvis virksomheden har et arbejdsmiljøcertifikat kan man være sikker på, at den lever op til alle lovgivningsmæssige krav, samt at der på virksomheden sker en egenindsats på højt niveau, hvorved det forebygges at ansatte udsættes for arbejdsskader på både kort og langt sigt.

2.7.2.2 Belastning af enkeltpersoner

Et andet usikkerhedsaspekt, som er "indbygget" i metodens algoritme, er samspejlet mellem belastning og produceret mængde. I og med, at der divideres med den producerede mængde, er det klart, at jo større produktion er, jo mindre vil belastningen være per kg produkt, naturligvis under forudsætning af, at antallet af ulykker og lidelser er uændret.

Enkeltpersoner, der gennem en forøgelse af arbejdstempoet producerer en større mængde, vil sikkert ikke opleve et forbedret arbejdsmiljø, snarere tværtimod. Risikoen for både ulykker, forringet psykisk arbejdsmiljø og øget forekomst af ensidigt gentaget arbejde vil i mange tilfælde være konsekvensen af et forøget arbejdstempo. Denne sammenhæng kan ikke belyses ved hjælp af metoden.

3 Anvendelse af metoden

Metoden er som nævnt udviklet med henblik på at inddrage arbejdsmiljø i det generelle LCA-arbejde. Et af hovedformålene med de fleste LCA er at give et overblik over de væsentligste belastninger i livsforløbet, for eksempel i forbindelse med produktudvikling. Den udviklede metode er netop tilpasset dette formål, idet en arbejdsmiljø-LCA, der er lavet på baggrund af brancevurderinger, kan anvendes til en første vurdering af, hvor de største arbejdsmiljøbelastninger findes i livsforløbet for et produkt.

Processen ved udarbejdelse af en LCA, der inkluderer arbejdsmiljøet, adskiller sig ikke fra en "almindelig" LCA. Den væsentligste forskel er, at der nu er mulighed for at inkludere en række væsentlige indikatorer for arbejdsmiljøbelastningen, og dermed også mulighed for at få en vurdering af, om ændringer i materialesammensætning og dermed også forarbejdningsprocesser ændrer væsentligt på den samlede belastning.

3.1 OPGØRELSE (INVENTORY)

UMIP PC-værktøj kan på nuværende tidspunkt ikke håndtere de ændringer i datagrundlag og vurdering, som den her beskrevne metode indebærer. Det anbefales, at disse ændringer implementeres ved en kommende revision af PC-værktøjet, hvorved arbejdsmiljøbelastningen bliver en naturlig og integreret del af den samlede vurdering.

Indtil PC-værktøjet kan håndtere det nye dataformat anbefales det, at arbejdsmiljø-LCA'en gennemføres ved hjælp af et regneark. Et regneark med den udviklede database i EXCEL-format kan downloades fra LCA Centers hjemmeside (www.lca-center.dk/cms/site.asp?p=2215). De grundliggende procedurer i det videre arbejde med at lave LCA'en skitseres i det følgende og er eksemplificeret i afsnit 3.4. Det er vigtigt at understrege, at der indtil nu kun findes meget få erfaringer med dette. Andre LCA-praktikere vil kunne anvende fremgangsmåder, der er forskellige fra den efterfølgende beskrivelse. Dette vil ikke gå ud over troværdighed eller præcision, så længe proceduren og datagrundlagets begrænsninger er beskrevet på en gennemsigtig måde.

3.1.1 Forslag til procedure

1. Først beregnes de indgående materialestrømme. Den mest præcise beregning af dette fås ved at anvende et PC-værktøj, f.eks. UMIP, og direkte anvende programmets beregninger af input til systemet. Derved inkluderes automatisk alle de materiale- og energi-strømme, der findes tidligere i livsforløbet.

En anden, men mindre præcis fremgangsmåde, er at bruge produktets stykliste til at beregne indgående materialestrømme (se f.eks. Tabel 4). Dette indebærer, at der skal tages særskilt hensyn til aktiviteter tidligere i livsforløbet. En plastkomponent, der vejer et kilo, kræver således i grove træk input af både et kilo råolie og et kilo naturgas, der skal udvindes fra

jorden og bruges i processen "Produktion af basisplast". Basisplasten skal efterfølgende forarbejdes, og her giver databasen mulighed for at vælge mellem flere sektorer, der alle har plastforarbejdning som den økonomiske hovedaktivitet. Dette beskrives nærmere i trin 2. I den case, der er beskrevet i afsnit 3.4, er styklisten brugt som udgangspunkt for beregningen, suppleret med en eksisterende beregning af, hvor meget energi, der i alt er medgået i livsforløbet.

2. De materialestrømme, der beregnes i trin 1, fordeles nu på relevante processer fra databasen (se eksemplet i Tabel 7 i afsnit 3.4). Før dette trin kan gennemføres, er det derfor nødvendigt at have overblik over, hvilke processer, der findes oplysninger om i databasen. For eksempel lægges vægten af alle jern- og stålkomponenter sammen for at kunne beregne belastningen fra råvareproduktion ("Jern- og stålværker" i databasen). For at beregne belastning fra de efterfølgende forarbejdningstrin, fordeles vægten af komponenterne på de relevante processer. I den beskrevne case forarbejdes den producerede jern/stål således i to forskellige processer, nemlig "Fremstilling af bolte, skruer mm." og "Fremstilling af andre færdige metalprodukter". Et andet eksempel er, at der i databasen findes ni datasæt for forskellige forarbejdningsprocesser, hvoraf de to er relevante i casen. Resultatet af trin 2 er, at der skabes et mere operationelt overblik, hvor der for mange produkter kun indgår et mindre antal processer.
3. De aggregerede materialestrømme for hver proces lægges ind i et regneark. Dette kan gøres hensigtsmæssigt ved at lægge hver proces ind med oplysninger om henholdsvis materiale, proces, branchekode og vægt (i tons) i fire kolonner.
4. For hver proces ganges vægten med belastningen per vægtenhed fra databasen over de tilsvarende processer. Dette kan i praksis gøres på mange måder, for eksempel ved at lave ti ekstra kolonner med navnene på de enkelte effektkategorier i forlængelse af de fire kolonner fra trin 3. I hver celle indtastes en formel af typen " $= A * B$ ", hvor A er adressen på den celle, der indeholder vægten af materialet i den givne proces, og B er adressen på den celle i databasen, der indeholder belastningen per vægtenhed for den givne effektkategori og proces.
5. Når formlerne er lagt ind, foretager regnearket automatisk beregningerne for hver proces. De tal, der fremkommer, kan efterfølgende lægges sammen, så der fremkommer en vurdering af den samlede belastning for hver af de ti effektkategorier. Det er også muligt at gruppere processerne yderligere, således at der skabes et mere nuanceret billede af betydningen af overordnede aktiviteter, f.eks. "Plastforarbejdning" eller "Energiproduktion". Det er også muligt at gruppere processerne, således at man får en beregning af belastningen i forskellige faser i livsforløbet, f.eks. gennem en opdeling i råvareproduktion, forarbejdning og montering.

Der kan ikke gives mere præcise retningslinier for, hvordan dette gøres mest hensigtsmæssigt, idet der i hvert enkelt tilfælde skal tages hensyn til blandt andet formålet med LCA'en og produktets karakteristika med hensyn til materialesammensætning og livsforløb. Eksemplet i afsnit 3.4 kan tjene til inspiration, men regnearket giver i realiteten helt frie hænder til den efterfølgende databehandling og fortolkning.

3.1.2 Dækkende datasæt

Den største usikkerhed i den beskrevne fremgangsmåde ligger måske i valget af et passende datasæt fra den etablerede database. Ved udviklingen af databasen er det forsøgt at beskrive belastningen for de (enheds)processer, der er typiske for mange LCA'er for industriprodukter.

I praksis er der mange tusinde varegrupper, der skal relateres til et forholdsvis lille antal brancher (i alt under 300 branchekoder). Dette betyder, at mange processer i praksis skal beskrives ved hjælp af det samme datasæt. Som et eksempel kan nævnes, at "Produktion af plastemballage" (NACE-kode 252110) omfatter sprøjtstøbning, termoformning, blæsestøbning, opskumning mv. af alle plasttyper. På samme måde er der i andre brancher tale om, at flere materialetyper kan forarbejdes ved forskellige processer.

For andre typer af processer er der etableret datasæt, der beskriver mere komplicerede processekvenser. Et eksempel er produktion af husholdningsapparater, der ofte sker i form af en montageproces ved et samlebånd. Også her er det i databasen valgt at angive belastningen pr. kg, idet den grundlæggende antagelse er, at belastningen er lineært relateret til produktets vægt. Dette betyder, at for et husholdningsapparat, der vejer 5 kg, skal belastningerne i databasen multipliceres med 0,005 (databasens nøgletal er per tons produkt) for at beregne belastningen ved færdigvareproduktionen.

Ved etableringen af databasen blev alle varenumre relateret til en branchekode. Projektgruppen har valgt ikke at publicere disse relationer i bilagsform, da de fylder ca. 250 sider, ligesom Danmarks Statistik har copyright på det statistiske materiale. I stedet anbefales det i tvivlstilfælde at tage kontakt til en konkret leverandør for at få oplysning om dennes branchekode.

En anden usikkerhed ved den beskrevne fremgangsmåde er, at der i regnearket ikke kan tages hensyn til bagved liggende processer som produktion af de energiråvarer, der anvendes i processen, med mindre disse er specificeret. Et almindeligt regneark vil til forskel fra UMIP's PC-program heller ikke gennemføre beregningerne iterativt, hvorfor disse bliver mindre præcise. Begge disse forhold vil blive ændret, hvis og når den udviklede database integreres i den øvrige database i UMIP.

3.2 VURDERING (IMPACT ASSESSMENT)

Datagrundlaget for metoden er af en sådan karakter, at opgørelse og vurdering i realiteten er den samme. Den teoretiske baggrund for dette er, at belastningerne måles i deres "category endpoint" i årsags-virkningskæden, eller med andre ord, at effekterne "aflæses" direkte ved opgørelsen.

Arbejdsmiljøeffekterne adskiller sig på dette område fra de fleste andre effekttyper, der måles på et væsentlig tidligere tidspunkt i årsags-virkningskæden. Som eksempel kan nævnes, at "category endpoint" for drivhuseffekten er regionale temperaturændringer med deraf følgende socio-økonomiske effekter som følge af ørkenspredning og/eller vandstandsstigning. Dette kan ikke måles direkte, og i stedet for gennemføres vurderingen i to trin. Først opgøres udledningerne af de gasser som bidrager til effekten (klassificering), og bagefter vurderes deres bidrag ved at multiplicere med stoffernes potentiale for at bidrage til drivhuseffekten i form af deres specifikke IR-absorptionsevne og deres forventede opholdstid i atmosfæren.

3.2.1 Normalisering

Det ændrede dataformat og vurderingsmetode betyder, at arbejdsmiljøbelastningen kan normaliseres på samme måde som de øvrige effekttyper i UMIP, nemlig ved at relatere dem til den samlede belastning som en gennemsnitspersons aktiviteter medfører.

Til forskel fra de andre effekttyper er det i arbejdsmiljøet en mindre, men præcist defineret population, der bidrager til normaliseringsgrundlaget gennem at være udsat for de relevante effekter, nemlig den danske arbejdsstyrke. For at give mulighed for en vurdering på tværs af miljø og arbejds-miljø er det dog valgt at bruge den samme grundlag for normalisering, som anvendes ved vurderingen af lokale effekttyper, nemlig den samlede danske befolkning.

Normaliseringsreferencen for arbejdsmiljøbelastningen kan dermed beregnes ved at dividere det samlede antal arbejdsulykker og antallet af anmeldte arbejdsbetingede lidelser med den danske befolkning i det samme tidsrum. Ved at tage gennemsnittet over den samme tre-års periode sikres det, at opgørelses- og normaliseringsgrundlaget passer til hinanden. Dette resulterer i det talsæt, der er vist i **Tabel 3** under overskriften "Normaliseringsgrundlag – Danmarks befolkning". Enheden for denne beregning er en *personækvivalent*, som er den enhed, som alle belastninger i UMIP's vurderingsmetode holdes op imod i normaliseringstrinnet. Det er således også denne normaliseringsreference, der anbefales ved en integreret miljø- og arbejdsmiljø-vurdering.

I samme tabel findes et andet talsæt, "Normaliseringsgrundlag – Danmarks arbejdsstyrke", der viser sandsynligheden for, at en arbejdstager vil komme ud for en arbejdsulykke eller anmelde en arbejdsbetinget lidelse.

Dette normaliseringsgrundlag er fremkommet ved en simpel sammentælling af alle anmeldte ulykker og arbejdsbetingede lidelser i perioden 1995-97, og en efterfølgende division med antallet af arbejdstagere i den samme periode. Enheden for denne beregning er en arbejdstagerækvivalent. For ulykker er arbejdstagerækvivalenten for eksempel $1,92 * 10^{-2}$, hvilket med andre ord kan tolkes som at en arbejdstager i gennemsnit vil anmelde en arbejdsulykke hvert 53. år. Denne normaliseringsreference kan for eksempel anvendes, hvis man ønsker en mere præcis vurdering af absolutte størrelser i en decideret arbejdsmiljøvurdering.

NORMALISERINGSGRUNDLAG EFFEKTKATEGORI	PERSON - ÆKVIVALENT (PE)	ARBEJDSSTAGER- ÆKVIVALENT
	DANMARKS BEFOLKNING	DANMARKS ARBEJDSSTYRKE
DØDSULYKKER	$1.54 * 10^5$	$3.06 * 10^5$
ULYKKER	$9.69 * 10^3$	$1,92 * 10^2$
KRÆFTSYGDOMME	$3.54 * 10^5$	$7.02 * 10^5$
PSYKISKE LIDELSER	$1.40 * 10^4$	$2,77 * 10^4$
CNS-FUNKTIONSSVÆKKELSE	$6.37 * 10^5$	$1,26 * 10^4$
HØRESKADER	$4.56 * 10^4$	$9.06 * 10^4$
LUFTVEJSSYGDOMME – IKKE ALLERGISKE	$1.00 * 10^4$	$1,99 * 10^4$
LUFTVEJSSYGDOMME – ALLERGISKE	$7.93 * 10^5$	$1,57 * 10^4$
HUDSYGDOMME	$3.12 * 10^4$	$6,19 * 10^4$
BEVÆGEAPPARATSYGDOMME	$1.44 * 10^3$	$2,85 * 10^3$

TABEL 3.
NORMALISERINGS-
REFERENCER FOR
ARBEJDSMILJØ-
BELASTNINGER

Det skal bemærkes, at de ovenstående overvejelser om normaliseringsgrundlag svarer til de grundlæggende overvejelser, der er foretaget i både UMIP97 og i delprojektet om normalisering og vægtning i projektet ”LCA-metode-forbedring, -metodeudvikling og konsensuskabelse”. Der er ikke i det nærværende projekt taget stilling til, hvordan et datagrundlag, der er baseret på statistiske kilder i flere lande, kan normaliseres.

Ved at normalisere de beregnede belastninger kan man få et overblik over, hvilke effektkategorier et givet produkt bidrager mest til. Gennem modellering af andre livscyklusforløb, for eksempel ændret valg af materialer, vil der fremkomme en ændret belastningsprofil, og man kan ved at sammenligne de to belastningsprofiler se, hvordan arbejdsmiljøet kan ændres som følge af et valg. Endvidere er det muligt med de normaliserede tal at sammenligne størrelsesordenen af belastninger i både arbejdsmiljøet og det ydre miljø.

Den normaliserede belastningsprofil bør ideelt set vægtes på en eller anden måde, før man kan vurdere, om der er tale om en forbedring. Som det fremgår af næste afsnit, er denne vægtning imidlertid svær at gennemføre efter de generelle principper i UMIP97-metoden.

3.2.2 Vægtning

Den normale fremgangsmåde ved vægtning i UMIP97 er at anvende politisk fastsatte reduktionsmål for en belastningstype. Denne fremgangsmåde er kun mulig i meget begrænset omfang med hensyn til arbejdsmiljøbelastningen, idet det eneste specifikke politiske mål er, at der ikke skal ske dødsulykker i år 2005 som følge af arbejdsmiljøforhold (Arbejdsministeriet, 1996).

Arbejdsministeriet har desuden identificeret en række belastninger, som er af speciel bekymring og som derfor skal reduceres eller helt undgås:

- ▶ Arbejdsbetinget udsættelse for kræftfremkaldende kemiske stoffer og arbejdsbetingede hjerneskader på grund af udsættelse for organiske opløsningsmidler eller tungmetaller
- ▶ Skader blandt børn og unge i forbindelse med arbejde
- ▶ Skader som følge af tunge løft og arbejdsbetingede lidelser som følge af ensidigt gentaget arbejde
- ▶ Helbredsskader på grund af psykosociale risikofaktorer på arbejdet
- ▶ Sygdomme eller alvorlige gener på grund af dårligt indeklima på arbejdspladsen
- ▶ Hørseskader som følge af støjende arbejde.

Der er i Arbejdsministeriets visioner om et rent arbejdsmiljø år 2005 imidlertid ikke yderligere (talmæssig) specifikation af disse mål, og det er derfor heller ikke muligt at foretage en vægtning efter de generelle retningslinier i UMIP97 metoden.

Det er derfor på nuværende tidspunkt overladt til den enkelte LCA-praktiker at bedømme, hvorvidt resultatet efter en normalisering er egnet til beslutningsstøtte, eller om dette skal suppleres med en uddybende fortolkning til at erstatte den manglende vægtning.

På længere sigt kan der arbejdes hen imod at etablere vægtningsfaktorer, der kan sige noget om effekternes indbyrdes alvorlighed. Dette kan for eksempel ske ved at inddrage økonomiske parametre i form af tilkendte arbejdsskadeerstatninger for forskellige former for lidelser. Det skal bemærkes, at denne type af vægtning ikke vil være sammenlignelig med den vægtning, der foretages for andre effekttyper i UMIP97, og som baseres på politiske målsætninger.

3.3 FORTOLKNING (INTERPRETATION)

Metoden har i praksis kun været afprøvet på en enkelt case, og det er vanskeligt på denne baggrund at give præcise retningslinier for, hvordan resultaterne kan fortolkes.

Ud fra de første erfaringer anbefales det at bruge både den grundlæggende opgørelse og den efterfølgende normalisering i fortolkningen.

3.3.1 Fortolkning efter opgørelsen

Efter opgørelsen kan man få et overblik over, hvor meget de enkelte aktiviteter/faser i livsforløbet bidrager til hver enkelt effektkategori. Dette illustreres nemt i et søjlediagram, hvor bidragene fra de enkelte aktiviteter er summeret op til 100% for hver effektkategori (se f.eks. Figur 2).

På opgørelsesniveau kan det også lade sig gøre at illustrere, hvor mange ulykker og lidelser, målt i absolutte tal, som et produkt giver anledning til i de enkelte faser. Enheden for disse oplysninger er ulykker/lidelser per funktionel enhed. Det fulde overblik kan for eksempel skabes gennem en tre-dimensional illustration (antal ulykker/livscyklusfase/effektkategori) eller en række to-dimensionelle illustrationer, en for hver effektkategori. Den sidstnævnte type figur er eksemplificeret i Figur 3.

3.3.2 Fortolkning efter normalisering

Efter en normalisering af resultaterne kan man vurdere hvilke belastningstyper, der er vigtigst for det pågældende produkt eller funktionelle enhed. Dette fremgår for eksempel umiddelbart af et diagram, hvor de normaliserede værdier, målt i personækvivalenter, er summeret over hele livsforløbet (se f.eks. Figur 4). På denne måde kan der tages højde for, at visse typer af ulykker og lidelser anmeldes meget hyppigere end andre.

Fortolkningen af denne type resultater er uafhængig af, om der anvendes personækvivalenter eller arbejdstagerækvivalenter som beregningsgrundlag. Det anbefales, at der anvendes personækvivalenter, hvis der skal ske en tværgående sammenligning med belastninger i det ydre miljø.

De normaliserede værdier kan også tolkes på en anden måde, idet man ved at dividere belastningen (målt i (milli)personækvivalenter) op i en arbejdstagerækvivalent får en indikation af, hvor mange produkter, der skal produceres, før den gennemsnitlige belastning af en arbejdstager er nået. Til denne type vurdering/fortolkning anbefales det som indikeret ovenfor, at anvende arbejdstagerækvivalenten som beregningsgrundlag, idet der dermed er mulighed for en mere meningsfyldt fortolkning.

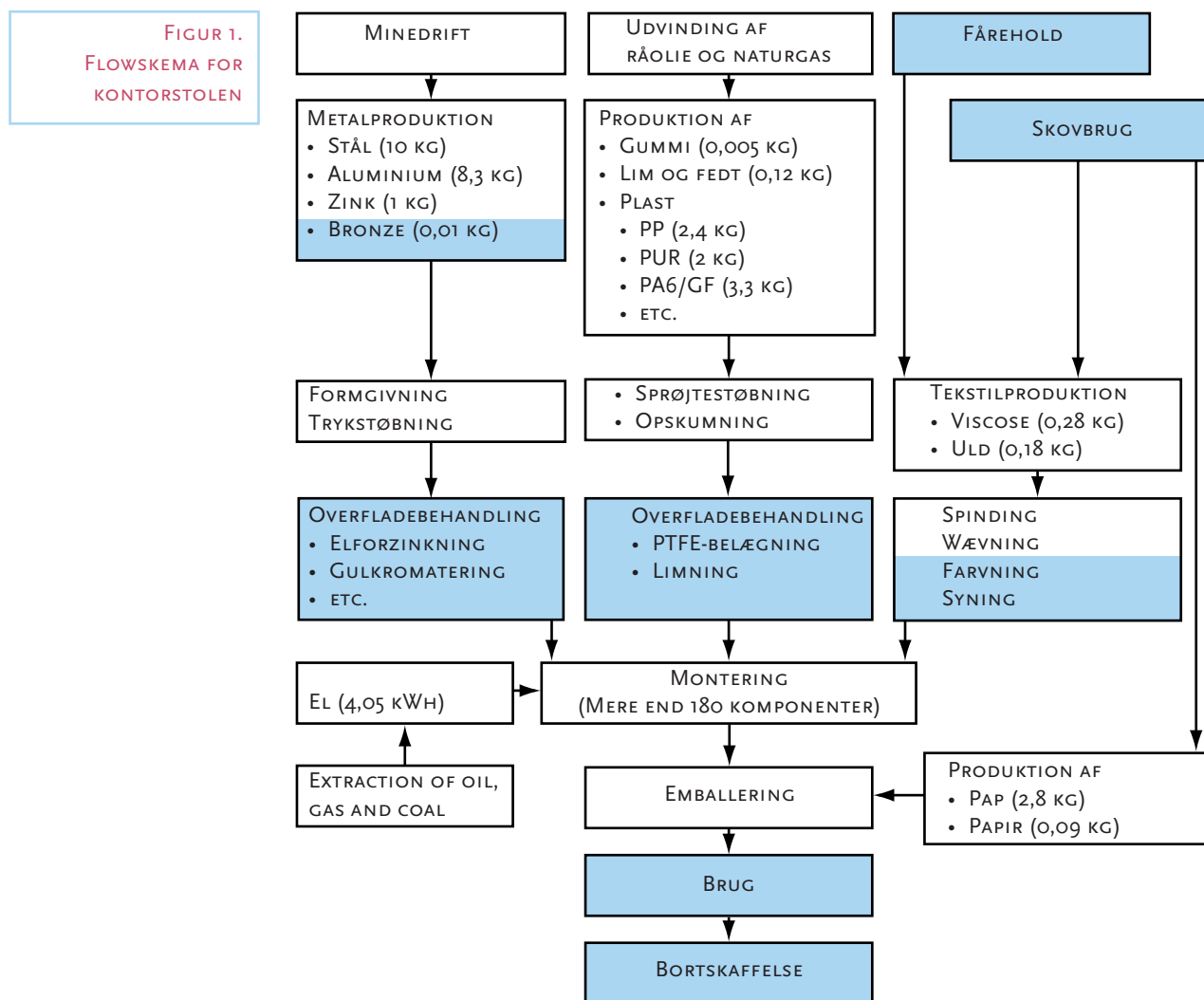
De ovenstående anbefalinger vedrørende fortolkning illustreres i den efterfølgende case.

3.4 ANVENDELSE AF METODEN PÅ EN CASE

Den valgte case er den gennemgående case i konsensusprojektet – en justerbar kontorstol, hvor det grundliggende datamateriale allerede foreligger (Nielsen P H, Hauschild M (1997)). Det er således forholdsvis enkelt at afprøve den nye metode til arbejdsmiljø LCA på det eksisterende datamateriale. Det betyder imidlertid også, at nogle af de begrænsninger, der ligger i det eksisterende datamateriale, således også bliver begrænsninger i den beskrevne arbejdsmiljø LCA af kontorstolen.

3.4.1 Opstille flowskema

Udgangspunktet for LCA'en er en stykliste for produktet, der indeholder oplysninger om materialetype, forarbejdningsgrad og vægt for de enkelte komponenter. For at skabe et bedre overblik over materialernes og produktets livsforløb opstilles der på baggrund af styklisten et flowskema for livsforløbet.



Figur 1 viser kontorstolens flowskema, og de rastede felter viser hvilke faser, der ikke er medtaget i arbejdsmiljøberegningerne. Årsagen til, at disse ikke er medtaget, er dels, at det ikke har været muligt at beregne arbejdsmiljøbelastningerne per tons (gælder eksempelvis for fårehold og overfladebehandling), eller at datamaterialet har været så spinkelt, at processen er fravalgt i den udarbejdede database (gælder eksempelvis for farvning og syning af tekstiler). Endvidere er udvinding af energi til transport heller ikke medtaget, da der ikke findes oplysninger om dette i det grundlæggende datamateriale.

3.4.2 Bearbejdning af styklisten

Styklisten for produktet giver også information om i hvor store mængder de enkelte materialer indgår i produktet. Tabel 4 viser et udsnit af styklisten for kontorstolen.

ANTAL	NAVN	MATERIALE	MÆNGDE I G
1	GLIDER EGO F. RYG	ALUMINIUM	450,0
1	SKRUE SPEC. 3 X 7	STÅL	1,4
1	PAL EGO F. R-HØJ	STÅL	55,0
1	FJEDER EGO F. PAL	STÅL, RUSTFAST	2,2
1	SKRUE MASK. M3x6	STÅL	0,4
1	UDLØSER BRIK EGO	POM	2,6
1	STOP EGO F. JUST. RYGVIP	ZINK	73,0
2	BREMSEKLODS F. RYGVIP	GUMMI	0,8
2	LEJE EGO ØVERSTE	POM	0,6
1	TOPDÆKSEL	ABS	62,0
...

TABEL 4.
UDSNIT AF STYKLISTEN
FOR KONTORSTOLEN

Ud fra styklisten kan der således udarbejdes en liste over de indgående materialer og de totale mængder for disse. Dette er også gjort for casen. Kontorstolen indeholder i alt mere end 180 komponenter, der fordeler sig på følgende måde (Tabel 5).

MATERIALE	SLÅET SAMMEN AF ...	MÆNGDE I ALT
STÅL	STÅL, RUSTFRIT STÅL OG SINTERSTÅL	9830,7 G
ALUMINIUM		6413,0 G
ZINK		941,7 G
BRONZE*		10,4 G
GUMMI		4,4 G
BASISKEMIKALIER	LIM OG FEDT	97,0 G
PLAST	POM, PA6, PA66, ABS, PP, POLYESTER OG PUR M. MELAMIN	8205,9 G
VIKOSSE / ULD		462,4 G
STOL I ALT		25965,5 G
TIL EMBALLAGE		
PAPIR		18,3 G
PAP		2820,0 G
PLAST	PP OG PA6	85,1 G
I ALT		2923,4 G

TABEL 5.
INDHOLD AF
MATERIALER I
KONTORSTOLEN

* INDGÅR IKKE I BEREKNINGERNE.

Disse data anvendes som input til beregningerne. Som det ses af tabellen er de forskellige stållegeringer og plasttyper lagt sammen under stål og plast, da det ikke med branchemetoden er muligt at skelne mellem forskellige typer stål og plast.

I beregningerne er det antaget, at sæde og ryg skal udskiftes 3 gange i løbet af kontorstolens levetid, der er sat til 20 år. Disse ekstra materialer er der taget højde for i ovenstående tal.

3.4.3 Energi- og transportdata

Ud over data for de indgående materialer i produktet skal energiforbrug og transportarbejdet også medtages i vurderingen.

For kontorstolen er der for materialer, leverandører, selve produktionen af stolen, bortskaffelse og transport udregnet, hvor stort et forbrug af olie, gas og kul, der er medgået til produktionen af en kontorstol (for materialer/leverandører, montering, transport og bortskaffelse).

Råvareproduktionen af olie, gas og kul indgår således i vurderingerne. Derimod indgår elforbrug (og dermed elproduktion- og distribution) kun for selve produktionen på fabrikken, da der i det eksisterende talsæt kun er opgivet elforbrug for denne fase.

For transport er der i det eksisterende talsæt kun medtaget intern transport i Danmark, og det er antaget, at al denne transport er vejtransport med lastbil. Der er ikke medtaget transport mellem forskellige underleverandører, men transporten fra underleverandør til producent, fra producent til forhandlere, fra forhandler til bruger og fra bruger til genbrugsstation er medtaget i beregningerne. Det ekstra transportarbejde, der er nødvendigt ved udskiftning af sæde og ryg, indgår også i beregningerne.

Følgende energi og transport data indgår således i beregningerne (Tabel 6).

TABEL 6.
ENERGI OG
TRANSPORT DATA

ENERGI	MÆNGDE
- KUL	32,102 KG
- OLIE	26,4 LITER
- GAS	18,8 M3
- EL	4,05 KWH
TRANSPORT I ALT	26038 KG-KM

3.4.4 Finde matchende brancher

Når alle de indgående data, der skal bruges til beregningerne, er fundet, er næste step at finde brancher i databasen, der matcher de aktiviteter, der indgår i produktets livscyklus. I Tabel 7 er de brancher, der er valgt som matchende aktiviteter i kontorstolens livsforløb angivet.

MATERIALE	MÆNGDE	NACE- KODE	PROCES FRA DATABASEN BESKRIVELSE
STÅL	9830,7 G	271000	JERN OG STÅLVÆRKER (DANMARK)
	692,5 G	287400	FREMSTILLING AF BOLTE, SKRUER M.M.
	9138,2 G	287590	FREMST. AF ANDRE FÆRDIGE METALPRODUKTER
ALUMINIUM	6413,0 G	274200	FREMSTILLING AF ALUMINIUM
ZINK	941,7 G	274300	FREMSTILLING AF BLY, ZINK OG TIN
BRONZE*	10,4 G		
GUMMI	4,4 G	251300	FREMSTILLING AF GUMMIPRODUKTER
LIM / FEDT	97,0 G	241300/ 241400	FREMST. AF BASISKEMIKALIER
PLAST	8291,0 G	241600	PRODUKTION AF BASISPLAST
	8201,7 G	252490	FREMST. AF ANDRE PLASTPRODUKTER I ØVRIGT
	85,1 G	252200	FREMSTILLING AF PLASTEMBALLAGE
VISCOSE / ULD	462,4 G	171000	SPINDING
	462,4 G	172000	VÆVNING
KONTORSTOLEN	25965,5 G	361110	FREMSTILLING AF STOLE OG SIDEMØBLER
PAPIR / PAP	2838,3 G	212100	FREMSTILLING AF EMBALLAGE AF PAPIR/PAP
KUL	32,102 KG		UDVINDING AF KUL
OLIE	26,4 LITER		UDVINDING AF OLIE
GAS	18,8 M ³		UDVINDING AF GAS
EL	4,05 KWH	401000	ELFORSYNING
TRANSPORT	26038 KG-KM		VEJTRANSPORT MED LASTBIL

* INDGÅR IKKE I BEREKNINGERNE.

TABEL 7.
BRANCHER, DER
INDGÅR I
BEREKNINGERNE FOR
KONTORSTOLEN

Som det ses af tabellen, så indgår produktion af bronze ikke i beregningerne, da der i databasen ikke eksisterer nogen brancher, der matcher produktionen af bronze direkte. Da mængden af bronze er meget beskeden, udgør dette ikke en væsentlig fejlkilde. Hvis man ønsker en indikation af belastningen, kan man vælge at ligestille bronze med bly, zink og tin.

For stål og plast er der valgt flere brancher. Der er dels valgt brancher, der beskriver selve fremstillingen af stål og plast, og dels brancher, der beskriver fremstillingen af de enkelte komponenter til kontorstolen. For både stål og plast er der i databasen mulighed for at vælge mellem forskellige typer brancher afhængig af, hvilke type komponent, der er tale om. Stål er derfor splittet op i bolte, skruer, fjedre m.m. og andre stålprodukter, og plast er splittet op i plastemballage og andre plastprodukter, og de matchende brancher fra databasen er valgt. Herved fås den mest nuancerede beskrivelse af kontorstolens mange komponenter.

3.4.5 Beregning af belastninger per kontorstol

Når de matchende brancher er fundet er næste trin at multiplicere de indgående mængder med de antal ulykker og lidelser per tons, der er opgivet i databasen. I databasen er ulykker og lidelser opgivet per tons, hvorfor de indgående mængder omregnes til tons inden beregningen foretages. Herved fås, for hvert indgående materiale, det antal ulykker og lidelser, der kan forventes at blive anmeldt på grund af fremstillingen af en kontorstol.

Beregningerne foretages nemmest i et regneark. For kontorstolens vedkommende er der tale om ca. 60 enkeltprocesser, der bidrager til en eller flere effektkategorier. I regnearket er det muligt for hver enkelt proces at se, hvor mange ulykker og lidelser den medfører, samt hvor mange ulykker og lidelser kontorstolen samlet vil være skyld i.

3.4.6 Skabe overblik

For at få et bedre overblik over, hvor stor betydning de enkelte materialer og komponenter har i forhold til hinanden, foreslås det at addere bidragene for relevante processer. Eksempelvis er bidragene for processerne “Jern og stålværker”, “Fremstilling af bolte, skruer, m.m.” og “Fremstilling af andre færdige metalprodukter” lagt sammen og repræsenterer det samlede bidrag for stål. Det samme gøres for plast, viskose/uld m.v. Det forenkede overblik kan præsenteres i en tabel (Tabel 8), og bruges i den videre fortolkning af resultaterne.

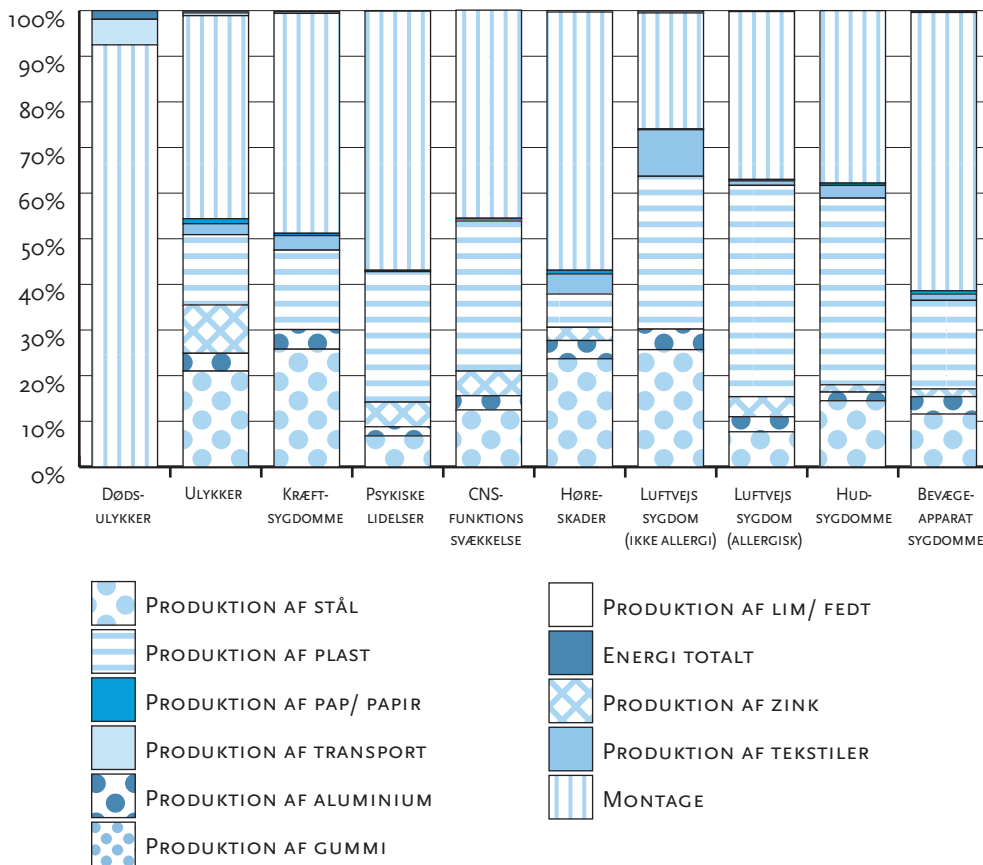
TABEL 8.
EKSEMPEL PÅ
SAMMENTÆLLING
PÅ BRANCHENIVEAU

Materiale	Vægt (gram)	Livscyklusproces	Ulykker og lidelser pr. stol									
			Dødsulykker	Ulykker	Kræftsygdomme	Psykiske lidelser	CNS-funktions svækkelse	Høre-skader	Luftvejs sygdom (ikke allergi)	Luftvejs sygdom (allergisk)	Hudsygdomme	Bevægeapparat sygdomme
Stål	9830,7	Produktion af stål	0,0E+00	3,8E-05	1,6E-07	8,7E-08	3,2E-07	2,6E-06	4,4E-07	3,1E-07	9,8E-07	4,1E-06
Aluminium	6413	Produktion af aluminium	0,0E+00	4,8E-06	2,6E-08	2,6E-08	7,8E-08	2,9E-07	7,8E-08	5,2E-08	7,8E-08	9,4E-07
Zink	941,7	Produktion af zink	0,0E+00	1,3E-05	0,0E+00	6,9E-08	1,4E-07	2,1E-07	0,0E+00	6,9E-08	6,9E-08	4,1E-07
Plast	8286,8	Produktion af plast	0,0E+00	1,9E-05	1,0E-07	3,7E-07	8,4E-07	5,3E-07	5,8E-07	7,3E-07	1,7E-06	4,8E-06
Gummi	4,4	Produktion af gummi	0,0E+00	1,8E-08	1,0E-10	0,0E+00	1,6E-10	5,7E-10	1,8E-10	3,6E-10	6,2E-10	1,4E-09
Tekstiler	462,4	Produktion af tekstiler	0,0E+00	3,0E-06	2,0E-08	0,0E+00	0,0E+00	3,2E-07	1,8E-07	1,6E-08	1,2E-07	3,5E-07
Pap/papir	2838,3	Produktion af pap/papir	0,0E+00	1,4E-06	3,3E-09	3,3E-09	1,5E-08	5,4E-08	3,3E-09	5,0E-09	2,1E-08	1,8E-07
Lim/fedt	97	Produktion af lim/fedt	0,0E+00	9,5E-09	0,0E+00	8,8E-11	1,8E-10	2,7E-10	3,5E-10	0,0E+00	1,8E-10	6,2E-10
Stol	25965,5	Montage	1,5E-07	5,6E-05	2,9E-07	7,3E-07	1,2E-06	4,1E-06	4,4E-07	5,8E-07	1,6E-06	1,5E-05
Transport		Transport	8,8E-09	8,0E-07	2,4E-09	1,2E-09	4,0E-10	2,4E-08	7,2E-09	2,0E-09	2,0E-09	7,8E-08
Energiforbrug		Energi totalt	1,5E-09	2,9E-07	2,7E-10	1,0E-10	6,8E-11	2,8E-09	6,8E-10	6,8E-11	2,9E-10	3,5E-09
		Kul	1,4E-09	2,5E-07	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
		Olie	3,1E-11	3,6E-09	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,4E-11	0,0E+00	0,0E+00	3,1E-11	3,4E-10
		Naturgas	2,4E-11	2,8E-09	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,2E-11	0,0E+00	0,0E+00	2,4E-11	2,6E-10
		Energiproduktion	3,4E-11	3,5E-08	2,7E-10	1,0E-10	6,8E-11	2,7E-09	6,8E-10	6,8E-11	2,4E-10	2,9E-09

3.4.7 Skabe grafisk overblik

Med sammentællingen i Tabel 8 er det enkelt at benytte regnearkets muligheder for en grafisk præsentation af resultaterne. Dette kan gøres på forskellig måde, f.eks. er det muligt at lave en figur, der viser de enkelte materialer/processers relative bidrag til produktets samlede belastning - de forventede ulykker og lidelser. En sådan figur for kontorstolen er vist i Figur 2.

BETYDNING AF LIVSCYKLUSFASERNE

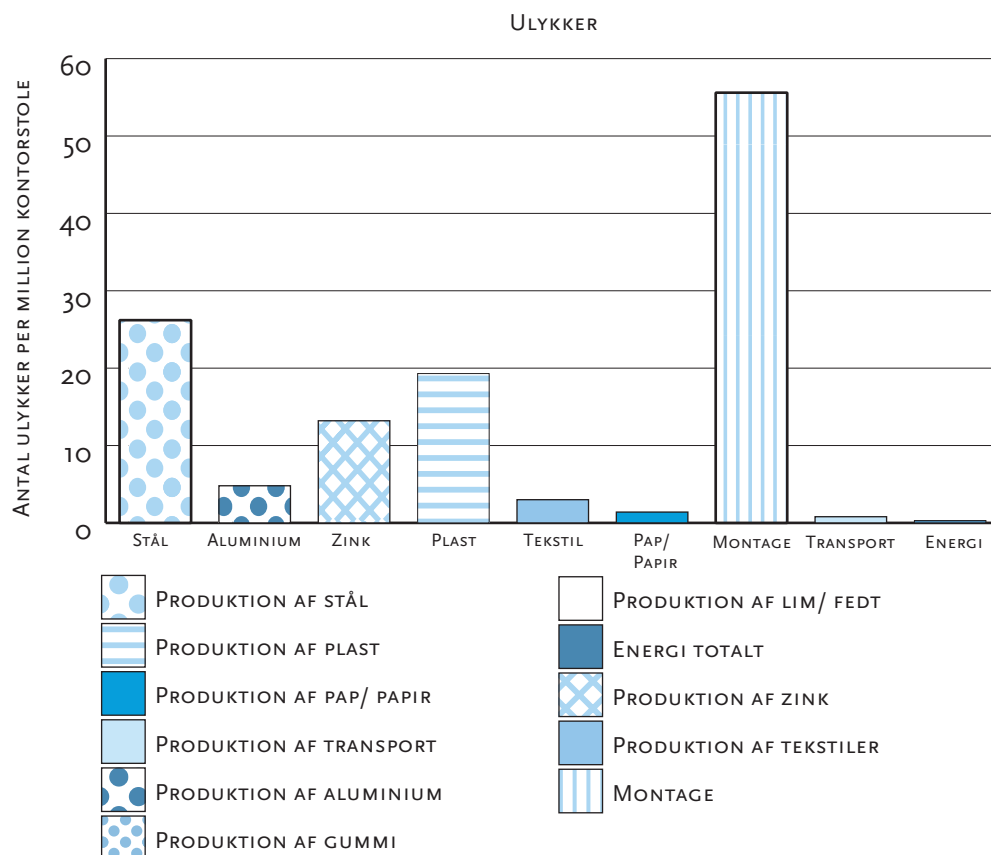


FIGUR 2. DE ENKELTE MATERIALERS RELATIVE BIDRAG TIL KONTORSTOLENS SAMLEDE BELASTNING

Som det ses af Figur 2 er selve montageprocessen den mest betydende proces for kontorstolen for de fleste effekttyper vedkommende. Herefter har plast og stål mest betydning. Af figuren fremgår det således, at plast er medvirkende til flere luftvejssygdomme og allergiske reaktioner end både stål og montage. Desuden ses det, at den eneste effektkategori, hvor transporten viser sin betydning, er dødsulykker, hvor transport står for omkring 10% af det samlede bidrag. Generelt er både energiforbrug og transport ubetydelig i forhold til processer som montage, plast og stål, men det skal pointeres, at databasen for produktion af elektricitet er af forholdsvis ringe kvalitet.

En anden type overblik kan skaffes ved at se på det absolutte bidrag fra de enkelte materialer. I Figur 3 ses som eksempel en figur, der sammenligner de resulterende ulykker for de indgående materialer i kontorstolen. Denne figur er ofte væsentlig, da ikke alle de listede brancher i databasen indeholder værdier for resulterende lidelser, men kun værdier for ulykker. Den mest komplette sammenligning af betydningen af de indgående materialer fås derfor ved at opstille en figur, der sammenligner de resulterende ulykker.

FIGUR 3.
DE ENKELTE
MATERIALERS BIDRAG
TIL KONTORSTOLENS
SAMLEDE ULYKKES-
BELASTNING



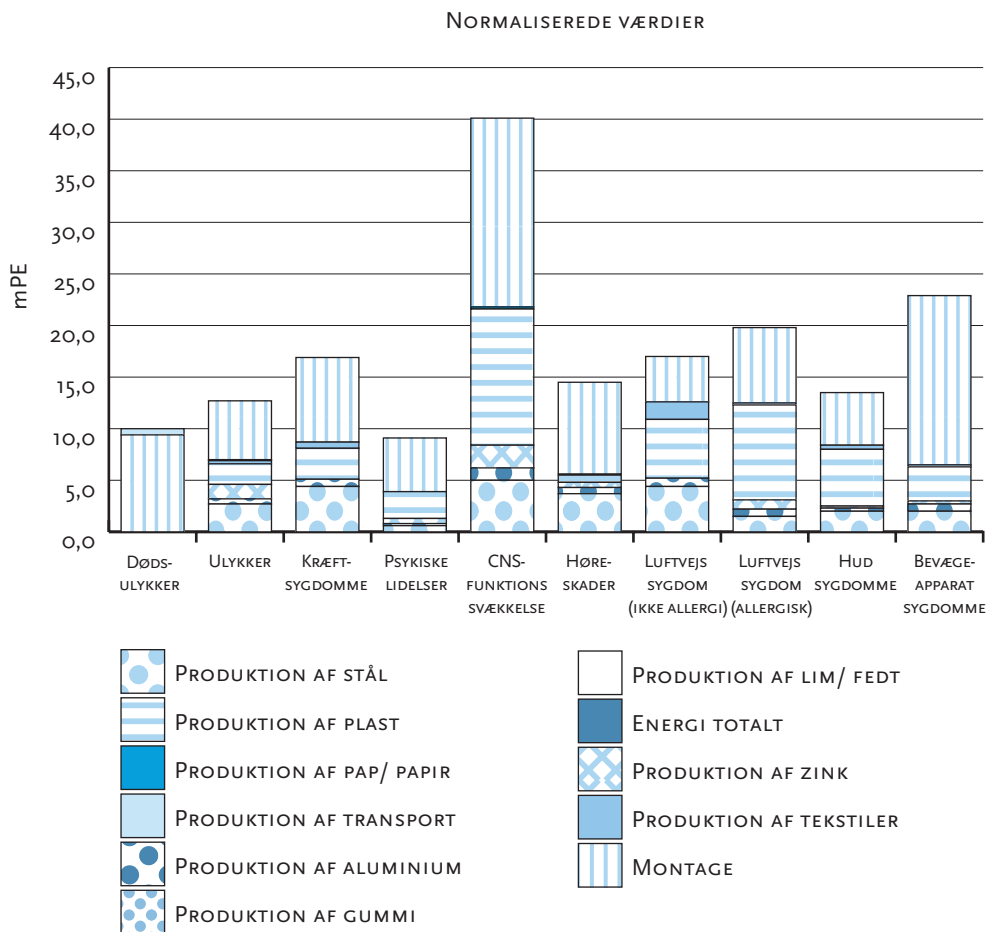
Af Figur 3 ses, at det er montagen, der er den mest betydende proces i kontorstolens livsforløb. Det ses desuden, at for ulykkers vedkommende er stål af mere betydning end plast, hvilket ikke gælder for de andre effektkategorier (se Figur 2).

Gummi, lim/fedt og tekstiler er af væsentlig mindre betydning end de andre indgående materialer, primært fordi de indgår med en meget lille vægt i kontorstolen. Energiforbrug og transport er også af mindre betydning.

3.4.8 Normalisering

For at få viden om, hvilke effektkategorier, der påvirkes mest som følge af aktiviteterne i forbindelse med det undersøgte produkt, foretages en normalisering af de resulterende forventede ulykker og lidelser. Normaliseringen foretages ved at sammenholde med den danske befolknings gennemsnitlige ulykkes- og anmelddefrekvens for de enkelte effektkategorier. Produktets resulterende ulykker og lidelser divideres således med normaliseringsfaktorerne for den danske befolkning for at få de normaliserede værdier målt i personækvivalenter (PE).

For kontorstolen fås følgende billede efter normaliseringen er foretaget (Figur 4). Det fremgår af figuren, at aktiviteterne i livscyklus bidrager forholdsvis mest til effektkategorien “CNS-funktionssvækkelse”, hvor belastningen er omkring dobbelt så stor som i de øvrige effektkategorier.

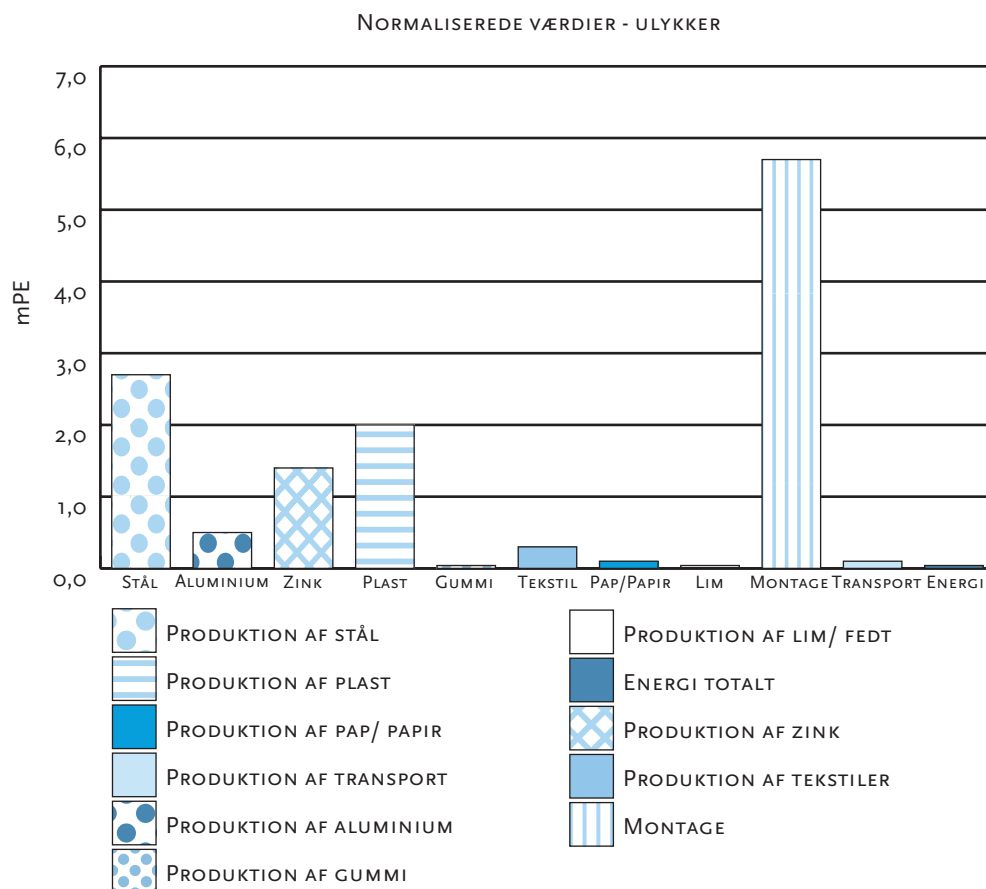


FIGUR 4. NORMALISERED E EFFEKT POTENTIALER FOR KONTORSTOLEN

Antallet af effekter, målt i millipersonækvivalenter (mPE), udtrykker hvor stol del af den årlige belastning af en gennemsnitsborger, som produktion af en kontorstol giver anledning til. For CNS-funktionssvækkelse kan der således kun produceres 25 kontorstole, før den gennemsnitlige årsbelastning er nået, idet hver kontorstol samlet ”koster” 40 millipersonækvivalenter. For hudsygdommes vedkommende kan produceres 77 stole, før en gennemsnitlig årsbelastning er nået.

De normaliserede resultater kan detaljeres på samme måde som resultaterne fra vurderingen. I Figur 5 er vist, hvordan de enkelte aktiviteter bidrager til de forventede ulykker. Det fremgår af figuren, at den gennemsnitlige årlige ulykkesbelastning ved montering af kontorstole er nået, når den enkelte medarbejder har produceret omkring 170 kontorstole. Med hensyn til den stål, der indgår i kontorstolen, kan der produceres og forarbejdes stålkomponenter til omkring 370 stole, før den gennemsnitlige årlige belastning er nået.

FIGUR 5.
NORMALISEREDE
VÆRDIER FOR DE
FORVENTEDE ULYKKER
VED FØRSKELLIGE
AKTIVITETER I
LIVSFØRLØBET



3.4.9 Videre fortolkning

De resultater, der fremkommer på de enkelte trin i vurderingen, er naturligvis åbne for yderligere vurdering og fortolkning. Der kan således for de enkelte materialer ske en opsplitning på processer for at få en præcisering af, hvor belastningerne først og fremmest ligger. Denne type af videre fortolkning – den øgede detaljering – kan nemt gennemføres med det foreliggende datagrundlag og giver for eksempel mulighed for en bedre dialog mellem producent og underleverandør om, hvordan arbejdsmiljøet potentielt kan forbedres. I tilfældet med kontorstolen vil det være oplagt at lægge vægt på at undgå brug af opløsningsmidler i livsforløbet, da disse er en velkendt årsag til den dominerende effekt, CNS-funktionssvækkelse.

En anden mulighed er at sammenligne resultaterne fra en vurdering af to forskellige kontorstole. Denne type sammenligning er ikke gennemført i det nærværende projekt, idet der kun har været tilgængelige oplysninger om en enkelt kontorstol.

En tredje mulighed er at sammenligne resultaterne fra arbejdsmiljø-LCAen med de øvrige resultater fra en LCA. Dermed får man mulighed for at opfylde et af de vigtigste formål med at inddrage arbejdsmiljøet i sin vurdering, nemlig at se, om en forbedring af produktets miljøegenskaber

gennem et ændret valg af materialer, komponenter eller processer giver en (uønsket) ændring af arbejdsmiljøbelastningen i forhold til metodens regneregler. En samtidig vurdering af miljø- og arbejdsmiljøbelastninger er ikke gennemført i det nærværende projekt.

Afslutningsvis skal det igen fremhæves, at det ofte er den enkelte virksomheds produktionsforhold og prioriteringer, der er afgørende for forekomsten af arbejdsskader. En virksomhed, der har opnået et arbejdsmiljøcertifikat, f.eks. efter OHSAS 18001, er i stand til at dokumentere en indsats på arbejdsmiljøområdet, der ligger udover lovgivningens krav. Ved at vælge en sådan leverandør får man derfor det bedste arbejdsmiljø i en given branche, samtidigt med at det kan være muligt at opnå forbedringer gennem en dialog.

4 Baggrund og historie for AM-LCA

I dette kapitel beskrives kort det historiske forløb af udviklingen af metoder til livscyklusvurdering af arbejdsmiljøet (AM-LCA). Gennemgangen er kronologisk, men fokus er først og fremmest på de metoder, der giver mulighed for at aggregere belastninger over hele livsforløbet efter de retningslinier, der findes i ISO 14040-serien. For en nærmere beskrivelse af det tekniske indhold i metoderne henvises til den tekniske rapport fra delprojekt 3.

4.1 TIDLIGE DANSKE SCREENINGSMETODER

Ønsket om at inddrage arbejdsmiljø i LCA er primært blevet fremsat i de skandinaviske lande, og metodeudviklingen har da også primært fundet sted i disse lande.

I Danmark blev den første metode til integration af arbejdsmiljø i LCA udviklet i forbindelse med "PVC-projektet" (Christiansen et al, 1990). Denne metode er en ekspertbaseret vurdering af den kemiske belastning uden præcise kriterier for vurderingen af de enkelte parametre. Sådanne kriterier blev foreslået i forprojektet til Det Materiale teknologiske Udviklingsprogram (MUP) (Schmidt et al, 1990), og de er senere blevet yderligere præciseret i en nordisk rapport om Product Life Cycle Assessment (Schmidt et al, 1992) og i hovedrapporten til MUP (Schmidt et al, eds, 1994).

De anvendte kriterier er alle baseret på de danske regler for mærkning og klassificering af kemiske stoffer. Dette sikrer, at der er god overensstemmelse mellem den gældende regulering og det beslutningsgrundlag, der fremkommer efter en LCA. Til gengæld er det kun muligt at aggregere belastningen over livsforløbet ved at bruge scoringssystemer, hvis præcision og udsigelseskraft ikke har været diskuteret nærmere.

4.2 UMIP

Som en start på UMIP-projektet gennemførtes i 1991-92 et forprojekt, der skulle belyse muligheden for at udvikle en metode til vurdering af miljø-, arbejdsmiljø- og ressourcemæssige forhold i forbindelse med materialevalg (Jensen, Winge og Broberg, 1992). Også i dette forprojekt er den beskrevne metode en screening, der langt hen ad vejen bygger på mærknings- og klassificeringsregler.

I videreudviklingen af metoden i UMIP-projektet blev der lagt vægt på, at metodens resultater skulle kunne aggregeres over hele livsforløbet for et produkt. En sådan metode er beskrevet i den oprindelige version af UMIP ("UMIP97"). Metoden indeholder to elementer, nemlig en branchevurderingsmetode og en procesvurderingsmetode.

Branchevurderingsmetoden bruges i UMIP97 til at vurdere alle de processer, der ligger udenfor nøglevirksomhedens område, mens procesvurderingsmetoden bruges til at vurdere de processer, der foregår internt på virksomheden.

Formålet med at opdele metoden i disse to elementer er, at gøre metoden mere operationel gennem at reducere dataindsamlingen væsentligt. Dermed øges muligheden for at inddrage arbejdsmiljøet i LCA.

Hverken i UMIP97 eller ved udarbejdelse af UMIPs PC-værktøj er der foretaget en dataindsamling, der gør det muligt at inddrage arbejdsmiljøet på lige fod med vurderingen af det ydre miljø. Der foreligger oplysninger om enkelte processer og serviceydelser (f.eks. produktion af elektricitet, produktion af stål, og transport), men den begrænsede mængde af data er ikke tilstrækkelig til at integrere arbejdsmiljøet på linie med de øvrige effektkategorier.

Ved udarbejdelsen af det overordnede oplæg til projektet "LCA-metodeforbedring, -metodeudvikling og konsensuskabelset" blev der identificeret et behov for en justering og/eller forbedring af metoden, således at den nemmere kunne integreres i en samlet LCA. Den nærværende vejledning er at af de synlige resultater af Delprojekt 3, "Inddragelse af arbejdsmiljø i LCA", i det overordnede projekt.

I det følgende opridses det historiske forløb i Delprojekt 3.

4.3 OPFØLGNINGSPROJEKTETS FØRSTE FASE

I delprojektets første fase blev de eksisterende værktøjer til arbejdsmiljø-LCA vurderet. En meget generel konklusion af dette arbejde var, at procesvurderingsmetoden kan give mere præcise resultater end branchevurderingsmetoden. Til gengæld er antallet af inkluderede effekter forholdsvis begrænset og ydermere er procesvurderingsmetoden forholdsvis ressourcekrævende. Det var ikke muligt at vurdere samspillet mellem de to delmetoder på baggrund af det beskedne datagrundlag og de gennemførte cases.

En svensk procesvurderingsmetode fra IVF (Bengtsson 1995, 1996, 1997) blev vurderet til at give et mere detaljeret resultat i form af inddragelse af flere effektkategorier, men dataindsamling efter den svenske metode er mindst lige så tidskrævende som UMIP's metode. Endvidere indebærer IVF's metode, at den efterfølgende vurdering foretages efter helt andre principper end der anvendes i UMIP. Brug af IVF's metode vil derfor kræve en stor arbejdsindsats, hvis den skal kunne spille sammen med UMIP's øvrige metodeelementer.

En svensk branchevurderingsmetode fra IVL (Antonsson, 1996) blev vurderet til at være sammenlignelig med UMIP's branchemetode med hensyn til detaljeringsniveau og ressourcekrav. Det statistiske datagrundlag, der anvendes, er lidt forskelligt i de to metoder, men det vil være oplagt at for-søge at koordinere de to metoder, når der er indhentet flere erfaringer.

Da der ved gennemgangen af de eksisterende metoder i den første fase af projektet (se den tekniske rapport) ikke umiddelbart kunne peges på oplagte

forbedringsmuligheder for UMIP-metoden, blev det besluttet at fortsætte den oprindelige projektplan. Det væsentligste element i denne plan var at afprøve metoden på en case, nærmere betegnet en kontorstol. Det forventede resultat af dette case-arbejde var, at databasen over enhedsprocesser i UMIP's PC-værktøj skulle udvides til også at inkludere arbejdsmiljøparametre for en række af de mest almindelige processer og materialer.

4.4 OPFØLGNINGSPROJEKTETS ANDEN FASE

I den anden fase af delprojektet var det første mål at udvide databasen, der skal bruges i branchevurderingsmetoden. Som det første skridt blev branchevurderingsmetoden afprøvet på den plastforarbejdende branche efter de retningslinier, der er angivet i UMIP97. Metodebeskrivelsen i UMIP97 er ikke særligt detaljeret, men den bærende ide svarer til ideen bag alle andre metodeelementer, nemlig at man skal kunne vurdere belastningerne per funktionel enhed, for eksempel "antal arbejdsulykker per tons produceret plastrør".

Databehovet i branchemetoden kan udtrykkes i en simpel formel:

$$\text{BELASTNING PER FUNKTIONEL ENHED} = \frac{\text{ANTAL ARBEJDSULYKKER/ARBEJDSKADER I SEKTOR XX}}{\text{FORARBEJDET MÆNGDE I SEKTOR XX}}$$

Som eksempel kan nævnes, at belastningen ved at producere 1 kWh i Danmark overordnet beregnes ved at dividere den samlede belastning i el-produktionsbranchen med den samlede mængde elektricitet, der er produceret i det samme tidsrum.

Det fremgår implicit af UMIP97-rapporterne, at de danske forsyningsstatistikker sammen med opgørelser af anmeldte ulykker og arbejdsskader er de to væsentlige elementer i branchemetoden. Det fremgår også, at metoden er bedst egnet til at vurdere brancher med en stor produktion af homogene produkter.

Datagrundlaget for anmeldte arbejdsulykker og -skader er forholdsvis nemt at fremskaffe. Arbejdstilsynet udgiver hvert år en oversigt over antallet af arbejdsulykker og anmeldte arbejdsbetingede lidelser for 49 brancher. Denne oversigt blev med venlig hjælp af Arbejdstilsynet gjort mere detaljeret, d.v.s. at oplysningerne blev fordelt på et større antal brancher, der hver især kunne identificeres med en 3-, 4- eller 5-cifret branchekode "DB93-kode" der for de første fire cifre vedkommende er identisk med NACE-koden, der er et internationalt anvendt klassificeringssystem, mens det femte ciffer er nationalt bestemt.

Der opstod imidlertid hurtigt problemer med at bruge forsyningsstatistikken ved vurdering af plastforarbejdning. Danmarks Statistik blev bedt om at udarbejde forsyningsstatistikker for de følgende branchekoder:

TABEL 9.
DB93-KODER FOR
PLASTFORARBEJDE
BRANCHER I DANMARK

AKTIVITET	DB93-KODE
PLASTFORARBEJDNING	252
PRODUKTION AF ARK, FILM, RØR, SLANGER OG ANDRE PROFILER	2521
PRODUKTION AF ARK, FILM OG ANDRE FLADE PLASTPRODUKTER	252110
PRODUKTION AF PLASTRØR OG –SLANGER	252120
PRODUKTION AF PLASTSTÆNGER OG –PROFILER	252130
PRODUKTION AF PLASTEMBALLAGE	252200
PRODUKTION AF SANITETS- OG BYGGEVARER AF PLAST	2523
PRODUKTION AF SANITETSVARER AF PLAST	252310
PRODUKTION AF BYGGEVARER AF PLAST	252390
PRODUKTION AF ANDRE PLASTPRODUKTER	2524
PRODUKTION AF KONTOR- OG SKOLEPRODUKTER AF PLAST	252410
PRODUKTION AF ENGANGSSERVICE OG KØKKENPRODUKTER	252420
PRODUKTION AF ANDRE PLASTPRODUKTER	252490

Tilhørsforholdet for en given virksomhed kan i statistikkerne identificeres via den DB93-kode, der dækker den vigtigste økonomiske aktivitet. Dette indebærer imidlertid, at en del plastforarbejdende virksomheder har en DB93-kode, der dækker andre aktiviteter, for eksempel legetøjsfremstilling, produktion af medicinalprodukter, isolering mv. Der er således behov for en nøjagtig fordeling af den plast, der importeres, på relevante brancher.

Oplysningerne fra Danmarks Statistik viste, at det kun var muligt at etablere en forsyningsstatistik på fire-cifret DB93-kode niveau, dvs. koderne 2521, 2522, 2523 og 2524. Til sammenligning er det muligt at få oplysninger fra Arbejdsilsynet på et fem-cifret niveau, der giver mulighed for en bedre detaljering.

Det viste sig endvidere, at den mængde plast, der importeres, er fordelt på fremstillingsvirksomheder, der laver deres egen import, og på grosserer-virksomheder, der importerer plast og videresælger den til forarbejdende virksomheder i mange brancher, eventuelt efter en yderligere modificering. Sådanne grossister er for eksempel danske datterselskaber af multinationale råvareproducenter. Da omkring halvdelen af plastimporten foretages af grossister, kan de mængder, der reelt forarbejdes af virksomheder under de enkelte fire-cifrede branchekoder kun beregnes med en ringe nøjagtighed.

Det var derfor projektgruppens konklusion, at forsyningsstatistikken ikke egner sig til brug i brancher, hvor der produceres et bredt udvalg af produkter, idet hverken detaljeringsniveau eller præcision er tilfredsstillende. Med i dette billede hører også, at problemerne vil være mere udtalte i brancher, hvor der både er en import og en dansk produktion af råvarer, således som det for eksempel er tilfældet i jern- og stålindustrien.

Det blev derfor besluttet ved udgangen af den anden fase i projektet, at der skulle udvikles en alternativ metode til at foretage branchevurderinger. Det er dette arbejde, der er fokus for den nærværende vejledning.

4.5 FREMTIDIG UDVIKLING I ARBEJDSMILJØ-LCA

4.5.1 Det korte perspektiv

Den beskrevne metode giver mulighed for at inddrage arbejdsmiljø på linie med andre effektkategorier i LCA allerede nu, idet der både er udviklet en metode og et datagrundlag. Dermed er en af de basale forhindringer overvundet.

Som indikeret ovenfor er der dog visse begrænsninger og mangler ved metoden:

- Beregningerne skal i dag foretages i et separat regneark
- Der kan ikke foretages en vægtning efter UMIP-principperne
- Vurderingen omfatter kun danske arbejdsmiljøforhold

Ingen af disse tre begrænsninger er så alvorlige, at de på forhånd udelukker metodens brug eller videre udvikling.

De to første begrænsninger kan - hvis det ønskes - løses med forholdsvis simple midler i en naturlig videreudvikling af den samlede UMIP-metode.

4.5.2 Det længere perspektiv

Den tredje begrænsning ovenfor - at vurderingen kun omfatter danske arbejdsmiljøforhold - skal løses på internationalt plan, hvilket naturligt nok vil tage længere tid. Metodens opbygning er af en sådan art, at det er muligt for andre lande at producere et tilsvarende datagrundlag, om end der vil være visse forskelle fra land til land. Det første skridt er derfor at udbrede kendskabet til den nye metode og efterfølgende deltage i et internationalt samarbejde om at forbedre datagrundlaget og eventuelt tilpasse metoden til at kunne omfatte andre typer af effektkategorier. Den naturlige ramme for dette arbejde er SETACs arbejdsgruppe om arbejdsmiljø og LCA, der består af skandinaviske, tyske og hollandske specialister på området.

4.5.3 På langt sigt

På endnu længere sigt skal der arbejdes på at gøre arbejdsmiljø-LCA mere præcis, end den er i øjeblikket. Det er klart, at et bredere datagrundlag som følge af en internationalisering af metoden vil forøge præcision og anvendelighed væsentligt, men præcisionen af resultaterne vil kunne forbedres yderligere gennem en konsekvent anvendelse af procesvurderinger.

Den danske deltagelse i metodeudviklingsarbejdet skal derfor også have et åbent øje for mulighederne på dette område. Specielt vil det være interessant, hvis danske metoder til arbejdspladsvurderinger (APV) og arbejdsmiljødeklarationer/arbejdsmiljøregnskaber, der er under udvikling i øjeblikket, vil kunne danne grundlag for en mere præcis virksomhedstilgang til arbejds-miljø-LCA.

Slutmålet for arbejdsmiljø-LCA må derfor være en metode, der med et fælles og internationalt datagrundlag giver mulighed for at operationalisere den viden om arbejdsmiljøforhold, som mange virksomheder i øjeblikket har - eller er ved at etablere.

5 Referencer

Antonsson A-B, Carlson H (1995). En metod för att integrere arbetsmiljö i livscykelanalyser. IVL, Stockholm.

Antonsson A-B, Carlson H (1995). The basis for a method to integrate work environment in life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, Volume 3 Number 4, 1995 page 215 – 220.

Arbejdsministeriet (1996). Arbejdsministerens handlingsplan. Rent arbejdsmiljø år 2005.

Bengtsson G, Berglund R (1996). Livscykelanalys med arbetsmiljö - Sammenfatning av metod og fallstudier. IVF-skrift 95830. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning, Gøteborg.

Bengtsson G, Berglund R (1997). WEST - En metod att mäta arbetsmiljö. IVF-skrift 97836. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning (IVF), Gøteborg.

Bengtsson G, Maupoix M, Steen B (1995). Livscykelanalys med arbetsmiljö - Metodbeskrivning. IVF-skrift 95831. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning (IVF), Gøteborg.

Broberg O, Rasmussen E (1996). Arbejdsmiljø fra vugge til grav, Arbejdsmiljøfondet.

Christiansen K, Grove A, Hansen LE et al. (1990). Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer. Miljøprojekt nr. 131, Miljøstyrelsen.

Hauschild M (ed.) (1996). Baggrund for Miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen/Dansk Industri 1996.

Jensen AH, Winge U, Broberg O (1992). Miljø- og arbejdsmiljøvurdering af materialer. Miljøprojekt Nr. 204, Miljøstyrelsen.

Jernkontoret (The Swedish Steel Producers Association) (1999). <http://www.jernkontoret.se/stalstat/intprod.htm>.

Schmidt A, Christiansen K, Jensen AA et al. (1990). Forprojekt: Integreret miljø- og arbejdsmiljøvurdering af nye materialer. Dansk Teknologisk Institut.

Schmidt A, Jelnes JE, Hansen LE, Jensen AA (1992). Health impacts and life cycle assessment. In Lindfors L-G (ed.): *Product life cycle assessment - principles and methodology*. Nord 1992:9, Nordisk Ministerråd.

Schmidt A, Christiansen K, Pommer K (eds.) (1994). Det materiale-teknologiske udviklingsprogram. Livscyklusmodel til vurdering af nye materialer. Metoder, vurderingsgrundlag og fremgangsmåde. dk-TEKNIK.

Wenzel H, Hauschild M og Rasmussen E (1996). Miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen/Dansk Industri.

Bilag A: Databasen

På de følgende sider findes det datagrundlag (den database), der er udviklet i delprojekt 3 i Miljøstyrelsens projekt "LCA-metodeforbedring, -metodeudvikling og konsensuskabelse". En elektronisk version kan downloades fra LCA Center (www.lca-center.dk/cms/site.asp?p=2215)

Som beskrevet i den nærværende vejledning og i den bagved liggende tekniske rapport på engelsk, er størstedelen af databasen etableret gennem anvendelse af danske statistikker vedrørende anmeldelse af arbejdsulykker og arbejdsbetingede lidelser, henholdsvis dansk vareproduktion. De dele af databasen, der er blevet udviklet ved brug af den beskrevne metode, er forsynet med en seks-cifret DB93-kode i den anden søjle i databasen. DB93 er en dansk nomenklatur for brancher, hvor hovedprincippet er en klassificering af økonomiske aktiviteter. De første fire cifre er identiske med cifrene i det tilsvarende klassificeringssystem indenfor EU, NACE Rev. 1. De to sidste cifre er danske underopdelinger, der giver mulighed for et større detaljerings-niveau. Disse to cifre kan i enkelte tilfælde variere fra et land til et andet.

For enkelte af enhedsprocesserne er der anvendt virksomhedsspecifikke oplysninger. De dele af databasen, hvor denne fremgangsmåde er anvendt, er ikke forsynet med en DB93-kode. Repræsentativiteten af disse oplysninger kendes ikke, og livscyklusvurderinger, hvor disse processer spiller en væsentlig rolle, skal fortolkes med varsomhed.

Med hensyn til databasens oplysninger om belastninger ved transport anbefales det at bruge de tal, der er fremhævet med fed skrift. Disse tal udgør den samlede belastning for de tre transportmåder. For eksempel er lastbiltransport sammensat af belastningerne ved både behandling af gods på godsterminaler og selve transporten. På samme måde er skibstransport sammensat af godsbehandling på landbaserede terminaler og belastninger ombord på skibe.

Databasen, der omfatter cirka 80 enhedsprocesser, kan på nuværende tidspunkt ikke genfindes i det PC-værktøj, der er udviklet til vurderinger efter UMIP97-metoden, eller andre PC-værktøjer. Det skønnes, at det vil være forholdsvis simpelt at integrere oplysningerne i den generelle database, idet dataformatet i al væsentlighed svarer til det, der findes for andre effektkategorier.

Indtil databasen er integreret i et PC-værktøj, henvises den enkelte LCA-praktiker til at udarbejde et regneark, hvor der kan laves en arbejdsmiljøvurdering parallelt med den øvrige vurdering. Detaljeringsniveauet - eller rettere analysemulighederne - i et regneark er ikke så gode som i et special-designet EDB-værktøj. Det er dog projektgruppens vurdering, at det på få dage er muligt at gennemføre en vurdering, der giver mulighed for at inddrage arbejdsmiljøet på linie med andre effektkategorier.

Råvareproduktion		Ulykker og lidelser pr. ton produkt									
DB93-kode		Dødsulykker	Ulykker	Kræftsygdomme	Psykiske lidelser	CNS-funktions svækkelse	Høre-skader	Luftvejs sygdom (ikke allergisk)	Luftvejs sygdom (allergisk)	Hudsygdomme	Bevægeapparat-sygdomme
Energi											
Note 1	Råolie (1 liter)	1,2E-12	1,4E-10				3,5E-12			1,2E-12	1,3E-11
Note 1	Naturgas (1 Nm ³)	1,3E-12	1,5E-10				3,8E-12			1,3E-12	1,4E-11
	Kul	4,4E-08	7,8E-06				Ingen lidelser opgivet				
Note 2	Elforsyning (distribueret kwh)	8,3E-12	8,6E-09	6,7E-11	2,5E-11	1,7E-11	6,6E-10	1,7E-10	1,7E-11	5,8E-11	7,1E-10
	Elproduktion (incl. råvarefremst. (kwh))	1,2E-11	9,3E-09	6,7E-11	2,5E-11	1,7E-11	6,6E-10	1,7E-10	1,7E-11	5,8E-11	7,1E-10
Metaller											
Note 3	Jern- og stålværker (Danmark)	1,6E-04	1,8E-06	2,0E-05	2,2E-05	2,8E-06	2,2E-05	2,8E-06		4,6E-07	1,7E-05
	Jern- og stålværker (Sverige)	2,0E-07	1,1E-04			Ingen sammenlignelige lidelser opgivet					
	Aluminium	7,5E-04	7,5E-04	4,1E-06	4,1E-06	1,2E-05	4,5E-05	1,2E-05	8,1E-06	1,2E-05	1,5E-04
	Bly, zink, tin	1,4E-02	1,4E-02		7,3E-05	1,5E-04	2,2E-04		7,3E-05	7,3E-05	4,4E-04
	Kobber (Danmark)	2,9E-03	2,9E-03								7,2E-04
Note 4	Kobber	6,0E-04	6,0E-04			Ingen lidelser og dødsulykker er opgivet					
Note 4	Nikkel	3,2E-05	1,9E-03			Ingen lidelser opgivet					
Note 4	Guld	6,0E-02	3,8E+00			Ingen lidelser opgivet					
Andre råmaterialer											
141200	Kalkbrud	2,3E-07	9,6E-06				2,3E-07		2,3E-07		2,3E-07
142100	Grus- og sandgravning	2,4E-06	2,4E-06				1,6E-07		2,3E-08	4,6E-08	1,6E-07
201010	Savværker	8,7E-07	2,2E-04	8,7E-07	8,7E-07	2,3E-08	1,8E-05	1,7E-06	2,6E-06	1,7E-06	2,6E-05
211200	Papir og papfremst.	9,2E-07	1,6E-04	1,8E-06	1,8E-06	9,2E-07	2,8E-05	9,2E-07	9,2E-07	1,8E-06	1,5E-05
212100	Bølgepap + embal.	4,8E-04	4,8E-04	1,2E-06	1,2E-06	5,2E-06	1,9E-05	1,2E-06	1,7E-06	7,6E-06	6,2E-05
212500	Andet papir og pap	5,1E-06	9,9E-04	1,5E-05	1,5E-05	5,1E-06	8,7E-05	5,1E-06	5,1E-06	1,0E-05	1,1E-04
265100	Cementproduktion	1,6E-05	1,6E-05	1,2E-07			3,1E-06	9,5E-07	1,2E-07	2,4E-07	1,1E-06
266300	Betonproduktion	9,1E-08	6,7E-06				6,3E-07	1,8E-07	9,1E-08		3,6E-07

Forarbejdning/færdigvareproduktion		Ulykker og lidelser pr. ton produkt									
DB93-kode		Døds-ulykker	Ulykker	Kraft-sygdomme	Psykiske lidelser	CNS-funktions svækkelse	Høre-skader	Luftvejs sygdom (ikke allergisk)	Luftvejs-sygdom (allergisk)	Hudsygdomme	Bevæge-apparat-sygdomme
Træprodukter											
202000	Krydstofner										
203020	Træ til bygninger										
205190	Andre træprodukter	1,2E-03	7,2E-06	7,2E-06	4,2E-06	7,2E-06	4,7E-05	4,2E-06	3,6E-05	1,8E-05	1,1E-04
202000	2,8E-06	2,8E-06	1,4E-06	6,9E-06	1,4E-06	6,9E-06	1,4E-06	4,1E-06	5,5E-06	4,6E-05	
8,8E-04	2,1E-06	2,1E-06	7,1E-06	4,7E-06	7,1E-06	4,7E-06	7,1E-06	9,2E-06	1,8E-05	9,9E-05	
1,2E-03	7,2E-06	7,2E-06	7,2E-06	7,2E-06	7,2E-06	7,2E-06	7,2E-06	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	
Kemiske produkter											
232000	Mineralolieindustri										
2413-14	Basiskemikalier										
241600	Basisplast										
245110	Sæbe og vaskemiddel										
246600	Andre kemiske produkter										
251300	Gummiprodukter										
1,2E-06	3,8E-08	3,8E-08	7,6E-08	3,4E-07	7,6E-08	3,4E-07	7,6E-08	3,8E-08	1,8E-06	3,0E-07	
9,8E-05	9,1E-07	9,1E-07	1,8E-06	2,7E-06	1,8E-06	2,7E-06	1,8E-06	3,8E-06	3,1E-06	6,4E-06	
2,7E-04	6,2E-06	6,2E-06	2,2E-06	4,3E-06	2,2E-06	4,3E-06	2,2E-06	6,2E-06	2,6E-05	2,5E-05	
3,1E-04	2,5E-04	2,5E-04	8,6E-06	1,7E-05	8,6E-06	1,7E-05	8,6E-06	8,6E-06	2,6E-05	3,2E-05	
2,5E-04	2,4E-05	2,4E-05	3,5E-05	1,3E-04	3,5E-05	1,3E-04	3,5E-05	8,3E-05	1,7E-05	1,3E-04	
4,0E-03									1,4E-04	3,2E-04	
Note 6											
Plastprodukter											
Plastprodukter - brancheniveau											
252	Plader, rør af plast	7,6E-07	1,4E-03	4,5E-06	1,1E-05	3,4E-05	4,0E-05	1,4E-05	1,8E-05	4,8E-05	2,0E-04
2521	Plader, rør af plast	8,3E-04	6,0E-06	6,0E-06	8,0E-06	2,2E-05	2,6E-05	1,0E-05	6,0E-06	1,8E-05	7,8E-05
252110	Plader ark	1,0E-03	6,1E-06	6,1E-06	9,1E-06	3,3E-05	3,3E-05	1,2E-05	6,1E-06	2,4E-05	1,0E-04
252120	Rør og slanger	4,6E-04	6,1E-06	6,1E-06	6,1E-06	1,2E-05	1,2E-05	6,1E-06	6,1E-06	6,1E-06	3,0E-05
252130	Stænger og profiler	2,1E-03	2,1E-03	2,3E-06	7,0E-05	3,5E-05	4,5E-05	4,2E-04	7,0E-06	2,8E-05	4,2E-04
2522	Plastemballage	1,4E-03	1,3E-03	1,3E-03	9,1E-06	1,8E-05	7,3E-05	9,1E-06	9,1E-06	3,6E-05	1,7E-04
2523	Santets og bygningsartikler af plast	9,1E-06	1,3E-03	2,3E-06	7,4E-05	7,4E-05	7,3E-05	9,1E-06	7,4E-05	1,5E-04	1,3E-04
252310	Santetsartikler	1,3E-03	1,3E-03	6,9E-06	2,4E-05	5,9E-05	4,5E-05	3,8E-05	5,9E-05	2,1E-05	1,3E-04
252390	Bygningsartikler	1,0E-05	2,2E-03	2,2E-03	2,4E-05	5,9E-05	2,4E-05	2,4E-05	2,4E-05	1,3E-04	4,6E-04
2524	Andre plastprodukter	2,1E-03	2,1E-03	1,5E-03	1,5E-03	9,5E-05	9,5E-05	9,5E-05	2,1E-05	2,7E-04	8,6E-04
252410	Kontor og skole	1,5E-03	1,5E-03	1,3E-05	4,5E-05	1,0E-04	6,4E-05	7,0E-05	8,9E-05	2,1E-04	5,8E-04
252420	Bordservice og køkkenudstyr	2,3E-03	2,3E-03	1,3E-05	4,5E-05	1,0E-04	6,4E-05	7,0E-05	8,9E-05	2,1E-04	5,8E-04
252490	Andre plastprodukter i øvrigt										

Forarbejdning/færdigvareproduktion		Ulykker og lidelser pr. ton produkt									
DB93-kode		Døds-ulykker	Ulykker	Kræft-sygdomme	Psykiske lidelser	CNS-funktions svækkelse	Høre-skader	Luftvejs-sygdom (ikke allergisk)	Luftvejs-sygdom (allergisk)	Hudsygdomme	Bevæge-apparat-sygdomme
Glas og keramik											
2612	Planglas		1,5E-03		4,0E-06	1,2E-05	3,6E-05		4,0E-06	4,0E-06	1,3E-04
2613	Flasker og drikkeglas		1,9E-04	1,1E-06	1,1E-06	1,5E-05	1,5E-05	2,2E-06	1,1E-06	4,3E-06	1,7E-05
2621	Keramik (hush)		8,2E-03	2,7E-04	1,4E-04	6,9E-04	6,9E-04	8,2E-04	1,4E-04	6,9E-04	5,3E-03
Isolering											
2614	Glasuld		1,0E-03		6,2E-06	8,7E-05	3,7E-05	1,2E-05	6,2E-06	6,8E-05	1,4E-04
268220	Stenuld						Fortrolige oplysninger				
Byggevarer											
264000	Teglværker		3,0E-05	4,1E-07		4,1E-06	4,1E-06	8,3E-07		4,1E-07	5,8E-06
266110	Betonvarer		4,5E-05	6,7E-07		9,3E-06	9,3E-06	2,0E-06		1,3E-06	8,7E-06
266120	Betonelementer		1,7E-04	2,0E-07		6,3E-06	6,3E-06	1,6E-06	4,0E-07	6,1E-06	1,1E-05
266500	Fibercementprodukter		1,5E-04	4,5E-05		2,5E-05	2,5E-05	1,3E-04		5,6E-06	2,5E-05
Jern- og metalprodukter											
2722	Jern- og stålør		7,4E-04	3,1E-06		1,8E-05	1,8E-05	3,1E-06		1,7E-05	5,7E-05
2731	Koldtrækning af jern og stål		1,8E-04		5,7E-06	5,7E-06	5,7E-06				1,1E-05
2811	Metalkonstruktioner		1,5E-03	8,8E-07		8,8E-07	8,8E-07	1,3E-05	7,0E-06	1,5E-05	8,5E-05
2872	Konservsdåser	1,8E-06	1,5E-03		4,4E-06	7,7E-06	7,3E-05	3,8E-06		5,0E-05	1,5E-04
2874	Skruer, bolte fjedre		1,6E-03			1,3E-04	1,3E-04		2,6E-05	5,1E-05	1,8E-04
287590	Andre færdige metalprodukter		2,6E-03	1,7E-05	7,6E-06	1,3E-05	1,5E-04	4,6E-05	1,1E-05	6,3E-05	2,8E-04
2913	Håner og ventiler		6,5E-03	1,1E-05	1,6E-05	4,9E-05	4,4E-04	5,4E-05	4,3E-05	6,0E-04	1,4E-03
Note 7	Overfladebehandling af metal						Kan ikke beregnes ? Anden opgørelse ?				
Tekstiler											
171	Forbehandling og spinding		3,8E-03			1,8E-04	1,8E-04	2,1E-04	3,5E-05		4,2E-04
172	Vævning		2,7E-03			5,1E-04	5,1E-04	1,7E-04		2,5E-04	3,4E-04
177200	Pullover og cardigans		1,4E-03		5,3E-05	2,6E-04	2,6E-04	1,1E-04	1,6E-04	1,1E-04	4,3E-03
191	Garveter		4,7E-03		5,8E-05	5,8E-05	5,8E-05	1,2E-04	2,9E-04	6,9E-04	6,9E-04
321010	Trykte og integrerede kredsløb		1,8E-02		1,2E-03	2,9E-04	2,9E-04	2,9E-04	2,9E-04	1,8E-03	5,0E-03

Færdigvareproduktion/montering		Ulykker og lidelser pr. ton produkt									
DB93-kode		Dødsulykker	Ulykker	Kræftsygdomme	Psykiske lidelser	CNS-funktions svækkelse	Høre-skader	Luftvejs sygdom (ikke allergisk)	Luftvejs sygdom (allergisk)	Hudsygdomme	Bevægeapparat-sygdomme
291220	Væskepumper		2,8E-03		4,4E-06	8,9E-06	1,1E-04	3,6E-05	2,2E-05	1,7E-04	3,2E-04
292310	Køle- og fryseanlæg til erhverv		4,4E-03		8,8E-06	4,4E-05	8,8E-05	7,1E-05	4,4E-05	1,7E-04	4,7E-04
297110	Køleskabe, dybrydere		2,2E-03	4,2E-06	1,2E-05	1,7E-05	8,7E-05	1,7E-05		4,2E-05	2,8E-04
297120	Komfurer, ovne m.v.		5,3E-03				9,6E-05			1,4E-04	1,2E-03
297190	Støvsugere o.l.		5,1E-03		4,7E-05		4,7E-05	4,7E-05		1,9E-04	6,6E-04
315000	Belysningsarmaturer mv		3,7E-03		5,6E-05	7,4E-05	1,9E-04	1,1E-04	3,7E-05	1,5E-04	8,5E-04
323010	Radioer, tv, o.l.		8,3E-04		2,0E-05	2,0E-05	2,0E-05	4,0E-05	2,0E-05	6,1E-05	5,7E-04
361110	Stole og siddemøbler	5,6E-06	2,1E-03	1,1E-05	2,8E-05	4,5E-05	1,6E-04	1,7E-05	2,2E-05	6,2E-05	5,8E-04
361200	Kontor og butiksmøbler		1,6E-03	1,1E-05	1,7E-05	1,1E-05	5,7E-05	2,9E-05		1,7E-05	1,8E-04
Transport											
Ulykker og lidelser per ton-kilometer											
Note 8	Jernbanetransport	6,0E-10	1,1E-07	6,0E-10	1,8E-09	3,0E-09	3,0E-09			6,0E-10	1,9E-08
	632110 Stationer og godsterminaler	6,0E-10	1,1E-07	6,0E-10	1,8E-09	3,0E-09	3,0E-09			6,0E-10	1,9E-08
Ulykker og lidelser per ton-kilometer											
	Lastbiltransport	3,4E-10	3,1E-08	9,2E-11	4,6E-11	1,5E-11	9,2E-10	2,8E-10	7,7E-11	7,7E-11	3,0E-09
	602410 Vognmandsvirksomhed	3,2E-10	2,8E-08	7,7E-11	4,6E-11	1,5E-11	6,9E-10	1,7E-10	7,7E-11	6,1E-11	2,7E-09
	631100 Godsbehandling	1,5E-11	3,0E-09	1,5E-11			2,3E-10	1,1E-10		1,5E-11	2,8E-10
Note 9	Skibstransport	5,6E-07	6,2E-05	9,7E-07	2,9E-07	7,1E-07	1,0E-05	1,0E-06	1,7E-07	1,6E-06	5,9E-06
	611010 Redevirksomhed, fragt	9,1E-07	2,4E-07	2,4E-07	1,1E-07	1,1E-07	3,2E-06	2,4E-07	5,3E-08	4,5E-07	1,3E-06
	611020 Redevirksomhed, passagerfart	5,3E-08	2,8E-06	1,9E-07	1,6E-07	1,3E-07	1,3E-06	1,1E-07	5,3E-08	3,5E-07	1,5E-06
	632210 Erhvervsbåde	3,2E-06	3,2E-06	1,1E-07	2,7E-08	2,7E-08	3,2E-07	1,3E-07	2,7E-08	2,7E-08	2,7E-07
Note 10	Handelsskibe og passagerskibe	5,1E-07	5,5E-05	4,4E-07	4,4E-07	4,4E-07	5,4E-06	5,2E-07	4,0E-08	8,0E-07	2,8E-06

5.1 Noter til databasen

Note 1: Beregnet for 1995-97 på baggrund af oplysninger i ”Danmarks olie- og gasproduktion 1997”, Energistyrelsen, 1998.

Note 2: Disse data indeholder et samlet tal for ulykker og lidelser ved råvarefremstilling af råolie, gas og kul, samt ulykker og lidelser ved elproduktion (401000 elforsyning). Bemærk, at de samlede lidelser er undervurderet, da data for kulproduktion ikke omfatter anmeldte lidelser

Note 3: Beregnet ud fra svensk stålproduktion, gennemsnit af 1994-1996. Lidelser er ikke medtaget.

Note 4: Beregnet på baggrund af oplysninger fra WMC (1996 eller gns. af 1996/1997). WWW-adresse: <http://www.wmc.com.au/>

Note 5: Basiskemikalier fremstilles i branche 241300 “Fremst. af andre uorganiske basiskemikalier” og 241400 “Fremst. af andre organiske basiskemikalier”

Note 6: Bemærk forskelligt NACE-kode niveau (3-, 4-, og 5-cifret). Det anbefales at bruge brancher med det højeste detaljeringsniveau.

Note 7: Varestatistikken kan ikke anvendes i denne branche, da der er tale om lønarbejde.

Note 8: Data inkluderer både national og international transport med danske vognmænd, da ulykker opgives for både national og international kørsel

Note 9: Bemærk, at skibstransport opgives i ulykker og lidelser per ton og ikke per ton-kilometer. Bemærk desuden, at tallene også dækker over passagertransport, da der også sker transport af varer i forbindelse med passagertransport. Mængden, der er transporteret omfatter indenlandsk transport med både danske og udenlandske skibe. Ulykker og lidelser er derfor noget undervurderet, da lidelser og ulykker kun omfatter danske skibe.

Note 10: For 1996 er der ikke opgivet arbejdsbetingede lidelser. Gennemsnit beregnes således for to år.

