

LIVSCYKELANALYS: PELLETSPANNA FRÅN KVÄNUM ENERGI

LIFE CYCLE ASSESSMENT: PELLET BOILER FROM KVÄNUM ENERGI

Examensarbete inom huvudområdet maskinteknik,
inriktning bistånd.
22,5 Högskolepoäng
Hösttermin 2012

Valentina Bäckerstam, Johan Junefjäll
Handledare: Tero Viitala
Examinator: Anders Biel

Sammanfattning

Denna studie kartlägger miljöpåverkan vad gäller koldioxid för en panncentral på uppdrag av Kvänum energi. Panncentralen, som eldar pellets, består av en huvudbyggnad, som i sin tur innehåller flera komponenter så som pannor, rör etc. Till panncentralen tillhör även en silo och en askcontainer. Den totala vikten för hela panncentralen är ungefär 63 ton. Panncentralen har en effekt på 600 kW per panna och i centralen ingår 3 pannor, med plats för en fjärde panna vid behov. Studien har följt SS-ISO 14040 så långt det har varit möjligt. Panncentralen tillverkas på Kvänumenergis anläggning i Kvänum för att sedan monteras på plats hos kund. För att göra analysen mer hanterbar har panncentralen delats in i mindre delar, dessa delar baseras på material. Vid beräkningar av utsläpp framkom att material var av större vikt vid miljöpåverkan än till exempel transport. Konstruktionsförbättringsförslaget var främst inriktat på material och hur ett eventuellt materialbyte skulle påverka miljö- och energikostnad. Möjligheten att konstruera byggnaden och silon i aluminium undersöktes ur hållfasthetsynpunkt, med hänsyn till pris och miljöpåverkan. Ur konstruktionssynpunkt är stål och aluminium likvärdiga för ändamålet. Kostnadsmissigt är aluminium dyrare men återvinningsmöjligheten för aluminium är betydligt bättre än för stål. För beräkning av miljöpåverkan användes EPS (Environmental priority strategies) vilket är en svensk metod framtagen för konstruktörer på Volvo. Vid jämförelse av stål- och aluminiumkonstruktion gav aluminiumkonstruktionen ett mindre koldioxidutsläpp, dvs. aluminiumkonstruktionen är bättre ur ett miljöperspektiv. Studien innefattar även en kort undersökning om vad en transport till ett fossilberoende land skulle ge för utsläpp. Utsläppet med båt och lastbil blir ca 1 ton CO₂. I studien har Litauen valts som exempel eftersom Litauen har samma klimat som Sverige, dvs. stort uppvärmningsbehov under vinterhalvåret, och eftersom Litauen har ett stort beroende av olja och gas för uppvärmning.

Abstract

This study will identify the environmental impact in terms of carbon dioxide for a boiler house on behalf of Kvänum energi. The boiler central consists of a main building, which in turn contains multiple components such as boilers, pipes, etc, the boiler central uses pellets fuel. It also includes a silo and an ash container. The total weight of the boiler is about 63 tons. Each boiler has an output of 600 kW; the central includes three boilers with room for a fourth if necessary. The study has followed the ISO 14040 as far as it has been possible. The boiler central is manufactured at Kvänum Energi's plant in Kvänum and then assembled on-site for the customer. When analyzing the system the entire product has been divided into smaller parts to make the analysis more manageable. The breakdown was made regarding the material. The conclusions from the calculations of emissions were that material was of greater importance to the environment than transportation. Design improvement proposal was mainly focused on materials and how any change of material would affect the environment and energy consumption. The ability to construct the building and silo in aluminum was investigated from the strength, price and environmental impact point of views. From design point of view, steel and aluminum are equivalent for the purpose, but in terms of cost, aluminum is more expensive. However the recycling option is significantly better for aluminum. EPS (Environmental Priority Strategies), which is a Swedish method developed for engineers at Volvo, was used for the calculation of environmental impact. When comparing steel and aluminum, the aluminum construction received a lower value regarding carbon dioxide i.e. better from an environmental perspective. The study includes a short survey on a transport to a fossil fuel dependent country, and it is investigated whether such a transport would be justified. The transport would be by boat and truck and the resulting emissions from the transport is about 1 ton of CO₂. In the study, Lithuania has been chosen as an example because it has the same climate as in Sweden, i.e. a large need for heating during winter, and also because that Lithuania has a high dependence of oil and gas for heating.

Förord

Detta examensarbete avslutar utbildningen till biståndsingenjör vid Högskolan i Skövde. Examensarbetet är utfört på önskan av Kvänum energi genom Miljöbron under vårterminen 2011 till vårterminen 2012. Arbetets omfattning är på 22,5 högskolepoäng.

Under arbetets gång har personal på Kvänum energi visat sitt intresse och varit till stor hjälp, även underleverantörer har varit behjälpliga vid eventuella frågor. Framst ett tack till Bengt O Nilsson för att han tålmodigt har svarat på våra frågor.

Författarna vill tacka Lennart Ljungberg, för hjälp med materialvalsprogrammet och litteraturhänvisningar. Tack Tero Viitala för all handledning.

Innehåll

	Sida:
Sammanfattning	iii
Abstract	iii
Förord	iv
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Uppgift	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Livscykelanalys (LCA)	2
1.5 Materialvalsprogram, CES EduPack/Garanta design	3
2 Definition av omfattning	5
2.1 Omfattning	5
2.1.1. Det studerade produktsystemet	5
2.1.2. Produktsystemets funktioner	6
2.1.3. Systemgräns	6
2.1.4. Allokeringmetoder	6
2.1.5. Valda påverkanskategorier	7
2.1.6. Datakrav och inledande data-kvalitetskrav	7
2.1.7. Antaganden och begränsningar	7
3 Inventeringsanalys	9
3.1 Anläggningen och datainsamling	9
3.1.1. Konstruktion, materialval och montering	9
3.1.2. Transport	10
3.2 Återvinning av komponenter	10
3.2.1. Stålkomponenter	11
3.2.2. Betongfundament	11
3.2.3. Elstyrning	11
3.2.4. Isolering	11
3.2.5. Brännare	11
3.3 Resultat	11
4 Konstruktionsförbättringsförslag	13
4.1 Omrörare	13
4.1.1. Material	13
4.1.2. Konstruktionsförbättringsförslag	13
4.2 Materialbyte i huvudbyggnaden	13
4.2.1. Egenskaper	13
4.2.2. Bearbetning	14
4.2.3. Pris	14
4.2.4. Återvinning	14
5 Miljöpåverkansbedömning	15
6 Transportmöjligheter	18

6.1	Bakgrund.....	19
6.1	Transportmöjligheter.....	19
6.2	Bränsletillgång	19
6.3	Fördelar/nackdelar för användning av pelletsspannor i Litauen.....	20
7	Slutsatser och resultat.....	21
8	Diskussion.....	23
9	Referenser	25
9.1	Skriftliga källor:	25
9.2	Internetbaserade källor:.....	25
9.3	Personliga kontakter:.....	27

BILAGA A KOLDIOXID, ENERGI, TRANSPORTER OCH ÅTERVINNINGSMÖJLIGHETER PER ENHET.

BILAGA B STYCKLISTA BRÄNNARE

1 Inledning

Denna studie är baserad på standard SS-ISO 14040 och följer dess upplägg på struktur, strukturen inkluderar bland annat rubriksättningar och i vilken ordning rubrikerna sätts. Detta inledande kapitel beskriver arbetets bakgrund, vilka uppgifter som utfördes och vilka avgränsningar som gjordes gällande arbetet. Kapitlet innehåller även en kort beskrivning av Livscykelanalys (LCA) och materialvalsprogrammet (CES EduPack).

1.1 Bakgrund

Kvänum energi är en ekonomisk förening i Västra Götaland som tillhandhåller tjänster inom bioenergi, elnät, elhandel och bredband. De tillverkar även panncentraler i varierande storlekar. Föreningen har tagit kontakt med Miljöbron för att genom ett examensarbete undersöka miljöpåverkan av en panncentral.

Idag är klimatförändringarna ett utav de största hoten i vår tid. Enligt FNs klimatpanel (IPCC) är den globala uppvärmningen entydig. Iakttagelser visar tydligt att medeltemperaturen i vatten och luft stiger, vilket bland annat för med sig att isarna smälter och att vattennivåerna i haven stiger. Enligt EU-organet, Europeiska miljöbyrå (EEA), är det mycket troligt att uppvärmningen till största delen beror på ”växthusgasutsläpp från mänsklig verksamhet” (Europeiska miljöbyrå, 2011).

De senaste 150 åren har medeltemperaturen globalt stigit med 0,8°C, och i Europa har medeltemperaturen stigit med ungefär 1°C. Om ingenting görs för att förhindra utvecklingen genom att begränsa utsläppen av växthusgaser tror IPCC att medeltemperaturen kan höjas ytterligare med mellan 1,8°C till 4,0°C de närmaste 100 åren (Europeiska miljöbyrå, 2011).

Nedan följer en lista över konsekvenser av den globala uppvärmningen, som Världsnaturfonden (WWF) har sammanställt, (Världsnaturfonden, 2011):

- Global glaciärsmältning. I och med att isar smälter ökar risken för förlorade ekosystem, översvämningar och brist på dricksvatten. Miljontals människor i lågländer är i fara.
- En minskning av havsistäcket på Arktis. 2002 hade isarna minskat med 9 procent mer än medelvärdet för minskningen för de senaste årtiondena. Mätningar från National Snow and Ice Data Center, som sköter mätningar åt Nasa, visar att isarna smälter allt snabbare. Isbjörnen som är beroende av sin naturliga levnadsmiljö är hotad.
- Torka och värmeböljor. En WWF-rapport visar att den förstärkta växthuseffekten med största sannolikhet var en nyckelfaktor när Australien år 2002 drabbades av den värsta torkan hittills.
- Djur som dör. Beståndet av nordatlantisk lax minskade drastiskt när havstemperaturen år 1997 steg 6°C över det normala. Ju varmare vattnet blir, desto mer mat behöver laxen och blir det för varmt svälter laxen ihjäl.
- Havsnivåer stiger. När vatten värms upp ökar dess volym. Smältvatten från ismassor tillkommer också. Ö-nationer i Indiska oceanen och Fijiöarna i Stilla havet har redan idag drabbats av höjda havsnivåer och några av öarna kan på sikt komma att försvinna helt visar data från IPCC.
- Ökade kostnader för klimatrelaterade katastrofer. Enligt Swissre, försäkringsbolaget vars experter årligen sammanställt rapporter om katastrofkostnader på FNs initiativ, kostade naturkatastrofer 58 miljarder USD år 2003 och en trend med ökade kostnader ser ut att fortsätta. Likaså pekar en rapport från EUs miljöbyrå, EEA, på att nästan två tredjedelar av alla katastrofer i Europa sedan 1980 orsakats av stormar, översvämningar och extremt väder och på att de ekonomiska förlusterna har dubblats på 20 år. Bland annat flyttar fler människor till städer och vi bygger mer i utsatta områden. I kombination med allt fler naturkatastrofer ökar därför skadekostnader.

Utsläppen av växthusgaser är ojämnt fördelade. Hälften av alla utsläpp sker av de rika länderna medan endast 15 % av jordens befolkning bor i de rika delarna av världen. Däremot drabbas de fattiga länderna värst av följderna av klimatförändringarna, i och med att livsmedelsförsörjningen blir osäker, fler och värre naturkatastrofer inträffar och att sjukdomar sprids (UNDP, 2011).

Då klimatförändringarna är globala behövs gemensamma ansträngningar för att minska utsläppen. Ett försök att gemensamt minska utsläppen har gjorts av FN:s ramkonvention om klimatförändring, UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) och dess Koyoto-protokoll. Det är ett internationellt ramverk för att försöka minska klimatförändringarna. UNFCCC definierar mål och hur de ska uppnås. Då länderna har olika förutsättningar för att påverka klimatförändringarna har det beslutats att industriländerna ska ta ett större ansvar eftersom de står för, som tidigare nämnts, den största andelen av utsläppen och eftersom de har de bästa ekonomiska och kunskapsmässiga förutsättningarna för att påverka klimatförändringarna (Europeiska kommissionen, 2011).

1.2 Uppgift

- Att göra en livscykelanalys på en av Kvänum Energis större panncentraler till (Volvo Penta), detta sett på koldioxidmängd. Uppgiften innebär en inventering av miljöpåverkan i följande steg i livscykeln: konstruktion, materialval, transport och montering.
- Utvärdering av återvinningsmöjligheter.
- Komma med idéer till möjliga konstruktionsförslag som kan förbättra panncentralen med avseende på att minska koldioxidutsläpp. Detta kan t.ex. innebära andra materialval, geometriförändringar eller alternativa transportmetoder.
- Arbetet kommer att undersöka möjligheten för export av panncentralen till ett fossilberoende land. Rådande förutsättningar vad gäller både bränsletillgång och transport av anläggningen ska undersökas ur ett CO₂-perspektiv.

1.3 Avgränsningar

- I livscykelanalysen ska panncentralen analyseras, inte bränslet.
- Ingen utvärdering av återvinning kommer att göras eftersom ingen panncentral ännu har demonterats. Dock så kommer data rörande en tänkt återvinning och sluthantering presenteras.
- Livscykelanalysen av panncentralen kommer vara förenklad och fokusera på råvaror, tillverkning och transport.
- Landet som kommer att användas som exempel är Litauen, ett relativt fattigt land med stort beroende av fossila bränslen. Även möjligheter för andra bränslen än pellets kommer undersökas.

1.4 Livscykelanalys (LCA)

LCA är en metod för att se den totala miljöpåverkan för en produkts eller tjänsts hela livscykel, det vill säga från att energi och material utvinns ur naturen till dess att produkten är uttjänt och förs tillbaka till naturen igen (Rydh, Lindahl & Tingström, 2002). Livscykelanalysen har flera användningsområden och kan till exempel användas för att jämföra olika produkter, material eller produktionsmetoder för att välja den bästa ur miljöhänsyn. Den kan också vara en metod för att se om produkten är uthållig det vill säga om den är baserad på råvaror som kanske kommer att bli alltmer sällsynta och därmed bli dyrare (Carlsson & Pålsson, 2008).

En LCA består av fyra faser (Carlsson & Pålsson, 2008), som denna rapport följer:

1. *Definition av mål och omfattning.* I denna första fas ska syftet med analysen förklaras, och vad resultatet ska användas till. Det är även viktigt att göra en tydlig avgränsning av vilka delar analysen omfattar. En första skiss över produktsystemet ska utföras, i syfte att få en förståelse för processen.
2. *Inventeringsanalysen.* Detta moment omfattar insamling, sortering och beräkningar av alla de data som är av vikt för analysen, det vill säga resurser, avfall, utsläpp och produktion. Ett flödesschema över systemet utformas utefter de data som samlats in.
3. *Miljöpåverkansbedömning.* Här analyseras hur de olika flödena i systemet påverkar miljön, och i vilken omfattning de påverkar miljön.
4. *Tolkning.* Den eller de personer som har utfört studien tolkar resultatet. Tolkningen omfattar även en sammanställning över de slutsatser, svagheter och rekommendationer som utföraren kommit fram till.

Det finns ett par olika metoder och standarder att följa vid en analys, i Sverige finns det två ISO-standarder. SS-ISO 14040 innehåller de övergripande principerna och struktur vad analysen ska innehålla. SS-ISO 14044 innehåller detaljerade krav och rekommendationer som ska tillämpas vid själva genomförandet (Carlsson & Pålsson, 2008). I detta arbete följdes den tidigare, SS-ISO 14040.

1.5 Materialvalsprogram, CES EduPack/Garanta design

För beräkning av koldioxidutsläpp används materialvalsprogrammet, CES EduPack 2011. I programmet kan värden fås på alla de detaljer som påverkar det totala utsläppet. Kategorier som kan specificeras är bland annat vikt, material, transport, tillverkningsmetod, andel av materialet som kommer från återvunnet material, andel av materialet som återvinns i slutfasen. Programmet har många andra funktioner så som en sökfunktion där materialegenskaper kan specificeras för att få fram ett förslag på material (Garanta design, 2011). CES EduPack har används som huvudsaklig uträkningsmetod, men resultaten som programmet beräknat har även kontrollerats genom att göra uträkningar för hand.

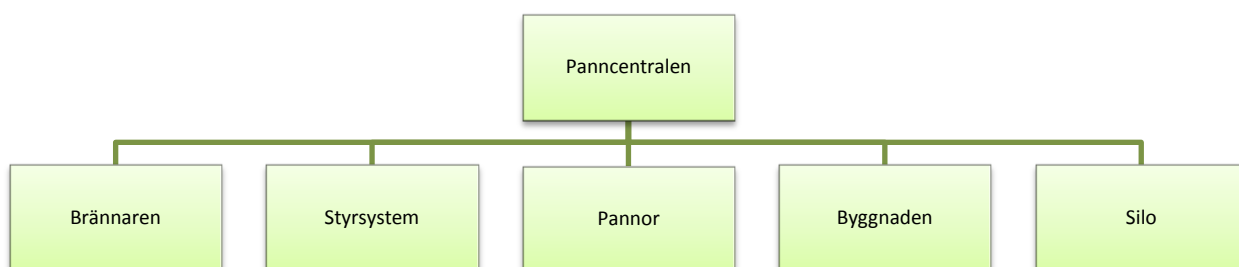
2 Definition av omfattning

2.1 Omfattning

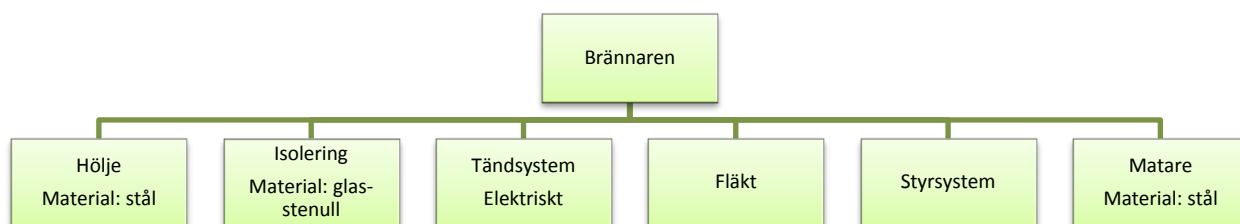
2.1.1. Det studerade produktsystemet

Alla de delar av panncentralen som studerades och analyserades är listade i figur 1-6. Kartläggningen börjar i ett stort perspektiv, det vill säga de delar som till största del påverkar CO₂-utsläppen för panncentralen, se figur 1.

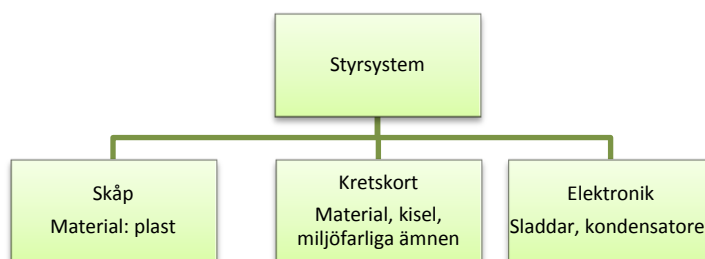
För varje enhet som kartlagts i figur 1, utförs en kartläggning av de delar som ingår i respektive huvudsakliga del, de mer detaljerade kartläggningarna ses i figur 2-6. Det vill säga att en kartläggning av innehållen sker på en mer detaljerad nivå för brännaren, styrsystem, pannor, byggnaden och silo. För transport finns inget eget diagram eftersom den ingår för alla de ovan nämnda delarna. Med transport menas de transporter som sker då råvaror transporteras till fabrik, från underleverantör till Kvänum energi och då moduler transporteras från Kvänum energi till kund. Det är alltså de delar som redovisas i figurerna 1-6 som ligger till grund för analysen.



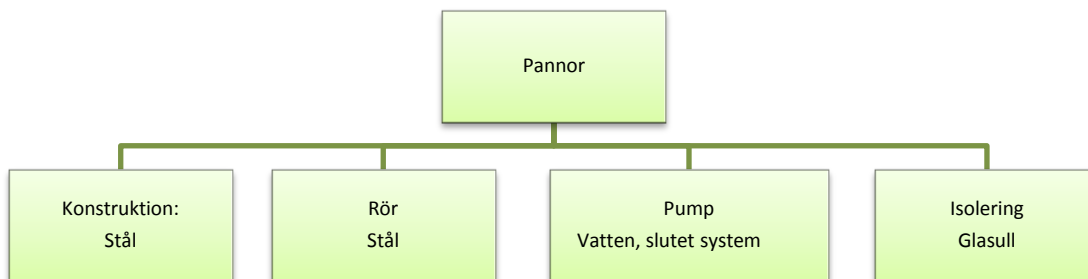
Figur 1. De huvudsakliga delarna som ingår i panncentralen.



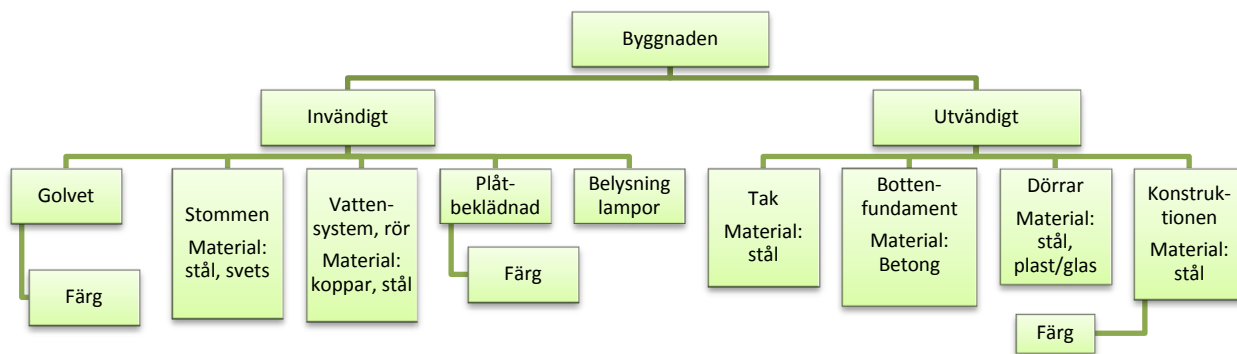
Figur 2. De delar som ingår i brännaren.



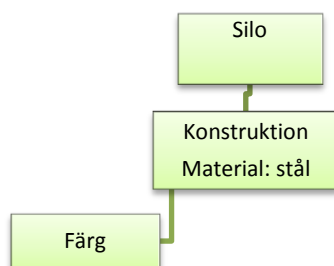
Figur 3. De delar som ingår i styrsystemet.



Figur 4. De delar som ingår i pannorna.



Figur 5. De delar som ingår i byggnaden.



Figur 6. De delar som ingår i silon

2.1.2. Produktsystemets funktioner

Funktionen för produktsystemet är att förse ansluten byggnad med vattenburen värme, genom förbränning av pellets. Grundmonteringen av produktsystemet sker på anläggningen i Kvänum, för att sedan transporteras till kund där slutmontering sker.

2.1.3. Systemgräns

För att avgränsa studien och för att få hanterbar data för en överskådlig analys behöver det studerade produktsystemet begränsas. De gränser som sätts för denna analys är:

- De värden som används är de värden som är givna i materialvalsprogrammet CES EduPack.
- De värden som används är kopplade till råmaterial, tillverkning, montering och sluthantering.

2.1.4. Allokeringmetoder

Allokering är ett sätt att undersöka hur resurser och utsläpp fördelas i en anläggning. Till exempel om flera olika produkter tillverkas i samma fabrik gäller det att urskilja den specifika produktens resursförbrukning och utsläpp ifrån den totala resursförbrukningen och de totala utsläppen som alla produkter genererar.

Allokering kommer att undvikas så mycket som det går. Då endast en anläggning tillverkas i taget kan dess specifika miljöpåverkan uppskattas. Ifråga om spill kommer standard att följas.

Enligt ISO-14044 rekommenderas i första hand ingen allokering (Carlsson & Pålsson, 2008).

2.1.5. Valda påverkanskategorier

De miljöpåverkanskategorier som kommer att undersökas är växthuseffekten. Alltså de koldioxidutsläpp som systemet ger upphov till. De miljöpåverkansindikatorer som används är kilo koldioxid per år.

2.1.6. Datakrav och inledande data-kvalitetskrav

De data som används i rapporten ska vara dokumenterade. Data från både *Kvänum energi* och databaser kommer användas. Konsekvent hantering och insamling av data eftersträvas. De data som samlas in ska vara reproducerbara, det vill säga att data ska vara samma oberoende av vem eller när data samlades in.

2.1.7. Antaganden och begränsningar

De antaganden som görs baseras på data och generaliseringar.

- Inget läckage av miljöfarliga ämnen fram till deponi-fasen
- Alla typer av transporter inom specifik transportmetod (båt, lastbil, flyg, tåg etc.) har samma miljöinverkan. Exempelvis används samma CO₂-utsläpp för lastbilstransport, ingen hänsyn tas till om lastbilen går på bensin, diesel eller biobränsle. Inte heller var transporten sker, det vill säga lika stor miljöpåverkan för inrikes transport som utrikes.

3 Inventeringsanalys

3.1 Anläggningen och datainsamling

Anläggningen består av en huvudbyggnad, två silos för förvaring av pellets, en tank för bioolja och en container för aska, se figur 6. I huvudbyggnaden är tre pannor installerade, två för förbränning av pellets, se figur 7, och en reservpanna för förbränning av bioolja. Det finns även utrymme för ytterligare en panna om behov av större effekt skulle uppkomma. Samtliga pannor har en effekt på 600 kW styck. Den pellets som används är främst tillverkade av sågspån och kutterspån som är restprodukter från träindustrin (Kvänum energi, 2011a). Silorna används för förvaring av pellets.



Figur 6. Panncentralen (Kvänum energi, 2011)



Figur 7. Pellets pannorna (Kvänum energi, 2011)

Enligt data inhämtad från Kvänum energi är vikten på anläggningen, inklusive silo, betongfundament och övriga komponenter 62 ton, se tabell 1

3.1.1. Konstruktion, materialval och montering

Huvudbyggnaden är konstruerad i två delar, dessa monteras vid Kvänum energi, se figur 7. Vid transport fraktas delarna separat på lastbilar, se figur 8. Alla övriga komponenter monteras på plats. Brännaren och pannan köps in färdiga från Janfire.



Figur 8. Modulerna transporteras till kund.

Silorna är fristående och väger ca 6900 kg totalt, de rymmer 90 m³ per styck, vilket motsvarar totalt 116 ton pellets. Silorna är helsvetsade och tillverkas i korrugerad, stålplåt. Plåten blåstras för att sedan målas med ett 8 µm tunt lager av zinkfosfatfärg och topplackeras med ett 8 µm tunt lager av alkydlack. De transporteras separat på lastbil, för montering på plats. För förvaringen av bioolja används en tank som rymmer 15 m³ och som väger 2200 kg, även den är tillverkad i stålplåt. En askcontainer är placerad utanför huvudanläggningen för förvaring av askan som blir över vid förbränningen. Denna container väger cirka 800 kg och även den tillverkas i stålplåt.

Bottenfundamentet av betong gjuts direkt på plats. Den totala volymen betong är ungefär 16 m³.

Rören är tillverkade av stål och isolerade med glasull. Även pannluckorna isoleras i mindre omfattning med glasull. Den totala rörinstallationen väger ungefär 1200 kg, se tabell 1. Rörsystemet svetsas ihop och den metod som används är gasvolframsvetsning (TIG). Totalt svetsas ungefär en sträcka på 150-200 cm.

Insidan av byggnaden målas. Golvet målas med en 2-komponent, isocyanatfri enskiktsfärg med hög volymtorrhalt, baserad på oxianrester. Färgens lösningsmedelsutsläpp är låga på grund av den höga torrhalten. Väggarna målas först med en grundfärg och sedan med en täckfärg. Grundfärgen är alkydbaserad även denna med hög torrhalt. Täckfärgen är också alkydbaserad.

Ett antal pumpar är utplacerade i huvudbyggnaden. Dessa är främst för vatten men även i mindre omfattning för luft. Total vikt för alla pumparna och fläktar är ungefär 1000 kg.

Tabell 1. Del och vikt i hela konstruktionen

Huvuddel	Vikt (kg)
Byggnad	5362
Silo	6877
Betongfundament	36800
Komponent	
Pannor (3 st)	3300/st
Rörinstallation	1200
Styrskåp och el	1000
Rörisolering	70
Pannluckor	100
Övrigt (Pumpar etc.)	1000
Totalt	62 309

3.1.2. Transport

Stålplåten tillverkas i Polen och fraktas med lastbil och båt till Kvänum. Total sträcka är 825 km, 500 km med lastbil och 325 med båt (eniro.se, 2011).

Övriga delar inhandlas från närliggande producenter och schablonmässigt används i beräkningarna en sträcka på 10 km för samtliga övriga delar.

Vid transport av hela konstruktionen så har ett schablonmässigt avstånd på 100 km används.

3.2 Återvinning av komponenter

Återvinningsmöjligheterna är i samtliga fall uppskattade, se vidare i kap 3.2.1-3.2.6. Den första central att tas i drift är den vid Billinge hus 1997 som fortfarande är i fullt bruk. Vikt, material och lämplig återvinningsåtgärder enligt tabell 2.

Tabell 2. Återvinning vid olika komponenter

Del	Material	Mängd (kg)	Återvinningsmetod	Andel som återvinns (%)
Bottenfundament	Betong	36800	Ombearbetning	100
Plåt, väggar, tak	Stål	5362	Omsmältning	100
Silo	Stål	6877	Omsmältning	100
Panna	Stål	9900	Omsmältning	100
Brännare	Div.	620	Nedbrytning	N/A
Rör	Stål	1200	Omsmältning	100
Elektronik	Div.	1000	Nedbrytning	N/A
Isolering	Glasull	70	Deponi	0

3.2.1. Stålkomponenter

Samtliga komponenter av stål kan återvinnas utan större bearbetning och återvinningsgraden är 100 %. Det är i detta skede en stor del av energin fås tillbaka. Då stålproduktion av återvunnet material kräver endast ca 30 % av den energin som går åt vid malmbaserad stålproduktion (Ekerot, S, 2003).

3.2.2. Betongfundament

Betongfundamenten vid panncentralen går att återvinna till största del. Visst arbete krävs för att bryta loss betongen och frakta den till en återvinningsstation för betong.

Flera betongföretag har idag egna återvinningsanläggningar. Om betongen är armerad måste först armeringstångarna tas bort, därefter kan betong malas ner och användas i ny betong. Då det finns kvarbliven cement i den återvunna betongen så kommer den bli stabilare än vanlig ballast (Heidelberg Cement, 2011).

3.2.3. Elstyrning

Det är viktigt att återvinning och nedmontering av styrsystemet sker till 100 % eftersom styrsystemet innehåller mycket blandat material, plast, koppar, kisel och så vidare. Då dessa är tillverkade i EU innebär det att de följer Rohs Weee-standard (Röstberg, H, 2011). Vilket i sin tur innebär att de inte innehåller miljöfarliga ämnen som till exempel bly eller sexvärt krom.

3.2.4. Isolering

Glasull som inte använts kan smältas om och återvinnas. Däremot kan använd glasull inte återvinnas, då den måste vara ny, torr och ren. Då glasullen är använd är deponi det enda alternativet (Isover, 2011).

3.2.5. Brännare

Brännarna för pelletspannorna är 2 stycken 600 kW SBS Janfire, de väger 620 kg per styck och består till största delen av stål (SS 2333, DX 240, 253 MA) och keramer (Jadrijević, 2011). I brännarna sitter även omrörare för att få de brinnande pelletsen att cirkulera i trumman. Dessa omrörare är tillverkade av 253 MA. Även viss elektronik i form av termokontakter förekommer i pelletspannor. Då det ingår keramer är det lämpligt att brännaren demonteras på en sortergård, varefter stålet och elektroniken kan återvinnas. För stycklista se bilaga B.

3.3 Resultat

Materialmängden är från Kvänum Energi, se tabell 1 och 2, därefter matades de data in i CES. Resultaten med avseende på energi och CO₂-mängd vid tillverkning, materialet (brytning och framställning), transport och återvunnen energi vid återvinning. Resultaten är presenterade i tabell 3 och 4.

Tabell 3. Mängd CO₂ utsläpp och återvinningsmöjlighet för olika komponenter.

	Mängd material (kg)	CO ₂ Utsläpp material (Kg)	CO ₂ vid tillverkning (Kg)	Transport samt aveckling (Kg)	Total CO ₂ utsläpp (Kg)	CO ₂ vid återvinning (Kg)
Silo	6877	8880	1590	275	10745	7430
Pannor	9900	17200	2180	248	19628	10300
Rör	1200	4470	217	90	4777	2800
Isolering	70	203	0	1	204	0
Byggnad	5360	6920	1240	215	8375	5800
Fundament	37000	3490	0	626	4116	0
Summa	60407	41163	5227	1455	47845	26330

Tabell 4. Energimängd och återvinningsmöjlighet för olika komponenter

	Energi Material (MJ)	Energi Tillverkning (MJ)	Total energiåtgång (MJ)	Transport samt aveckling (MJ)	Energi vid återvinning (MJ)
Silo	126000	21200	147200	7330	76000
Pannor	220000	29100	249100	3520	132000
Rör	71200	2890	74090	1280	44000
Isolering	3430	0	3430	19	0
Byggnad	98500	16500	115000	5720	59000
Fundament	42000	0	42000	8920	0
Summa	561130	69690	630820	26789	311000

*Där värdet är 0 på tillverkning så ingår energin i materialet.

**Där värdet är 0 vid återvinning är återvinningsmetoden deponi.

Alla värden på energi och CO₂ är framtagna genom CES databas för miljöpåverkan.

Av tabellerna framkommer att den största delen CO₂-utsläppen och energimängden, med avseende på material, är i byggnaden, silon och pannorna. Silo och byggnaden ger ett totalt utsläpp på 5900 kg koldioxid, de vill säga i stålkonstruktionerna. Det är efter dessa siffror konstruktionsförbättringsförslaget ämnar förbättra.

För mer detaljerad information om samtliga komponenter se bilaga A.

4 Konstruktionsförbättringsförslag

För att minska utsläppen i konstruktionen undersöks olika aspekter kring förbättringar.

4.1 Omrörare

Omrörarna i brännaren, se bilaga B, utsätts för slitage och skalning vid hög temperatur och måste därför bytas ut med ett par års mellanrum (Nilsson, B).

4.1.1. Material

Omrörarna är tillverkade av 253 MA (SS 2368). Ett värmebeständigt stål med väldigt goda egenskaper, dessa är (Khilbergs Stål 2008):

- Hög skalningstemperatur (1150° C)
- Goda egenskaper i oxiderande miljö.
- God formbeständighet vid höga temperaturer.
- Mycket goda mekaniska egenskaper.
- God svetsbarhet.
- Gott slitagemotstånd jämfört med många andra högtemperaturstål.

4.1.2. Konstruktionsförbättringsförslag

Ett alternativ är att lägga en yta på omröraren av en värmebeständig keram för att minska friktion och därigenom slitage. Eller byta ut omröraren till en helt tillverkad i ett keramiskt material. Detta är kostsamt och då keramik är ett sprött material inte den bästa lösningen vid mekanisk påfrestning. Keramer är dessutom inte att föredra på områden där temperaturen kan variera. Vid stora temperaturvariationer kan sprickbildning ske (Jonsson, B 2012). Ett annat alternativ är att öka godstjockleken i omrörarna för att så ha mer material så skalning inte är lika märkbart.

4.2 Materialbyte i huvudbyggnaden

Då det rör sig om en stor mängd stål i både byggnaden och silon, 5362 kg respektive 6800 kg, undersöks möjligheten för ett eventuellt materialbyte. Enligt tabell 3 är det också i konstruktionen och i silon där den största delen CO₂-utsläpp förekommer. Därför skulle det vara fördelaktigt, främst i återvinningssynpunkt, att byta ut hela denna konstruktion till aluminium, se kapitel 4.2.4 Återvinning.

Vid ett eventuellt materialbyte görs ett grovt överslag. För två tredjedelar av vikten behålls samma hållfasthet i förhållande till konstruktionens egenvikt. Det vill säga ca 12000 kg stål kan bytas ut till ca 8000 kg aluminium.

Andra konstruktionsmaterial, så som trä eller magnesium är inte aktuella då det förekommer förbränning i byggnaden. Inte heller titan är kostnadseffektivt vid denna typ av konstruktion. Material som tegel och betong måste byggas på plats, och är inte aktuellt då delarna tillverkas i Kvänum och transporteras till kund.

En eventuell omkonstruktion från en stålkonstruktion till en aluminiumkonstruktion skulle även vara bättre i transportsynpunkt eftersom den då blir lättare, och eftersom det då krävs mindre energi att transportera.

4.2.1. Egenskaper

Ur ren hållfasthetsynpunkt har aluminium goda egenskaper. Dock så är elasticitetsmodulen för aluminium bara en tredjedel av elasticitetsmodulen för stål, ca 70 GPa jämfört med 210 GPa. Det samma gäller för densiteten, aluminium väger bara en tredjedel av stålets vikt.

Då aluminium kommer i kontakt med syre bildas ett tunt lager av aluminiumoxid (Al₂O₃) på ytan. Denna täta hinna skyddar mot fortsatt oxidering och därför behövs ingen ytbehandling göras på en aluminiumkomponent i samma utsträckning för en stålkomponent. Vid eventuell skada på skiktet så återskapas oxidskiktet genast genom ny oxidering (Sapa Technology, 2009).

4.2.2. Bearbetning

Ett plus med aluminium är att verktygskostnader och bearbetningskostnader blir lägre, eftersom aluminium är mjukare och kräver mindre energi. Att ta fram ett nytt verktyg för att strängpressa aluminium går relativt snabbt och kostar mellan 8000–50000 sek (Bjelkenäs, Lina 2011)

4.2.3. Pris

En nackdel med aluminium är det höga priset, ca 45 kr/kg istället för ca 20 kr/kg stål (Begroup, 2011)

4.2.4. Återvinning

Aluminium kan omsmältas till samma kvalitet gång på gång om den späs med renare aluminium (Lidunger och Stark, 2004). Den energi som krävs för att smälta om använt Al är ca 5 % av den som energin går åt för att framställa primäraluminium (Sapa Technology 2009). Detta jämfört med stål där 15 % krävs (Kretsloppskontoret, 2011). I bilaga A: *Hela konstruktionen i aluminium*, tydliggörs hur stor del av energi som skulle kunna återvinnas.

4.2.5. Hållfasthet vid materialbyte

Om hela konstruktionen skulle göras om så skulle det eventuellt krävas en annan utformning. Skulle bara byggnaden göras om till aluminium skulle detta kunna göras utan geometriförändringar då byggnaden inte utsätts för någon större kraft än egentyngd.

Silon innehåller 90 m³ pellets som har en tyngd på 58 ton (Kvänum, 2012). Detta kommer ge ett tryck inifrån silon. Trycket kommer vara maximalt vid bottenplattan.

En grov beräkning av bottenplattan ger att en 12,5 meter hög ”pelletsplatare” ger ett tryck på 85,8 MPa enligt ekvation 1.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Ekvation 1. Beräkning av tryck från pelare

Där

P=Trycket på bottenplattan

$\rho=700 \text{ kg/m}^3$ (densiteten på pellets)

$g=9,81 \text{ m/s}^2$

$h=12,5 \text{ m}$ (höjden i silon)

Materialet som valts, för fullständig beteckning se Bilaga A *Hela konstruktionen i aluminium*, har en sträckgräns på 145-160 MPa. Trycket på sidorna kommer bli lägre än maxtrycket dock med god marginal inom sträckgränsen.

Det kommer uppkomma spänningskoncentrationer i hörn på konstruktionen, detta kan undvikas om en cylinderformad silo skulle konstrueras, dock så skulle volymen minska om inte höjden ökar. Skulle höjden öka kan problem vid påfyllning uppkomma.

5 Miljöpåverkansbedömning

Som standarden, SS-ISO 14040, anger uttrycks den mätbara påverkan på en miljöpåverkanskategori i en *kategoriindikator*. Kategoriindikatorn anger alltså den enhet som visar hur mycket en miljökategori påverkas. Det finns inget standardiserat sätt att välja eller beskriva kategoriindikatorer, utan de väljs utefter de data som är tillgängliga och efter vad som är särskilt viktigt för den specifika studien. Exempel på kategoriindikatorer för tre olika miljöpåverkanskategorier är (Carlsson & Pålsson, 2008):

1. Miljöpåverkanskategori: Mänsklig hälsa
Kategoriindikator: Antal personer som försämras eller förkortas på grund av sjukdom. Denna kategoriindikator anges alltså i antal år.
2. Miljöpåverkanskategori: Biodiversitet
Kategoriindikator: Antal procent försvunna biologiska arter. Denna kategoriindikator anges alltså i procent.
3. Miljöpåverkanskategori: Förbrukning av resurser
Kategoriindikator: Energiförbrukning (MJ).

Att beräkna storleken på miljöpåverkan kallas karaktärisering, och innebär att beräkningar görs på påverkan från kategoriindikationerna. Karaktäriseringen bygger på avancerad kunskap och mycket tidskrävande arbete. För att enkelt kunna beskriva komplexa miljösammanhang och samspel eftersträvas att kunna uttrycka de kvantitativt, i siffror. Dessa siffror kallas karaktäriseringsfaktorer och är ett enkelt sätt att uttrycka miljöpåverkan (Carlsson & Pålsson, 2008).

Beräkning av miljöpåverkan utförs normalt i praktiken med hjälp av en färdig miljöpåverkansbedömningsmetod. Det finns flera olika miljöpåverkansbedömningsmetoder, beroende på vilken typ av resultat som ska genereras kan olika metoder väljas. Den miljöpåverkansbedömningsmetod som används i denna rapport är EPS (Environmental Priority Strategies). Denna metod är utvecklad i Sverige och utvecklades ursprungligen som ett verktyg för konstruktörerna på Volvo (Carlsson & Pålsson, 2008). Metoden använder ett tal som kallas ELU, environmental load unit. ”Detta tal ska visa samhällets betalningsvilja för att undvika eller återställa en miljöpåverkan” (Lotsen, 2011). För varje resurs som förbrukas eller för de utsläpp som sker finns alltså ett ELU-tal, för exempelvis koldioxid är detta 0,108 ELU/kg.

För att få fram siffror på den miljöpåverkan som panncentralen har görs en karaktärsberäkning på stålkonstruktionen, se tabell 4. Enligt den valda miljöpåverkansbedömningsmetoden EPS används karaktäriseringsfaktorer som bland annat påverkar den biologiska mångfalden, jordbruk och sjuklighet, dessa karaktäriseringsfaktorer är framtagna av EPS och är fördefinierade enligt miljöpåverkansmetoden. En mer detaljerad lista över förkortningar och begrepp som används i tabellerna 4-9 kan ses nedan. För att se hur konstruktionsförbättringsförslaget, att byta ut stål mot aluminium, påverkar ELU-talet görs också en karaktärsberäkning på aluminiumkonstruktionen, se tabell 5. Resultatet från de båda uträkningarna kan utläsas ur tabell 6, där båda materialen jämförs. Vid karaktärsberäkningen används resultatet från analysen, kap 3.3 *Resultat*, för att få ett värde på hur stora utsläpp av koldioxid till luft stålkonstruktionerna ger upphov till. För aluminiumkonstruktionen framgår värdet av bilaga A *Hela konstruktionen i aluminium*. Detta ger att stålkonstruktionen medför utsläpp på 5900 kg koldioxid medan aluminiumkonstruktionen medför utsläpp på 5200 kg koldioxid.

Förklaringar till förkortningar och begrepp i tabellerna 4-9 (CPM, 2011):

- NEX: *Normalised extinction of species*. Det största hotet mot den biologiska mångfalden är utrotning av arter som inte hinner anpassa sig till nya förhållanden när temperaturen höjs. Uppskattningar av minskningen av den biologiska mångfalden på grund av den globala uppvärmningen har ännu inte gjorts. Eftersom detta anses vara ett av de största hoten, är en grov uppskattning bättre än att helt bortse från denna kategori. Det innebär att resultatet från denna uträkning ska betraktas som en uppskattning.

- Crop: Nedgång i jordbruket med fokus på växtodling, så som exempelvis vete, havre, majs, ris och potatis.
- Wood: Nedgång i skogsjordbruket, på lång sikt antas de bälten med skog som finns idag förflytta sig uppåt mot polerna.
- Morbidity: Sjuklighet som påverkas av den globala uppvärmningen. I EPS används två parametrar som adderas för att få fram ett värde. De två parametrarna som adderas är svält och malaria.
- Severe morbidity: Allvarlig sjuklighet som påverkas av den globala uppvärmningen. Även här används parametrarna svält och malaria.
- YOLL: *Years of lost life*, förlorade levnadsår. Här specificeras fyra kategorier som förkortar livet, påverkan som beror direkt på den ökade temperaturen, svält, dödsfall till följd av översvämningar och ökad utbredning av malaria.

Tabell 4 Karaktärsberäkning för stålkonstruktionen

Karaktäriseringsfaktorer			Inventeringsresultat för panncentralen	Karaktärisering		
				Multiplikation	Resultat	Enhet
Emissioner av koldioxid till luft enligt EPS 2000			5 900 kg koldioxid till luft			
NEX	$1,26 \cdot 10^{-14}$	NEX/kg		$1,26 \cdot 10^{-14} \cdot 5\,900$	$7,43 \cdot 10^{-11}$	dimensionslös
Crop	$7,56 \cdot 10^{-4}$	kg/kg		$7,56 \cdot 10^{-4} \cdot 5\,900$	4,46	kg
Wood	$-4,05 \cdot 10^{-2}$	kg/kg		$-4,05 \cdot 10^{-2} \cdot 5\,900$	-238,95	kg
Morbidity	$6,55 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$6,55 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,900$	$3,86 \cdot 10^{-3}$	personår
Severe morbidity	$3,53 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$3,53 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,900$	$2,08 \cdot 10^{-3}$	Personår
YOLL	$7,93 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$7,93 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,900$	$4,68 \cdot 10^{-3}$	personår

Tabell 5 Karaktärsberäkning för aluminiumkonstruktionen

Karaktäriseringsfaktorer			Inventeringsresultat för panncentralen	Karaktärisering		
				Multiplikation	Resultat	Enhet
Emissioner av koldioxid till luft enligt EPS 2000			5 200 kg koldioxid till luft			
NEX	$1,26 \cdot 10^{-14}$	NEX/kg		$1,26 \cdot 10^{-14} \cdot 5\,200$	$6,55 \cdot 10^{-11}$	dimensionslös
Crop	$7,56 \cdot 10^{-4}$	kg/kg		$7,56 \cdot 10^{-4} \cdot 5\,200$	3,93	kg
Wood	$-4,05 \cdot 10^{-2}$	kg/kg		$-4,05 \cdot 10^{-2} \cdot 5\,200$	-210,6	kg
Morbidity	$6,55 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$6,55 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,200$	$3,41 \cdot 10^{-3}$	personår
Severe morbidity	$3,53 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$3,53 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,200$	$1,84 \cdot 10^{-3}$	personår
YOLL	$7,93 \cdot 10^{-7}$	Personår /kg		$7,93 \cdot 10^{-7} \cdot 5\,200$	$4,12 \cdot 10^{-3}$	personår

Tabell 6 Sammanställning av karaktäriseringsresultat

	Stålkonstruktion	Aluminiumkonstruktion	Enhet
NEX	$7,43 \cdot 10^{-11}$	$6,55 \cdot 10^{-11}$	dimensionslös
Crop	4,46	3,93	kg
Wood	-238,95	-210,6	kg
Morbidity	$3,86 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$	personår
Severe morbidity	$2,08 \cdot 10^{-3}$	$1,84 \cdot 10^{-3}$	personår
YOLL	$4,68 \cdot 10^{-3}$	$4,12 \cdot 10^{-3}$	personår

Olika karaktäriseringsfaktorer har olika stor betydelse för det totala resultatet av miljöpåverkan, därför viktas karaktäriseringsresultatet. Resultatet av viktningen kan ses i tabell 7-8. Viktningsfaktorerna beskriver prioriteringen mellan de olika kategoriindikatorerna (Carlsson & Pålsson, 2008), och även viktningfaktorerna följer EPS, de är alltså definierade av miljöpåverkansbedömningsmetoden. Viktningen sker på karaktäriseringsresultatet som stålkonstruktionen genererade, se tabell 7 och som aluminiumkonstruktionen genererade, se tabell 8. I tabell 9 kan resultatet av viktningen för båda konstruktionerna utläsas.

Tabell 7 Viktningsfaktorer för stålkonstruktionen

Viktningfaktorer		Karaktäriseringsresultat	Viktning	
			Multiplikation	Resultat
NEX	22 ELU/dimensionslös	$7,43 \cdot 10^{-11}$	$22 \cdot 7,43 \cdot 10^{-11}$	$1,63 \cdot 10^{-9}$
Crop	0,15 ELU/kg	4,46	$0,15 \cdot 4,46$	0,67
Wood	0,04 ELU/kg	-238,95	$0,04 \cdot (-238,95)$	-9,56
Morbidity	10 000 ELU/personår	$3,86 \cdot 10^{-3}$	$10000 \cdot 3,86 \cdot 10^{-3}$	38,6
Severe morbidity	100 000 ELU/personår	$2,08 \cdot 10^{-3}$	$100000 \cdot 2,08 \cdot 10^{-3}$	208
YOLL	85 000 ELU/personår	$4,68 \cdot 10^{-3}$	$85000 \cdot 4,68 \cdot 10^{-3}$	397,8

Tabell 8 Viktningsfaktorer för aluminiumkonstruktionen

Viktningfaktorer		Karaktäriseringsresultat	Viktning	
			Multiplikation	Resultat
NEX	22 ELU/dimensionslös	$6,55 \cdot 10^{-11}$	$22 \cdot 6,55 \cdot 10^{-11}$	$1,44 \cdot 10^{-9}$
Crop	0,15 ELU/kg	3,93	$0,15 \cdot 3,93$	0,59
Wood	0,04 ELU/kg	-210,6	$0,04 \cdot (-210,6)$	-8,42
Morbidity	10 000 ELU/personår	$3,41 \cdot 10^{-3}$	$10000 \cdot 3,41 \cdot 10^{-3}$	34,1
Severe morbidity	100 000 ELU/personår	$1,84 \cdot 10^{-3}$	$100000 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3}$	184
YOLL	85 000 ELU/personår	$4,12 \cdot 10^{-3}$	$85000 \cdot 4,12 \cdot 10^{-3}$	350,2

Tabell 9 Sammanställning av viktningresultat

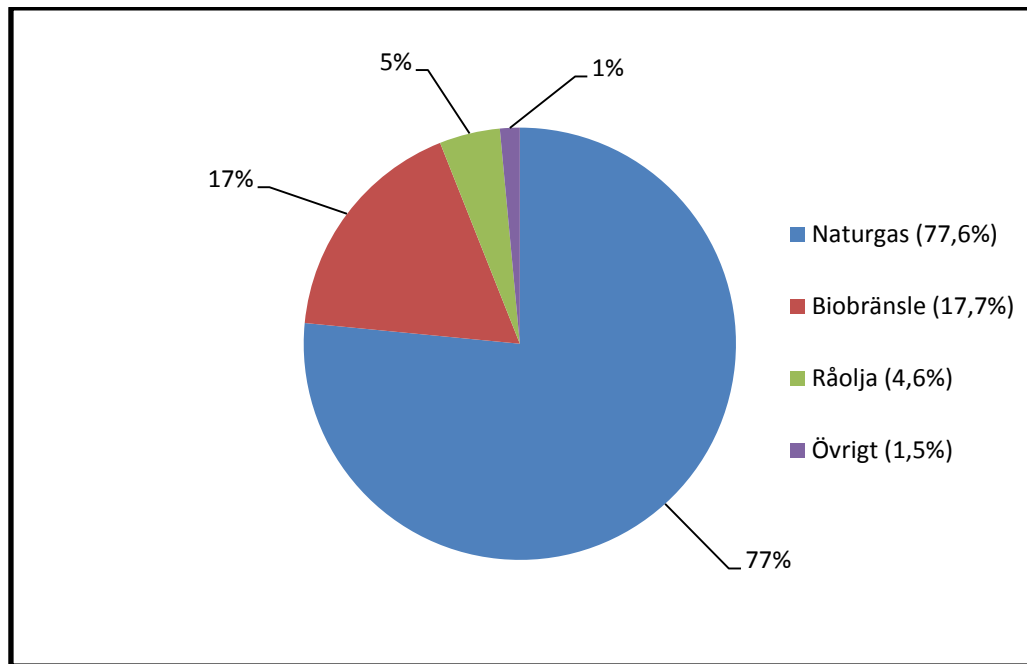
Viktningresultat			
	Stålkonstruktion	Aluminiumkonstruktion	Enhet
NEX	$1,63 \cdot 10^{-9}$	$1,44 \cdot 10^{-9}$	ELU
Crop	0,67	0,59	ELU
Wood	-9,56	-8,42	ELU
Morbidity	38,6	34,1	ELU
Severe morbidity	208	184	ELU
YOLL	397,8	350,2	ELU
Summa	635,51	560,47	ELU

Som framgår av tabell 9 får aluminiumkonstruktionen ett mindre ELU-värde än stålkonstruktionen, det vill säga att samhällets betalningsvilja att undvika eller att återställa miljöpåverkan är mindre för stålkonstruktionen än för aluminiumkonstruktionen. Resultatet för stålkonstruktionen är 76 enheter mer än för aluminiumkonstruktionen, det vill säga 12 % mer. Aluminiumkonstruktionen är därför ett bättre alternativ med hänsyn till miljön, utifrån beräkningar av koldioxid.

6 Transportmöjligheter

6.1 Bakgrund

Litauen har ungefär 3,3 miljoner invånare och är den största av de tre baltstaterna. BNP per invånare ligger på ungefär 10 765 amerikanska dollar. Den största näringen är tjänstesektorn, som består av 64 % av BNP, andra stora sektorer är jordbruk som består av 4 % och industrin som består av 32 % av BNP. Ungefär en tredjedel av landytan består av brukbar jord, (Landguiden, 2012). Efter stängningen av kärnkraftverket i Ignalina, som stod för 70 % av elproduktionen, kommer numera elen från gaseldade kraftverk eller importeras elen från grannländerna. Detta har fått konsekvenserna att elpriset har stigit kraftigt. Litauens värmeproduktion består främst av naturgas, se figur 9. Vilket medför stora utsläpp av koldioxid till atmosfären (Prof J Gudzinskas, 2009).



Figur 9. Värmeproduktionen i Litauen, baserad på olika energislag (Prof J Gudzinskas, 2009).

6.1 Transportmöjligheter

Att exportera panncentralen till Litauen sker genom transport med lastbil och båt. Hela konstruktionen inklusive alla invändiga komponenter så som rör, isolering, tre pannor etc. som transporteras. Den totala vikten för konstruktionen är ungefär 38 800 kg och betonggrunden gjuts på plats. Beräkningen av CO₂-utsläpp är gjord utefter att konstruktionen transporteras med lastbil från Kvänum till sydöstra delen av Sverige. I denna uträkning används Karlshamn, varifrån vidare transport med båt sker till Klaipeda i Litauen och därefter vidare till kund, exempelvis Vilnius. Den totala sträckan med lastbil i Sverige blir då 300 km (Eniro.se, 2011), och i Litauen, mellan Klaipeda och Vilnius blir den totala sträckan 330 km (Karlshamns Hamn, 2011). Sträckan med båt blir 223 sjömil (Tallink, 2011) vilket motsvarar 430 km.

Beräkningar, gjorda i materialvalsprogrammet CES, visar att det totala utsläppet av CO₂ är ungefär 990 kg, se bilaga A, tabell 34, Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden vid transport. Lastbilstransporten står för den största delen av utsläppen, för mer detaljerad information se bilaga A.

6.2 Bränsletillgång

För bränslet i panncentralen har Litauen en väl utvecklad produktion av pellets (Biofuelz, 2012), därför har inga djupare studier på området genomförts.

6.3 Fördelar/nackdelar för användning av pelletsanna i Litauen

Att i högre grad använda pelletsanna för uppvärmning istället för i huvudsak naturgas skulle ha en rad positiva effekter. Ur miljösynpunkt är pellets som energikälla bättre än naturgas, eftersom naturgas är ett fossilt bränsle släpper det ut växthusgaser som bidrar till växthuseffekten. Däremot är naturgas ett bättre alternativ än olja som ger ungefär 25-50% mer utsläpp av koldioxid vid förbränning (Energimyndigheten, 2012).

Litauen producerar, som tidigare nämnts, egen pellets (Biofuelz, 2012). Ökad användning av pelletsanna skulle göra landet mer självständigt vad gäller värmeförsörjningen. Idag importerar Litauen all naturgas från det statligt ägda ryska bolaget Gazprom. Att endast ha en leverantör är något som i Litauen politiskt prioriterats högt, då det är önskvärt från regeringshåll att ha fler leverantörer och inte vara beroende av endast en. Bland annat har Litauen ett samarbete med Polen och Sverige rörande energiförsörjningen för att minska beroendet av Gazprom (Oilprice, 2012).

7 Slutsatser och resultat

Av studien som gjorts på systemet framgår att material, nämligen andelen stål i produkten har en betydligt större inverkan på CO₂-utsläpp och energiförbrukning än andra faktorer, 4435 kg CO₂ resp. 28700 MJ efter återvinning. Materialet stål står för 91 % av det totala CO₂-utsläppet om inte återvinning tas hänsyn till. Därför är det intressant att titta vidare på om det finns några möjligheter att minska dess inverkan och öka möjligheter till återvinning av rör, pannor, silo och byggnad.

En möjlighet som undersöktes var att byta ut konstruktionsmaterialet stål mot aluminium för större återvinningsmöjlighet.

Miljöpåverkansbedömningen visade att stålkonstruktionen fick ett ELU-tal på 635, och att aluminiumkonstruktionen fick ett ELU-tal på 560. Totalt skiljer det 76 enheter mellan de två konstruktionerna, det vill säga 12 %. Detta är en betydande förbättring ur miljösynpunkt, vad gäller minskning av koldioxidutsläpp.

Eftersom aluminium är ett relativt dyrt material och eftersom framställningen är energikrävande, är det kanske mer aktuellt att minimera materialåtgång i konstruktionen eller att kombinera de båda materialen då båda har positiva egenskaper under rätt förhållande.

Andra faktorer som påverkar CO₂-utsläppen är transport. Dock bidrar transporten av produkten och dess råvaror CO₂-utsläppen relativt lite i förhållande till materialet som finns i produkten. Samtidig transport av panncentralen, med silo och betongfundament släpper ut 709 kg CO₂ med transporter från Polen, till Kvänum, till kund. Detta i förhållande till mängden energi som går åt för bearbetning av plåten i byggnaden, 1200 kg CO₂. Uppskattningsvis så står transporten för mindre än 3 % av de totala utsläppen och energiåtgång, tabell A1, A6, A10, A15, A20 i bilaga A.

Att försöka minimera antal delar som slits ut är ett annat sätt att minska utsläppen från produkten. En del som behövs bytas ut vart annat år är omrörarna i brännaren, dessa undersöktes om det eventuellt gick att byta till ett annat material som håller längre eller göra geometriförändringar som förlänger dess livslängd.

Vid jämförelser med liknande studier stämmer resultatet från denna studie relativt väl. Denna studie visar, genom siffrorna från tabell 3, att antal kilo koldioxidutsläpp per kilo stål ger ungefär 1,29 kg CO₂/kg stål. En liknande studie gjord av det finska företaget, Ruukki, ger 1,07 kg CO₂/kg stål (Ruukki, 2012).

Ingen elektronik har inkluderats i denna studie. Eftersom samtliga komponenter är tillverkade i EU så följer de Rohs Weee-standard (Hans Röstberg 2011). Detta innebär att miljöfarliga ämnen, så som kvicksilver och bly, inte förekommer i produkten eller i tillverkningsprocessen. Däremot kan det vara av vikt att studera hur koppar, tenn och kisel, bryts ner och hur stor miljöpåverkan dessa ämnen har.

All data som rör transporter, material, tillverkningsprocesser etc. är hämtade från CES/EduPack version 7.

8 Diskussion

När en studie av denna storlek genomförs, på en produkt som total väger ca 62 ton, finns risk att mindre delar och processer blir försumbara. För att förbättra konstruktionen ur ett CO₂ perspektiv lades fokus på materialet. Ett materialbyte visade sig minska produktens miljöpåverkan. Förbättringar skulle eventuellt kunna göras på konstruktion och design för att minska miljöpåverkan, men en sådan studie är omfattande och därför utanför ramen för detta arbete. En annan möjlighet att förbättra studien vore att gå djupare in på andra ämnen, förutom CO₂-utsläpp, som också påverkar miljön. Denna studie valde att fokusera just på CO₂-utsläpp för att det är ett allvarligt miljöproblem med växthuseffekten, och mycket energi läggs globalt på att minska CO₂-utsläpp.

Att transportera panncentralen till Litauen vore bra. Framst för att Litauen är så beroende av naturgas för uppvärmning. Pellets är ett bättre alternativ då det är en förnybar energikälla och inte bidrar till utsläpp av växthusgaser som naturgas gör då det är ett fossilt bränsle. Det skulle också vara bra för landet ur ett politiskt perspektiv, att inte vara beroende av andra länder utan kan själva stå för en större del av värmeproduktionen i landet.

Vikten av att göra LCA är betydelsefull för att kartlägga miljöpåverkan av en produkt/process. Framst för att tydligt kunna se vad som belastar miljön mest. Metoden är väldigt effektiv då olika alternativ ska ställas emot varandra.

9 Referenser

9.1 Tryckta källor:

- Carlsson, R., Pålsson, A-C. (2008). *Livscykelanalys- ringar på vattnet*. Stockholm: SIS förlag. ISBN: 978-91-7162-652-3. Första upplagan.
- ISO (1997). *SS-EN ISO 14040:1997*.
- Kungliga Tekniska Högskolan (1998). *Handbok och formelsamling i Hållfasthetslära. KTH. Stockholm*
- Lindunger U. Stark E. (2004). *Stål och Aluminium - En jämförelse av materialegenskaper, LCI och återvinning*. KTH. Stockholm
ISSN 0280-249X
- Rydh, C,J., Lindahl, M., (2002). Tingström, J. *Livscykelanalys- en metod för miljöbedömning av produkter och tjänster*. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 91-44-02447-9.
- Sapa Technology (2009). *Aluminiumlära*. Finspång. ISBN 91-974218-0-4. Femte upplagan.

9.2 Elektroniska källor:

- Begroup (2011) *Digital prislista*. Finns tillgänglig på internet www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Nyheter/Prislistor/ [Hämtad: 2011-10-17]
- Biofuelz (2011). *Wood pellets, briquettes, firewood*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.biofuelz.com/> [Hämtad: 2011-10-17]
- Bjeklenäs, L (2011). *Strängpressning av aluminium*. Finns tillgänglig på internet: http://rolflovgren.se/RL-MDH/Kurser/KPP039/KursPM%20ht%202010/LB_Strangpressning.pdf [Hämtad: 2012-02-20]
- CPM (2011). *Impact Assessment Method*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.cpm.chalmers.se/CPMdatabase/IAM/index.asp?IAM=EPS+default&IAMVer=2000> [Hämtad 11-10-10]
- Eccm (2012). *Rapport Vad innebär carbon footprints?* Finns tillgänglig på internet: <http://www.remeka.se/pdf/Carbon%20footprint%20measurement.pdf> [Hämtad: 2012-04-16]
- Ekerot, S. (2003). *Stålets kretslopp*. Finns tillgänglig på internet: http://www.jernkontoret.se/ladda_hem_och_bestall/publikationer/stal_och_stalindustri/stalets_kretslopp/s_krotkomp_03_04.pdf [Hämtad: 2012-04-16]
- Energimyndigheten (2012). *Gas* Finns tillgänglig på internet: <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Gas/> [Hämtad: 2012-04-16]
- Eniro.se (2011). Finns tillgänglig på internet: www.eniro.se. [Hämtad: 2011-05-08]
- Europeiska miljöbyrån (2011). *Om klimatförändringarna*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.eea.europa.eu/sv/themes/climate/aboutclimate-change> [Hämtad: 2011-09-05]
- Europeiska kommissionen (2011). *Climate Action*. Finns tillgänglig på internet: http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/what/fightingcc_sv.htm [Hämtad 2011-11-28]

- Garanta design (2011). *CES EduPack Information Resources*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.grantadesign.com/education/content.htm> [Hämtad: 2011-05-17]
- Heidelberg Cement (2011). *Återvinning*. Finns tillgänglig på internet: http://www.heidelbergcement.com/se/sv/betongindustri/om_oss/Miljo/Atervinning.htm [Hämtad: 2011-05-17]
- Isover (2004). *Kretsullsbroschyr*. Finns tillgänglig på internet: www.sbiab.com/download.php?file=11 [Hämtad: 2012-05-17]
- Jonsson, B (2012). *Varför keramik i stoker för havreeldning*. Skeppsta Maskin AB. Finns tillgänglig på internet: <http://www.oilpress.com/keramik.htm> [Hämtad: 2012-04-17]
- Karlshamns Hamn (2011). *Avstånd*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.karlshamnshamn.se/?info=avstandstabel> [Hämtad: 2011-10-17]
- Kihlbergs Stål (2008). *Värmebeständigt stål*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.kihlsteel.se/SS236814835253MA.htm> [Hämtad 2012-04-17]
- Kretsloppskontoret (2011). *Det här händer med ditt avfall*. Göteborgsstad. Tillgänglig på internet: <http://www.goteborg.se/> [Hämtad: 2012-01-22]
- Kvänum energi, (2011). *Pellets- en bra affär*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.kvanumenergi.se/pellets.asp> [Hämtad: 2011-05-16]
- Kvänum energi, (2012). *Pelletssilo P23-P90*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.kvanumenergi.se/pdf/Produktbladsilo23-90kubik.pdf> [Hämtad: 2012-09-11]
- Landguiden (2012). *Europa, Litauen*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.landguiden.se/Lander/Europa/Litauen.aspx> [Hämtad: 11-05-24]
- Lotsen (2011). *Miljöpåverkan*. Finns tillgänglig på internet: <http://lotsen.ivf.se/KonsLotsen/Bok/Kap3/Miljopaverkan.html> [Hämtad: 2011-10-10]
- Mentoronline (2012). *Gröna plaster i egen databas*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.transportnet.se/iuware.aspx?pageid=3172&ssoid=88409> [Hämtad: 2012-04-16]
- Oilprice (2012). *Lithuania Seeks to Break Gazprom's Stranglehold on Natural Gas Imports*. Finns tillgänglig på internet: <http://oilprice.com/Latest-Energy-News/World-News/Lithuania-Seeks-to-Break-Gazproms-Stranglehold-on-Natural-Gas-Imports.html> [Hämtad: 2012-04-17]
- Ruukki (2012). *Environmental product declaration and safety information sheet, Tubular products, steel sections and piles*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.ruukki.se/~media/Files/Working-towards-sustainability/Environmental-product-declarations/Ruukki-Structural-hollow-sections-steel-pipe.ashx> [Hämtad:2012-04-17]
- SP (2012). *Livscykelanalys, LCA*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.sp.se/sv/index/research/LCA/Sidor/default.aspx> [Hämtad: 2012-04-16]
- Tallink, Silja Line, (2011). *Kleipeda-västkustens stad*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.tallinksilja.com/sv/destinations/lithuania/> [Hämtad: 2011-10-17]
- UNDP (2011). *TEMA: Klimat och utveckling*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.undp.se/klimat-och-utveckling/> [Hämtad 2011-09-05]

Världsnaturfonden (2011). *Konsekvenser*. Finns tillgänglig på internet: <http://www.wwf.se/vrt-arbete/klimat/konsekvenser/1124276-konsekvenser-klimat> [Hämtad 2011-09-05]

9.3 Personliga kontakter:

Prof Gudzinskas, J, 2009-12-14, *Föreläsning i energieffektivisering: produktion, distribution och konsumtion*, Department of thermal and nuclear energy, Kaunas tekniska universitet

Jadrijević, V, 2011-05-19. Tekniker Janfire. Mailkorrespondens

Jonasson, R, 2011-09-12. Teknisk chef Vilo Sverige AB. Mailkorrespondens

Rutberg, L. 2012-09-10. Marknadschef Randers Tegl. Telefonsamtal.

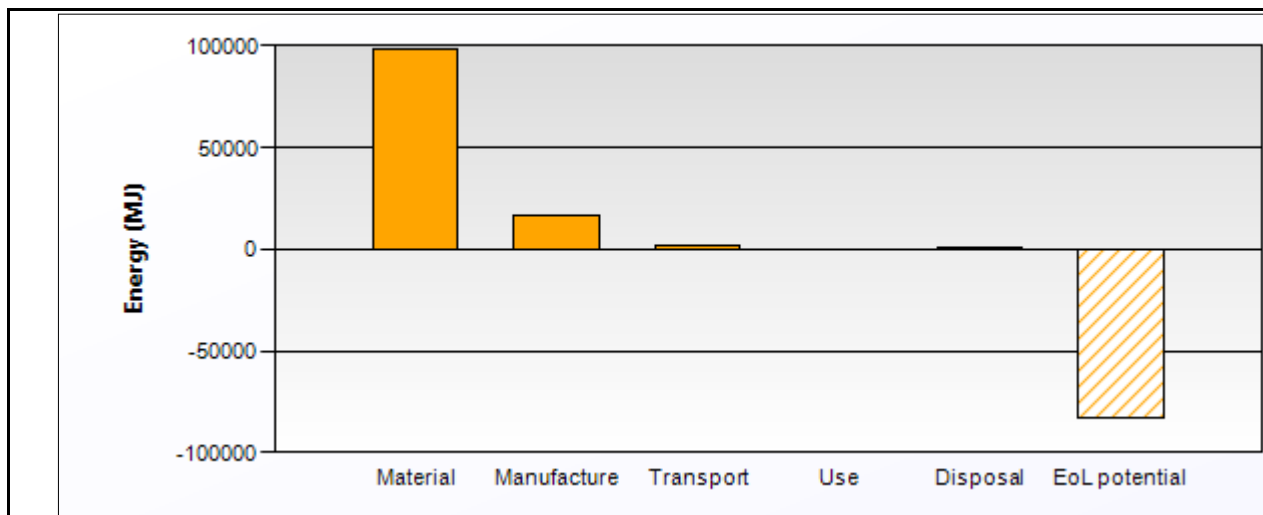
Röstberg, H, 2011-06-20. Tekniker Janfire. Telefonsamtal

Nilsson, B, 2011-04-15. Ansvarig Bioenergi Kvänum energi. personligt möte

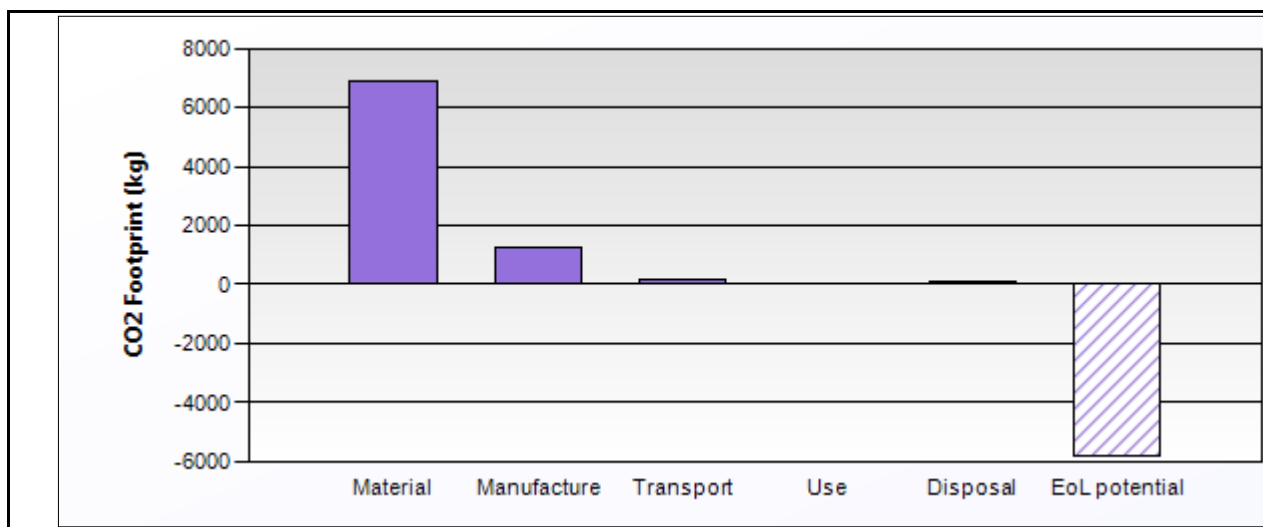
Bilaga A. Koldioxid, energi, transporter och återvinningsmöjlighet per enhet.

Eco Audit Report för plåt

Energi and CO2 Footprint Summary för plåt



Figur A1. Energimängd för stål vid olika skeden.



Figur A2. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för plåt.

Tabell A1. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för stål

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	$9,85 \cdot 10^4$	83,4	$6,92 \cdot 10^3$	82,6
Tillverkning	$1,65 \cdot 10^4$	14,0	$1,24 \cdot 10^3$	14,8
Transport	$1,97 \cdot 10^3$	1,7	140	1,7
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	$1,07 \cdot 10^3$	0,9	75	0,9
Total (för första skedet)	$1,18 \cdot 10^5$	100	$8,38 \cdot 10^3$	100
End of Life potential	$-8,25 \cdot 10^5$		$-5,79 \cdot 10^3$	

Material: Plåt

Tabell A2. Typ av stål, mängd, andel återvunnet material och mängd CO₂-utsläpp vid produktion

Komponent	Material	Andel återvunnet material* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total bearbetad massa** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Plåt	Carbon steel, AISI 1020, valsat	Typiskt	5362	1	5362	6,9·10 ³	100,0
Total				1	5362	6,9·10 ³	100

Tillverkning: Plåt

Tabell A3. Utsläpp vid tillverkningsprocessen.

Komponent	Process	% Avlägsnat	Andel bearbetad	CO ₂ footprint (kg)	%
Plåt	Valsat, härdat	-	5362 kg	1,2·10 ³	100,0
Total				1,2·10 ³	100

Transport av plåt

Tabell A4. CO₂-utsläpp vid deltransportsträckor

	Typ av transport	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport till hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	44	31,3
Båt	Båttransport	3,3·10 ²	20	14,2
Transport från hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	44	31,3
Från kvänum till kund	Lastbil (14 ton)	1·10 ²	32	23,2
Total		9,3·10 ²	1,4·10 ²	100

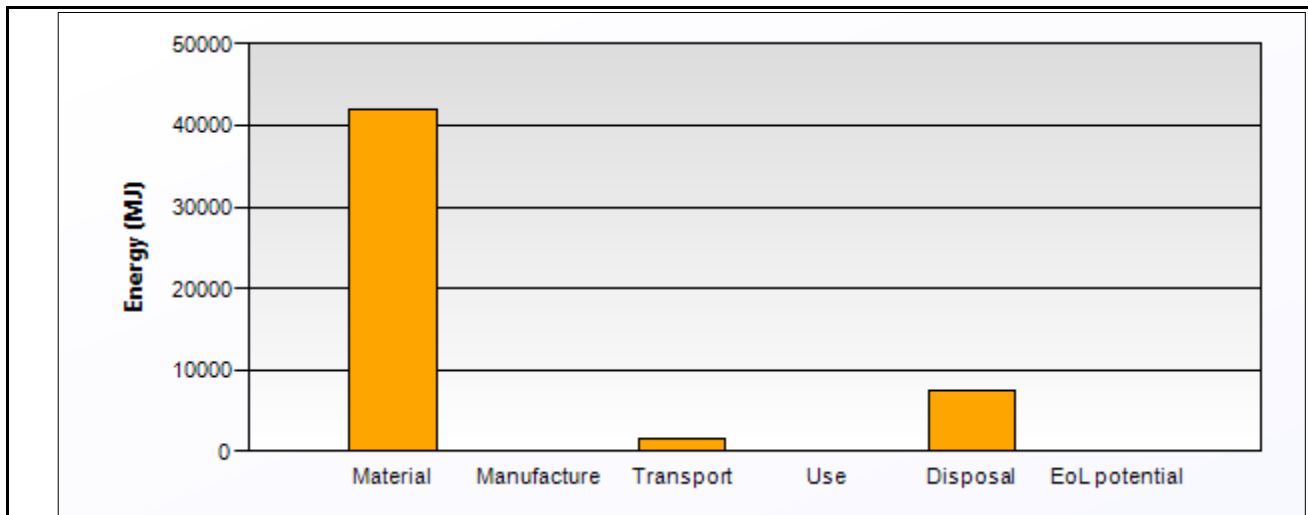
EoL potential plåt

Tabell A5. End of life potential för plåt

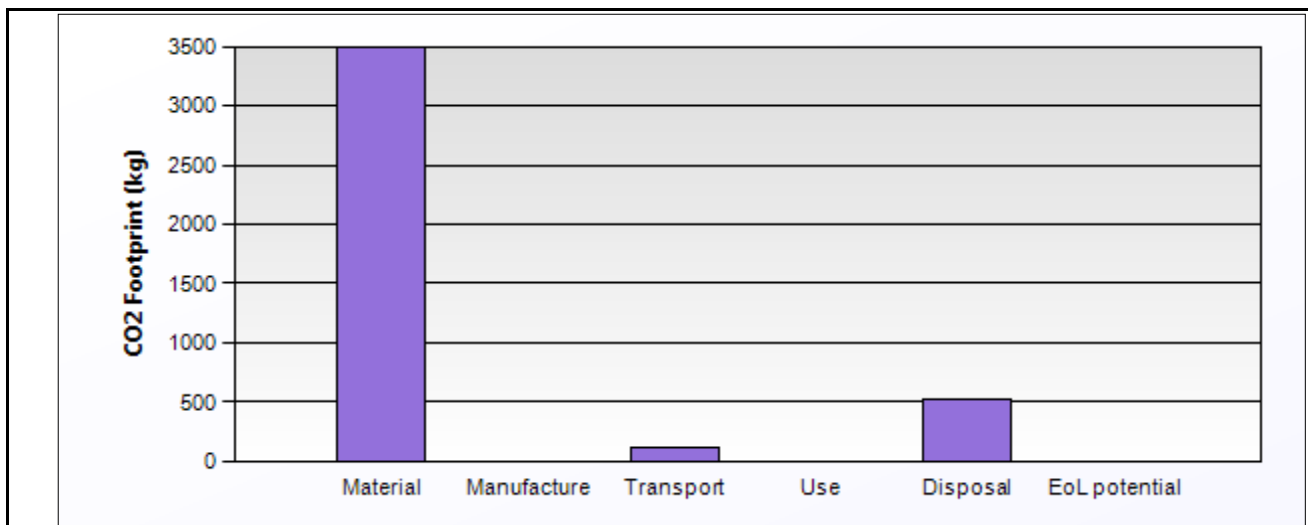
Komponent	Avvecklingsmetod	% Återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Plåt	Återanvändning	100,0	-5,8·10 ³	100,0
Total			-5,8·10 ³	100

Eco Audit Report för betongfundament

Energi and CO2 Footprint Summary för betongfundament



Figur A3. Energimängd vid olika skeden för betongfundament



Figur A4. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för betongfundament

Tabell A6. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för betongfundament

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	4,2·10 ⁴	82,5	3,49·10 ³	84,8
Tillverkning	0	0,0	0	0,0
Transport	1,56·10 ³	3,1	111	2,7
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	7,36·10 ³	14,5	515	12,5
Total (for första skedet)	5,09·10 ⁴	100	4,12·10 ³	100
End of life potential	0		0	

Material: Betong

Tabell A7. Typ av cement, mängd, andel återvunnet material och mängd CO₂-utsläpp vid produktion

Komponent	Material	Andel återvunnet material* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Cement fundament	Betong (normal (Portland cement))	Ursprungliga materialet (0%)	3,7·10 ⁴	1	3,7·10 ⁴	3,5·10 ³	100
Total				1	3,7·10 ⁴	3,5·10 ³	100

*Typic: Includes 'Återvinning fraction in current supply'

**Where applicable, includes material mass avlägsnat by secondary processes

Transport av betong.

Tabell A8. CO₂-utsläpp vid transportsträckan

Total vikt = 3,7·10⁴ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport	Lastbil (14 ton)	50	1,1·10 ²	100.0
Total		50	1,1·10 ²	100

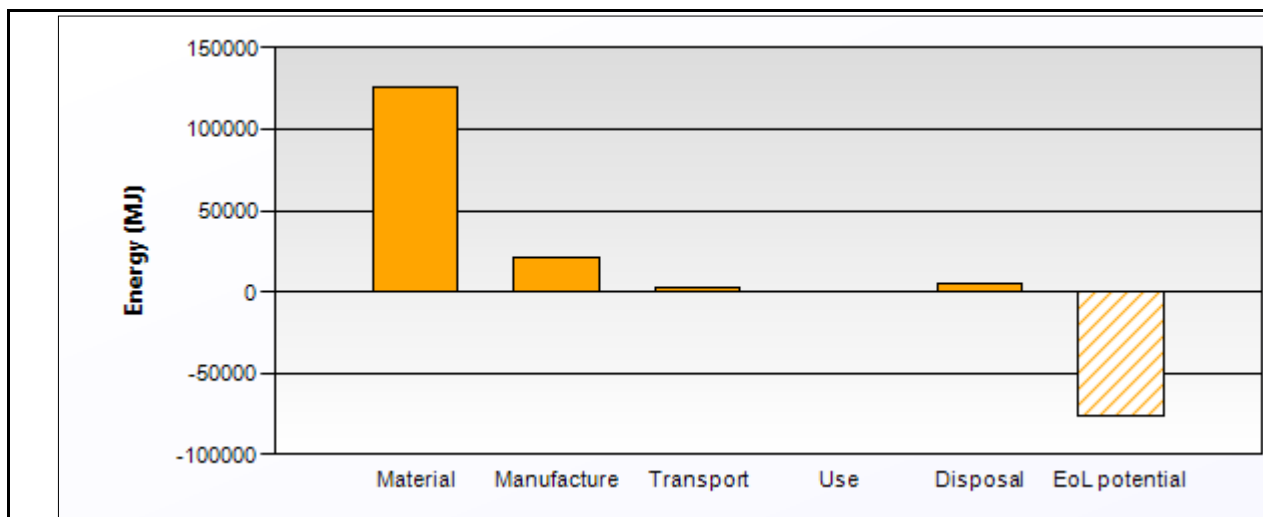
End of life potential: betong

Tabell A9. End of life potential för betong

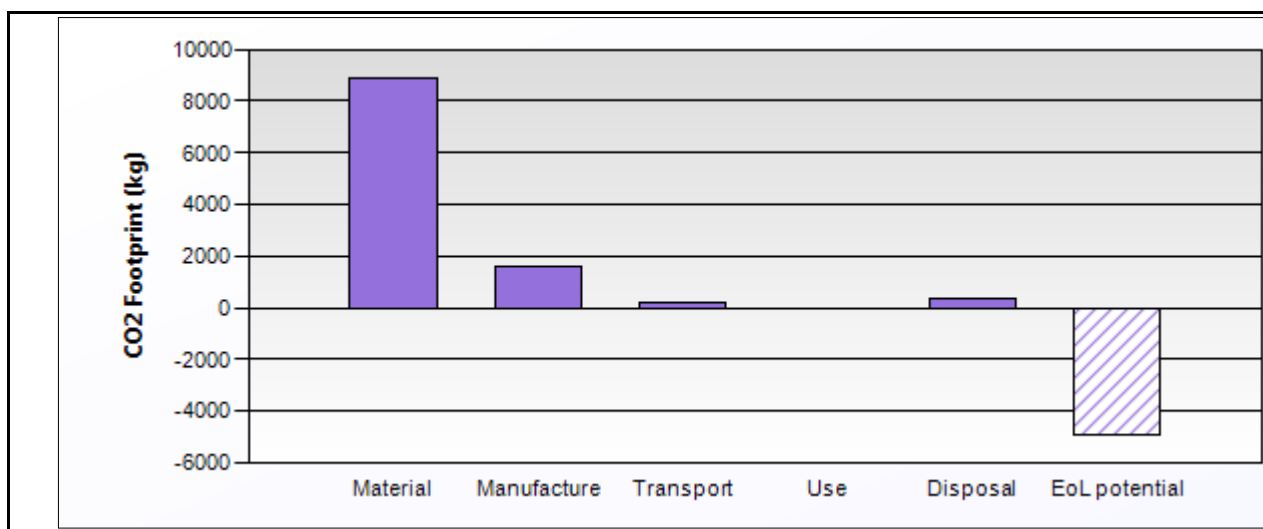
Komponent	Avvecklingsmetod	% återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Cement fundament	Deponi	100,0	0	
Total			0	100

Eco Audit Report Silo

Energi and CO2 Footprint Summary för silon



Figur A5. Mängd energi vid olika skeden för silon



Figur A6. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för silon

Tabell A10. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för silon

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	$1,26 \cdot 10^5$	81,6	$8,88 \cdot 10^3$	80,8
Tillverkning	$2,12 \cdot 10^4$	13,7	$1,59 \cdot 10^3$	14,5
Transport	$2,52 \cdot 10^3$	1,6	179	1,6
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	$4,81 \cdot 10^3$	3,1	337	3,1
Total (för första skedet)	$1,55 \cdot 10^5$	100	$1,1 \cdot 10^4$	100
End of life potential	$-7,62 \cdot 10^5$		$-4,93 \cdot 10^4$	

Material Silon

Tabell A11. Typ av stål, mängd, andel återvunnet material och mängd CO₂-utsläpp vid produktion

Komponent	Material	Andel återvunnet material* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Silo	Carbon steel, AISI 1020, valsat	Typiskt	6,9·10 ³	1	6,9·10 ³	1,3·10 ⁵	100,0
Total				1	6,9·10 ³	1,3·10 ⁵	100

*Typic: Includes 'Återvinning fraction in current supply'

**Where applicable, includes material mass avlägsnat by secondary processes

Tillverkning:

Tabell A12. Typ av tillverkningsprocess, mängd CO₂-utsläpp vid produktion

Komponent	Process	% Avlägsnat	Andel bearbetad	CO ₂ footprint (kg)	%
Silo	Valsat, härdat	-	6,9·10 ³ kg	1,6·10 ³	100,0
Total				1,6·10 ³	100

Transport av silo

Tabell A13. CO₂-utsläpp vid transportsträckor

Total vikt = 6,9·10³ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport till hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	56	31,3
Båt	Båttransport	3,3·10 ²	25	14,2
Transport från hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	56	31,3
Från kvänum till kund	Lastbil (14 ton)	1·10 ²	42	23,2
Total		9,3·10 ²	1,8·10 ²	100

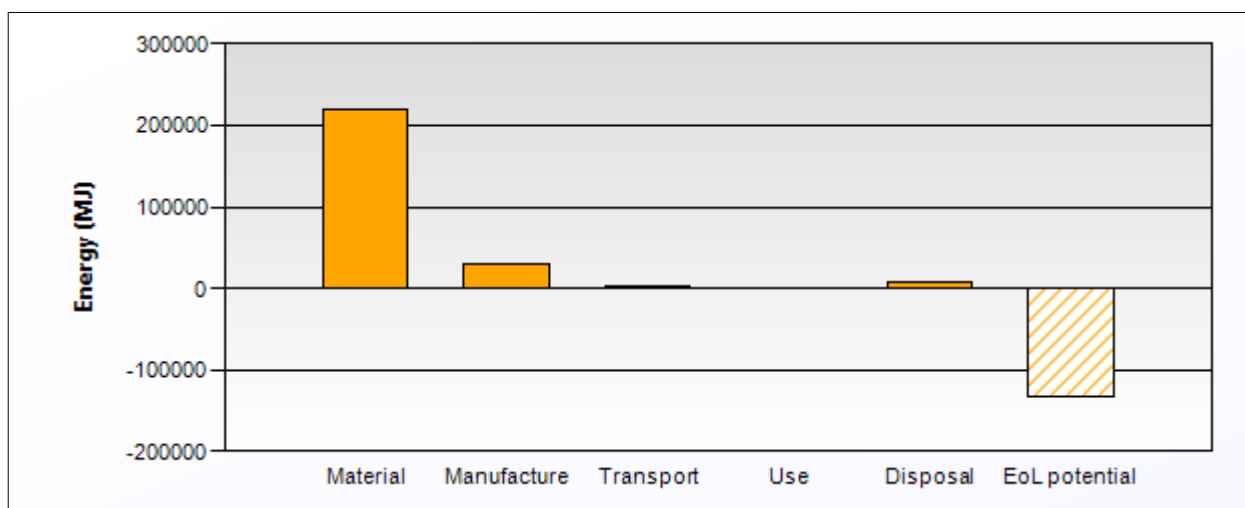
EoL potential:

Tabell A14 End of life potential Silo

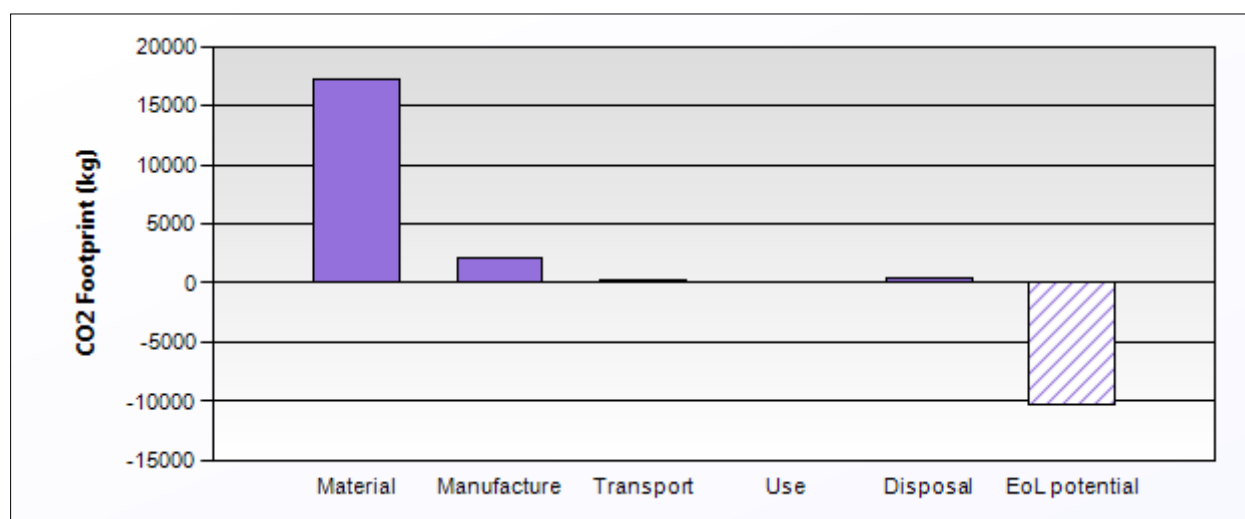
Komponent	Avvecklingsmetod	% återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Silo	Återvinning	100,0	-4,9·10 ³	100,0
Total			-4,9·10 ³	100

Eco Audit Report: Pannor

Energi and CO2 Footprint Summary:



Figur. A7 Energimängd för stålet i pannorna vid olika skeden



Figur A8 CO₂- mängd för stålet i pannorna vid olika skeden

Tabell A15. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för pannor

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	$2,2 \cdot 10^5$	84,7	$1,72 \cdot 10^4$	85,4
Tillverkning	$2,91 \cdot 10^4$	11,2	727	10,9
Transport	$3,63 \cdot 10^3$	1,4	86	1,3
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	$6,93 \cdot 10^3$	2,7	162	2,4
Total (för första skedet)	$2,6 \cdot 10^5$	100	$2,01 \cdot 10^4$	100
End of life potential	$-1,32 \cdot 10^5$		$-1,03 \cdot 10^4$	

Material:

Tabell A16 Typ av stål, mängd, andel återvunnet material och mängd CO₂-utsläpp vid produktion

Komponent	Material	Återvinningsgrad* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Pannor	Carbon steel, AISI 1015, valsat	Typisk %	9,9·10 ³	1	9,9·10 ³	2,2·10 ⁵	100,0
Total				1	9,9·10 ³	2,2·10 ⁵	100

*Typisk: Inkluderar återvinning för första processen.

**Där det är tillämpligt, inkluderar material som avlägsnats i efterföljande processer.

Tillverkning:

Tabell A17. Tillverkningssätt för pannor.

Komponent	Process	% Avlägsnat	Andel bearbetad	CO ₂ footprint (kg)	%
Pannor	Valsat, härdat	-	9,9·10 ³ kg	2,9·10 ⁵	100,0
Total				2,9·10 ⁵	100

Förklaring: Ingen data från tillverkningsmetoden, dock så har data för valsad plåt används för beräkningar, då smid plåt inte fanns som val i CES

Transport av pannor

Tabell A18. CO₂-utsläpp vid transportsträckor

Total vikt = 3,3·10³ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport till hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	81	31,3
Båt	Båttransport	3,3·10 ²	37	14,2
Transport från hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	81	31,3
Från kvänum till kund	Lastbil (14 ton)	1·10 ²	60	23,2
Total		9,3·10 ²	2,6·10 ²	100

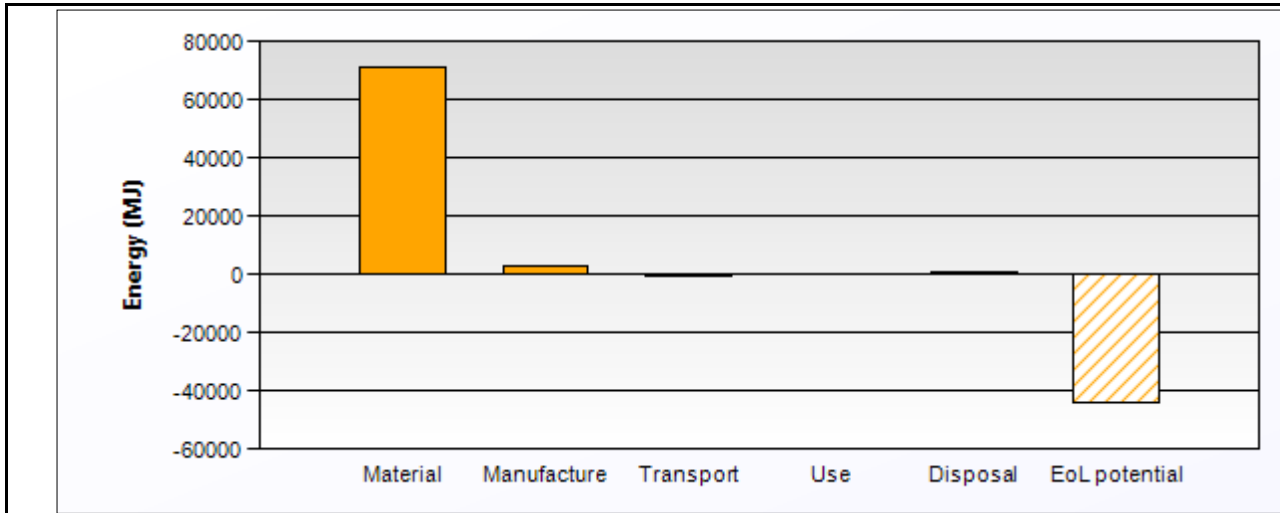
EoL potential:

Tabell A19. End of life potential för rör

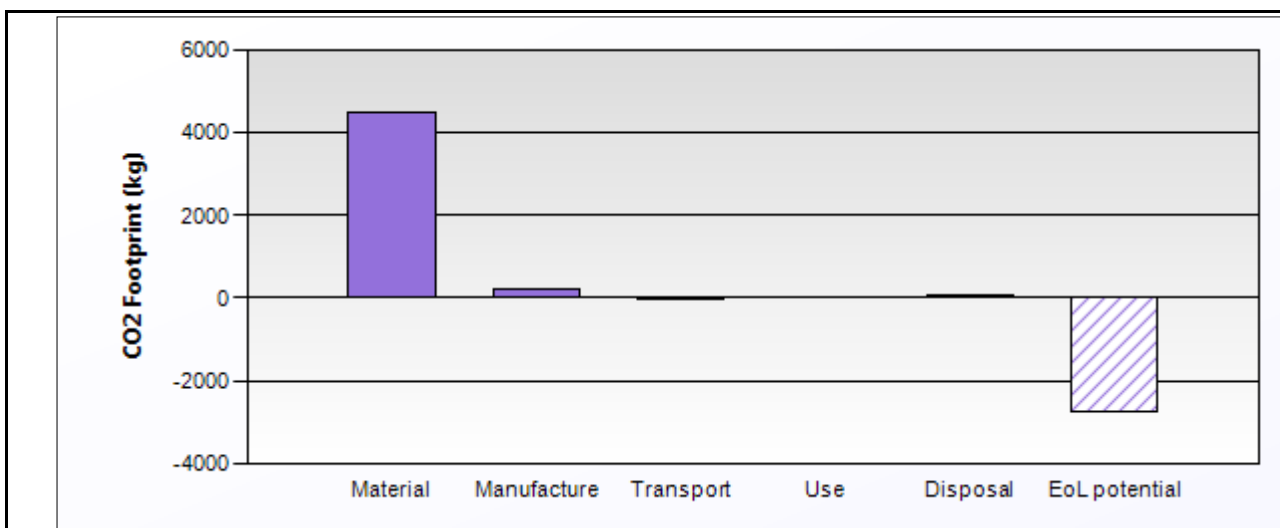
Komponent	Avvecklingsmetod	% återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Pannor	Återvinning	100,0	-1·10 ⁴	100,0
Total			-1·10 ⁴	100

Eco Audit Report stålrör

Energi and CO2 Footprint Summary: Stålrör



Figur A8. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för stålrör



Figur A9. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för stålrör

Tabell A20. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	$7,12 \cdot 10^4$	94,5	$4,47 \cdot 10^3$	93,6
Tillverkning	$2,89 \cdot 10^3$	3,8	217	4,5
Transport	440	0,6	31,3	0,7
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	840	1,1	58,8	1,2
Total (för första skedet)	$7,54 \cdot 10^4$	100	$4,78 \cdot 10^3$	100
End of life potential	$-4,39 \cdot 10^4$		$-2,76 \cdot 10^3$	

Material:

Tabell A21. Stålsort, tillverknings metod och CO₂-utsläpp.

Komponent	Material	Återvinningsgrad* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Rör	Stainless steel, austenitic, AISI 304, wrought, annealed	Typical %	1,2·10 ³	1	1,2·10 ³	4,5·10 ³	100.0
Total				1	1,2·10 ³	4,5·10 ³	100

*Typisk: Inkluderar återvinning för första processen.

**Där det är tillämpligt, inkluderar material som avlägsnats i efterföljande processer.

Tillverkning:

Tabell A22. Energimängd och CO₂-utsläpp vid tillverkning för rör.

Komponent	Process	% Avlägsnat	Andel bearbetat	CO ₂ footprint (kg)	%
Rör	Valsat, härdat	-	1,2·10 ³ kg	2,2·10 ²	100
Total				2,2·10 ²	100

Transport av rör

Tabell A23. CO₂-utsläpp vid transportsträckor

Total vikt = 1.2·10³ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport till hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	9,8	31,3
Båt	Båttransport	3,3·10 ²	4,4	14,2
Transport från hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	9,8	31,3
Från kvänum till kund	Lastbil (14 ton)	1·10 ²	7,2	23,2
Total		9,3·10 ²	31	100

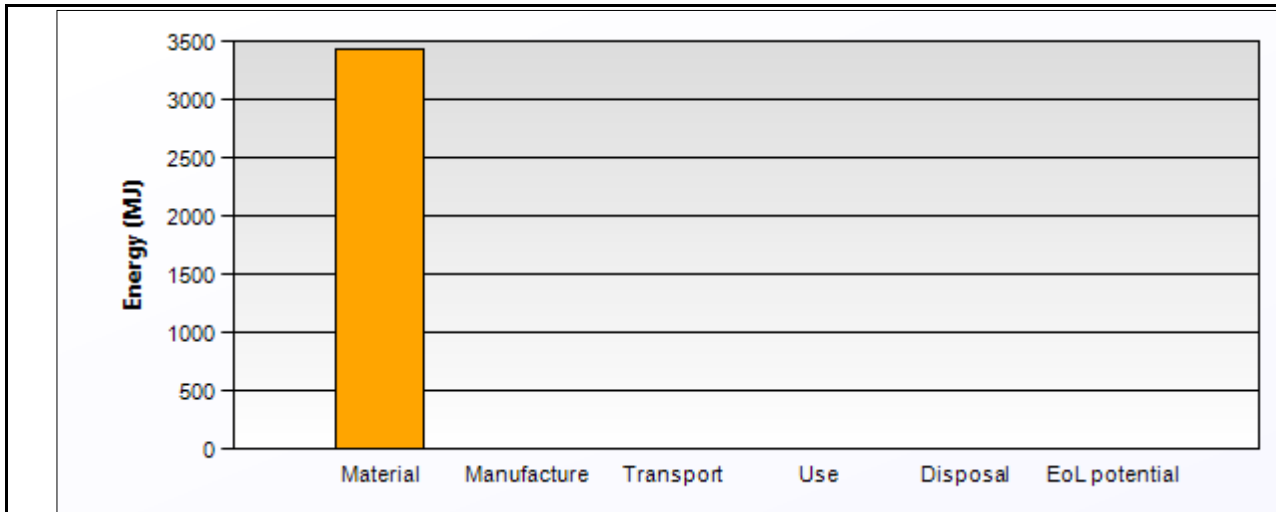
EoL potential:

Tabell A24. End of life potential för rör

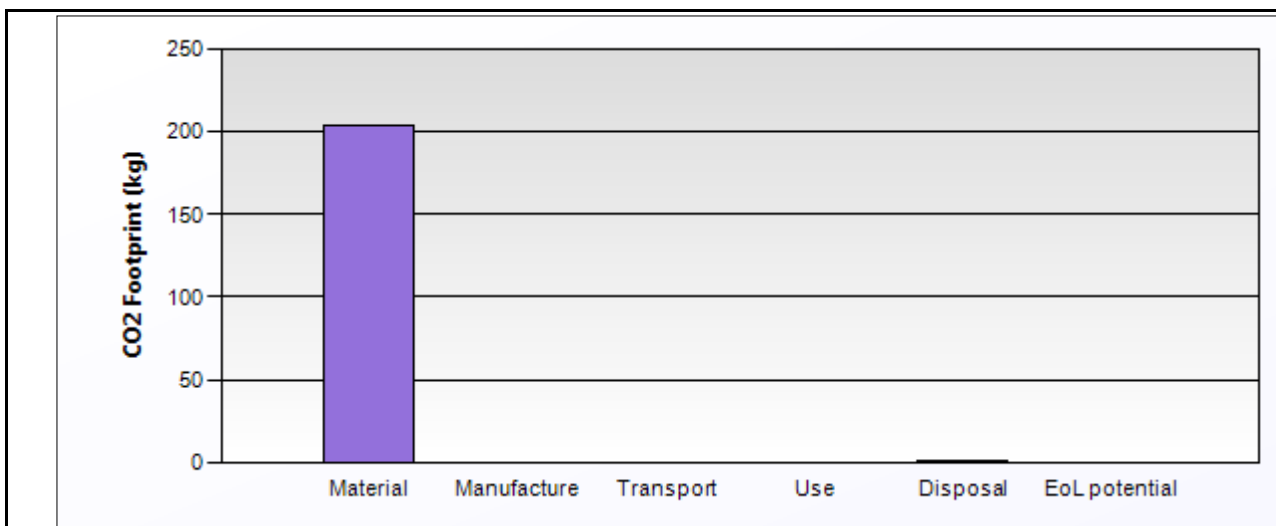
Komponent	Avvecklingsmetod	% Återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Rör	Återvinning	100,0	-2,8·10 ³	100,0
Total			-2,8·10 ³	100

Eco Audit Report Glasull

Energi and CO2 Footprint Summary: Glasull



Figur A10. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för glasull



Figur A11. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för glasull

Tabell A25. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för glasull

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	3,43·10 ³	99,5	203	99,4
Tillverkning	0	0,0	0	0,0
Transport	4,9	0,1	0,348	0,2
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	14	0,4	0,98	0,5
Total (för första skedet)	3,45·10³	100	204	100
End of life potential	0		0	

Material: Glasull

Tabell A26. Typ av glasull och mängd.

Komponent	Material	Återvinningd content* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Glasisolering	SF-glass	Virgin (0%)	70	1	70	2·10 ²	100.0
Total				1	70	2·10²	100

*Typisk: Inkluderar återvinning för första processen.

**Där det är tillämpligt, inkluderar material som avlägsnats i efterföljande processer.

Transport av glasull

Tabell A27. CO₂-utsläpp vid transportsträc Total vikt= 70 kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport	Lastbil	50	0,35	100,0
Total		50	0,35	100

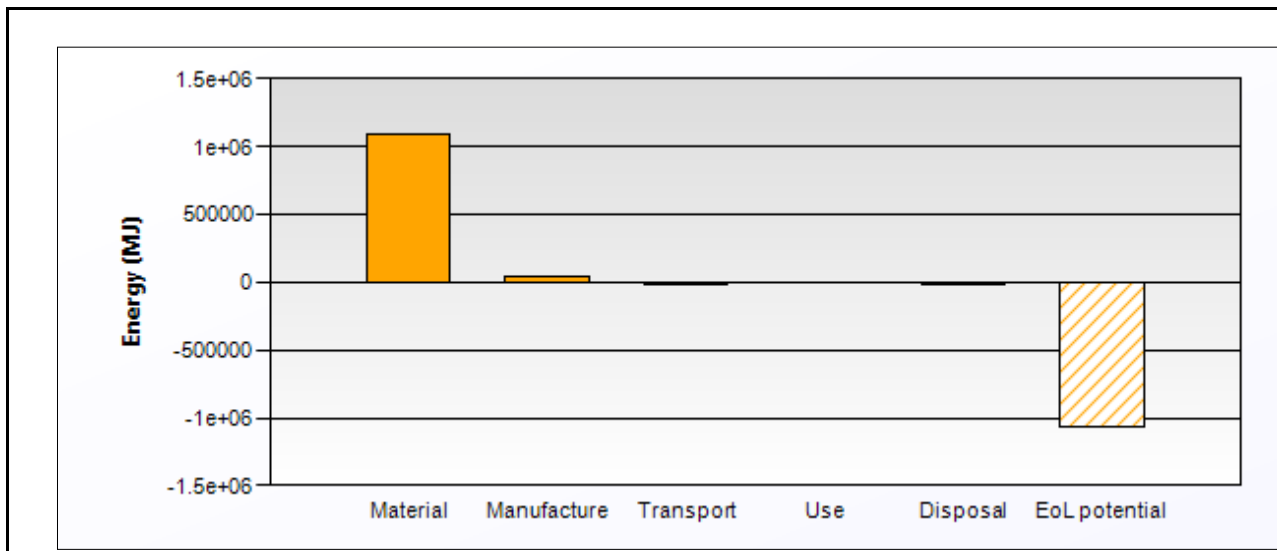
EoL potential:

Tabell A28. End of life potential för glasull

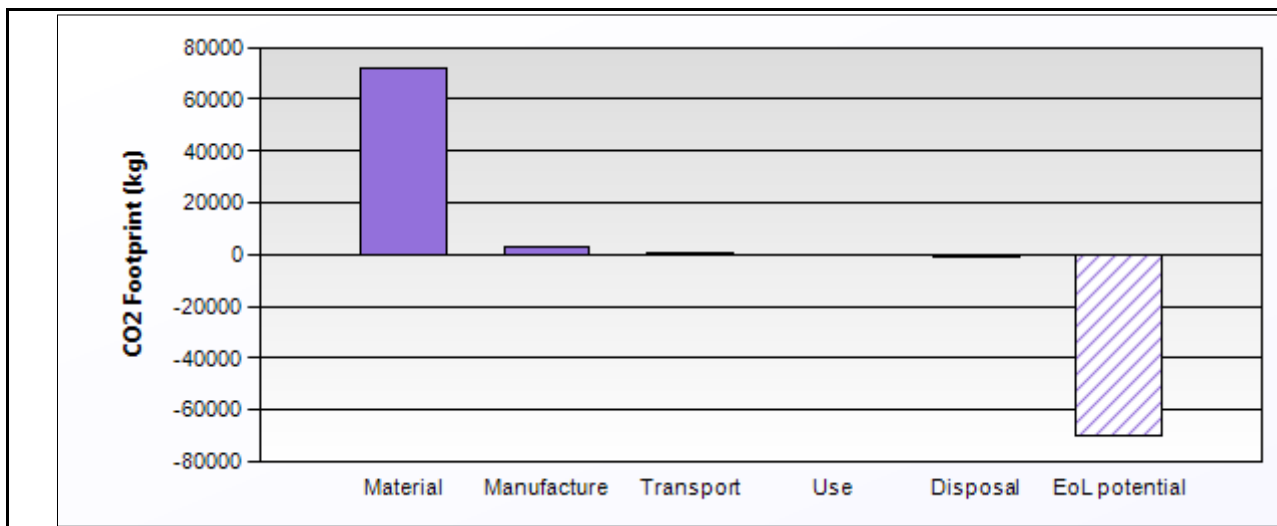
Komponent	Avvecklingsmetod	Andel %	CO ₂ footprint (kg)	%
Glasisolering	deponi	100,0	0	
Total			0	100

Eco Audit Report: Hela konstruktionen i aluminium

Energi and CO2 Footprint Summary: Hela konstruktionen i aluminium.



Figur A12. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för aluminiumkonstruktion



Figur A13. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för aluminiumkonstruktion

Tabell A29. Energimängd och CO₂-utsläpp vid olika skeden för hela konstruktionen i aluminium.

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	1,09 · 10 ⁶	95,9	7,17 · 10 ⁴	95,4
Tillverkning	4 · 10 ⁴	3,7	3,13 · 10 ³	4,2
Transport	2,94 · 10 ³	0,3	280	0,3
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	1,6 · 10 ³	0,1	112	0,1
Total (för första skedet)	1,14 · 10 ⁶	100	7,52 · 10 ⁴	100

End of life potential	-1,07·10 ⁶		-7·10 ⁴	
-----------------------	-----------------------	--	--------------------	--

Material: Aluminium

Tabell A30. Materialtyp, tillverkningsprocess, materialmängd för aluminium

Komponent	Material	Återvinning* (%)	Vikt (kg)	Kvantitet	Total massa bearbetad** (kg)	CO ₂ footprint (kg)	%
Al tot	Aluminium, 5086, wrought, H111	Typical %	8000	1	8000	7,2·10 ⁴	100,0
Total				1	8000	7,2·10 ⁴	100

*Typisk: Inkluderar återvinning för första processen.

**Där det är tillämpligt, inkluderar material som avlägsnats i efterföljande processer.

Tillverkning:

Tabell A31. Tillverkningssätt för aluminiumplåt

Komponent	Process	% Avlägsnat	Andel bearbetat	CO ₂ footprint (kg)	%
Al tot	Valsat, härdat	-	8000 kg	3,1·10 ³	100,0
Total				3,1·10 ³	100

Transport av aluminium

Tabell A32. CO₂-utsläpp vid transportsträck Total vikt = 1,2·10⁴ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Transport till hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	65	31,3
Båt	Båttransport	3,3·10 ²	30	14,2
Transport från hamn	Lastbil (32 ton)	2,5·10 ²	65	31,3
Från kvänum till kund	Lastbil (14 ton)	1·10 ²	48	23,2
Total		9,3·10 ²	2,1·10 ²	100

Förklaring: Det är samma transportsträckor som för stål för att göra jämförelsen rättvis

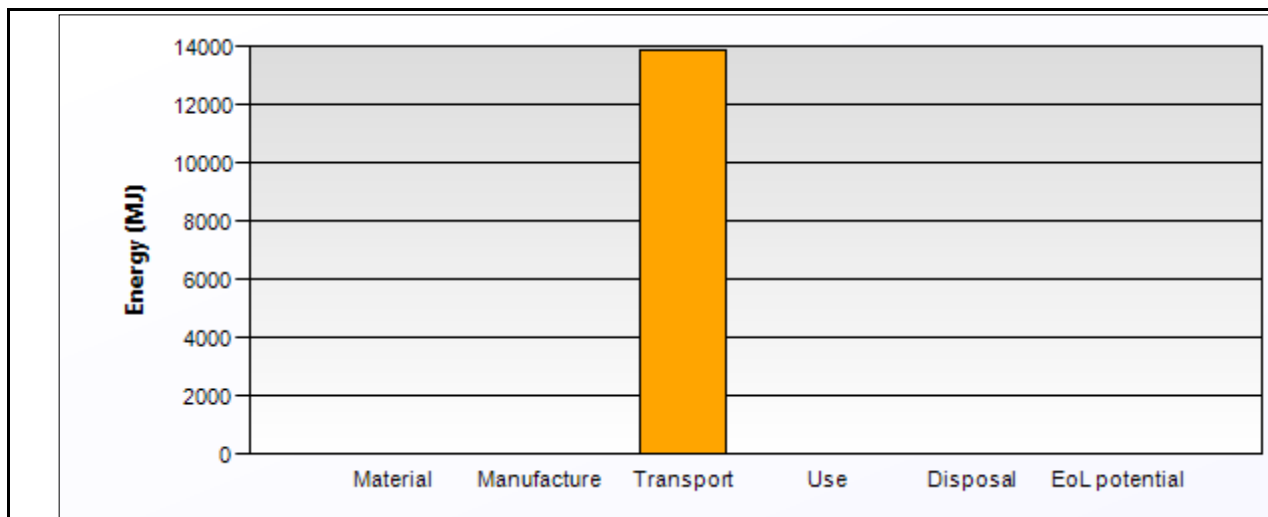
EoL potential:

Tabell A33. End of life potential för aluminium

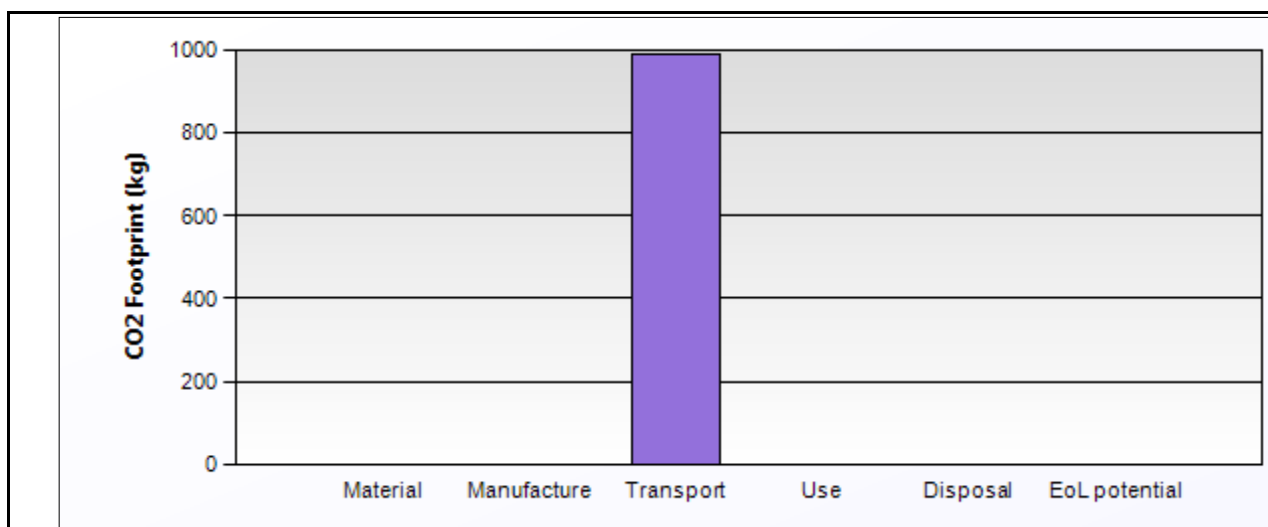
Komponent	Avverkningsmetod	% återvunnet	CO ₂ footprint (kg)	%
Al tot	Återanvändning	100,0	-7·10 ⁴	100,0
Total			-710 ⁴	100

Eco Audit Report för transport

Energi and CO₂ Footprint sammanfattning:



Figur A14. Energimängd vid en transport till Litauen



Figur A15. Mängd CO₂-utsläpp för transport till Litauen

Tabell A34. Mängd CO₂-utsläpp vid olika skeden för transport.

Fas	Energi (MJ)	Energi (%)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (%)
Material	0	0,0	0	0,0
Tillverkning	0	0,0	0	0,0
Transport	1,39·10 ⁴	100,0	988	100,0
Användning	0	0,0	0	0,0
Avveckling	0	0,0	0	0,0
Total (för första skedet)	1,39·10 ⁴	100	988	100
End of life potential	0		0	

Transport till Litauen

Tabell A35. CO₂-utsläpp vid transportsträckor Total vikt = $3.9 \cdot 10^4$ kg

	Transportmedel	Avstånd (km)	CO ₂ footprint (kg)	%
Kvänum- Karlshamn	Lastbil (32 ton)	$3 \cdot 10^2$	$3,8 \cdot 10^2$	38,5
Karlshamn- Klaipeda	Båttransport	$4,3 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	19,2
Klaipeda- Vilnius	Lastbil (32 ton)	$3,3 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^2$	42,3
Total		$1,1 \cdot 10^3$	$9,9 \cdot 10^2$	100

Bilaga B Stycklista Brännare Janfire

1	2	3	4	5	6	7	8	
52	23	Par default	screw_m6_x1_x1 6_ansi_b18_2_3_4 m	101	1	fäste-kopli dosa	SS 1142	63402
51	1	stödning-trumma	MA 253	61404	98	1	lock-kopli:200	SS 1142
50	16	omdröve-segment	MA 253	61403	99	1	panel-kopli_dosa600-1	SS 1142
49	3	rosterplåtsträng	MA 253	61402	97	2	fläkthjans 1	SS 1142
48	3	rosterplåt-segment	MA 253	61401	96	2	fläkthjans 1	SS 1142
47	1	förstärkning	SS 2333	61017	94	1	fläkthjans 1	SS 1142
46	1	spalt-gjuten600-37,5	SS 2333	61100-3	93	1	diöd	SS 1142
45	1	skrapa	SS 2333	skrapa	92	1	statiskrövr	SS 1142
44	1	FBK	MA 253	61015	91	2	plugg	SS 1142
43	16	distanslinal trumma	SS 2333	61013	90	1	mutter-kap givare	SS 1142
42	8	rostfribrüt M 10x80	SS 2333	M10x80	89	1	kap givare	SS 1142
41	8	ankare600	SS 2333	61301	88	1	termokonakt lock	SS 1142
40	8	fördelingslinal trumma	SS 2333	61009	87	1	termokonakt kropp	SS 1142
39	1	extrering EBK 600	SS 2333	61206	86	1	termokonakt faste	SS 1142
38	1	EBK sväp	SS 2333	61205-1	85	1	Flans	SS 1142
37	1	keramisk insats	keramik	keramik	84	2	Flans	SS 1142
36	1	EBK koma	SS 2333	61203-1	83	1	RK 100	SS 1142
35	1	EBK ring	SS 2333	61202-2	82	1	Radial Tämningshallare	SS 1142
34	1	EBK flans	SS 2333	61201-1	81	1	Skruv för	SS 1142
33	1	yttre ring trumma	SS 2333	61006	80	1	nedfallshalva med hål	SS 1142
32	1	inre ring trumma	SS 2333	61007	79	1	nedfallshalva	SS 1142
31	1	inre ring trumma	SS 2333	61010	78	1	Default	SS 1142
30	1	axeltör trumma	SS 2333	61008	77	1	rot givare	SS 1142
29	1	axeltör trumma	SS 2333	61008	76	1	rot givare	SS 1142
28	1	yttersvep trumma	SS 2333	61014-1	75	1	skyddslangshällare -r1	SS 1142
27	1	yttersvep trumma	SS 2333	61012	74	1	Byggl lock luftflada	SS 1142
26	1	ring rosterplåt	MA 253	61002-1	73	2	luckskaaklada-1	SS 1142
25	1	inre ring trumma	MA 253	61005-1	72	2	Default	SS 1142
24	2	fläkthjans	SS 1142	62012	71	1	luckskaaklada-1	SS 1142
23	27		Default	blind mutter M6	70	1	luckskaaklada-1	SS 1142
22	1	smörj dosa-bygel	SS 1312	62025	69	1	luckskaaklada-1	SS 1142
21	1	ring rosterplåt	Default	smörj dosa-lock	68	1	fördelarrondell-lock	SS 1142
20	1	ring rosterplåt	Default	smörj dosa	67	2	kedje skydd-ny	SS 1142
19	2		Default	smörj dosa 18 ansi	66	1	handtagfäste	SS 1312
18	1		Default	växeladda rotation	65	2	handtagstor 2	SS 1312
17	2	skyddsring - lager	DX 240	62019	64	1	handtagstor 1	SS 1312
16	2	segerring DIN 472/ 290 mm	Par default	segerring DIN 472 290mm	63	1	Default	ISO 6194/1 - (gelfmsg gefret 100)1 70 x90 x 10
15	2		Default	ISO 15 - 0 00 - 190 x 290 x 31	62	1	Hällare Radialtätning 70	SS 2172
14	2	distans	DX 240	62013	61	1	lock luftflada	DX 240
13	1	spännhällare motorfäste	DX 240	62102	60	1	packnings hällare 133	SS 2172
12	1	motorfäste	DX 240	62101-1	59	1	fördelarrondell	DX 240
11	1	gavel brännrör	DX 240	62011-1	58	1	fördelarrondell	DX 240
10	1	sväpplatta hogger	DX 240	62010	57	1	packningshällare 185	SS 2172
9	1	sväpplatta vänster	DX 240	62009	56	1	luckskaaklada-1	DX 240
8	1	nedre flans	DX 240	62008	55	1	ytregavel luftflada-1	DX 240
7	1	nedre flans	DX 240	62007	54	1	sväp luftflada	DX 240
6	1	överflans	DX 240	62006-1	53	1	inregavel luftflada	DX 240
5	1	överflans	DX 355	62005-1				
4	1	lagerhällare	SS 2172	62004-1				
3	1	anslutningsring	DX 240	62003-1				
2	1	innetör	DX 240	62002				
1	1	innetör	DX 240	62001				

SBS Janfire
 Ytterflans 60001 stycklista
 Ugnare 1 / 1