

BACHELOROPPGAVE:

Bedømmelse av bærekraft i
bygningselementer

FORFATTERE: Morten Andre Karlsen
Magne Håkon Slåtsveen
Amal Issa

Dato: 15.mai.2013

Sammendrag

Tittel:	<u>Bedømmelse av bærekraft i bygningselementer</u>	Dato: 15.mai.2013
Deltaker(e)/	<u>Morten A. Karlsen</u> <u>Magne H. Slåtsveen</u> <u>Amal Issa</u>	
Veileder(e):	<u>Fred Johansen</u>	
Evt. oppdragsgiver:	<u>Hunton Fiber AS</u>	
Stikkord/nøkkelord (4 stk.)	<u>Bærekraft, analysemetoder, LCA, ISO</u>	
Antall sider/ord:103/22804	Antall vedlegg:5	Publiseringsavtale inngått: ja
<p>Vi har tatt for oss bedømmelse av bærekraft i bygningselementer, på grunn av det store fokuset på miljødokumentering av produkter og statsbygg krav til EPD. For å tilnærme oss målet med oppgaven har vi tatt utgangspunkt i metoden livsløpsvurdering.</p> <p>Livsløpsvurderinger gjøres gjennom å kvantifisere alt som går inn eller ut av et system med enhetsprosesser. Gjennom å analysere og gruppere disse inngangs- og utgangsfaktorene utarbeider man et regnskap. Hvilken innvirkning disse inn- og utdataene har, defineres ved hjelp av karakteriseringsfaktorer. Disse karakteriseringsfaktorene benyttes til å regne om utgangsfaktorer til miljøpåvirkninger i midtpunktkategorier. Midtpunktkategoriene omfatter blant annet GWP, POCP, OD, eutrofiering og forsuring. Når påvirkningen i midtpunktkategoriene er kalkulert, kan disse i noen tilfeller regnes om til endepunktkategorier, disse kategoriene omfatter blant annet menneskelig helse, utryddelse av art pr. år, og miljøkostnader. Disse påvirkningskategoriene er da resultatene av en LCA, og man må tolke hvilken innvirkning de har på miljøet. Dette kan benyttes for å fastslå hvor i produksjonsprosessen produktet påvirker mest. På denne måten kan man utarbeide tiltak, som vil redusere kostnadene og/eller utslipp. Dette fører igjen til et mer bærekraftig produkt.</p>		

Forord

Dette er avsluttende bacheloroppgave for byggingeniør. Denne er utarbeidet våren 2013, ved avdeling Teknologi, Økonomi og ledelse på Høgskolen i Gjøvik.

Vi er en gruppe på tre studenter, Magne, Morten og Amal. Magne og Amal har valgt studieretningen byggingeniør-prosjektledelse, mens Morten går byggingeniør-konstruksjon.

Ved starten av prosjektet hadde vi ingen kunnskap om LCA beregning eller hva analysen gikk ut på. Vi var litt mer kjent med begrepet bærekraft men ikke satt i en slik sammensetning. Vi hadde lite forhåndskunnskap om temaet og har derfor satt oss inn i problemstillingen ved hjelp av veileder.

Opgaven går ut på bedømmelse av bærekraft ved hjelp av livsløpvurderinger.

Bærekraft er et omfattende begrep, hvor vi i vår oppgave har fokusert på miljøaspektet. Det er blitt satt strengere krav til miljødokumentering av produkter. Vi ønsket derfor å gå dypere inn på dette og opparbeide forståelse om temaet.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder Fred Johansen. Videre ønsker vi og takke følgende personer, for å ha bistått med hjelp og delt deres erfaringer:

Andreas Brekke i Østfold Forskning

Torger Klætte i Hunton Fiber AS

Anders Björnfot

Leif Erik Storm

Gjøvik 15.mai 2013



Amal Issa



Morten Andre Karlsen

Magne Håkon Slåtsveen

Innhold

Sammendrag	2
.....	3
Innhold	4
1 Innledning.....	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Husbygging	9
1.3 Problemstilling.....	10
1.4 Målsetninger	10
1.5 Avgrensninger.....	10
2 Metode	12
2.1 Innsamling av informasjon	13
2.2 Arbeidet med casestudiet	14
2.3 Beregninger for kontroll av resultat	15
2.4 Samarbeid med Østfoldforskning.....	15
3 Teori	16
3.1 Bærekraftig utvikling	16
3.2 utfordringer på globalt nivå	17
3.3 Internasjonale forpliktelser	20
3.4 Hvordan forholder Norge seg til dette?	21
3.5 Bærekraftig bygging	24
3.6 Hva er LCA?.....	29
3.6.1 Faser i en livsløpsvurdering:	30
3.6.2 Kritikk av LCA	34
3.6.3 Hva er den god for/hva kan vi bruke den til?.....	34
3.6.4 Hva er gjort hittil?.....	35
3.6.5 Miljødeklarasjon (EPD)	36
3.6.6 Programvarer:	38
3.6.7 Hvilken informasjon er tilgjengelig?	41
3.7 Karakteriseringsfaktorer som blir benyttet i LCIA beregninger	49
4 Case studie.....	53
4.1 Mål og omfang	53

4.2	Livsløpsregnskap.....	55
4.3	Life Cycle Impact Assessment.....	57
4.4	Tolkning av livsløpsanalysen.	62
5	Resultat.....	64
6	Diskusjon.....	69
6.1	Hensikten med oppgaven.....	69
6.2	Avgrensinger.....	69
6.3	Metodevalg	70
6.4	Bruk av dataverktøy	73
6.5	Vurdering av resultatene.....	73
6.6	Kildekritikk:.....	74
6.7	Oppsummering.....	75
7	Konklusjon	76
7.1	Tabell liste:	77
7.2	Figur liste	77
8	Kilder /referanser.....	78
9	Vedlegg.....	84
9.1	Vedlegg 1: Energibruk i Norge tall fra NVE Energibruksrapporten 2012.	84
9.2	Vedlegg 2: Liste over informasjon sendt oppdragsgiver	85
9.3	Vedlegg 3: Databaseinformasjon	87
9.4	Vedlegg 4: E-post korrespondanse.....	96
9.5	Vedlegg 5: EPD for Hunton Asphalt Vindtett	100

Ordliste:

LCA	Livsløpsvurdering: beregning av et produkts miljøegenskaper for dets livsløp
LCI	Livsløpsregnskap: Innsamling og beregning av Inngangsfaktorer og utgangsfaktorer til summen av miljøpåvirkninger
LCIA	Life Cycle Impact Assessment, livsløpseffektvurdering
EPD	Environmental product declaration
Bærekraft	Vi definerer bærekraft i oppgaven slik det er definert i Brundtlands kommisjonen.
PCR	Product Category Rules
Karakteriseringsfaktor	Denne regner om utslipp til miljøpåvirkningskategorier (midtpunktkategori).
ACIA	Arctic Climate Impact Assessment
IPCC	International Panel of Climate Change
SSB	Statistisk sentralbyrå
EPA	Environmental Protection Agency
BREEM	Building research establishment environmental assessment method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
Green star	Veileder for bedømming av bærekraft i bygninger, utarbeidet i Australia.
HQE	High Quality Environmental standard, utarbeidet i Frankrike
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
REN21	Renewable energy policy network 21st century
LCC	Livssyklus kostnadsanalyse
ILCD	The International Reference Life Cycle Data System
DALY	Disability-Adjusted Life Years
Generiske data	Statistisk kalkulerte data
PFC	Perfluorkarboner
HFC	Hydrofluorkarboner
SF ₆	Svovelheksafluorid
NM VOC	None Methane Volatile Organic Compound

NO _x	Nitrogenoksider
SO ₂	Svoveldioksid
CH ₄	Metan
HCL	Saltsyre
NH ₃	Ammoniakk
COD	Chemical Oxygen Demand
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
GWP	Globalt oppvarmingspotensial
POCP	Fotokjemisk oksidasjonspotensial
OD	Ozonedbrytningspotensial
Eutrofiering	Overgjødning

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bærekraft ble av Brundtland kommisjonen definert som: “sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”. Dette ble fremstilt i rapporten «Vår felles fremtid» til FNs general forsamling i 1987. Begrepet defineres slik, for å oppnå et bærekraftig samfunn, må vi gi fremtidige generasjoner, de samme mulighetene som vi har i dag. Begrepet deles opp i tre områder som er avhengige av hverandre. Disse områdene er (FN 2012):

Miljø: Planetens, evne til å tåle alle slags inngrep, utnyttelse av alle resurser og mekanismer som finnes eller oppstår naturlig.

Økonomisk: At vi ikke utnytter naturressursene og prosessene mer enn de tåler å bli utnyttet.

Sosialt: Alle mennesker må få dekket de behovene de trenger, ressursene må bli mer rettferdig fordelt.

Samfunnet har utviklet seg fra å være basert på fornybare resurser, et bærekraftig samfunn, til å bli et samfunn som er avhengig av materialer og resurser, som vi på langsikt har begrenset tilgang til (ASHBY 2009). I 1798 lanserte Thomas Malthus en teori om at befolkningsøkningen kom til å føre til overforbruk av naturressurser. Siden den tid har vi hatt en enorm vekst i forbruk av materialer. Dette er det i hovedsak to grunner til, den hurtige teknologiske utviklingen og den eksplosive befolkningsveksten (ASHBY 2009). Dette har ført til økende behov for energi, spesielt energi som ikke er fornybar. Global oppvarming er den største utfordringen verden står ovenfor i dag, hovedsak årsaken til dette er behovet for fossile energikilder (ASHBY 2009). Denne utfordringen har ført til et økt politisk fokus, i form av blant annet Kyotoprotokollen og biomangfold konvensjonen, på å minske utslipp av miljøgifter og klimagasser. Utslippene kan true økologiske balanser på planeten, helt fra akkumulering av tungmetaller i næringskjeder til nedbryting av ozonlaget (Wenche Erlien).

1.2 Husbygging

SSB beregner at andelen fornybar energi av det totale energiforbruket i dag, er på 46,8 % (SSB). Norge har forpliktet seg til å øke andelen fornybar energi til 67 % innen 2020, i Europe 2020 avtalen (Olje 2011). Hvis vi kun ser på elektrisitet kommer 93 % av energien fra fornybare kilder. Siden varme er energi av lavkvalitet, er det lite hensiktsmessig å benytte elektrisitet som er høykvalitets energi til oppvarming. Ifølge NVE utgjør elektrisitetsforbruket hos en gjennomsnittlig husholdning ca. 76 % av total energibruk. Det samlede elektrisitetsforbruket i Norge til husholdningene er på rundt 45TWh per år. Når vi tar bort de bruksområdene som krever elektrisitet, så kommer vi frem til at det brukes rundt 19TWh i løpet av et år med «vanlig temperatur» til oppvarming i husholdningene. Det finnes altså et stort potensiale for å spare elektrisitet (vedlegg 1). Gjennom å bygge bedre hus som har lavere behov for oppvarming, vil vi gjøre fornybar energi tilgjengelig for bruk i prosesser hvor man i dag benytter fossile energikilder. En bonus med bedre hus vil være at energibruken blir mer stabil fra år til år, ettersom oppvarmingsbehovet i dag svinger mye avhengig av temperatur (NVE 2012).

Det er i dag ikke et problem å bygge hus som vil kunne spare inn betydelige mengder av denne energien. Problemet er at produksjon av bygningsselementer behøver energi, for å utvinne og videreforedle materialene man benytter for å oppnå denne besparelsen. I tillegg til at prosessene kan innebære utslipp av miljøgifter og klimagasser. For å undersøke om helheten er bærekraftig, må man se på livsløpene til alle de enkelte elementene i bygningsprosessen, slik at man kan si hvor den største belastningen ligger. Ut fra dette kan man utarbeide bedre løsninger, effektivisere prosessene for å lage produktene, velge produkter som man kan si vil ha mindre effekt på miljøet enn andre. Problemet er, hvordan kan man finne ut om et element er mer bærekraftig enn et annet?

En slik gjennomgang krever et verktøy for å analysere miljøpåvirkningen elementet har gjennom livsløpet. Et verktøy som i stor grad er utviklet for å fylle dette behovet er LCA. Metodikken kan benyttes på alle produkter, i hovedsak for å finne påvirkningene det har på miljøet (ASHBY 2009). Det er utarbeidet flere ISO standarder, som tar utgangspunkt i metoden, i tillegg er det også publisert bøker og omfattende rapporter. Det vi ønsker å finne ut er hvor egnet LCA er for å bedømme bærekraft.

Vi kan omformulere dette ønsket til: Hvis man ønsker å benytte produkter som gir en mindre innvirkning på verden, kan man da benytte LCA for å dokumentere at man faktisk har tatt et riktig valg?

1.3 Problemstilling

I hvilken grad kan LCA benyttes for å bedømme bærekraft i produkter

1.4 Målsetninger

Hovedmål

Vårt mål med oppgaven er å gi, vår oppdragsgiver Hunton, bedre innblikk i hvor bærekraftige deres produkter er. Spesifikt kombinasjonen Asphalt Vindtett, Flex isolasjon I bjelker og Farmacell plate (modulvegg). Ved å gjennomføre Livssyklusanalyse på enkelte elementer, å sette de sammen til en modul. For deretter å bedømme om dette gir et godt bilde av bærekraft.

Delmål

- Gjennomføre en livsløpsvurdering for Hunttons modulvegg
- Foreta et intervju med en fagperson innen LCA

1.5 Avgrensninger

Med et så omfattende begrep som bærekraft følger det utfordringer. Vi har valgt å se på LCA, fordi verktøyet er laget for å være fleksibelt siden svært mange produkter ikke er direkte sammenlignbare. Vinduer, tre bjelker og betongfundamenter, har alle forskjellige bruksområder og produksjonsmetoder, dette krever en tilpasningsdyktig fremgangsmåte. Problemet med fleksibiliteten er at metoden er svært omfattende og at verken økonomiske eller sosiale aspekter er godt definert. Derfor tror vi at det ikke vil være gjennomførbart, i vår oppgave å tilnærme oss svar på disse områdene.

Generelt sett når man går til anskaffelse av en gjenstand, går man mer eller mindre bevisst igjennom en tankeprosess. Større innvirkning fører til at man bør være mer bevisst. En strategi som blir foreslått i kilde(ASHBY 2009) går ut fra at det lages en liste eller database over de egenskapene man ønsker at en gjenstand skal ha. Strategien benyttes for å identifisere de egenskapene produktet må ha, for å kunne benyttes til ønsket bruksområde. Deretter rangeres og vektlegges mål for produktet. Hvordan man vektlegger målene, avgjør hvilke av de aktuelle produktene, som bør anskaffes. Til slutt går man gjennom dokumentasjonen for aktuelle produkter, og ser om det er noe man har glemt eller oversett av behov og mål. I en slik sammenheng kan et produkts farge, pris, bærekraft eller andre faktorer være avgjørende for om man velger et produkt eller et annet. Sammenlignbarheten mellom forskjellige produkter, er dermed avhengig av en form for dokumentasjon av produktenes egenskaper. På grunn av kompleksitetsnivået og den svært fleksible strukturen i LCA, bør det i tillegg utarbeides en EPD. En EPD tilpasses produktet gjennom PCR, som beskrevet i kapt. 3.6.5 og er et verktøy for å hente ut enkelte av dataene fra LCA og fremstille de på en standardisert måte. EPD kan derfor sies å være et sammendrag av LCA med konkrete tall for karakteriseringsfaktorer. Dette gjør det mulig for sakkyndige personer å sammenligne produkter med lik eller samme PCR.

2 Metode

I denne oppgaven så vil vi gjennom litteraturstudie skaffe en forståelse av LCA som verktøy. Deretter vil vi teste denne forståelsen gjennom kvantitative og kvalitative metoder. Denne forståelsen vil vi forsøke å benytte for å fremstille på hvilke måter LCA egner seg til å bedømme bærekraft, og eventuelt hvorfor LCA ikke er et egnet.

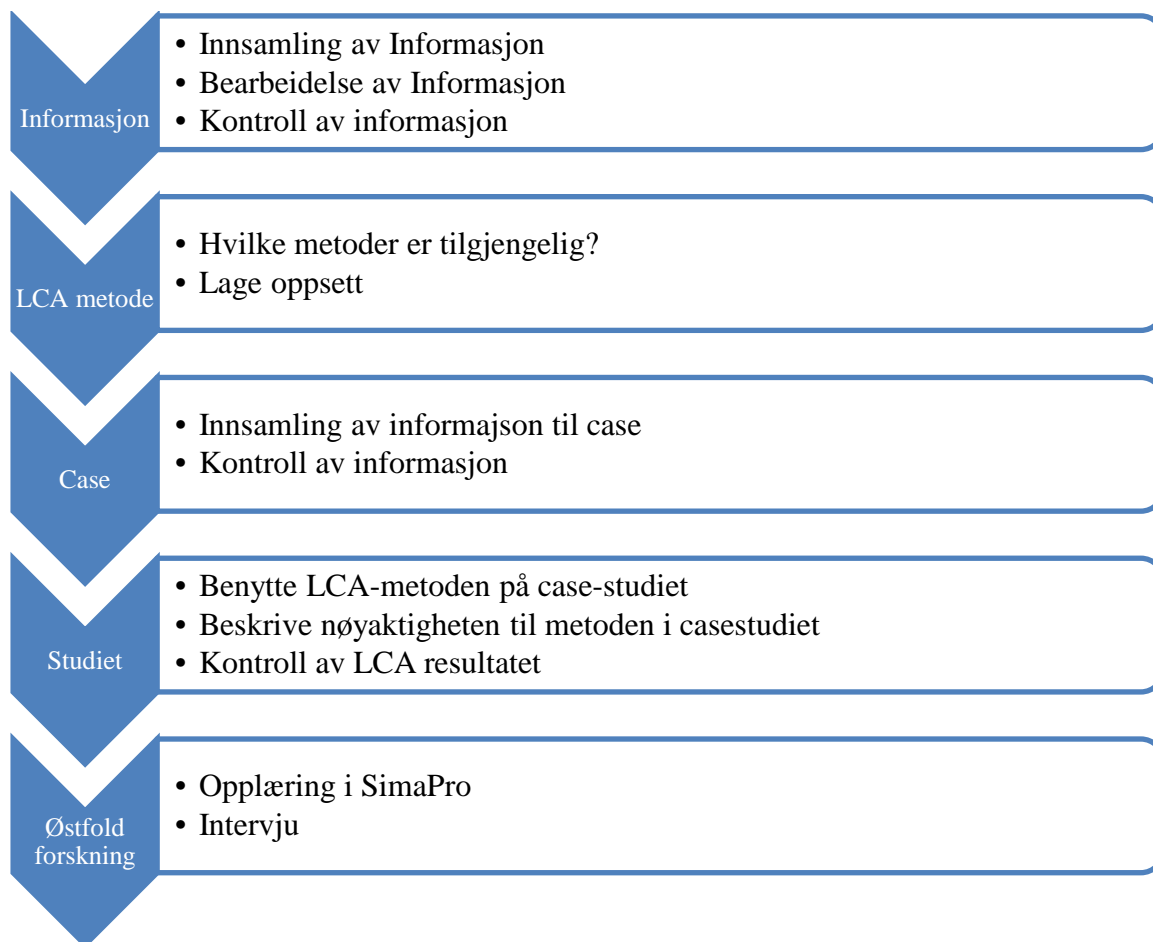
Grunnen til at vi benytter LCA som verktøy, er fordi vi følte et behov for et rammeverk til å tallfeste påvirkningene et produkt har på miljøet. Vi tror LCA er egnet til dette formålet.

Vi tilnærmer oss problemstillingen gjennom prosessen for LCA som er beskrevet i ISO 14040:2006.(ISO 2006b) Vi vil benytte prosessen på fire produkter som forhandles av Hunton Fiber AS, Flex Isolasjon, Farmacell Fibergips, I-bjelke og Asfalt Vindtett.

Det eksisterer vitenskapelige artikler, bøker, rapporter og standarder som omhandler LCA metoden. Ettersom informasjon som omhandler temaet er lett tilgjengelig vil det ikke være hensiktsmessig å gjøre en grundig kartlegging av eksisterende informasjon. Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i ISO 14040 og prøvd å finne kilder som er anerkjente, objektive og relevante i forhold til vår oppgave. På grunn av at vi mangler forhåndskunnskap, vil vi fokusere spesielt på informasjon som ser på LCA som metode og praktisk bruk av LCA.

Vi vil deretter benytte casestudiet, for å utarbeide håndfaste tall i henhold til målet med oppgaven. Vi mener at gjennom casestudiet vil vi kunne prøve ut vår teoretiske kunnskap og å få en praktisk forståelse for LCA. Praktisk erfaring tror vi vil belyse utfordringer og muligheter, som vi kanskje ikke har forstått viktigheten av under arbeidet med teori. Forarbeid til casestudien dreier seg om innsamling av informasjon angående utførelse av LCA. På denne måten vil vi ha en basis for hvordan vi skal utføre casestudiet. Dette forarbeidet er omtalt i kapittel 4. Vi vil benyttet dette forarbeidet sammen med dataprogramvare, i form av SimaPro for å kvantifisere utgangsfaktorer.

Avslutningsvis vil vi utforme et intervju, ut fra våre erfaringer med teori og casestudiet. Dette mener vi vil kunne gi oss en annen vinkling på arbeidet vi har utført, problemer underveis og eventuelle konklusjoner vi prøver å trekke fra arbeidet.



Figur 1: Fremgangsmåte

2.1 Innsamling av informasjon

Ved innsamling av data må vi først skaffe en oversikt over hva LCA er. Med dette som utgangspunkt, må vi kartlegge hvilke lover og krav som stilles i henhold til beregning og utføring av LCA. Vi er oppmerksom på at de standardene som gjelder er utarbeidet av The International Organization of Standardization, og blir beskrevet i ISO 14000 serien. Hunton Fiber AS, anskaffet de gjeldende ISO-standardene, ISO14040 og ISO14044. Disse har vi brukt som utgangspunkt for anskaffelse av informasjon. Gjennom studie av innholdet i ISO-standardene, har vi utarbeidet en oversikt over hvilke søkeord vi kan benytte.

<i>Nøkkelord benyttet i søkemonitor</i>	
LCA in building components	Livssyklusanalyse
Eco-indicator	Livsløpsanalyse
LCA ISO14000	Bærekraft
Miljøpåvirkninger LCA	Universitetet i Delft
EPA (US Environmental Protection Agency)	LCA databaser
LCA beregningsprogrammer	Gabi og Simapro
LCA metoder	LCIA, Characterization factor
LCA methodologies	EPD/PCR

Ordene gir mange treff i søkemonitor og den mest relevante informasjonen blir gjennomgått. Det forekommer at disse kildene henviser til andre publiserte artikler som også kan benyttes. Et eksempel på dette er Gabi, hvor de har en oversikt over databaser og metoder, som blir benyttet i programmet. Disse databasene kan videre henviser til annen relevant informasjon.

2.2 Arbeidet med casestudiet

Under innsamling av produktinformasjon, er det hensiktsmessig å beskrive hvilke avgrensninger vi har bestemt i henhold til oppgaven. ISO standardene opplyser om at avgrensningene må være like hvis resultatet skal benyttes for å sammenligne produkter. Hvis det er forskjeller, må dette opplyses om. LCA tar for seg livsløpet fra «cradle to grave» og krever store mengder informasjon, som kan gjøre at informasjonsmengden blir vanskelig å håndtere. Derfor vil vi benytte SimaPro for å utarbeide tallverdiene i vår LCA rapport. SimaPro er et dataprogram som vi går nærmere inn på i teorien. Resultatene i en LCA er omfattende, og vi må derfor identifisere hvilke informasjon som er mest relevant for å drøfte problemstillingen. Midtpunkt eller endepunkt i LCIA vil gi det beste bildet på miljøpåvirkningen. Kvalitetssikring av inngangsfaktorer og utgangsfaktorer som blir benyttet, må gjøres av Hunton Fiber AS, ettersom det er de som er kilden til all informasjon som omhandler produktet.

2.3 Beregninger for kontroll av resultat

Fremgangsmåten vi har utarbeidet i kapittel 4 skal benyttes i utregning av miljøpåvirkninger gjennom livsløpet til bygningselementer. For å utføre en kontroll av resultatene vil vi benytte informasjonen og kontrollere i henhold til produktets EPD (vedlegg 5). Ettersom informasjonen i denne ikke har spesifisert hvilke karakteriseringsfaktorer som er benyttet for å komme frem til miljøpåvirkning, så ønsker vi å regne ut påvirkningen ved hjelp av en database som har slike karakteriseringsfaktorer. Dette settes inn i oppsettet for miljøpåvirkninger, hvor tabellene er hentet fra ISO standardene. Ideelt sett vil vi da kunne kontrollere våre resultater med EPD og samtidig vurdere tallene i EPD ut fra en annen database enn den som er benyttet. Målet med denne prosessen er å se om bruk av forskjellige databaser vil gi store utslag i resultatet.

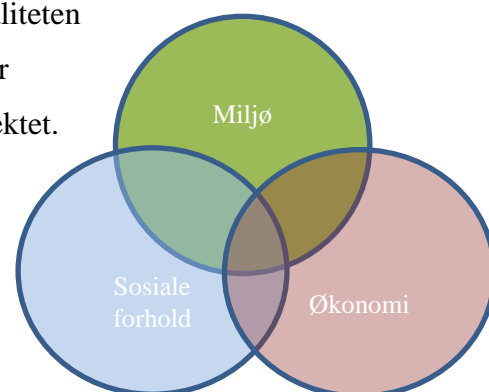
2.4 Samarbeid med Østfoldforskning

Vi skal samarbeide med Østfold forskning, som utarbeider miljøberegninger, for å få en innføring i Simapro. Utover dette skal vi sende forespørsel om de er villige til å svare på spørsmål angående livsløpsvurderinger, programvare og deres forhold til å arbeide med metodikken. Dette ønsker vi å gjøre for å få kontroll på mulige feilkilder og usikkerheter innen arbeidet med LCA.

3 Teori

3.1 Bærekraftig utvikling

Som tidligere nevnt i innledningen er bærekraft et begrep som ble tatt i bruk i Brundtlands kommisjonen, vår felles framtid, i FN i 1987. Denne kommisjonen beskrev bærekraftig utvikling, som en utvikling hvor vår utvikling besørger vår generasjons behov, uten å påvirke de kommende generasjoners behov. Bærekraft begrepet omfatter som vist på figur 2, tre temaer: miljø, økonomi og sosiale forhold. Dette fører til at vi må se på all utvikling som skjer, og kontrollere at det ikke påvirker miljøet i den grad at kvaliteten minker for neste generasjon. Dette omfatter eksempelvis fornybar energi, grønn økonomi og hvordan dette påvirker det sosiale aspektet. Fornybar energi forurenses ikke, i motsetning til fossilt brensel som står for mesteparten av CO₂ utslippene i verden.(FN 2012)



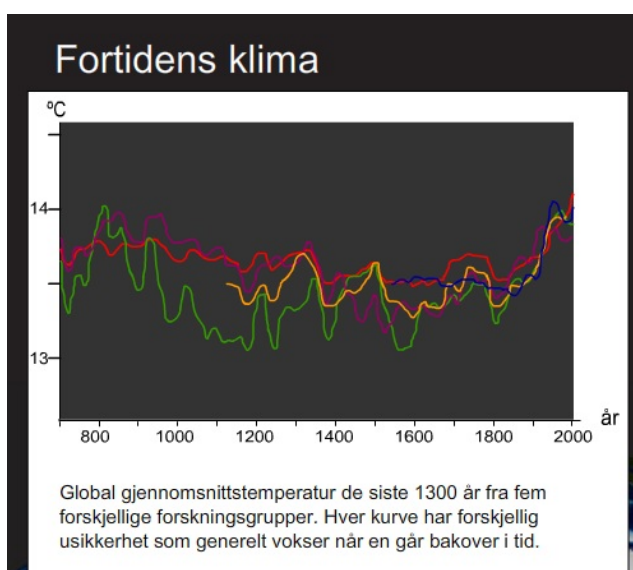
Figur 2: Bærekraft

Økonomi er en del av bærekraft, derfor er det viktig å benytte den på en slik måte at den ikke påvirker miljøet negativt. UNEP definerer grønn økonomi som «en økonomi som resulterer i økt menneskelig trivsel og sosial likhet, samtidig som den betydelig reduserer miljørisiko og økologiske fotavtrykk». Det finnes flere erklæringer og miljøkonvensjoner som omhandler bærekraft, disse er blitt vedtatt med veldig konkrete forpliktelser og er innenfor rammen av FN-systemet. Eksempler på dette er Rio-erklæringen og Biomangfoldkonvensjonen. Disse har resultert til mer detaljerte og forpliktete protokoller, som Kyoto- og Cartagena-protokollen. Det er i ettertid kommet flere erklæringer som omhandler bærekraft og spesielt miljø. (Finansdepartementet 2009)

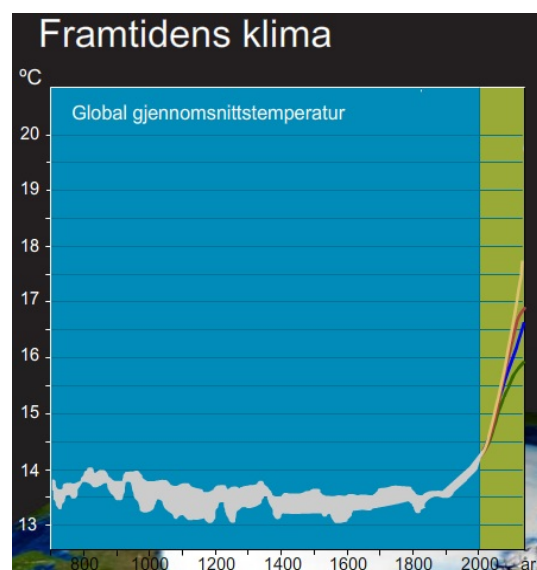
Miljø er tatt spesielt hensyn til i FN-protokollene og konvensjonene(Finansdepartementet 2009). Dette er på grunn av at miljøutfordringene kan være irreversible eller vanskelig å rette opp. I motsetning til problemer i økonomiske og sosiale forhold tar det lang tid før man kan se resultater i miljøet ved minkende klimautslipp. Både økonomiske og sosiale forhold kan forandre seg uten at det får globale følger og kan i verste fall rettes opp.

3.2 utfordringer på globalt nivå

I løpet av de siste 100 årene har jordkloden blitt om lag 0,74 grader varmere (Wenche Erlien). I følge FN's klimapanel skyldes dette i stor grad økt drivhuseffekt. Utslipp av drivhusgasser som skyldes menneskelige aktiviteter er CO₂, metan (CH₄), KFK-11 og KFK-12 og dinitrogenoksid (N₂O). Disse gassene er langvarige i atmosfæren, som absorberer og reflekterer varmestråler fra jordoverflaten, og bidrar til at temperaturen på jorda øker. Det forskes på hvordan man kan endre dette og hva som kommer til å skje, for og klare å forutsi framtidens klimasituasjon må vi gå tilbake i tid og se hvordan klimaet har utviklet seg.



Figur 3: Fortidens klima (viten)



Figur 4: Framtidens klima

Man kan for eksempel se på treninger, koraller og isprøver for å studere fortidens klima på. Dette er noen få av mange metoder for å forstå og få et bilde på hvordan temperaturen var før. Her (Figur 3: Fortidens klima(viten) Figur 4: Framtidens klima) har forskere brukt scenarier og klimamodeller for å anslå hvordan den globale gjennomsnittstemperaturen blir i fremtiden. Det grønne området (Figur 3: Fortidens klima (viten) Figur 4: Framtidens klima) er hvordan forskere mener gjennomsnittstemperaturen kommer til å utvikle seg om knappe 100 år. Det kommer tydelig fram på alle fire eksemplene (rødt, gult, blått og grønt) hvordan gjennomsnittstemperaturen kommer til å stige i forhold til i dag. (Wenche Erlien) Hvis dette stemmer og temperaturen stiger med den bratte kurven, vil konsekvensene kunne bli dramatiske. I Arktis har temperaturen økt nesten dobbelt så raskt som det globale gjennomsnittet de siste 100 årene. Dette kommer til å fortsette i følge det store forskningssamarbeidet ACIA(klimaforskning 2005).

Hvorfor skjer global oppvarming?

Solen er vår viktigste energikilde og drivkraften i klimasystemet. Global oppvarming skyldes utslipp av klimagasser, og det fører til endringer i klimaet her på jorden. De klimagassene vi har mest av i dag er vanndamp, metan og CO₂, hvor de to sist nevnte er menneskeskapt klimagasser. I følge Klima- og forurensningsdirektoratet har konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren økt med 38 % siden førindustriell tid (forurensningsdirektoratet 2013), mens konsentrasjonen av metan har økt med 158 %. Det finnes mange forskjellige klimagasser, til en viss grad er disse nyttige å ha for at drivhuseffekten skal funke slik som den skal. De menneskeskapt utslippene er de vi kan gjøre noe med. Av de klimagassene som ikke slippes ut naturlig men skyldes menneskelig aktivitet utgjør CO₂ 75 %, og metan 17 % av de samlede globale klimautslippene.

Hvilke konsekvenser gir dette?

Konsekvenser som dette gir i følge senter for klimaforskning er at havnivået stiger, flom, skogbranner og tropiske sykkloner øker i de varmeste delene i Asia. I Europa vil det øke nedbørsmengden i nord, mens sør kan bli utsatt for tørke. Sykdommer som smittes gjennom insekter vil ramme Nord-Amerika, i tillegg til sykdom og død knyttet til luftkvalitet og hetetokter forventes å øke. I polområdene er klimaendringene allerede i gang, her vil det være drastiske forandringer. Isen i Arktis kan smelte helt i løpet av relativt kort tid, i tillegg til at isen på Grønland og på Antarktis. Afrika vil mest sannsynlig bli rammet av tørke og utbredelse av smittebærende insekter. I tillegg til at flere plante- og dyrearter vil bli utryddet. Dette er noen av de konsekvensene som forventes å skje som følge av global oppvarming. (klimaforskning 2010)

Hva betyr global oppvarming for Norge:

Økt nedbør mengde fører til problemer i vann- og avløpssystemene. Fiske industrien vil bli påvirket av dette, da torsk og sild vil gyte på nye områder. Mange økosystemer kan være i fare for og ikke klare å tilpasse seg det nye klimaet. Middelttemperaturen forventes å øke med 2,3-4,6 grader innen 2100 (naturvernforbundet 2010). Denne temperaturøkningen vil få store konsekvenser, blant annet:

- Snøsesongen i lavlandet vil bli to til tre måneder kortere.
- Det kan bli 40-50 % mer nedbør i hele landet.

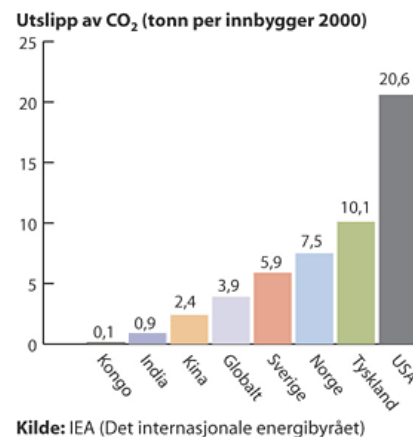
- Risikoen for jordskred kan øke fra trønderlag og nordover.
- Økt utbredelse av flått

Hvilke tiltak er satt i gang?

Det er de industrialiserte landene som slipper ut mest av klimagasser (se Figur 5: utslipp av CO₂). Tiltakene som skal sette en brems på den menneskeskapte drivhuseffekten er å slippe ut mindre eller øke opptaket av klimagasser, spesielt CO₂ fra atmosfæren i skog, jord og hav. Opptak av CO₂ på land kan ikke måles opp med økningen i utslipp fra mennesker. Det er enighet om at internasjonale avtaler og samarbeid må til, for gjøre en forskjell. Siden 1980 har det pågått internasjonale forhandlinger om å begrense utslippene.

FNs rammekonvensjon om klimaendring fra 1992 slår fast at de industrialiserte landene må gå foran og redusere sine utslipp av klimagasser. I dag er så godt som alle medlemsland i FN parter til klimakonvensjonen, inkludert Norge. I 1997 ble en avtale med tallfestede kutt i I-landenes utslipp vedtatt i den japanske byen Kyoto. Avtalen er rettslig bindende, stater som bryter avtalen, blir pålagt sanksjoner. Kyotoprotokollen går ut på at I-landene skal redusere sine utslipp av seks klimagasser med 5 % av utslippsmengden i 1990 i perioden 2008-2012. Dette ble vedtatt etter harde forhandlinger og tok lang tid. Avtalen var klar og ble vedtatt i Marrakesh, Marokko i 2001. Denne protokollen trådte likevel ikke i kraft før 2005. USA, stod for 36,1 % av I-landenes utslipp i 1990, har erklært at dem ikke vil ratifisere avtalen. Dette i seg selv gjør lite virkning på verdens utslipp, FN har startet forhandlinger om nye forpliktelser etter 2012. Hvis USA og andre utviklingsland påtar seg disse forpliktelsene, kan avtalen bli mye mer effektiv. Det er nevnt nedenfor noen internasjonale avtaler som omhandler bærekraft og miljø.(Finansdepartementet 2009)

Figur 5: utslipp av CO₂



Kilde: IEA (Det internasjonale energibyrået)

3.3 Internasjonale forpliktelser

Internasjonale miljøavtaler

Når vi snakker om globale utfordringer og problemer, sier det seg selv at ett land/stat alene ikke kan gjøre en forskjell i noe særlig grad. Som tidligere nevnt må et globalt samarbeid til for å arbeide for dette. Derfor har FN vedtatt miljøkonvensjoner med fordeler for dem som forplikter seg til dem. Disse internasjonale avtalene gjør det lettere å påvirke den negative utviklingen og bidra til en mer bærekraft. I følge finansdepartementet vedtok FN under sitt første toppmøte i Rio de Janeiro i 1992, følgende tre miljøkonvensjoner.

1. Klimakonvensjonen

Denne er grunnlaget for *Kyotoprotokollen* som omhandler redusering av klimagasser. Det er satt en liten oversikt over hva denne avtalen går ut på og hvilke fordeler man får ved å ratifisere avtalen. (Finansdepartementet 2009)

Disse forpliktelser gjelder for *Kyotoprotokollen*(FN-sambandet 2005):

- **Internasjonal kvotehandel:** er en mulighet for landene å selge/kjøre den nasjonale utslippskvoten, det gjelder bare industrilandene. Bedrifter i industrilandene kan også selge sin del, hvis de får tillatelse av staten.
- **Felles gjennomføring:** Dette er samarbeid mellom industrilandene. Et land kan betale for tiltak for å redusere utslipp i et annet land, den betalende landet får slippe ut mer mens vertslandet reduserer sine utslipp tilsvarende. Dette kan være økonomisk gunstig for et land som har vanskeligheter med å få ned sine utslipp.
- **Den grønne utviklingsmekanismen (CDM):** Denne mekanismen åpner for at industrilandene kan bidra til bærekraft i utviklingsland. Fordelen industrilandene får gjennom denne mekanismen er at de sikrer seg utslippskreditter (dvs. rett til å slippe ut klimagasser). Industrilandene betaler for klimatiltak i U-land som ikke har fått fastsatt utslippskvoter. Den forutsetter samtidig at tiltakene bidrar til bærekraftig utvikling i U-landet. Det er ingen klare retningslinjer for hvordan man skal dokumentere disse klimatiltakene enda. Prosessen med å utarbeide et omfattende regelverk for å dokumentere disse tiltakene er i gang.

2. Biologisk mangfold konvensjonen

Denne konvensjonen tar for seg bevaring og bærekraftig bruk av biologisk mangfold. I tillegg til hvordan utnyttelsen av genressurser skal fordeles på en mest rettferdig måte. Inn under denne konvensjonen finner vi flere protokoller blant annet (Finansdepartementet 2009):

- Cartagenaprotokollen: denne tar for seg genmodifiserte organismer.
- Bernkonvensjonen: berging av ville planter og dyr og leveområdet i Europa
- Ramsarkonvensjonen: tar for seg våtmarksområder
- CITES: denne går inn på internasjonal handel med truede arter.

3. Forørkningskonvensjonen: hensikten med denne konvensjonen er:

- Bekjempe ørken spredning
- Redusere konsekvensene av alvorlig tørke
- Degradering av land og jordforringelse i spesielt utsatte områder.

Denne konvensjonen har Norge ratifisert i 1996, den trådte i kraft samme år.

3.4 Hvordan forholder Norge seg til dette?

Norge har vært engasjert i miljøpolitikken og var en av de første til å opprette et eget miljøverndepartement, i 1972. Dette medførte innføring av et helhetlig miljølovverk og oppbygning av en moderne miljøforvaltning. I dag er det fem etater som går inn under denne forvaltningen.

1. Direktoratet for naturforvaltning (DN)
2. Statens forurensningstilsyn (SFT)
3. Statens kartverk (SK)
4. Norsk polarinstitutt (NP)
5. Riksantikvaren (RA)

Disse etatene har forskjellig ansvar, SFT har ansvar for iverksetting av forurensningspolitikken, overvåkning og rapportering av miljøtilstanden, i tillegg til rådgivning og formidling av miljøkunnskap. I følge finansdepartementet kapittel 3.4.4 ble plan og bygningsloven fra 1985 revidert i 2008, der miljøverndepartementet håndhever

plandelen av loven, denne delen regulerer arealplanlegging i kommuner og fylkeskommuner. Loven utgjør en sentral del av grunnlaget for kommunenes miljøarbeid. (Finansdepartementet 2009). I følge lovens formålsparagraf skal denne bidra til å fremme bærekraftig utvikling til beste for enkelte, samfunnet og kommende generasjoner.

Offentlige innkjøp

I Norge er offentlig innkjøp av varer og tjenester per årlig store. I følge finansdepartementet er de offentlige innkjøpene på over 300 milliarder kroner årlig. Fokus på miljøvennlige løsninger for innkjøp og bruk av varer og tjenester kan redusere miljøbelastningene betraktelig. I den sammenheng la regjeringen fram en handlingsplan i 2007, i planen er det utviklet en egen miljøpolitikk for statlig innkjøp med konkrete krav knyttet innkjøp innen spesifikke produktgrupper.

I handlingsplanen om miljø- og samfunnsansvar i offentlige anskaffelser for 2007-2010 fra Miljøverndepartementet står det:

«Regjeringen vil medvirke til at det offentlige går foran som ansvarlig forbruker og etterspør miljøvennlige varer og tjenester som er tilvirket etter høye etiske og sosiale standarder. Regjeringen legger derfor frem en treårig handlingsplan for miljø- og samfunnsansvar i offentlig innkjøp.»

«Det er et mål at miljøbelastningen knyttet til offentlige anskaffelser minimeres. I arbeidet med miljøhensyn i offentlige innkjøp vil tiltak knyttet til klima og energi, helse- og miljøfarlige kjemikalier og biologisk mangfold prioriteres. Produktgruppene bygg- og eiendomsforvaltning, transport og bil, mat, IKT-utstyr og nettmøter, tekstiler og medisinsk/hygienisk forbruksmateriell vil bli prioritert. I tillegg kommer sentrale produktgrupper knyttet til kontorvirksomhet. (miljøverndepartementet 2007)

I følge Finansdepartementet punkt 3.9 står det *«miljøledelse i statlige virksomheter er en del av handlingsplanen. Statlige virksomheter som har med betydelige miljøkonsekvenser bes om å innføre tredjepartssertifiserte miljøledelsessystemer, som ISO 14001 eller EMAS.»* ISO standarden går ut på livssyklusanalyser og kravene til dem, mens EMAS er en frivillig ordning for bedrifter i EU. Denne brukes til å miljø registrere virksomheter, norske bedrifter kan delta i denne ordningen gjennom EØS-avtalen.

En EMAS-godkjenning vil si at bedrifter tilfredsstiller miljøkravene og strekker seg enda lenger enn det som er lovfestet. I Norge er miljøverndepartementet ansvarlig for denne ordningen, der klima- og forurensningsdirektoratet er utøvende makt. Brønnøysundregistret er ansvarlig for registrering og godkjenning av bedrifter som ønsker å sertifisere seg med EMAS. Per 10.01.2013 er det 20 virksomheter i Norge som er registrert og godkjent gjennom denne ordningen. (Brønnøysundregistret 2013)

Hvordan kan kommunene påvirke og bidra til bærekraftig utvikling?

Kommunene har flere ansvarsområder, hovedansvaret ligger på forvaltning av arealer etter Pbl, andre ansvarsområder er energiforsyning, avfallshåndtering, avløpsrensing, lokal luftforurensning, viltforvaltning og samfunnsutvikling. De er også tjenesteprodusenter, utøver myndighetenes krav til forskjellige områder. I tillegg til at kommunen er ansvarlig for. Bevisst valg av alternativ enten det gjelder transport, vedlikehold og drift av bygninger eller oppføring kan ha miljøvirkninger. (Finansdepartementet 2009)

Plan- og bygningsloven

I lovens formålsparagraf (§ 1-1) står det: «*Loven skal fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner.*»

«*Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver og gi grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser.*» (Lovdata 2008)

Kommunene skal gå ut i fra denne når de godkjenner og behandler sakene. Loven spiller en sentral rolle i kommunenes miljøarbeid.

3.5 Bærekraftig bygging

Samfunnsutviklingen har ført til at vi i dag, er vi blitt avhengige av en rekke materialer, og store mengder energi (ASHBY 2009). Hvis vi definerer bærekraftig bruk av en ressurs som at vi benytter like mye, eller mindre av ressurser, enn det som blir dannet gjennom naturlige prosesser. Kan et eksempel på dette være bruken av trevirke, så lenge tilveksten er større enn hogsten. Vårt forbruk og behov for ressurser har vokst sammen med den teknologiske utviklingen (ASHBY 2009). Dette medfører et behov for flere typer ressurser og større mengder av de per person. Når dette behovet kombineres med at vi er inne i en periode med eksplosiv befolkningsvekst, er det lett å forstå at vi må forandre hvordan vi utnytter planeten. Verdenssamfunnets bruk av energi er ikke bærekraftig (Bjerke 2011). Dette gir klare utslag i forbruket og behovet for fossilt brensel. Organisasjoner som REN21 er blitt opprettet for å fremme kunnskap og utviklingen av fornybare energi. Ifølge deres årlige rapport så kommer over 80 % av dagens energiforbruk fra olje kull og gass (REN21 2013). EU har formulert et mål, om at medlemslandene skal benytte minst 20 % fornybar energi innen 2020, i sin Europa 2020 plan. I den sammenheng har Norge forpliktet seg til å øke bidraget fornybar energi til 67,5 % innen 2020. Ifølge SSB har Norge i dag et energiforbruk hvor fornybar energi utgjør 46,8 %. Av dette energiforbruket er elektrisitet det viktigste bidraget av fornybare energi, av totalt 121,8 TWh brukt per år, er 114,1 TWh dekket av fornybar energi.

Når vi bygger nye bygg i Norge er kravene til disse beskrevet i TEK10 (Byggforsk, S. 2009). Et mål er at man gjennom lite varmetap, og benyttelse av gråvann, vil vi senke behovet for elektrisitet og vann til husholdningen. For bygninger det i hovedsak to faser hvor vi forbruker store mengder energi og ressurser, og derfor har stor innvirkning på bærekraften. Produksjon og bruk. (ASHBY 2009)

Produksjon: Selve prosessen med å bygge et hus benytter lite energi, i forhold til den mengden som kreves i materialene man benytter. Disse kan i dag kreve mye energi å produsere. For å få en oversikt må vi dele opp bygget, i de enkelte bygningsselementene. Hvert av disse elementene har sin egen vei fra råmateriale til bygningsdel. Når bygget brukes har elementene forskjellige levetider og påvirkninger på bygget. Noen kan avgi gasser eller støv, andre kan ha en levetid som er mye lengre enn for bygningen og brukes på nytt, hvis man demonterer bygget.

Miljøpåkjenningen fra bygningskomponentene og derfor bygget, er avhengig av blant annet: råmaterialer, produksjon, emballasje transport, installasjonskostnad, bruk, levetid, ytelse, og gjenbruk.

Bruk: Fra vi begynner å bruke et bygg vil det kreve energi og ressurser, hvor det eksempelvis fordeles på elektrisitet, vann og kloakk. I tillegg kommer kanskje ved til oppvarming og materialer til reparasjoner. Forvaltning drift vedlikehold (FDV) krever altså både energi og ressurser. Vi mener det er naturlig å påpeke at FDV kostnadene antageligvis gjenspeiles i kvalitetene og valgene man gjør av bygningsselementene man benytter.

Hvis det i produksjon av bygningsselementene kreves store mengder energi, og det blir benyttet olje, kull og gass som energikilder, så kan man tenke seg at en innsparing av energi i bruksfasen i verste fall blir «spist opp» av behovet for energi i produksjon. Kort sagt hvis målet er et mer bærekraftig samfunn, må byggene som bygges faktisk bli mer bærekraftige. For å kunne bygge mest mulig bærekraftig vil det være nødvendig å se på helheten i bygget, da blir det nødvendig å vite hvor bærekraftig eller hvilken innvirkning på miljøet hvert enkelt bygningsselement er.

Problemene slik vi ser det, med å vurdere ut fra et helhetsperspektiv er mange. Hvis produksjonen av et produkt ikke slipper ut stoffer som bryter ned ozonlaget eller gir utslipp av klimagasser, er det da uproblematisk at energien hentes nesten utelukkende fra atomkraft? Hva hvis produktet slipper ut stoffer som kan være giftige i spesielle tilfeller, enten i bruk eller i produksjon? Hva hvis man benytter nye kjemiske stoffer for å oppnå en mye høyere effekt og disse ikke har noe påviselige utslipp? Hva med genmodifisering? For å kunne bedømme miljøegenskapene må vi vite hva de er slik at de kan kvantifiseres, vektlegges og tolkes

Hvorfor bygge bærekraftig?

Når vi bygger en grønn bolig, eller en bærekraftig bolig, vil det være en rekke fordeler for beboerne. EPA definerer fordelene slik (USEPA 2012):

De miljømessige fordelene vil være:

- Forbedre og beskytte det biologiske mangfoldet og økosystemene

- Øke vann- og luftkvalitet
- Redusere avfallsvann
- Konservere og gjenopprette naturressurser

De økonomiske fordelene vil være:

- Reduserte brukskostnader
- Bidra til å lage, utvide og forme et marked i henhold til grønne produkter og tjenester.
- Øke beboers produktivitet
- Optimalisere en livssyklusøkonomi ytelsen

De sosiale fordelene vil være:

- Forbedre beboers helse og komfort
- Forbedre gjennomsnittlig livskvalitet
- Minimalisere påvirkningen på lokal infrastruktur
- Øke de estetiske kvalitetene

Hvordan bygge grønt?

For å rangere hvor miljøvennlig og bærekraftig ett helt bygg er, eksisterer det metoder som Green star, HQE, LEED og BREEAM. Disse metodene går i hovedsak ut på det samme, utarbeidelse av en oversikt over et byggs egenskaper. BREEAM gir poeng for at et bygg er bedre enn kravene for komfort, helsefordeler og miljøegenskaper, hvor disse poengene leder til en vurdering rangert fra en til fem stjerner (Bre 2011).

Det finnes også nasjonale, europeiske og globale standarder som tar for seg miljø. Dette kommer fram i NS-EN-ISO 14000 serien, som tar for seg miljøstyring. Miljøstyringssektoren til ISO tar for seg krav om miljømerking, miljørevisjon, evaluering av miljøprestasjon, miljøkommunikasjon, terminologi, og livsløpsanalyse.

Når vi skal oppnå et bærekraftig bygg som oppfyller alle kriterier innen sosiale, økonomiske og miljømessige forhold, er det fem faktorer som kan være avgjørende for hvor bærekraftig bygget er. De fem faktorene er innendørskvalitet, design og plassering, utstyr, materialer, og konservering av vann. Disse punktene er bestemt av EPA's retningslinjer, og de samme

retningslinjene er gitt av organisasjonen Buildinggreen. Ut i fra EPA og Buildinggreen, så tilsvarer dette det som er beskrevet under.

Innen design er det fokus på å optimalisere utnyttelsen av plass, hvor størrelsen på bygget og mengden materialer, hvor kapasiteten til materialene er fullt utnyttet. Ved valg av materialer, kan det lønne seg å velge materialer med miljøsertifisering, hvor man kan velge ut de mest miljøgunstige materialene. I tillegg må man avgjøre hvordan man skal prioritere materialer med forskjellig lengde på transport. At selve konstruksjonen har lang levetid vil ha stor positiv effekt på miljøegenskaper, hvor det er mulig å enten bruke materialer på nytt, eller resirkuleres. Da begynner vi å få et bilde av ganske store krav til materialer. En annen måte å redusere energibehovet på er å bygge slik at vi utnytter naturlige energikildene mest mulig, dagslys, varme fra solen og naturlige nedkjøling. Bygget bør være i en tidløs stil, for å forlenge livsløpet. Dette sikrer mot at bruker gjør endringer på bygget, som igjen kan føre til flere kostnader og effekt på miljøet. (USEPA 2013b) (BuildingGreen 2013)

På byggeplassen bør det være en rutineplan som omhandler hvordan avfall skal behandles, og det bør gis opplæring i hvordan å unngå for mye avfall i byggeprosessen.

Hvis man bruker enkel geometri og tenker funksjon under utformingen, kan man minimere avfallet under byggeprosessen ved at man benytter standardiserte høyder og lengder. (USEPA 2013a) (BuildingGreen 2013)

For og minimerer behovet for vann bør bygget være tilrettelagt for bruk av gråvann. For eksempel vann fra dusj, brukes på nytt i toalettet. Dermed senker man behovet for rent vann. Praktiske tiltak kan være at rørene legges slik at man i fremtiden kan tilpasse for benyttelse av gråvann (BuildingGreen 2013) (USEPA 2013a).

Når det gjelder plassering av boplass, vil den mest bærekraftige løsningen være å renovere gamle bygninger eller gjennom fortetting og utvidelse av eksisterende nabolag. Fortetting kan være at man behøver Uansett bør bygget tilpasset stedet, eksempelvis regnvann i Bergen eller kulde i Alvdal. Plassering nær offentlig transport, samt gang og sykkelvei, reduserer videre avhengigheten av personlig transport. (BuildingGreen 2013) (USEPA 2013c)

Innendørskvalitet handler om at man benytter materialene konstruert for at soppinfeksjoner og insektinfeksjoner ikke vil forekomme, og ikke benytter materialer hvor det er brukt stoffer som kan være allergifremkallende. Bygningskomponenter bør også ha lang levetid, ettersom fremstillingen av disse komponentene er veldig energikrevende.

Vi bør også unngå komponenter som har vært igjennom en lengre behandlingsprosess, ettersom en lengre bearbeidelse vanligvis betyr mer bruk av energi. Produkter med lang levetid påvirker dessuten avfallshåndteringen i mindre grad, enn komponenter som oftere må byttes ut (USEPA 2013c) (BuildingGreen 2013).

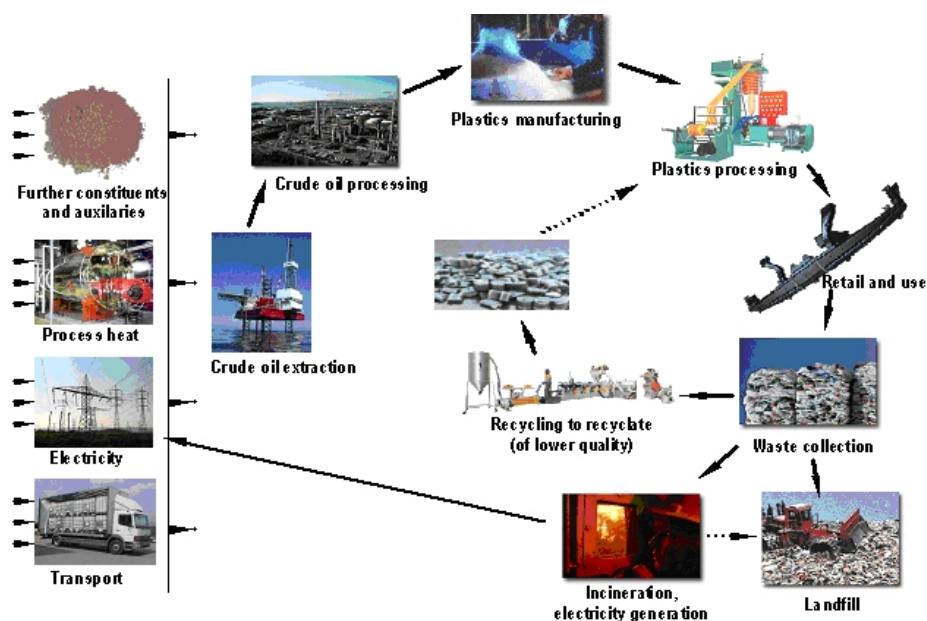
Utstyr til blant annet oppvarming og nedkjøling, bør være av moderne kvalitet, nyere utstyret er vanligvis mer effektivt enn eldre utgaver.

Building information modelling (BIM) er en fellesbetegnelse for dataprogrammer som kan brukes for å illustrere bygg, før vi begynner å bygge. I BIM kan man oppdage problemer med prosjekteringen, gjennom funksjoner som kollisjonskontroll. Dette gjør at man tidlig kan se hvilke komponenter som kollidere før man befinner seg på byggeplassen. I tillegg kan man under modelleringen av bygget dele modellen mellom arkitekt, ingeniører, og andre fagområder, slik at flere kan arbeide kontinuerlig. Disse egenskapene kan føre til besparelser både i tid brukt per prosjekt, og behov for bygningselementer Som igjen leder til et grønnere bygg. (Statsbygg 2011)

Hvis man fokuserer på å bygge grønt finnes det i tillegg til BREEAM, LEED og de andre rangeringene, også miljømerkeordninger. I Norge kan det for eksempel utarbeides svanemerking for et bygg. For bygningsmaterialer kan man dokumenterer miljøegenskaper de har i forskjellige kategorier. Denne dokumentasjonen forkortes vanligvis til EPD, Environmental Product Declaration, og er et resultat av en mer dyptgående livsløpsvurdering (LCA).

3.6 Hva er LCA?

LCA er et metodisk verktøy som brukes for å bedømme miljøaspekter og potensielle miljøpåvirkninger gjennom et produkts livsløp. Metoden er en kvantitativ tankemåte for miljøanalyse av aktiviteter knyttet til prosesser eller produkter. Konseptet om livssyklusen er at analysen av produktet omfatter de produksjonsprosessene og tjenestene som er knyttet til produktet gjennom dets livssyklus. Det betyr at vi må analysere utslipp av tre, fossilt brensel og metaller, til utslipp ved produksjon, bruk og resirkulering av produktet. Dette inngår i en komplett livssyklus analyse er fra «vugge til grav». Det gjør dette til en godt egnet metode å skaffe seg en helhetlig oversikt over en rekke miljøbelastninger gjennom livsløpet. LCA er en sammenliknende metode for å systematisk identifisere og kvantifisere miljøpåvirkning fra livsløpet til et produkt ved å bokføre dets inn- og utstrømmer. Analysen tar ikke for seg bare forbruk og utslipp fra produktets verdikjede, men også prosesser som understøtter verdikjeden med tilførsel av råvarer, energi, infrastruktur. (CO2focus),(EuropeanCommission 2013), (Baumann & Tillman 2004)



Figur 6: illustration of a product life cycle - plastic part in a car.(EuropeanCommission 2013)

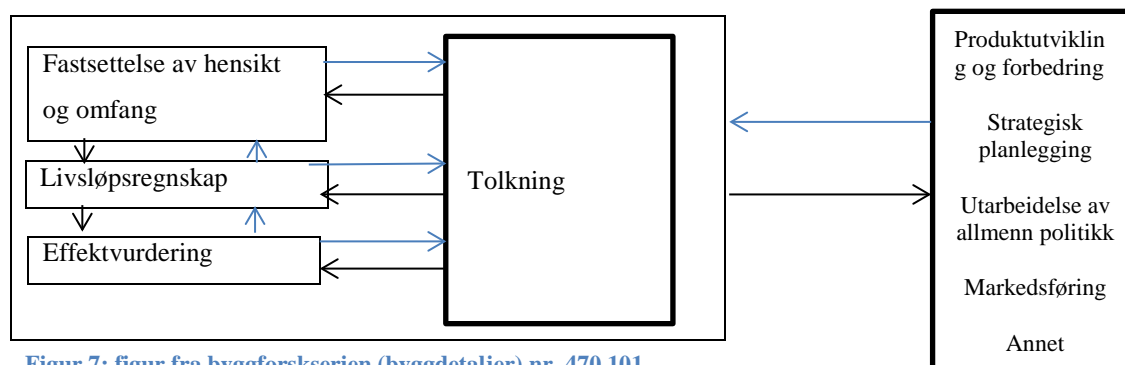
3.6.1 Faser i en livsløpsvurdering:

LCA metoden består av fire faser. Hvorvidt man skal gjennomføre alle fasene avhenger av hvilke hensikt og omfang analysen har. Det er dermed ikke alltid nødvendig å gjennomføre alle fire fasene. Vi kommer til å beskrive fasene slik de er spesifisert i NS-EN ISO 14040.

Tabell fra byggforskserien (bygge detaljer) nr. 470.101

Rammeverk

Anvendelse



Figur 7: figur fra byggforskserien (bygge detaljer) nr. 470.101

Det er fire faser i en livsløpsvurdering:

1. fastsettelse av hensikt og omfang

I dette kapittelet kan mangel på kunnskap føre til at det blir avvik i resultatene hvis man ikke har definert mål og omfang godt nok. Det er viktig å definere i dette kapittelet hvordan resultatene skal brukes. Målgruppene kan være forskjellig, ettersom det kan være byggherre, produsent, forbruker eller myndigheter som skal bruke resultatene. Hensikten med analysen kan derfor være variere fra en målgruppe til annen. Noen bruker det til å sammenligne produkter eller for å identifisere hvor i prosessen det er mest utslipp for å gjøre endringer.

I omfang setter man begrensninger for analysen og slik at mest mulig konkrete og best resultater. Her er det flere punkter som er hensiktsmessige for å tenke på (byggforsk 2000):

- Velge hvilke miljøpåvirkninger som skal evalueres ved effektvurdering.
- Produktsystemets funksjoner
- Produktsystemet som skal undersøkes
- Systemgrenser
- Krav til datakvalitet
- Prosedyrer for allokering

2. livsløpsregnskap

Livsløpets regnskap kvantifiserer inngangsfaktorer og utgangsfaktorer for produktsystemet. Disse inn- og ut faktorene omfatter blant annet bruk av ressurser og utslipp til luft, vann og jord. Denne prosessen med å sammenstille et regnskap er iterativ. Først fastsetter man aktuelle material- og energistrømmer ut og inn fra hver enhetsprosess. Deretter samles det inn kvalitative og kvantitative data. Til slutt bruker man dataene til å beregne det endelige regnskapet. Det krever at man har mer kjennskap til material- og energiflyten innenfor produktsystemet.

3. Livsløpseffektvurdering

Før man forklarer hva som gjøres i en livsløpseffektvurdering er det hensiktsmessig å forklare en del begrep som benyttes i denne fasen.

Påvirkningskategorier: Endepunktkategorier er kategorier som definerer miljømessige bekymringer, eksempelvis tilgang på ressurser for fremtidige generasjoner eller ødeleggelse av biologisk mangfold. Midtpunktkategorier er mer spesifikke og kan være forsuring, global oppvarming, bruk av landområder, stråling etc. En endepunktkategori vil vanligvis påvirkes av flere midtpunktkategorier. Det vil si at Biologisk mangfold ødelegges ikke bare av bruk av landområder, men av flere aspekter som for eksempel forsuring, eutrofiering og gifter. Man kan si at det er størrelsene for disse påvirkningskategoriene som er resultatet av en livsløpsanalyse. Når vi skal regne om til midtpunktkategorier er det viktig å ha spesifisert hvilket tidsperspektiv det skal måles i. (SimaPro7 2010)

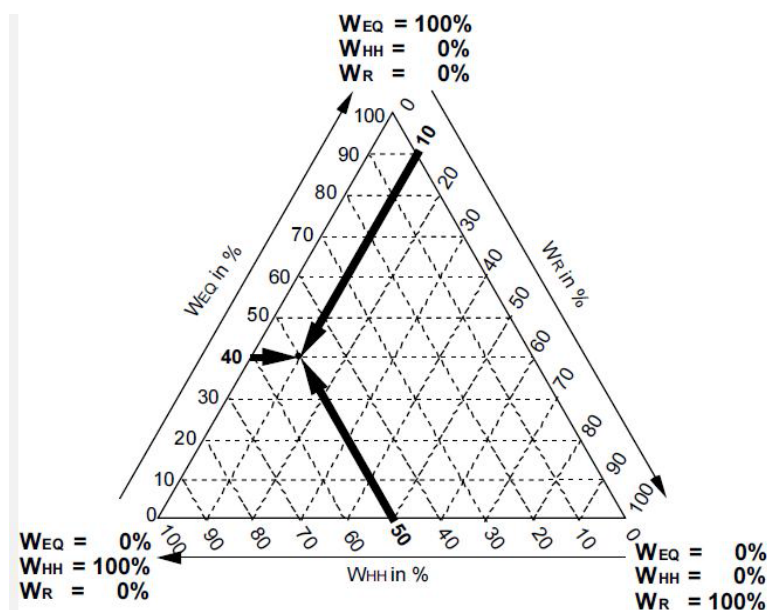
Årsaken er at karakteriseringsfaktorene varierer etter tiden det beregnes i. Vi kan vanligvis velge mellom 20, 100 og 500 år i beregning av miljøpåvirkninger, hvor det er mest vanlig å beregne i 100 års perspektiv.

Vektlegging: Når vi vektlegger vil man lete etter «de viktige» verdiene, som er de verdiene man vil forbedre eller bruke i komparative utsagn. Derfor vektlegger man gjerne noen endepunkter mer enn andre for å trekke ut de punktene i livsløpsanalysen som er spesielt interessante i forhold til studiens mål og omfang. Når vi vektlegger må vi velge om vi skal benytte noen standardiserte vektleggingsmetoder, eller om det skal brukes en annen form for vektning. Databasene som tar for seg vektlegging operer med de standardiserte vektleggingsmetodene hierarki, egalitær og individualist (Tabell 1).

<i>Vektleggings metoder:</i>	<i>Type</i>	<i>Vektlegges mest</i>	<i>Kategori</i>	<i>Vektleggingsfaktor</i>
Egalitær	Kulturell	Miljø	Økosystem	0,5
			Menneskelig helse	0,3
			Ressurskostnader	0,2
Hierarki	Kortsiktig analyse	Menneskelig helse	Økosystem	0,4
			Menneskelig helse	0,4
			Ressurskostnader	0,2
Individualist	kompromiss	Lik vektlegging	Økosystem	0,25
			Menneskelig helse	0,55
			Ressurskostnader	0,20

Tabell 1

Ved benyttelse av LCA-programvarer må vi spesifisere hvilken vektlegging vi skal benytte. Dette er viktig ettersom egalitær er lagt inn som standardprogram i programvaren. Vektingstriangelet (Figur 8: vektingstriangel basert på Hofstetter 1998) illustrer hvordan man kan vekte på en annen måte.



Figur 8: vektningstriangel basert på Hofstetter 1998, Eco-indicator 99 methodology report 3rd edition, juni 2001

W_{EQ} : Vektingsfaktor skade på økosystemkvalitet

W_{HH} : Vektingsfaktor for skade på menneskelig helse

W_R : Vektingsfaktor for skade på energiressurser

$$W_{EQ} + W_{HH} + W_R = 100 \%$$

(Mark Goedkoop, R. S. 2000)

Normalisering, rangering og gruppering

Dette er måter å fremstille resultatene på. Gjennom normalisering prøver man å definere i hvor stor grad en midtpunktkategori er en del av et endepunkt. Dette gjøres ettersom man har forskjellige midtpunktkategorier, hvor det er stor sannsynlighet for at de ikke forårsaker nøyaktig like stor del av problemet. En midtpunktkategori kan ha 1 % av innvirkningen på endepunktkategorien mens en annen har 40 % innvirkning. Gruppering er at man presenterer påvirkningskategorier ut fra likheter, at de kategoriene som har store lokale konsekvenser er en gruppe og de med globale konsekvenser er en annen. Rangering vil si at man prøver å sette de viktigste kategoriene øverst i en liste, mens kategorier som produktet har liten effekt på blir lagt i bunnen av listen. Disse metodene kan benyttes for å unngå vektlegging. (SimaPro7 2010)

4. Livsløpstolkning

I denne endelige fasen tolker man og vurderer resultatene fra livsløpsregnskapsfasen og effektvurderingsfasen, disse blir kombinert og evaluert. Resultatet kan være konklusjoner og anbefalinger til beslutningstakere.

3.6.2 Kritikk av LCA

Forskningen viser at LCA har mange svakheter. I følge (Finnveden 2000) artikkelen om LCAs begrensninger, uttrykker at den største svakheten med analysen er at LCA er det eneste verktøyet som finnes. Det gjør den vanskelig å utvikle og forbedre når det ikke er noe å sammenligne den med. For å kunne sammenligne produkter må begge produktene ha samme funksjon, samt at begge produktene må ha samme PCR. Det medfører at LCA er dårlig på sammenligning av to eller flere produkter hvis det ikke er noen spesifikasjoner som gjør det mulig å sammenligne. Hvis disse krav ikke er oppfylt blir resultatet av analysen ikke riktig ettersom produktene belaster miljøet har forskjellige funksjon, eller at forutsetningene for begge analysene er forskjellige. Ut i fra erfaringer med LCA og dens metodikk, har man kommet fram til flere svakheter:

1. Ikke alle relevante miljøaspekter er tatt hensyn til.
2. Det er usikkerhet i dataene, og rundt valg av metodikk og problemer rundt tolkning av resultatene.
3. Belastninger på miljøet av forskjellige stoffer telles dobbelt, ettersom de kan påvirke miljøet i flere midtpunktkategorier.(Andreas Brekke 2013)

I en undersøkelse utarbeidet ved NTNU i 2003 vises det at flere bedrifter ikke ser helt nytten av LCA analyse på sine produkter(Brekke & Michelsen 2003). Flere som utførte denne undersøkelsen, hadde tatt LCA analyse på sine produkter, men ikke visste helt hvordan dem skulle bruke resultatene videre. Det er fortsatt uklarheter og usikkerhet i markedet.

3.6.3 Hva er den god for/hva kan vi bruke den til?

LCA er den eneste måte å få oversikt over utslippene på, ettersom det ikke eksisterer andre modeller som beregner livsløspåvirkningen. LCA kan bidra med for å få en detaljert og god oversikt over en bedrifts utslipp.

Man kan bruke denne analysen til markedsføring og konkurransefordeler. Å få utført livsløpsanalyse på egne produkter, kan gi bedriften et miljøvennlig image og bedriften blir tatt mer på alvor i henhold til utslippsproblematikken.

Årsaken er at bedriften tar ansvar for sine miljøutslipp, og kan gjøre tiltak for å minke utslippene. Analysen kan også brukes til å spare ressurser som fører til økonomiske besparelser, samt at den kan være med på å bedre forholdet til myndighetene.

Århuskonvensjonen ble vedtatt i 1998, hvor Norge ratifiserte den i 2003. På bakgrunn av dette og Grunnlovens bestemmelse fra 1992, vedtok Norge en ny lov, miljøinformasjonsloven.

Denne loven beskytter innbyggerne og gir dem rett til miljøinformasjon om produkter. På denne måten kan allmenheten beskytte seg mot helsefarlige stoffer og kjemikalier i tillegg til miljøskade, og delta beslutningsprosesser. Dette betyr igjen at entreprenører kan be om miljødeklarasjon på produkter fra underleverandører. Derfor lønner det seg og utføre en analyse som viser produktets miljøbelastninger. Grunnlaget for dette er at bedrifter tar mer hensyn til valg av materialer ved påvirkningen på miljøet. Eksempelvis har Statsbygg begynt å stille krav om miljødeklarasjoner til produkter de benytter.(CO2focus)

I undersøkelsen fra Østfold Forskning¹ ble bedrifter som har utført LCA spurt om hvilken nytteverdi LCA/miljødeklarasjoner har for dem. De fleste svarte konkurransefordeler, men selv etter å ha fått nytte av analysen, svarer de fleste bedrifter at analysen har hatt lite påvirkning på miljøpolicy og/eller miljøstrategi. 15 av 22 bedrifter sier at den største fordelene de har dratt av analysen er bedre intern kompetanse. (Brekke & Michelsen 2003)

3.6.4 Hva er gjort hittil?

Det forskes veldig mye på LCA og hvordan man kan forbedre metodikken. Flere institusjoner jobber med dette daglig, hvor et eksempel på bedrifter som tilbyr seg og utføre LCA analyser for andre bedrifter, er Østfoldforskning og Misa.

Det er utført en rekke miljøanalyser og livssyklusanalyser på produkter og varer som er ute på markedet. Det begynner å bli strengere krav til produktets miljøstatus fra regjeringen, noe som har ført til at Sintef har utviklet veiledning for livløpsvurderinger(byggforsk 2000). Det finnes selskaper som kurser folk i å utføre denne type analyser. I NTNU har de eget fag om LCA, Universitetet i Delft er veldig kjent for å undervise og kurse i Livsløpsanalyser.

Universiteter har utgitt flere bøker og veiledninger som omhandler bærekraft og livssyklusanalyser. *A practical guide for students, designers and business managers*, denne boken er ment som en hurtig veiledning i LCA og dens metodikk er beregnet på studenter. I tillegg finnes det flere bøker som *The Eco-costs/Value Ratio: EVR, LCA-based assessment of sustainability* og *A Quick Reference Guide to LCA DATA and Eco-based Materials selection*. (Delft) Dette illustrerer viktigheten og nytteverdien ved metoden, ettersom det er innført i skolesystemet.

Det finnes mye informasjon om LCA, metodikken og kritikk metoden. LCA er fortsatt under utvikling og det jobbes med utbedringer og blant annet finne måter som kan fjerne eller redusere de usikkerhetene knyttet til LCA beregning.

I Norge har vi kommet langt og vært bevisste på det. Gjennom oppretting av EPD-Norge og Statsbyggs krav til EPDer på byggevarer, bidrar dette til en økt utvikling og bruk av LCA/EPDer.

3.6.5 Miljødeklarasjon (EPD)

En EPD er en rapport utarbeidet fra en LCA, som gjennom tall beskriver et produkts miljøpåvirkning. I dag er betegnelsen på EPD «miljødeklarasjon type III». Rammeverket for miljøinformasjonen, som omhandler tall og hvordan de er fremstilt, er standardisert i ISO 14020 og ISO 14025. Miljødeklarasjoner blir i Norge godkjent av EPD-Norge som ble stiftet i 2002 av NHO. EPD-Norge har som målsetning at: (EPD-Norge 2013a)

«Næringslivet skal foretrekke å benytte miljødeklarasjoner for å kommunisere miljøinformasjon for produkter og tjenester innen alle bransjer. Miljødeklarasjoner skal være det mest benyttede verktøyet for slik miljøinformasjon innen profesjonelle kunde - leverandørforhold, både nasjonalt og internasjonalt». EPD-Norge arbeider ut fra nevnte ISO 14025. (EPD-Norge 2013b)

Rapporten gir et konsist og direkte bilde, myntet på personer og organisasjoner som allerede innehar kompetanse på feltet. Dette kan bedrifter benytte for å formidle og dokumentere, informasjon om sine produkter. Det medfører at dette er informasjon som gir brukeren mulighet for å sammenligne alternative produkter ut fra dokumenterte miljøpåvirkninger. På

grunn av den fleksible strukturen i LCA så kan det være vanskelig å gjennomføre sammenligning av produkter, og det er med dette grunnlaget at det blir utarbeidet EPD'er. En EPD kan sammenlignes med en annen EPD, så lenge det er samme PCR for produktene. Det betyr at en sammenligning vil i stor grad kreve at man benytter de samme forutsetningene når man utarbeider livssyklusanalysen. Siden forutsetninger kan variere svært mye fra produkt til produkt, trenger man et verktøy for å gi produktene rettferdige utgangspunkt.

Product Category Rules (PCR)

Produktkategorireglene gir rammeverket å utarbeide en EPD. De er ikke unike for et bestemt produkt, men er utarbeidet for å sikre at de viktigste miljøegenskapene i en gruppe av produkter med samme funksjon blir fremstilt. Dette medfører at miljødeklarasjoner og rammeverker er tilpasset produktgruppen den brukes for. Eksempelvis finnes det PCR for Isolasjonsmaterialer og massivtre. PCR bestemmer blant annet hvordan rapportering og innsamling av data utføres, spesifiserer hvilke data som er avgjørende. En PCR beskriver også hvordan det skal organiseres, hvilke prosesser og stadier av livsløpet som skal være med og hvordan rammeverket i LCI og LCIA grunnlaget skal beregnes. Det gjør at det stilles krav til datakvaliteten som skal ligge til grunn, samt i hvilke sammenhenger man kan sammenligne produkter ut fra EPD. (BSI 2013)

Utarbeidelse av en miljødeklarasjon gjøres enten gjennom en LCA innad i en bedrift eller gjennom en ekstern tjenesteyter. Når det er bestemt hvem som skal gjennomføre dette, så finner man ut om det finnes en PCR for denne typen produkt. Hvis en PCR ikke finnes for produktet, vil prosessen bli mer omfattende ettersom PCR. Prosessen vil bli mer omfattende ettersom det har innvirkning på alle produsentene med produkter i samme kategori. Når man har rammeverket på plass i form av PCR, begynner datainnsamling. Dette kan ofte være en tidkrevende prosess hvor man prøver å oppnå tilfredsstillende datakvalitet i forhold til PCR. Når datagrunnlaget er i orden så begynner man utviklingen av en livsløpsanalyse, hvor man utarbeider både en LCA rapport og en EPD som omfatter forutsetningen til prosjektet. Ved oversendelse til EPD-Norge må rapporten gjennomgå en uavhengig verifisering. Dette må gjøre før EPD-Norge kan godkjenne, publiserer dokumentasjonen eller underkjenne rapporten.

3.6.6 Programvarer:

Det finnes forskjellige programmer som utfører slike LCA-analyser. Noen er programmer er gratisversjoner mens de større programmene koster å bruke. Programmet i seg selv er ikke vanskelig å sette seg inn i, ettersom man legger inn tall, bruker analysefunksjonen og får resultatene. Ettersom det er enkelt å få et resultat, tilsier dette ikke at resultatet er korrekt. Det er arbeid som krever tålmodighet og nøyaktighet for å få et skikkelig resultat. Når man har fått et resultat, så må dette tolkes. Det er tolkningen av resultatene som krever profesjonell hjelp, ettersom resultatet ikke er innlysende.

Programvarer som er mest kjent og brukt er programmene SimaPro og Gabi. I Figur 9:

Programvarer alle kjente programvarer listet opp. Det finnes også firmaer som utfører analyser for bedrifter, som Misa og Østfoldforskning, hvor SimaPro og GaBi er de som er mest brukt i Norge.

Dette er noen forskjellige programvarer som kan brukes til LCA beregning. Alle disse programmene har sine fordeler og ulemper.



Figur 9: Programvarer

Datverktøyet SimaPro

SimaPro er et verktøy for å sette opp modeller av produkters livssyklus. Det vil si at man kan legge inn hvilke prosesser et produkt inngår i, hvor stoffer kommer inn og slippes ut. Trekker frem at programmet er i stand til å gi en helhetlig fremstilling av alle miljøegenskapene til alle slags produkter. Veldig mange områder i LCA blir dekket av generisk data fra databaser. I SimaPro benyttes blant annet databasen Ecoinvent, som er en større database, hovedkilden til bakgrunnsinformasjon. Her finner vi også generiske data for enhetsprosesser og systemprosesser. Enhetsprosesser beskriver bestemte ledd i en prosess. Systemprosesser kan sees på som en kjede av enhetsprosesser hvor man har generiske data for alle prosessene, for eksempel prosessen fra et tre i skogen, til sagflis på et sagbruk. Arbeid med enhetsprosesser er krevende men man får transparente resultater, som kan etterprøves. I systemprosesser får man ut et resultat som man ikke kan kontrollere. Dette gjør systemprosesser egnet til å skaffe oversikt eller tilnærme et resultat over en prosess, som man kanskje ikke har tilgang tilgjengelig data fra.

PRe Consultants forklarer at hvis man skal benytte et dataprogram som SimaPro, bør man benytte det helt fra begynnelsen av LCA arbeidet. Ved å sette inn eksisterende informasjon, så kan man danne seg et bilde av hvilke informasjon som mangler. Ut i fra dette kan man vurdere hvor viktig den informasjonen man mangler faktisk er. Hvis generisk informasjon for manglende data gir et veldig lavt prosentvis utslag på miljøkategoriene, er det kanskje ikke nødvendig å benytte tidkrevende analyser, for å finne spesifikk informasjon med høy nøyaktighet. Etter en rask innledende livssyklusanalyse kan man altså avgjøre om det er hensiktsmessig ut fra bedriftens mål å lage en mer nøyaktig undersøkelse.

En annen fordel med programvare er at man i tillegg til tilgangen på databaser, kan lagre informasjon i biblioteker inne i programmet. Dermed kan brukeren bygge seg opp en egen database for spesifikk informasjon som kan brukes i fremtidige prosjekter. Utover dette er kanskje dataprogrammenes evne til rask fremstilling av grafer og sammenligninger av generiske produktvalg, den tydeligste fordelene. De tingene som er spesielt problematiske er de forholdene i bærekraft som ikke er utarbeidet, samfunnsmessige- og økonomiske forhold. Der sosiale forhold er vanskelige og tallfeste på internasjonal basis. Økonomiske forhold er et problem i LCA siden metoden ikke har en tidslinje. I tillegg til at god økonomi ofte er et spørsmål om marginer, det vil si at man behøver en stor grad av nøyaktighet for at resultatet skal ha noen nytte. (SimaPro7 2010)

Kalkulering av miljøeffekter

Det finnes i dag en rekke databaser som omfatter karakteriseringsfaktorer, som kan kalkulere påvirkningene av et stoff. Disse databasene blir benyttet i LCIA, påvirkningsanalysen, i LCA. Databasene som omfatter slike faktorer er utarbeidet av regjeringer, universiteter, frivillige organisasjoner, og programutviklere, som har et mål å øke forståelsen i forandringer i miljøet. Disse standardene, veilederne, og databasene, baserer seg på International Organization of Standardization sin 14000 serie. Den første ISO-standard, ISO 14040, ble utarbeidet i 1995, og utgitt i 1996, hvor den andre standarden, ISO 14041, ble utgitt i 1998. De etterkommende standardene, ISO 14042 og ISO 14043 ble utgitt i 2000, hvor alle standardene i ettertid ble revidert og slått samme i 2006 til ISO 14040:2006 og ISO14044:2006.

En av de første uavhengige veilederne som ble laget, ble utgitt av Ministry of Housing og PRÉ consultants, i Nederland. Denne manualen heter Eco-Indicator95, som i 1999 ble revidert og utgitt på nytt som Eco-Indicator99. Disse manualene tar for seg de samme prinsippene som ISO-standardene. Standarden ble også utarbeidet i samme tidsperiode som manualen. Det er mange likheter mellom Eco-Indicator99 og ISO-standardene, men Eco-Indicator99 er en enklere manual, hvor ISO-standarden er mer omfattende. Hensikten med Eco-Indicator99 var å veilede designere og produsenter ved utarbeidelse av nye, eller revidering av gamle produkter. De kunne da ta en enkel analyse av produktene, og kartlegge hvilke faser i produksjon som kunne forbedres. I ISO-standard, og i Eco-Indicator99 manualen, står det spesifisert at hensikten med denne typen analysen er kun til å kartlegge miljøpåvirkningene til et produkt. De skulle ikke med hensikt benyttes til å reklamere, miljømerke, eller bevise at produkt A er bedre enn Produkt B. I ettertid har PCR blitt utarbeidet slik at produkter i samme kategori kan sammenlignes.

(Mark Goedkoop, R. S. 2000) Iso14040-14044

I dag kan vi gjøre omfattende beregninger av bærekraften til et produkt ved hjelp av diverse simuleringsprogram. Disse programmene kan ta for seg alt fra påvirkning av helse, til å gjøre en komplett livssyklusanalyse. En komplett analyse av denne typen omfatter også en LCC, som er en livssyklus kostnadsanalyse, hvor denne analyseformen tar for seg kostnadene til et produkt gjennom livsløpet. Det tilsvarer at en komplett livssyklusanalyse tar for seg

miljøpåvirkningene til en komponent gjennom livsløpet, samt en analyse av kostnadene til den same komponenten i samme tidsperiode.

Hvis vi også kan utvikle et verktøy, eller utvikle indikatorer for programvarer i henhold til sosiale forhold, vil kombinasjonen programmene kunne kalkulere bærekraftigheten til et produkt. Programmer som er i stand til å bedømme bærekraftigheten, er eksempelvis dataprogrammene Gabi og Simapro. Det er disse to programmene som har blitt studert mest, men det finnes også en rekke andre programmer. Slike LCA programmer benytter anerkjente databaser for å kalkulere påvirkningene til et produkt. Når slike program har en større database, fra forskjellige kilder, vil programmet kunne benytte interpolasjon for å få svært nøyaktige verdier. Ettersom noen Indikatorer er målt til å ha forskjellige verdier, avhengig av lokasjon, er det ikke likegyldig om det benyttes Europeiske verdier i Sør-Amerika.

3.6.7 Hvilken informasjon er tilgjengelig?

<i>Databaser og metoder</i>	
<i>Gabi</i>	<i>Simapro</i>
<i>TRACI (2.0, 2.1)</i>	<i>USEtox</i>
<i>CML (1996, 2001, and 2007)</i>	<i>ILCD</i>
<i>Ecological Scarcity Method (UBP)</i>	<i>Impact 2002+</i>
<i>ReCiPe.</i>	<i>EDIP</i>
<i>USEtox</i>	<i>Ecological Scarcity Method (UBP)</i>
<i>Impact 2002+</i>	<i>EPS 2000</i>
<i>EDIP</i>	<i>Greenhouse Gas Protocol (GGP)</i>
<i>Eco-indikator 95 and 99</i>	<i>ReCipe</i>
<i>Ecoinvent (3.0, 2.0, 1.0)</i>	<i>Eco-indikator 95 and 99</i>
	<i>TRACI 2.1</i>
	<i>IPCC 2007</i>
	<i>Ecoinvent (3.0, 2.0, 1.0)</i>

(GaBi 2013) & (Pré 2013)

Database- og metodeinformasjon

Alle metodene som er utarbeidet, er utarbeidet med hensyn på de fire stegene i en LCA rapport, som er spesifisert i ISO 14040 og ISO 14044. Metodene beskriver en bestemt fremgangsmåte for hvordan prosedyren skal utføres i henhold til deres prosedyre. Det tilsvarer at de har en egen måte å veilede fastsettelsen av mål og omfang. Det er også beskrevet hvordan en vil gå fram i LCI fasen, som omfatter innholdet i produktet. Mange av de som utgir veiledere baserer deres databaser på andre databaser som allerede eksisterer. Det betyr at de endringene som er, kommer av andre effekter i henhold til plassering av utslipp. I LCIA fasen kan det være store forskjeller i hvordan midt- og endepunktkategoriene blir beregnet. Noen velger å ha flere midtpunkter, slik at vi får flere kategorier å forholde oss til. Eksempelvis kan noen midtpunkter ta for seg forsuring på land og i vann, mens andre metoder fokuserer på en total forsuring. Karakteriseringsfaktorene kan også variere etter hvordan midtpunktkategoriene er delt opp. Det kan derfor være vanskelig å sammenligne resultater utarbeidet ved forskjellige metoder. Etter at endepunktkategoriene er beregnet, så er det i noen metoder beskrevet hvordan normalisering og vektlegging skal beregnes. Når vi skal gjennomføre normalisering, tilsvarer dette å fjerne enheten, og redusere svaret til en skala på eksempelvis [0 – 100]. Definisjonen på vektlegging er å vektlegge hvor alvorlig hver påvirkning er. Det tilsvarer at global oppvarming kan få en større vektleggingsfaktor, enn ressursforbruket. Det er beskrevet i EDIP, Eco-Indicator99, og EPS, at normalisering og vektlegging kan summeres, slik at vi får igjen én tallverdi på undersøkelsen. Denne tallverdien er omtalt som økoindikatoren². Denne indikatoren er mye omtalt, og mange stiller seg kritisk til denne, på grunn av den store usikkerheten bak tallverdien. (Pré 2013) (ASHBY 2009)

² Materials and the Environment, Eco-informed material choice; Michael Ashby

Ecoinvent (3.0, 2.0, 1.0)

I følge deres eget nettsted er Ecoinvent verdens ledende database for LCA. Ecoinvent får kontinuerlig oppdatert deres LCI data. Ecoinvent er derfor en av de mest omfattende databasene i verden hvor de tar for seg:

- Landbruk
- Energileveranse
- Transport
- Biodrivstoff og biomaterialer
- Metall og metallutvinningsprosesser
- Avfallsscenarioer

Deres datasett er generiske data, som er utarbeidet ved målinger innen industriell produksjon, hvor datasettet er utarbeidet av anerkjente internasjonale forskningsinstitutter og LCA konsulenter. Dette medfører at Ecoinvent-databasen støtter alle større LCA programvarene. Foruten Gabi og SimaPro, gjelder dette også programmer som AMEEdiscover, E Balance, EMIS, Life Cycle Tracker, Open LCA, Aveny GmbH, iPoint Compliance Agent, Quantis Suite 2.0, Regis, Umberto, og Team 5,1. Den nyeste versjonen, Ecoinvent 3.0, har mange oppdaterte datasett, samt er den underliggende metodikken vært igjennom noen endringer. En av hovedfunksjonene til versjon 3.0, er at det er lagt til en funksjon som kan separere prosessinformasjon fra modelleringsvalgene. Dett gjør at datasettene kan behandle prosesser med flere utgangsfaktorer gjennom allokering, systemutvidelser, og spesifikke allokeringsvalg. Nå kan det behandles datasett med flere modelleringsvalg og kalkulere hvordan databasen blir med disse valgene. Dette medfører at det er flere enn én versjon av datasettene. Disse endringene er et resultat av kommentarer fra brukere av ecoinvent. Brukerne har rapportert at deres mål og omfang ikke ble støttet av modelleringen i ecoinvent. I henhold til utviklerne av ecoinvent 3.0, er nøkkelenringene:

- Valg av systemmodeller for forskjellige tilnæringsmetoder innen modellering.
- Forskjell i produktnavn og prosess.
- Forbinder produkter og konsumenter.
- Resirkulerte produkter er allokert til et punkt med substitusjon, slik at nøkkelfaktorer ikke går tapt.
- Endringene er i den grad at sammenligning med eldre studier blir vanskeligere.

(Ecoinvent3.0 2013)

ILCD - The International Reference Life Cycle Data System

The International Reference Life Cycle Data System, er et internasjonalt organ, som utgir veiledere, samt lager databaser, som omhandler diverse aspekter ved LCIA analyse. Deres manual kalles The ILCD Handbook, og databasen deres er omtalt som The ILCD Data network. Det datasettet fra ILCD som blir mest brukt i Europa, er ELCD (European reference life cycle database), som ble utgitt i 2006. I tillegg ble det i februar 2013 utgitt ELCD 3.0, med de nyeste endringene i dette fagområdet. Oppdateringer som dette kan lastes rett inn i programmene Simapro og Gabi. Den informasjonen som blir behandlet i dette datasettet, er miljøpåvirkninger, Helse, naturressurser, i tillegg vil det være en oppdatering i ELCD 3.0, slik at det blir lagt til flere datasett som omhandler energi, transport og materialer. (ILCD 2013)

CML – Center of environmental science Leiden University

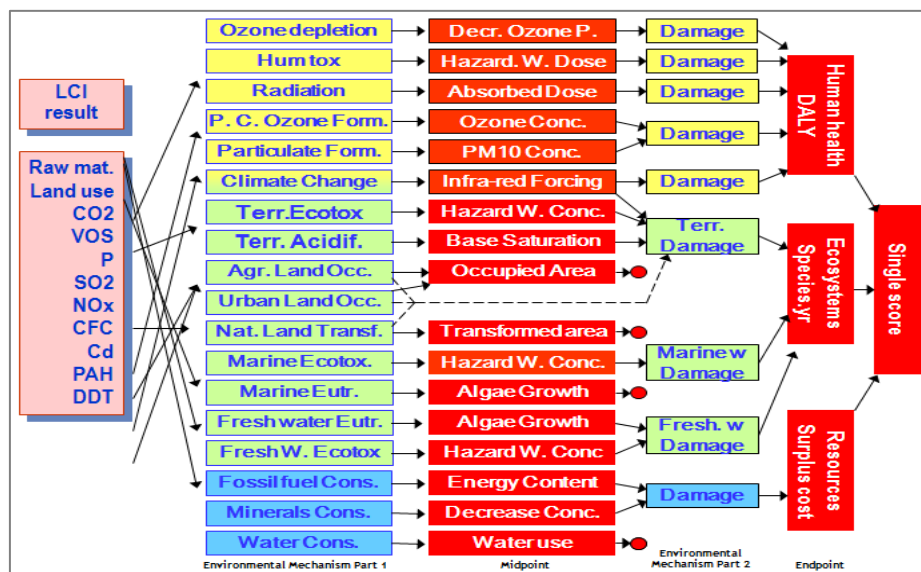
CML, eller CMLCA, er en grunnleggende database utviklet i 1992 av Universitetet i Leiden Nederland, og har i senere tid blitt revidert. CMLCA er en forkortelse av Chain Management ved Life Cycle Assessment. Når CML ble revidert i 2001, ble store deler av fremgangsmåten for skade analyser hentet fra Eco-indicator 99 sin fremgangsmåte. CML har utgitt boken, Handbook on Life Cycle Assessment, som beskriver hvilke bruksområder databasen dekker, samt anvendelse av databasen. Dette er et verktøy som er ment å støtte de 4 trinnene i livsløpsvurderingsprosedyren. Den støtter ikke prosessaspekter, som fagvurdering, kvalitetssikring og nytten av LCA i de gjeldende beslutningene. Programmet forutsetter at brukeren er klar over de grunnleggende prinsippene i LCA. Videre er det i dag bare en liten manual og til begrenset hjelp, men dette kan imidlertid endre seg over tid. (CML 2012) (Pré 2013)

ReCiPe:

ReCiPe ble laget av Center of environmental science Leiden University, Den Nederlandske regjeringen for det Nasjonale Instituttet for Offentlig Helse og Miljø, PRé consultants (utviklerne av simapro), og Radboud Universiteit Nijmegen.

ReCiPe opererer med 2 typer kategorier, midtpunkt- og endepunktkategorier.

Midtpunktkategoriene har 18 punkter, som omfatter alt fra Ozondegenerering, til vannforbruk. Disse blir regnet om til Helse, Økosystem og ressurser, som er de 3 endepunktkategoriene.



Figur 10: En illustrasjon som viser LCI til venstre, og endepunkt til høyre.

ReCiPe bruker, som alle andre databaser, ISO standardene som rammeverk i fremgangsmåten. Ved kalkulering av LCIA, Life Cycle Impact Assessment, benytter de en egen fremgangsmåte, som heter «The ReCiPe methodology». Denne metoden er utarbeidet for å kunne tolke LCIA. Basisen for modelleringen i ReCiPe er en miljømekanisme. Definisjonen på en miljømekanisme er en rekke effekter, som til sammen kan lage en viss mengde skader på helse-, eller miljøsektoren. Et eksempel er at det er dokumentert diverse gasser, som bidrar til å hindre varme å slippe gjennom atmosfæren. I forbindelse med energiberegninger, er det en forskjell fra ReCiPe og andre databaser. ReCiPe opererer med atomkraft, som skal være den beste energikilden. Selv om dette er et debattert tema, ble det ikke tatt opp i fokusgruppen under utvikling av ReCiPe. De valgte å behandle uranium som mineral, og ikke som brennstoff, ettersom uranium er et mineral i et geologisk perspektiv. Dette betyr at de behandler det som malm. Det som er avgjørende er malmgraden til uranium, slik at dette kan modelleres som metall. Denne fremgangsmåten ble valgt, fordi fossilt brensel og distribuering av dette er 2 forskjellige ting. Ulempen med dette er at i ReCiPe modellen, er det ikke inkludert behandling av radioaktivt avfall, slik det ikke forekommer et slikt scenario i denne modellen. Det kan være et alternativ å utbedre dette i neste versjon av ReCiPe. (ReCiPe 2013) (ReCiPe 2012) (Pré 2013)

Impact 2002+ (Impact 2002 versjon 2.0)

Denne LCA veilederen er utviklet av «swiss federal insitute of technology» i Lausanne, Sveits. Når alle stoffer og kjemikalier er kartlagt, tar denne veilederen å deler opp LCI resultatet i 14 midtpunkt kategorier. Disse kategoriene er isolerte konsekvenser til en rekke stoffer, og fordeles på disse kategoriene. Impact 2002+ tar disse 14 kategoriene og fordeler skadene i 4 endepunkter, eller skadekategorier, og ser på effekten som forekommer. Impact 2002 + 4 skadekategorier omfatter helse, økosystemkvalitet, klimaforandringer, og ressurser. De karakteristiske miljøfaktorene for menneskelige gifter, vann og land økogifter, er hentet fra Impact 2002. Faktorer for andre kategorier er hentet fra eksisterende databaser (for eksempel: Eco-Indicator 99, CML 2001, IPCC), og er tilpasset denne databasen. (Olivier Jolliet* & Rosenbaum 2003) (Pré 2013)

IPCC 2007

Intergovernmental panel on climate change, er det ledende organet innen klimavurderinger. Organisasjonen ble stiftet av United Nations Environmental programme, og World Metrological Organization, i 1988. Organisasjonen har som formål, å øke forståelsen mennesker har, angående den nåværende situasjonen i henhold til klimaforandringer, potensielle klima forandringer, og de sosio-økonomiske påvirkningene dette medfører. Forskere fra hele verden bidrar, i frivillighet, til denne organisasjonen. Ved hjelp fra disse aktører, har de laget en database hvor gamle miljørapporter, og kjemikaliepåvirkningsrapporter blir revidert, og er tilgjengelig til alle medlemslandene i FN. Når den første databasen ble utarbeidet i 2001, var ikke faktorer for en rekke stoffer som bidrar til global oppvarming inkludert. Disse stoffene ikke er inkludert:

- Indirekte formering av N_2O fra andre nitrogenutslipp
- Ikke tatt med strålingstillegg grunnet utslipp av NO_x , vann, sulfat etc. i den lavre og øvre stratosfæren.
- Omforming til CO_2 i utslipp av CO

I IPCC er det ikke inkludert en normalisering og vektlegging av informasjonen. (IPCC 2007; IPCC 2013) (Pré 2013)

Traci

Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts (Traci), ble utviklet av Environmental Protection Agency i USA. Den ble utviklet med hensyn på empiriske mål, og for å kunne sette inn spesifikke parametere for lokasjoner i USA. Ved uspesifiserte lokasjoner, finnes det en standardverdi som kan benyttes. Dette er en metodikk som baserer seg på midtpunkt orientert LCA. Det medfører at de ikke har utviklet en fremgangsmåte, eller en standardisering, for å få summert alle kategoriene i en sluttsum. Traci operer med 12 midtpunktkategorier, som dekker bl.a. nedbryting av ozon, global oppvarming, forsurening, eutrofiering, fotokjemisk oksidasjon, brennstoff, bruk av vann, bruk av land, og menneskelig helse. Menneskelig helse er delt opp i kreftfremkallende- og ikke kreftfremkallendestoffer. (Bare 2012) (Pré 2013)

USEtox og Environmental design of industrial products (EDIP)

Denne modellen ble utviklet i det tekniske universitetet i Danmark, og grunnlaget for modellen var fokuset på de forskjellige stoffene som slippes ut i atmosfæren. Hovedfokuset er kjemikalier som blir benyttet, eller er et produkt av en fremstillingsprosess. USEtox blir derfor en database som dokumenterer effekten av flere materialer, enn de andre databasene. For tiden går USEtox nå gjennom en revisjon av programmet.

EDIP 2003 er en LCA metodikk, som er utarbeidet i Danmark. Denne metodikken er en oppdatering av EDIP 97 modellen, hvor USEtox er databasen med stoffer, og EDIP 2003 er fremgangsmåten. (Usetox 2013) (Pré 2013)

Ecological Scarcity Method (UBP)

Dette produktet er laget ved hjelp av Swiss Federal Office for the Environment. Denne metoden er tatt rett ut av Ecoinvent 2.0, samt er det er lagt til diverse annen informasjon som er utarbeidet. UBP ble sist oppdatert i 2008. Denne oppdateringen førte til at anvendeligheten og fleksibiliteten til konseptet ble bedre i henhold til økofaktorer. Metoden ble også utvidet til å dekke miljøbelastninger som vannmangel og tilføyning av dette i endepunktet for økologisk knapphet, og omfatter nå også «vann-fotavtrykk».

Selve publikasjonen beskriver avledning av øko-faktorer å ta hensyn til faktiske utslipp og ressurs bruker på den ene siden, samt sveitsiske politiske mål og internasjonalt avtalte utslippsmål støttes av Sveits på den andre.

ESU-services ble leid inn for å etablere den neste oppdateringen med referanseår 2011, som er ment å bli publisert i 2013. (FOEN 2006) (Pré 2013)

EPS 2000

Chalmers University of Technology stod for utviklingen av EPS 2000, hvor denne versjonen er en oppdatering av EPS 1994 skrevet av Ryding, og EPS 1996 skrevet av Steen.

Hovedprinsippene til denne metodikken er i samsvar med ISO 14000 serien, samt at dette er en ren skadeorienterende metode. Metoden er bygget opp etter 4 prinsipper, og en hvordan bestemme hvilke data og modeller som skal utelates.

De 4 prinsippene:

- Toppen og ned; Hvor høysete prioritet er gitt til viktigheten til et system
- Indeks; ferdige indekser som representerer, vektlegger, og samler påvirkninger
- Utelatelse; En operativ metode hvor utelatelse er et krav
- Usikkerhet; Hvor usikkerheten av innsatt data vurderes

Formålet var at dette skulle brukes internt i en bedrift, slik at de kunne fastslå hvilken av to produkter som har minst påvirkning på miljøet.

(Pré 2013) (Steen 2001)

Greenhouse gas protocol

GHG-protokollen fokuserer på drivhusgasser, og har hatt ett 10-årig langt samarbeid med World Resources Institute. Denne organisasjonen oppstod da WRI og WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) innså at det er et behov for en organisasjon, som kan følge effektene av drivhusgassene. De skal holde oversikt og rapportere slik at det kan være en utvikling innen klimapolitikken. The International Organization of Standardization adopterte organisasjonsstandarden til GHG, som basis for ISO-14064, *“Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals”*. GHG har utviklet flere standarder i henhold til drivhuseffekten, som blir benyttet i LCA programmer.

Eksempelvis har vi *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard* og *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*. Dette er to manualer som er utarbeidet av GHG. (GHG 2012) (Pré 2013)

3.7 Karakteriseringsfaktorer som blir benyttet i LCIA beregninger

Når vi skal anslå hvor mye av et stoff som påvirker miljøet, kan vi benytte karakteriseringsfaktorer, eller miljøfaktorer. Karakteriseringsfaktorer er tall som uttrykker den totale mengde og effekten et produkt påvirker miljøet. Disse faktorene er indikatorer til stoffer målt, over tid, i et kontrollert miljø, hvor de blir målt opp mot enhetsverdier, slik at vi har grunnlag for å kalkulere effekten av et stoff. Det er også målt at påvirkningene av slike stoffer kan variere fra kontinent til kontinent. Eksempelvis kan et utslipp av en viss mengde CO₂ i Asia gi et 25% større bidrag til GWP, enn et tilsvarende utslipp i Europa (Piers Forster (UK)). Årsaken til dette er den varierende konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren.

I henhold til IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, har det vært flere oppdateringer på dette området for å kartlegge drivhusgasspåvirkninger. Dette har ført til noen vurderingsrapporter. I disse rapportene operer IPCC med SAR, Second Assessment Report, TAR, Third Assessment Report, og AR4, Assessment Report 4, hvor SAR og AR4 er de mest benyttede formene.

Industrial Designation or Common Name	Chemical Formula	Lifetime (years)	Radiative Efficiency ($W m^{-2} ppb^{-1}$)	Global Warming Potential For Given Time Horizon			
				SAR [†] (100-yr)	20-yr	100-yr	500-yr
Carbon dioxide	CO ₂	See below ^a	^b 1.4x10 ⁻⁵	1	1	1	1
Methane	CH ₄	12 ^c	3.7x10 ⁻⁴	21	72	25	7.6
Nitrous oxide	N ₂ O	114	3.03x10 ⁻³	310	289	298	153
<i>Substances controlled by the Montreal Protocol</i>							
CFC-11	CCl ₃ F	45	0.25	3,800	6,730	4,750	1,620
CFC-12	CCl ₂ F ₂	100	0.32	8,100	11,000	10,900	5,200
CFC-13	CClF ₃	640	0.25	10,800	14,400	16,400	
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	85	0.3	4,800	6,540	6,130	2,700
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	300	0.31	8,040	10,000	8,730	
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	1,700	0.18	5,310	7,370	9,990	
Halon-1301	CBrF ₃	65	0.32	5,400	8,480	7,140	2,760
Halon-1211	CBrClF ₂	16	0.3	4,750	1,890	575	
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂	20	0.33	3,680	1,640	503	
Carbon tetrachloride	CCl ₄	26	0.13	1,400	2,700	1,400	435
Methyl bromide	CH ₃ Br	0.7	0.01		17	5	1
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	5	0.06	100*	506	146	45
HCFC-21	CHCl ₂ F	1.7	0.14		530	151	46
HCFC-22	CHClF ₂	12	0.2	1,500	5,160	1,810	549
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	1.3	0.14	90	273	77	24
HCFC-124	CHClF ₂ CF ₃	5.8	0.22	470	2,070	609	185
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	9.3	0.14	600	2,250	725	220
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	17.9	0.2	1,800	5,490	2,310	705
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	1.9	0.2		429	122	37
HCFC-225cb	CHClF ₂ CClF ₂	5.8	0.32		2,030	595	181

Tabell 2: Illustrasjon av globalt oppvarmingspotensial, i henhold til AR4 og SAR.

I Tabell 2: Illustrasjon av globalt oppvarmingspotensial, i henhold til AR4 og SAR. ser vi at oppvarmingspotensialet til CO₂, er 1 kg CO₂ pr år. Dette er da det potensialet alle andre stoffer som bidrar til global oppvarming blir målt opp mot. Metan har et bidrag til globalt oppvarmingspotensial, som er 21 ganger større enn CO₂ i henhold til SAR, og 25 ganger i henhold til AR4 i et 100 års perspektiv. Det er mest vanlig å måle effekten over 100 år. Hvis vi tar utgangspunkt i 1kg Metan, målt i AR4, vil det globale oppvarmingspotensialet være lik 25kg CO₂-ekvivalent. Vi ser at denne metoden for kalkulering av miljøpåvirkninger gjelder andre midtpunktkategorier, eksempelvis forsuring, hvor stoffmengden regnes om til SO₄ ekvivalenter. Disse kategoriene omtales som midtpunkter i en LCIA. I andre midtpunktkategorier blir andre stoffer, som bidrar til en effekt innen miljø, målt opp mot en ekvivalent til et basisstoff. I noen metoder vil denne ekvivalenten variere, ettersom det kan være forskjeller for hvilket stoff som er mest gunstig å benytte i kalkulering av midtpunktkategorier. For forsuring vil det kunne være målt i NMVOC eller C₂H₄, og for eutrofiering vil det kunne måles i PO₄, N, eller P. Grunnlaget for forskjellen er hvordan midtpunktkategorien er definert i metoden.

Det vil si at valg av basisstoff for beregning varierer om det er målt i ferskvann, sjøvann, eller om fellesbetegnelsen er vann. Dette betyr at LCA beregninger ikke er sammenlignbare ved benyttelse av forskjellige metoder.

Når det er utslipp til luft og vann, som fører til global oppvarming, forsuring, ozon nedbrytning, og andre konsekvenser, så vil disse resultatene kunne settes inn i 3 grupper. Disse 3 gruppene er Helse, miljøforandring, og ressurs/energiforbruk, hvor disse kategoriene kalles endekategorier. Antall endekategorier kan variere alt etter database og metode som er benyttet. Noen metoder regner med bare DALY, mens andre sorterer effekten i DALY etter kreftfremkallende stoffer, og ikke kreftfremkallende stoffer. Dette gjelder også for midtpunktkategorier, hvor enkelte databaser eksempelvis regner i fersk- og sjøvannseutrofiering, og noen regner med eutrofiering som en helhet. Energi og bidrag til miljøforandring er obligatorisk, mens endring i helse noen ganger er utelatt fra beregningene. Dette er fordi å beregne forventet endring i helse, grunnet utslipp, er vanskelig og unøyaktig, og kalkulasjoner som omhandler helse, er lettere å beregne i programvarer som utfører LCA beregninger. Noen databaser tar for seg utslipp fra stoffene, og hvilke påvirkninger de har på den menneskelige helse. Dette regnes om i DALY, som er et mål på summen av totale år som går tapt på grunn av tidlig død og hvor mange år som går tapt på grunn av nedsatt funksjonsevne, i forhold til en helsetilstand. I *Tabell 3:hentet fra Eco-Indicator 99, som illustrer DALY, på grunnlag av klimaendringer. (tallene er fra 1996)* ser vi at globalt oppvarmingspotensial, climate change, i seg selv kan påvirke hver person med $2.39E-03$ DALY/år. Eksempelvis vil en person, utsatt for eksos en lengre periode, bli lagt inn på sykehus, hvor behandlingen er rangert som 0,392 DALY, og en gjennomsnittlig behandlingstid på sykehus for hvert tilfelle er 0,01 år, så vil dette tilsvare 0,04 DALY totalt.

Egalitarian	Air	Water	Industrial soil	Agricultural soil	Total	per inhabitant
Carcinogenic effects [DALY/yr]	1.99E+05	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	7.60E+05	2.00E-03
Respiratory (inorganic) [DALY/yr]	4.09E+06				4.09E+06	1.08E-02
Respiratory (organic) [DALY/yr]	2.60E+04				2.60E+04	6.84E-05
Climate Change [DALY/yr]	9.08E+05				9.08E+05	2.39E-03
Radiation [DALY/yr]	1.01E+04	9.84E+01			1.02E+04	2.68E-05
Ozone depletion [DALY/yr]	8.32E+04				8.32E+04	2.19E-04
Total Human health [DALY/yr]	5.31E+06	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	5.88E+06	1.55E-02
Ecotoxicity (PAFm2yr/yr)	7.02E+11	7.87E+09	2.37E+12	4.32E+08	3.08E+12	8.11E+03
Ecotoxicity (PDFm2yr/yr)	7.02E+10	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	3.08E+11	8.11E+02
Acidification/nutrication (PDF m2yr/yr)	1.43E+11				1.43E+11	3.75E+02
Land-use (PDF m2yr/yr)	1.50E+12				1.50E+12	3.95E+03
Total Ecosystem Quality (PDF.m2.yr/yr.)	1.71E+12	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	1.95E+12	5.13E+03
Minerals [MJ/yr]					5.69E+10	1.50E+02
Fossil [MJ/yr]					2.20E+12	5.79E+03
Total Resources [MJ/yr]					2.26E+12	5.94E+03

Tabell 3: hentet fra Eco-Indicator 99, som illustrer DALY, på grunnlag av klimaendringer. (tallene er fra 1996)

Karakteriseringsfaktorer er tilgjengelige for:

- Materialer; Indikatorer for produksjonsprosess er målt i kg pr. materiale.
- Produksjonsprosess; Behandling og prosessering, uttrykt i en foretrukket størrelsesorden (kg, m², m³)
- Transport; Er uttrykt i kilo*tonn*meter (KTm)
- Energigenerering; Uttrykt i elektrisitet og varme.
- Avfall scenarioer; uttrykkes i kilo

(Mark Goedkoop, M. O., An de Schryver, Marisa & Vieira 2008), (Mark Goedkoop, R. S. 2000; ReCiPe 2012), (IPCC 2007; PRé Consultants 2012)

4 Case studie

I dette kapittelet har vi definert metoden vi har tenkt å benytte for å gjennomføre livsløpsanalyse på fire produkter. Metoden blir derfor en generell fremgangsmåte som må tilpasses det enkelte produkt. Eventuelle resultater ønsker vi å sammenstille til en samlet modul. Vi tenker oss at en slik modul for eksempel kan bestå av en m² fermacell, asfalt vindtett, kg for I-bjelke, og kg for flex-isolasjon. Ideelt sett bør alle komponentene benytte samme funksjonelle enhet, men på grunn av eksisterende PCR, tror vi det ikke er mulig. Et alternativ kan være å utarbeide modulen med en gitt bredde, siden breddene vil være standardmål for I-bjelke og flex-isolasjon. Man kan da fremstille resultater både fra LCA/EPD og fysiske egenskaper for eksempel U-verdi samlet.

På grunn av for liten tid kunne ikke Hunton Fiber AS anskaffe informasjon i form av inngangs- og utgangsfaktorer for noen av produktene. Det medførte at vi ikke kunne utføre en fullstendig LCA for noen av produktene. Vi har likevel forsøkt fremgangsmåten på Asfalt Vindtett ut i fra tilgjengelig informasjon i miljødeklarasjonen.

4.1 Mål og omfang

Hensikten med case-studiet er å avgjøre hvor mye dette produktet påvirker miljøet. Dette skal hjelpe oss å fastslå i hvilken grad LCA kan bedømme bærekraft i et bygningselement.

Analysen skal påvise hvor i livsløpet produktet forurenses mest, og har størst effekt på miljøet. Resultatet av analysen er kun ment i bruk internt i bedriften.

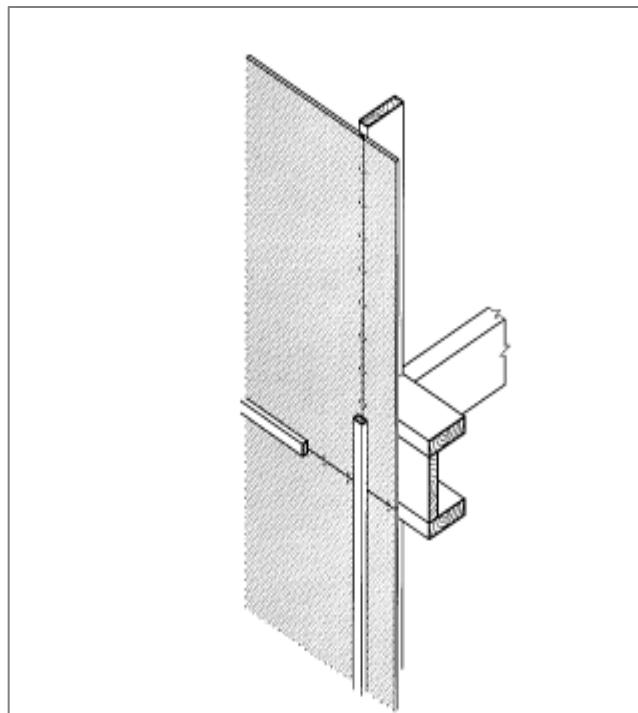
Omfanget av analysen skal være fra vugge til grav. Vi anser det som risikabelt å dele opp livssykluser. Grunnlaget for dette er at, prosesser, innenfor systemgrense kan optimaliseres, så vil dette ha innvirkning på prosesser, som er utenfor systemgrensene, men fortsatt er i livsløpet. (ASHBY 2009) Da kan man kunne komme i en situasjon hvor en rekke bedrifter har optimalisert produksjonen, mens produktet i verste fall har verre miljøpåvirkninger i andre prosesser som er utelatt.

Utførelsen av analysen vil i stor grad være avhengig av hvordan vi ser produksjonssystemet og hvilke data vi benytter. Det finnes data i form av en EPD for asfalt vindtett, hvor data er innhentet i 2008.

For at vi skal kunne utarbeide en LCA trenger vi å hente inn mer spesifikke data og informasjon om produksjonssystemet. Dette må gjøres i samarbeid med bedriften. Ut i fra data vi har tilgang til, må vi avgjøre hvordan vi tilnærmer oss for å utarbeide rapporten. Dette gir seg spesielt utslag i om vi benytter systemprosesser eller enhetsprosesser i SimaPro.

Produktbeskrivelse:

Produktet Asphalt Vindtett, er en 12 mm tykke asfaltimpregnerte porøse trefiberplater, brukes som vindspærre og har blitt produsert av Hunton Fiber AS i 40 år. Platene har et asfaltimpregnert belegg på den ene siden som gjør platene lufttette. Platene leveres med rette kanter på alle fire sider, eller med fals på langsiden. Standard platebredde er 1200 mm (byggemål). Standard lengder er 2440 mm og 2740 mm. Forventet levetid på produktet er 60 år, og funksjonell enhet er 1 m², begge i henhold til produktets PCR.



Figur 11: Asphalt vindtett

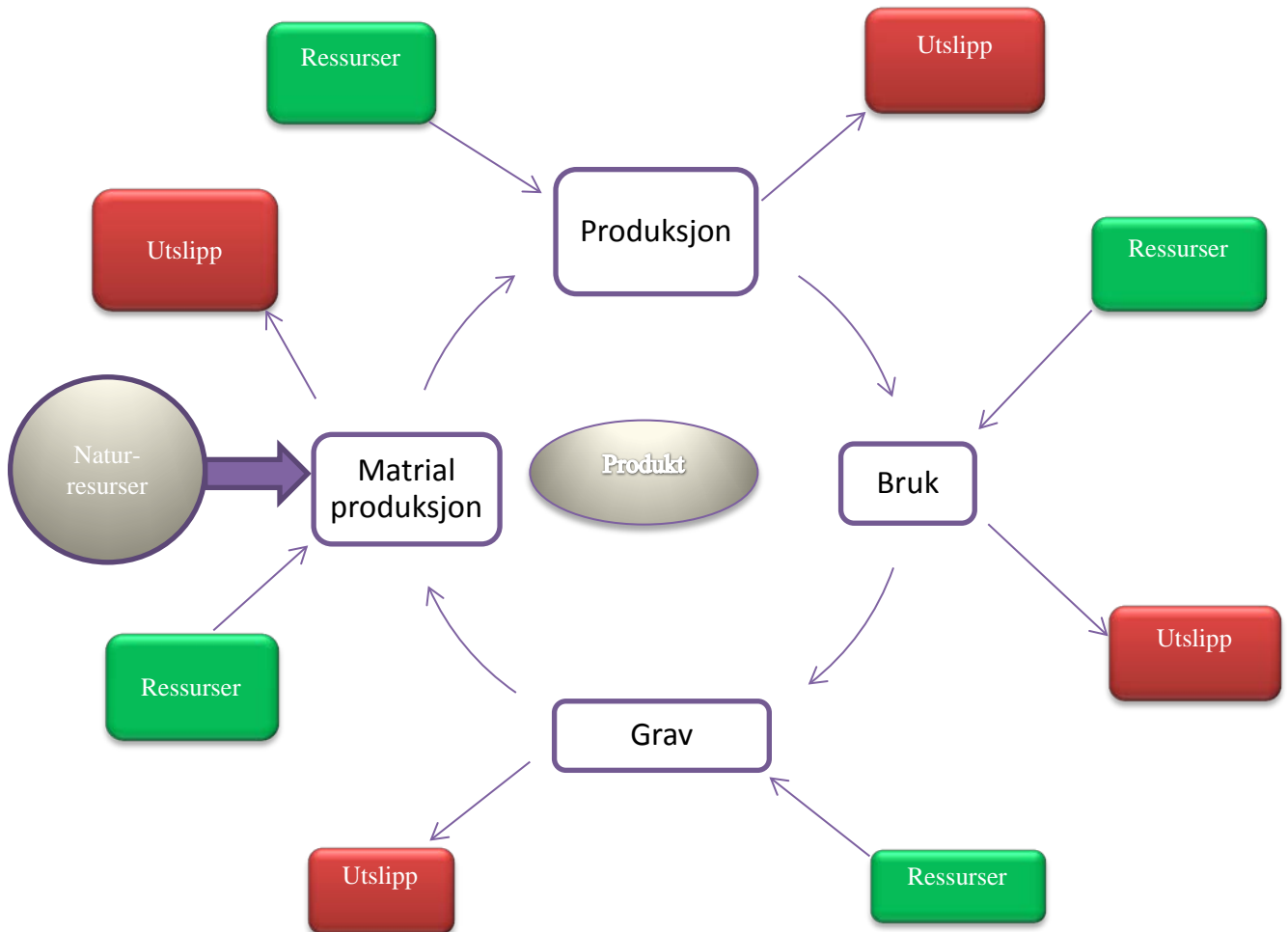
Fra analysen vil vi fokusere på noen miljøpåvirkninger, ut fra produktets miljøegenskaper:

- Global oppvarming
- Forsuring
- Eutrofiering
- Ozonnedbrytning
- Fotokjemisk oksidasjon

Det er resultatene fra disse fem kategoriene vi er interessert i å se nærmere på.

4.2 Livsløpsregnskap

Når vi har definert mål og omfang, så må vi skaffe oss en oversikt over innvirkningen produktet har gjennom sitt livsløp.



Figur 12: Vugge til grav

Hvis det inngår flere forskjellige materialer i produksjonen, kan det være hensiktsmessig å se på deres utslipp og ressursbehov hver for seg. Dette gjelder også hvis det er forskjellige mulige scenarioer etter endt levetid, hvis produksjonen fører til mer enn ett produkt eller hvis produktet har flere forskjellige bruksområder. Hvis inn- og utgangsfaktorer deltar i mer enn en prosess eller produkt, må man øremerke dataene hensiktsmessig i henhold til det spesifikke tilfellet. Det gjøres for å sikre at massebalansene er riktige i modellen, og at vi får et riktig bilde av miljøegenskapen til produktet. Metoden kalles allokering.

Utslipp- og ressurser boksene Figur 12: Vugge til grav er ment å illustrere inngangs og utgangsfaktorer. At det er noe som går inn i livsløpsstadiet eller at det er noe som går ut. En inngangsfaktor kan for eksempel være at man behøver energi under produksjon, og et utslipp kan være noe så enkelt som at produktet gir fra seg varme under bruk. Når man har laget en slik oversikt over produktet man utarbeider analysen for. Skal man ha en oversikt over alle inn og utgangsfaktorene i livsløpet. Deretter må man kvantifisere inn- og utgangsfaktorer og produsere et samlet regnskap. (SimaPro7 2010)

I SimaPro så deles data inn i forgrunn(spesifikk) og bakgrunns(generisk) data. Det er hensiktsmessig å trekke ut bakgrunnsdata fra databaser. Eksempelvis vil det ikke være hensiktsmessig å hente inn data for akkurat hvilken lastebil/båt/fly som utfører transporten, men det kan derimot være interessant å vite hvor mye som transporteres, hvor langt og hvordan. Forgrunns data er data som man må utarbeide eller få fra bedriften. Her må vi altså identifisere de dataene som vi mener er viktige å få fra oppdragsgiver og utarbeide en liste som vi sender de. (vedlegg 3). Deretter må vi sette sammen de spesifikke dataene med de generiske i SimaPro og slik utarbeide regnskapet.(SimaPro7 2010)

Ut fra EPD har vi følgende inndata:

Produkt komposisjon

Materialer i sluttprodukt	Enhet	Input LCA	Vektandel av produkt	Hvordan mengden av sluttprodukt er kalkulert (Generert/kalkulert)	Vekt sluttprodukt	Vektandel av produkt
Treråvare	Kg	2,28	73,7	Spesifikk/kalkulert data	2,17	73,7
Oksidert bitumen	Kg	0,38	12,3	Generiske data	0,36	12,3
Papirmakulator	Kg	0,2	6,3	Generiske data	0,19	6,3
Harpiks	Kg	0,02	0,7	Generiske data	0,02	0,7
Annet	Kg	0,21	6,9	Generiske data	0,2	6,9
Sum	kg	3,09	100 %		2,94	100 %

Tabell 4: produkt komposisjon

4.3 Life Cycle Impact Assessment

Samlingen vi utfører i livsløpsregnskapet, oppsummerer resursenes forbruk og utslipp, men sier i seg selv lite om hvilke følger de har. Ut fra hvilken miljøpåvirkning (midtpunktkategori) et stoff finnes i, må vi multiplisere størrelsen på miljøpåvirkningen som vi har kommet frem til i livsløpsregnskapet. Siden 1kg av ett stoff har en annen innvirkning enn utslipp av 1 kg av et annet stoff, må dette regnes om i ekvivalenter slik at vi får summert den totale påvirkningen.

Midtpunktkategorier

Når Midtpunktkategoriene kalkuleres, så summerer vi den totale påvirkningen av stoffer som påvirker GWP, Eutrofiering, Forsuring, Ozonnedbrytning, og Fotokjemisk oksidasjon. Disse påvirkningene har forskjellige global effekter. På grunnlaget av Montrealprotokollen og Kyotoavtalen, er det derfor et større politisk fokus på utslipp av drivhusgasser og oppvarmingspotensialet (GWP). I beregning av LCIA, så vil stoffer som påvirker flere kategorier ha full effekt i alle andre kategorier den virker i. Det vil si at hvis vi har utslipp av 10 kg metan, så vil vi telle 10kg metan utslipp i atmosfæren, og 10kg metan i eutrofiering. Summen av stoffene i hver kategori, det vil si total mengde CO₂, NH₄ etc., blir oppsatt i tabeller, og ganget med en karakteriseringsfaktor. På denne måten får vi ut svaret i ekvivalenter, som tilsvarer effekten av alle stoffer i henhold til en standardverdi. I denne analysen operer vi med potensialer over 100 år, og i endepunkter operer vi med hierarkiske verdier. Siden eksisterende EPD inneholder størrelsen på utslippene så har vi ved hjelp av vedlegg 3. Beregnet de forskjellige kategoriene som et utgangspunkt. Vedlegg 3 inneholder alle karakteriseringsfaktorer som er benyttet.

Globalt oppvarmingspotensial

Utslipp	Enhet	Total mengde	Karakteriseringsfaktor	Total	EPD
CO ₂	Kg CO ₂ Ekvivalent	2,106921	1,0	2,106921	
CH ₄	Kg CO ₂ Ekvivalent	0,003721	25,0	0,093025	
N ₂ O	Kg CO ₂ Ekvivalent	0,000046	298,0	0,01308	
PFC	Kg CO ₂ Ekvivalent	0	x	0	
HFC	Kg CO ₂ Ekvivalent	0	x	0	
SF ₆	Kg CO ₂ Ekvivalent	0	22800,0	0	
SO ₂	Kg CO ₂ Ekvivalent	Irrelevant	x	0	
NO _x	Kg CO ₂ Ekvivalent	Irrelevant	x	0	
CO	Kg CO ₂ Ekvivalent	0,002324	1,0	0,002324	
NMVOG	Kg CO ₂ Ekvivalent	Irrelevant	x	0	
Totale Globale oppvarmingspotensialet - Kg CO ₂ Ekvivalent				2,21535	2,062

Tabell 5: global oppvarmingspotensial

I asfalt vindtett blir det ikke sluppet ut PFC, HFC, SF₆, så disse tar vi ikke med i betraktningen. I henhold til IPCC vil indirekte drivhusgasser som NMVOC, NO_x og SO₂ ikke bidra til økt drivhuseffekt, men ved reaksjoner i atmosfæren, vil de kunne øke levetiden til de direkte drivhusgassene (F. Dentener 2013).

Fotokjemiske oksidasjonsstoffer

Utslipp	Enhet	Total mengde gram	Karakteriseringsfaktor	Total
NMVOG	Kg NMVOG Ekvivalent	0,000849	1	0,000849
NO _x	Kg NMVOG Ekvivalent	0,007238	1	0,007238
SO ₂	Kg NMVOG Ekvivalent	0,002816	0,081	0,00023
CO	Kg NMVOG Ekvivalent	0,002324	0,046	0,00011
CH ₄	Kg NMVOG Ekvivalent	0,003721	0,01	0,0003721
Totale fotokjemisk oksidasjonspotensial				0,00880

Tabell 6: fotokjemiske oksidasjonsstoffer

Dette resultatet kan ikke sammenlignes med EPD, ettersom det ikke regnes om til samme ekvivalent. POCP er i EPD regnet med C₂H₄ Ekvivalens.

Forsuring

Utslipp	Enhet	Total mengde	Karakteriseringsfaktor	Total	EPD
HCL	Kg SO ₂ Ekvivalent	0,000037	0,88	0,00003	
SO ₂	Kg SO ₂ Ekvivalent	0,002816	1	0,002816	
NH ₃	Kg SO ₂ Ekvivalent	0,000016	2,45	0,00004	
NO _x	Kg SO ₂ Ekvivalent	0,007238	0,56	0,00405	
Totale Forsuringspotensialet - Kg SO ₂ Ekvivalent				0,00694	0,008

Tabell 7: forsuring

Eutrofieringspotensial

Utslipp	Enhet	Total mengde	Karakteriseringsfaktor	Total	EPD
NO _x	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,007238	0,13	0,00028	
Nitrogen (aq)	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,000114	0,42	0,000114	
Fosfor (aq)	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,00001	3,07	0,00001	
COD	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,0649	0,022	0,00143	
NH ₃	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,000016	0,35	0,00001	
Totale eutrofieringspotensialet - Kg PO ₄ Ekvivalent				0,00096	1,84E-03

Tabell 8: Eutrofieringspotensial

Ozonedbrytningspotensial

Utslipp	Enhet	Total mengde	Karakteriseringsfaktor	Total
CFC	kg CFC-11 Ekvivalent		x	
HFC	kg CFC-11 Ekvivalent		x	
Halon	kg CFC-11 Ekvivalent		x	
Halogen hydrokarboner	kg CFC-11 Ekvivalent		x	
Totale ozonedbrytningspotensialet - kg CFC-11 ekvivalent				

Tabell 9: Ozonedbrytningspotensial

Det er i EPD regnet med R11, hvilket er det samme som CFC-11. I vårt resultat og i EPD har tallverdier for OD, men ettersom ingen av utslippene er beskrevet i ReCiPe, kan vi bare anta at det er bakgrunnsprosesser i programvaren som lager dette bidraget.

Omregning av midtpunkter til endepunkter

Midtpunktkategorier samler utslippene i kategorier som kalkulerer mengden stoffene bidrar i de gitte kategoriene. Endepunktkategoriene samler alle midtpunktkategori påvirkningenes totale påvirkning i klimaforandringer, helseforandringer og utslippskostnader.

- Klimaforandringen er den totale påvirkningen av flere endepunkter, omregnet til antall arter som blir utryddet pr år
- Helseforandringer regnes om til DALY, hvor det er kalkulert hvor mange år med utmerket helse som går tapt.
- Utslippskostnader er kostnadene som må til for å ta ut den totale mengden ved utvinning av fossilt brensel og utvinning av metaller.

I disse endepunktkategoriene blir det ofte basert på antall arter og mennesker i et gitt område, og hva den totale påvirkningen blir. Dette medfører at det er snakk om eksempelvis gjennomsnittet i Europa, verden, eller i det landet utslippene foregår. Hvis skalaen blir stor, tilsvarer det at den største påvirkningen vil være lokalt, hvor denne påvirkningen blir fordelt

på antall mennesker, eller dyr, i et større område. Endepunktene kan derfor ha stor usikkerhet, men disse kategoriene er ofte lettere å tolke enn midtpunktkategoriene.

Midtpunkt kategorier	Enhet	Mengde	DALY -100 faktor	DALY	Art/år 100 Faktor	Art/År
Global oppvarmingspotensial	Kg CO ₂ Ekvivalent	2,21535	1,4E-06	3,1015E-06	7,93E-09	1,7568E-08
Ozonedbrytning	kg CFC-11 Ekvivalent	x	0,00176	x	x	x
Forsuring	Kg SO ₂ Ekvivalent	0,00694	/	/	5,8E-09	4,0252E-11
Fotokjemisk oksidasjonspotensial	Kg NMVOC Ekvivalent	0,00880	3,9E-08	3,432E-10	/	/
Eutrofiering	Kg PO ₄ Ekvivalent	0,00096	x	x	4,44E-08	4,26E-11
Total påvirkning			3,4447E-06		5,813E-08	

Tabell 10: Endepunkter

/ illustrer at det er store variasjoner i faktorene som blir benyttet, slik at det ikke er en basis for en standardfaktor eller at det ikke bidrar i det området. (Vedlegg 3)

X indikerer at vi ikke har verdier for å beregne DALY eller Art/år: Ved manglende tall, eller har ikke alle beregningsfaktorene.

Sammendrag: Påvirkning på miljøet

Midtpunktkategori	Total påvirkning
Globalt oppvarmingspotensial	2,21535
Eutrofiering	0,00096
Forsuring	0,00694
Fotokjemiske oksidasjonsstoffer	0,00880
Endepunktkategori	
DALY	3,4447E-06
Art/år	5,813E-08

Tabell 11: oppsummering av miljø påvirkning

4.4 Tolkning av livsløpsanalysen.

Her skal oppgaven bindes sammen på en leselig og forklarende måte.

I henhold til ISO 14044 så skal man gjøre dette gjennom og «identifisere vesentlige spørsmål» samle inn de data som gir mest innvirkning på kategoriene fra Livsløpsregnskap, og livsløpseffektvurderingen. Deretter så utfører man kontroll på disse dataene for å sikre at informasjon som trengs for tolkning er komplett.

Fullstendighetskontroll

Hvis man mangler data som har innvirkning på et resultat må dette vurderes. I ettertid må vi dokumenteres at man har gjort en vurdering av alvorlighetsgraden. Hvis det er essensiell informasjon som mangler, må man gå tilbake til foreliggende faser og kanskje endre målsetning og omfang. (SimaPro7 2010)

Sensitivitetskontroll

Troverdigheten i konklusjonen kan vi underbygge ved å vurdere ut i fra hvor stor grad resultatet endres for forskjellig usikkerheter. Det tilsvarer å kontrollere resultatene hvis vi har utført en sensitivitetsanalyse. En sensitivitetsanalyse kan være en undersøkelse av en antagelse man har gjort som kan være en kritisk parameter for oppgaven. For eksempel om vi antar at det vil være 5 % svinn, hvor stor innvirkning vil det ha hvis det i stedet er 1 % eller 10 %? (SimaPro7 2010)

Samsvarskontroll

Dokumentere om forutsetninger, metoder, data samsvarer og er i henhold til hensikt omfang. Det kan være om forskjeller i datakvalitet gjennom studien som har innvirkning i forhold til studiets omfang, eller om man har vært konsekvent og benyttet forskjellige verktøy som allokering eller regionale forskjeller gjennom hele livsløpet. (SimaPro7 2010)

Denne gjennomgangen skal da danne grunnlaget for å trekke konklusjoner, fra livssyklusanalysen, som igjen kan benyttes til praktiske formål. Det kan være nyttig å se på om mål og omfang, er hensiktsmessige. Samt kontrollere om kontrollene og analysene som vi har brukt som gjennom prosessene har vært gode nok. Det vil derfor være lite hensiktsmessig å kommentere disse. Konklusjoner som finnes bør underbygges og evalueres gjennom

tidligere omtalte kontroller. Hvis det blir utarbeidet konsekvente konklusjoner, kan disse benyttes for å gi anbefalinger, i forhold til oppgavens hensikt. (ISO 2006a)

5 Resultat

Product:	1 m2 Hunton Asfalt Vindtett (of project EPD studentprosjekt)							
Method:	Østfoldforskning - LCA/EPD i bygg 2013 April 22 V1.02							
Indicator:	Characterization							
Unit:	%							
Skip categories:	Never							
Exclude infrastructure processes:	No							
Exclude long-term emissions:	No							
Sorted on item:	Impact category							
Sort order:	Ascending							
Impact category	Unit	Total	Hunton Asfalt Vindtett	Treråvare	Bitumen s	Waste pa	Epoxy resi	Electricity,
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	2,316138004	0	0,014811	0,248572	0,02452	0,13448	1,893754
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,55047E-07	0	1,76E-09	1,27E-07	2,74E-09	2,52E-11	1,24E-07
Photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	0,001240629	0	2,77E-05	0,00058	2,89E-05	0,000111	0,000494
Acidification	kg SO2 eq	0,008273426	0	9,15E-05	0,002107	9,99E-05	0,000807	0,005168
Eutrophication	kg PO4--- eq	0,002490245	0	3,02E-05	0,000637	3,24E-05	0,000133	0,001658
Ledig 1		0	0	0	0	0	0	0
Ledig 2		0	0	0	0	0	0	0
Spesialkategoriar for BYGG-FORMAT i f		0	0	0	0	0	0	0
ADP elements, non fossil CML2002	kg Sb eq	2,46772E-05	0	3,33E-07	4,2E-06	5,03E-07	1,71E-07	1,95E-05
ADP elements, non fossil 2000	kg Sb eq	5,62662E-06	0	6,66E-08	2,69E-06	9,09E-08	5,68E-08	2,72E-06
ADP fossil	MJ	40,78246728	0	0,21094	14,40742	0,274851	2,382122	23,50713
Ledig 4		0	0	0	0	0	0	0
Ledig 5		0	0	0	0	0	0	0
Renewable primary energy, energy carri	MJ	21,95760932	0	0,027585	0,150626	0,005385	0,026125	21,74789
Renewable primary energy, feedstock	MJ	110,844725	0	91,57527	0,088965	0,002478	0,004921	19,17309
Husk Sum i Excel 1		0	0	0	0	0	0	0
Nonrenewable prim energy, energy carri	MJ	47,15318544	0	0,223935	14,63278	0,286605	2,315249	29,69462
Nonrenewable prim energy, feedstock	MJ	0	0	0	0	0	0	0
Husk sum i Excel 2		0	0	0	0	0	0	0
Recycled materials, feedstock	kg	0	0	0	0	0	0	0
Renewable recycled energy, en carrier	MJ	0	0	0	0	0	0	0
Nonrenewable recycled energy, en carrier	MJ	0	0	0	0	0	0	0
Net fresh water	m3	79,64235145	0	0,114246	1,124814	0,039598	0,008992	78,3547
Waste type: Hazardous waste, dispose	kg	0,000457412	0	6,83E-06	9,22E-06	5,67E-07	0,00038	6,08E-05
Waste type: Non hazardous waste disp	kg	0	0	0	0	0	0	0
Waste type: Radioactive waste, dispose	kg	0	0	0	0	0	0	0
Outflow: Materials/components to reuse	kg	0	0	0	0	0	0	0
Outflow: Materials to recycling	kg	0	0	0	0	0	0	0
Outflow: Materials to energy recovery	kg	0	0	0	0	0	0	0
Outflow: Exported energy (electricity)	MJ	0	0	0	0	0	0	0
Outflow: Exported energy (heat)	MJ	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 11: Resultat fra EPD

I et intervju med Andreas Brekke fra Østfoldforskning stilte vi følgende spørsmål:

I det store og hele hva ønsker dere mest at skal skje i fremtiden med LCA? Statlige krav til utarbeidelse og offentliggjøring? Bedre databaser?

Ja takk, begge deler. Egentlig kan det nok oppsummeres med at vi ønsker mer og utvidet bruk av LCA. Jo flere data som produseres av både like og ulike produkter, jo bedre blir dataene og jo bedre blir de neste analysene. Jo bedre og flere modeller som utvikles for miljøbelastninger, jo nærmere blir resultatene noe som kan måles i den virkelige verden. Det vil være bra for LCA, men ikke minst for muligheten til å skape en mer bærekraftig verden (i hvert fall i miljødimensjonen).

Helt personlig kan jeg jo legge til at jeg gjerne skulle sett litt mer diskusjon knyttet til nytten av den funksjonelle enheten man jobber med i en analyse. Nå er det jo slik at man kan oppfylle en "idiotisk" funksjon, men gjøre det veldig miljøvennlig. Og det kan dekke over grunnleggende problemer knyttet til forbruk og velstand versus livskvalitet.

Er det noe dere vil påpeke som gjør dette spesielt vanskelig, eventuelt er det noe som gjør det bedre enn å benytte dataprogrammer?

Å sette opp en LCA uten bruk av dataverktøy krever at man har en struktur hvor ulike komponenter kan gjenkjennes, for først skal man legge inn alle utslippskomponenter, dernest skal disse kobles til modeller for beregning av miljøbelastning. Hvis man gjør det for hånd, har man langt på vei produsert et dataprogram. Fordelen ved å gjøre en LCA uten bruk av dataverktøy kan være at man har mer kontroll på hva som skjer.

Hva er de største fordelene med å benytte dataprogrammer? Hva er de største ulempene?

De største fordelene ved å benytte dataprogrammer er: 1) at man har en struktur som forenkler å legge inn utslipp til ulike medier (luft, jord og vann), avfallsstrømmer og ressursforbruchsstrømmer; 2) at man har et system som kan regne ut miljøbelastninger fra utslippene og strømmene man har lagt inn; og ikke minst 3) at man har et bibliotek med prosesser man kan koble til og som man kan utvide for hver LCA man gjør.

De største ulempene gjenspeiler de største fordelene ved at dataprogrammet kan kamuflere den kompleksiteten som ligger i systemet man analyserer. Det gjør at man kan produsere resultater uten helt å forstå hvordan de har fremkommet og derfor ikke ta seg god nok tid til å sjekke kvalitet og eventuelle feil.

Er databasene som finnes i dag gode nok, kan man stole på dem?

For de aller fleste standardproduktene og standardutslippene er databasene som finnes i dag gode nok. Det gjøres en god jobb med innsamling og kvalitetssikring av data og man kan i stor grad stole på dem. Det kan imidlertid være problematisk å finne data for helt nye produkter eller produkter som er frakoblet ”vanlige” produksjonsruter, og for ganske mange forbindelser er det mangelfulle utslippsdata; spesielt gjelder det potensielt toksiske stoffer i lave konsentrasjoner hvor det ikke finnes rapporteringsplikt. Så er det også opp til brukeren av databasen å gjøre det nødvendige arbeidet for å finne ut om databasedataene er i samsvar med det systemet man undersøker. Veldig mange av dataene er gjennomsnittsdata, som ikke nødvendigvis gjenspeiler spesifikke produksjonsruter.

Hva er den beste egenskapen med LCA i forhold til å bedømme miljøpåvirkninger eller bærekraft?

Den beste egenskapen til LCA er evnen til å unngå såkalte problemskifter. Ved at man ser på hele livsløp, i stedet for enkeltfaser sånn som produksjon, unngår man å forbedre en fase bare for å forverre en eller flere andre. Ved at man ser på flere miljøbelastninger på en gang, i stedet for enkeltstående miljøbelastninger sånn som klimaendringer, unngår man å gjøre en forbedring på et miljøområde bare for å øke miljøbelastningene på et eller flere andre områder.

Er PCR utarbeidet så godt at det er umulig «å skjule» miljøegenskaper som en bedrift kanskje ikke vil offentliggjøre?

Det er vanskelig å skjule miljøegenskaper som ligger innenfor en PCR, eller LCA generelt, sitt domene.

Men en EPD kan jo selvfølgelig brukes for å fremheve positive miljøeffekter, mens man ikke viser frem slike negative miljøeffekter som vanligvis ikke dekkes i en LCA. Det kan for eksempel være støy knyttet til produktet eller andre lokale effekter som vanskelig fanges opp i LCA-modeller.

Generelt sett er det noe dere som arbeider med utarbeidelsen ønsker var på plass som ville gjort det enklere, mindre usikkert å utarbeide en LCA?

Oj. Det er et vanskelig spørsmål. På den ene siden ønsker vi sterk standardisering for å sikre at alle EPDer skal være sammenlignbare og at de skal være helt uavhengige av hvem som har utarbeidet dem. På den andre siden ønsker vi at LCA skal være et fleksibelt verktøy som også kan brukes til å lage framtidsscenarioer og andre "spekulative" analyser. Det er en fin balansegang å skulle utvikle metodikk som tar hensyn til begge deler. Men det blir litt som Ole Brumm. Generelt kan vi kanskje si at enda strengere krav til rapportering av flere utslipp og mer ressursbruk innen flere bransjer, ville gjøre datatilgang enklere, uavhengig av hva slags analyse man skal lage.

LCA er en metode for å kartlegge miljøegenskapene til et produkt gjennom dets livsløp. Vil dere si at det gjør LCA til et godt utgangspunkt for å kommentere om et produkt er bærekraftig? Hvorfor mener dere det?

Siden LCA som metodikk også inneholder flere modeller for å beregne miljøpåvirkninger fra utslipp, avfall og ressursbruk er den spesielt egnet til å si noe om et produkt er bærekraftig i miljødimensjonen. Hvis en tar utgangspunkt i at det finnes tre dimensjoner av bærekraft; er ikke LCA like godt utviklet for å si noe om økonomisk og sosial bærekraft. Likevel, inneholder metoden et rammeverk som gjør at slike forhold kan kvantifiseres på aktivitetsnivå dersom man kommer opp med indikatorer som kan tallfestes.

På samme tid som LCA ikke kan si noe om alle dimensjoner av bærekraft, kan det heller ikke si noe absolutt når det gjelder produkters bærekraft. Av natur er LCA en sammenlignende metode, så den kan bare angi om et produkt oppfyller en funksjon bedre eller dårligere enn andre produkter. Den sier altså ikke noe om funksjonen som skal oppfylles er bærekraftig i seg selv.

På tross av begrensningene angitt ovenfor er LCA et av de mer helhetlige verktøyene som finnes og vil derfor kunne åpne for diskusjoner når produkter skal velges. Det i seg selv vil gi større mulighet til å finne bærekraftige løsninger enn om ikke LCA benyttes.

I gjennomføring av LCA er det noe dere vil peke på som er essensielt i forhold til å produsere et godt, troverdig og etterprøvbart resultat?

En god LCA vil, som for alle andre analyser, være avhengig av gode inngangsdata. Det betyr at den som gjennomfører LCAen må ha kunnskap om de miljøforhold som analyseres; både for å kunne hente inn riktige data og for å kunne forstå resultater (eller feil i disse). Gode kvalitetssjekkingsrutiner både på data og på analyseresultater vil være essensielt for å luke ut eventuelle feil. Transparens (gjennomsiktighet) når det gjelder datamateriale og forutsetninger for LCA-studie vil øke muligheten for å etterprøve.

Hva er det største problemet med å utarbeide en LCA?

Rent konkret for å utarbeide en LCA er det tilgang på data som er det største problemet. Det er en tidkrevende og vanskelig prosess, spesielt innen bransjer der man vanligvis ikke har strenge krav til måling av ulike typer utslipp. Litt mer abstrakt er det også problemer knyttet til metoder for å beregne ulike miljøbelastninger.

6 Diskusjon

Vi vil i dette kapittelet først gå tilbake og se på hensikten med oppgaven og de målene vi har satt for oss. Deretter vil vi ut i fra teorien vurdere resultatene vi har fått. Ut fra dette vil vi gå tilbake og se på de metodene vi har benyttet, og om det er noe vi burde gjort annerledes. Avslutningsvis skal vi drøfte i hvilken grad metoden, teorien og resultatet gir oss et godt grunnlag for å komme med følgende konklusjon.

6.1 Hensikten med oppgaven

Hensikten med oppgaven var å finne ut i hvor stor grad bærekraft kan bedømmes ved hjelp av LCA. Bakgrunnen for dette målet var å gi vår oppdragsgiver, Hunton Fiber AS, en oversikt over hvor bærekraftig deres produkter er. Vi bestemte oss for å utføre dette gjennom casestudie og intervju.

6.2 Avgrensinger

Vi har i avgrensingsdelen av oppgaven spesifisert at det vil være vanskelig å vurdere bærekraft i forhold til økonomiske og sosiale aspekter, derfor fokuserer vi på miljøaspektet. Dette gjør at man kanskje kan stille seg kritiske til at vi har benyttet begrepet bærekraft og at miljøegenskaper ville vært et mer passende utgangspunkt. Siden livsløpsvurderinger konsentrerer seg om innvirkning på miljøet som blir beskrevet gjennom påvirkningskategoriene. Vi føler allikevel at bærekraft er et passende begrep i denne sammenhengen, siden fokuset på å forbedre og dokumentere miljøegenskaper har sitt opphav i det internasjonale fokuset på et mer bærekraftig samfunn.

Som Andreas Brekke sier om LCA:

"Siden LCA som metodikk også inneholder flere modeller for å beregne miljøpåvirkninger fra utslipp, avfall og ressursbruk er den spesielt egnet til å si noe om et produkt er bærekraftig i miljødimensjonen. Hvis en tar utgangspunkt i at det finnes tre dimensjoner av bærekraft; er ikke LCA like godt utviklet for å si noe om økonomisk og sosial bærekraft. Likevel, inneholder metoden et rammeverk som gjør at slike forhold kan kvantifiseres på aktivitetsnivå dersom man kommer opp med indikatorer som kan tallfestes."

I intervjuet påpekes det altså at det ikke er LCA metoden som er problemet med å bedømme bærekraft, men det må utarbeide gode indikatorer for økonomiske- og sosiale aspekter. Disse er nødvendige før man kan si om LCA vil være egnet for å beskrive hele begrepet. I dag ligger det politiske fokuset på globaloppvarming og nedbrytningen av ozonlaget. Derfor har vi i oppgaven fokusert på fem miljøkategorier som vi mener gir spesielt god indikasjon på bærekraften ut fra avgrensningene.

Vi har også definert «bedømmelse», ut fra at dokumentasjon av størrelser på miljøegenskaper enten må betraktes som mål eller behov i en vurderingsfase, hvor man bedømmer tilsvarende produkter, dette holder vi fast ved. LCA sier ikke at et produkt er bærekraftig, vi kan bare vurdere om et produkt er mer bærekraftig enn et annet.

"På samme tid som LCA ikke kan si noe om alle dimensjoner av bærekraft, kan det heller ikke si noe absolutt når det gjelder produkters bærekraft. Av natur er LCA en sammenlignende metode, så den kan bare angi om et produkt oppfyller en funksjon bedre eller dårligere enn andre produkter. Den sier altså ikke noe om funksjonen som skal oppfylles er bærekraftig i seg selv."

At statsbygg stiller krav til miljødokumentasjon i form av EPD, understreker behovet for å fremvise produktets miljøegenskaper. For og dekke dette behovet behøves en sikker kilde til dokumentasjonen og mulighet for å finne ut hvordan de skal kunne sammenlignes. Ved hjelp av at produkter skal ha samme PCR tilfredsstilles dette av EPD. Siden EPD er et utdrag fra LCA, må derfor livsløpsvurderinger kunne betraktes som en anerkjent metode for sammenligning.

6.3 Metodevalg

Ved bruk av casestudie og intervju av fagperson til resultatinnhenting har vi fått en oversikt over hvordan man utfører en livsløpsanalyse og hva som er viktig når det gjelder målsetting og avgrensninger. I tillegg til å undersøke hvordan Østfoldforskning forholder seg til dette. Det er også brukt andre kilder til å innhente informasjon til teori. Vi valgte å gå inn på teorien og hva begrepet bærekraft innebar før vi gikk videre med utarbeidelsen av casestudiet. Deretter satte vi oss inn i LCA metodikken. Vi bearbeidet informasjonen slik at vi følte vi hadde et godt grunnlag for casestudiet og utforming av spørsmål til intervju.

Kvalitative metode: Intervju

Grunnen til at vi har benyttet intervju som metode i oppgaven vår. Er å gi oss en bedre forståelse, av et verktøy som for oss har hatt en veldig teoretisk vinkling. Siden vi har hatt lite mulighet for å tilegne oss praktiske erfaringer. Kunnskapen som kommer fra erfaringen med å arbeide praktisk med verktøyet, er vanskelig å lese seg til i en rapport. Gjennom å intervjuer en fagperson har vi dermed fått en grad av kontroll, på egne oppfatninger om bruk, muligheter og begrensninger som finnes i livsløpsvurderinger generelt, samt i dataverktøyet vi har benyttet for å utføre vurderingen. Samarbeidet med Østfoldforskning har vært verdifullt for vår forståelse av analysen.

Problemet er at siden vi bare har intervjuet en person, så får vi ikke belyst temaet på en slik måte som vi kunne ha fått. Hvis vi hadde intervjuet et utvalg av personer, med varierende kunnskap og forhold om livsløpsvurderinger. Ville vi hatt mulighet til å analysere svarene og hatt mindre usikkerhet i eventuelle konklusjoner vi trekker fra intervjuet. Vi mener allikevel med forankring i teorien for LCA, og miljødeklarasjoner samsvarer med svarene i intervjuet. Dette fører til at oppgaven får en mer nyansert og korrekt fremstilling av livsløpsvurderinger som metode.

Kvantitativ metode: Case

I en livsløpsanalyse er det viktig å sette seg inn i metoden og hvordan man går fram på dette. Vi ønsket derfor å benytte casestudiet slik at vi fikk en bedre innblikk i LCA beregning og for å teste analyse på et produkt. Vi satte begrensninger for produktet utfra de kategoriene vi ønsket å vektlegge. Oppsettet på casen er utarbeidet i henhold til det som står i ISO 14044. Vi ikke hatt all den informasjonen som trengtes for å utføre livsløpsvurderingene, slik vi har angitt i oppgavens hovedmål. På grunn av manglende inn- og utgangsfaktorer, var det ikke mulig å utføre dette for hele modulveggen, slik vi ønsket. Behovet for god informasjon understrekes i intervjuet med Andreas:

I gjennomføring av LCA er det noe dere vil peke på som er essensielt i forhold til å produsere et godt, troverdig og etterprøvbart resultat?

"En god LCA vil, som for alle andre analyser, være avhengig av gode inngangsdata. Det betyr at den som gjennomfører LCAen må ha kunnskap om de miljøforhold som analyseres; både for å kunne hente inn riktige data og for å kunne forstå resultater (eller feil i disse).

Gode kvalitetssjekkingsrutiner både på data og på analyseresultater vil være essensielt for å luke ut eventuelle feil. Transparens (gjennomsiktighet) når det gjelder datamateriale og forutsetninger for LCA-studie vil øke muligheten for og etterprøve."

Å gjennomføre vurderingen på fire forskjellige produkter hadde vi håpet ville gi oss en dypere forståelse for vurderingen. I tillegg til at det ville gi oss større tillit til resultatene, siden vi hadde hatt mer erfaring til å uttale oss om spesifikke tall. Den analysen som er utført, er basert på en EPD for Asphalt Vindtett, og den informasjonen vi hadde var derfor ikke fullstendig. Når vi tilslutt måtte benytte informasjon fra EPD, prøvde vi å få en kontroll på datautregningen gjennom å regne ut utslippene i EPD med faktorer fra Database ReCiPi. På tross av denne kontrollen gjennomførte vi ikke tolkningsfasen i livsløpsvurderingen for disse resultatene. Vi mener det ville vært ugunstig på grunn av risikoen for å tolke feil eller gitt et misvisende bilde. Vi føler likevel at valg av case som metode var godt og nødvendig, for å få en praktisk forståelse av metoden.

Vi ser i ettertid at vi burde ha gjennomført casestudien litt annerledes. Viktigheten av innsamling av informasjon, burde vi tatt tak i på et tidligere tidspunkt, slik at Hunton hadde fått bedre tid til å hente den informasjonen vi trengte. På den andre siden definerte vi tilgang på informasjon, som avgjørende for gjennomføringen av oppgaven i forprosjektet. Dette var vi allikevel ikke bevisste nok på. I utarbeidelsen av listen for hvilken informasjon vi trodde vi ville trenge, tok for lang tid og var ikke gode nok. Vi måtte bearbeide stoffet for å si noe om hva vi kom til å trenge av informasjon. Et tettere samarbeid med Hunton fiber i denne prosessen, er kanskje det som best ville ha hjulpet oss i å gjennomføre og få troverdige resultater i livsløpsvurderingen.

6.4 Bruk av dataverktøy

Vi valgte å benytte SimaPro for gjennomførelsen av livsløpsanalyse på Asphalt Vindtett. Denne gjennomføringen belyser et av de største problemene med et slikt verktøy. Man kan med veldig liten forkunnskap sette inn verdier og legge til prosesser. For deretter å få frem både grafer og tall på miljøkategorier, hvis man også benytter tidligere omtalte systemprosesser kan det være vanskelig å skille tallene i en rapport hvor man har stor grad av usikkerhet, med resultatene i en som er profesjonelt utført, uten å sette seg inn i detaljer. I vårt resultat har vi blant annet utført mer eller mindre kvalifiserte anslag, for hvilke generiske prosesser som skal representere for eksempel «harpiks», og for å omregne kg med tremasse til m_2 som var den funksjonelle enheten vi ville frem til i livsløpsanalysen. Som Andreas sier *«De største ulempene gjenspeiler de største fordelene ved at dataprogrammet kan kamuflere den kompleksiteten som ligger i systemet man analyserer. Det gjør at man kan produsere resultater uten helt å forstå hvordan de har fremkommet og derfor ikke ta seg god nok tid til å sjekke kvalitet og eventuelle feil»*.

Fordelene med bruk av dataverktøy er, som vi nevnte i teorien at når programvaren blir brukt riktig, kan man blant annet enkelt lage seg et utgangspunkt for hvordan man vil utføre livsløpsvurderingen. Siden det er mulig å bruke generiske data og lagre informasjon til gjenbruk senere.

6.5 Vurdering av resultatene

I resultatkapittelet har vi resultatene fra en LCA for asfalt vindtett utarbeidet fra EPD og generiske data (fra databasen Eco Invent). Det ligger usikkerhet i denne analysen, spesielt på grunn av produktspesifikasjonene, hvor 6,9 % av produktet består av annet materiale. Disse materialene har vi hverken navn eller tallverdi, og det er derfor vanskelig å kalkulere en nøyaktig LCA. Det er heller ikke spesifisert hvilken variant av bitumen eller harpiks som er benyttet, derfor er det uvisst om de generiske prosessene vi har benyttet gjenspeiler virkeligheten. Selv om det er en forskjell i miljøegenskapene for variasjoner av for eksempel bitumen som vi har brukt i SimaPro, så fikk vi verdier for LCIA midtpunktkategorier som er nær verdiene vi finner i den utarbeidede EPD. Årsaken til dette kan være at energimengden som er benyttet til produksjonen, står for mesteparten av miljøpåvirkningen. I vårt resultat har vi fått tallverdier for GWP, ODP, POCP, forsuring og eutrofiering. I forhold til EPDen er det størst avvik i eutrofiering- og POCP-kategorien.

I henhold til våre egne utregninger i Casestudiekapittelet, LCIA fasen, er avvikene mindre generelt sett, med unntak av ODP, ettersom det ikke er listet opp stoffer som, i henhold til ReCiPe, bidrar til ODP potensial. Dette kan være et resultat innen programvareutregningen, hvor ODP bidraget kommer fra bakgrunnsinformasjon som ligger i programmet. Avviket mellom EPD, egne utregninger, og Simapro-utregningen i miljøkategoriene kan komme av databaser og karakteriseringsfaktorer som har blitt oppdatert i ettertid. Databasen vi har benyttet i manuell beregning av LCIA, ReCiPe, ble sist oppdatert i desember 2012. Ved manuell kalkulering ville det vært ideelt om vi benyttet Ecoinvent 3.0, men grunnet det omfattende arbeidet som ligger i denne metoden, ville det vært noe kostbart å skaffe denne metoden og databasen.

6.6 Kildekritikk:

På grunn av det store antallet kilder og rapporter som finnes på området, har vi vært fokuserte på å være kritiske til kildene vi har benyttet. Det har ført til at vi ikke har gått veldig bredt for å hente inn informasjon men har basert oss på kilder publisert eller referert til av blant annet Det amerikanske miljøverndepartementet, ISO, Norsk Standard og Sintef Byggforsk, samt at vi i oppgavens grunnlag har benyttet lovverk og internasjonale konvensjoner. Når vi har benyttet mer spesifikke kilder har vi kanskje vært for kritisk og heller støttet opp informasjon fra en standard med en eller to kilder som vi anser som sikre, av disse kan vi nevne Michael F. Ashby, Henrikke Bauman og Göran Finnveden.

Organer som EPA, IPCC, PRé Consultants, the ministry of housing i Nederland, har blitt hyppig brukt til å lese om databaser, bærekraftige bygg og karakteriseringsfaktorer. Disse kildene har blitt brukt til å verifisere om ektheten til utsagn fra andre kilder. Dette medfører at vi med stor sikkerhet kan anslå at det som er skrevet er korrekt. I tillegg ble nettstedene til databasene og metodene benyttet for å kunne beskrive deres funksjoner i en LCA programvare. Vi har også benyttet Eco-indicator(95 og 99), men disse ble av Østfoldforskning beskrevet som utdaterte metoder, slik at vi ikke med sikkerhet kan påstå at dette er sikre kilder. Grunnlaget for dette, i motsetning til andre databaser, er at Eco-indicator manualene ikke har blitt oppdatert siden 1999.

Det finnes veldig mye informasjon og det var vanskelig å avgjøre hvilke kilder som var mest relevant for vår problemstilling.

Vi måtte i tillegg innhente informasjon på produktet for å kunne gjennomføre casestudiet. Skille mellom det overordnede målet og å arbeide seg gjennom denne prosessen, var ikke ideelt og kan ha ført til at vi har mistet noe fokus i teorien.

6.7 Oppsummering

Selv om vi har hatt problemer med å håndtere både problemstillingen og verktøyet, mener vi at LCA, både som metode og verktøy gir et godt utgangspunkt for å bedømme bærekraft i et produkt. Det Andreas sier belyser samtidig potensialet til metoden.

«På tross av begrensningene angitt ovenfor (som vi har diskutert)er LCA et av de mer helhetlige verktøyene som finnes og vil derfor kunne åpne for diskusjoner når produkter skal velges. Det i seg selv vil gi større mulighet til å finne bærekraftige løsninger enn om ikke LCA benyttes.»

I tillegg til at livsløpsvurderingen gir en oversikt over hvor i produktets livsløp de forskjellige egenskapene inntreffer. Dette kan man utnytte for å identifisere tiltak, som kan lede til bedre bærekraft for et produkt. Ikke bare i et bygningselement men i et hvilket som helst produkt.

7 Konklusjon

Vår problemstilling var:

I hvilken grad kan LCA benyttes for å bedømme bærekraft i produkter

Vi vil med utgangspunkt i diskusjonen og den kunnskap om LCA og bærekraft som vi har opparbeidet oss, konkludere med følgende:

Livsløpsvurderinger kan i stor grad brukes til å bedømme om et produkt er mer bærekraftig enn et annet.

Siden LCA som metode er godt egnet for produksjon av resultater i håndfaste tall og fremstiller de for påvirkningskategorier, kan vi bedømme produkter i forhold til bærekraft. I hvor stor grad man kan bedømme produktets bærekraft, er avhengig av kunnskapsnivået den som bedømmer har for metoden og hvordan ulike påvirkningskategorier vektlegges i forhold til hverandre. Problemet med metoden ligger slik vi ser det i disse to betingelsene. Du får et resultat, men det er ikke nødvendigvis mulig å se på resultatene til en LCA og konkludere om produktet er bærekraftig eller ikke.

Vårt største problem i oppgaven har vært at vi har tatt utgangspunkt i begrepet bærekraft, siden akkurat dette begrepet er veldig komplisert. Dette gjør at oppgaven har blitt vanskeligere å utføre og binde sammen, enn det den ville ha vært hvis vi hadde spisset oppgaven kun mot LCA.

Videre studie/ forbedringsforslag

Etter å ha arbeidet med oppgaven, synes vi at det kan være naturlig for informasjon hentet inn gjennom LCA eller EPD å implementeres direkte i BIM og dermed utnytte potensialet i denne plattformen. Bedrifter kan forenkle informasjonsinnhenting gjennom å være bevisst på analysen og hvilke informasjon som trengs.

7.1 Tabell liste:

TABELL 1	32
TABELL 2: ILLUSTRASJON AV GLOBALT OPPVARMINGSPOTENSIAL, I HENHOLD TIL AR4 OG SAR.	50
TABELL 3: HENTET FRA ECO-INDICATOR 99, SOM ILLUSTRER DALY, PÅ GRUNNLAG AV KLIMAENDRINGER. (TALLENE ER FRA 1996) ...	52
TABELL 4: PRODUKT KOMPOSISJON	56
TABELL 5: GLOBAL OPPVARMINGSPOTENSIAL	58
TABELL 6: FOTOKJEMISKE OKSIDASJONSSTOFFER	58
TABELL 7: FORSURING	59
TABELL 8: EUTROFIERINGSPOTENSIAL	59
TABELL 9: OZONNEDBRYTNINGSPOTENSIAL	60
TABELL 10: ENDEPUNKTER	61
TABELL 11: RESULTAT FRA EPD	64

7.2 Figur liste

FIGUR 1: FREMGANGSMÅTE	13
FIGUR 2: BÆREKRAFT	16
FIGUR 3: FORTIDENS KLIMA (VITEN) FIGUR 4: FRAMTIDENS KLIMA	17
FIGUR 5: UTSLIPP AV CO ₂	19
FIGUR 6: ILLUSTRATION OF A PRODUCT LIFE CYCLE - PLASTIC PART IN A CAR. (EUROPEAN COMMISSION 2013)	29
FIGUR 7: FIGUR FRA BYGGFORSKSERIEN (BYGGDETALJER) NR. 470.101	30
FIGUR 8: VEKTINGSTRIANGEL BASERT PÅ HOFSTETTER 1998, ECO-INDICATOR 99 METHODOLOGY REPORT 3 RD EDITION, JUNI 2001 .	33
FIGUR 9: PROGRAMVARER	38
FIGUR 10: EN ILLUSTRASJON SOM VISER LCI TIL VENSTRE, OG ENDEPUNKT TIL HØYRE.	45
FIGUR 11: ASFALT VINDTETT	54
FIGUR 12: VUGGE TIL GRAV	55

8 Kilder /referanser

ASHBY, M. F. (2009). *Materials and the environment: eco-informed material choice*.

Bare, J. (2012). *Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts (TRACI)*, United States Environmental Protection Agency. Tilgjengelig fra:
<http://www.epa.gov/nrmrl/std/traci/traci.html>.

Baumann, H. & Tillman, A.-M. (2004). *The Hitch Hiker's Guide to LCA. An orientation in life cycle assessment methodology and application*, External organization.

Bjerke, E. (2011). IEA-sjef med kraftig advarsel til verden.

Bre, G. (2011). *The world's foremost environmental assessment method and rating system for buildings*, Bre Global. Tilgjengelig fra:
http://www.breem.org/filelibrary/BREEAM_Brochure.pdf.

Brekke, A. & Michelsen, K. (2003). *Bruk og nytte av LCA i norske bedrifter*.

Brønnøysundregistret. (2013). *EMAS-registrerte områder i Norge*, brønnøysundregistret Tilgjengelig fra:
<http://www.brreg.no/registrene/emas/emasliste.html> (lest 10.01).

BSI. (2013). *BS EN 15804:2012*, British Standard Institutions. Tilgjengelig fra:
<http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030259256>.

BuildingGreen. (2013). *Checklist for Environmentally Responsible Design and Construction*. Tilgjengelig fra:
<http://www.buildinggreen.com/ebn/checklist.cfm>.

byggforsk. (2000). *Livsløpsvurdering av bygninger og bygningsmaterialer*.

Byggforsk, S. (2009). *Lavenergihus*, Sintef Byggforsk. Tilgjengelig fra:
<http://www.sintef.no/Miljo/Energieffektivisering/Bygningskonsepter/Lavenergihus/> (lest 14,05).

CML. (2012). *Handbook on LCA*, Institute of Environmental Sciences. Tilgjengelig fra:

<http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html#characterisation-factors-last-update-november-2010> (lest 14,05).

CO2focus. *livsløpsvurdering (LCA)*. Tilgjengelig fra:

http://co2focus.com/lcaepd_for_produkter.html (lest 20.02).

Delft, u. i. *LCA*. Tilgjengelig fra: <http://www.io.tudelft.nl/over-de-faculteit/afdelingen/design-engineering/design-for-sustainability/research/publications/full-list-of-books/>.

Ecoinvent3.0. (2013). *Introduction to ecoinvent Version 3*. Ecoinvent 3.0.

Tilgjengelig fra: <http://www.ecoinvent.org/database/ecoinvent-version-3/introduction/> (lest 14,05).

EPD-Norge. (2013a). *Hvorfor utarbeide EPD?* EPD-Norge, EPD-Norge.

Tilgjengelig fra: <http://www.epd-norge.no/article.php?articleID=960&categoryID=502> (lest 14,05).

EPD-Norge. (2013b). *Om EPD-Norge*. EPD-Norge, EPD-Norge.

Tilgjengelig fra: <http://www.epd-norge.no/article.php?articleID=972&categoryID=362> (lest 14,05).

EuropeanCommission. (2013). *Introduction to LCA*. Tilgjengelig fra:

<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/introduction.vm> (lest 15.03).

F. Dentener, R. D., E. Dlugokencky, E. Holland, I. Isaksen, J. Katima, V. Kirchhoff, P. Matson, P. Midgley, M. Wang. (2013). *Atmospheric Chemistry and Greenhouse Gases Contents*, Working Group I: The Scientific Basis IPCC. Tilgjengelig fra:

<https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/127.htm>.

Finansdepartementet. (2009). *Globale miljøutfordringer- norsk politikk*, regjeringen. Tilgjengelig fra:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/nouer/2009/nou-2009-16/4.html?id=576349>.

Finnveden, G. (2000). On the limitations of life cycle assessment and environmental systems analysis tools in general. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (4): 229-238.

FN-sambandet. (2005). Tilgjengelig fra:
<http://www.fn.no/Bibliotek/Avtaler/Miljoe-og-klima/Kyotoprotokollen>.

FN. (2012). *hva er bærekraftig utvikling*. Tilgjengelig fra:
<http://www.fn.no/Tema/Baerekraftig-utvikling/Hva-er-baerekraftig-utvikling>.

FOEN. (2006). *The Ecological Scarcity Method Eco-Factors 2006*. Federal office for the environment.

forurensningsdirektoratet, K.-o. (2013). Utslipp av klimagasser.

GaBi. (2013). *Impact Methodologies (LCIA)*. Tilgjengelig fra:
<http://www.gabi-software.com/international/software/gabi-software/gabi-5/functionalities/impact-methodologies-lcia/>.

GHG. (2012). *About Greenhouse Gas Protocol* Greenhouse Gas Protocol. Tilgjengelig fra: <http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>.

ILCD. (2013). The International Reference Life Cycle Data system (ILCD) Handbook.

IPCC. (2007). *Direct Global Warming Potentials*. Tilgjengelig fra:
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html.

IPCC. (2013). *About IPCC*. Tilgjengelig fra:
<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#.UY4iXbWeN8F>.

ISO. (2006a). *Environmental Management- Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. NS-EN ISO 14044:2006. Standard Norge, Pronorm AS. 60 s.

ISO. (2006b). *Miljøstyring Livsløpsvurdering Prinsipper og rammeverk*. NS-EN ISO 14040:2006. Standard Norge, Pronorm AS.

klimaforskning, s. f. (2005). *Klimaet i Arktis - en forsmak på framtiden*. Tilgjengelig fra: <http://acia.cicero.uio.no/>.

klimaforskning, s. f. (2010). *Konsekvenser av klimaendringer*.

Lovdata. (2008). Plan og Bygningsloven.

Mark Goedkoop, M. O., An de Schryver, Marisa & Vieira. (2008). *Database Manual & Methods library*, SimaPro7. Tilgjengelig fra: <http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/DatabaseManualMethods.pdf>.

Mark Goedkoop, R. S. (2000). The Eco-indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment Methodology Report.

miljøverndepartementet. (2007). *miljø- og samfunnsansvar i offentlige anskaffelser*. Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/rapporter_planer/planer/2007/t-1467-miljo--og-samfunnsansvar-i-offent.html?id=473352.

naturvernforbundet. (2010). *Klimaendringer i Norge*. Tilgjengelig fra: <http://naturvernforbundet.no/klima/konsekvenser-av-global-oppvarming/klimaendringer-i-norge-article16032-974.html>.

NVE. (2012). *Energi og Forbruksrapport 2012*.

Olivier Jolliet*, M. M., Raphaël Charles, Sébastien Humbert, Jérôme Payet, Gerald Rebitzer and & Rosenbaum, R. (2003). *A New Life Cycle Impact Assessment Methodology*. I: 2002+, I. (red.). Tilgjengelig fra: <http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/Jolliet%202003.pdf>.

Olje, o., Energidepartementet. (2011). *pressemelding, 20.07.2011*

Nr.: 67/11. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/pressesenter/pressemeldinger/2011/mal-om-norsk-fornybarandel-pa-675-prosen.html?id=651715> (lest 14/05).

Piers Forster (UK), V. R. U. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. IPCC, IPCC.

Pré. (2013). *Databases*.

PRé Consultants, R. U. N., Leiden University, RIVM. (2012). *ReCiPe 2013 dataset*. 1,08 utg. ReCiPe (red.). <https://sites.google.com/site/lciarecipe/characterisation-and-normalisation-factors>.

ReCiPe. (2012). *Characterisation*. Tilgjengelig fra: <https://sites.google.com/site/lciarecipe/characterisation-and-normalisation-factors>.

ReCiPe. (2013). *Quick introduction into ReCiPe LCIA Methodology*. Tilgjengelig fra: <https://sites.google.com/site/lciarecipe/project-definition>.

REN21. (2013). *About REN21*. Tilgjengelig fra: <http://www.ren21.net/AboutREN21.aspx> (lest 14,05,2013).

SimaPro7. (2010). Introduction to LCA with SimaPro 7. 88.

SSB. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/a/kortnavn/energiregn/tab-2012-11-13-15.html>

Statsbygg. (2011). Statsbyggs manual for bygningsinformasjonsmodellering.

Steen, B. (2001). *A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 – General system characteristics*, Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems. Tilgjengelig fra: http://msl1.mit.edu/esd123_2001/pdfs/eps2000.pdf.

USEPA. (2012). *Why Build Green*. EPA.org, United States Environmental Protection Agency. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/whybuild.htm> (lest 14,05).

USEPA. (2013a). *Federal Green Building Requirements*, United States Environmental Protection Agency. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/greeningepa/projects/requirements.htm>.

USEPA. (2013b). *Green Building*, United States Environmental Protection Agency. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/greenbuilding/>.

USEPA. (2013c). *United States Environmental Protection Agency, Green Buildings*. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/greeningepa/projects/index.htm>.

Usetox. (2013). *USEtox model*. Tilgjengelig fra: <http://www.usetox.org/>.

viten. *global oppvarming*

Wenche Erlien, V. o. N., Vitengruppen, Petter Haugneland, CICERO Senter for klimaforskning. *global oppvarming*, klimaløftet. Tilgjengelig fra: <http://www.klimaløftet.no/I-skolen/Utlisting/Pedagogiske-verktoy/Global-oppvarming/>.

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1: Energibruk i Norge tall fra NVE Energibruksrapporten 2012.

Husholdning energiforbruk gjennomsnitt (side 3)

21000 kw/h

Husholdning elektrisitetsforbruk gjennomsnitt (side 3)

16000 kw/h

% elektrisitetsforbruk = $16000/21000 * 100\% = 76,2\%$

Ca 45 TWh i husholdningene (side 3)

$45 * 0,762 = 34,29\text{TWh}$

Hvorav 22% går til elspisfikt 12% går til tappvann

$45 * 0,22 = 9,9\text{ twh}$

Hvis vi antar elektisitet benyttes til tappvann

$45 * 0,34 = 15,3\text{twh}$

Elektrisitetsforbruk som går til oppvarming

$34,3 - 15,3$

$= 19\text{TWh}$

9.2 Vedlegg 2: Liste over informasjon sendt oppdragsgiver

Informasjon som vi i tror vi trenger, for å utarbeide LCA.

For flex-isolasjon:

- Materialer brukt i produksjon
 - Svinn
 - Utslipp
- Evt. I produksjonsprosess
- Energiforbruk
- Emballasje/energiforbruk i innpakking
- Transport, distanse og kilo pr forsendelse
- Hos Hunton? Ompakking?
- Transport fra Hunton til byggeplass
- Byggearbeid/FDV utslipp. Behandling av emballasje?
- Gjenvinning, Rivning etc.

For asfalt vindtett:

- Har vi den informasjon vi trenger i EPD?
- EPD er fra cradle to grave, men vi skriver antagligvis «fra produksjon til grav»

For I-bjelke:

- Materialer brukt i produksjon
 - Svinn
 - Utslipp
- Evt. I produksjonsprosess
- Energiforbruk
- Emballasje/energiforbruk i innpakking
- Transport, distanse og kilo pr forsendelse
- Hos Hunton? Ompakking?
- Transport fra Hunton til byggeplass
- Byggearbeid/FDV utslipp. Behandling av emballasje?
- Gjenvinning, Rivning etc.

Farmacell-plater:

- Miljøinformasjon er «cradle to gate, with options». Hva menes med options?
- Hvordan skal vi beregne/evaluere det som skjer, når produktet er ute av fabrikk, til det gjenvinne

9.3 Vedlegg 3: Databaseinformasjon

I henhold til ReCiPe's nettsted, tillater de bruk av deres data base, så lenge vi spesifiserer hvor og når det er hentet³.

Freshwater eutrophication

Compartment	Subcompartment	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	Hierarchist
				kg P eq	species.yr
				FEP100	FEP100 End EQ
soil	(unspecified)	Phosphate	kg	0,33	1,47E-08
soil	(unspecified)	Phosphoric acid	kg	0,32	1,42E-08
soil	agricultural	Phosphorus	kg	1	4,44E-08
soil	forestry	Phosphorus	kg	1	4,44E-08
soil	industrial	Phosphorus	kg	1	4,44E-08
soil	(unspecified)	Phosphorus	kg	1	4,44E-08
soil	(unspecified)	Phosphorus pentoxide	kg	0,44	1,95E-08
soil	(unspecified)	Phosphorus, total	kg	1	4,44E-08
soil	(unspecified)	Manure, applied (P component)	kg	0,05	2,22E-09
soil	(unspecified)	fertiliser, applied (P component)	kg	0,053	2,35E-09
water	(unspecified)	Phosphoric acid	kg	0,32	1,42E-08
water	(unspecified)	Phosphorus pentoxide	kg	0,44	1,95E-08
water	(unspecified)	Phosphorus, total	kg	1	4,44E-08
water	ocean	Phosphoric acid	kg	0	0,00E+00
water	ocean	Phosphorus pentoxide	kg	0	0,00E+00
water	ocean	Phosphorus, total	kg	0	0,00E+00
water	(unspecified)	Phosphate	kg	0,33	1,47E-08
water	ocean	Phosphorus	kg	0	0,00E+00
water	(unspecified)	Phosphorus	kg	1	4,44E-08
water	ocean	Phosphate	kg	0	0,00E+00

³ ReCiPe Midt/Endepunkt metode, versjon 1.08 Februar 2012 <https://sites.google.com/site/lciarecipe/characterisation-and-normalisation-factors>

Marine eutrophication

Compartment	Subcompartment	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	
				kg N eq	MEP100
air	(unspecified)	Ammonium, ion	kg	0,087	
air		Ammonia	kg	0,092	
air		Cyanide	kg	0,000	
air		Nitrate	kg	0,028	
air		Nitrogen dioxide	kg	0,039	
air		Nitrogen oxides	kg	0,039	Assumed equal to NO2
air		Nitric oxide	kg	0,060	
soil		Manure, applied (N component)	kg	0,079	
soil		Fertiliser, applied (N component)	kg	0,073	
water	(unspecified)	Ammonia	kg	0,824	
water	(unspecified)	Ammonia, as N	kg	1,000	
water	ocean	Ammonia	kg	1,177	
water	ocean	Ammonia, as N	kg	1,429	
water	ocean	Nitrogen, total	kg	1,429	
water	ocean	Ammonium, ion	kg	1,114	
water	ocean	Cyanide	kg	0,771	
water	ocean	Nitrate	kg	0,329	
water	ocean	Nitrite	kg	0,429	
water	ocean	Nitrogen	kg	1,429	
water	ocean	Nitrogen, organic bound	kg	1,429	
water		Ammonium, ion	kg	0,780	
water		Cyanide	kg	0,540	
water		Nitrate	kg	0,230	
water		Nitrite	kg	0,300	
water		Nitrogen	kg	1,000	
water		Nitrogen, organic bound	kg	1,000	
water		Nitrogen, total	kg	1,000	

Climate change

Compartment	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	Hierarchist	Hierarchist	Chemical Formula
			kg CO2 eq	DALY	species.yr	
			GWP100	GWP100 End HH	GWP100 End EQ	
air	Methane, iodotrifluoro-	kg	0,4	5,60E-07	3,17E-09	
air	Carbon dioxide	kg	1	1,40E-06	7,93E-09	CO2
air	Carbon dioxide, fossil	kg	1	1,40E-06	7,93E-09	x
air	Carbon dioxide, land transformation	kg	1	1,40E-06	7,93E-09	x
air	Dimethylether	kg	1	1,40E-06	7,93E-09	CH3OCH3
air	Methane, dibromo-	kg	1,54	2,16E-06	1,22E-08	
air	Methyl bromide	kg	5	7,00E-06	3,96E-08	CH3Br
air	Methylene chloride	kg	8,7	1,22E-05	6,90E-08	CH2Cl2
air	Halogenated hydrocarbons, chlorinated	kg	10,6	1,48E-05	8,40E-08	
air	Ether, 2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl methyl-, HFE-365mcf3	kg	11	1,54E-05	8,72E-08	
air	HFE-263fb2	kg	11	1,54E-05	8,72E-08	
air	Ethane, fluoro-, HFC-161	kg	12	1,68E-05	9,51E-08	
air	Methyl chloride	kg	13	1,82E-05	1,03E-07	CH3Cl
air	Methane, biogenic	kg	22,25	3,12E-05	1,76E-07	x
air	Methane, fossil	kg	25	3,50E-05	1,98E-07	x
air	Methanec	kg	25	3,50E-05	1,98E-07	CH4
air	Chloroform	kg	31	4,34E-05	2,46E-07	

air	Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	kg	53	7,42E-05	4,20E-07	
air	HFE-569sf2	kg	59	8,26E-05	4,68E-07	C4F9OC2H5
air	HCFC-123	kg	77	1,08E-04	6,11E-07	CHCl2CF3
air	Methane, fluoro-, HFC-41	kg	92	1,29E-04	7,29E-07	
air	Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356mec3	kg	101	1,41E-04	8,01E-07	
air	HFE-356pcc3	kg	110	1,54E-04	8,72E-07	CH3OCF2CF2CHF2
air	HCFC-225ca	kg	122	1,71E-04	9,67E-07	CHCl2CF2CF3
air	HFC-152a	kg	124	1,74E-04	9,83E-07	CH3CHF2
air	Methyl chloroform	kg	146	2,04E-04	1,16E-06	CH3CCl3
air	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	kg	151	2,11E-04	1,20E-06	
air	Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf2	kg	265	3,71E-04	2,10E-06	
air	Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa1	kg	286	4,00E-04	2,27E-06	
air	(HFE-7100)	kg	297	4,16E-04	2,35E-06	C4F9OCH3
air	Nitrous oxide	kg	298	4,17E-04	2,36E-06	N2O
air	HCFE-235da2	kg	350	4,90E-04	2,78E-06	CHF2OCHClCF3
air	Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	kg	353	4,94E-04	2,80E-06	
air	HFE-254cb2	kg	359	5,03E-04	2,85E-06	CH3OCF2CHF2
air	Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347mcf2	kg	374	5,24E-04	2,97E-06	
air	Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	kg	404	5,66E-04	3,20E-06	
air	Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236fa	kg	487	6,82E-04	3,86E-06	
air	Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	kg	502	7,03E-04	3,98E-06	
air	HFE-338mcf2	kg	552	7,73E-04	4,38E-06	
air	Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	kg	557	7,80E-04	4,42E-06	
air	HFE-347mcc3	kg	575	8,05E-04	4,56E-06	CH3OCF2CF2CF3
air	HFE-347pcf2	kg	580	8,12E-04	4,60E-06	CHF2CF2OCH2CF3
air	HCFC-225cb	kg	595	8,33E-04	4,72E-06	CHClFCF2CClF2
air	HCFC-124	kg	609	8,53E-04	4,83E-06	CHClFCF3
air	HFE-245fa2	kg	659	9,23E-04	5,23E-06	CHF2OCH2CF3
air	HFC-32	kg	675	9,45E-04	5,35E-06	CH2F2
air	Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	kg	693	9,70E-04	5,49E-06	
air	HFE-245cb2	kg	708	9,91E-04	5,61E-06	CH3OCF2CHF2
air	HCFC-141b	kg	725	1,02E-03	5,75E-06	CH3CCl2F
air	HFE-143a	kg	756	1,06E-03	5,99E-06	CH3OCF3
air	HFC-365mfc	kg	794	1,11E-03	6,30E-06	CH3CF2CH2CF3
air	HFE-329mcc2	kg	919	1,29E-03	7,29E-06	
air	Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236ea2	kg	989	1,38E-03	7,84E-06	
air	HFC-245fa	kg	1030	1,44E-03	8,17E-06	CHF2CH2CF3
air	Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	kg	1100	1,54E-03	8,72E-06	
air	Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	kg	1340	1,88E-03	1,06E-05	
air	Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-, HFC-236ea	kg	1370	1,92E-03	1,09E-05	
air	Carbon tetrachloride	kg	1400	1,96E-03	1,11E-05	CCl4
air	HFC-134a	kg	1430	2,00E-03	1,13E-05	CH2FCF3
air	HFE-338pcc13 (HG-01)	kg	1500	2,10E-03	1,19E-05	CHF2OCF2CF2OCHF2
air	HFE-227EA	kg	1540	2,16E-03	1,22E-05	
air	Halon-2402	kg	1640	2,30E-03	1,30E-05	CBrF2CBrF2
air	HFC-43-10mee	kg	1640	2,30E-03	1,30E-05	CF3CHFCHFCF2CF3
air	HCFC-22	kg	1810	2,53E-03	1,44E-05	CHClF2
air	HFE-43-10pccc124 (H-Galden1040x)	kg	1870	2,62E-03	1,48E-05	CHF2OCF2OC2F4OCHF2
air	Halon-1211	kg	1890	2,65E-03	1,50E-05	CBrClF2
air	HCFC-142b	kg	2310	3,23E-03	1,83E-05	CH3CClF2
air	HFE-236ca12 (HG-10)	kg	2800	3,92E-03	2,22E-05	CHF2OCF2OCHF2

air	HFC-227ea	kg	3220	4,51E-03	2,55E-05	CF3CHF3
air	HFC-125	kg	3500	4,90E-03	2,78E-05	CHF2CF3
air	HFC-143a	kg	4470	6,26E-03	3,54E-05	CH3CF3
air	CFC-11	kg	4750	6,65E-03	3,77E-05	CCl3F
air	CFC-113	kg	6130	8,58E-03	4,86E-05	CCl2FCClF2
air	HFE-134	kg	6320	8,85E-03	5,01E-05	CHF2OCHF2
air	Halon-1301	kg	7140	1,00E-02	5,66E-05	CBrF3
air	CFC-115	kg	7370	1,03E-02	5,84E-05	CClF2CF3
air	PFC-14	kg	7390	1,03E-02	5,86E-05	CF4
air	PFC-9-1-18	kg	7500	1,05E-02	5,95E-05	C10F18
air	PFC-218	kg	8830	1,24E-02	7,00E-05	C3F8
air	PFC-3-1-10	kg	8860	1,24E-02	7,03E-05	C4F10
air	Pentane, perfluoro-	kg	9160	1,28E-02	7,26E-05	x
air	PFC-4-1-12	kg	9160	1,28E-02	7,26E-05	C5F12
air	PFC-5-1-14	kg	9300	1,30E-02	7,37E-05	C6F14
air	HFC-236fa	kg	9810	1,37E-02	7,78E-05	CF3CH2CF3
air	CFC-114	kg	10000	1,40E-02	7,93E-05	CClF2CClF2
air	PFC-318	kg	10300	1,44E-02	8,17E-05	c-C4F8
air	PfPMIE	kg	10300	1,44E-02	8,17E-05	CF3OCF(CF3)CF2OCF2OCF3
air	CFC-12	kg	10900	1,53E-02	8,64E-05	CCl2F2
air	PFC-116	kg	12200	1,71E-02	9,67E-05	C2F6
air	CFC-13	kg	14400	2,02E-02	1,14E-04	CClF3
air	HFC-23	kg	14800	2,07E-02	1,17E-04	CHF3
air	HFE-125	kg	14900	2,09E-02	1,18E-04	CHF2OCF3
air	Nitrogen trifluoride	kg	17200	2,41E-02	1,36E-04	NF3
air	trifluoromethyl sulphur pentafluoride	kg	17700	2,48E-02	1,40E-04	SF5CF3
air	Sulphur hexafluoride	kg	22800	3,19E-02	1,81E-04	SF6

Ozone depletion

Compartmen t	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	Hierarchist	Hierarchist	Chemical Formula
			kg CFC-11 eq	species/yr	DALY	
			ODP100	M2E H	ODP100 End HH	
air	CFC-11 (R)	kg	1	0,00176	0,00176	CCl3F
air	CFC-12	kg	1	0,00176	0,00176	CCl2F2
air	CFC-113	kg	1	0,00176	0,00176	CCl2FCClF2
air	CFC-114	kg	0,94	0,00176	0,0016544	CClF2CClF2
air	CFC-115	kg	0,44	0,00176	0,0007744	CClF2CF3
air	HCFC-123	kg	0,02	0,00365	0,000073	CF3CHCl2
air	HCFC-124	kg	0,02	0,00365	0,000073	CF3CHFCl
air	HCFC-141b	kg	0,12	0,00365	0,000438	CFCl2CH3
air	HCFC-142b	kg	0,07	0,00365	0,0002555	CF2ClCH3
air	HCFC-22	kg	0,05	0,00364	0,000182	CHF2Cl
air	HCFC-225ca	kg	0,02	0,00365	0,000073	CF3CF2CHCl2
air	HCFC-225cb	kg	0,03	0,00365	0,0001095	CF2ClCF2CHFCl
air	Halon-1201 (HBFC 1201)	kg	1,4	0,00264	0,003696	CF2BrH
air	Halon-1202	kg	1,3	0,00264	0,003432	CF2Br2
air	Halon-1211	kg	6	0,00264	0,01584	CF2ClBr
air	Halon-1301	kg	12	0,00264	0,03168	CF3Br
air	Halon-2311 (HBFC 2311)	kg	0,14	0,00264	0,0003696	CF3CClBrH
air	Halon-2401 (HBFC 2401)	kg	0,25	0,00264	0,00066	CF3CFBrH
air	Halon-2402	kg	6	0,00264	0,01584	C2F4Br2
air	Carbontetrachloride	kg	0,73	0,0033	0,002409	CCl4
air	Methylchloroform	kg	0,12	0,00441	0,0005292	CH3CCl3
air	Methylbromide	kg	0,38	0,00472	0,0017936	CH3Br
air	Methylchloride	kg	0,02		0	CH3Cl
air	HCFC-140	kg	0,12	0,00441	0,0005292	

air	Halogenated hydrocarbons, chlorinated	kg	0,00617		0
-----	---------------------------------------	----	---------	--	---

Terrestrial acidification

Compartment	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	Hierarchist	Remarks
			kg SO2 eq	species.yr	
			TAP100	TAP100 End EQ	
air	NOx to air	kg	0,56	3,25E-09	
air	NH3 to air	kg	2,45	1,42E-08	
air	SO2 to air	kg	1	5,80E-09	
air	Sulfur oxides	kg	1	5,80E-09	Assumed equal to SO2
air	Sulfur monoxide	kg	1	5,80E-09	
air	Nitrogen dioxide	kg	0,56	3,25E-09	Assumed equal to NOx

Compartment	Substance name (ReCiPe)	Unit	Hierarchist	Hierarchist
			kg NMVOC	DALY
			POFP100	POFP100 End HH
air	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	kg	1,000	3,9E-08
air	Nitrogen oxides	kg	1,000	3,9E-08
air	Benzaldehyde	kg	-0,155	-6,1E-09
air	Methyl Chloride	kg	0,008	3,3E-10
air	Methane	kg	0,010	4,0E-10
air	1,1,1-trichloroethane	kg	0,015	5,9E-10
air	Trichloromethane	kg	0,039	1,5E-09
air	Dimethyl carbonate	kg	0,042	1,6E-09
air	Carbon Monoxide	kg	0,046	1,8E-09
air	Methyl Formate	kg	0,046	1,8E-09
air	tetrachloroethylene	kg	0,049	1,9E-09
air	Formic acid	kg	0,054	2,1E-09
air	sulphur dioxide	kg	0,081	3,2E-09
air	tertiary-Butyl Acetate	kg	0,090	3,5E-09
air	Methyl Acetate	kg	0,100	3,9E-09
air	Dichloromethane	kg	0,115	4,5E-09
air	Acetylene	kg	0,144	5,6E-09
air	Acetone	kg	0,159	6,2E-09
air	Acetic acid	kg	0,164	6,4E-09
air	tertiary-Butanol	kg	0,179	7,0E-09
air	Ethane	kg	0,208	8,1E-09
air	Methanol	kg	0,236	9,2E-09
air	styrene	kg	0,240	9,4E-09
air	Propanoic acid	kg	0,253	9,9E-09
air	Dimethoxy methane	kg	0,277	1,1E-08
air	Neopentane	kg	0,292	1,1E-08
air	Methyl tert-Butyl Ether	kg	0,296	1,2E-08
air	Propane	kg	0,297	1,2E-08
air	isopropanol	kg	0,318	1,2E-08
air	Dimethyl Ether	kg	0,319	1,2E-08
air	Ethyl Acetate	kg	0,353	1,4E-08
air	isopropyl acetate	kg	0,356	1,4E-08
air	Benzene	kg	0,368	1,4E-08
air	2-Methylbutan-2-ol	kg	0,385	1,5E-08
air	2,2-Dimethylbutane	kg	0,407	1,6E-08

air	Ethyl- trans-Butyl Ether	kg	0,412	1,6E-08
air	1-Butyl Acetate	kg	0,454	1,8E-08
air	sec-Butyl Acetate	kg	0,465	1,8E-08
air	1-Propylacetate	kg	0,476	1,9E-08
air	Cyclohexane	kg	0,490	1,9E-08
air	Cyclohexanone	kg	0,505	2,0E-08
air	2-Methoxy-Ethanol	kg	0,519	2,0E-08
air	Diacetone alcohol	kg	0,519	2,0E-08
air	isobutane	kg	0,519	2,0E-08
air	Methyl tert-butylketone	kg	0,546	2,1E-08
air	Trichloroethylene	kg	0,549	2,1E-08
air	Butane	kg	0,595	2,3E-08
air	1-Methoxy-2-propanol	kg	0,600	2,3E-08
air	Dodecane	kg	0,603	2,4E-08
air	isobutanol	kg	0,608	2,4E-08
air	3-Methylhexane	kg	0,615	2,4E-08
air	Methyl-Isopropylketone	kg	0,615	2,4E-08
air	2-butanone	kg	0,630	2,5E-08
air	Ethylene Glycol	kg	0,630	2,5E-08
air	1-Undecane	kg	0,649	2,5E-08
air	Decane	kg	0,649	2,5E-08
air	2-Ethoxy-Ethanol	kg	0,652	2,5E-08
air	trans-dichloroethene	kg	0,662	2,6E-08
air	Pentane	kg	0,667	2,6E-08
air	Diisopropylether	kg	0,672	2,6E-08
air	Ethanol	kg	0,674	2,6E-08
air	sec-Butanol	kg	0,676	2,6E-08
air	isopentane	kg	0,684	2,7E-08
air	3-Methylbutan-2-ol	kg	0,686	2,7E-08
air	2-Methylhexane	kg	0,694	2,7E-08
air	Diethylketone	kg	0,699	2,7E-08
air	Nonane	kg	0,699	2,7E-08
air	2-Methylpentane	kg	0,709	2,8E-08
air	3-Methylbutan-1-ol	kg	0,731	2,9E-08
air	Diethyl Ether	kg	0,752	2,9E-08
air	cis-Dichloroethene	kg	0,755	2,9E-08
air	Octane	kg	0,765	3,0E-08
air	Propylene Glycol	kg	0,772	3,0E-08
air	1-Butoxypropanol	kg	0,782	3,1E-08
air	3-Methylpentane	kg	0,809	3,2E-08
air	Hexane	kg	0,814	3,2E-08
air	2-Butoxy-Ethanol	kg	0,816	3,2E-08
air	2-Methylbutan-1-ol	kg	0,826	3,2E-08
air	Methyl Isobutyl Ketone	kg	0,828	3,2E-08
air	Heptane	kg	0,834	3,3E-08
air	isopropyl benzene	kg	0,845	3,3E-08
air	isobutyraldehyde	kg	0,868	3,4E-08
air	Cyclohexanol	kg	0,875	3,4E-08
air	Formaldehyde	kg	0,877	3,4E-08
air	2.3- Dimethylbutane	kg	0,914	3,6E-08
air	Methyl propyl Ketone	kg	0,926	3,6E-08
air	1-Propanol	kg	0,948	3,7E-08
air	Hexan-2-one	kg	0,966	3,8E-08
air	3-Pentanol	kg	1,005	3,9E-08
air	Hexan-3-one	kg	1,012	3,9E-08
air	1-Butanol	kg	1,047	4,1E-08
air	isobutene	kg	1,059	4,1E-08
air	1-Propyl Benzene	kg	1,074	4,2E-08
air	Toluene	kg	1,076	4,2E-08

air	Acetaldehyde	kg	1,083	4,2E-08
air	3-Methyl-1-Butene	kg	1,133	4,4E-08
air	Ethylbenzene	kg	1,233	4,8E-08
air	Pentanaldehyde	kg	1,292	5,0E-08
air	2-Methyl-1-Butene	kg	1,302	5,1E-08
air	Butyraldehyde	kg	1,343	5,2E-08
air	Propionaldehyde	kg	1,348	5,3E-08
air	2-Methyl-2-Butene	kg	1,422	5,5E-08
air	1,3-Butadiene	kg	1,438	5,6E-08
air	1-Hexene	kg	1,476	5,8E-08
air	ortho-Ethyltoluene	kg	1,517	5,9E-08
air	para-Ethyltoluene	kg	1,530	6,0E-08
air	1-Pentene	kg	1,650	6,4E-08
air	Ethylene	kg	1,689	6,6E-08
air	para-Xylene	kg	1,706	6,7E-08
air	meta-Ethyltoluene	kg	1,721	6,7E-08
air	ortho-Xylene	kg	1,779	6,9E-08
air	cis-2-Hexene	kg	1,806	7,0E-08
air	trans-2-Hexene	kg	1,813	7,1E-08
air	1-Butene	kg	1,823	7,1E-08
air	isoprene	kg	1,845	7,2E-08
air	meta-Xylene	kg	1,872	7,3E-08
air	trans-2-Pentene	kg	1,887	7,4E-08
air	cis-2-Pentene	kg	1,894	7,4E-08
air	Propylene	kg	1,897	7,4E-08
air	trans-2-Butene	kg	1,912	7,5E-08
air	cis-2-Butene	kg	1,936	7,5E-08
air	1,2,3-Trimethyl Benzene	kg	2,140	8,3E-08
air	1,2,4-trimethylbenzene	kg	2,159	8,4E-08
air	Toluene, 3,5-diethyl-	kg	2,188	8,5E-08
air	Benzene, 3,5-dimethylethyl-	kg	2,230	8,7E-08
air	1,3,5-trimethylbenzene	kg	2,333	9,1E-08
air	Halogenated hydrocarbons, chlorinated	kg	0,125	4,9E-09
air	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	kg	0,476	1,9E-08
air	Hydrocarbons, aromatic	kg	0,397	1,5E-08
air	Sulfur oxides	kg	0,081	3,2E-09
Air	Aldehydes, unspecified	kg	0,927	3,6E-08
Air	Carbon monoxide, biogenic	kg	0,0456	1,8E-09
Air	Carbon monoxide, fossil	kg	0,0456	1,8E-09
Air	Methane, biogenic	kg	0,0101	3,9E-10
Air	Methane, fossil	kg	0,0101	3,9E-10
Air	Nitrogen dioxide	kg	1	3,9E-08
Air	Pentanal	kg	1,29	5,0E-08
Air	Sulfur monoxide	kg	0,0811	3,2E-09

Mid to end factors

Midpoint impact category	Unit	Code	Perspective	Species/Yr
			DALY Hierarchical	Hierarchical
			HH_H	ED_H
Climate change	kg CO2 eq	CC	1,40E-06	7,93E-09
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	OD	/	
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	TA		5,80E-09
Freshwater eutrophication	kg P eq	FE		4,44E-08
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	HT	7,00E-07	
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	POF	3,90E-08	
Particulate matter formation	kg PM10 eq	PMF	2,60E-04	
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	TET		1,51E-07
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	FET		8,61E-10
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	MET		1,76E-10
Ionising radiation	kg U235 eq	IR	1,64E-08	
Agricultural land occupation	m2a	ALO		/
Urban land occupation	m2a	ULO		/
Natural land transformation	m2	NLT		/
Fossil depletion	kg oil eq	FRD		
Metal depletion	kg Fe eq	MRD		

/ depends on type of substance or land use

Tabell over giftstoffer er ikke vedlagt grunnet 22000 forskjellige stoffer.

Tabell fra «Materials and the Environment Eco informed material choice» skrevet av Michael F. Ashby 2009

Gass	Miljøfaktor
CO ₂	1
CO	1,6
CO (i henhold til østfoldforskning)	1

PO ₄ ekvivalens faktor ⁴	
1 kg Nitrogen oxides (NO _x , air)	0,13 kg ekv. PO ₄
1 kg Total nitrogen (water)	0,42 kg ekv. PO ₄
1 kg Total phosphorous (water)	3,07 kg ekv. PO ₄
1 kg Chemical O ₂ demand (COD)	0,022 kg ekv. PO ₄
1 kg NH ₃	0,35 kg ekv. PO ₄
1 kg NH ₄ ⁺	0,33 kg ekv. PO ₄
1 kg NO ₃ ⁻	0,095 kg ekv. PO ₄
1 kg NO ₂ ⁻	0,13 kg ekv. PO ₄

SO ₂ Ekvivalensfaktorer ²	
1 kg HCl	0,88 kg ekv. SO ₂
1 kg HF	1,60 kg ekv. SO ₂

⁴ ANNEX 5 ENVIRONMENTAL IMPACTS ANALYSED AND CHARACTERISATION FACTORS, A Study to Examine the Costs and Benefits of the ELV Directive – Final Report.






1 kg NO ₂	0,70 kg ekv. SO ₂
1 kg NH ₃	0,93 kg ekv. SO ₂
1 kg NH ₄	0,89 kg ekv. SO ₂
1 kg H ₂ S	1,88 kg ekv. SO ₂
1 kg SO ₂	1,00 kg ekv. SO ₂

9.4 Vedlegg 4: E-post korrespondanse

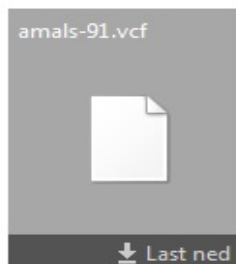
Re: HIG, studentoppgave LCA analyse

Du kan [gruppere meldinger etter samtale](#) for å se meldinger som er relatert til denne.



Amal . (amals-91@hotmail.com)  26.02.2013 
Til: Andreas Brekke 

 | 1 vedlegg (0,1 kB)



[Last ned som zip](#)

hei
vi jobber med å samle inn beskrivelser på materialer og systemer. du vil få en lite over dette i løpet av morgen dagen. dette kan du se på og komme med forslag på hva vi burde ha med i tillegg? hvordan passer det å møtes om to ukers tid? mellom 11-15 mars? velg en dato som passer deg mellom der eller når du ellers har tid? tenkte vi kan møtes i Fredrikstad.

med vennlig hilsen


Amal Issa
Magne Håkon Slåtsveen
Morten Andre Karlsen

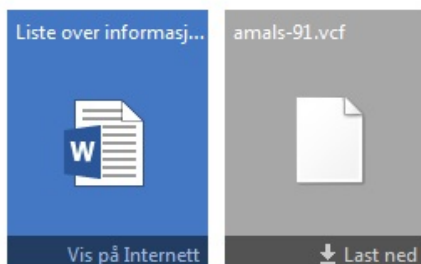
Re: HIG, studentoppgave LCA analyse

Du kan [gruppere meldinger etter samtale](#) for å se meldinger som er relatert til denne.



Amal . (amals-91@hotmail.com)  04.03.2013  [Dokumenter](#)
Til: Andreas Brekke 

 2 vedlegg (15,9 kB totalt)



[Last ned alle](#)

hei, dette er en liten liste vi har kommet på. er det noe mer vi trenger?


ps listen er lagt ved.

RE: HIG, studentoppgave LCA analyse



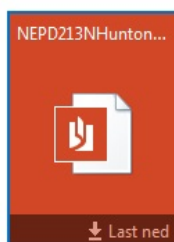
Du kan [gruppere meldinger etter samtale](#) for å se meldinger som er relatert til denne.



Amal . (amals-91@hotmail.com)  17.04.2013 
Til: Andreas Brekke 

 1 vedlegg (168,3 kB)

Outlook [Aktiv visning](#) 



[Last ned som zip](#)

hei

kunne vi hatt en møte med deg i nærmeste framtid? vi har en EPD på Asfalt vindtett som vi ønsker å utføre analysen på. det er dessverre slik at Hunton Fiber ikke har helt kontroll på produksjonen, da dette blir gjort i Tyskland. noe av dette er også konfidensielt fra Hunton sin side. vi ønsker å få en innblikk i hvordan man beregner LCA analyser på de programmene dere bruker. og hvor stor/liten avvik er det resultatene har og hvor usikkert/sikker LCA kan være.

legger ved EPD-en som du kan ta en titt på og gi svar så fort som mulig.

med vennlig hilsen

Amal Issa

møte 30.04.13

↑ ↓ ×



Amal . (amals-91@hotmail.com) 24.04.2013 ▶

Til: Andreas Brekke ✕

hei, takk for at du tok deg tid.

vi ser for oss dagens opplegg slik:

1. snakke litt om deres erfaringer med LCA analyser
2. si kort om SIMApro og fordeler/ulemper med den
3. utføre analysen vår
4. vurdere analysen.

vi har tenkt å bruke analysen som en case i vår bacheloroppgave. vår problemstilling er hvordan lage en prosedyre for å bedømme bærekraft i et bygningselement.

vi tenker å lage prosedyren og utføre analysen for å vise vår samarbeidende bedrift hvordan dem skal gjøre det, selve resultatet i analysen er ikke veldig viktig her og det er Hunton Fiber klar over. da vi ikke har noe konkrete tall å gå på. samtidig som dem vil bruke dette for å forbedre sine produkter og i markedsføringen av produktene.

er det noe mer du mener vi burde ha med, bortsett fra EPDen?

var det noe sånt du så for deg? får vi tid til alt dette?

med vennlig hilsen


Amal Issa

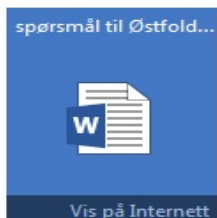
SV: spørsmål om LCA

Du kan [gruppere meldinger etter samtale](#) for å se meldinger som er relatert til denne.



Andreas Brekke (Andreas@ostfoldforskning.no)  08.05.2013  [Dokumenter](#)
Til: Amal . 

 1 vedlegg (21,2 kB)



[Last ned som zip](#)

Hei igjen,

Her kommer svar på spørsmålene.

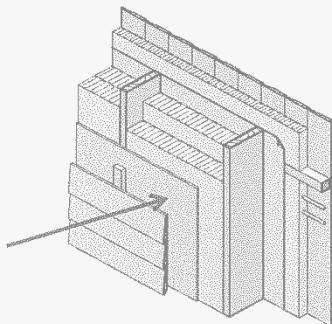
Med vennlig hilsen

Andreas

9.5 Vedlegg 5: EPD for Hunton Asfalt Vindtett

Miljødeklarasjon ISO 14025 / ISO 21930 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation

Hunton Asfalt Vindtett



Figur 1 - Vindsperre [10]

NEPD nr: 213N

Godkjent i tråd med ISO 14025, § 8.1.4

Godkjent 31.05.2011

Gyldig til 31.05.2016

Svein Fosdahl

Verifikasjon

Uavhengig verifikasjon av underliggende dokumentasjon er foretatt av Jarle Svanås, i tråd med ISO 21930, § 9.1

Deklarasjonen er utarbeidet av:

Kjersti Folvik, SINTEF Byggforsk

PCR

NPCR010 Building boards [3]

Om EPD

EPDer fra andre programoperatører enn Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner er nødvendigvis ikke sammenlignbare.

Informasjon om produsent

Produsent Hunton Fiber AS
 Adresse Postboks 633, 2810 Gjøvik
 Kontaktperson Lars Harald Nilsen, nilhar@hunton.no, tlf. 995 93807
 Organisasjons nr. 964014256
 ISO 14001/EMAS: _____

Informasjon om produktet

Omfang vugge til grav
 Funksjonell enhet (FE) 1 m² bygningsplate, ferdig montert og vedlikeholdt med 60 års forventet gjennomsnittlig levetid.
 Alle resultater i denne analysen forholder seg til 1 funksjonell enhet (FE).
 Antall levetid 60 år
 Årstall for studien 2010, med datagrunnlag fra 2008
 Produksjonssted Gjøvik, Norge
 Markedsområde Norden
 Produktbeskrivelse

Hunton Asfalt Vindtett er 12 mm tykke asfaltimpregnerte porøse trefiberplater beregnet til bruk som vindsperre. Platene har et asfaltimpregnert belegg på den ene siden som gjør platene lufttette. Platene leveres med rette kanter på alle fire sider, eller med fals på langsiden. Standard platebredde er 1200 mm (byggemål). Standard lengder er 2440 mm og 2740 mm. Spesialformat kan leveres på bestilling. Hunton Asfalt Vindtett kan brukes som vindsperre og underklledning i varmesolerte trehuskonstruksjoner.

Miljøindikatorer

Global oppvarming	2,1 kg CO ₂ -ekv.
Energibruk	49 MJ
Andel fornybare materialer	80,0 %
Inneklimaklassifisering (iht. EN 15251:2007)	ikke relevant

Produktspesifikasjon

Sluttprodukt		Input i LCA*			Vekt sluttprodukt	
		kg	%		kg	%
Treråvare	kg	2,28	73,7 %	Spesifikke data	2,17	73,7 %
Oksidert Bitumen	kg	0,38	12,3 %	generiske data	0,36	12,3 %
Papirmakulator	kg	0,20	6,3 %	generiske data	0,19	6,3 %
Harpiks	kg	0,02	0,7 %	generiske data	0,02	0,7 %
Annet	kg	0,21	6,9 %	generiske data	0,20	6,9 %
SUM	kg	3,09	100 %		2,94	100 %

* Det er lagt inn 5% kapp på byggeplass for dette produktet

Ressursforbruk
Materialressurser

Tabell 2

Materialressurser	Enhet	Råmaterialer	Produksjon	Byggeplass	Bruksfase	Avhending	Transport	Totalt
Nye, fornybare ressurser								
Treråvare inkl bark	kg	2,28	0,04	0,00	-	0,00	4,5E-08	2,31
Vann	kg	4,729	3,528	0,057	-	0,057	0,017	8,388
Luft	kg	0,573	6,043	0,101	-	0,101	0,014	6,831
Annen fornybar	kg	0,003	0,041	0,001	-	0,001	0,000	0,046
Nye, ikke fornybare ressurser								
Inert rock [kg]	kg	0,198	3,020	0,051	-	0,051	0,011	3,332
Crude oil [kg]	kg	1,061	0,090	7,48E-04	-	7,48E-04	0,098	1,251
Hard coal [kg]	kg	0,021	0,259	0,004	-	0,004	4,24E-04	0,289
Natural gas [kg]	kg	0,100	0,126	0,002	-	0,002	0,005	0,235
Peat [kg]	kg	7,98E-04	0,113	0,002	-	0,002	1,07E-05	0,117
Lignite [kg]	kg	0,023	0,033	5,52E-04	-	5,52E-04	4,17E-04	0,058
Limestone [kg]	kg	0,007	0,041	7,01E-04	-	7,01E-04	1,86E-04	0,050
Soil [kg]	kg	3,76E-04	0,019	3,18E-04	-	3,18E-04	2,45E-05	0,020
Sodium chloride (rock salt) [kg]	kg	0,012	9,04E-05	1,45E-06	-	1,45E-06	9,02E-08	0,012
Aluminium [kg]	kg	0,006	2,13E-05	3,60E-07	-	3,60E-07	3,64E-08	0,006
Heavy spar [kg]	kg	0,003	7,35E-04	1,13E-05	-	1,13E-05	2,21E-04	0,004
Iron [kg]	kg	0,003	6,75E-04	1,09E-05	-	1,09E-05	3,84E-05	0,004
Other (ore without minerals and	kg	6,81E-04	0,002	3,72E-05	-	3,72E-05	5,32E-05	0,003
Clay [kg]	kg	0,002	6,98E-04	1,16E-05	-	1,16E-05	2,44E-05	0,003
Quartz sand [kg]	kg	3,56E-04	1,72E-04	2,76E-06	-	2,76E-06	2,96E-05	5,64E-04
Gypsum [kg]	kg	4,19E-05	4,13E-04	6,99E-06	-	6,99E-06	3,39E-06	4,73E-04
Nickel [kg]	kg	9,20E-05	1,59E-06	2,19E-08	-	2,19E-08	3,90E-08	9,36E-05
Barium sulphate [kg]	kg	6,16E-05	2,76E-07	1,93E-14	-	1,93E-14	2,58E-16	6,19E-05
Copper [kg]	kg	4,40E-05	1,11E-05	1,87E-07	-	1,87E-07	1,04E-07	5,56E-05
Chromium [kg]	kg	3,01E-05	1,26E-05	2,11E-07	-	2,11E-07	7,55E-09	4,31E-05
Unspecified [kg]	kg	0,086	0,122	0,002	-	0,002	1,67E-04	0,212
Råmaterialeenergi, fornybare ressurser [MJ]								39,4
Råmaterialeenergi, ikke fornybare ressurser [MJ]								14,7

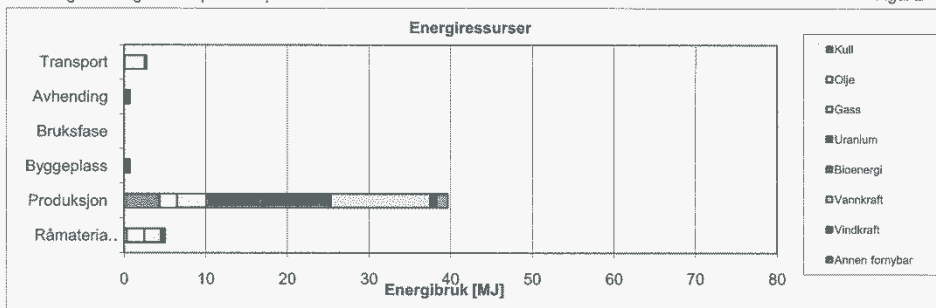
Land og vannressurser

Landareal er ikke kartlagt. Oversikt over vannforbruk finnes i Tabell 2

Energiressurser

Fordeling av energibærere per livsløpsfase

Figur 2



Energiforbruk fordelt på energibærere og livsløpsfaser

Tabell 3

	Enhet	Råmaterialer	Produksjon	Byggeplass	Bruksfase	Avhending	Transport	Totalt
Ikke fornybar energi								
Kull	MJ	0,311	4,316	0,073	0,00E+00	0,073	0,009	4,782
Olje	MJ	2,126	2,140	0,019	0,00E+00	0,019	2,510	6,814
Gass	MJ	2,051	3,613	0,059	0,00E+00	0,059	0,143	5,925
Uranium	MJ	0,349	15,125	0,256	0,00E+00	0,256	0,013	15,989
Fornybar energi								
Bioenergi	MJ	0,024	0,077	5,14E-06	0,00E+00	5,14E-06	6,64E-07	0,101
Vannkraft	MJ	0,098	12,231	0,207	0,00E+00	0,207	0,003	12,747
Vindkraft	MJ	0,009	0,663	0,011	0,00E+00	0,011	2,88E-04	0,685
Annen fornybar	MJ	0,003	1,443	0,024	0,00E+00	0,024	2,55E-04	1,496
Total	MJ							48,56

* Det er forutsatt nordisk elektrisitetsmiks (NORDEL) for produksjon av varer i Norge

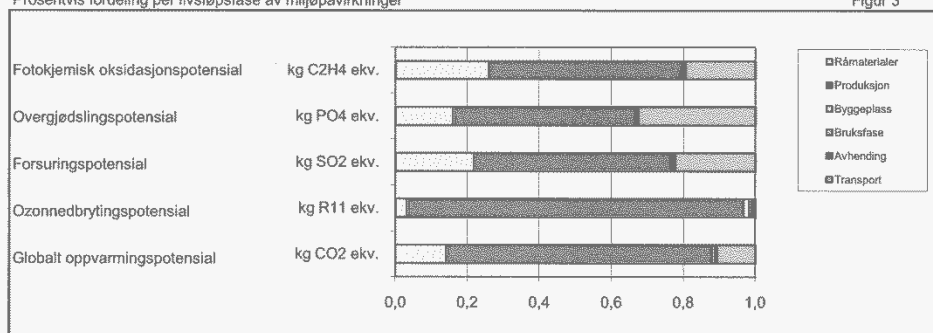
Utslipp og miljøpåvirkninger
Miljøpåvirkninger

Tabell 4

Indikator	Enhet	Råmaterialer	Produksjon	Byggeplass	Bruksfase	Avhending	Transport	Totalt
Globalt oppvarmingspotensial	kg CO ₂ ekv.	0,291	1,521	0,016	0,00E+00	0,016	0,217	2,062
Ozonnedbrytingspotensial	kg R11 ekv.	1,36E-08	4,07E-07	6,91E-09	0,00E+00	6,91E-09	3,60E-10	4,35E-07
Forsuringspotensial	kg SO ₂ ekv.	0,002	0,004	4,75E-05	0,00E+00	4,75E-05	0,002	0,008
Overgjødslingspotensial	kg PO ₄ ekv.	1,53E-04	4,87E-04	3,73E-06	0,00E+00	3,73E-06	3,10E-04	9,57E-04
Fotokjemisk oksidasjonspotensial	kg C ₂ H ₄ ekv.	1,59E-04	3,28E-04	3,16E-06	0,00E+00	3,16E-06	1,18E-04	6,11E-04

Prosentvis fordeling per livsløpsfase av miljøpåvirkninger

Figur 3


Utslipp og avfall

Tabell 5

	Enhet	Råmaterialer	Produksjon	Byggeplass	Bruksfase	Avhending	Transport	Totalt
Utslipp til luft								
NH ₃	g	0,004	0,011	1,01E-04	-	1,01E-04	0,001	0,016
CO ₂	g	248,452	1610,733	17,987	-	17,987	211,762	2106,921
CO	g	0,334	1,618	0,015	-	0,015	0,342	2,324
HCl	g	0,003	0,032	5,35E-04	-	5,35E-04	2,37E-04	0,037
Hg	g	5,07E-06	7,87E-06	1,32E-07	-	1,32E-07	1,75E-07	1,34E-05
CH ₄	g	1,476	2,000	0,032	-	0,032	0,180	3,721
N ₂ O	g	0,008	0,034	3,61E-04	-	3,61E-04	0,003	0,046
NOx	g	1,146	3,659	0,028	-	0,028	2,378	7,238
NMVOG	g	0,413	0,300	0,002	-	0,002	0,132	0,849
Partikler	g	0,045	0,455	0,004	-	0,004	0,040	0,547
Pb	g	4,24E-05	1,89E-04	3,19E-06	-	3,19E-06	2,83E-06	2,41E-04
SO ₂	g	0,918	1,743	0,028	-	0,028	0,099	2,816
Utslipp til vann								
BOD	g	0,118	0,001	1,11E-05	-	1,11E-05	2,34E-04	0,120
COD	g	0,342	64,543	0,004	-	0,004	0,007	64,900
N	g	0,034	0,079	4,91E-04	-	4,91E-04	2,13E-04	0,114
P	g	0,002	0,007	4,21E-06	-	4,21E-06	6,78E-05	0,010
Avfall								
Avfall til deponi	kg	0,086	1,850	0,178	-	0,031	0,011	2,1524
Farlig avfall	kg	0,086	1,846	0,031	-	0,031	0,011	2,0014

Behandling av avfall fra sluttprodukt

Hunton undertak sorteres som blandet avfall ved avhending. Deponering av organisk avfall er forbudt per 1. juli 2009, og produktet leveres godkjent avfallsmottak for energigjenvinning.

Bruk av kjemikalier

Bruk av kjemikalier i produksjonsprosessen og i sluttproduktet er vurdert i henhold til miljøkriterier i SINTEF Teknisk Godkjenning [6] og metodeanvisning for EcoProduct [7]. Alle prioriterte miljøgifter i henhold til Prioritetslisten[8] og REACHs kandidatliste[9] er deklartert uavhengig av konsentrasjon. I tillegg er stoffer som gir EcoProductvurdering rød (dårlig eller uakseptabel) eller hvit (gjennomsnittlig) deklartert.

Kjemikalier i produksjonsprosessen:

Betegnelse	CAS-nr.	Mengde [g]	Vekt %	Prosess	Gruppering i henhold til EcoProduct
Akrylamid	79-06-01	0,00046	0,000015	Produksjon av asfaltplater	1 CMR-virkninger

Kjemikalier i sluttproduktet ¹⁾:

Produktet inneholder følgende prioriterte miljøgifter:

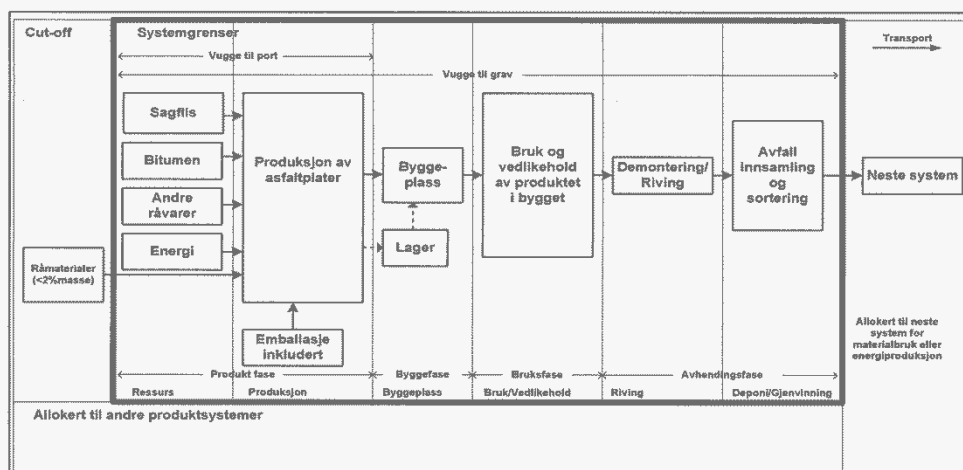
Betegnelse	CAS-nr.	Mengde [g]	Vekt %	Prosess	Gruppering i henhold til EcoProduct
PAH (maks. 100 mg/kg bitumen)		0,0379	0,00123	Bitumen	1 CMR - effects
Natriumhydroksid	1310-73-2	2,2844	0,07400	Lim	6 Helsekadelig
Fenol	108-95-2	0,0685	0,00222	Lim	2 Akutt giftig
Formaldehyd	50-00-0	0,0228	0,00074	Lim	1 CMR-virkninger

¹⁾ Deklarterte verdier er beregnet som maksimumsverdier i henhold til opplysninger i HMS-datablader.

Metodiske beslutninger

Systemgrenser

Figur 4



Referanser

- [1] NS-ISO 14025:2006, Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer
- [2] ISO 21930:2007, Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products
- [3] PCR NPCR10 - Product category rules for preparing an environmental product declaration of Building boards
- [4] Sintef Byggforsk (2010): "3 Environmental Product Declarations (EPD) of Hunton asfaltplater", LCA-rapport
- [5] EN 15251:2007, Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics
- [6] Sintef Byggforsk 2010 - Orientering til søkere om dokumentasjon av miljørelaterte egenskaper i SINTEF Teknisk Godkjenning
- [7] Strand-Hanssen 2008 - EcoProduct: Metodebeskrivelse 2.0, SINTEF Byggforsk oppdragsrapport
- [8] Prioritetsliste. Klima- og forurensningsdirektoratet oppdatert 24.02.2010, <http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Kjemikalielister/Prioritetslisten/>
- [9] Candidate List of Substances of Very High Concern for authorisation, http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp
- [10] SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer (BKS) Byggforskserien - <http://bks.byggforsk.no/>, SINTEF Byggforsk