

# INNHold

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1	BAKGRUNN .....	1
1.2	MÅLET MED PROSJEKTET .....	1
1.3	BESKRIVELSE AV AKTIVITETER .....	1
1.4	GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET .....	2
<b>2.</b>	<b>DAGENS PRODUKTER, ANVENDELSER OG MARKED FOR TRE(RØR)-PRODUKTER.....</b>	<b>3</b>
2.1	PRESENTASJON AV PRODUKTENE TIL TUBUS .....	3
2.2	PRODUKSJON AV TRERØRSPRODUKTENE .....	6
2.3	MARKEDSSTRATEGI VED TUBUS .....	6
2.4	PRODUKTSPEKTER OG UTVIKLINGSMULIGHETER.....	7
<b>3.</b>	<b>METODIKK.....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>LIVSLØPSANALYSE AV LEKESTATIVET "EVENTYRSLOTT" .....</b>	<b>10</b>
4.1	BESKRIVELSE AV EVENTYRSLOTTET.....	10
4.2	RESULTATER FRA LIVSLØPSANALYSEN .....	13
4.3	SIMULERING AV FORBRENNING AV TREVIRKE VED AVHENDING .....	20
4.4	SIMULERING AV MATERIALENDRING.....	22
4.5	SIMULERING AV MATERIALREDUKSJON .....	22
4.6	OPPSUMMERING.....	24
<b>5.</b>	<b>LIVSLØPSANALYSE AV FORSKALING .....</b>	<b>25</b>
5.1	BESKRIVELSE AV FORSKALING.....	25
5.2	RESULTATER FRA LIVSLØPSANALYSEN .....	26
5.3	SIMULERING AV MATERIALREDUKSJON .....	28
5.4	SAMMENLIGNING AV TRE-OG STÅLFORSKALING .....	30
5.5	OPPSUMMERING .....	32
<b>6.</b>	<b>LIVSLØPSØKONOMI .....</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>KUNDEKRAVSANALYSE .....</b>	<b>36</b>
7.1	KUNDEKRAVSANALYSE FOR BARNEHAGELEKER .....	36
7.2	KUNDEKRAVSANALYSE FOR FORSKALINGER .....	37
<b>8.</b>	<b>MARKEDS-OG PRODUKSJONSSTRATEGIER.....</b>	<b>40</b>
8.1	BARNEHAGELEKER .....	40
8.2	FORSKALING .....	41
8.3	FRAMTIDSSCENARIER FOR TUBUS.....	42
<b>9.</b>	<b>OPPSUMMERING.....</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>REFERANSER .....</b>	<b>49</b>
<b>VEDLEGG</b>		
<b>A</b>	<b>DATA FOR EVENTYRSLOTT</b>	
<b>B</b>	<b>DATA FOR FORSKALING</b>	
<b>C</b>	<b>METODE</b>	



# **1. INNLEDNING**

## **1.1 BAKGRUNN**

Stiftelsen Østfoldforskning (STØ) har inngått et samarbeid med Tubus A/S i forbindelse med dette forprosjekt hvor man tar sikte på å kartlegge sterke og svake sider ved bedriftens produkter både ut fra et privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk perspektiv.

Forprosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd og bevilgninger er gitt under programmet Trevirke og Treindustri - Verdiskapning og Foredling. Dette programmet har til formål å bidra til utvikling i treindustrien. Programmet skal stimulere til at treindustrien i økende grad får leveranser av norsk virke og støtte utviklingen av markedet for treprodukter.

## **1.2 MÅLET MED PROSJEKTET**

Målet med forprosjektet har vært å kartlegge dagens bruk av trerør, kartlegge brukerpotensialet, brukervennlighet og utviklingsmulighetene. Det er blitt vurdert om trerør er kommersielt interessant for det norske og europeiske markedet.

Det er i forprosjektet valgt ut to produkter som bedriften ønsker å satse sterkere på, som basis for uttesting av metodikk for miljøtilpasset produktutvikling.

## **1.3 BESKRIVELSE AV AKTIVITETER**

I henhold til prosjektsøknaden er forprosjektet delt inn i disse aktivitetene (referanse til prosjektaktivitetsnummerene i søknaden):

- 4.1. Prosjektadministrasjon
- 4.2. Dagens bruk av trerør (Norge, Norden, Europa) og de ulike anvendelsesområdene
- 4.3. Mulighetene for økt volum innenfor dagens anvendelsesområder
- 4.4. Kundekravsvurderinger
- 4.5. Miljøforhold gjennom fasene i livsløpet (råvare, produksjon, bruk (vedlikehold), deponering/gjenvinning)
- 4.6. Livsløpskostnader
- 4.7. Sammenligninger mot alternative produkter basert på annen råvare (økonomi, miljø, bruksforhold, osv)
- 4.8. Oppsummering fordeler og ulemper
- 4.9. Markeds- og produksjonsstrategier/nye produkter, anvendelsesområder og markeder
- 4.10. Markedsmateriell
- 4.11. Reiser/møter
- 4.12. Hovedprosjektsøknad/avsluttende rapport

Ved oppstart av prosjektet ble det utarbeidet følgende fremdriftsplanen for prosjektet:

1. Utføre en produktstudie sammen med Tubus
2. Valg av produkt
3. Definere produktet ved hjelp av produkttre og funksjonell enhet
4. Starte datainnsamling
5. Utføre kundekravsanalyse med spørsmål også i forhold til LCA, LCC og forventet markedsforhold. Utføres parallelt med datainnsamlingen.
6. Oppsummering QFD, LCA, LCC med tiltak
7. Forslag til markeds- og produksjonsstrategier, utdyping (miljøvaredeklarasjon?)
8. Markedsføringsplan

#### **1.4 GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET**

Under gjennomføringen av prosjektet så man at det var nødvendig å endre fokus i forhold til det man hadde sett for seg den gangen prosjektsøknaden ble utarbeidet. Den metodikken som er lagt til grunn for miljøtilpasset produktutvikling egner seg meget godt til større bedrifter, men det ble en utfordring å tilpasse denne metodikken slik at også små og mellomstore bedrifter kan ha nytte av denne type analyse. Tubus representerer i så måte en spesiell liten håndverksbedrift som ikke har anledning til å benytte store ressurser på produktforbedringer, markedsstrategier og markedsføring som sådan. Dette er en problematikk for svært mange bedrifter i Norge, og en utvikling av metodikken slik at man kan fange opp og hjelpe disse bedriftene vil derfor ha stor nytteverdi utover dette spesifikke prosjektet.

## 2. DAGENS PRODUKTER, ANVENDELSER OG MARKED FOR TRE(RØR)-PRODUKTER

### 2.1 PRESENTASJON AV PRODUKTENE TIL TUBUS

Tubus A/S er et firma som produserer trerør, forskalingsystemer og uteleker av tre. Deres spesifikke produkter er *turbinledninger*, kar for kjemisk industri, runde, ellipseformede og koneformede *forskalinger*, *treleker* for barnehager, hoteller, borettslag m.v., *trestamper*, *dusjkabinett* og *takrenner*. Bedriften har et sterkt ønske om å videreutvikle produktene treleker, trestamper, dusjkabinett og takrenner. Tubus A/S har tre ansatte.

Turbinledninger for lavtrykksanlegg er et av bedriftens nisjeprodukter, der bedriften nå leverer til små kraftverk som skal renoveres. Tidligere var turbinledninger hovedproduktet til bedriften. Overgangen fra lavtrykksanlegg til høytrykksanlegg førte imidlertid til en nedgang i salget av turbinledninger, så dagens marked ligger hovedsakelig innen renovering. Det er anslått at 300 små kraftverk skal renoveres i Norge. Tilsvarende er det mange kraftverk som skal renoveres på Island.

Søyleforskalinger er et av bedriftens nisjeprodukter. Disse blir laget for spesielle formål og blir produsert i koneform, sirkulære og ellipseformede. Disse typene av forskalinger er Tubus enerådende på.

På 70-tallet begynte bedriften å lage barnehageleker. Disse lekene er spesielle på grunn av sine sirkulære former og er dermed svært barnevennlige. Denne delen har ligget nede i mange år, inntil man nylig har videreutviklet designet på disse lekene. Det er et stort marked for slike leker, så området er høyst interessant for bedriften.

De nye produktene består av trestamper og dusjkabinettløsning i tre. Disse blir laget i furu. Et problemområde for trestampene er impregneringen. Stampene har en tendens til å bli sorte etter en tids bruk. Her har bedriften forespurgt Jotun om hjelp for å prøve og finne en god løsning.

Takrenner til hytter står for en liten del av omsetningen. Takrennene blir produsert av rester fra den øvrige produksjonen. Tidligere var vannledninger (til hus) også et av produktene til bedriften, men konkurranse fra plast og jernrør førte til at vannledninger av tre "døde ut". Imidlertid blir det fortsatt produsert en liten mengde vannrør til spesielt interesserte.

Avkapp fra produksjonen blir solgt sekkevis som brensel direkte fra fabrikk. Rester som er store nok benyttes til produksjon av blomsterkasser. Sagflis og spon blir brukt av gårdbrukere i distriktet. Kapp av jern blir levert til materialgjenvinning. Bedriften har dermed avtagere til alt av restavfall fra produksjonen.

På de følgende sidene er det gitt en skjematisk oversikt over produktene til Tubus, hvor man har sett på hvor stor del av omsetningen de forskjellige produktene står for, hvor dagens marked befinner seg, markedsandelen, fordeler og ulemper ved produktene og forventet utvikling av markedet.

Produkter	Andel av omsetning per 16.10.98	Hvor er dagens marked	Markedsandel		Fordeler ved produkt	Ulemper ved produkt	Forventet utvikling av markedet
			Trerørs-produkter	Andre			
Tradisjonelle: Turbinledninger, rehabilitering	67,1%	Hele Norge, (Sverige og Island)	Nærmere 100%, men har fått konkurranse fra produsent i Sverige	60-70% (lavtrykk)	Miljøtilpasset, lave transportkostnader, lav friksjon, miljøvennlig montasje, terrengtilpasset, lokal arbeidskraft benyttes.	Tørker inn hvis ledningen tømmes for vann, lengre montasjetid enn konkurrerende produkter	Rehabilitering av små kraftverk forventes å være økende, Tubus sjekker med NVE angående dette.
Vannrør *							
Forskaling (nisjeprodukter: kone, sirkulær, ellipse)	25%	Norge, hovedsakelig Østlandet, og Sverige	100%, når det gjelder fabrikkproduksjon. Ellers lages også forskalinger direkte på byggeplass	Stål, treforskaling laget på stedet	Kan gjenbrukes 10-15 ganger	Løfteanordning på forskalingen er blitt etterlyst. Kan tørke (krympe) hvis de blir liggende lenge	Følger byggebransjen, konjunkturavhengig, forventes å være nedadgående
Leker	0,4%	Norge			Sirkulære former, meget barnevennlig	Dyrt vedlikehold, må beises jevnlig pga. trykkimpreg. er helseskadelig for barn, lav fortjeneste (høye prod. kostnader)	Stort marked i EU, totalmarked i Norge anslås til 50 mill.kr.

\*Dette er det ikke noe marked for i dag. Imidlertid ønsket STØ å ha dette stående, da STØ har flere prosjekter hvor det skulle være mulig å re-introdusere vannrør av tre.

Produkter	Andel av omsetning per 16.10.98	Hvor er dagens marked	Markedsandel		Fordeler ved produkt	Ulemper ved produkt	Forventet utvikling av markedet
			Trerørs-produkter	Andre			
Tradisjonelle: Kar til kjemisk industri	3%	Norge, Sverige	95-99%	1-5%	Kjemisk/korrosjon bestandig, prisgunstig i forhold til rustfritt stål.	Kort levetid (15-20 år), men kar levert i 1939 blir ennå benyttet.  Kan oppstå lekkasjer når de er tomme, men blir tette når de har trutnet	Konstant, gamle kunder
Takrenner	< 1%	Norge			Utnyttelse av overskuddsmateriale		Hyttemarkedet
Blomsterkasser					Utnyttelse av overskuddsmateriale		
Nye: (foreløpig liten erfaring)							
Badestamper	4,5%	Norge			Estetisk	Får sort misfarging etter en tid uten impregnering	Tregt, uklart marked
Dusjer		Norge				Krymper i varme rom, litt lekkasje kan oppstå	Ser nytt marked hvor man lager kombinasjon badstue/dusj, ellers nisjeprodukt spesielt for hytter

## 2.2 PRODUKSJON AV TRERØRSPRODUKTENE

Trerørsproduksjonen er et håndverk som krever svært liten energi og det fører ikke til utslipp av noen art ved fabrikken. Det eneste energikrevende ved produksjonen er elektrisitet til kapping og saging. Arbeidet blir utført av de 3 ansatte i Tubus.

Tubus utnytter alt avfall fra produksjonen enten til annen produksjon eller videreformidler dette til andre avtagere som ved og strø. Produksjonen er ordrebasert (lite serieproduksjon), slik at tiden imellom større ordrer benyttes til å blant annet produsere blomsterkasser av rester som er store nok til dette formålet.

Mange av produktene er modulbaserte, slik at montasje skjer på bestemmelsesstedet. Dette er for eksempel situasjonen for turbinledninger. Det benyttes innleide personer til slik type montering.

## 2.3 MARKEDSSTRATEGI VED TUBUS

For 5-6 år siden hadde Tubus en strategi på å øke bemanningen til 8-10 personer i løpet av 10 år. Bedriften har i dag 3 ansatte, og har ikke sett seg i stand til å øke så sterkt som det antatte potensialet. Hovedsakelig skyldes dette for liten markedsføring. I tillegg er markedet for Tubus sine produkter svært svingende og blant annet avhengig av konsesjoner og offentlige bevilgninger. I dag blir markedsføringen hovedsakelig utført som "venstrehåndsarbeid" og skjer hovedsakelig gjennom formidling fra person til person. Salg av produktene skjer hovedsakelig direkte fra fabrikk.

Produksjonen av barnehageleker bør bli mer rasjonell, da disse produktene er dyre å produsere. Bedriften ser helt klart en mulighet for rasjonalisering hvis man hadde utført en gjennomgang av produksjonen av barnehagelekene. Når det gjelder markedsføringen av dette produktet, sendte bedriften for 5-6 år tilbake ut en brosjyre over barnehagelekene til alle barnehager i Oslo, Akershus og Østfold. Denne henvendelsen ble imidlertid ikke fulgt opp på grunn av manglende kapasitet til slikt arbeid.

Imidlertid har Tubus gjort en større innsats for å komme i inngrep på rehabilitering av kraftverk. Her har de nylig annonsert i en bok som er sendt ut til alle de 300 potensielle rehabiliteringsprosjektene. Tubus har planer om å sende ut en egen brosjyre til alle disse når denne brosjyren er ferdig omarbeidet.

Tubus holder i tillegg på med å opprette et arkiv over alle de har vært i kontakt med angående salg og markedsføring av sine produkter. Dette kan over tid overføres til data, slik at oppfølgingen av potensielle kunder kan bli mer strukturert.

Når det gjelder badestamper har Tubus innledet et salgssamarbeid med Spatek i Oslo. Bedriften vurderer også å innlede lignende type samarbeid for noen av de andre produktene.

Bedriften har et stort behov for markedsføring av mer eller mindre alle produktene.



## 2.4 PRODUKTSPEKTER OG UTVIKLINGSMULIGHETER

Markedet for turbinledninger står for ca. 70% av omsetningen til Tubus. Det fremtidige markedet for dette produktet ligger hovedsakelig innenfor rehabilitering av eksisterende kraftverk. Trerørsledninger kan ha en lengre montasjetid enn konkurrerende produkter, men har flere fordeler så som at ledningene vil være terrengetilpasset og lette å transportere på grunn av at de transporteres i deler. Miljømessig vil trerørsledninger gli inn i omgivelsene.

Forskalinger står for til sammen ca. 25% av omsetningen til Tubus. Disse er allerede kundetilpasset, da de spesialbestilles. I fremtiden vil det kanskje være en idé å segmentere markedet bedre, og drive målrettet markedsføring overfor for eksempel arkitekter som kan være opptatt av å få fram spesielle former på søyler og fundamenter.

Barnehageleker står for under 0,5% av omsetningen, og bedriften har dermed stort potensial for økt salg av dette produktet. Markedet for slike lekestativ er stort, ikke bare i Norge, men også i EU. På grunn av at produksjonen skjer enkeltvis, har man liten fortjeneste på salg av dette produktet.

I prosjektet har vi evaluert to av produktene og gjennom dette kommet frem til hvilke potensial disse har for forbedring. Evalueringen er presentert i kapittel 4 til og med 7.

De andre kapitlene tar for seg metodikk for og gjennomføring av produktanalyser. Disse analysene blir så vurdert opp mot mulige videre strategier for Tubus. Til slutt er egnetheten til de analyseverktøyene som er blitt benyttet vurdert.

### 3. METODIKK

Metoder for miljøtilpasset produktutvikling og dokumentasjon skal gi en systematisk og enkel oversikt over den kunnskap som foreligger over produkters og produktsystemers økonomi-, helse- og miljøegenskaper. I en produktutviklingsprosess kan metodene frembringe informasjon som grunnlag til å kunne foreta de riktige valg for fremtidens produkter og produktsystemer. «Riktige» produkter vil være produkter som kundene ønsker, til en riktig pris, som tilfredsstiller myndighetskrav og som ikke påfører helse og miljø uakseptable påvirkninger.

Videre kan metodene brukes til å dokumentere status for de produktene som allerede finnes, enten som intern kommunikasjon for videre produktutvikling, eller til bruk i ekstern kommunikasjon med kunder og myndigheter.

Til hjelp i arbeidet er det valgt ut følgende verktøy :

- **kundekravsanalyse:** som skal systematisere og analyserer kundens og omgivelsenes krav til produktet, f.eks.

- kundens krav til funksjon hos produktet
- kundens krav til kostnader ved innkjøp og bruk
- kundens og omgivelsenes helse- og miljøkrav

- **livsløpsanalyse (LCA):** som skal systematisere og analysere helse- og miljøpåvirkninger fra produktet gjennom hele levetiden. Denne informasjonen kan i produktutviklingsarbeid brukes til å finne ut

- hva det bør fokuseres på ved nyutvikling eller ved endringer av produktet
- hva som er de viktigste utslipp, helsepåvirkninger og ressursforbruk ved et produktsystem
- hvor i livsløpet disse oppstår

- **livsløpskostnadsanalyse (LCC):** som skal beregne kundens kostnader ved kjøp og bruk av produktet over livsløpet for å identifisere eller dokumentere

- hvor de største kostnadene for kunden ligger (innkjøp, vedlikehold, avhending...)
- hva som gir størst økonomisk gevinst for kunden ved nyutvikling eller ved endringer av produktet.

Kundekravsanalyse, LCA og LCC er informasjonsverktøy som strukturerer informasjon om kundekrav, miljø/helse og kundens økonomi gjennom livsløpet.

I en produktutviklingsprosess kan det gjøres simuleringer av helse-, miljø- og økonomiegenskaper ved bruk av verktøyene for å vurdere nye produktløsninger. Slik kan det vises om nye produktløsninger gir en bedre helse- og miljøprofil, lavere livsløpskostnader for kunden og at de tilfredsstiller kundens behov.

For markedsføring og intern kommunikasjon kan verktøyene brukes til å *dokumentere* kundekrav, livsløpskostnader og helse- og miljøkonsekvenser for eksisterende produkter og

produktsystemer. Kundekravsanalysen kan gi basisinformasjon om økonomi, helse og miljø bør tilrettelegges overfor de ulike kundegruppene.

I dette prosjektet er det gjennomført livsløpsanalyser av to produkter; Eventyrslott og forskaling. Det er også foretatt simuleringer i forhold til produktendringer m.h.p. miljø for begge produktene.

Det er videre gjennomført LCC-analyser for å dokumentere produktenes økonomiske profil, samt at det er foretatt enkle kundekravsvurderinger. Metodikk som er anvendt i dette prosjektet er nærmere beskrevet i vedlegg C.

Til å systematisere alle data har vi benyttet livsløpsanalyseprogrammet LCA Inventory Tool (versjon 3.0) som er utviklet ved Chalmers Industriteknik i Göteborg. Dette programmet er koplet mot Excel for å lage diagram og presentasjoner.

## **4. LIVSLØPSANALYSE AV LEKESTATIVET "EVENTYRSLOTT"**

### **4.1 BESKRIVELSE AV EVENTYRSLOTTET**

I Figur 1 er et bilde av et lekestativ av typen Eventyrslott vist. I denne analysen har vi satt sammen litt færre moduler enn det som er vist på dette bildet, slik at lekestativet "Eventyrslott" her består av:

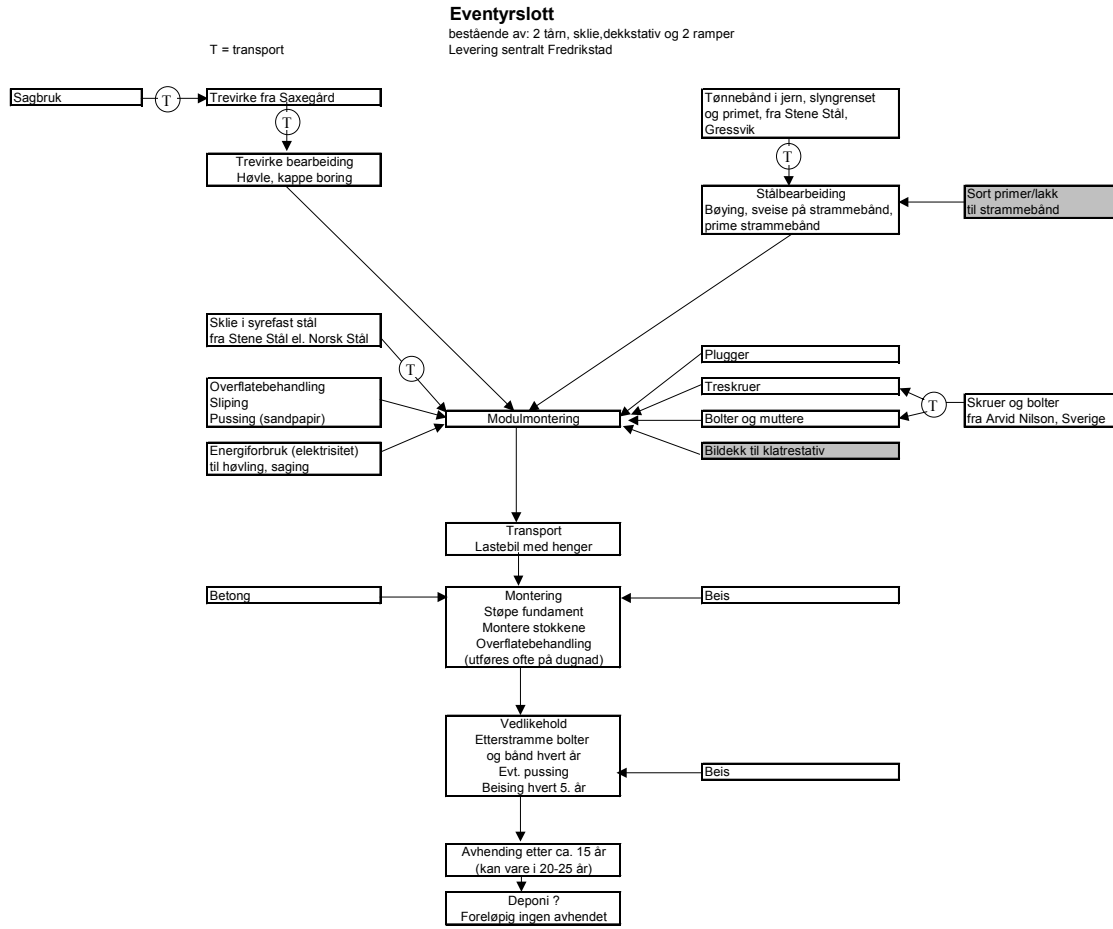
- 2 tårn
- Sklie i stål
- Dekkstativ
- 2 ramper

Vekten av trevirke (før bearbeiding) er 697 kg, jern 93 kg, bildekk 81 kg og betong til fundamenter 384 kg.

Som funksjonell enhet er det for dette produktet valgt ett eventyrslott godt vedlikehold i løpet av 15 år. På denne måten vil man få fram miljøbelastning/-fordeler ved både produksjon av råmaterialene og selve eventyrslottet, samt ved bruk og avhending av dette.

Materialtyper og –forbruk er gitt i vedlegg A. Produktreet som viser alle innsatsfaktorer gjennom livsløpet til produktet er vist i Figur 2.

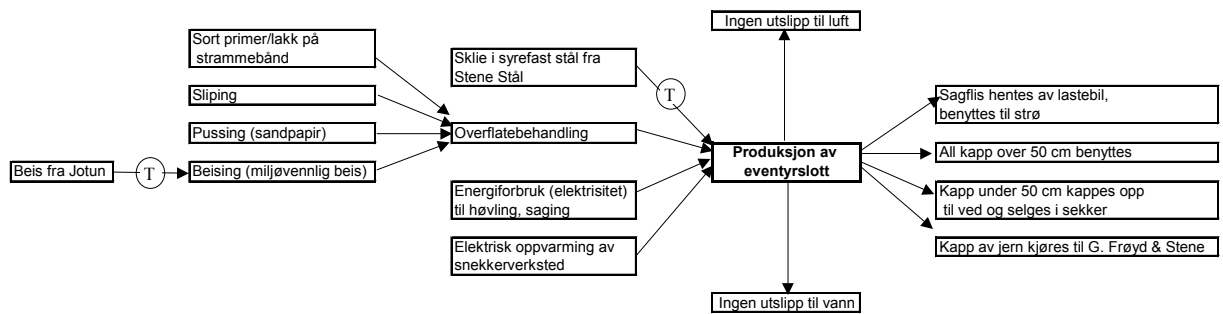
**Figur 1** Bilde av Eventyrslott



Figur 2 Produkttre for Eventyrslott

På produktreet er de elementene som man har sett bort i fra i livsløpsanalysen merket med grå bakgrunn. Forutsetningene for dette er kommentert i Tabell 1.

I Figur 3 er massebalansen for produksjonsfasen av Eventyrslottet vist.



Figur 3 Energi- og massebalanse for produksjon av et Eventyrslott

Forutsetninger og antagelser foretatt i denne livsløpsanalysen er beskrevet i Tabell 1.

**Tabell 1 Forutsetninger og antagelser for Eventyrslott**

Livsløpstrinn	Aktivitet	Antagelser/forutsetninger	Kilde
Hogst	Uttak	Felling av tømmer og transport til velteplass	Ref. LCA eksempeldatabase.
	Transport	Lastebil, 70 km	Antatt trp. fra velteplass til sagbruk
Sagbruk	Bearbeiding	Barking, saging og tørking av rundved.	Ref. LCA eksempeldatabase.
	Transport	Lastebil, 50 km	Antatt trp. fra sagbruk i Halden, via Saxegård til Tubus
Bearbeiding tre	Produksjon	Inkluderer høvling, kapping og boring. Svinn 20%, som benyttes til strø eller ved. Alle utslipp allokert til trevirket.	Ref. Tubus og antatte data.
	Transport	0, samme sted	
Sklie	Produksjon	Data for stål med 0% resirkulering av produsert stål. Inkluderer ikke bearbeiding av stål.	Ref. Bjørklund, T. et. al (1996).
	Transport	Lastebil, 20 km	Antatt trp. fra Stene Stål til Tubus
Primer	Produksjon	Ikke inkludert pga. at den står for << 1 % av totalvekten, men har med utslipp fra bruksfasen. Antatt innhold av white spirit omregnet til VOC.	Antatt samme forhold som for beis. Se Livsløpstrinn Beis.
	Transport	Lastebil, 5 km	Antatt trp. fra Maxbo til Tubus
Bolter, strammebånd, sko	Produksjon	Data for stål med 0% resirkulering av produsert stål. Inkluderer ikke bearbeiding av stål.	Ref. Bjørklund, T. et. al (1996).
	Transport	Lastebil, 20 km	Antatt trp. fra Stene Stål til Tubus
Skruer og festemateriell	Produksjon	Data for stål med 0% resirkulering av produsert stål. Inkluderer ikke bearbeiding av stål.	Ref. Bjørklund, T. et. al (1996).
	Transport	Lastebil, 20 km	Antatt trp. fra Stene Stål til Tubus
Dekk	Produksjon	Ikke inkludert, antar at det benyttes regummierte dekk som ikke kan benyttes til biler og ser dermed på disse som avfall.	
	Transport	Lastebil, 5 km	Antatt trp. fra Sælid Bilgummi til Tubus
Slott	Ferdig vare		
	Transport	Lastebil 15 km	Antatt trp. fra Tubus til barnehage sentralt i Fredrikstad
Betong	Produksjon	Produksjon av betong	Ref. Vold, M.
	Transport	Lastebil, 10 km	Antatt trp. fra nærmeste betong-produsent til barnehage
Beis	Produksjon	Har bare med utslipp fra bruksfasen, omregner innhold av white spirit til VOC. Antar beising hvert 5. år.	Ref. produktdatablad for Jotun Demidekk, innhold 1-5% white spirit, antar 3 %, altså 30 g som blir VOC.
	Transport	0	
Avhending		Antar at hele lekestativet blir sendt på deponi.	

## 4.2 RESULTATER FRA LIVSLØPSANALYSEN

Det er i denne livsløpsanalysen valgt å vurdere følgende miljøpåvirkninger; global klimaendring, forsurening, gjengroing av vann og vassdrag, dannelse av bakkenær ozon, generering av produksjonsavfall, samt energiforbruk. Se Tabell 2 for beskrivelse av effektene disse kan ha på miljøet.

**Tabell 2** Ulike utslipps bidrag til potensielle miljøpåvirkninger og de effekter disse kan gi.

Utslipp	Miljø-påvirkninger	Potensielle miljøeffekter
CO <sub>2</sub> -utslipp N <sub>2</sub> O-utslipp CH <sub>4</sub> -utslipp CF <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Global klimaendring	Temperaturøkning i atmosfæren (veksthuseffekt og klimaendring). Dette vil kunne gi alvorlige konsekvenser for økosystemet.
SO <sub>2</sub> -utslipp HCl-utslipp NO <sub>x</sub> -utslipp NH <sub>3</sub> -utslipp NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -utslipp	Forsuring	Fiskedød, skogsdød, korrosjonsskader, skader på bygninger, utløsning av tungmetaller med virkning på dyr, vegetasjon og helse
VOC-utslipp CO-utslipp NO <sub>x</sub> -utslipp	Fotokjemisk oksidasjon	Bakkenær ozondannelse, akutt toksisk effekt, negativ effekt på fotosyntese.
Tot N, vann Tot P, vann BOF <sub>5</sub> KOF NO <sub>x</sub>	Eutrofiering	Lokale gjengroingseffekter ved økt algevekst.

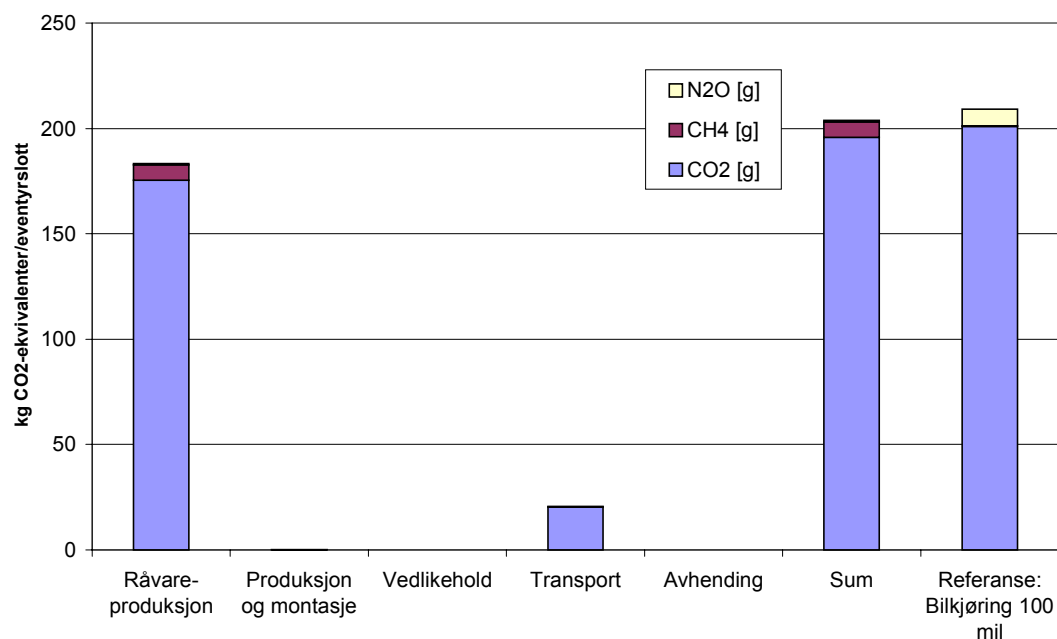
### Global klimaendring

Figur 4 viser de ulike utslipps bidrag til global klimaendring for alle faser i livsløpet til Eventyrslottet.

Her er utslippene delt inn i 5 faser av livsløpet til produktet:

- Råvareproduksjon viser utslipp forbundet med uttak og foredling av de råvarene som inngår i produktet.
- Produksjon og montasje viser alle utslipp forbundet med arbeidet utført hos Tubus og monteringen av produktet ute hos kunden.
- Vedlikehold viser utslipp forbundet med alt av vedlikehold som må utføres gjennom livstiden til produktet.
- Transport inneholder alle utslipp forbundet med transport, både transport ved uttak av råvarer, transport av disse til fabrikken og transport av selve produktet til bruker.
- Avhending viser utslipp relatert til når man skal kaste produktet etter endt bruk.

Det er i tillegg lagt inn en referanse til hvor mye utslipp en bil på 500kg generere ved å kjøre 100 mil med et bensinforbruk på 0,8 l/mil.



**Figur 4** Potensialet for global klimaendring over livsløpet for Eventyrslott beregnet i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Det er ved produksjon av råvarer at de største utslippene forekommer. Mengden utslipp av CO<sub>2</sub> gir det klart største bidraget til global klimaendring, mens utslippene av metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O) bidrar i mindre grad. Til sammenligning viser det seg at bidraget til global klimaendring fra 100 mil biltransport er det samme som fra produksjon av ett Eventyrslott. Gitt ett gjennomsnittstransport for personbil på 12 000 km pr. år, tilsvarer 100 mil én måneds bil kjøring.

Siden det er utslipp knyttet til produksjon av råvarene som bidrar mest bidrar til CO<sub>2</sub>-utslipp, er det interessant å se hvilke råvarer som bidrar mest. Figur 5 viser CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon av de ulike råmaterialer som inngår i Eventyrslottet.



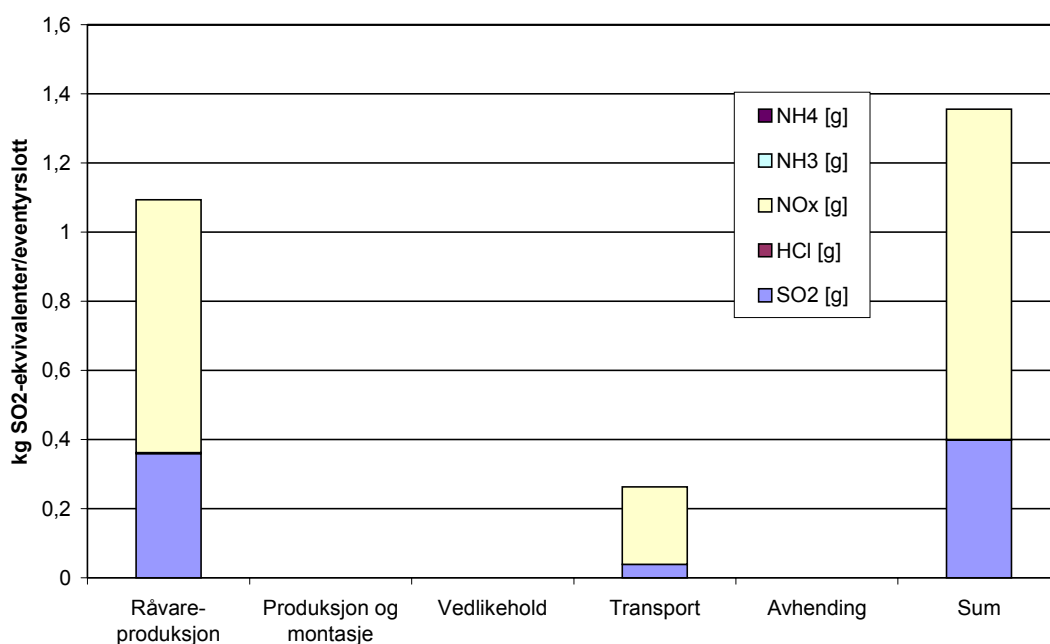


Figur 5 CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon av de råmaterialer som inngår i Eventyrslottet.

Figuren viser at utslipp knyttet til bruk av fossile energibærere fra produksjon av betongen (og dets råmaterialer) til fundamentet for søylene som bidrar mest, i tillegg til produksjon av de andre metalldelene og trevirket. Transporten knyttet til skogsdrift og levering av trevirket bidrar også i noen grad til utslipp av CO<sub>2</sub>.

### Forsuring

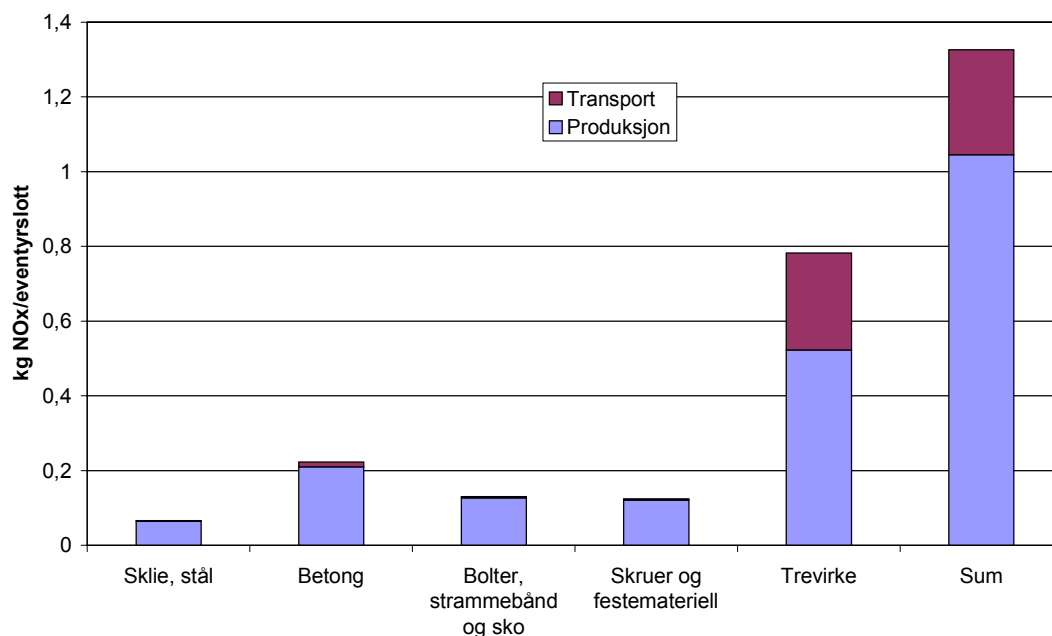
Figur 6 viser de ulike utslippenes bidrag til forsuring gjennom livsløpet til Eventyrslottet.



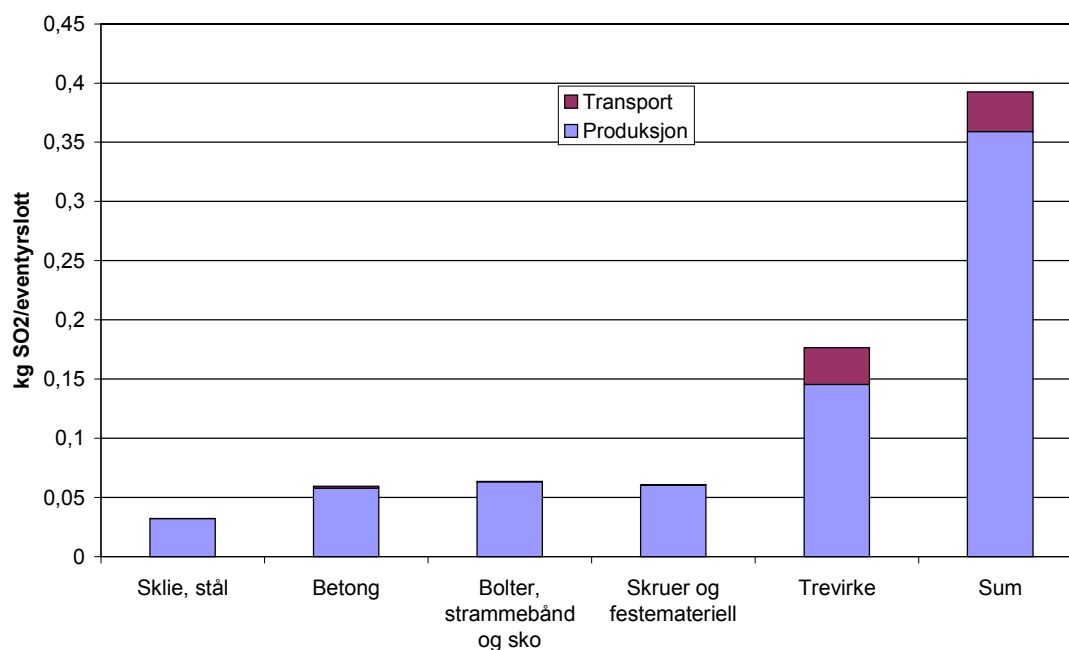
Figur 6 De ulike utslippenes bidrag til forsuring for alle faser gjennom livsløpet til Eventyrslottet.

Figuren viser at der er bidragene fra utslipp av NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> fra fossile energibærere som er av betydning for forsurening og at det er produksjon av råmaterialer som bidrar mest. Transport bidrar i noen grad når det gjelder utslipp av NO<sub>x</sub>.

For å få en oversikt over hvor det ulike bidragene stammer fra er det i Figur 7 og Figur 8 gitt utslippene av NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> fra produksjon av råmaterialene som inngår i Eventyrslottet.



**Figur 7** NO<sub>x</sub>-utslippene fra produksjon av de råmaterialer som inngår i Eventyrslottet.

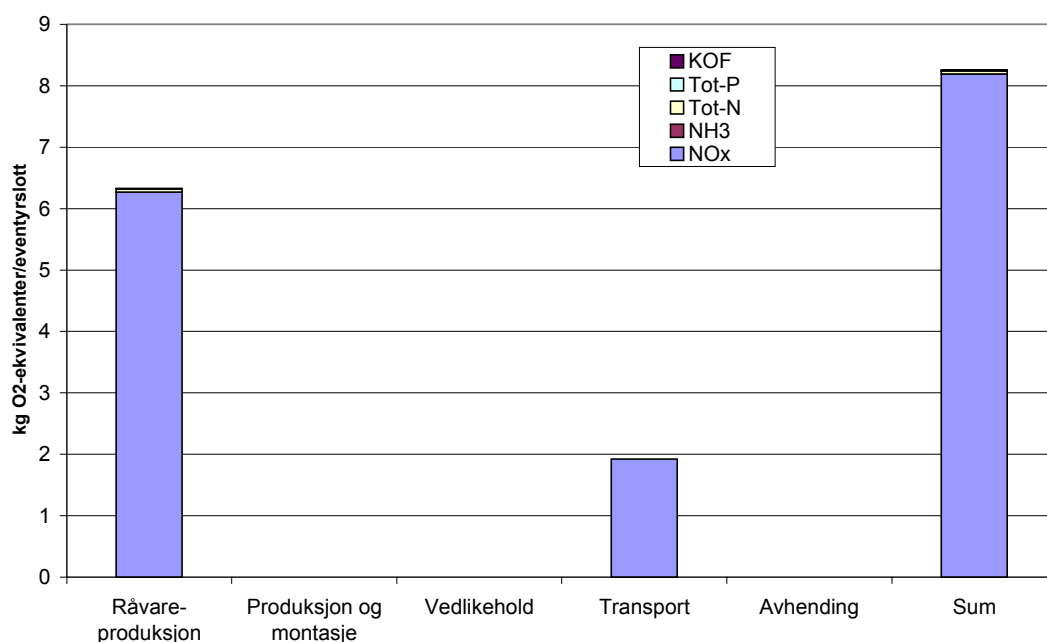


**Figur 8** SO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjon av de råmaterialer som inngår i Eventyrslottet.

Som figurene viser, er det utslippene knyttet til uttak og produksjon av trevirket med tilhørende transport som er det råmaterialet som bidrar mest til de to respektive utslippene. Dette må sees i sammenheng med at trevirket vektmessig utgjør ca. 80% av den totale vekten til produktet.

### Gjengroing av vann og vassdrag

Figur 9 viser de ulike utslippenes bidrag til gjengroing av vann og vassdrag gjennom livsløpet til Eventyrslottet.



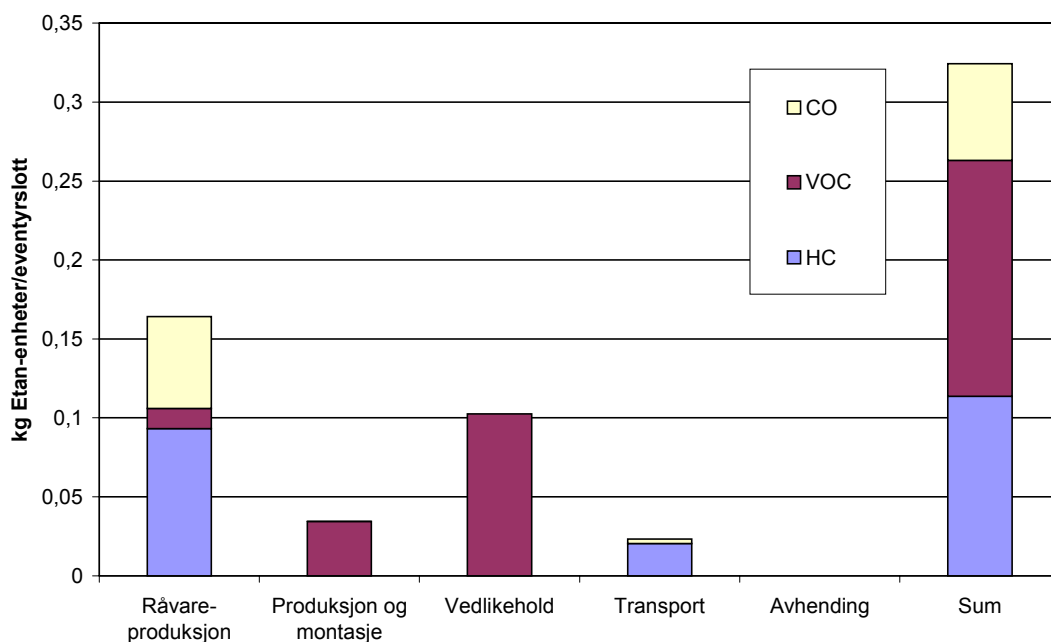
**Figur 9** De ulike utslippenes bidrag til gjengroing av vann og vassdrag gjennom livsløpet til Eventyrslottet.

Figuren viser at det også for denne miljøpåvirkningen er det utslippene knyttet til råmaterialproduksjon og i noen grad transport som bidrar. Utslipet av NOx er den klart største kilden til gjengroing i denne analysen.

Som vist i Figur 7 er det utslippene knyttet til uttak og produksjon av trevirket med tilhørende transport, som er det råmaterialet som bidrar mest til NOx-utslippet.

### Fotokjemisk oksidasjon

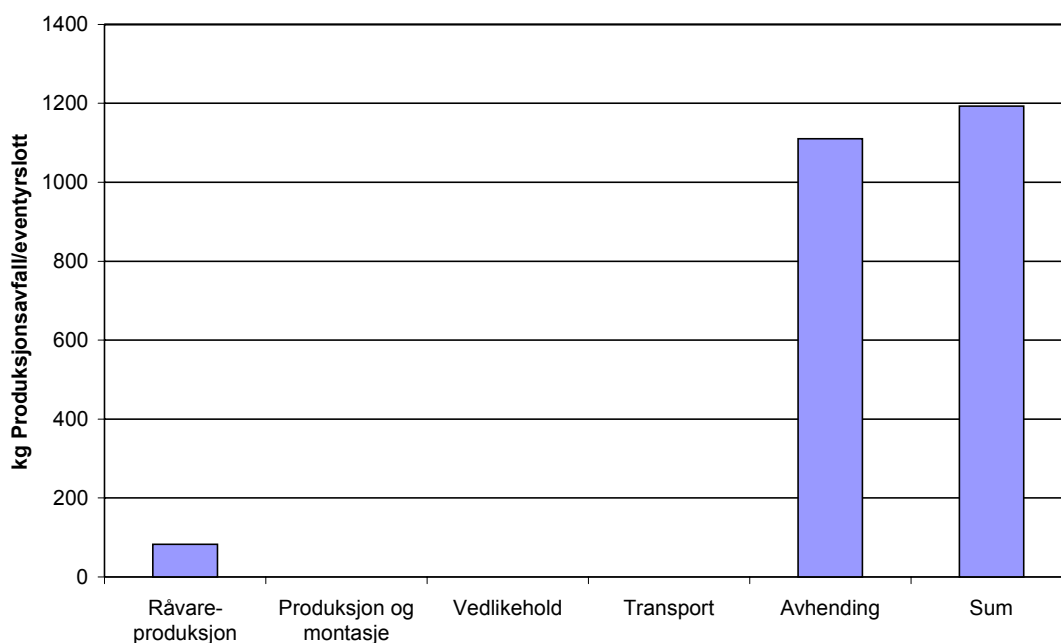
Figur 10 viser de ulike utslippenes bidrag til fotokjemisk oksidasjon (dannelse av bakkenær ozon) gjennom livsløpet til Eventyrslottet. Figuren viser at i råvareproduksjonen er det utslipp av CO og hydrokarboner, HC, som bidrar mest til fotokjemisk oksidasjon. I forbindelse med produksjon og montasje og vedlikehold er det utslipp av flyktige organiske forbindelser, VOC, som bidrar til dette. Utslippene stammer her fra bruken av primer og beis. For transport er det mest hydrokarboner, HC, som bidrar til fotokjemisk oksidasjon.



**Figur 10** De ulike utslippenes bidrag til fotokjemisk oksidasjon gjennom livsløpet til Eventyrslottet.

### Produksjonsavfall

Figur 11 viser den mengde produksjonsavfall som blir generert gjennom livsløpet for et Eventyrslott. Som vist i figuren er det sluttbehandling av slottet som bidrar mest. Det er i denne delen av analysen antatt at slottet havner på deponi. I kapittel 4.3 er det foretatt beregning av konsekvensen av om slottet går til forbrenning. Det er ikke foretatt beregninger av konsekvenser av om slottet går til materialgjenvinning/-ombruk. Vedrørende forbrenning er det en forutsetning at den energi som slottet genererer ved forbrenning, erstatter bruk av fossile energibærere for at dette skal komme positivt ut i livsløpsvurderingen.



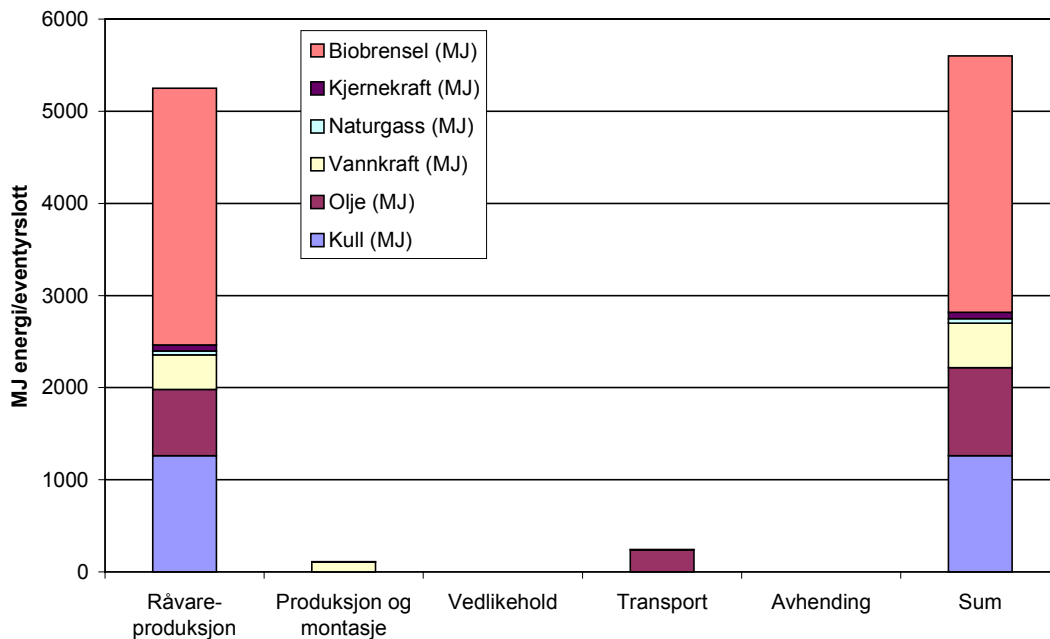
**Figur 11** Mengde produksjonsavfall generert gjennom livsløpet for Eventyrslottet.

Det man ofte erfarer ved gjennomføring av livsløpsanalyser, er at data knyttet til produksjon av råmaterialer er mangelfulle. Spesielt gjelder dette avfall i form av svinn/brekkasje i produksjonen. I denne analysen er det på det rene at generering av produksjonsavfall for råvareproduksjonen i realiteten er noe høyere enn gitt i Figur 11.

Ved produksjon hos Tubus er det tilnærmet ingen avfallsgenerering. Avkapp fra produksjonen blir solgt sekkevis som brensel direkte fra fabrikk eller det blir benyttet til andre produkter. Sagflis og spon blir brukt av gårdbrukere i distriktet. Kapp av jern blir levert til materialgjenvinning. Bedriften har dermed avtagere til alt av restavfall fra produksjonen.

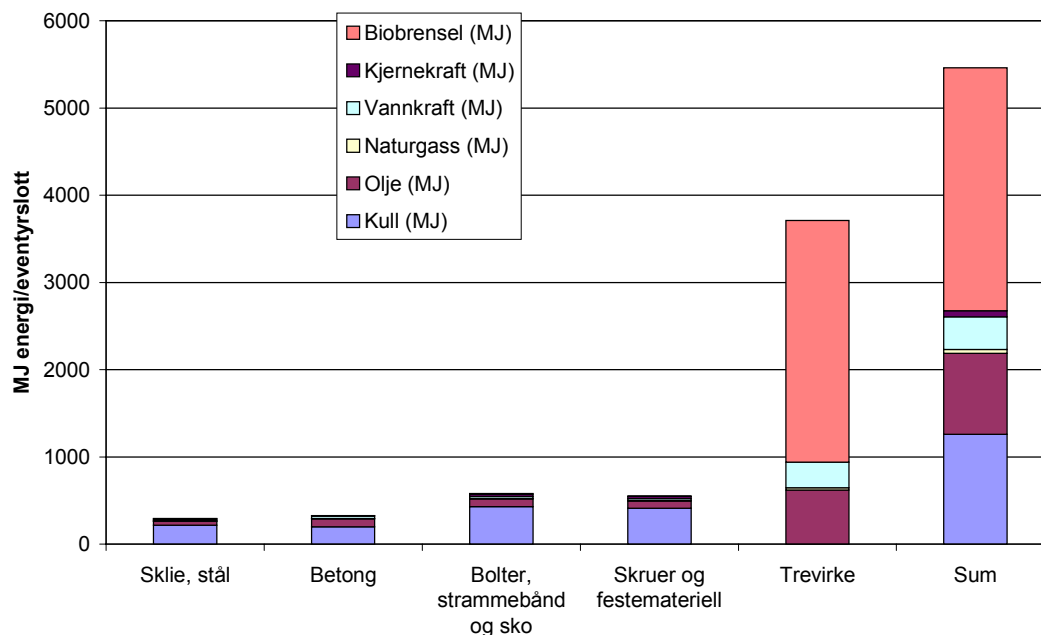
### Energiforbruk

Figur 12 viser det totale energiforbruk gjennom livsløpet for Eventyrslottet. Biobrensel er den energibæreren som bidrar mest til det totale energiforbruket og er knyttet til produksjonen av råmaterialene. Dernext følger bruk av kull, som også er knyttet til produksjonen av råmaterialene. Oljebaserte energibærere bidrar også i noen grad og er knyttet til produksjon av råmaterialer og transport. Siden over 50% av energiforbruket er forbundet med bruk av fornybar energi, biobrensel, slår dette positivt ut på CO<sub>2</sub>-utslippene forbundet med produksjon og bruk av produktet. Den CO<sub>2</sub> som produseres ved forbrenning av biobrensel er satt til null, da like mye CO<sub>2</sub> produseres ved forbrenning som det forbrukes ved fotosyntesen når vekstene vokser opp.



**Figur 12** Energiforbruk gjennom livsløpet for Eventyrslottet.

Figur 13 viser energiforbruket fordelt på produksjonen av de ulike råmaterialer som inngår i eventyrslottet. Her kan man se at uttak og produksjon av trevirke er det råmaterialet som er forbundet med høyest energiforbruk. Også her må dette sees i sammenheng med at trevirket vektmessig utgjør ca. 80% av den totale vekten til produktet.

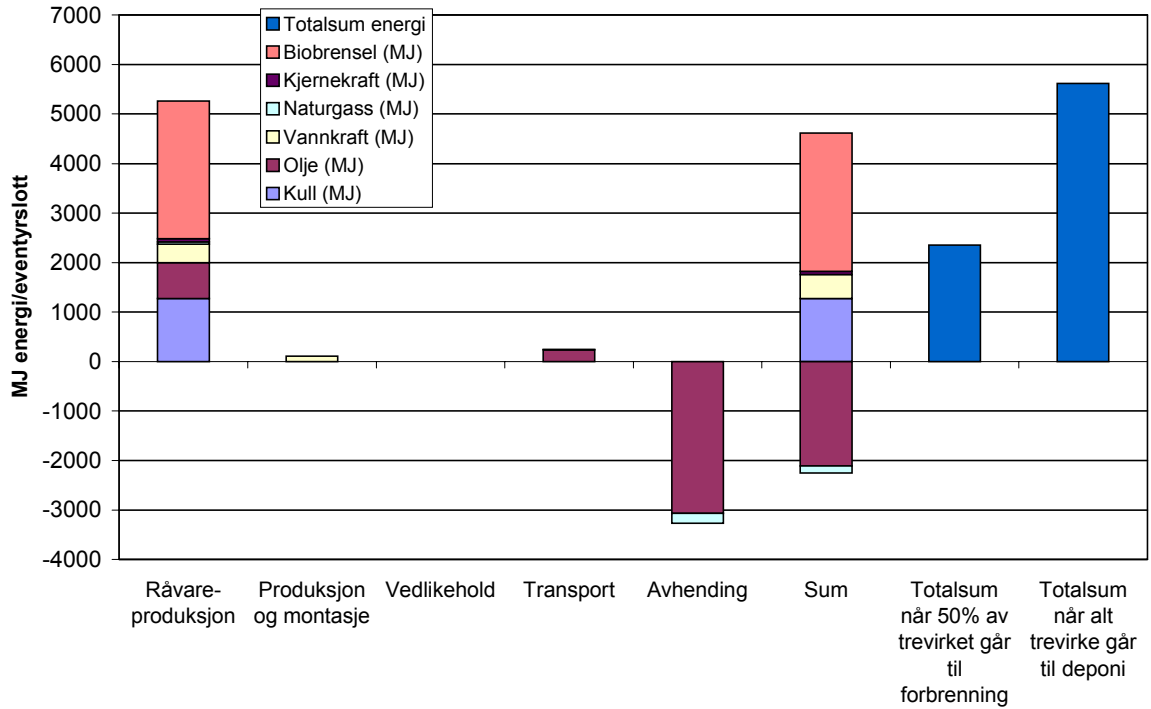


Figur 13 Energiforbruket for produksjon av de ulike råmaterialene som inngår i Eventyrslottet.

#### 4.3 SIMULERING AV FORBRENNING AV TREVIRKE VED AVHENDING

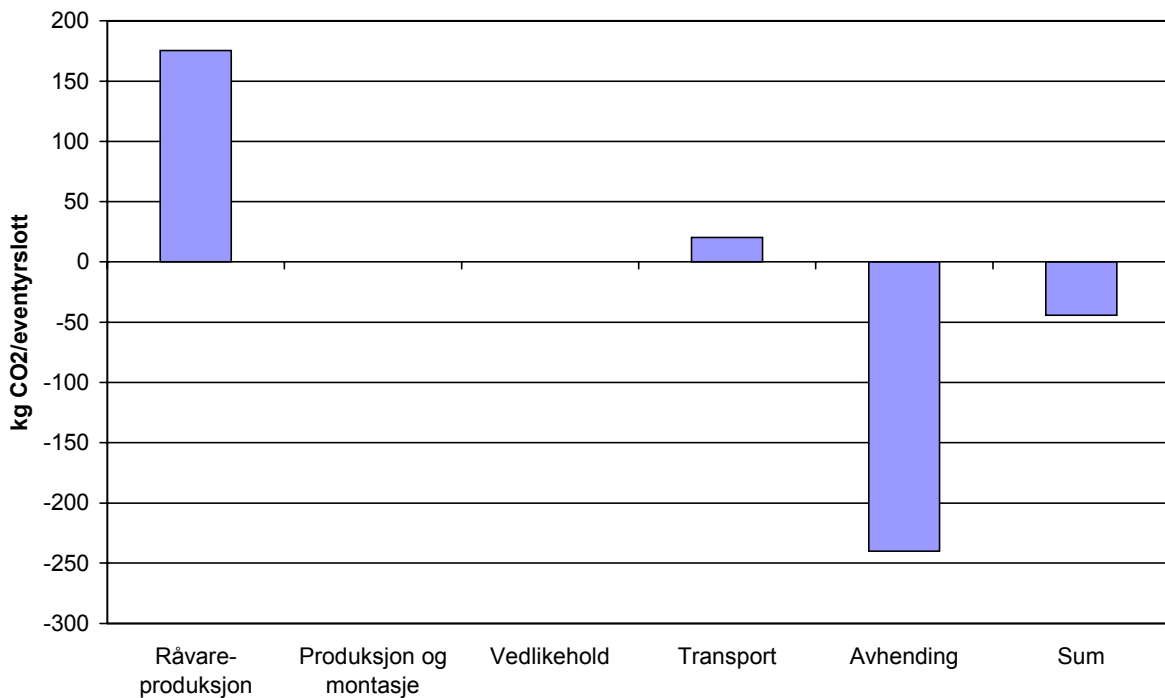
Det totale energiforbruket kunne ha vært redusert hvis man hadde forutsatt at trevirket ved avhending av produktet ble benyttet til energiproduksjon (forbrenning). For at dette skal komme positivt ut i et energiregnskap må det erstatte forbrenning av olje. Brennverdien til trevirket settes til 15,4 MJ/kg (ca. 20% fukt), og man forutsetter at 50% av trevirket i eventyrslottet (279 kg) går til forbrenning. På grunn av dårligere reguleringsforhold med vedforbrenning sammenlignet med oljeforbrenning har vi regnet 30% tap. Nyttig energimengde vil da tilsvare ca. 3000 MJ eller 835 kWh. Denne energimengden tilsvare ca. 83 liter olje. Utslaget av dette på det totale energiforbruket er vist i Figur 14.

Figuren viser at netto forbrukt energi i livsløpet til Eventyrslottet ville ha blitt halvert hvis 50% av trevirket gikk til forbrenning ved avhending.



**Figur 14 Simulering av energiforbruket gjennom livsløpet for Eventyrslottet ved forbrenning av 50% av trevirket.**

Siden forbrenning av trevirke ikke er belastet med CO<sub>2</sub>-utslipp, vil det sparte CO<sub>2</sub>-utslippet ved forbrenning av tre i stedet for olje komme til fradrag i CO<sub>2</sub> regnskapet for Eventyrslottet. Dette er vist simulert på Figur 15.

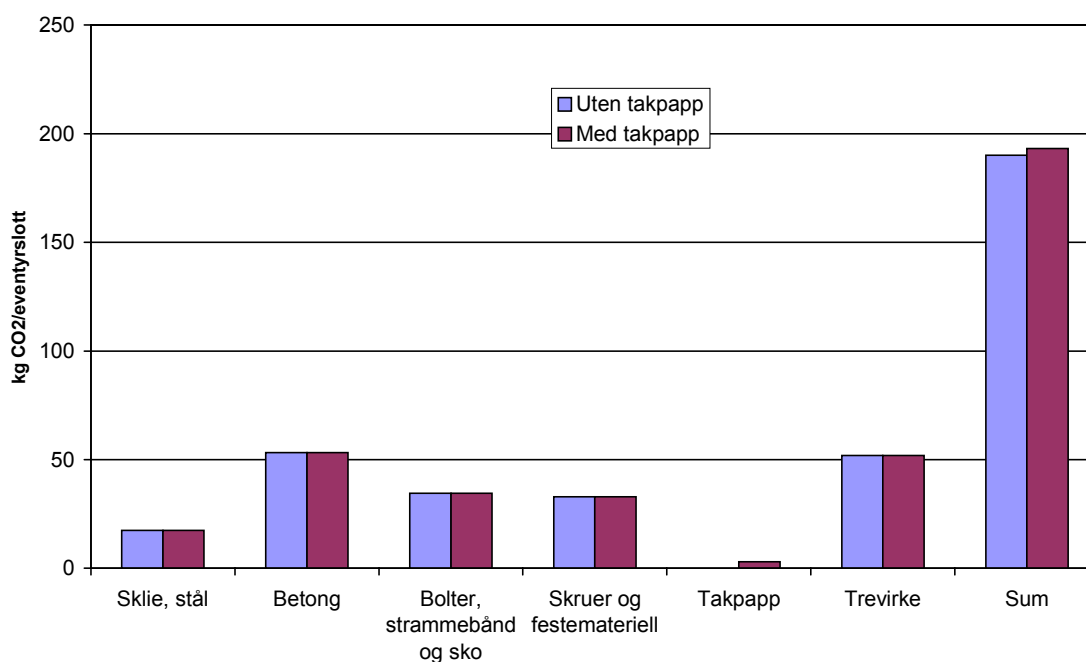


**Figur 15 Simulering av CO<sub>2</sub>-utslipp gjennom livsløpet for Eventyrslottet ved forbrenning av 50% av trevirket.**

Forbrenning av deler av slottet ved avhending vil slå meget positivt ut mhp. CO<sub>2</sub>-utslipp, da det totale utslippet av CO<sub>2</sub> gjennom livsløpet ville ha blitt null.

#### 4.4 SIMULERING AV MATERIALENDRING

I løpet av den perioden dette prosjektet har pågått, har Tubus endret Eventyrslottet ved å fjerne takpappen og kun benytte tretaket som det er. Takpapp består av ca. 90% asfalt.



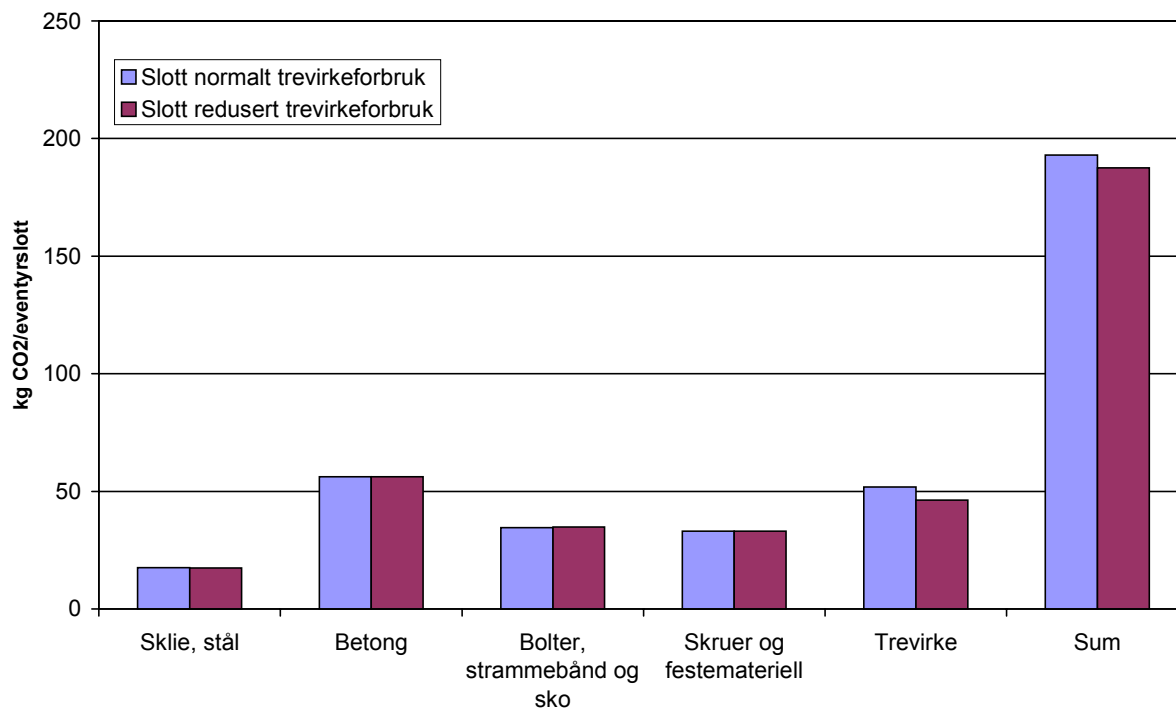
Figur 16 Sammenligning av CO<sub>2</sub>-utslipp fra produksjon av råmaterialer med og uten takpapp.

Figuren viser at det å gå bort i fra bruk av takpapp slår svært lite ut på det totale utslippet av CO<sub>2</sub> for produktet.

#### 4.5 SIMULERING AV MATERIALREDUKSJON

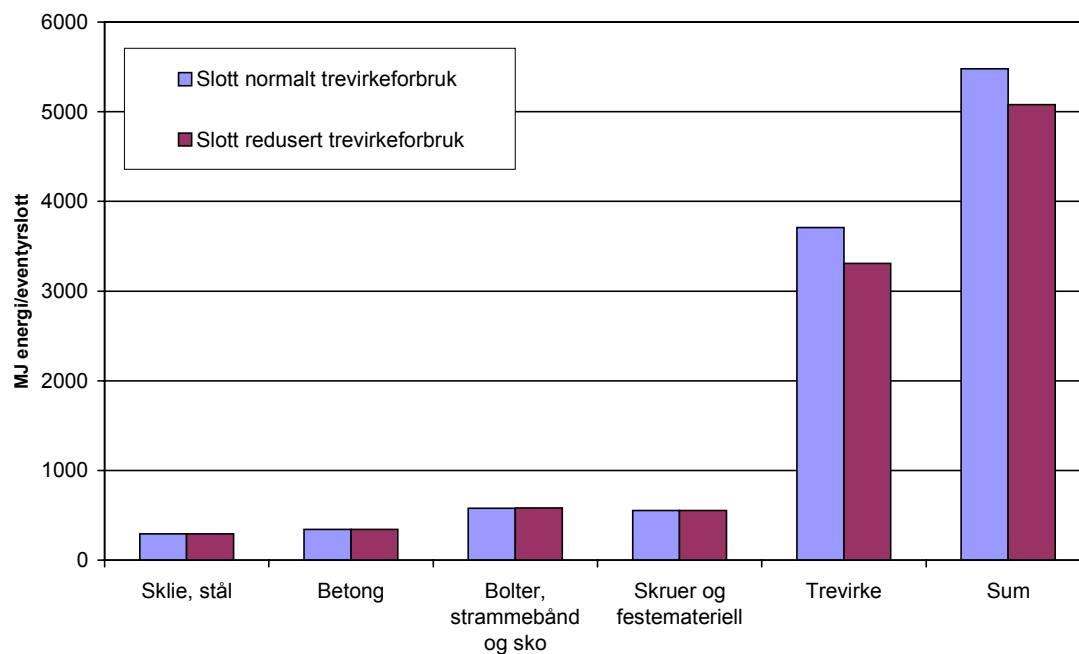
I henhold til beregninger utført av Tubus er det ved produksjon av Eventyrslottet mulig å kutte ned på materialforbruket med hensyn til trevirke med ca. 75 kg (9%). Dette kan gjøres med å gå ned i tykkelse på materialet fra skurlast 38 mm til 32 mm. Utslaget av denne reduksjonen i materialforbruk med hensyn på utslipp av CO<sub>2</sub> er vist på Figur 17.





**Figur 17 Sammenligning av CO<sub>2</sub>-utslipp fra produksjon av råmaterialer med og uten materialreduksjon.**

Figuren viser at en slik reduksjon av materialforbruket har lite å si for det totale CO<sub>2</sub>-utslippet sammenlignet med et ordinært Eventyrslott. Det reduserte materialforbruket gjør også at energiforbruket forbundet med råvareproduksjonen går ned. Dette er vist på Figur 18.



**Figur 18 Sammenligning av energiforbruk fra produksjon av råmaterialer med og uten materialreduksjon.**

## 4.6 OPPSUMMERING

De fleste utslippene gjennom livsløpet til et Eventyrslott er forbundet med bruk av fossile energibærere i råstoffproduksjonen og transport. Produksjonen ved Tubus er forbundet med så godt som ingen utslipp. Bruksfasen av produktet har også i så henseende svært liten betydning. Det er kun for VOC at det er utslipp som kan relateres til produksjonen og bruksfasen. Denne VOC kommer fra bruk av primer og beising av produktet.

I produksjonen ved Tubus har man avtagere til alt av spill, både fra trevirke og avkapp av stål.

Produktet fremstår med en lav total miljøbelastning, men har likevel potensiale med hensyn til forbedring.

## 5. LIVSLØPSANALYSE AV FORSKALING

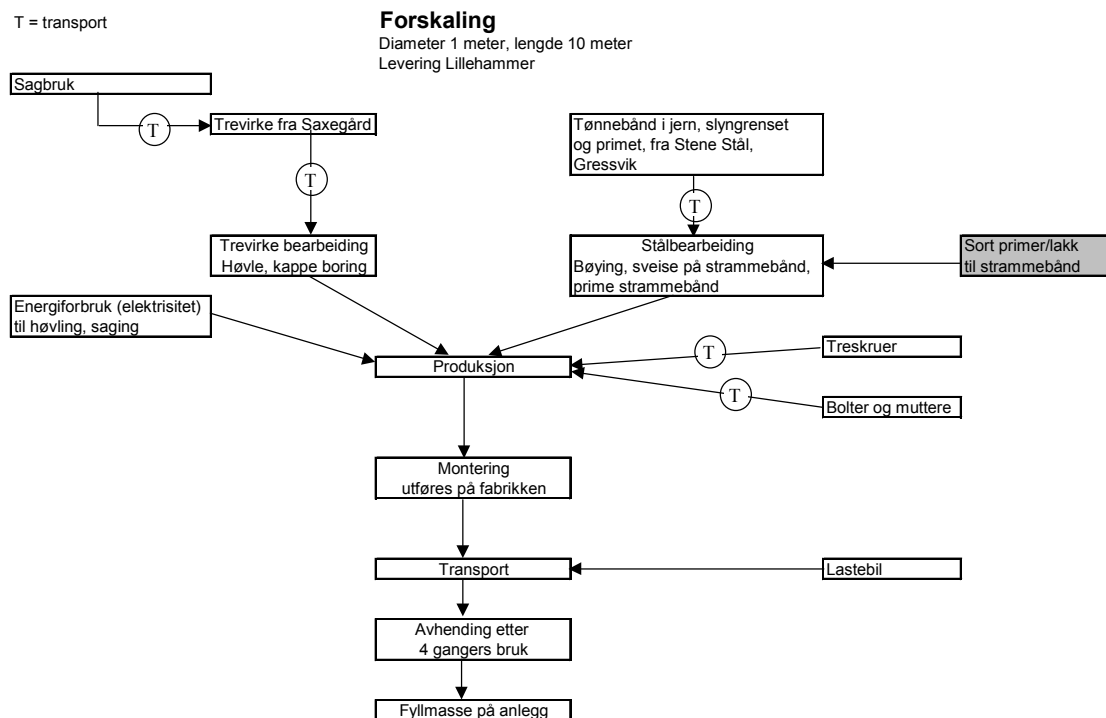
### 5.1 BESKRIVELSE AV FORSKALING

For forskalinger er Tubus sitt konsept skreddersøm av forskalinger. Disse består av ubehandlet tre og strammebånd. Forskalingene kan gjenbrukes 10-15 ganger, men blir i følge Tubus normalt bare bruk 4 ganger. Hvis forskalingen tørker inn på grunn av langvarig lagring, kan denne vannes kontinuerlig slik at den får trutne, og den kan deretter benyttes igjen.

Den utvalgte modellen for en forskaling har følgende parametre:

- Vekt trevirke før bearbeiding: 908 kg
- Tykkelse:
- Innvendig diameter: 1.000 mm
- Lengde: 10.000 mm
- Totalvekt av forskaling etter bearbeiding: 982 kg
- Gjenbruk : 4 ganger

Som funksjonell enhet er det for dette produktet valgt en forskaling som gjenbrukes 4 ganger. Materialtyper og –forbruk er gitt i vedlegg B. Produktreet som viser alle innsatsfaktorer gjennom livsløpet til produktet er vist på Figur 19.



Figur 19 Produktreet for forskaling.

På produktreet er de elementene som man har sett bort i fra i livsløpsanalysen merket med grå bakgrunn. Forutsetningene for dette er kommentert i Tabell 3.

Forutsetninger og antagelser foretatt i denne livsløpsanalysen er beskrevet i Tabell 3.

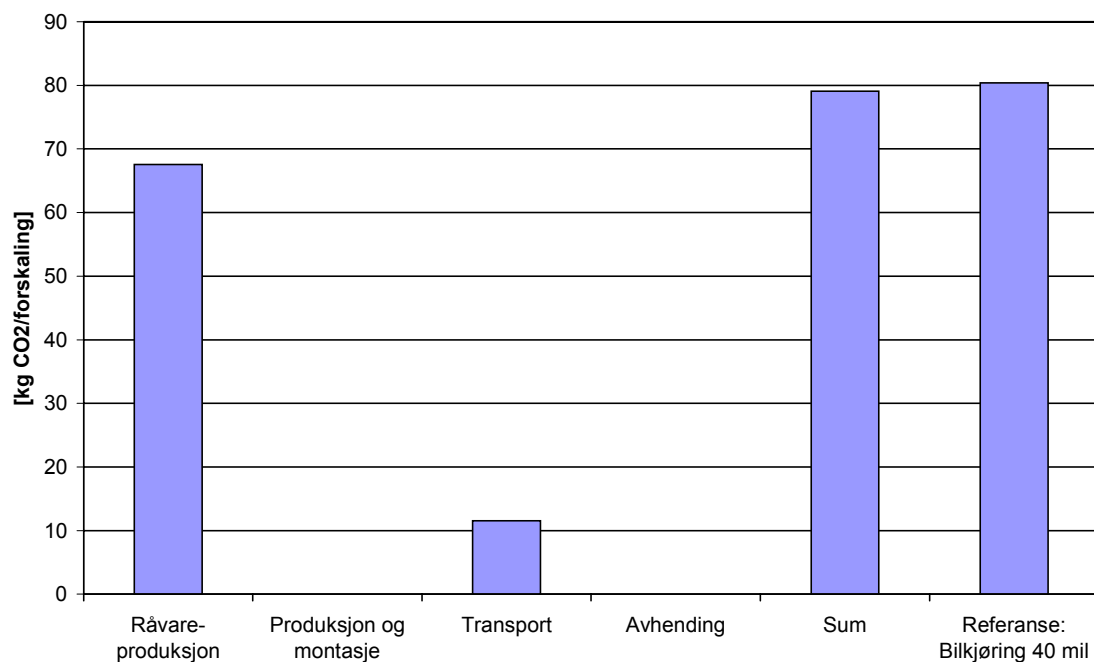
**Tabell 3 Forutsetninger og antagelser for forskaling**

Livsløpstrinn	Aktivitet	Antagelser/forutsetninger	Kilde
Hogst	Uttak	Felling av tømmer og transport til velteplass	Ref. LCA eksempeldatabase.
	Transport	Lastebil, 70 km	Antatt trp. fra velteplass til sagbruk
Sagbruk	Bearbeiding	Barking, saging og tørking av rundved.	Ref. LCA eksempeldatabase.
	Transport	Lastebil, 50 km	Antatt trp. fra sagbruk i Halden, via Saxegård til Tubus
Bearbeiding tre	Produksjon	Inkluderer høvling, kapping og boring. Svinn 25%, som benyttes til strø eller ved. Alle utslipp allokeret til trevirket.	Ref. Tubus og antatte data.
	Transport	0, samme sted	
Primer	Produksjon	Ikke inkludert pga. at den står for << 1 % av totalvekten	
	Transport	Lastebil, 5 km	Antatt trp. fra Maxbo til Tubus
Bolter, strammebånd.	Produksjon	Data for stål med 0% resirkulering av produsert stål. Inkluderer ikke bearbeiding av stål.	Ref. Bjørklund, T. et. al (1996).
	Transport	Lastebil, 20 km	Antatt trp. fra Stene Stål til Tubus
Forskaling	Ferdig vare		
	Transport	Lastebil 300 km	Antatt trp. fra Tubus til Lillehammer
Avhending		Antar at hele forskalingen blir fyllmasse.	

## 5.2 RESULTATER FRA LIVSLØPSANALYSEN

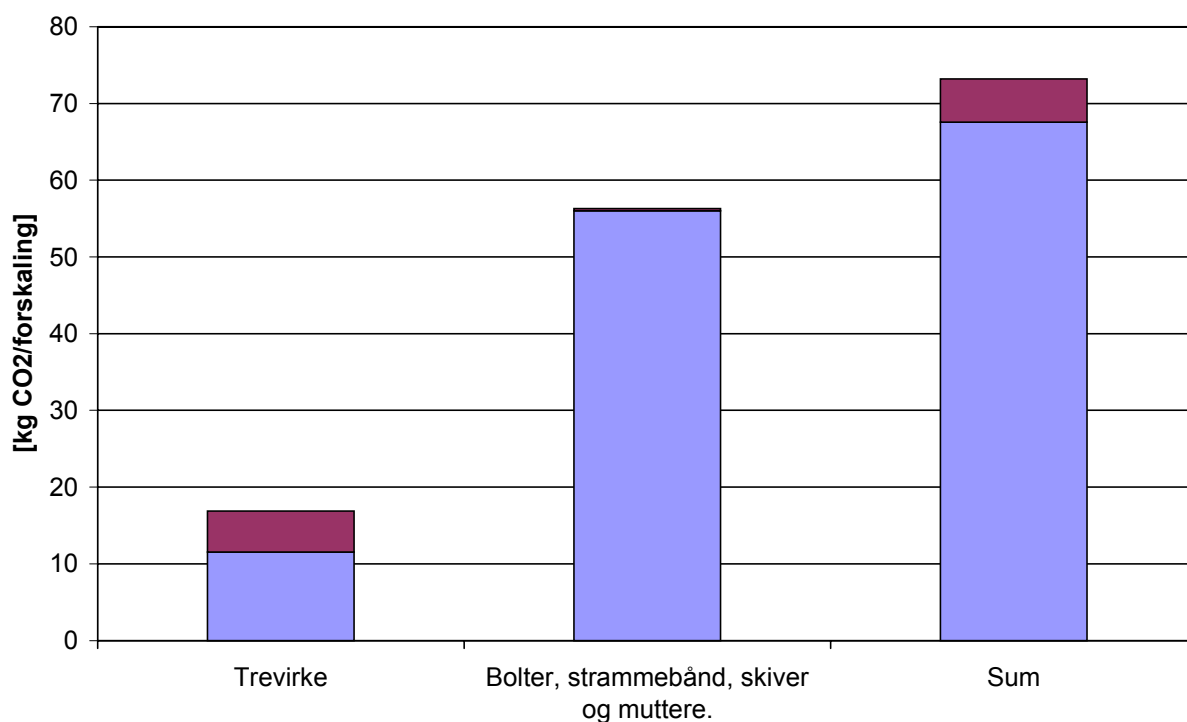
I denne livsløpsanalysen har vi valgt å kun vurdere utslippene av CO<sub>2</sub>. For de resterende opplysningene tilsvarende figurene presentert for Eventyrslottet henvises til vedlegg B.

Figur 20 viser CO<sub>2</sub>-utslippene for alle faser i livsløpet til forskalingen. I likhet med Eventyrslottet er det også for forskalingen råvareproduksjonen som står for det største utslippet.



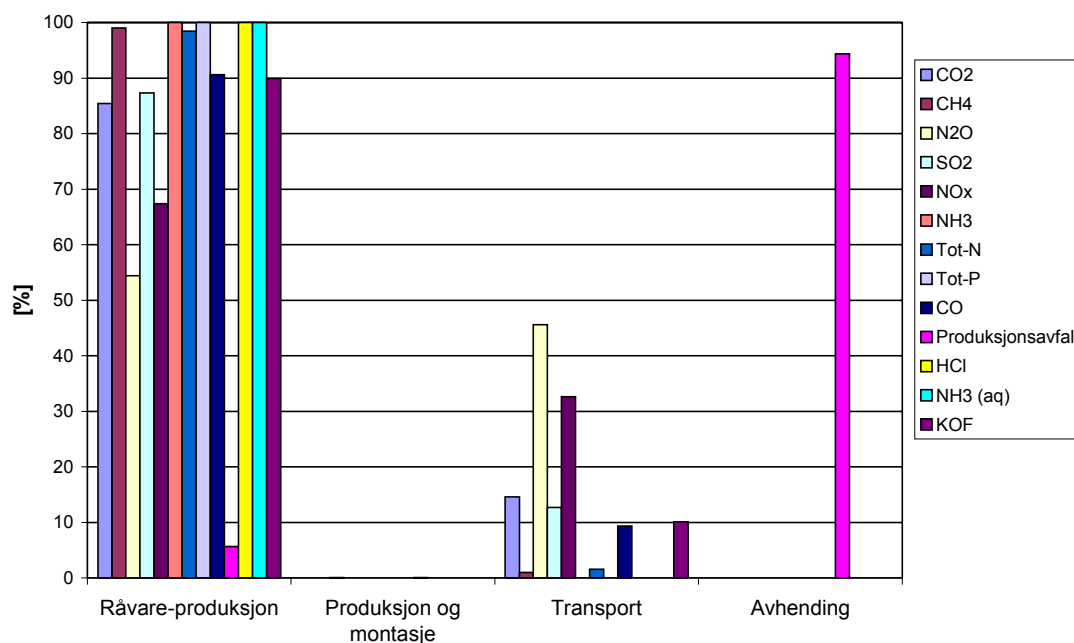
**Figur 20** Mengde CO<sub>2</sub> generert gjennom livsløpet for forskalingen.

Figur 21 viser CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjonen av de ulike råmaterialene som inngår i forskalingen.



**Figur 21** CO<sub>2</sub> -utslippene fra produksjonen av de råmaterialer som inngår i forskalingen.

Det er elementene av jern, altså bolter, strammebånd, skiver og muttere, som bidrar mest til det totale utslippet av CO<sub>2</sub> med hensyn på råvareproduksjonen. Vektmessig utgjør jernet ca. 21% av det totale materialbehovet til forskalingen.



**Figur 22** Prosentvis fordeling av de ulike utslippene i de forskjellige fasene av livsløpet til forskalingen.

Figur 22 viser at de alle nesten alle utslippene er forbundet med råvareproduksjonen. De resterende utslippene kommer fra transport av råmaterialene og selve produktet. Produksjon og bruksfasen er ikke forbundet med noen utlipp, foruten transport av produktet. Produksjonsavfallet er hovedsakelig generert ved avhending av forskalingen. Det er her blir antatt at den etter endt bruk blir fyllmasse på byggeplassen.

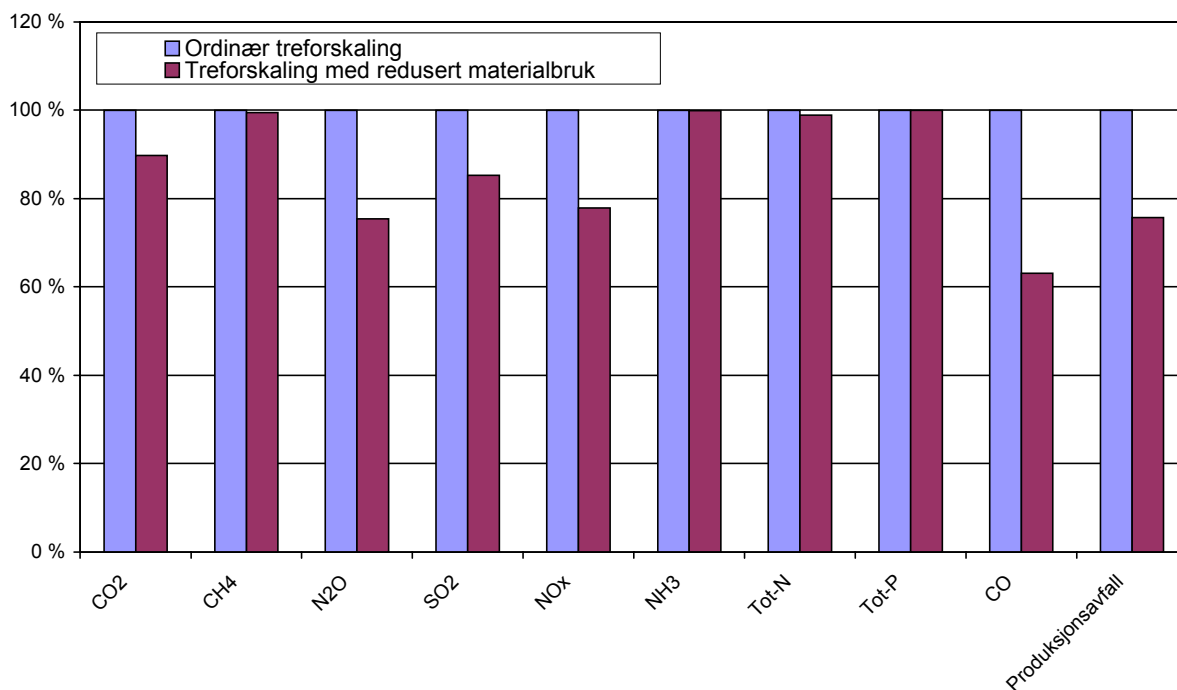
### 5.3 SIMULERING AV MATERIALREDUKSJON

Tubus mener selv de har et potensiale for materialreduksjon av treverk ved produksjon av forskalinger. De har beregnet at det er mulig å redusere materialmengden med 355 kg, nærmere 40%, ved å gå ned i tykkelse på forskalingen. Ved å redusere tykkelsen på utgangsmaterialet må man være mer forsiktig under høvlingen. Dette medfører at svinnet blir mindre og reduseres fra 20-38% til 15-20%.

Forskaling med redusert materialforbruk har følgende parametre:

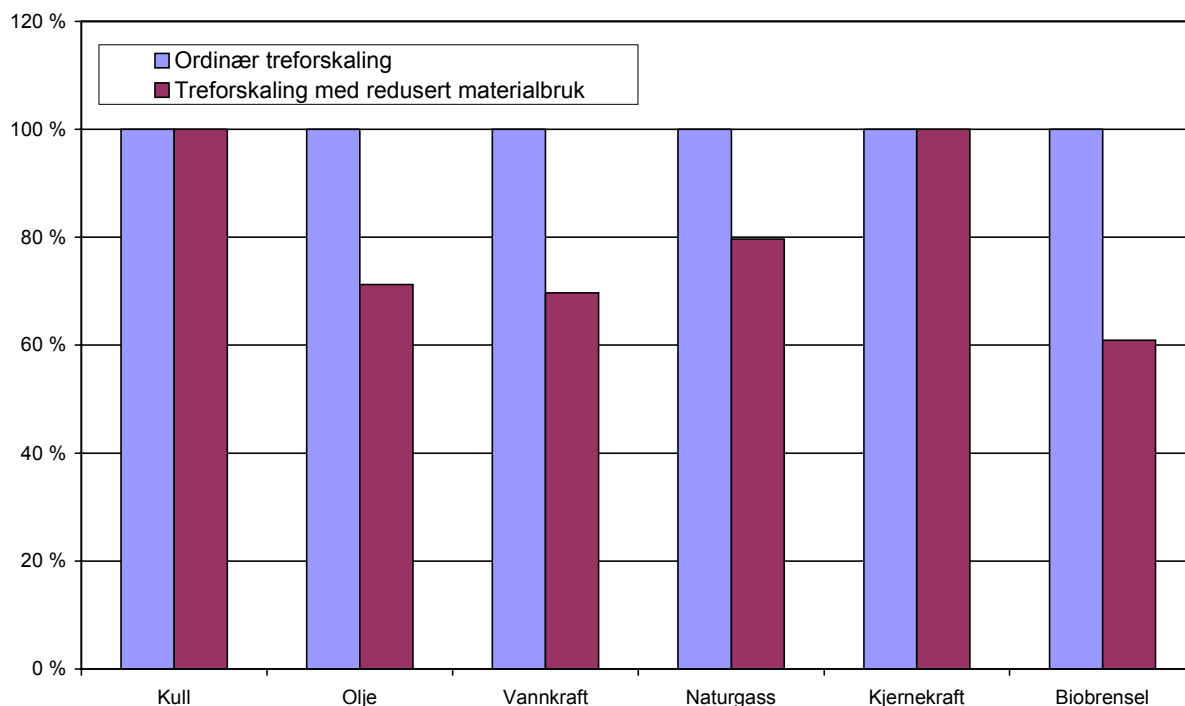
- Vekt trevirke før bearbeiding: 553 kg
- Innvendig diameter: 1.000 mm
- Lengde: 10.000 mm
- Totalvekt av forskaling etter bearbeiding: 689 kg
- Gjenbruk : 4 ganger

Som funksjonell enhet er det også for dette produktet valgt en forskaling som gjenbrukes 4 ganger. Materialtyper og –forbruk er gitt i tabell B2 i vedlegg B. Produktreet som viser alle innsatsfaktorer gjennom livsløpet til produktet er likt det vist på Figur 19.



**Figur 23** Prosentvis reduksjon av utslipp gjennom livsløpet til en forskaling med redusert materialforbruk sammenlignet med en "ordinær" forskaling lik den presentert i kapittel 5.2.

Figur 23 viser at redusering av materialforbruket fører til reduksjon av nesten alle utslipp forbundet med livsløpet til forskalingen.



**Figur 24** Prosentvis reduksjon av energiforbruket gjennom livsløpet til en forskaling med redusert materialforbruk sammenlignet med en "ordinær" forskaling lik den presentert i kapittel 5.2.

Energiforbruket forbundet med råvareproduksjonen blir også redusert betydelig ved en slik materialreduksjon.

## 5.4 SAMMENLIGNING AV TRE-OG STÅLFORSKALING

Livsløpanalyser blir ofte brukt ved sammenligning av ulike produkters miljøprofil. Denne informasjonen vil kunne brukes til å foreta valg mellom to produkter med hensyn til miljø. I forbindelse med produktutvikling anvender man livsløpsanalysen for et eksisterende produkt for å kartlegge potensialet for forbedring av produktet. Deretter kan så miljøprofilen for det nye produktet dokumenteres tilsvarende. Dette blir ofte brukt i markedsføring av produkter.

Skal man derimot foreta en sammenligning mot et konkurrerende produkt, er dette noe som bør håndteres varsomt. Det anbefales ikke å anvende denne type informasjon vedrørende konkurrerende produkter i markedsføring. Dette blir ofte oppfattet negativt og lite troverdig, både i markedet og hos konkurrent og vil kunne slå tilbake på en selv. Grunnen til det er at man mest sannsynlig ikke har all informasjon om konkurrentens produkt og derfor beskriver produktet mangelfullt eller feilaktig og i tillegg blir nødt til å bruke generelle utslippsdata.

Det vil derimot være en annen sak om man anvender resultatene av en slik sammenligning kun for internt bruk. I en slik sammenheng vil man foreta en sammenligning for å vurdere konkurrerende produkters miljøprofil, for på denne måten få en indikasjon på både hvordan ens eget produkt er i forhold og hvorfor kommer det konkurrerende produktet evt. bedre ut m.h.t. miljø, og hvordan kan dette overføres til eget produkt.



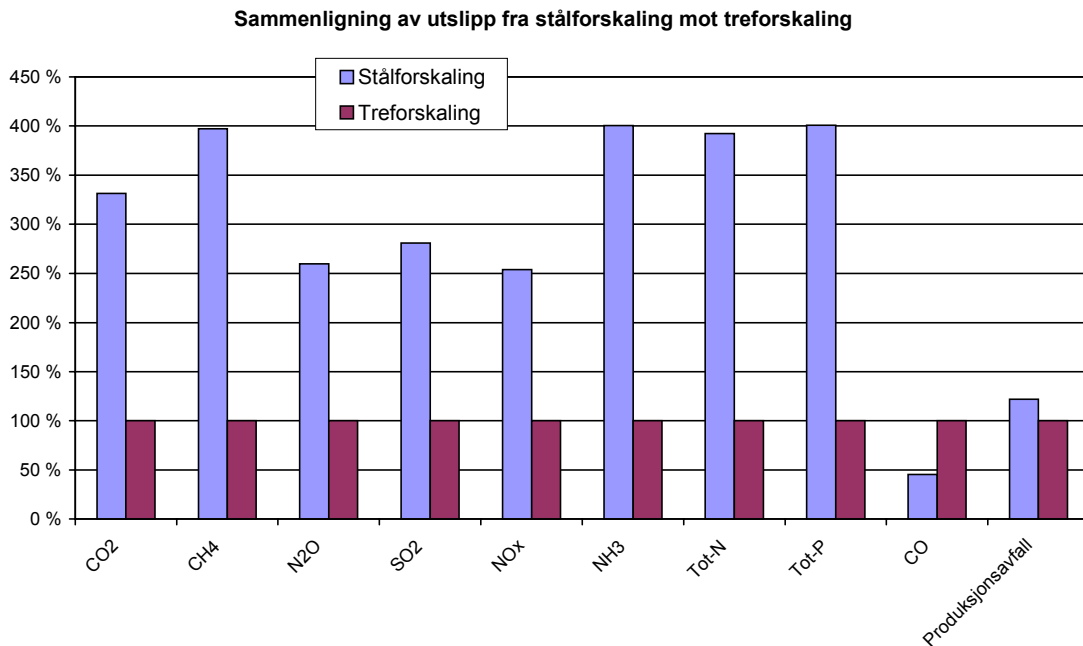
I dette delkapitlet er det spesielt lagt vekt på å illustrere hvordan metoden kan benyttes til intern forbedring av egne produkter. Meningen er altså ikke å vise eller dokumentere konkurrerende produkters svakheter. Det må spesielt kommenteres at vi ikke har hatt nok data til å utføre en fullstendig LCA-analyse av stålforskalingen. Denne analysen er derfor kun utført for å illustrere metodens anvendelsesmuligheter.

Det er valgt å gjøre en sammenligning av tre- og stålforskaling for å vise hvordan livsløpsmetodikken kan anvendes. Denne sammenligningen bør derfor ikke benyttes utover det. Meningen er altså ikke å vise eller dokumentere konkurrerende produkters svakheter. Det må spesielt kommenteres at vi ikke har hatt nok data til å utføre en fullstendig LCA-analyse av stålforskalingen. Denne analysen er derfor kun utført for å illustrere metodens anvendelsesmuligheter.

I analysen av stålforskalingen er kun produksjonen av stålet tatt med. Bearbeiding av stålet er utelatt. Følgende parametre er lagt til grunn for beregningen av stålforskalingen:

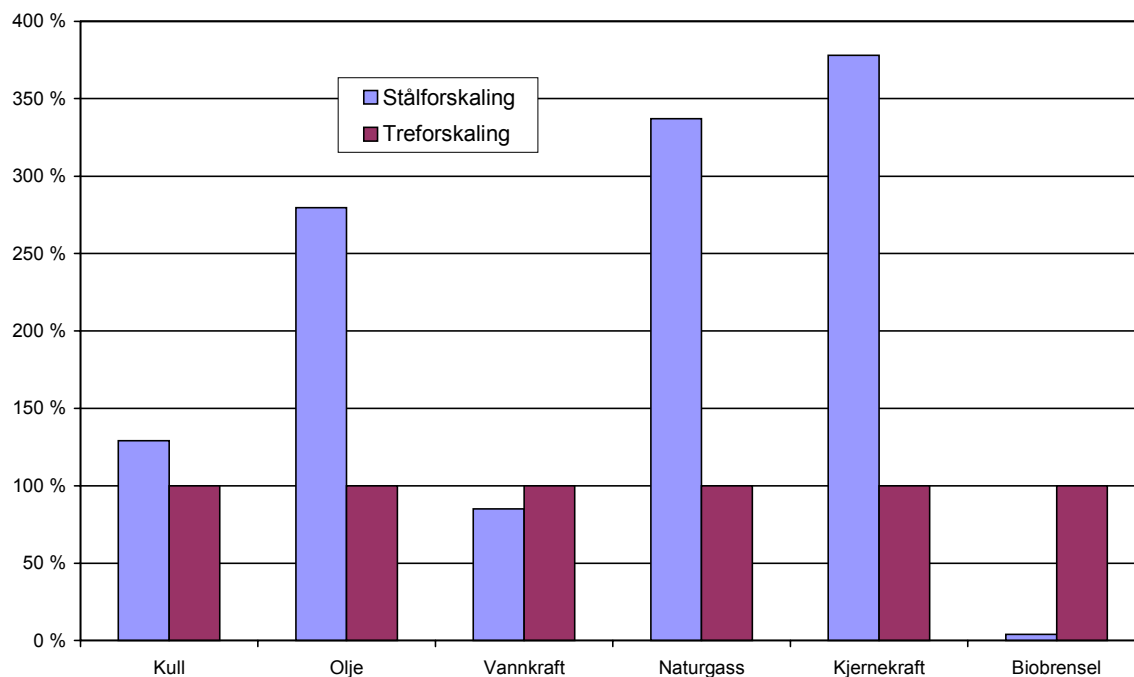
- Egenvekt stål: 7800 kg/m<sup>3</sup>
- Tykkelse: 4 mm
- Innvendig diameter: 1.000 mm
- Lengde: 10.000 mm
- Totalvekten av forskalingen er med disse data beregnet til: 984 kg.
- Gjenbruk: 4 ganger (samme som for treforskaling).

Figur 25 viser utslipp knyttet til livsløpet for treforskaling (satt til 100%), sammenlignet med utslippene knyttet til livsløpet for stålforskaling. Figuren viser at treforskaling har høyere utslipp av CO enn stålforskaling, og at alle andre utslipp er lavere.



**Figur 25** Prosentvis forhold mellom utslippene knyttet til livsløpene for treforskaling og stålforskaling.

Figur 26 viser det totale energiforbruket knyttet til livsløpet for treforskaling (satt til 100%), sammenlignet med det totale energiforbruket for stålforskaling. Figuren viser at treforskaling har høyere forbruk av vannkraft og biobrensel enn stålforskaling, mens at energiforbruket av de andre energibærerne er betydelig lavere enn for stålforskaling.



**Figur 26** Prosentvis forhold mellom energiforbruket gjennom livsløpet til en forskaling fordelt på de ulike energibærerne.

## 5.5 OPPSUMMERING

I likhet med Eventyrslottet er de alle fleste utslipp forbundet med råvareproduksjonen og transport. Produksjonen hos Tubus er optimal med hensyn på ressursutnyttelse, da bedriften utnytter alt spill til andre formål.

## 6. LIVSLØPSØKONOMI

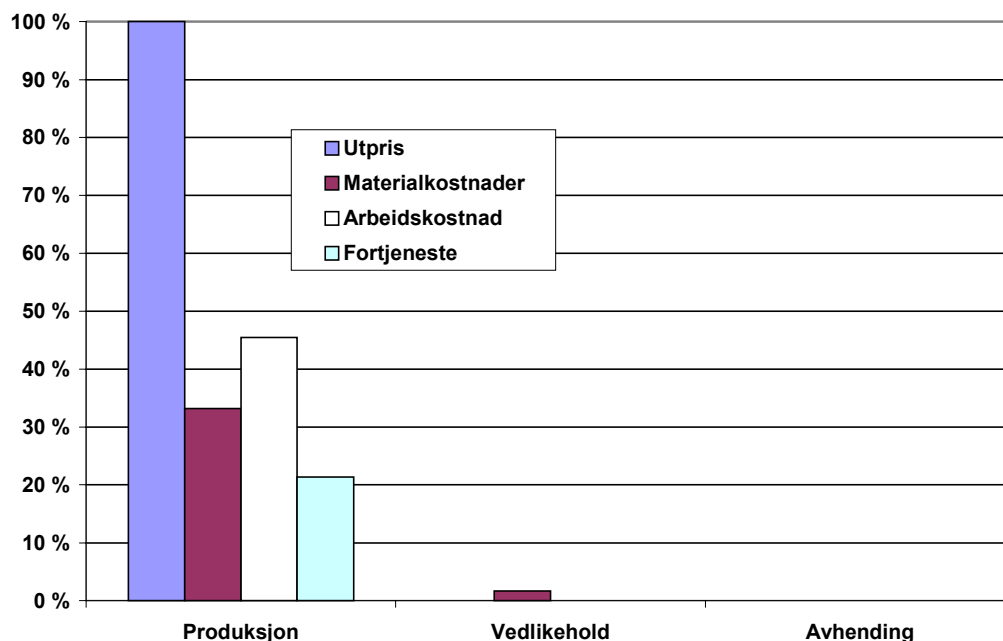
De kostnadene som skal som et minimum bli vurdert i et LCC-regnskap er listet opp i vedlegg C.3. I det følgende har vi gjennomgått hva disse kostnadene utgjør med hensyn på Eventyrslottet.

### LCC for Eventyrslottet

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for netto livsløpskostnads-analysen for kunden:

- Innkjøpsprisen for Eventyrslottet ekskl. mva.
- Det er ingen energikostnader forbundet med bruk av produktet.
- Transportkostnadene sees bort ifra, da kunden ofte henter produktet selv hos Tubus.
- Det er ingen miljøkostnader forbundet med bruk av produktet.
- Vedlikeholdskostnadene vil utgjøre kostnader til beis i løpet av produktets levetid som er satt til 15 år. Det antas at selve arbeidet utføres på dugnad av foreldre til barna i barnehagen.
- Det er ingen andre driftskostnader forbundet med bruk av produktet.
- Det er ingen service and reparasjonskostnader forbundet med bruk av produktet.
- Det antas at det er ingen kostnader relatert til avhending av produktet

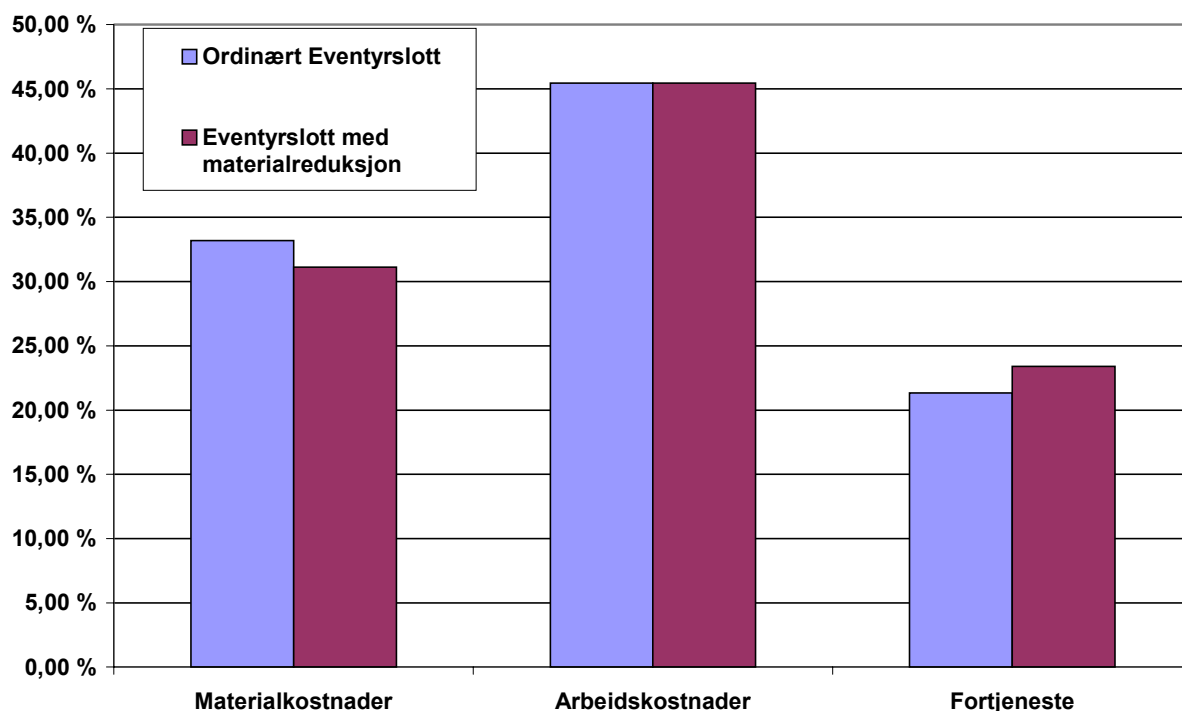
Figur 27 viser disse kostnadene. Utover innkjøpskostnaden er det så godt som ingen kostnader forbundet med bruk, vedlikehold og avhending av produktet. Den eneste utgiften i disse fasene er beis til vedlikehold.



Figur 27 Netto livsløpskostnads-analyse for kunden til Eventyrslottet

Figur 28 viser hvor mye fortjenesten øker når materialforbruket reduseres tilsvarende det som er lagt til grunn i kap. 4.5. Utprisen på produktet holdes konstant. Materialkostnadene

reduseres marginalt, da det er liten prisforskjell på de to forskjellige tykkelsene av skurlast. Selv om tykkelsen reduseres, må man ha samme antall løpemeter for å produsere produktet.



Figur 28 Netto livsløpskostnads-analyse for kunden til ordinært Eventyrslottet kontra Eventyrslott med materialreduksjon

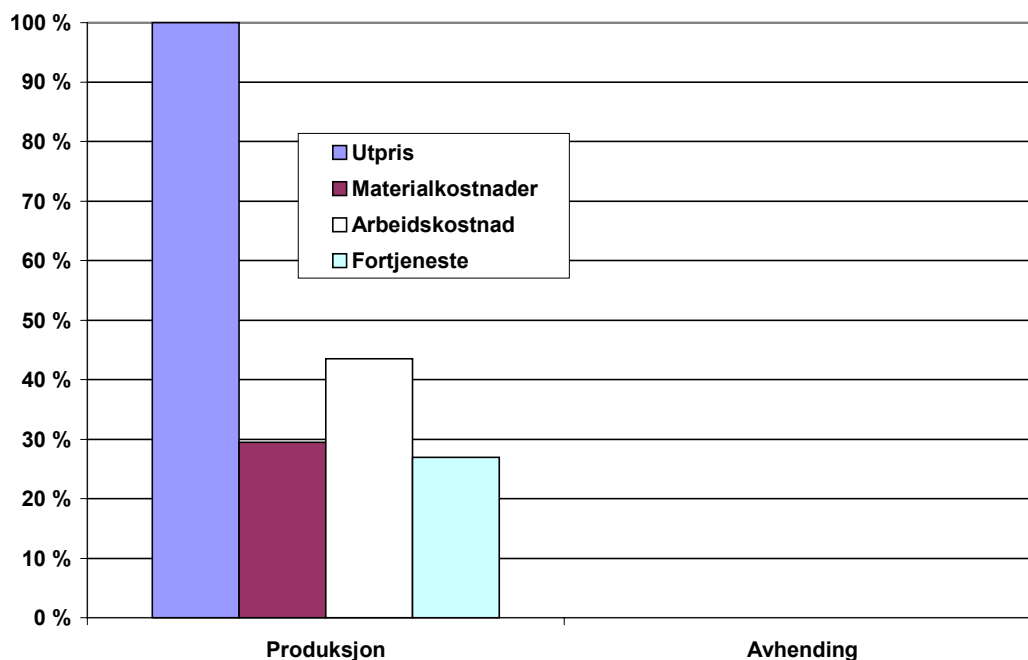
### LCC for forskaling:

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for netto livsløpskostnads-analysen for kunden:

- Innkjøpsprisen for forskaling ekskl. mva.
- Det er ingen energikostnader forbundet med bruk av produktet.
- Transportkostnadene til brukssted er ikke inkludert.
- Det er ingen miljøkostnader forbundet med bruk av produktet.
- Det er ingen vedlikeholdskostnadene forbundet med bruk av prod.
- Det er ikke lagt til grunn andre driftskostnader forbundet med bruk av produktet.
- Det er ingen service and reparasjonskostnader forbundet med bruk av produktet.
- Det antas at det er ingen kostnader relatert til avhending av produktet

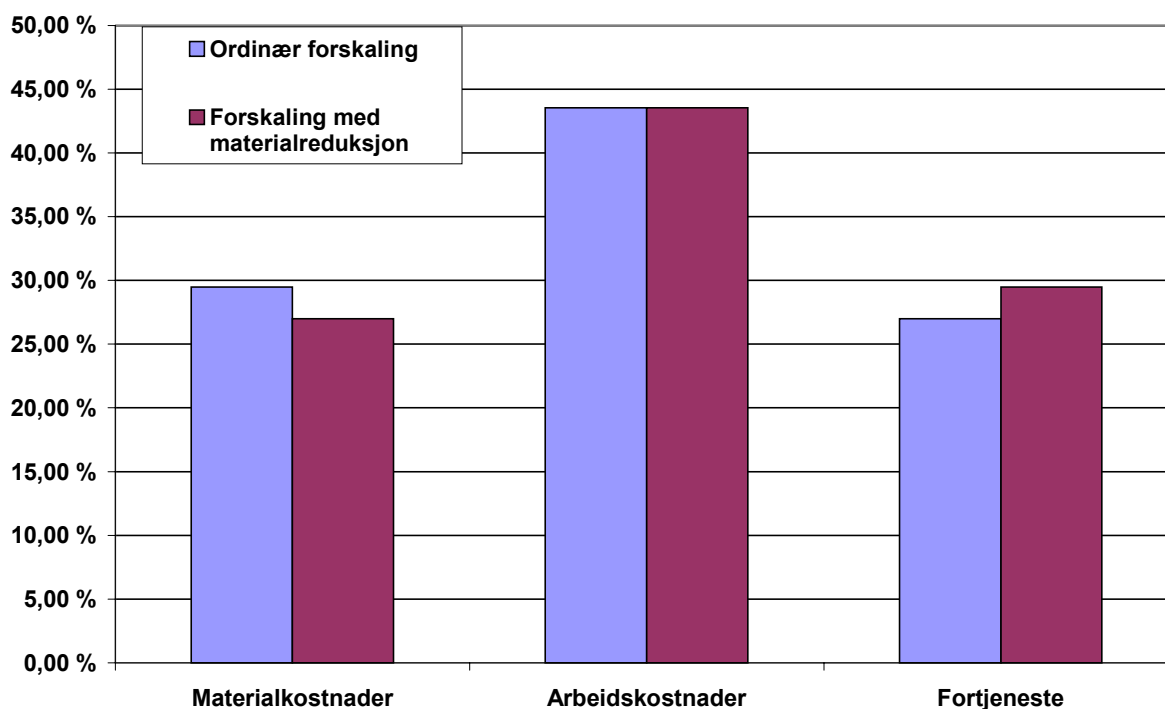
Figur 29 viser disse kostnadene. Utover innkjøpskostnaden er det ikke lagt til grunn noen kostnader forbundet med bruk og avhending av produktet.

For forskalingen kunne man ha vurdert bruksfasen av produktet med å se på hvilke arbeidskostnader som er knyttet til montasje- og støpetid ved bruk av trerørsforskaling. Her kunne man også ha sett på det samme forholdet for stålforskaling. Disse data er imidlertid ikke blitt hentet inn, da man har antatt at disse kostnadene er tilnærmet lik for tre-og stålforskaling.



Figur 29 Netto livsløpskostnads-analyse for kunden til forskaling

Figur 30 viser hvor mye fortjenesten øker når materialforbruket reduseres tilsvarende det som er lagt til grunn i kap. 4.5. Utprisen på produktet holdes konstant. Også her må man i begge tilfellene ha samme antall løpemeter trevirke. Når prisforskjellen på de to forskjellige tykkelsene er liten, blir reduksjonen i materialkostnadene marginal, og den økte fortjenesten blir igjen liten. Hadde man redusert forbruket av jern ved å gå ned på tykkelsen på strammebåndene og/eller redusert antallet av stammebånd ville dette sannsynligvis ha slått mer ut på reduserte materialkostnader, da jernet er mye dyrere i innkjøp enn trevirket.



Figur 30 Kostnadsfordeling til ordinært forskaling kontra forskaling med materialreduksjon

## 7. KUNDEKRAVSANALYSE

Som beskrevet i bilag er det trinn 1 i kundekravsanalysen som for mange bedrifter vil ha størst nytteverdi. Trinn 1 består som nevnt av følgende aktiviteter:

1. Segmentere markedet
2. Identifisere kundens behov og forventinger, de såkalte kundekrav
3. Vekte disse kundekrav
4. Finne kundekrav som kan være «sales points» innen valgte markedssegment
5. Ut fra kundekravene bestemme tekniske parametre for det aktuelle produktet
6. Sette opp målverdier på tekniske parametre

I et produktutviklingsprosjekt skal kundekravsanalysen brukes til å etablere og vekte kundens krav til produktets funksjon (Hva skal produktet gjøre?), samt å etablere sammenhengene mellom funksjon og tekniske parametre. Gjennomføring av punkt 1 til 6 gjelder derfor som et minimum for slike prosjekter. I et markedsføringsprosjekt er kun de førte stegene i en kundekravsanalyse nødvendige å gjennomføre - dvs å etablere og vekte kundens krav til produktsystemes funksjon for å få frem argumenter i en produktutviklingsprosess. Gjennomføring av punkt 1 til 4 gjelder derfor som ett minimum for slike prosjekter.

### 7.1 KUNDEKRAVSANALYSE FOR BARNEHAGELEKER

Kommunale og private barnehager står for 80-85% av omsetningen av barnehageleker. Andre kundegrupper er fylkene hvor man anvender lekene i forbindelse med rasteplasser langs veiene, hoteller, vel-foreninger og borettslag, samt offentlige kommunale lekeplasser.

Siden kommunale og private barnehager er den klart største kundegruppen er det foretatt en vurdering av hvilke krav man setter til barnehageleker. De kundekrav man stiller til barnehageleker generelt, uavhengig av utforming, produsent og materialer, er gitt i Tabell 4.

**Tabell 4 De viktigste uttalte kundekrav for barnehageleker**

<b>Kundekrav</b>	<b>Vekting</b>
Lite vedlikehold	
Lang levetid	
Sikkerhet utover forskrift	
Pen å se på, estetikk	
Behersker uten voksne	
God kvalitet	
Behagelig overflate <sup>1</sup>	
Lav innkjøpspris	
Lav vedlikeholdskostnad	
Spennende for barna	
Ingen oppflising	
Ivareta én lekefunksjon <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> Her ble det uttalt at tre er viktig som materiale

<sup>2</sup> Med lekefunksjon menes her rollelek kontra bevegelseslek

Ideelt sett bør kundekravene vektas. Dette opplevdes vanskelig i denne sammenheng, slik at en kvalitativ vurdering ble lagt til grunn for kundekravsanalysen for barnehageleker.

I en diskusjon rundt de krav som stilles til barnehageleker av førskolelærere, kom det tydelig fram at lekens ”funksjon” er viktig å se i sammenheng med lekenes utforming. Som eksempel på dette er bevegelseslek kontra rollelek. Mange produsenter av barnehageleker har forsøkt å utvikle leker som er ”flerfunksjonelle”, slik at man kan både kan bedrive rollelek og bevegelseslek. Men med utgangspunkt i førskolelæreres erfaringer viser det seg at ved kombinasjonsleker hvor man kombinerer mulighet for bevegelseslek og rollelek, vil bevegelsesleken forstyrre og hemme rolleleken. Disse to funksjonene anbefales derfor å bli holdt fysisk adskilt.

I tilknytning til kravet om at apparatene skal være spennende for barna, ble det lagt vekt på erfaringen om at konkrete former som fly, lokomotiv og skute stimulerer ikke fantasien, og ungene vil benytte apparatene til bevegelseslek eller rollelek knyttet til den konkrete formen på lekeapparatet. Her vil det være gunstigere å benytte mer abstrakte former hvor ungene kan leke at det er en båt den ene dagen, fly den neste osv.

Pris er selvsagt en viktig faktor. Ved en presentasjon av løsninger knyttet til leie av apparatur, evt. rotering av leker for å redusere kostnadene, ble det gitt uttrykk for at ”dette hørtas ut som gode idéer”, men det er vanskelig å trekke noen entydig konklusjon om hvorvidt dette er et uttalt kundekrav. Her bør det i såfall gjennomføres en grundigere markedsundersøkelse før dette utvikles nærmere.

Dette er viktige synspunkter fra et pedagogisk/faglig perspektiv. Det man videre bør vurdere i markedsføring av barnehageleker, er i hvor stor grad førskolelærere faktisk får mulighet til å ta beslutning vedrørende innkjøp av disse. Muligens er vurdering om prisen utført av en sentral innkjøper i kommunen det viktigste kriteriet som legges til grunn. Derfor er det viktig å kunne markedsføre og evt. også komme i dialog for å påvirke utfra den kunnskap man tilegner seg om kundenes behov. Muligens vil man også kunne redusere kostnadene knyttet til barnehageleker ved i steden for å produsere en kompleks ”kombinasjonsapparat”, produsere ett rollelekapparat og ett bevegelsesapparat.

Synspunktene over har framkommet i dialog med førskolelærere ansatt i barnehage. Et nærliggende spørsmål vil da være om disse også er relevante overfor barneparker. Erfaringsmessig er barneparkens prinsipp å legge tilrette for bevegelseslek og i mindre grad tilby et pedagogisk tilbud knyttet opp til en systematisk bruk av f.eks. rollelek. En mer målrettet profilering og markedsføring av bevegelsesapparater ser ut til være en riktig strategi overfor barneparker.

## 7.2 KUNDEKRAVSANALYSE FOR FORSKALINGER

Søyleforskaling er et av Tubus’ nisjeprodukter. Disse blir laget for spesielle formål og blir produsert i koneform, sirkulære og ellipseformede. Spesialutforming av forskalinger er Tubus enerådende på. Sirkulære forskalinger produseres derimot også i stål, som er det hovedkonkurrerende produktet. I nedgangstider i byggebransjen er det vanlig at man anvender selvbygde forskalinger på plass. Dette reduserer innkjøpskostnader for byggherre, samt at man får sysselsatt egne arbeidere. Disse forskalingene vil ikke kunne konkurrere med

Tubus' forskalinger når det gjelder form, da de selvbygde aldri vil kunne bli helt sirkulære, men være "mangekantede".

Både tre- og stålforskaling vil kunne gjenbrukes, kanskje opp til 10-12 ganger rent kvalitetsmessig, men erfaringsmessig antar man at gjenbruks hyppigheten er på ca. fire ganger.

Det ble foretatt en undersøkelse blant ulike entrepenører av hvilke kundekrav de stiller til forskalinger generelt, uavhengig av utforming, produsent og materialer, samt hvordan de oppfatter at treforskaling oppfyller disse kontra stålforskaling. Disse kundekravene er gitt i Tabell 5.

**Tabell 5 De viktigste uttalte kundekrav for forskalinger**

Kundekrav	Vekting
Plan innvendig	
God lufting	
Lett å montere	
God stabilitet	
Lett å demontere	
Kan gjenbrukes	
Lite renhold av forskaling	
Enkel å lagre	
Fleksible dimensjoner	

I undersøkelsen ble det også forespurt om hva som er prefabrikerte treforskalingers svake og sterke sider kontra tilsvarende i stål sett i lys av kundekravene. Resultatene av dette er vist i Tabell 6.

**Tabell 6 Sterke og svake sider ved tre- og stålforskaling.**

	Tre	Stål
<b>Sterke:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montering: lettere pga. vekt</li> <li>• Kan gjenbrukes: materialene kan brukes til andre operasjoner</li> <li>• Lettere å forandre</li> <li>• Fleksibilitet</li> <li>• Vekt</li> <li>• Mønster i betongen</li> <li>• Muligheter for spesielle former/design</li> <li>• Bedre overflate pga. lufting</li> <li>• Bedre yttersjikt (motstandsdyktig) pga. at fukten i treet blir tatt av betongen i herdefasen, som da får en sterkere overflate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan innvendig, derav også lettere å holde ren</li> <li>• Forskalingen har lang levetid</li> <li>• Stabilitet</li> <li>• Styrken</li> <li>• Hurtig oppsett og riv</li> </ul>



	<b>Tre</b>	<b>Stål</b>
<b>Svake:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan gjenbrukes: blir lettere skadet, vanskeligere å rengjøre som igjen virker inn på plan innvendig</li> <li>• Tre har mindre levetid på byggeplassen enn stål, da formen blir fortere slitt</li> <li>• Tre <u>kan</u> i større grad gi etter for krefter enn stål.</li> <li>• Langsommere støp</li> <li>• (Svak form)</li> <li>• Ikke egnet for gjenbruk pga. vanskelig å vaske og mye spiker etc.</li> <li>• Store flater er ikke egnet for tre (benytter kassettsystem)</li> <li>• Komplisert å sette opp, må benytte mer arbeidskraft og dermed blir det dyrere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanskelig å endre størrelse etc.</li> <li>• Montering er tyngre pga. vekt.</li> <li>• Mange deler + krever mye lagerplass</li> </ul>

Kundekravene ble oppfattet som relevante, men det viste seg å være vanskelig å vekte dem (oppfattes som urelevant).

Det ble spesielt kommentert at kostnadene er den aller viktigste faktoren. Markedsavtaler og kostnader styrer innkjøpet av forskalinger. Det ble også gitt uttrykk for at man har et generelt inntrykk av at stålforskaling er bedre pga. at den er enkel i bruk.

## 8. MARKEDS-OG PRODUKSJONSSTRATEGIER

### 8.1 BARNEHAGELEKER

For å forbedre produktet miljømessig kan man se på løsninger hvor man evaluerer materialvalgene, -mengdene og utformingen av produktet.

Det burde for eksempel være mulig å benytte strammebånd som er tilvirket av gjenvunnet stål. Dette vil også føre til mindre utslipp i råvareproduksjonsfasen og man vil redusere bruken av jomfruelig materiale. I tillegg er det kanskje mulig å redusere mengden stål benyttet til produktet. Skliene er laget i syrefast stål. Selve ståldelen kjøpes prefabrikert fra Stene Stål eller fra Norsk Stål. Tubus benytter finérplater på sidene av skliene. Man ønsker derimot å utvikle skliene mot et trerørsprodukt, eller å kjøpe inn skliene helt ferdig prefabrikert. Hvilken effekt dette har miljømessig er ikke vurdert.

For å redusere bruken av trevirke vil man måtte gå ned på tykkelsen på trevirket til Eventyrslottet. Det beregnede potensialet for redusert miljøbelastning ved materialreduksjon viste imidlertid ved simulering å ha lite å si for den totale miljøbelastningen til produktet. Materialreduksjonen som ligger til grunn for LCA-simuleringen utgjør 9%. Dette tilsvarer en materialkostnadsreduksjon på ca. 6%. Gitt samme utsalgspris, vil Tubus kunne ta ut en økt fortjeneste på ca. 2% i forhold til denne.

Ved avhending, kan man for eksempel oppfordre kundene til å levere Eventyrslottet til energigjenvinning som vil bedre miljøbelastningen knyttet til Eventyrslottet. Her er det en forutsetning at den energi som produktet generer ved forbrenning, erstatter bruk av fossile energibærere for at dette skal komme positivt ut i livsløpsvurderingen. Ved simulering ble det vist at dette har svært god effekt på det totale energibehovet og det totale CO<sub>2</sub>-utslippet forbundet med produktet, jfr. kap. 4.3.

Fra kundekravsanalysen ble pris vektlagt tungt ved innkjøp av barnehageleker. Ved å tilby kundene et "flytteprogram" for leker mellom x antall barnehager med sirkulasjon av lett flyttbare leker, vil kunden f.eks. en kommune, kunne redusere sine innkjøpskostnader. Ved å sirkulere lekeapparatene og dermed få tilgang på "nye" leker, vil også dette tilfredsstillende behovet for at lekene skal være "spennende", noe som også ble uttalt som et viktig kundekrav. I denne sammenheng vil man også kunne tilby at Tubus utfører vedlikeholdsarbeid og bytting av slitte deler som øker den totale levetiden på produktet.

Livsløpsanalysen viser at redusert bruk av betong også vil gi Eventyrslottet en bedre miljøprofil. Ved å tilby et "flytteprogram" vil man eventuelt kunne benytte faste betongelement tilpasset flere lekestativer slik at disse kan benyttes ved flytting/bytting. På denne måten vil også miljøprofilen til produktet bedres.

Idéen knyttet til et "flytteprogram" er interessant, men før man iverksetter noe bør man foreta en grundig vurdering av markedspotensialet, samt en økonomisk vurdering av hvorvidt en merkostnad som et slikt serviceprogram medfører, vil lønne seg.

På grunn av at produksjonen skjer enkeltvis, har man liten fortjeneste på salg av Eventyrlottet. Livsløpskostnadsanalysen viste som nevnt over at materialreduksjon øker fortjenesten minimalt. En kombinasjon av serieproduksjon og materialreduksjon vil sannsynligvis kunne øke fortjenesten mer på produktet.

Gjennom kundekravsanalysen har det kommet frem at en forenkling av lekeapparatene er fordelaktig. Som nevnt i kap. 7.1, vil kombinasjonsapparatene nødvendigvis ikke bli anvendt i stor grad for rollelek, men mer for bevegelseslek. En forenkling av apparatene og rendyrking i forhold til hvilken type lek man ønsker å stimulere til, vil i større grad tilfredsstille de uttalte kundekrav. Hvilke konsekvenser dette får miljømessig og økonomisk er ikke vurdert kvantitativt. Man kan derimot anta at det vil ha positiv effekt, da man antagelig benytter mindre materialer og at produksjonstid reduseres og effektiviseres. En forenkling av produktene vil også gjøre det enklere å tilby et "flytteprogram", da montering/demonteringsarbeidet kan bli lettere og mer fleksibelt.

## 8.2 FORSKALING

For å forbedre produktet miljømessig kan man se på løsninger hvor man gjenbraker deler av forskalingen, f.eks. strammebåndene. Dette kan imidlertid være vanskelig og økonomisk lite lønnsomt hvis man må hente tilbake forskalinger fra andre områder av landet. Utslippene relatert til transporten kan også da komme til å eliminere de miljømessige fordelene ved gjenbruken.

Det som skulle være mulig å gjennomføre er å benytte strammebånd som er tilvirket av gjenvunnet stål. Dette vil også her føre til mindre utslipp i råvareproduksjonsfasen og man vil redusere bruken av jomfruelig materiale. Hadde man redusert forbruket av jern ved å gå ned på tykkelsen på strammebåndene og/eller redusert antallet av strammebånd ville dette sannsynligvis ha slått ut på reduserte materialkostnader. Reduksjonen i materialkostnader ville antageligvis ha blitt større enn ved reduksjon av mengde trevirke, da jernet er mye dyrere i innkjøp enn trevirket.

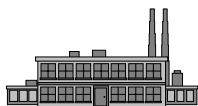
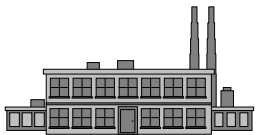
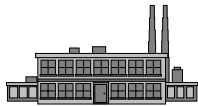
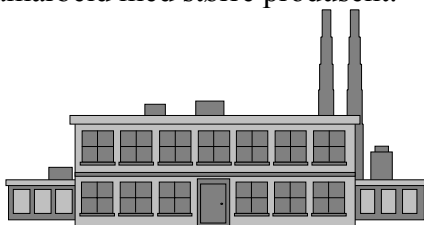
Den største miljømessige forbedring vil nok være å redusere materialforbruket, som vist i kap. 5.3. Livsløpskostnadsanalysen viser også at en materialreduksjon på 40%, vil gi en økt fortjeneste på bare 2%. Materialreduksjon i bruken av trevirke kommer fra at man reduserer tykkelsen på forskalingen. Den lave økte fortjenesten kommer av at prisforskjellen på de to forskjellige skurlasttykkelsene er liten. Reduksjonen i materialkostnadene blir da marginal, fordi man i begge tilfellene må ha samme antall løpemeter trevirke for å produsere forskalingen. Her må man gjøre en vurdering med hensyn på kvaliteten av produktet kontra miljøkonsekvensene og den økonomiske gevinsten. Man antar at det ikke trengs flere strammebånd (mindre avstand mellom disse) som følge av at man går ned på tykkelsen av forskalingen. Det er ikke foretatt noen beregninger av dette.

Ved avhending av forskalingen kan man for eksempel oppfordre kundene til å levere denne til energigjenvinning. Her er det en forutsetning at den energi som forskalingen generer ved forbrenning, erstatter bruk av fossile energibærere for at dette skal komme positivt ut i livsløpsvurderingen. Man kan på samme måte også oppfordre kunden til å levere strammebåndene til materialgjenvinning.

### 8.3 FRAMTIDSSCENARIER FOR TUBUS

I prosjektet har man hatt en diskusjon på hvordan Tubus selv tror bedriften vil se ut i fremtiden. Vi gjennomgikk i kapittel 2.3 at bedriften for 5-6 år siden hadde en strategi på å øke bemanningen til 8-10 personer i løpet av 10 år. Dette har man ikke kunnet gjennomføre siden man ikke har hatt en stor nok økning i omsetning. Bedriftens hovedproblem ligger på markedsføringssiden. I dag blir markedsføringen hovedsakelig utført som "venstrehåndsarbeid". Hvis bedriften hadde økt bemanningen til 8-10 personer ville det vært mulig å ha en person fast på markedsføring. Forutsetningen for en slik bemanning var at omsetningen da måtte ha steget til 8-10 millioner.

Som et diskusjonsgrunnlag ble utarbeidet. Figuren viser to mulige fremtidsbilder av bedriften.

NÅ	FREMTID	MULIG FREMTIDSBILDE
Liten bedrift, ingen markedsføring. 	Med markedsføring, litt større produksjon. 	Bedriften får litt høyere produksjon ved hjelp av markedsføring, men bedriften vil muligens dø ut når know-howén er borte?
Liten bedrift, ingen markedsføring. 	Samarbeid med større produsent. 	Forsterket markedsføring Bedriften ekspanderer. Økt volum, økt omsetning, mange arbeidsplasser? Må være større for å kunne iverksette et serviceprogram.

Figur 31 Mulige fremtidsbilder

#### "Moderat" ekspansjon

Bedriften trenger hjelp til en mer systematisk og effektiv markedsføring av sine produkter. I dag har de svært liten mulighet til å jobbe med dette selv, da det er de samme personene som jobber i produksjonen og driver anbudsutarbeidelse etc.

En høyere produksjon ved bedriften vil med dagens bemanning bety at bedriften får enda mindre ressurser tilgjengelig til markedsføring. Tubus håper selv på å kunne få anledning til å utarbeide et internt oppfølgingssystem med hensyn på kundekontakt.

For å kunne få mer ressurser tilgjengelig til markedsføring kan det være en mulighet å søke støtte fra Statens Nærings- og Distriktsutbyggingsfond til dette arbeidet. Her kan det også være mulig med andre finansieringskilder, så som Forskningsrådet, Landbruksbanken og Skogtiltakfondet. En annen mulighet kan være å prøve å få inn en markedsføringsperson via praksisplass fra Arbeidskontoret.

Bedriften trenger i tillegg friske midler for å kunne satse mer på f.eks barnehageleker. For disse produktene må materialforbruket reduseres og produksjonen bør bli mer rasjonell. Barnehagelekene er idag dyre å produsere. Bedriften ser helt klart en mulighet for rasjonalisering hvis man hadde utført en gjennomgang av produksjonen av barnehagelekene. Imidlertid skulle bedriften ikke ha noen problemer med å dokumentere miljøfordelene ved sine produkter hvis dette skulle bli påkrevd i fremtiden. Dette vil også være svært viktig hvis man skal prøve å komme inn på det europeiske markedet.

Med hensyn på de resultatene man kom frem til via kundekravsanalysen for barnehageleker angående forenkling av produktene, kunne det være en idé å benytte for eksempel diplomstudenter innenfor fagområde industrielt design ved NTNU til hjelp med dette arbeidet. En annen mulighet er å benytte fagpersoner, dvs. førskolelærere, til sparringspartnere når man utarbeider nye forslag til lekestativ/apparater. Slik vil bedriften kunne åpne for kundenes egne ideer/ behov mhp. barnehageleker.

Når det gjelder turbinledninger har Tubus allerede gjort en innsats for å komme i inngrep på rehabilitering av kraftverk. Bedriften har annonsert i en bok som er sendt ut til alle de 300 potensielle rehabiliteringsprosjektene. Tubus har planer om å sende ut en egen brosjyre til alle disse når deres egne brosjyren for dette produktet er ferdig omarbeidet. Her bør Tubus sette seg et mål for hvor mange av disse rehabiliteringsprosjektene de ønsker og har mulighet til å få leveranse til, og så drive effektiv markedsføring mot disse.

Tubus bør gjennomgå mulighetene for materialreduksjon for sine produkter slik at de kan gjennom redusert materialbruk enten redusere pris på produktet og/eller øke fortjenesten.

### **Ekspansjon gjennom produksjon- og markedssamarbeid**

For å kunne satse på en større ekspansjon kan man se for seg flere mulige strategier for dette. Nedenfor er det listet opp noen muligheter for en ekspansjon basert på samarbeid med andre bedrifter:

- a) Samarbeid; kartlegge hvilke aktører, skissere økonomiske og miljømessige fordeler, samt samarbeidsform i forhold til ulike samarbeidsstrategier som:
  - samarbeid med andre produsenter av barnehageleker
  - samarbeid med andre trebearbeidende industri i Østfold
  - samarbeid med distribusjonsledd
- b) En annen mulighet kan være å få inn en investor, men dette synes Tubus selv er for tidlig. Tubus ønsker selv først å satse på økt markedsføring og gjennom økt omsetning få en bedre forhandlings situasjon med hensyn til en eventuell investor.

For badestamper har Tubus allerede innledet et salgssamarbeid med Spatek i Oslo. Bedriften vurderer også å innlede lignende type samarbeid for noen av de andre produktene.

### **Råstofftilgang**

I løpet av prosjekttiden har Tubus har fått forespørsel om to store leveranse av turbinledninger. I disse tilfellene har bedriften opplevd at de har problemer med leveranse av trevirke, da deres leverandører kan ikke garantere at de kan levere slike store mengder trelast. Dette fører igjen til at Tubus ikke kan gi tilbud på jobbene fordi de ikke tar sjansen på dette uten garanterte trelastleveranser. Tubus er redd for at dette vil ekskluderer dem fra senere arbeid mot disse kundene. I disse tilfellene har altså trelastindustrien vist seg å være en flaskehals for økt produksjon ved Tubus. I tillegg til vanskeligheter med leveransene av

trelast, er høvling av store diametere vanskelig å få utført i Norge. Bedriften må sannsynligvis til Sverige for å få dette gjort.

I lys av dette er det viktig å få på plass et bedre samarbeid i verdikjeden i trelastindustrien, slik at alle ledd kan øke sin omsetning og profittere på dette.

#### **Markedsføringseffekt av dette prosjektet**

Resultatene fra dette prosjektet vil i tillegg til denne rapporten bli distribuert på følgende måter:

- gjennom artikkel i et ”barnehagetidsskrift”
- ved hjelp av en 4-siders fargerik brosjyre ment til markedsføringsformål

Tubus håper det vil ha positiv ringvirkning for bedriften at de har gjennomført et prosjekt av denne typen.

## 9. VURDERING AV METODIKK

En av de viktigste aspekter ved innføring av ”miljøtilpasset” produktutvikling, er at man oppnår en større bevissthet rundt en systematisk og metodisk tilnærming til produktutvikling som sådan, uavhengig om man har hovedfokus på miljø.

Ved å gjennomføre en kundekravsanalyse og livsløpsanalyse med hensyn på både miljø og økonomi av et eksisterende produkt, skaffer man seg grunnleggende kunnskap om produktet og markedet. Ved å besitte slik kunnskap i en tidlig fase i produktutviklingsprosessen, vil man kunne redusere ressursbruken på et tidlig tidspunkt, samtidig som produktutviklingstiden reduseres.

For mange produkter viser det seg ofte at bruksfasen representerer en stor del av kostnadene knyttet til produktets livsløp. I dette studiet har vi valgt å fokusere på to produkter hvor bruksfasen og dermed også vedlikehold ikke representerer store økonomiske kostnader, ei heller miljøbelastninger i nevneverdig grad. Dette medfører at casene ikke illustrerer alle muligheter LCA- og LCC-analysene gir av informasjon og muligheter i forbindelse med produktutvikling og kommunikasjon av miljø- og kostnadsprofil.

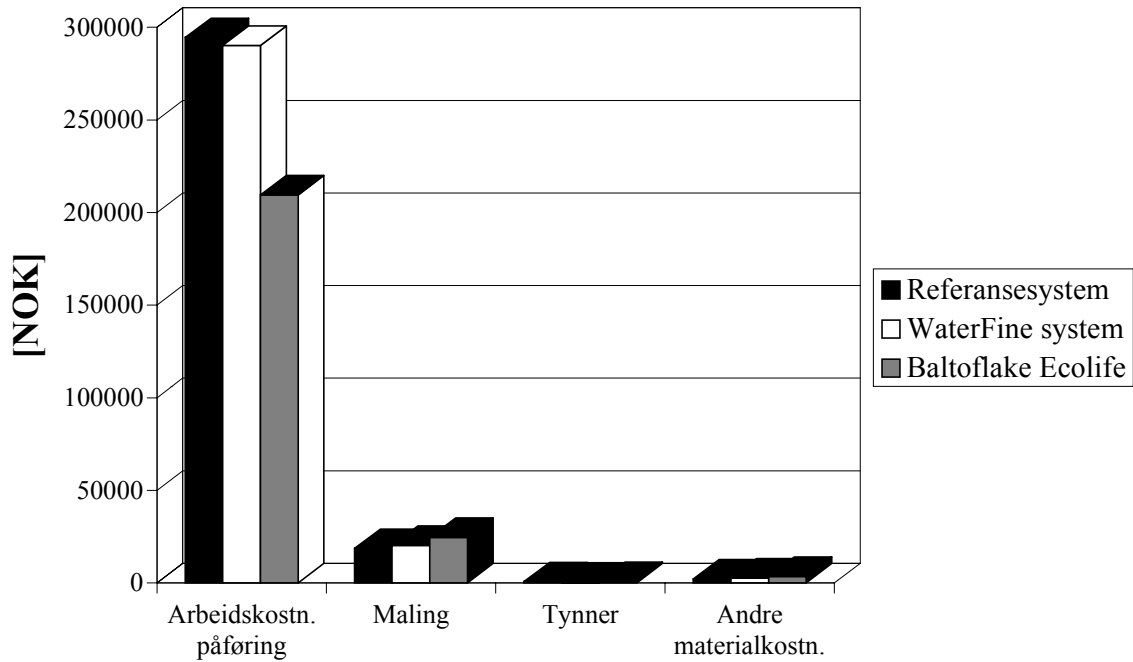
Vedrørende livsløpsanalyser er denne metodikken godt egnet til å vise miljøaspekter ved dagens produkt, for så å simulere konsekvenser ved endringer av produktet i forhold til f.eks. materialvalg, materialreduksjon eller sammenligning mellom konkurrerende løsninger. På denne måten får man innsikt i konsekvenser for egne produkter, samt en forståelse av hvorfor konkurrerende produkter er dårligere/bedre enn ens eget.

Som nevnt tidligere har de produktene som er analysert i dette studiet lite miljøbelastning i bruksfasen. For andre produkter, f.eks. trestak, vil man muligens forvente at måten vedlikeholdet utføres på har større betydning for den totale miljøbelastningen. I slike tilfeller vil man kunne simulere hvilken betydning kundens eget adferd har for miljøbelastningen; så som hvilke produkter og mengder man anvender for overflatebehandling, samt hvor ofte vedlikeholdet anbefales gjennomført og konsekvenser av at kunden ikke følger anbefalingene. Innenfor byggebransjen har man i de senere år fått et større fokus på miljø og da spesielt miljøriktig materialvalg. I tillegg ser man i større grad på funksjonsløsninger og ikke på enkelt-produkter. Et omfattende eksempel på dette er et studie hvor man har sett på miljøbelastningen (LCA) av en enebolig i tre, Borchsenius (1998).

Med økt miljøfokus vil det derfor være fordelaktig å kunne dokumentere ens miljøprofil, og ikke minst at man har forståelse for den funksjonen ens produkt skal oppfylle for kunden. Dermed vil man stille sterkere ved at man indirekte har en større forståelse for hvordan kunden evt. også sluttbruker vil endre fokus i framtiden. I tillegg vil man på denne måte kunne argumentere overfor kunden.

Ved LCC-analysen for Eventyrslottet viste det seg at det utover innkjøpskostnaden er så godt som ingen kostnader forbundet med bruk, vedlikehold og avhending av produktet. Barnehageleker representerer i så måte en spesielle produktgruppe, da arbeidskostnader knyttet til montering, vedlikehold etc. er eliminert siden dette arbeidet som oftest blir utført på duggnad.

For andre produkter derimot, viser det seg ofte at man har store kostnader knyttet til bruk og vedlikehold, hvor arbeidskostnadene utgjør brorparten av kostnadene og innkjøpskostnadene blir minimale. Som eksempel på dette vil vi vise til et samarbeidsprosjekt med Jotun og Statoil for utvikling av nye og mer miljøriktige malinger (til en lavere kostnad) til bruk offshore, Rønning et. al (1995). Prosjektet hadde fokus på overflatevedlikehold som sådan, og ikke maling isolert; m.a.o. den funksjonen malingen skal bidra til å dekke. Prosjektet resulterte i at Statoil har gått vekk fra fokus på innkjøpspris pr. liter maling, og over til pris pr. m<sup>2</sup> og år, samt at underleverandører må dokumentere miljøegenskaper (og kostnader) ved overflatevedlikehold over en 25-årsperiode ved anbud. Figur 32 viser de ulike kostnadene knyttet til vedlikehold av 100 m<sup>2</sup> plattform over en 25-årsperiode.



Figur 32 Ulike kostnadene knyttet til vedlikehold av 100 m<sup>2</sup> plattform over en 25-årsperiode.



## 10. OPPSUMMERING

Tubus representerer en spesiell liten håndverksbedrift som ikke har anledning til å benytte store ressurser på produktforbedringer, markedsstrategier og markedsføring som sådan. Dette er imidlertid en problematikk for svært mange bedrifter i Norge. Med hensyn på utgangspunktet for prosjektet ble bedriften en spesiell utfordring, da metodene for miljøtilpasset produktutvikling er utviklet til større bedrifter med mer ressurser til slikt type arbeid.

### Livsløpsanalyser (LCA)

Både for Eventyrslottet og forskalingen er de alle fleste utslipp i livsløpet til produktene forbundet med råvareproduksjonen og transport. Produksjonen hos Tubus er optimal med hensyn på ressursutnyttelse, da bedriften utnytter alt spill til andre formål.

For å forbedre produktene miljømessig kan man se på løsninger, så som:

- gjenbruke deler der dette er mulig
- benytte strammebånd som er tilvirket av gjenvunnet stål
- redusere materialforbruket (dette må vurderes mht. mulig forringelse av kvalitet)
- levere trevirket i produktet til energigjenvinning ved avhending
- levere strammebåndene til materialgjenvinning ved avhending

### Livsløpskostnader (LCC)

For Eventyrslottet er det utover innkjøpskostnaden så godt som ingen kostnader forbundet med bruk, vedlikehold og avhending av produktet. Den eneste utgiften i disse fasene er beis til vedlikehold. En reduksjon av materialforbruket av trevirke har et marginalt utslag på fortjenesten til Tubus.

For forskalingen er det utover innkjøpskostnaden ikke lagt til grunn noen direkte kostnader forbundet med bruk og avhending av produktet. Her utgjør en reduksjon i materialforbruk på rundt 40%, en marginal materialkostnadsreduksjon. Dette kommer av at prisen per løpemeter virke reduseres lite selv om man går ned til en mindre tykkelse.

### Kundekrav

Både for barnehageleker og forskaling fikk man inn interessante synspunkter på produktene som kan benyttes i en videreutvikling av disse. Spesielt for barnehageleker kan det være mulig å forenkle produktene uten at dette nødvendigvis forringer deres markedsmessige potensiale.

### Markeds- og produksjonsstrategier

Med hensyn på markeds- og produksjonsstrategier ligger bedriftens hovedproblem på markedsføringsiden, samt ressurser til produktutvikling. Idag blir markedsføringen hovedsakelig utført som "venstre-håndsarbeid". Hvis man skal ha mulighet til å øke produksjonen må bedriften få mer ressurser tilgjengelig til markedsføring. Her kan det være mulighet for å få støtte gjennom offentlige finansieringskilder. En annen mulighet kan være å prøve å få inn en markedsføringsperson via praksisplass fra Arbeidskontoret.

Bedriften trenger i tillegg friske midler for å kunne satse mer på f.eks. barnehageleker. For produktene må materialforbruket reduseres og produksjonen bør bli mer rasjonell for å øke

fortjenesten. Det er også viktig at bedriften segmenterer markedet og driver effektiv markedsføring mot de områdene hvor man har størst mulighet for suksess.

For å kunne satse på en større ekspansjon kan man se for seg flere mulige strategier for dette. Nedenfor er det listet opp noen muligheter for en ekspansjon basert på samarbeid med andre bedrifter:

- Samarbeid; kartlegge hvilke aktører, skissere økonomiske og miljømessige fordeler, samt samarbeidsform i forhold til ulike samarbeidsstrategier som:
  1. samarbeid med andre produsenter av barnehageleker
  2. samarbeid med andre trebearbeidende industri i Østfold
  3. samarbeid med distribusjonsledd

Det anbefales at Tubus arbeider videre i forhold til en strategi for ekspansjon hvor de tre punktene over blir vurdert.

## 11. REFERANSER

- Bjørklund, T. et. al (1996): *"LCA of Building Frame Structures"*, Technical Environmental Planning, Report, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- Borchsenius, C.H. (1998): *"Livsløpsvurdering av bolig"*, OR.59.98, Stiftelsen Østfoldforskning, Fredrikstad.
- CIT (1994): *«LCA Inventory Tool, Program versjon 2.0c»*, Chalmers Industriteknik, Göteborg
- Lindfors, L.G.; Christiansen, K.; Hoffman, L.; Virtanen, Y.; Juntilla, V.; Hanssen, O.J.; Rønning, A.; Ekvall, T. & Finnveden, G. (1995): *«Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment»*, Nord 1995:20, København.
- Hanssen, O.J.; Rønning, A. & Rydberg, T. (1995): *«Sustainable Product Development. Methods and Experiences from Case Projects.»*, Final report from the NEP project, Østfold Research Foundation OR.28.95, Fredrikstad.
- Myrup Andreassen, M. & Hein, L. (1986): *«Integrert produktutvikling»*, Universitetsforlaget, Oslo.
- Rønning, A., O. J. Hanssen, H. Møller (1995): *«Life Cycle Assessment of Three Offshore Coating Systems»*, OR 40.95, Stiftelsen Østfoldforskning, Fredrikstad.
- Vold, M.; Rønning, A. (1995): *"LCA of Cement and Concrete"*, Stiftelsen Østfoldforskning, OR.32.95, Fredrikstad.

# **VEDLEGG**

<b>VEDLEGG A</b>	<b>DATA FOR EVENTYRSLOTT</b>
<b>VEDLEGG B</b>	<b>DATA FOR FORSKALING</b>
<b>VEDLEGG C</b>	<b>METODE</b>

## A DATA FOR EVENTYRSLOTT

Materialforbruk og transportdata for Eventyrslott er beskrevet i tabell A1.

Treverket, som er skurlast, justert, i vilkårlige lengder, kommer fra Saxegård, Maxbo på Rolvsøy.

Flate stammebånd kommer fra Stene Stål på Gressvik.

Bolter og skruer kommer fra Arvid Nilson i Sverige.

Gummidekkene kommer fra Sælid Bilgummi A/S. Gummidekkene blir festet sammen ved at man borer et hull i gummidekkene og ved hjelp av stålplater, bolt og muttere sammenfører disse. Sammenføyningene er utført på en slik måte at de ikke kan føre til skader for brukerne.

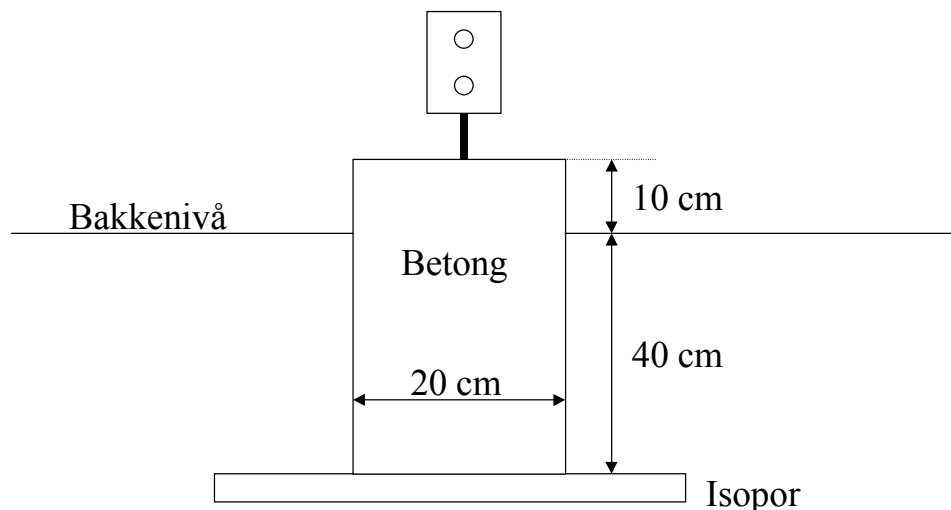
Stammebåndene blir primet med Jotun Arcanol mot rust, 099 sort, krom og kromatfri. Det benyttes ca.  $0,011 \text{ ml/cm}^2$ . Det benyttes jern som er  $20 \times 10 \text{ mm}$  i tverrsnitt.

Stammebåndene har en diameter på  $1,80 \text{ m}$ . Det benyttes 2 stammebånd på hvert tårn.

Hvert stammebånd har en flate på:  $(2 \times 2 \text{ cm} + 2 \times 1 \text{ cm}) \times (2 \times \pi \times 90 \text{ cm}) = 3393 \text{ cm}^2 = 0,34 \text{ m}^2$ . Det trenges derfor  $37 \text{ ml}$  dvs.  $0,037 \text{ liter}$  maling til hvert strøk ikke medregnet svinn for hvert stammebånd. Hvis malingen rulles på regnes et svinn på  $10\%$ . Blir malingen sprøytet på regnes et svinn på  $50\%$ .

Skliene er laget i syrefast stål. Selve ståldelen kjøpes prefabrikert fra Stene Stål eller fra Norsk Stål. Man benytter finérplater på sidene av skliene. Tubus ønsker å utvikle skliene mot et trerørsprodukt, eller å kjøpe inn skliene helt ferdig prefabrikert.

Stolpene på tårnene er festet i bakken med galvaniserte stolpesko. Det støpes et fundament i bakken for å feste tårnene. Det benyttes betong og fundamentet skal være  $200 \text{ mm}$  i diameter og ha en dybde på  $50 \text{ cm}$ . Fundamentet er vist på figur A1.



Figur A1 Fundament for Eventyrslott

Tabell A1 Data for Eventyrslott

	Råstoff/ energibærer	Type	Mengde	Transport- avstand	Transport- middel	Leverandør	Kommentar
<b>Produksjon</b>	Trevirke	Furu, noen ganger gran	697 kg (2 tårn, sklie, bjelke)	5 km	Lastebil	Saxegård, Maxbo	Skurlast, justert, vilkårlig lengder
	Jern	Jern	38 kg	20 km	Lastebil	Stene Stål, Gressvik	Bolter, strammebånd, sko
	Jern	Syrefast stål	19	20 km	Lastebil	Stene Stål eller Norsk Stål	Sklie
	Jern	Skruer/ fester	36 kg	20	Lastebil	Arvid Nilson, Sverige	
	Gummi	Dekk	81 kg	5 km	Lastebil	Sælid Bilgummi senter	
	Primer/lakk	Jotun Arcanol mot rust 099 sort krom og kromatfri	0,011 ml/cm <sup>2</sup>	5 km	Lastebil		10% svinn ved rulling, 50% svinn ved sprøyting
	Energi		30 kWh				Totalt energiforbruk
	Svinn	Tre	20%				Halvpart til ved, halvpart til strø + til annen prod.

Vedlikeholdskostnadene er beregnet ut fra følgende innhentede priser:

Tinova Nordsjø oljedekkbeis

2,5 liter - 290 kroner

1,0 liter - 126 kroner

## B DATA FOR FORSKALING

Konseptet til Tubus er skreddersøm av forskalinger. Forskalingene kan gjenbrukes 10-15 ganger, men blir nok normalt bare bruk 2 ganger. Hvis forskalingen tørker inn på grunn av langvarig lagring, kan denne vannes kontinuerlig slik at den får trutne, og den kan deretter benyttes igjen.

Materialforbruk og transportdata er beskrevet i tabell B1.

Ved transport kan en lastebil ta 3 forskalinger per tur. Hvis transporten går til Lillehammer har bilene returlast.

Det kan være muligheter for tilbaketaking av brukte forskalinger for gjenbruk av hele eller deler av forskalingen.

**Tabell B1** Data for forskaling

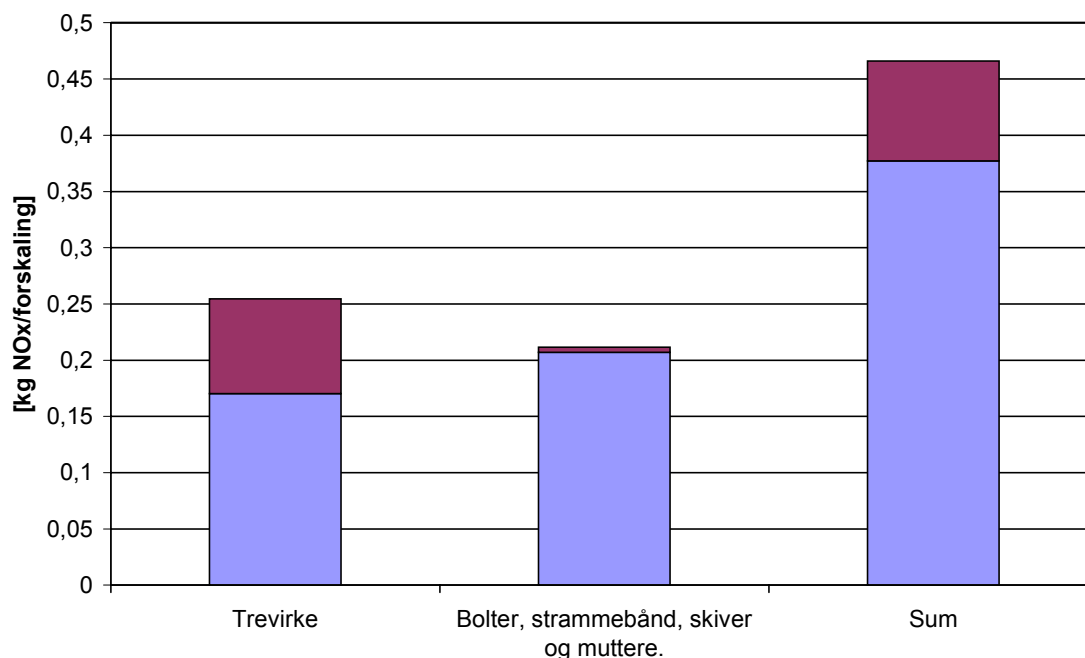
	Råstoff/ energibærer	Type	Mengde	Transport -avstand	Transport- middel	Leverandør	Kommentar
<b>Produksjon</b>	Trevirke	Furu, noen ganger gran	908 kg	5 km	Lastebil	Saxegård, Maxbo	Skurlast, justert, vilkårlig lengder
	Jern	Jern	246 kg	20 km	Lastebil	Stene Stål, Gressvik	Bolter, strammebånd, skiver og muttere
	Primer/lakk	Jotun Arcanol mot rust 099 sort krom og kromatfri	0,011 ml/cm <sup>2</sup>	5 km	Lastebil		10% svinn ved rulling, 50% svinn ved sprøyting
	Energi		27,5 kWh				Totalt energiforbruk
	Svinn	Tre	20-28% Har benyttet 25% i beregning				10% til ved, 10% til annen prod., i tillegg 5% sagflis og spon til strø

I tabell B2 er det vist en oversikt redusert materialforbruket for produksjon av samme type forskaling.

Tabell B2 Data for forskaling med redusert materialbruk

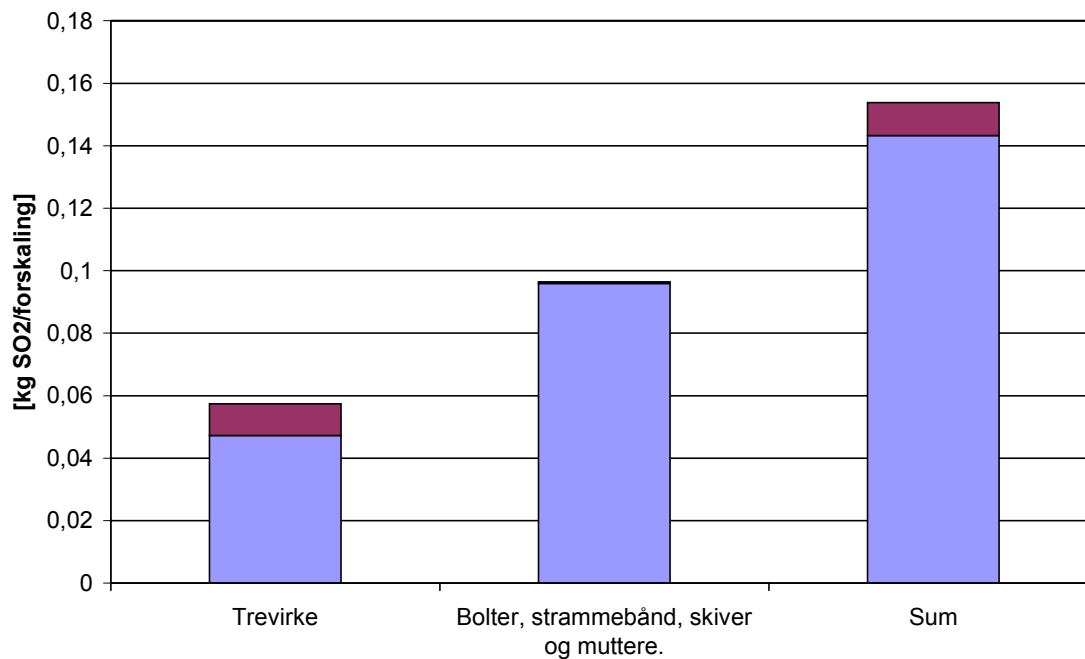
	Råstoff/ energibærer	Type	Mengde	Transport -avstand	Transport- middel	Leverandør	Kommentar
Produksjon	Trevirke	Furu, noen ganger gran	553 kg	5 km	Lastebil	Saxegård, Maxbo	Skurlast, justert, vilkårlig lengder
	Jern	Jern	246 kg	20 km	Lastebil	Stene Stål, Gressvik	Bolter, strammebånd, skiver og muttere
	Primer/lakk	Jotun Arcanol mot rust 099 sort krom og kromatfri	0,011 ml/cm <sup>2</sup>	5 km	Lastebil		10% svinn ved rulling, 50% svinn ved sprøyting
	Energi		27,5 kWh				Totalt energiforbruk
	Svinn	Tre	15-20% Har benyttet 20% i beregning				Har antatt 8% til ved, 8% til annen prod., 4% sagflis og spon til strø

Grafiske fremstillinger av livsløpssimuleringene av forskalingen er vist på figur B1-B4.

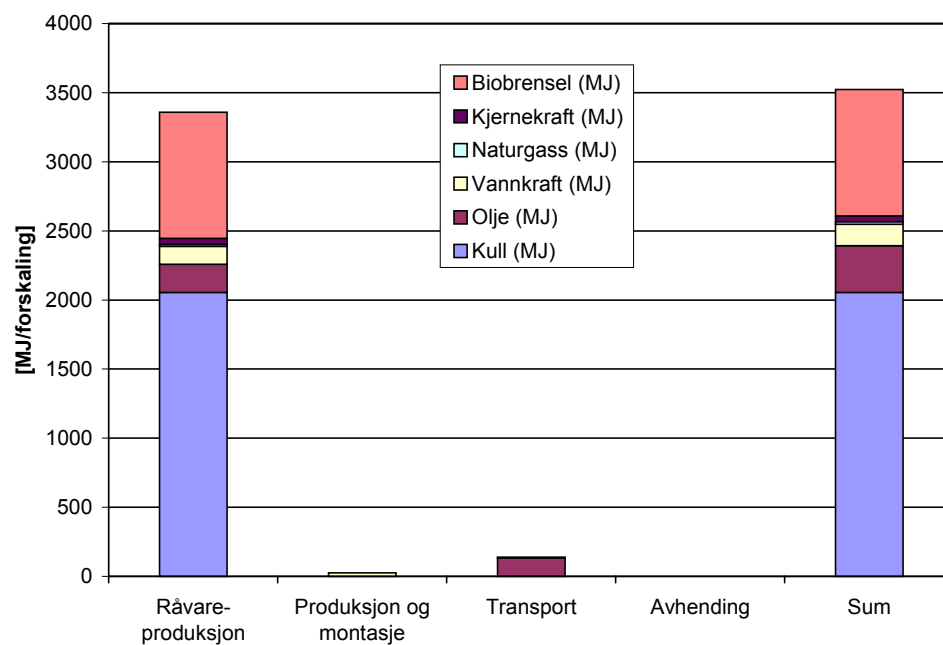


Figur B1 NO<sub>x</sub>-utslipp fra produksjon av de råmaterialene som inngår i forskalingen.

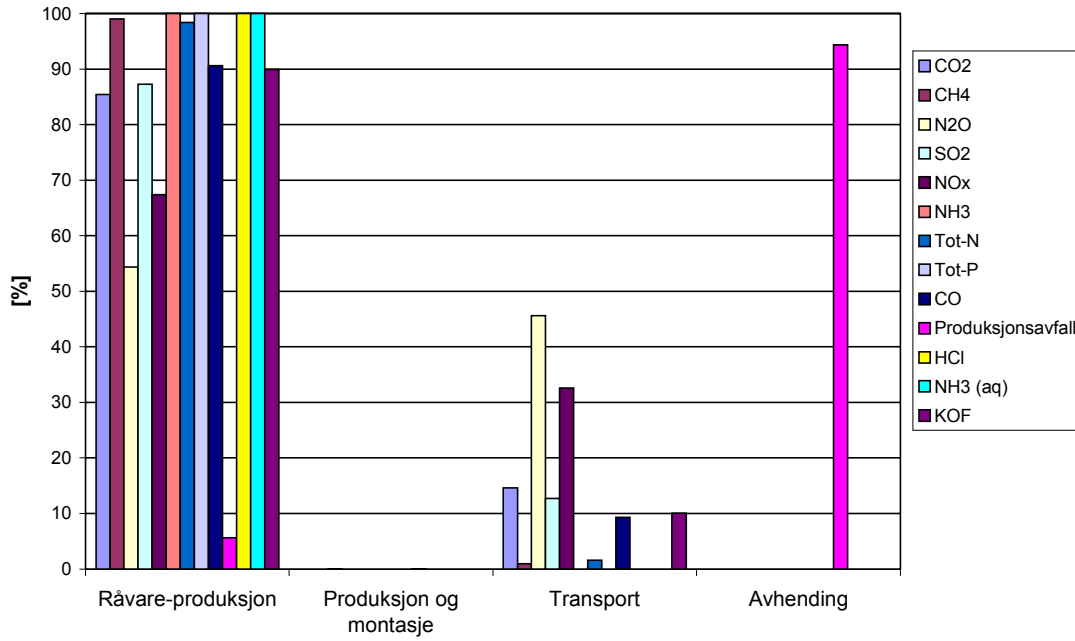




**Figur B2** SO<sub>2</sub>-utslipp fra produksjon av de råmaterialene som inngår i forskalingen.



**Figur B3** Energiforbruk gjennom livsløpet for forskalingen.



**Figur B4** Prosentvis fordeling av de ulike utslippene i de forskjellige fasene av livsløpet til en forskaling.

## C METODE

### C.1 HVA ER EN KUNDEKRAVANALYSE?

#### C.1.1 Bakgrunn

Kundekravsanalyse er et verktøy for å systematisere store mengder tilsynelatende urelatert informasjon fra alle viktige interessenter (sluttkunder, distribusjonskanaler, myndigheter, m.m.) i utviklingen av nye produkter, samtidig som verktøyet bidrar til å fokusere på den viktigste informasjonen og gir oss innsikt i hvordan interessentenes viktigste ønsker og behov kan brukes i produktutviklingen.

Den fundamentale fordel med kundekravsanalyse er at metoden bidrar til å forbedre kommunikasjonen blant alle deltakere i produktutviklingsprosessen, med utgangspunkt i informasjon fra kundene. Kundekravsanalyse bidrar i utviklingen av en felles forståelse som effektiviserer diskusjoner i produktutviklingsprosessen. Metoden forsterker horisontal informasjonsflyt i bedriften.

Det som gjør Kundekravsanalyse så unik er det primære fokus på kundekrav. Prosessen er ledet av hva kunden ønsker, ikke av teknologiske nyvinninger. Det brukes forholdsvis mye tid i planleggingsfasen i et utviklingsprosjekt etter kundekravsanalyse-metoden. Dette for å sikre bedriften en forståelse for hva kunden *egentlig* mener. Selv om man øker planleggingstiden i tidlige faser av utviklingsprosjektet kan den totale utviklingstiden bli redusert sammenlignet med "tradisjonelle" utviklingsmetoder.

Hva kunden ønsker vil bestemme hvilken teknologi som blir brukt, enten det kreves enkle forbedringer eller et revolusjonært teknologisk gjennombrudd. Suksess i fastlegging av kundekrav er direkte relatert til markedssuksess, fordi man har fokus på posisjoneringsegenskaper.

#### C.1.2 Når er kundekravs-metodikken anvendelig?

Produktutviklingsprosjekter kan sies å være enten markedsdrevet eller teknologidrevet. I markedsdrevne utviklingsprosjekter har initiativet til å utvikle nye eller forbedrede produkter kommet fra markedet. Eksempel på initierende faktorer kan være reklamasjoner og klager fra kunder, markeds- og konkurrentanalyser, lovgivning, myndighetsdirektiver etc.

I markedsdrevne utvikling er det altså kunnskap om merkedets behov, krav og ønsker som styrer produktutviklingen. Oppgaven er å utvikle et nytt eller forbedret produkt til et gitt marked. Mesteparten av den produktutviklingen som finner sted er markedsdrevne.

I teknologidrevne utviklingsprosjekter er det oftest nye tekniske framskritt som initierer produktutviklingen. Det må selvfølgelig finnes et behov for produktet i markedet, men dette behovet er som oftest skapt av produsenten selv gjennom en massiv markedsføring. I de tilfeller der produktet selv skaper behovet finnes dette ofte ikke uttalt hos kunden, man er det ikke bevisst. I det øyeblikk man kommer i kontakt med produktet og dets funksjon

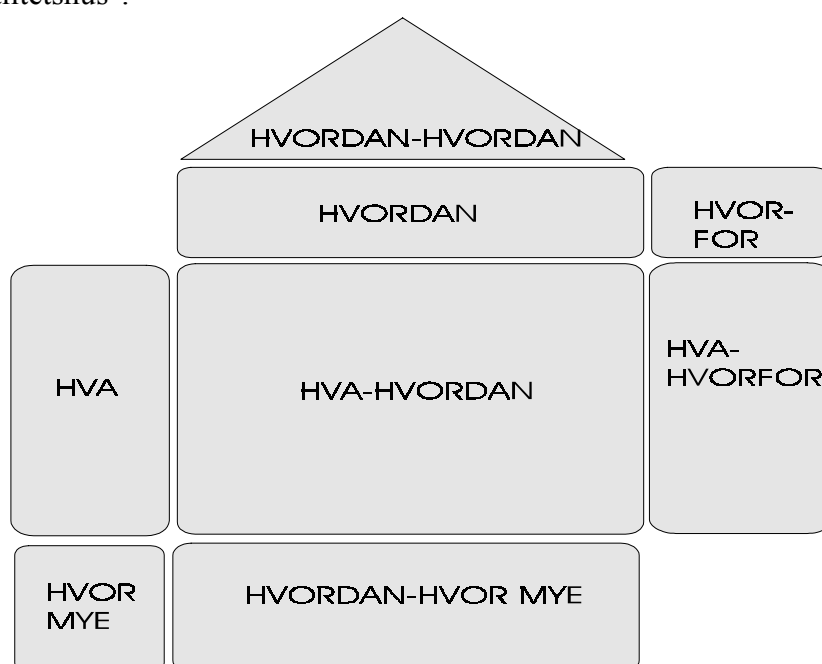
framkommer det ubevisste behovet hos kunden. Oppgaven for denne typen produktutvikling er dermed å finne et nytt marked for en gitt teknologi.

Ettersom ideen bak kundekravsanalyse er å sette kundens behov og krav i sentrum og la disse styre produktutviklingen, er kundekravsanalyse mest anvendelig på markedsdrevne utviklingsprosjekter.

I et markedsføringsprosjekt skal kundekravsanalyse brukes å etablere og vekte kundens krav til produktsystemets funksjon for å få frem argumenter i en produktutviklingsprosess.

### C.1.3 Kvalitetshus

En kundekravsanalyse tilrettelegger informasjonen i et hensiktsmessig format, og presenteres i form av "kvalitetshus".



Figur C.1 Kvalitetshuset (The House of Quality)

Kvalitetshuset består av 8 forskjellige informasjonsområder. Hver av disse bidrar til prosessen med å overføre prioriterte kundekrav til prioriterte tekniske parametre (egenskaper).

«**Hva**» inneholder registrerte kundekrav.

«**Hvordan**» viser hvilke tekniske parametre som i varierende grad må være tilstede for å oppfylle kundekravene. Dette er målbare parametre fra bedriftens side.

«**Hvorfor**» identifiserer hvilke konkurrenter som bør få oppmerksomhet, samt hvilke andre overveielser som bør gjøres for å belyse produktets konkurransedyktighet vs. konkurrentene.

«**Hvorfor - Hva**» er området som viser sammenhengen mellom de to områdene. Dette kan være i form av en konkurrentanalyse hvor man ut fra registrerte kundekrav måler produktets fortrefelighet mot de viktigste konkurrentene.

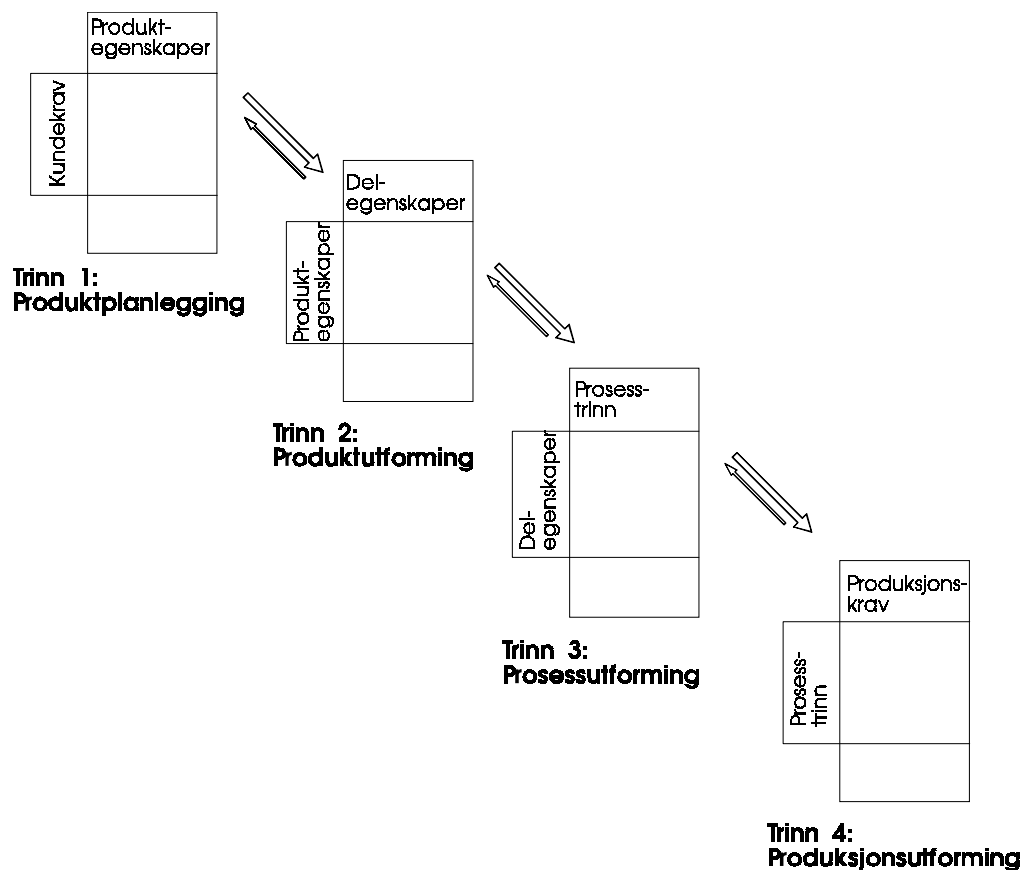
«**Hvordan - Hvordan**» viser sammenhengen mellom de ulike tekniske parametrene. Denne informasjonen brukes ikke direkte i beregninger, men utviklingsteamet må være klar over potensielle avveininger som må gjøres i valg mellom to tekniske parametre (trade-off analyser). En negativ sammenheng på dette området indikerer at man kan oppnå den ene tekniske egenskapen, *kun* på bekostning av den andre.

«**Hva - Hvordan**» brukes for å kvantifisere sammenhengen mellom et kundekrav og en teknisk parameter (egenskap). En teknisk egenskap kan influere på flere kundekrav, men bør allikevel ikke spille en viktig rolle.

«**Hvor mye**» viser prioriteringen og kvantifiseringen av de tekniske egenskapene.

«**Hvordan - Hvor mye**» inneholder faktisk informasjon som brukes i prioriteringen av de tekniske egenskapene.

En kundekravsanalyse består av fire trinn, se figur C.2. For noen bedrifter har det ofte vist seg mest hensiktsmessig kun å anvende første trinn i prosessen (1. kvalitetshus). De fire trinn blir kort beskrevet, men det er kun trinn 1 som vil bli vektlagt i det videre.



Figur C.2 Kundekravsanalyse - et system i fire trinn

### **Trinn 1: Fra kundekrav til tekniske parametre**

Formål:

- Segmentere markedet
- Identifisere kundens behov og forventinger, de så kalte kundekrav
- Vekte disse kundekrav
- Finne kundekrav som kan være «sales points» innen valgte markedssegment
- Ut fra kundekravene bestemme tekniske parametre for det aktuelle produktet
- Sette opp målverdier på tekniske parametre

### **Trinn 2: Fra tekniske parametre til delsystemer (-egenskaper)**

Formål:

- Velge det konstruksjonskonsept som best oppfyller de målverdier som er satt på de tekniske parametrene
- Identifisere hvilke deler eller komponenter som kommer til å bli kritiske for produktet
- Bestemme delegenskaper på samme måte som tekniske parametre i foregående trinn
- Identifisere de delegenskaper som kommer til å bli kritiske
- Se behov for ytterligere forskning og utvikling for å kunne møte fremtidige krav

### **Trinn 3: Fra delegenskaper til prosesskrav**

Formål:

- Velge den produksjonsprosess som under gitte bibetingelser best oppfyller krav til delkomponenter
- Identifisere hvilke produksjonsprosesser som er kritiske
- Sette nivå på kritiske prosessparametre
- Behov for forskning og utvikling for nye og effektivere produksjonsprosesser identifiseres

### **Trinn 4: Fra prosesskrav til produksjonsutforming**

Formål:

- Dokumentere produksjonsprosessene
- Skape underlag for produksjonsutforming
- Identifisere behov for operatøropplæring

## **C.1.4 Trinn 1: Fra kundekrav til tekniske parametre (produktplanlegging)**

Produktplanleggingen er den viktigste fasen av en kundekravsanalyse, ettersom man i denne fasen bestemmer produktets egenskaper ut fra markedets krav. Dersom man feiler i denne fasen, spiller det ingen rolle hvor effektivt man gjennomfører de andre fasene. Bedriften kommer mest sannsynlig til å utvikle et produkt som ikke er i tråd med kundes ønsker, krav og forventninger.

### **1. Identifisere kundens behov og forventinger, de så kalte kundekrav**

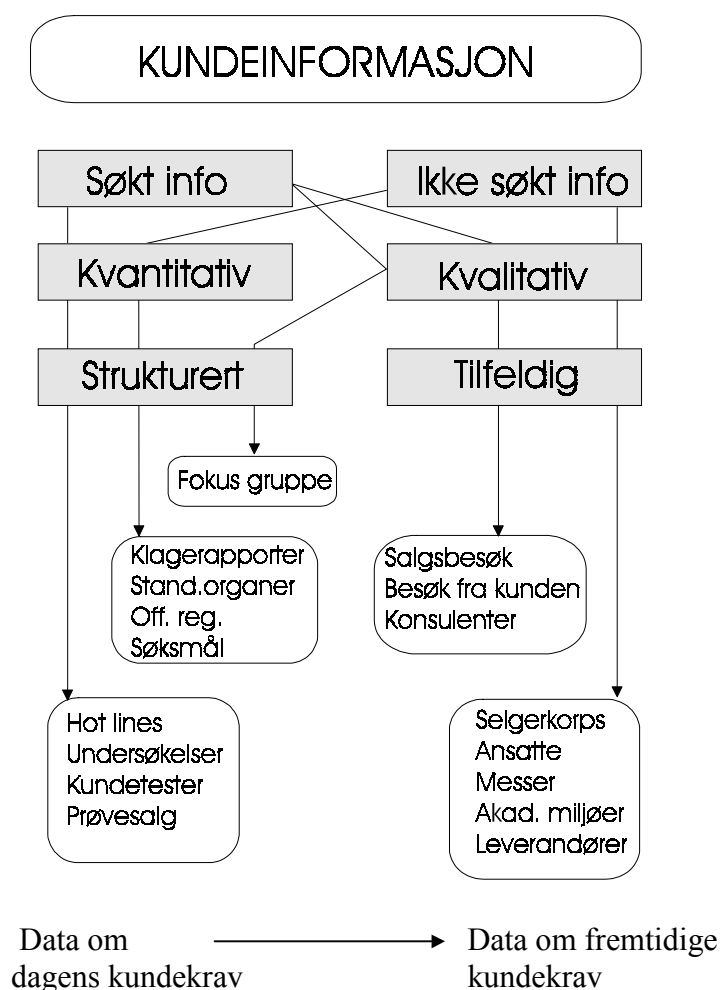
Første punkt i en kundekravsanalyse er å definere hvilket marked produktet har eller forventes å ha. Dermed kan kunder og eksterne interessenter (f.eks. lokale og sentrale myndigheter) identifiseres, og kundekrav hentes inn.

## 2. Identifisere kundens behov og forventinger, de så kalte kundekrav

Det som gjør kundekravssanalyse så unik er det primære fokus på kundekrav. Prosessen er ledet av hva kunden ønsker, ikke av teknologiske nyvinninger. Det brukes forholdsvis mye tid i planleggingsfasen i et utviklingsprosjekt etter kundekravssanalyse-metoden. Dette for å sikre bedriften en forståelse for hva kunden *egentlig* mener. Selv om man øker planleggingstiden i tidlige faser av utviklingsprosjektet kan den totale utviklingstiden bli redusert sammenlignet med «tradisjonelle» utviklingsmetoder.

Hva kunden ønsker vil bestemme hvilken teknologi som blir brukt, enten det kreves enkle forbedringer eller et revolusjonært teknologisk gjennombrudd. Suksess i fastlegging av kundekrav er direkte relatert til markedssuksess, fordi man har fokus på posisjoneringsegenskaper.

Kundeinformasjon kommer fra en rekke ulike kilder<sup>3</sup>



**Figur C.3** Ulike kilder for kundekrav

Oversikten gir et godt bilde av hvilke muligheter bedriften har i innhenting av kundeinformasjon, samt forskjeller mellom de ulike metodene.

<sup>3</sup>Quality Function Deployment; A Practitioner's Approach. James L. Bossets, Quality Press, 1991.

Data som bedriften selv tar initiativ til (søkt info), kvantitativ og strukturert kan være i form av kundeundersøkelser (surveys), markedsundersøkelser, prøvesalg eller analyse av konkurrentenes produkter. Dette er verdifull informasjon i det den sier noe om dagens markedsposisjon for bedriften. Ulempen er at informasjonen kun beskriver dagens situasjon, og ikke fremtidens (eller hvor bedriften beveger seg).

Data som ikke bedriften selv tar initiativet til, kvantitativ og strukturert har også denne svakheten. Disse data foreligger som regel i form av klagerapporter, pålagte krav til produktet fra myndighetene, f.eks. krav til resirkulering eller løsemiddelinnhold eller søksmål i forbindelse med bruk av produktet, det være seg fra konkurrenter eller brukere.

Den siste type av informasjon om dagens markedsforhold er kvalitative og strukturerte data som bedriften bevisst henter inn i form av fokusgrupper. Fokusgrupper er møter med forskjellige industriledere som kjøres med trenede konsulenter hvor målsettingen er å finne ut positive og negative sider ved dagens produkter, trender, samt meninger om oppfatninger om fremtidige produkter.

Informasjon om fremtidige kundekrav er viktig i det denne gir føringer for hvilke utviklingsretninger bedriften bør velge. Bedriften kan selv oppsøke kvalitativ informasjon på et mer tilfeldig vis, gjennom besøk fra kunder og hos kunder. Samtaler med ledende konsulenter kan også gi verdifull informasjon.

Kundekravsanalyse gir en tilgang til denne informasjonen og presenterer den på en fullt ut anvendbar måte. Prosjektgruppen får muligheter til ikke bare å se hva kundene sier de vektlegger, men også hva de ønsker, men ikke uttrykker. Det er dette som vil være fremtidige posisjoneringsegenskaper

Dette er utvilsomt det viktigste punktet i produktplanleggingen og også ofte det mest forsømte. Det bør settes av rikelig med tid til denne fasen.

### **3. Vekte kundekrav**

Når man studere listen over kundekrav, innser man at ikke alle krav er like viktige for kunden. For å få en oppfatning av hvilke krav som er viktige må man la kundene bedømme viktigheten av kravene.

Det vanligste er å la kunden poengbedømme kravene etter en gitt skala. Eksempel på en slik skala er som følger:

5 = Veldig viktig krav	<i>avgjørende betydning for mitt valg av produkt</i>
4 = Viktig krav	<i>stor betydning for mitt valg av produkt</i>
3 = Mindre viktig krav	<i>viss betydning for mitt valg av produkt</i>
2 = Ikke viktig krav	<i>mindre betydning for mitt valg av produkt</i>
1 = Uvesentlig krav	<i>ingen betydning for mitt valg av produkt</i>

Ett alternativ til poengbedømming av kundekravene er å rangere disse etter viktighet (rangordning). En enkel måte å gjøre dette på er å sammenligne kravene ett for ett.

Kundekravene settes opp i «HVA»-kolonnen i kvalitetshuset, mens de respektive vektingsverdiene settes opp i «HVA-HVORFOR»-kolonnen.



#### 4. Sette opp tekniske parametre og vekte sammenhengene

Når kundekrav er identifisert og vektet, kan en gå videre med å identifisere de tekniske egenskapene som kan beskrive produktløsningene, dvs. de forhold som kan måles fysisk i forhold til produktet.

Hvis ett av kundekravene til en god lunsj er at den skal være mettende, vil de «tekniske» parameterene være vekten på porsjonen, innhold av karbohydrater og innhold av proteiner. Vekten på porsjonen vil bety mest for å oppfylle krav til mettende lunsj, mens sammensetningen av porsjonen vil ha noe mindre betydning. Ofte vektet relasjonen mellom kundekrav og tekniske parametre som følger:

- sterk sammenheng gir 9 poeng
- middels sterk sammenheng gir 3 poeng
- svak sammenheng gir 1 poeng
- ingen sammenheng gir 0 poeng

Lag en oversikt over de forhold som kan måles fysisk i forhold til referanseproduktet, og ta med de forhold som det kan være aktuelt å måle for nye eller forbedrede varianter. Hvis mulig, beskriv de tekniske mål som referansesystemet skal oppfylle (maksimum eller minimum).

Når de tekniske parametrene er ført inn i kvalitetshuset («HVORDAN»), kan en gå gjennom hver enkelt teknisk parameter og vurdere på en skala fra 0 til 9 (0= ingen relasjon, 1= svak relasjon, 3= middels relasjon og 9= sterk relasjon) hvor sterke positive relasjoner det er til de ulike kundekravene. Fyll systematisk ut fra venstre til høyre som et teamarbeid i prosjektgruppen. Deretter kan prioriteringen av de tekniske parametrene beregnes som en sum av kundekrav og relasjon mellom tekniske parameter og kundekrav, se figur C.4.

	1	9	3	
	Tekn. param. A	Tekn. param. B	Tekn. param. c	Vekting
Kundekrav A	1	0	1	5
Kundekrav B	3	0	1	3
Kundekrav C	3	9	9	2
Kundekrav C	0	1	3	4
Beregning	20	22	38	
Rangering	3	2	1	

Figur C.4

Eksempel på utfylling av kundekrav, vektning av kundekrav, tekniske parametre og relasjon mellom tekniske parametre og kundekrav.

Eksempel på utfylling av kundekrav, vektning av kundekrav, tekniske parametre og relasjon mellom tekniske parametre og kundekrav. Beregning av total verdi for de tekniske parametrene fås som en sum av veking og relasjon kundekrav - teknisk parameter for hver kolonne. Eks. så vil teknisk parameter A få sum =  $(5*1) + (3*3) + (2*3) + (4*0) = 20$ .

Taket på huset kan fylles ut for å vise sammenhengene mellom de tekniske parametrene, og en bruker gjerne en skala på -9 til +9 for å angi dette.

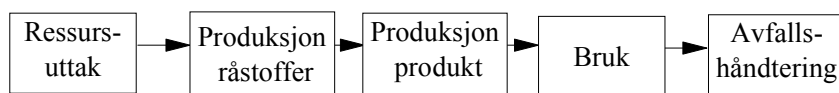
Vekting av kundekravet multipliseres med verdien satt for sammenhengen mellom kundekrav.

### 5. Utforme målverdier på de tekniske parametrene

En viktig del av produktplanleggingsprosessen er utforming av mål for produkttegenskapene. Om man tidligere i prosessen har hatt problemer med å innse behovet for kvantifiserbare produkttegenskaper, virker det logisk nå. Dette sammenstilles med ønsket retning på parametrene. Ønsker man størst mulig verdi, minst mulig, eller er det en optimal verdi.

## C.2 HVA ER LIVSLØPSVURDERING (LCA)?

En livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment - LCA) av et produkt er definert som en systematisk kartlegging og vurdering av miljø- og ressurspåvirkninger gjennom hele livsløpet til et produkt/produktsystem. En livsløpsvurdering tar utgangspunkt i et produktsystem, og vurderer miljø- og ressursmessige forhold ved dette systemet gjennom hele produktets livsløp, fra "vugge til grav", se figur C.5.



Figur C.5 Fasene gjennom et livsløp

Tre sentrale poenger ved en livsløpsvurdering er:

- man ser på hele det tekniske systemet som skal til for å frembringe, bruke og avhende produktet (systemanalyse) og ikke bare på produktet som sådan.
- man ser på hele materialsyklusen langs produktets verdikjede og ikke bare på en enkel operasjon eller bearbeidingsprosess for et produkt (f.eks. råstoffraffinerings).
- man ser på alle relevante miljø- og helsepåvirkninger for hele systemet og ikke bare på en enkelt miljøfaktor (f.eks. utslipp av løsemidler eller støy).

Dette gir en mer helhetlig tilnærming til helse-, miljø- og ressursproblemene enn det vi ofte har vært vitne til tidligere, der enkeltfaktorer eller enkeltstående prosesser har vært fokusert.

Tre sentrale spørsmål i en livsløpsvurdering er:

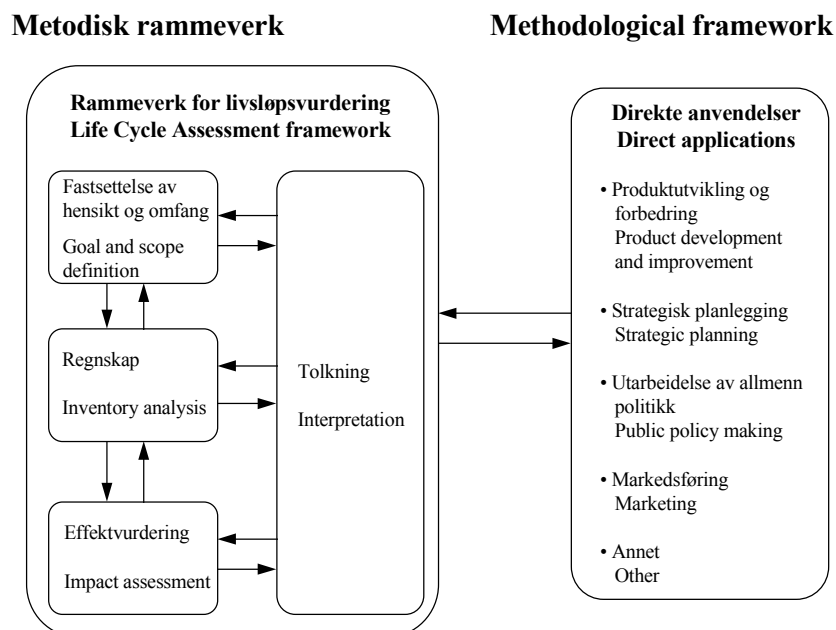
- Hvilke er de viktigste miljøproblemer for et system?
- Hvor i livsløpet oppstår de viktigste miljøproblemene?
- Hva er det største potensiale for forbedring av et system ut i fra en miljøeffektiv synsvinkel?

En LCA-studie kan deles inn i fire faser:

1. Fastsettelse av hensikt og omfang
2. Regnskap

3. Effektvurdering
  - klassifisering (relatere utslipp og innhold av miljøfarlige stoffer til relevante påvirkningskategorier)
  - karakterisering (kvantifisere bidragene fra de ulike utslippene til påvirkningskategorier)
  - vekting (foreta en vekting mellom de ulike utslippene eller påvirkningskategoriene)
4. Tolkning (tidligere kalt forbedringstrinnet)

Figur C.6 viser NS-EN ISO 14040 metodiske rammeverk for LCA.



Figur C.6 NS-EN ISO 14040 – metodisk rammeverk for LCA

Følgende standarder for gjennomføring av livsløpsvurderinger er utviklet eller under utvikling:

- NS-EN ISO 14040 : Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk  
 ISO 14041: Målformulering og kartlegging. International Standard akseptert.  
 ISO 14042: Effektvurdering (under utvikling av ISO/TC 207/SC5/WG 4)  
 ISO 14043: Tolkning (under utvikling av ISO/TC 207/SC5/WG 5)

I det følgende blir de ulike fasene presentert nærmere.

### C.2.1 Fastsettelse av hensikt og omfang

Første trinn i livsløpsvurderingen er målformulering. I målformuleringen inngår tre elementer som er avgjørende for resultatene av vurderingen:

- Formål med studien
- Systemgrenser
- Funksjonell enhet

#### *Formål*

Som i et hvert prosjekt er det viktig å definere formålet for en livsløpsvurdering. Så langt har et stort flertall av gjennomførte livsløpsvurderinger vært rettet mot sammenlignende studier av ulike emballasjetyper. Slike studier har tildels vært initiert av ulike nasjonale myndigheter,

og har i mange tilfeller ledet til bedriftsinitierte studier, som et ledd i argumentasjon mot mulige myndighetstiltak. Et antall livsløpsstudier har også blitt gjennomført som interne studier i enkeltbedrifter, som ledd i miljøstrategiske evalueringer samt produktutvikling.

### ***Systemgrenser***

En livsløpsvurdering tar utgangspunkt i et produksystem, dvs. et teknisk/økonomisk system som gjør det mulig å omgjøre innsatsfaktorer (råvarer, energi, m.m) til et produkt ved å:

- produsere produktet
- distribuere produktet ut til forbrukere
- anvende produktet
- sikre avfallshåndtering av produktet
- forestå all transport mellom de ulike enhetene i systemet.

I livsløpsvurderingen studeres alle utvekslinger mellom det teknisk/økonomiske systemet og økologiske systemer, både inngående strømmer (energi og råvarer) og utgående (avfall, forurensning til luft og vann, energitap mm.).

For å kunne sammenligne resultatene fra ulike produkter og ulike analyser er det viktig at systemgrensene fastsettes på et likeverdig grunnlag, dvs. at man har like kriterier for avgrensning av produksystemet. I flere livsløpsvurderinger er det påvist forskjellige resultater for to ulike produkter, først og fremst fordi produksystemene er definert forskjellige.

Forhold som bør tas i betraktning ved fastsettelse av systemgrenser kan deles inn i to grupper:

- Kriterier for hvilke elementer som skal inkluderes eller holdes utenfor vurderingen (f.eks. alle stoffer som inngår med mer enn 1 vekt%, 1% av energiforbruk eller 1% av en relevant miljøpåvirkning inkluderes)
- Kriterier for hvilken kvalitet det skal være på data som skal samles inn (f.eks. hvor gamle kan dataene være, hvilket geografisk område skal de være gyldige for, tekniske begrensinger for data, stedsspesifikke data, nøyaktighet, antagelse som kan legges til grunn, osv.)

Dette er alle forhold som kan påvirke det endelige resultatet og de bør derfor inkluderes når hensikten med studien vurderes.

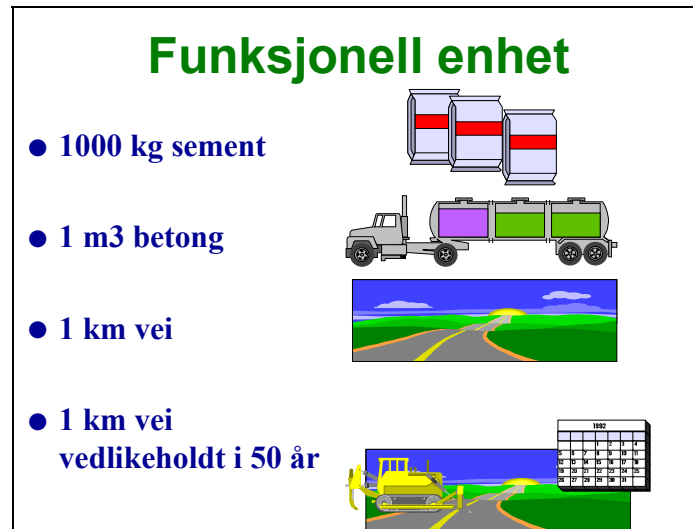
### ***Funksjonell enhet***

Den funksjonelle enhet er den enhet som angir et produkts ytelse i forhold til en bestemt brukers krav. Med utgangspunkt i sement og betong, kan den funksjonelle enhet være f.eks. 1000 kg sement eller 1 m<sup>3</sup> betong. Denne funksjonelle enheten sier ingenting om bruken av produktet. Hvis man skal sammenligne ulike produkter, er det viktig at den funksjonelle enhet gjenspeiler funksjonen til produktet. Dette kan f.eks. være 1 km vei, inkludert vedlikehold i løpet av en tidsperiode.

Den funksjonelle enheten vil i neste omgang fastlegge materialstrømmen av råvarer og produkter oppstrøms og nedstrøms for bruksfasen. F.eks. vil den funksjonelle enheten for 1 km vei vedlikeholdt i 50 år, bestemme hvor store mengder råvarer og ressurser som kreves for å produsere, vedlikeholde og avfallshandtere produktet. Materialflytanalysen viser hvilke strømmer som er store og viktige, og hvilke som vektmessig er av mindre betydning i forhold til innsamling av data for produksjon av råvarene. Figur C.7 viser ulike tilnærminger til valg

av funksjonell enhet der som en ønsker å vurdere sement i veidekke sett ut fra et livsløpsperspektiv.

Alle masse- og energistrømmer normeres i forhold til den funksjonell enheten.

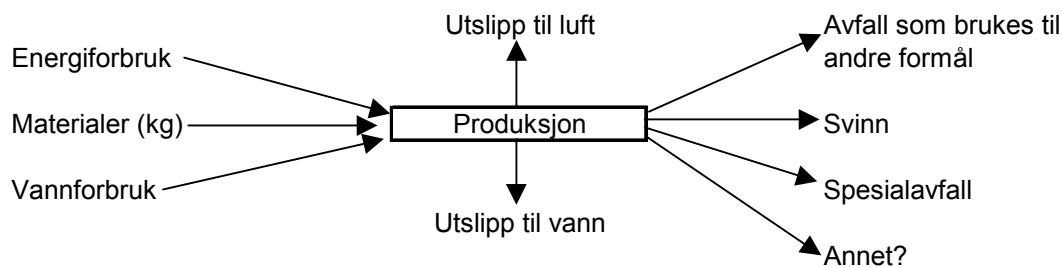


Figur C.7 Ulike tilnærminger til funksjonell enhet for sement i veidekke

Valg av riktig funksjonell enhet vil i mange analyser ha sentral betydning i forhold til resultatet av en sammenlignende studie. En funksjonell enhet er et uttrykk for hvor effektivt et produkt løser et spesifikt behov for en bruker, gjerne kvantifisert i forhold til den mengde materialer av et produkt som går med til å dekke dette behovet.

## C.2.2 Regnskap

I regnskapsfasen gjøres en detaljert beskrivelse av produksystemet. Basert på den funksjonelle enheten, fastlegges materialstrømmen av råvarer og produkter oppstrøms og nedstrøms for bruksfasen. Denne materialflytanalysen viser hvilke strømmer som er store og viktige, og hvilke som vektmessig er av mindre betydning i forhold til innsamling av data for produksjon av råvarene. Deretter innsamles data slik at det for hver fase (se figur C.5) beregnes ressursforbruk, utslipp og generert mengde avfall, som gitt i figur C.8 for hele produksystemet pr. funksjonell enhet.



Figur C.8 Eksempel på energi- og massebalanse

### C.2.3 Effektvurdering

Effektvurderingsfasen har som mål å analysere og vurdere de miljøpåvirkningene som kommer fram i regnskaps. Dette gjøres ved først å klassifisere ulike inn- og utstrømmer i ulike miljøpåvirkningskategorier. Disse kategoriene er basert på hvilken type påvirkning ulike utslipp og ressursforbruk har på miljøet. Dernest karakteriseres utlippene innenfor hver påvirkningskategori, slik for eksempel antall kg utslipp av SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub> vil regnes om til «forsuringspotensiale» i form av H<sup>+</sup>-ekvivalenter.

I det følgende opplistes hvilke kategorier som bør inkluderes i en livsløpsvurdering (Lindfors et. al, 1995):

- Forbruk av ressurser: energi og materialer
- Forbruk av ressurser: vann
- Forbruk av ressurser: areal
- Global klimaendring
- Ozonnedbryting
- Forsuring
- Eutrofiering
- Oksygensvinn i vann og vassdrag
- Fotokjemisk oksidasjon
- Økotoksisitet
- Biologisk diversitet
- Helse; toksiske påvirkninger
- Helse; ikke-toksiske påvirkninger
- Arbeidsmiljø
- Materialstrømmer ikke fulgt helt til vuggen
- Materialstrømmer ikke fulgt helt til graven

I tillegg gjøres vurderinger av forbruk av energiresurser, samt generering av produksjonsavfall.

I mange tilfeller vil det være ønskelig å komme frem til en samlet vurdering av ulike miljøpåvirkninger fra et produktsystem. Det er også ønskelig å rangere de ulike miljøpåvirkningene mot hverandre etter viktighet. En slik vektning vil alltid inneholde et element av subjektivitet og verdivalg, fordi fastsettelsen av verdiene på vektingsparametre aldri kan være basert på et strengt vitenskapelig metodegrunnlag. For å møte behovet for en samlet vurdering er det utviklet ulike typer vektingsmetoder.

### C.2.4 Tolking

Som vist i tidligere avsnitt er ett viktig formål med å gjennomføre en livsløpsvurdering, å kunne gi et bedre beslutningsunderlag for forbedring av produktsystemer.

Livsløpsvurderingen vil kunne gi et langt mer helhetlig bilde av hvor i produktsystemet de største miljøpåvirkningene oppstår, og følgelig et grunnlag for å vurdere hvor det er mest å hente på en miljøforbedring.

I forberedelsen til utvikling av standarder for livsløpsvurderinger under ISO, er det da også påpekt at forbedringstrinnet er det trinnet som helt mangler dokumentasjon. Dette var utgangspunkt for oppstartingen av bl.a. et større nordisk prosjekt for miljøtilpasset produktutvikling, der 25 større nordiske bedrifter har samarbeidet om å utvikle metoder, beslutningsverktøy og utdanningsprogrammer innenfor dette området, og gjennomføre en

lang rekke case-prosjekter for å komme frem til mer miljøtilpassede produkter. Grunnlaget for metodene er en generell modell for integrert produktutvikling som stammer fra Dansk Teknisk Høgskole (*Myrup-Andreasen og Hein, 1986*). Erfaringene fra dette prosjektet har bl.a. ledet frem til utvikling av en håndbok i miljøtilpasset produktutvikling (*Hanssen et. al 1995*), der informasjon og data fra livsløpsvurdering av produkter integreres i de ulike fasene og beslutningstrinnene i produktutviklingsmodellen.

I standarden "NS-EN ISO 14040 : Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk" har ISO foreslått å ikke inkludere forbedringstrinnet i metodikken. Dette begrunnes med at LCA er et informasjonsverktøy, som gir input til ulike beslutningsprosesser og at man av den grunn benytter andre metodiske tilnærminger som ikke fanges opp av LCA-metodikken, til å nytte seg av LCA-informasjonen.

### **C.3 HVA ER LIVSLØPSØKONOMI (LCC)?**

Når bedrifter vurderer å investere i produksjonsutstyr eller eiendom, blir det normalt gjennomført større økonomiske analyser ut fra levetid, avkastning og rentenivå før endelig beslutning om investeringen tas. Ved innkjøp av forbruksvarer av bedrifter og vanlige forbrukere er det sjelden at det blir gjennomført noen annen form for økonomiske analyse enn det å sammenligne innkjøpspris. Slike produkter blir derfor sjelden sammenlignet med hensyn på driftskostnader, vedlikeholdskostnader, servicekostnader, kostnader forbundet med forskjellig levetid etc. Ved bare å fokusere på innkjøpspris vil det ofte bli valgt produkter med lav kvalitet og lav levetid. Slike produkter er derfor ofte dyrere i bruk, og de bidrar til et «bruk og kast»-samfunn med store avfallsmengder og stor bruk av ressurser.

De fleste industrielle produkter gir miljømessige problemer ved produksjon, bruk eller avhending. I dag er disse kostnadene veldig sjelden inkludert i økonomiske analyser, kanskje med unntak av rensekostnader i produksjonen. I fremtiden vil eksterne miljømessige kostnader bli integrert i budsjetter og regnskapssystemer til en bedrift, gjennom miljøskatter, finansiering av gjenvinningssystemer og avfallsbehandlingssystemer.

De følgende kostnadene skulle som et minimum bli vurdert i et LCC-regnskap:

Netto livsløpskostnads-analysen for kunden bør inkludere:

- Innkjøpspris for produktet (av kunden)
- Energikostnader for bruk av produktet
- Transport kostnader
- Miljøkostnader (f.eks. behandling av spesialavfall)
- Vedlikeholdskostnader
- Driftskostnader
- Service and reparasjonskostnader
- Kostnader relatert til avhending av produktet

Netto livsløpsprofitt-analysen for produsenten bør inkludere

- Kostnader for råvarer
- Energikostnader for ulike energibærere
- Produksjonskostnader

- Transport kostnader
- Miljøkostnader (f.eks. tilbaketaking av tomemballasje, spesialavfall, renskostnader)
- Salgsinntekter
- Servicekostnader
- Andre typer av inntekt eller sparetiltak.