



Introduktion til livscyklusvurdering

Indhold

Indhold.....	2
Indledning.....	3
Hvad er en livscyklusvurdering ?.....	4
Hvordan gennemføres en LCA?.....	5
Udregning af miljøpåvirkninger (princip).....	7
Eksempel på LCA	10
Sammenfatning.....	14
Litteratur	15
Eksempler på anvendelse af LCA	16
Eksempel på materialedata (fra Idemat)	20
Tabeller fra ”The Eco-Indicator 95 Manual for designers”	21

Indledning

Fremstilling af produkter indebærer bl.a. råstofudvinding, forbrug af ressourcer og udledning af affaldsstoffer – altså påvirkninger af miljøet. De negative påvirkninger i forbindelse med fremstilling af et produkt kan eksempelvis være:

- drivhuseffekt som følge af CO₂-udledning i forbindelse med elproduktion ved afbrænding af kul (global virkning)
- forsuring af søer som følge af SO₂-udledning ved energiproduktion (regional virkning)
- forurening af grundvand med giftstoffer, der udvaskes fra deponeret affald (lokal virkning)
- udtømming af ressourcer
- arbejdsbetinget sygdom, invalidering eller kortere levetid

Dette er baggrunden for at beskæftige sig med et produkts miljøpåvirkning, og naturligt nok søge at undgå eller reducere denne belastning. I ”Lov om miljøbeskyttelse” formuleres det som et krav:

§ 5. Den, der fremstiller eller importerer varer eller produkter, skal i videst muligt omfang sikre, at varen eller produktet ikke giver anledning til forurening eller spild af materialer og energimæssige ressourcer.

Stk. 2. Der skal herunder lægges vægt på, at varen eller produktet har en sådan sammensætning og udformning, at varen eller produktet

- 1) sikres den længst mulige levetid,*
- 2) i videst muligt omfang lader sig genbruge eller genanvende og*
- 3) ved den endelige behandling som affald ikke giver anledning til forurening eller anden miljøbelastning.*

Stk. 3. Den, der anvender eller forbruger varer eller produkter, skal ved anskaffelsen og ved affaldshåndteringen af varen eller produktet medvirke til at fremme genanvendelsen og begrænse problemerne i forbindelse med affaldshåndteringen.

§ 6. Offentlige myndigheder skal virke for lovens formål ved anlæg og drift af offentlige virksomheder samt ved indkøb og forbrug.

Hvad er en livscyklusvurdering ?

Der skal altså bl.a. gøres overvejelser over miljøpåvirkning og eliminering/reduktion af denne ved fremstilling, brug og bortskaffelse af produktet. En livscyklusvurdering (LCA, Life Cycle Assessment) er en systematisk metode til dette. Der er udarbejdet standarderne DS/EN ISO 14040-14043 for LCA, hvor der beskrives principper for LCA, formål og afgrænsning, vurdering af miljøpåvirkninger samt fortolkning af resultater.

LCA'en kan bruges i konstruktionsfasen for at reducere miljøpåvirkningen mest muligt eller til sammenligning af forskellige produkter.

Eksempel 1: Miljømæssig optimering af produkt

En ventilfabrik ønsker i forbindelse med en nykonstruktion at kunne bruge miljøaspektet i markedsføringen og udviklingsafdelingen udarbejder derfor en LCA for den nye ventil på et tidligt tidspunkt i konstruktionsforløbet. LCA'en viser bl.a. at der er stor miljøpåvirkning ved at vælge at bruge messing til enkelte, mindre komponenter og der vælges derfor en rustfri ståltype i stedet. Denne giver mindre miljøpåvirkning og genbrug af materialer gøres samtidig lettere, da der nu kun bruges forskellige ståltyper, der ikke skal sorteres før omsmelting.

Bemærk: et produkt defineres her som enhver løsning, der kan opfylde en given funktion. Produktet kaldes også den "funktionelle enhed".

Eksempel 2: Sammenligning af produkter

Den funktionelle enhed "opvarmning af 130 m² bolig i 12 måneder" kan udføres på forskellige måder: radiatorer med fjernvarmevand, radiatorer med vand fra eget gasfyr, brændeovn med en form for cirkulationssystem (vand eller luft) eller som såkaldt 0-energihus, hvor varmen tilføres fra beboere og madlavning og genvindes/fordeles i ventilationsanlæg (varmetabet til omgivelserne er meget lille pga. højisolering). Disse vidt forskellige metoder til at opfylde samme funktion giver forskellige miljøpåvirkninger, og disse kan sammenlignes ved hjælp af LCA'er for de forskellige metoder.

LCA er altså et værktøj til at kunne vurdere miljøforhold for produkter med henblik på at tage beslutninger om disse produkter. Denne vurdering foretages på et videnskabeligt grundlag, der ikke er statisk – de sammenhænge og metoder der i dag er almindeligt anerkendte vil ikke nødvendigvis være det om 10 år. Miljøområdet er et komplekst forskningsområde i stadig udvikling.

Resultatet af en LCA er således ikke nødvendigvis den ”absolutte sandhed” om produktets miljøforhold, men en praktisk anvendelig vurdering, der sammen med resultater af tekniske og økonomiske vurderinger kan indgå i beslutningsprocesser.

Hvordan gennemføres en LCA?

Arbejdet med at udarbejde en LCA opdeles (jf. DS/EN ISO 14040) i trin, se *Fig. 1*. Modellen er for så vidt den almindeligt anvendte ved alle systematiske undersøgelser: først gør man sig klart hvad der skal komme ud af undersøgelsen, så indsamles oplysninger, derefter behandles disse oplysninger (f.eks. beregninger) og så skulle der gerne foreligge et resultat. Desuden foretages vurderinger af hele forløbet: holder formål og afgrænsning, er data tilstrækkelige, er resultater troværdige osv.

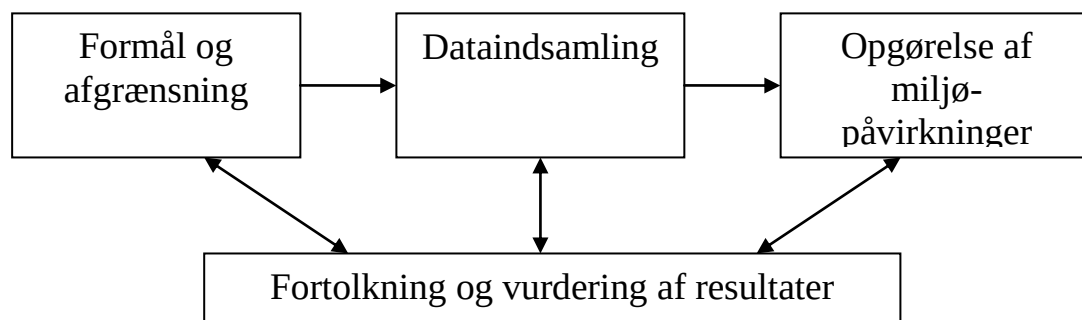


Fig. 1: LCA-processen

Første trin er at afgøre hvad formålet med en LCA er, herunder også afgrænsning: optimering af eget produkt, sammenligning med konkurrentens produkt, sammenligning af forskellige ”metoder”, osv. De fleste produkter er meget komplekse (forskellige materialer, mange fremstillingstrin, meget forskellige anvendelsesforløb), og det er urealistisk og som regel også helt unødvendigt at tage alt med. Ud fra formålet med LCA’en skal den funktionelle enhed bestemmes og det skal beslutes hvilke dele af produktet der medtages, hvilket livsforløb der forudsættes og hvordan produktet bortskaffes efter endt levetid.

Dataindsamlingen er en opgørelse over såkaldte ”input og output” ved fremstilling, transport, anvendelse og bortskaffelse af produktet: råmaterialer, energiforbrug, emissioner og affald, herunder også kortlægning af bearbejdningsmetoder o.lign. Hele produktets livsforløb, som vist på *Fig. 2*, medtages, herunder hvilke materialer der bruges, hvor meget af hvert materiale, hvilke bearbejdningsprocesser der foretages, hvordan og hvor langt halv- og helfabrikata transporteres, hvordan og hvor længe produktet anvendes og hvordan det bortskaffes efter endt levetid.

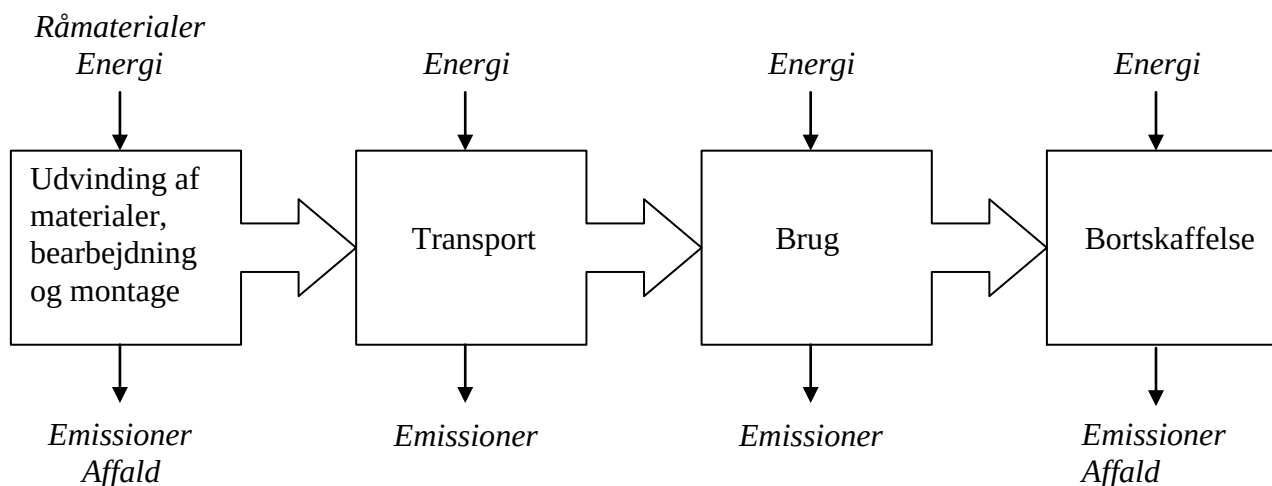


Fig. 2: Produktets livsforløb, skematisk

Så udarbejdes en opgørelse over miljøpåvirkningerne ud fra dataindsamlingen. Her skaffer man sig et overblik over de mulige miljøpåvirkninger ved de forskellige faser i produktets livsforløb. Denne opgørelse kan laves manuelt ved hjælp af databaser og tabeller (se s. 20), men i praksis bruges specielt udviklet software: *EcoScan*, *SimaPro*, *GaBi4*.

Til slut skal de vidt forskellige miljøpåvirkninger normaliseres og vægtes i forhold til hinanden for at kunne foretage en vurdering. Hvis formålet med at lave LCA'en var at optimere produktet, kan det nu vurderes, hvor den største miljøpåvirkning er og derudfra finde alternativer: er belastningen størst ved fremstillingen, skal der overvejes andre materialer eller processer, er belastningen størst ved transporten, skal der overvejes anden emballage eller transportform, er belastningen størst ved brug af produktet (typisk energiforbrug) skal der måske findes alternative produkter.

Hvis formålet var at sammenligne forskellige produkter, kan det nu ses hvilke miljøpåvirkninger de forskellige produkter har og hvilket produkt der har den mindste, samlede miljøpåvirkning. Men pas på! En LCA er som tidligere nævnt *ikke* den endegyldige og totale sandhed, men et beslutningsgrundlag. Der kan udarbejdes forskellige LCA'er for de samme produkter med markant forskellige resultater, afhængig af hvem der laver dem og dermed foretager afgrænsningerne og vælger software og databaser.

Udregning af miljøpåvirkninger (princip)

Et typisk eksempel på hvilke miljøpåvirkninger der indgår i en LCA er vist på Fig. 3. Det ses at en given miljøpåvirkning kan skyldes flere forskellige stoffer (f.eks. drivhuseffekt: enten CFC-gasser eller CO₂). Der vælges derfor et referencestof for hver påvirkning (Tabel 1), som øvrige stoffer med samme virkning så omregnes til. (OBS: eksemplet er stærkt simplificeret og viser langt fra alle stoffer, der giver de viste miljøpåvirkninger).

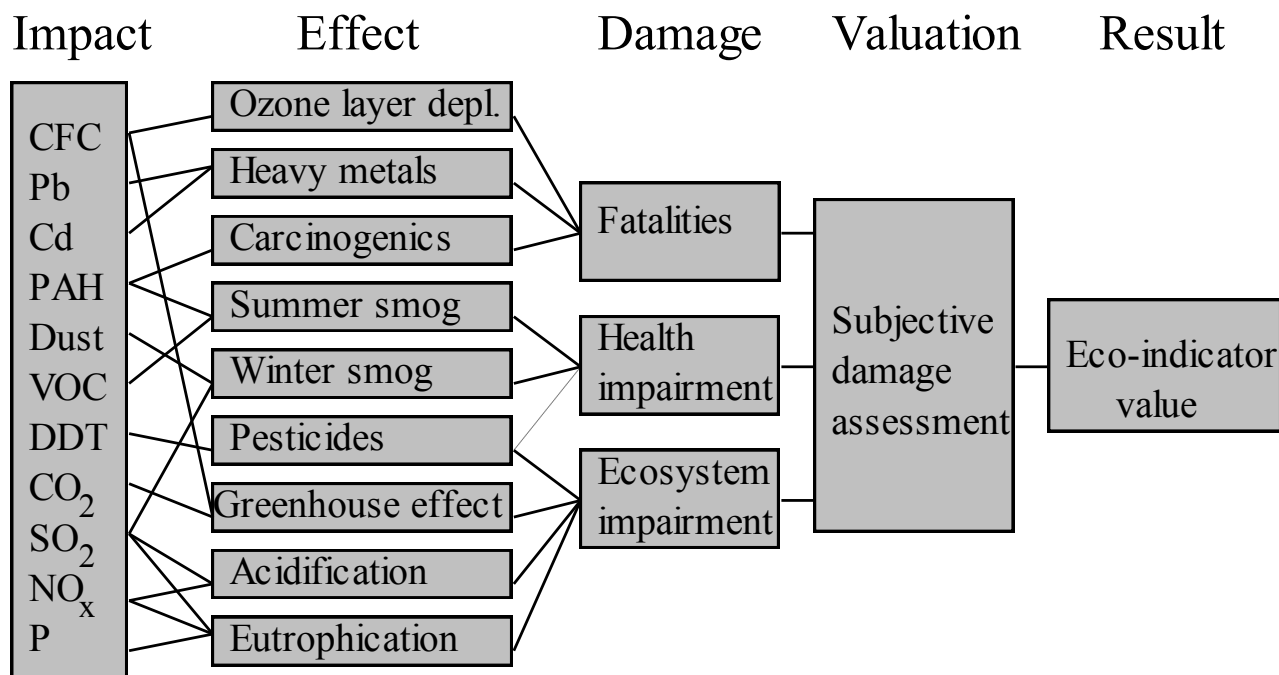


Fig. 3: Oversigt over stoffer og skadevirkninger (litt. 4)

Miljøpåvirkning	Referencestof
Global opvarmning	kg CO ₂
Ozonlagsnedbrydning	kg CFC 11
Forsuring	kg SO ₂
Næringssaltforurening	kg phosphat
Tungmetaller	kg Pb
Pesticider	kg aktivt stof
Kræftfremkaldende stoffer	kg PAH
Vinter smog	kg SO ₂
Sommer smog	kg ethylen

Tabel 1: Referencestofferne for de væsentligste miljøpåvirkninger (litt. 4)

Eksempel 3.1: Beregning af miljøpåvirkning, drivhuseffekt

Ved fremstilling af et produkt er bl.a. beregnet et udslip til atmosfæren på 0,1 kg metan og 1 kg CO₂. Begge disse stoffer er drivhusgasser, der bevirker global opvarmning. Referencestoffet for global opvarmning er CO₂, der derfor har GWP = 1 (Global Warming Potential).

Metan har GWP = 25 svarende til at 1 kg metan har samme virkning som 25 kg CO₂. Den samlede drivhuseffekt ved fremstilling af produktet bliver så:

$$(0,1 \times 25) + (1 \times 1) = 3,5 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter}$$

Eksempel 3.2: Beregning af miljøpåvirkning, sommer smog

De 0,1 kg metan medvirker også til smogdannelse. Her er referencestoffet ethylen med potentialet POCP = 1 (Photochemical Ozone Creation Potential), og metan har POCP = 0,007 svarende til at 1 kg metan har samme virkning som 0,007 kg ethylen.

Smogdannelsen ved fremstilling af produktet bliver:

$$0,1 \times 0,007 = 0,0007 \text{ kg ethylen-ækvivalenter}$$

Disse miljøpåvirkninger skal så lægges sammen, men de har ikke samme enhed. Hvad er værst - 3,5 kg CO₂ eller 0,0007 kg ethylen? Det kan ikke sammenlignes umiddelbart, så værdierne normaliseres og vægtes. Normaliseringen består i at de beregnede ækvivalenter sættes i forhold til den samlede, årlige belastning pr. person i området. Det er f.eks. beregnet, at den samlede udledning af stoffer der giver drivhuseffekt svarer til 8.700 kg CO₂-ækvivalenter pr. person pr. år. Lignende værdier findes for de øvrige miljøpåvirkninger og deres referencestoffer.

Eksempel 3.3: Normalisering

Den beregnede værdi på 3,5 kg CO₂-ækv. sættes i forhold til den årlige belastning pr. person:

$$\frac{3,5}{8.700} \times 1000 = 0,402 \text{ mPE (milliPersonÆkvivalenter)}$$

På samme måde normaliseres værdien for smogdannelse:

$$\frac{0,0007}{20} \times 1000 = 0,035 \text{ mPE}$$

Værdierne siger nu noget om hvor meget der udledes ved denne produktion i forhold til den samlede udledning, men kan dog stadig ikke lægges sammen eller sammenlignes, da miljøpåvirkningerne jo er vidt forskellige. De skal vægtes, og én metode til at dette er at gange med en vægtningsfaktor, der beregnes som forholdet mellem den faktiske og den ønskede udledning. Den ønskede udledning er her et politisk besluttet mål.

Eksempel 3.4: Vægtning

Den faktiske udledning af drivhusgasser var i 1990 $4,59 \times 10^{10}$ ton CO₂-ækvivalenter og det blev i løbet af 1990'erne besluttet på internationale miljøkonferencer at nedsætte dette til $3,69 \times 10^{10}$ ton i 2000. Disse værdier har bl.a. været brugt til beregning af vægtningsfaktoren.

$$VF = \frac{4,59}{3,69} = 1,3$$

For smogdannelsen er vægtningsfaktoren beregnet på samme måde 1,2. De endelige værdier for miljøpåvirkningerne bliver så:

Drivhusvirkning: $0,402 \times 1,3 = 0,523$ mPE

Smogdannelse: $0,035 \times 1,2 = 0,042$ mPE

I alt 0,565 mPE

Afhængig af formålet med LCA'en kan dette tal søges nedbragt ved at vælge andre materialer eller processer med mindre udledning af f.eks. metan, eller det kan sammenlignes med værdien for et andet produkt, beregnet på samme måde.

Denne metode er et typisk eksempel på hvordan miljøpåvirkningerne kan udregnes. Der findes andre, men princippet er det samme: opgørelse over materialer og processer, udregning af ækvivalenter, normalisering og vægtning. Der kan derimod være store forskelle afhængig af hvilke databaser og tabeller der bruges ved beregningerne. Desuden medregnes forbrug af ressourcer og arbejdsmiljøpåvirkninger i meget forskelligt omfang i de forskellige beregningsmetoder.

Databaserne og tabellerne er udarbejdet således at man ud fra materialetype, mængde og forarbejdningsprocesser umiddelbart kan aflæse den normerede og vægtede belastning – det er altså (heldigvis) ikke nødvendigt hver gang at udføre alle de beregninger og overvejelser, der er beskrevet her.

Eksempel på LCA

Her gennemgås et simpelt eksempel på en LCA for en mindre stempelpumpe (Fig. 4).

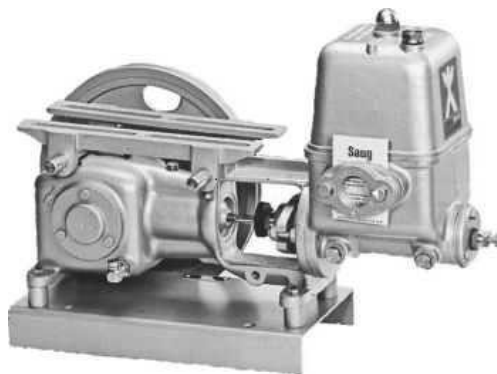


Fig. 4: Speck PM10 stempelpumpe

Første trin er at fastlægge *formålet* med LCA'en. Det er i dette tilfælde:

At bestemme miljøpåvirkningen ved fremstilling, transport, brug og bortskaffelse, for derefter at undersøge mulighederne for at nedbringe denne.

Desuden foretages *afgrænsningen*. Der er valgt kun at se på pumpen, og kun på fremstilling, transport fra fremstillingssted til opsætningssted, brug af pumpen i 10 år og bortskaffelse med størst mulig genanvendelse af materialer. Der ses altså bort fra f.eks. elmotor, transmission, opstilling og reparation under brug for ikke at gøre LCA'en for stor og uoverskuelig i første omgang.

Så skal der laves en *opgørelse* over materialer og mængder: pumpen adskilles (Fig. 5), materialerne sorteres efter typer og vejes. Resultatet af opgørelsen er vist i Tabel 2.

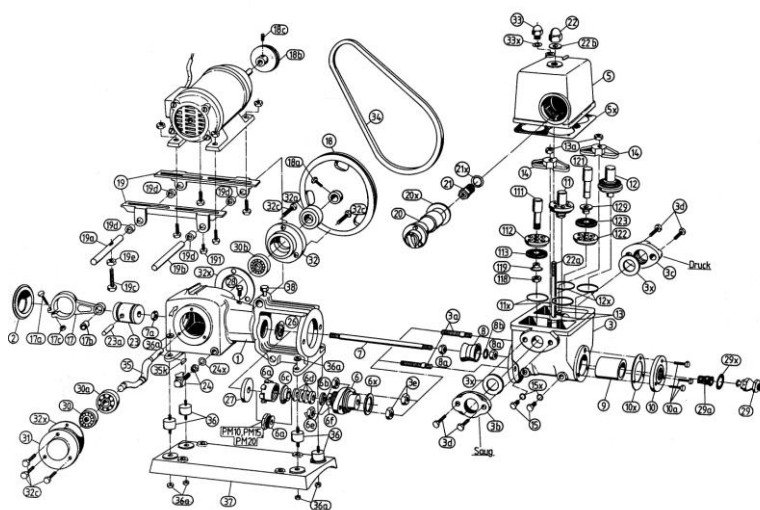


Fig. 5: Styktegning af pumpe

	Støbejern	Stål	Rustfr.stål	Messing	Gummi
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Pumpehus, underpart	5.955				
Pinbolte i pumpehus		75			
Ventilenheder				368	20
Ventilåg	480				
Dæksel til pumpehus	120				
Bolte ialt		16		91	
Pakninger					49
Stempelstang			75		
Flange	450				
Pumpehus, overpart	4.000				
Vindkedel		2.800			
Div. møtrikker og		100		63	
I alt	11.005	2.991	75	522	69

Tabel 2: Opgørelse over materallemængder

Desuden opgøres hvilke processer de forskellige materialer har gennemgået (støbning, fræsning, svejsning osv). Bemærk at der her indgår en del gætteri, med mindre fremstillingsprocessen er fuldstændig kendt, og at der laves tilnærmelser og udeladelser selv når den er kendt. Formålet med opgørelsen er ikke at finde et 100% ”rigtigt” resultat, men at fremstille et *beslutningsgrundlag*, jf. det ovenfor nævnte formål med LCA’en. For stempelpumpen skitseres processerne for de forskellige materialer som vist på Fig. 6.

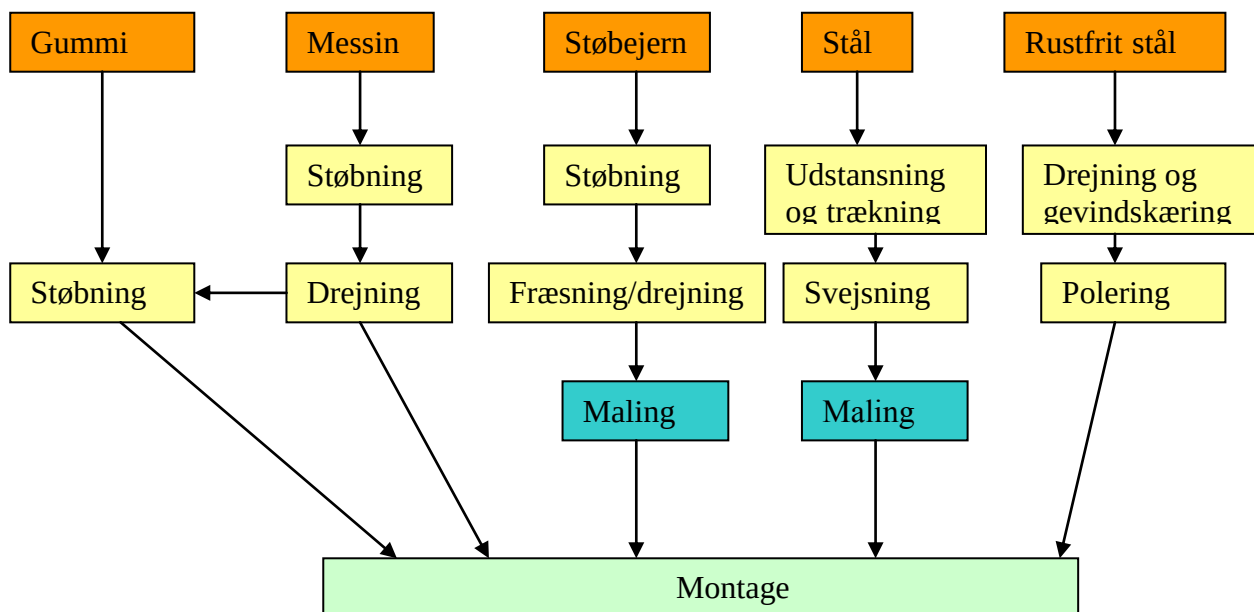


Fig. 6: Materialer og processer

Nu kan miljøpåvirkningen findes ved opslag i tabeller eller ved hjælp af det nævnte software. Her er væsentligst brugt tabeller fra softwaren *Ecscan*, hvor der f.eks. er en tabel for miljøpåvirkning ved fremstilling af forskellige råvarer, angivet som millipoint pr. kg, værdier der er udregnet på samme måde som de før nævnte mPE.

Det er en meget overordnet tabel, der angiver gennemsnitsværdier for grupper af materialer. Inden for de enkelte grupper (f.eks. rustfrit stål) er der store variationer, og hvis man ønsker større nøjagtighed må værdierne findes i andre tabeller (se litteraturliste side). I dette tilfælde er eksempelvis værdien for udvinding af støbejern anslået til at være et sted mellem værdierne for stål og genbrugsstål.

Forarbejdningsprocesserne for råvarerne giver også miljøpåvirkning, også her er brugt grove, overskuelige tabeller med gennemsnitsværdier. Umiddelbart kan der ikke i tabellerne findes værdier for maling af komponenterne, så det udelades i første omgang – hvis det så senere vurderes at denne proces skal medregnes må der søges mere efter oplysninger, men foreløbig antages at tidsforbruget ved at finde oplysningerne ikke står i rimeligt forhold til relevansen af dem.

Det samlede resultat fremgår af *Tabel 3*.

Materiale	Proces	Kg	mPt/kg	mPt	Bemærkninger
Støbejern	Udvinding	13	2	26,00	Anslået værdi
	Fræsning	1	0,42	0,42	
EPDM-gummi	Ekstrusion	0,069	4,1	0,28	
Stål	Udvinding	3	4,3	12,90	
	Trækning	3	0,58	1,74	
	Svejsning	500	0,0074	3,70	Svejsesøm regnet lig 500 punktsvejsninger
Rustfrit stål	Udvinding	0,1	17	1,70	
	Drejning	0,025	0,42	0,01	
Messing	Udvinding	0,6	125	75,00	Anslået værdi
	Drejning	0,078	0,12	0,01	Værdi for aluminium er brugt
I alt		15		<u>121,76</u>	

Tabel 3: Opgørelse af miljøpåvirkning ved fremstilling af pumpen

Næste fase i pumpens livsforløb er transport fra fremstillingssted til opsætningssted. Pumpen fremstilles i Sydtykland og skal monteres i et skib i Danmark, så der regnes med lastbiltransport.

Den færdige pumpe vejer 15 kg og skal transporteres 1200 km, svarende til $0,015 \times 1200 = 18$ ton·km. Ifølge er miljøpåvirkningen ved lastbiltransport 0,34 mPt/(ton·km), så den samlede belastning ved transporten bliver $18 \times 0,34 = \mathbf{6,12\ mPt}$.

Så regnes der på miljøpåvirkning ved brug af pumpen: der er opgivet en gennemsnitlig drifttid på 1,15 timer pr. døgn, optaget el-effekt 236 W, og der regnes som nævnt med 10 års levetid. Det giver

et samlet elforbrug i pumpens levetid på $236 \times 1,15 \times 365 \times 10 = 990.600 \text{ Wh} = 991 \text{ kWh}$.
Fremstilling af el giver en belastning på 0,67 mPt/kWh, i alt $991 \times 0,67 = \underline{\underline{664 \text{ mPt}}}$.

Efter endt brug skal pumpen bortskaffes, og her regnes med størst mulig genbrug af materialer, dvs. pumpen demonteres, adskilles så meget at materialerne så vidt muligt kan sorteres. Opgørelsen fremgår af *Tabel 4*, hvor belastningsværdierne for genbrug er fundet som "process emissions" i tabellen side 20.

Materiale	[kg]	Metode	[mPt/kg]	[mPt]
Støbejern	11	Genbrug som stål	0,8	8,8
Stål	3	Genbrug som stål	0,8	2,4
Rustfrit stål	0,075	Genbrug som stål	0,8	0,1
Messing	0,509	Genbrug	22	11,2
Messing	0,013	Forbrænding	-16	-0,2
Gummi	0,069	Forbrænding	1,8	0,1
I alt				<u>22,4</u>

Tabel 4: Miljøpåvirkning ved bortskaffelse af materialer

Det var alt! Nu er miljøpåvirkningen ved fremstilling, transport, brug og bortskaffelse af pumpen opgjort og kan vises grafisk (*Fig. 7*).

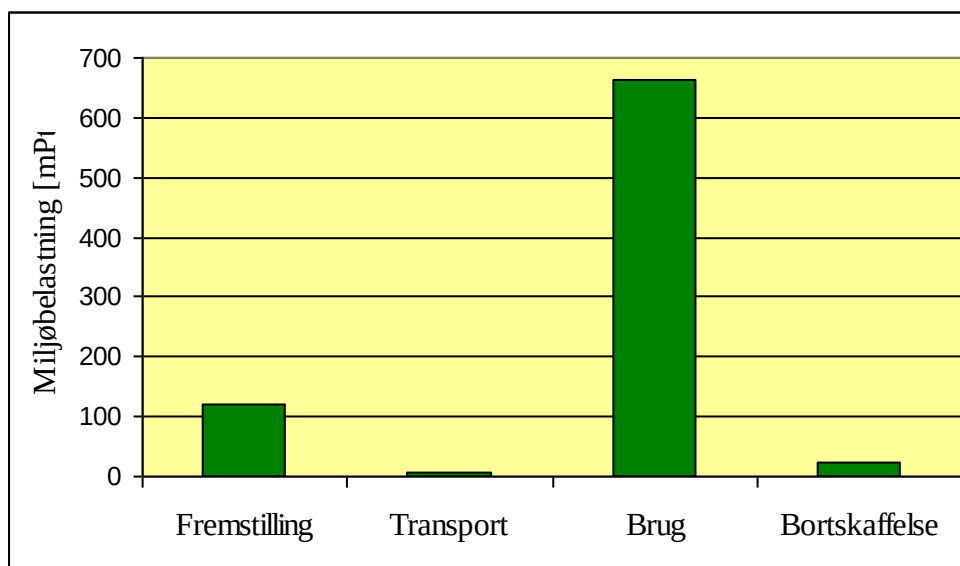


Fig. 7: Miljøpåvirkning i pumpens livsforløb

Til slut *vurdering* af resultatet. Transport og bortskaffelse giver - sammenlignet med fremstilling og brug - ubetydelige belastninger, så dem gøres der ikke mere ved. Den klart største belastning

kommer ved brug af pumpen, og denne beregning er rimelig sikker. Belastningen ved fremstilling er behæftet med voldsomme usikkerheder, men selv om de anslåede værdier i *Tabel 4* for eksempel fordobles er belastningen stadig langt mindre end ved brug (prøv selv at regne efter). Det var altså i dette tilfælde ikke nødvendigt at lave en mere nøjagtig beregning.

Formålet med denne LCA er at søge miljøpåvirkningen nedsat, og resultaterne viser klart at der skal ses på pumpens driftfase: energiforbruget under drift skal søges nedbragt. Der kan overvejes ændringer i anlægget så pumpen kan undværes eller effektbehovet mindskes, mere energieffektiv drift af pumpen, pumpetype med højere virkningsgrad... find selv på flere muligheder. Hvad der i praksis kan lade sig gøre afhænger selvfølgelig af hvad det er for et anlæg pumpen sidder i, så uden yderligere oplysninger om dette kommer vi ikke videre.

Hvis det så viser sig umuligt at nedbringe miljøpåvirkningen ved brug, kan belastningen ved fremstilling eventuelt søges nedbragt. Det fremgår af *Tabel 3* at den største belastning kommer fra det anvendte messing, så første idé må være at finde et alternativt materiale med tilsvarende egenskaber. Det kan også her være et argument, at bortskaffelsen af pumpen lettes hvis den består af så få forskellige materialetyper som muligt, så det vil være nærliggende at søge efter en ståltype til erstatning for messing. Alternativt kan der søges efter en anden messinglegering med mindre miljøpåvirkning. Materialevalg er imidlertid en omfattende disciplin, der ikke skal behandles nærmere her.

Sammenfatning

En livscyklusvurdering er et værktøj, der kan tilvejebringe et beslutningsgrundlag. Beslutningerne der skal tages kan være: ”hvad skal der gøres for at nedbringe et produkts miljøpåvirkning i dets levetid?” eller ”hvilket af flere produkter med samme funktion har mindst miljøpåvirkning?”

Fremgangsmåden ved udarbejdelse af LCA er:

- Opstilling af formål og afgrænsning
- Opgørelse over produktets input og output i alle livsfaser
- Bestemmelse af miljøpåvirkning
- Vurdering og fortolkning af resultater

Beregningerne laves typisk ved hjælp af software, men kan for simple produkter laves manuelt.

Sammenligning af værdier fra forskellige LCA'er kan kun foretages hvis de er lavet med samme beregningsmåde.

Det er som regel ikke nødvendigt at lave særlig nøjagtige beregninger i første omgang. Resultaterne vil vise hvilke beregninger der eventuelt bør gøres mere nøjagtige (og det er som regel ikke særlige mange).

Litteratur

1. K. Pommer m.fl.: Håndbog i miljøvurdering af produkter, Miljønyt 58/2001 (Miljøstyrelsen, www.mst.dk)
2. Håndbog i Livscyklusvurdering (Green Network, Vejle Amt 1999, www.greennetwork.dk)
3. E. Hansen: Status for LCA i Danmark 2003 (Miljøstyrelsen, 2004)
4. M. Goedkoop m.fl.: The Eco-indicator 95 Manual for Designers (http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/Backgr/bi_frame.htm)
5. H. Kærsgaard/K. B. Lauritsen: Menneske, Miljø og Ledelse (Centrum, 1999)
6. DS/EN ISO 14040-43, Livscyklusvurdering (Dansk Standard, 1997-2000)
7. Materialedatabase med specifikationer, bl.a. samlet miljøpåvirkning, findes f.eks. på www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm
8. www.lca-center.dk, videnscenter for LCA (beskrivelser, cases, PC-værktøjer)

Software

EcoScan (www.ecoscan.nl)

SimaPro (www.pre.nl)

GaBi (www.lca.dk)

Eksempler på anvendelse af LCA

Grundfos, pressemeddelelse:

Miljøindsats betaler sig

Der er gode penge i en konsekvent miljøindsats. Det er den erfaring, som Grundfos har gjort, og som dokumenteres i Miljøredegørelsen for 1999. Her et par eksempler på væsentlige besparelser opnået i forhold til 1996, da Grundfos begyndte miljørapporteringen:

- Elforbruget er reduceret med 11 pct. - besparelse i 1999: 4,5 mio. kr.
- Varmeforbruget er nedsat med 35 pct. - besparelse i 1999: 3,6 mio. kr.
- Vandforbruget er faldet med 37 pct. - besparelse i 1999: 2 mio. kr.
- Indholdet af olie og fedt i spildevand, der ledes ud, er reduceret med 43 pct.
- Indholdet af tungmetaller i spildevand er blevet 51 pct. mindre fra 1998 til 1999 - besparelse 150.000 kr.
- Kemikalieaffald er reduceret med 44 pct. eller 252 tons - besparelse i 1999: 340.000 kr.
- Ulykkesbetinget fravær er faldet 3,6 timer pr. 1000 arbejdstimer til 2,4 timer - besparelse i 1999: 773.900 kr.

De opnåede besparelser er på over 11 mio. kr.

Grundfos har på en række områder sat nye mål for yderligere reduktioner, ligesom der i virksomhedens produktudvikling indgår **livscyklusvurderinger** og vurdering af miljøpåvirkningen omkring materialeforbrug, energiforbrug i brugsfasen samt miljørigtig bortskaffelse af pumperne efter endt brug.

Den største miljøpåvirkning generelt er energiforbruget til pumpens drift. Derfor har Grundfos sat som mål, at mindst 80 pct. af de nye produkter, der udvikles i perioden frem til år 2003, skal som minimum have et elforbrug, der er 5 pct. mindre end i den tidligere model.

Alle nye produkter, der udvikles i perioden frem til 2003, skal som minimum have et materialeforbrug, der er 3 pct. mindre end i den tidligere model.

Inden år 2003 skal der udarbejdes bortskaffelsesvejledning for samtlige produkttyper i Grundfos.

Med venlig hilsen
GRUNDFOS Management A/S

ABB, uddrag af hjemmeside

Ett viktigt mål för ABB är att förbättra produkters och tjänsters prestanda och samtidigt minimera miljöpåverkan över hela livscykeln. För att genomföra detta använder ABB livscykelanalyser (LCA) och miljövarudeklarationer (EPD).

Livscykelanalys, LCA

ABB började arbetet med LCA under första halvan av 1990-talet och ett flertal LCA-studier har genomförts. Erfarenheten visar att användning av LCA initierar produkt- och processförbättringar som ger mindre miljöpåverkan. LCA av ABB:s produkter visar att energianvändning och energiförluster under användningen orsakar den i särklass största andelen av deras miljöpåverkan

LCA är idag integrerat i produktutvecklingsprocessen. ABB har webbaserade hjälpmedel inom området produkter och miljö som alla ABB:s medarbetare har tillgång till.

Philips, beskrivelse fra www.lca.dk

Philips EcoDesign program involverer alle faser af et produkts livscyklus - lige fra produktion over forbrug til bortskaffelse.

Kernen i programmet er, at hver ny generation af produkter skal belaste miljøet mindre end dets forgænger i de såkaldte grønne fokusområder.

EcoDesign programmet kræver fokus på følgende seks områder når produktet udvikles:

- Energiforbrug 
- Pakning 
- Giftige kemikalier 
- Vægt 
- Genanvendelse 
- Holdbarhed 

Hver af områderne er kendetegnet ved et mærke, som hvert nyt eller forbedret produkt får påført, såfremt det inden for det område er blevet forbedret i forhold til dets forgænger eller i visse tilfælde gennemsnittet af tilsvarende konkurrerende produkter



Philips DECT 525 telefon har været gennem EcoDesign programmet, og bruger nu 54% mindre energi og 14% mindre pakning end gennemsnittet af tilsvarende konkurrerende produkter. Derudover er den 33% lettere og er forbedret 12% på genanvendelsesområdet. Dvs. telefonen kan nu mærkes med 4 af EcoDesign programmets mærker.

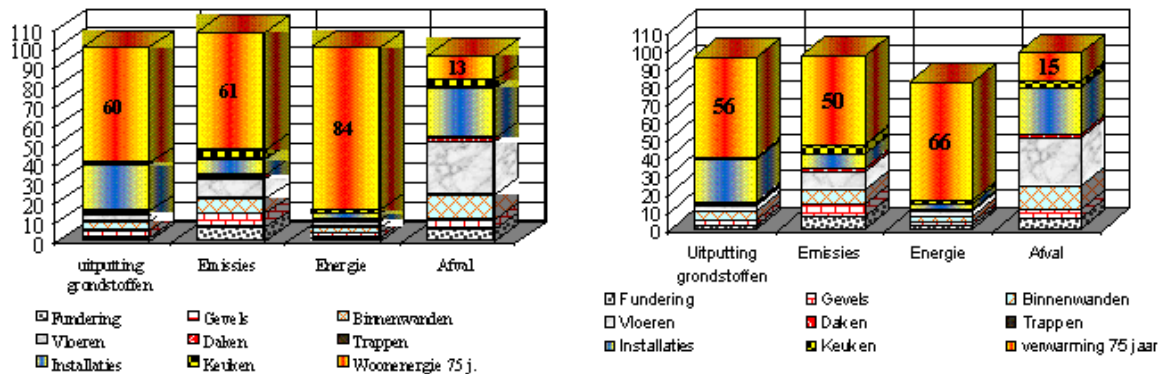
LCA en MRPI

Om de milieueffecten van gebouwen te kunnen bepalen, is echter wel informatie nodig over de milieueffecten van de materialen. Die milieueffecten worden bepaald met zogenaamde LCA's, een Levens Cyclus Analyse voor een materiaal.

De gegevens uit een dergelijk onderzoek kunnen door de fabrikant worden gepresenteerd volgens een gestandaardiseerde methode, MRPI, wat staat voor MilieuRelevante Product Informatie. Sinds september 2004 is NEN 8006 beschikbaar waarin staat vermeld hoe een LCA voor een bouwproduct moet worden uitgevoerd en hoe de resultaten moeten worden gepresenteerd in MRPI. Voor de bepaling van de milieueffecten van gebouwen zijn al een aantal jaren twee rekenprogramma's op de markt: Ecoquantum, voornamelijk gericht op woningbouw en Greencalc, voor utiliteitsbouw.

Een aantal gemeenten en organisaties hanteert deze programma's voor de inhoudelijke vergelijking van projecten.

Rockwool heeft voor al haar producten een LCA opgesteld. De resultaten zijn te vinden via EcoLink.



Materialen en bouwproducten vormen slechts 15% van de totale milieubelasting van een woning.

De overige 85% wordt veroorzaakt door de bewoning: verwarming, warm water, verlichting en ventilatie. De werkelijke milieubelasting van een bouwwerk wordt natuurlijk gevormd door de optelsom van bouwen en wonen.

Die totale milieubelasting bepaalt of het ontwerp meer of minder belastend is voor het milieu.

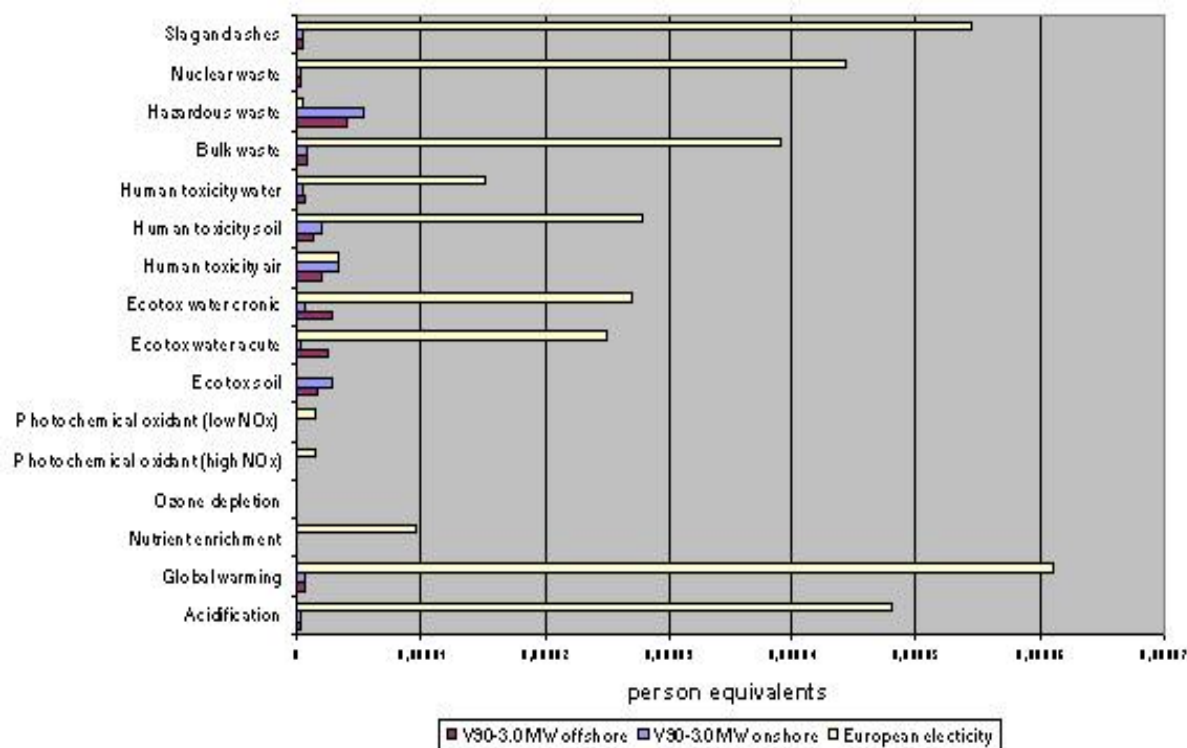
Met een computerprogramma als EcoQuantum kan die totale milieubelasting uitgerekend worden.

Daartoe zijn echter milieugegevens op productniveau noodzakelijk. Zij vormen de bouwstenen voor de bepaling van de milieubelasting van een gebouw.

Vestas, uddrag af LCA for specifik vindmølletype

Environmental impact from a V90-3.0 MW offshore wind turbine and average European electricity generation.

Vestas has prepared a life cycle assessment (LCA) of a V90-3.0 MW. The LCA compares environmental impacts from electricity generated by a V90-3.0 MW offshore turbine with that stemming from average European electricity generation. An example of an environmental impact is global warming, which among other things is due to the emission of CO₂.



The figure shows environmental impacts divided by the various effects on the environment. In all these "effect categories", the wind turbine produces only minimal effects in relation to those stemming from average European electricity generation. The most significant aspects for a wind turbine are linked to the relatively high consumption of steel. The extraction and manufacture of steel are the processes that have the greatest impact on the environment, whereas Vestas' production activities are of less significance. The challenge for Vestas is therefore to minimise material consumption while simultaneously improving the efficiency of energy generation by the turbine.

Eksempel på materialedata (fra Idemat)

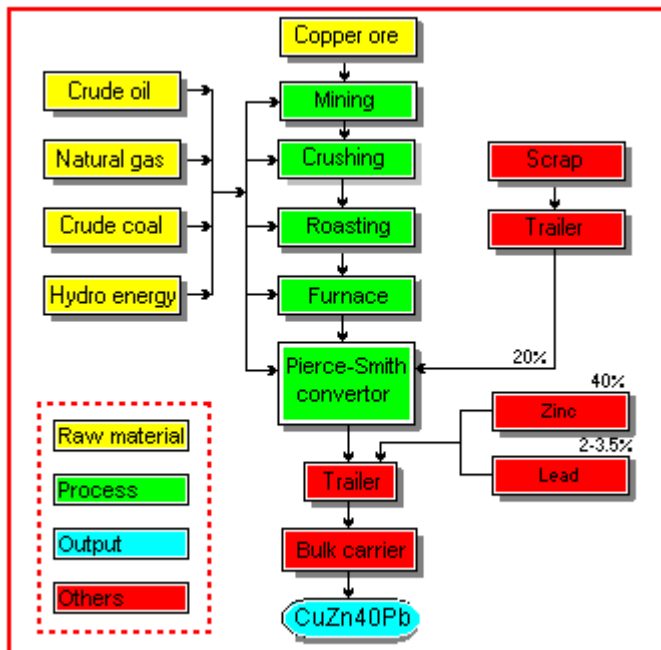
CuZn40Pb3 (brass)

Properties

Environmental data

Category	Type	Functional unit
Metals non ferro	Copper (wrought)	kg

Process chart



Eco-indicator '95

94.1 mPt

Quality of environmental data

Reliability	3
completeness	4

5 = Excellent
4 = High
3 = Average
2 = Low
1 = Poor

Environmental remarks

Considerable differences appear in practice. Therefore we used the energy requirements of winning in open mines and smelting in the main producing countries US and Chile as basis. The sulfidic ore has a copper content of 0,6%. There is also a wide spread in the emission of SO₂ during the refinery process. This reaches from 38 gram/kg Cu to 3500 gram/kg Cu, with an average of 1060gram / kg Cu. Often the reclaimed SO₂ is used for the production of sulphuric acid. The world average scrap percentage is 20%.



The TU Delft cannot be help legally responsible for problems related to the use of this data.

© Delft University of technology.

Tabeller fra "The Eco-Indicator 95 Manual for designers"

Production of metals (in millipoints per kg)		
	Indicator	Description
Secondary aluminium	1.8	made completely from secondary material (not easy to obtain!)
Aluminium	18	containing an average of 20% recycled material
Copper, primary	85	primary electrolytic copper from relatively modern American factories
Copper, 60% primary	60	normal proportion secondary and primary copper
Secondary copper	23	100% sec. copper, (not easy to obtain!)
Other non-ferrous metals	50-200	estimate for zinc, brass, chromium, nickel etc.; lack of data
Stainless steel	17	sheet material, grade 18-8, 1 mm thickness
Secondary steel	1.3	block material made from 100% scrap
Steel	4.1	block material with average 20 % scrap
Sheet steel	4.3	cold-rolled sheet with average 20% scrap

Processing of steel (in millipoints)		
	Indicator	Description
Bending steel	0.0021	one sheet of 1 mm over width of 1 metre; straight angle
Bending stainless steel	0.0029	one sheet of 1 mm over width of 1 metre; straight angle
Cutting steel	0.0015	one sheet of 1 mm over width of 1 metre
Cutting stainless steel	0.0022	one sheet of 1 mm over width of 1 metre
Pressing and deep-drawing	0.58	per kilo deformed steel, do not include non-deformed parts!
Rolling (cold)	0.46	per pass, per m ²
Spot-welding	0.0074	per weld of 7 mm diameter, sheet thickness 2 mm
Machining	0.42	per kilo machined material ! (turning, milling, boring)
Machining	0.0033	per cm ³ machined material ! (turning, milling, boring)
Hot-galvanising	17	per m ² , 10 micrometres, double-sided; data fairly unreliable
Electrolytic galvanising	22	per m ² , 2.5 micrometres, double-sided; data fairly unreliable
Electroplating (chrome)	70	per m ² , 1 micrometre thick; double-sided; data fairly unreliable

Processing of aluminium (in millipoints)		
	Indicator	Description
Blanking and cutting	0.00092	one sheet of 1 mm over width of 1 metre
Bending	0.0012	one sheet of 1 mm over width of 1 metre
Rolling (cold)	0.28	per pass, per m ²
Spot-welding	0.068	per weld of 7 mm diameter, sheet thickness 2 mm.
Machining	0.12	per kilo machined material ! (turning, milling, boring)
Machining	0.00033	per cm ³ machined material ! (turning, milling, boring)
Extrusion	2.0	per kilogram

Production of plastic granulate (in millipoints per kg)		
	Indicator	Description and explanation of score
ABS	9.3	high energy input for production, therefore high emission output
HDPE	2.9	relatively simple production process
LDPE	3.8	score possibly flattered by lack of CFC emission
PA	13	high energy input for production, therefore high emission output
PC	13	high energy input for production, therefore high emission output
PET amorphous	7.1	used for fibres and foil
PET bottle grade*	7.4	used for bottles
PP	3.3	relatively simple production process
PPE/PS	5.8	a commonly used blend, identical to PPO/PS
PS rigid foam	13	block of foam with pentane as blowing agent (causes smog)
PS high impact (HIPS)	8.3	high-impact polystyrene
PUR flexible block foam*	5.9	for furniture, bedding, clothing, leisure goods (water blown)
PUR rigid foam*	8.4	in white goods, insulation, construction materials (pentane blown)
PUR semi-rigid foam*	6.9	used in dashboards (pentane blown)
PUR energy absorbing*	8.7	bumpers (pentane blown)
PVC	4.2	calculated as pure PVC, without addition of stabilisers or plasticizers
PVDC*	9.1	for thin coatings, calculated without stabilisers and other additives

Processing of plastics (in millipoints)		
	Indicator	Description
Injection moulding general	0.53	per kilo material, may also be used as estimate for extrusion
Inject. Mould. PVC & PC	1.1	per kilo material, may also be used as estimate for extrusion
RIM, PUR	0.30	per kilo material
Extrusion blowing PE	0.72	per kilo, for bottles and such like
Vacuum forming	0.23	per kilo
Vacuum pressure forming	0.16	per kilo
Calendering of PVC	0.43	per kilo
Foil blowing PE	0.030	per m ² , thin foil (for bags)
Ultrasonic welding	0.0025	per metre weld length
Machining	0.00016	per cm ³ machined material

Production of rubbers and elastomers (millipoints per kg)		
	Indicator	Description
Raw natural rubber*	1.5	dried en baled natural rubber from latex, for vulcanisation
Natural rubber product*	4.3	vulcanised with 28% carbon black; used for truck tyres
SBR product*	5.6	vulcanised with 26% carbon black; used for car tyres
EPDM product*	4.1	vulcanised with 32% carbon black; used for profiles

Production of other materials (in millipoints per kg)

	Indicator	Description
Glass	2.1	57% secondary glass
Glass wool and glass fibre	2.1	for isolation and reinforcement
Rockwool	4.3	score is largely determined by carcinogenic substances
Ceramics	0.47	simple applications, e.g. sanitary fittings etc.
Cellulose board	3.4	this material is particularly used in dashboards
Paper	3.3	chlorine-free bleaching, normal quality
Recycled paper	1.5	unbleached, 100% waste paper
Wood	0.74	wood from Europe, sawn into planks, without preservatives
Cardboard	1.4	corrugated cardboard made from 75% waste paper

Production of energy (in millipoints)

	Indicator	Description
Electricity high voltage	0.57	per kWh, for industrial use
Electricity low voltage	0.67	per kWh, for consumer use (230V)
Heat from gas (MJ)	0.063	per MJ heat
Heat from oil (MJ)	0.15	per MJ heat
Mechanical (diesel, MJ)	0.17	per MJ mechanical energy from a diesel engine

Transport (in millipoints)

	Indicator	Description
Truck (28 ton)	0.34	per ton kilometre, 60% loading, European average
Truck (75m ³)	0.13	per m ³ km, 60% loading, European average
Train	0.043	per ton kilometre, European average for diesel and electric traction
Container ship	0.056	per ton kilometre, fast ship, with relatively high fuel consumption
Aircraft (continental)*	1.7	per kg !, with continental flights the distance is not relevant
Aircraft (intercontinental)*	0.81	per ton kilometre

Waste processing and recycling (in millipoints per kg)				
Fraction	Indicator	Notes		
Incineration (in modern waste incinerator with heat recovery and flue-gas treatment)				
Glass	0.89	almost inert material on incineration		
Ceramics	0.020	almost inert material on incineration		
Plastics and rubber	1.8	plastics contain heavy metals, but also have a high energy yield		
PVC	6.9	PVC contains heavy metals and has a relatively low energy yield		
Paper and cardboard	0.56	heavy metals (ink) are dominant, energy yield is relatively high		
Steel and iron	1.8	70% is recovered from slag, particularly larger pieces		
Aluminium*	-7	30% recovery from slag, not valid for very thin materials		
Copper*	-16	30% recovery from slag, not valid for very thin materials		
Landfill (in modern landfill site with percolation water treatment and dense base)				
Glass	0	almost inert material on a landfill		
Ceramics	0.027	almost inert material on a landfill		
Plastics and rubber	0.035	0.1 % of all heavy metals released		
PVC	0.077	0.1 % of all heavy metals released		
Paper and cardboard	0.16	10% of all heavy metals (mainly in ink) released		
Steel and iron	0.80	small proportion (ca. 1%) of heavy metals released		
Aluminium*	0.003	mainly due to contaminants		
Copper*	4.6	0.1 % of copper released		
Recycling (note: these values cannot be used for recycling of secondary material)				
	total	process emissions*	avoided emissions*	Total score is split into a score for the recycling process and avoided product
Glass	-1.5	0.5	-2	recycling avoids glass production
Ceramics				no usefull recycling possible
Plastics (PP and PE)	-0.46	2.2	-2.66	if not mixed with other plastics
Engineering plastics*	-3 - 9.5	2.2	-5.7- -11.7	avoided emission is 90% of production
PVC	-1.6	2.2	-3.8	if not mixed with other plastics
Paper and cardboard	-1.8	0.2	-2	recycling avoids pulp production
Steel and iron	-2.9	0.8	-3.7	recycling avoids pig iron production
Aluminium*	-13	2	-15	85% aluminium recovery
Copper*	-35	22	-58	96% copper recovery
Municipal waste (processing of waste by average Dutch municipality)				
Glass	0.35	37% incinerated, 63% landfilled		
Ceramics	0.041	37% incinerated, 63% landfilled		
Plastics and rubber	0.69	37% incinerated, 63% landfilled		
PVC	2.6	37% incinerated, 63% landfilled		
Paper and cardboard	0.33	37% incinerated, 63% landfilled		
Steel and iron	1.2	37% incinerated, from which 70% is recovered, 63% landfilled		
Aluminium*	-3	37% incinerated (30% recovery), 63% landfilled		
Copper*	-2.6	37% incinerated (30% recovery), 63% landfilled		
Household waste (same, but with average separation by consumer (e.g. glass and pa				
Glass	-0.80	61% separated and recycled, rest is municipal waste (see above)		
Ceramics	0.041	almost all processed as municipal waste		
Plastics and rubber	0.66	2% separated and recycled, rest is municipal waste (see above)		
PVC	2.5	2% separated and recycled, rest is municipal waste (see above)		
Paper and cardboard	-0.43	35% separated and recycled, rest is municipal waste (see above)		
Steel and iron	-0.28	36% separated and recycled, rest is municipal waste (see above)		
Aluminium*	-3	processed as municipal waste		
Copper*	-2.6	processed as municipal waste		