

Miljöbedömning

Termoträ Standard

Referensmiljöer för framtidens produkter

2011-05-17

Rev. 2014-04-10: Produkten tillverkas nu utan tillsatts av borsyra och produktnamnet är ändrat till Termoträ Original

FÖRFATTARE: Tomas Östberg

LCA-jämförelse

Sammanfattning Miljöbedömning av Jegreliusrapporten

CO₂-påverkan vid tillverkning i jämförelse med TERMOTRÄ Original

Stenullsisolering - 5 gånger högre CO₂-påverkan

Glasullsisolering - 2 gånger högre CO₂-påverkan

Energiförbrukning vid tillverkning i jämförelse med TERMOTRÄ Original

Stenullsisolering - dubbelt så hög energiförbrukning

Glasullsisolering - 50% högre energiförbrukning

Medelvärde av energiåtgång och klimatpåverkan uttryckt per kg isolering samt per funktionell enhet, FE_{teoretisk} och FE_{praktisk}

	MJ/kg	CO ₂ eq g/kg	MJ/FE _{teo}	CO ₂ eq g/FE _{teo}	MJ/FE _{praktisk}	CO ₂ eq g/FE _{praktisk}
Glasull	24	<u>996</u>	15	<u>628</u>	24	<u>986</u>
Stenull	17	<u>1157</u>	23	<u>1565</u>	32	<u>2210</u>
Cellulosa	16	461	16	467	16	467
Under tillväxt		-1800		-1800		-1800
Nettovärde TT		-1339		-1333		-1333

Glas- och stenull binder ingen CO₂ då de inte har någon tillväxt.

Sammanfattning	i
1 Inledning.....	1
1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi	1
1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter.....	1
1.3 Rapportens syfte och inriktning.....	1
1.4 Omvärldsbeskrivning och konkurrenter	1
2 Metodbeskrivning.....	3
2.1 Jegreliusmodellen	3
2.2 Livscykelanalys (LCA).....	4
2.3 Hållbarhetsanalys.....	6
2.4 Kemikaliebedömning.....	6
3 Miljöbedömning.....	7
3.1 Jämförande livscykelanalys	7
Litteraturstudie energiåtgång och klimatpåverkan	7
Klimatpåverkan vid olika faser i livscykeln.....	10
3.2 Hållbarhetsanalys.....	11
Termoträ Standard.....	11
Konkurrerande mineralullsisolering.....	12
Slutsats	12
3.3 Kemikaliebedömning.....	13
3.4 Samlad miljöbedömning.....	14
Energiåtgång och klimatpåverkan	14
Hållbarhetsanalys	15
Kemikaliebedömning	16
Summering	16
4 Diskussion och rekommendationer	17

Sammanfattning	i
1 Inledning.....	1
1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi	1
1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter.....	1
1.3 Rapportens syfte och inriktning.....	1
1.4 Omvärldsbeskrivning och konkurrenter	1
2 Metodbeskrivning.....	3
2.1 Jegreliusmodellen	3
2.2 Livscykelanalys (LCA).....	4
2.3 Hållbarhetsanalys.....	6
2.4 Kemikaliebedömning.....	6
3 Miljöbedömning	7
3.1 Jämförande livscykelanalys	7
Litteraturstudie energiåtgång och klimatpåverkan	7
Klimatpåverkan vid olika faser i livscykeln.....	10
3.2 Hållbarhetsanalys.....	11
Termoträ Standard.....	11
Konkurrerande mineralullsisolering.....	12
Slutsats	12
3.3 Kemikaliebedömning.....	13
3.4 Samlad miljöbedömning.....	14
Energiåtgång och klimatpåverkan	14
Hållbarhetsanalys	15
Kemikaliebedömning	16
Summering	16
4 Diskussion och rekommendationer	17

1 Inledning

1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi

Jegrelius - institutet för tillämpad Grön kemi är en oberoende aktör utan vinstintressen som arbetar tillsammans med konsumenter, företag och offentlig sektor för att stimulera efterfrågan och produktion av giftfria produkter. Visionen är att bidra till tryggare miljöer i människors vardag. Jegreliusinstitutet handleder företag i kemikaliefrågor, driver projekt och stöttar kommuner och landsting i innovationsupphandlingar. Jegreliusinstitutet är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län.

1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter

Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter drivs av Jegrelius – institutet för tillämpad Grön kemi och löper under tre år. Projektet startade 1 juli 2010. Avsikten med projektet är att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som de miljödrivna marknaderna erbjuder och samtidigt underlätta för landsting och kommuner att i större utsträckning köpa miljöanpassade produkter.

Projektet finansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden, Tillväxtverket (Miljödrivna marknader), Länsstyrelsen Jämtlands län och Regionförbundet Jämtlands län.

I projektet gör Jegreliusinstitutet, som en oberoende aktör, en granskning av de deltagande företagens produkter. Produkternas miljöpåverkan jämförs med utvalda konkurrerande funktionslösningar utifrån Jegreliusinstitutets modell för miljöbedömningar.

1.3 Rapportens syfte och inriktning

Syftet med denna rapport är att på ett överskådligt sätt redogöra för Termoträ ABs produkts påverkan på miljö och hälsa jämfört med alternativ på marknaden. Rapporten ska hjälpa Termoträ AB att bli tryggare och mer korrekt i sina miljöargument gällande aktuell produkt och då Termoträ AB finner det lämpligt vara ett komplement i sin kommunikation med kund.

1.4 Omvärldsbeskrivning och konkurrenter

Termoträ AB i Järbo är tillverkare av cellulosaisoleringen Termoträ som de redan 1993 fick typgodkänt som lösullsisolering. I sitt produktsortiment finns både Termoträ Brandklassad och Termoträ Standard, båda är lösullsisolering för sprutisolering av bjälklag, väggar och vindsutrymmen. Det är lösullsisoleringen Termoträ Standard som i denna rapport miljöbedöms och jämförs med några konkurrerande produkter.

Råvaran till Termoträ ABs lösullsisolering är CTMP-massa från SCA Östrand, vilket är en den typ av cellulosa massa som bla. används i blöjor och bindor. Just denna massa är certifierad som *FSC-mixed sources* vilket innebär att delar av skogsråvaran kommer från FSC-certifierad skog, den övriga delen kommer i SCA Östrands fall från *FSC-controlled* skog¹. I Termoträ ABs fabrik i Järbo finfördelas CTMP-massan till en fintrådig och bomullsliknande lösull. I processen tillsätts även borsalter och polyfosfater i olika proportioner beroende på isoleringstyp, Standard eller Brandskyddad.

¹ Personlig referens Jörgen Bergström SCA Östrand (2011-02-21)

När det gäller marknaden för andra isoleringsmaterial så är det glasull, stenull och polystyrenprodukter som dominerar marknaden. Inga dagsaktuella siffror har hittats men i början av 2000-talet så hade glasull 32 %, stenull 28 % och polystyrenprodukter 31 % av den Europeiska marknaden². Cellulosaprodukter utgjorde då endast 4 % av marknaden. Övriga isoleringsmaterial med naturligt ursprung som finns kan vara baserade på material så som fårull, hampa, lin, halm och kork.

Vi har i denna miljöbedömning valt att framförallt jämföra med de produkter som dominerar marknaden och finns som sprutbar lösullsisolering, dvs. glasull och stenull!

Glasull³: Glasull tillverkas utav silikatsand med varierande inblandning av returglas. Materialet smälts vid hög temperatur (ca 1400°C) och slungas ut med roterande spinnare till tunna glastrådar. Denna glasull tillsammans med olika tillsatser, kan sedan formas till olika typer av isoleringsprodukter tex isoleringsskivor eller lösullsisolering. För lösullsisolering behövs tillsatser i form av mineralolja för att binda damm och skydda mot fukt, och för skivmaterial behövs även tillsats av bindemedel i form av formaldehydhartser (bakelit) för att kunna forma produkterna. Största tillverkaren av glasull i Sverige är Isover AB (tidigare Gullfiber).

Stenull^{3,4}: Stenull tillverkas av bergarten diabas som smälts i hög temperatur (1500°C) tillsammans med koks och kalk. Den flytande stenmassan rinner därefter ned på snabbt roterande spinnhjul som slungar den smälta stenen ut i tunna trådar. Samtidigt tillsätts bindemedel i form av formaldehydhartser och olja. Stenullen passerar därefter genom en härdugn där varm luft blåses genom ullen och bindemedlet omvandlas till bakelit. Därefter sker avkylning, formgivning och paketering. På den svenska marknaden finns två stora stenullsaktörer Paroc AB och Rockwool AB.

² Papadopoulos, Karamanos & Avgelius, Environmental impact of insulating materials at the end of their useful lifetime.

³ <http://byggipedia.se/material/MINULL.html> (2011-03-13)

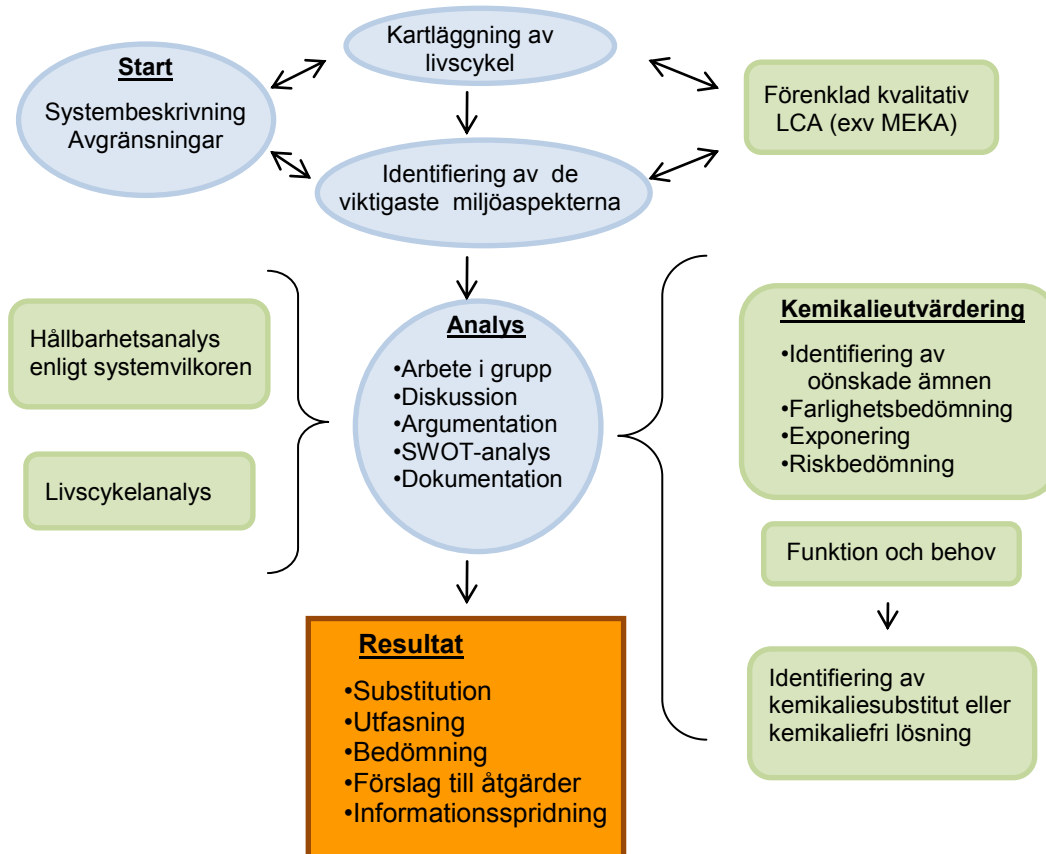
⁴ Byggvarudeklaration BVD 3 Rockwool 2010-01-11

2 Metodbeskrivning

2.1 Jegreliusmodellen

För att utföra en bedömning av produkten Termoträ Standards miljöprestanda har vi arbetat utefter *Jegreliusmodellen*⁵ som definierar och beskriver vilka värderingar vi har samt vilka metoder och verktyg som vi kan använda (Figur 1). Vi gör här en samlad miljöbedömning baserat på livscykelanalys (LCA), en generell hållbarhetsanalys samt en riskbedömning av ingående kemikalier. Med en LCA får vi bild av produktens miljöpåverkan under hela dess livscykel men det ger också data och kunskap om produkten som också användas vid hållbarhetsbedömning och riskbedömning av ingående kemikalier.

För att kunna bedöma Termoträ Standards miljöprestanda i förhållande till konkurrerande produkter ser vi till funktion. Det skulle kunna vara systemlösningar så som en hel vägg med en viss grad av isolerande egenskap eller ett hus med en bestämd energiförbrukning. För att minimera antalet parametrar har vi i denna miljöbedömning dock valt att se till en viss isolerande förmåga i ett tänkt vindsbjälklag vilket beskrivs närmare nedan.



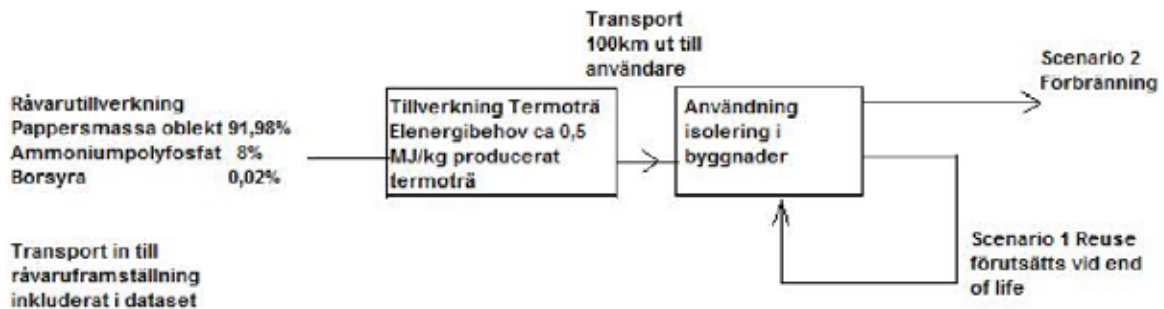
Figur 1: Jegrelius arbetsmetod för att arbeta med bedömning av hälso- och miljöprestanda i olika typer av analyser, utredningar och substitutionsarbete⁵.

⁵ Jegreliusmodellen – vårt sätt att arbeta med hälso- och miljöbedömningar. Internt dokument Jegrelius 2010

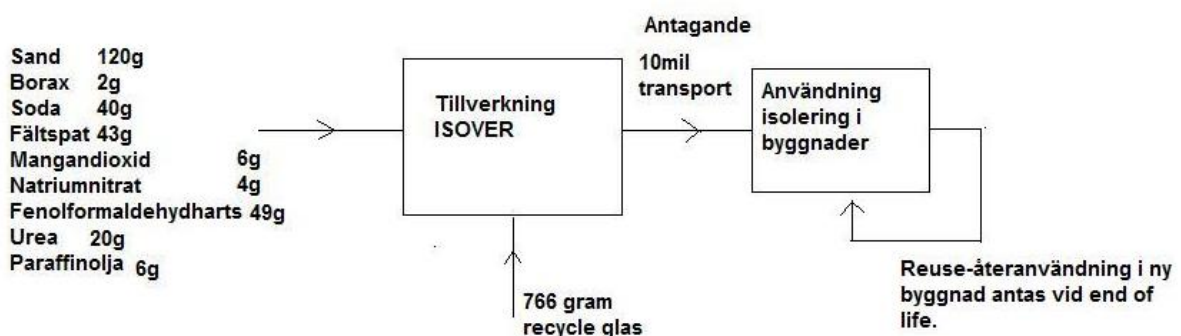
2.2 Livscykelanalys (LCA)

Miljöbelastningen under hela livscykeln för både Termoträ Standard och konkurrerande produkter så som glasull och stenull, har bedömts utifrån generella LCA-data för energiåtgång och klimatpåverkan som inhämtats från forskningslitteratur, LCA-rapporter, byggvarudeklarationer, LCI-databaser och miljöproduktdeklarationer (EPD).

För att komplettera dessa resultat och bedöma hur olika användningsscenarier påverkar miljöbelastningen har jämförande LCA utförts mellan Termoträ Standard och Isover lösull (glasull). Den livscykelanalysen har utförts av företaget CoreSource AB⁶ med hjälp av produktdatahanteringsprogrammet iPoint⁷ med tillhörande LCA-modul med databasen EcoInvent⁸. Den livscykel som då studerats är från vaggan till graven med eller utan förbränning, samt utan att räkna med sparad energi under husets användning (Figur 2 och Figur 3). Energidata och materialinformation har inhämtats från tillverkarnas byggvarudeklarationer, personlig kommunikation med tillverkare av isolering och råvaror. Övrig data har kompletterats med värden från databasen EcoInvent.



Figur 2: Beskrivning av det studerade systemet för Termoträ Standard. Den energibesparande funktionen vid användning har inte studerats utan ansetts som likvärdig med konkurrerande produkter.



Figur 3: Beskrivning av det studerade systemet för Isover glasull. Den energibesparande funktionen vid användning har inte studerats utan ansetts som likvärdig med konkurrerande produkter.

⁶ CoreSource AB, <http://www.coresource.se/Sv>

⁷ iPoint systems, <http://www.ipointinc.com/>

⁸ Ecoinvent center, <http://www.ecoinvent.org/home/>

Miljöpåverkan i produkternas olika livsskederna har beräknats per kg isolering för lättare jämförelse med litteraturvärden. För att jämföra resultaten för de olika typerna av isolering har funktionell enhet (FE) beräknats utifrån standardmetod för EPD för isoleringsmaterial (NPCR 012)⁹. Den funktionella enhet som där rekommenderas är den vikt isolering (kg) som åtgår för att täcka 1 m² för att erhålla ett värmemotstånd (R) på 1 m²K/W enligt ekvation 1 nedan.

$$\text{Ekv 1.} \quad FE = \text{area} * R * \text{densitet} * \lambda$$

Vi har valt att beräkna två olika funktionella enheter enligt Tabell 1 och Tabell 2: FE_{teoretisk} baserad på värmeledningsförmåga (λ -värde) uppmätt i laboriemiljö enligt standardmetoder samt FE_{praktisk} baserat på praktisk värmeledningsförmåga uppmätt i en verklig byggnadskonstruktion¹⁰. Anledningen till detta är att mineralullsisolering i lösullsform kan få en ökad värmeledningsförmåga i verkliga konstruktioner på grund av egenkonvektion vilket inte är fallet för cellulosaisolering¹¹.

Tabell 1: Beräkning av funktionell enhet baserat på densitet och lamdavärden angivna i VIM-kontroll certifikat utfärdade av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Isoleringstyp	Densitet [kg/m ³]	$\lambda_{\text{teoretisk}}$	FE _{teoretisk}
Isover InsulSafe, sprutad, öppna bjälklag, lutning <15°	15	0,042	0,63 kg
Paroc stenull, Bjälklag BLT1	33	0,041	1,353 kg
Termoträ Standard	26	0,039	1,014 kg

Tabell 2: Beräkning av funktionell enhet baserat på densitet angivet i VIM-kontroll certifikat utfärdade av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Värmeledningsförmåga är detta fall baserat på praktiska lamdavärden uppmätta i byggnadskonstruktion (Referens!)

Isoleringstyp	Densitet [kg/m ³]	$\lambda_{\text{praktisk}}$	FE _{praktisk}
Glasull	15	0,066	0,99 kg
Stenull	33	0,058	1,91 kg
Termoträ Standard	26	0,039	1,014 kg

⁹ NPCR 012, Product Category Rules – For preparing an environmental declaration (EPD) for Product Group Insulation materials

¹⁰ Mattsons Energi och Klimatkontroll 1996, Utvärdering av tre olika lösullsisoleringars värmekonduktivitet.

¹¹ Mihail Serkirj 1992, Egen och påtvingad konvektion i lösull, Avdelningen för husbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola

2.3 Hållbarhetsanalys

Vid miljöbedömning och substitution är det viktigt att fråga sig om det är ett steg mot hållbarhet och om det är en flexibel plattform för ytterligare förbättring. De systemvilkor som måste uppfyllas för att nå ett hållbart samhälle har beskrivits av Holmberg 1995¹² och 1998¹³ enligt följande:

I ett hållbart samhälle förstörs inte naturens funktion och mångfald genom:

1. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från berggrunden
2. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från samhällets produktion
3. Systematiskt överuttag, undanträngning och manipulation av ekosystemens förmåga att skapa nyttigheter.
4. I ett hållbart samhälle är hushållningen med resurser så effektiv och rättvis att de mänskliga behoven tillgodoses överallt

De fyra villkoren ovan ger en ram som en tänkt målbild måste rymmas inom, för att kunna vidmakthålla värderingen om att framtida generationer ska ha samma förutsättningar som vi.

I vår hållbarhetsanalys av Termoträ Standard utgår vi både från hur produkten och konkurrenterna ser ut och tillverkas idag men vi bedömer även den potentiella/möjliga hållbarheten om tillverkning och energislag gör på et så optimalt sätt som möjligt.

2.4 Kemikaliebedömning

Det finns ett stort antal kemikalier som vi är övertygade om att de bör fasas ut från vårt samhälle. Många av dessa ämnen är uppmärksammade och upptagna på olika listor över prioriterade ämnen. Exempel på några sådana listor är tex. ChemSecs SINLIST¹⁴, ECHAs kandidatlista¹⁵ över särskilt farliga ämnen (Substances of Very High Concern, SVHC) och Kemikalieinspektionens PRIO-databas¹⁶ med utfasningsämnen och riskminskningsämnen. I de fall som en aktuell kemikalie inte finns upptagen på dessa listor baserar vi vår värdering om hur farlig en kemikalie är på motsvarande kriterier.

Vi på Jegrelius anser att det vid många tillfällen är nödvändigt och i vissa fall en skyldighet att använda sig av försiktighetsprincipen. Vilket vi vill uttrycka på följande sätt: *Om vetenskapligt grundad misstanke finns för allvarlig effekt av kemikalie A, men inte för kemikalie B så bör substitution genomföras under förutsättning att funktionen i övrigt är tillfredsställande.*

¹² Holmberg (1995) Socio-Ecological Principles and Indicators for Sustainability. Chalmers Universitet, Göteborg

¹³ Holmberg (1998) Lättare att förstå – svårare att misstolka. Tidsskriften Det Naturliga Steget. Nr. 2:98

¹⁴ ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>

¹⁵ ECHAs kandidatlista över SVHC

http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

¹⁶ Databasen Prio http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx

3 Miljöbedömning

3.1 Jämförande livscykelanalys

Litteraturstudie energiåtgång och klimatpåverkan

För byggprodukt generellt finns det ett relativt stort utbud av utförda livscykelanalyser vilka återfinns i forskningslitteratur, rapporter och miljövarudeklarationer för olika produkter. Men just för isoleringsmaterial är utbudet inte lika stort. Detta förklaras av vissa författare att eftersom syftet med isolering är att spara energi så har energirelaterad miljöbelastning från bland annat tillverkning av isolering ej prioriterats.

De data för energiåtgång och klimatpåverkan som vi funnit för glasull, stenull och cellulosebaserade isoleringsmaterial redovisas i Tabell 4, Tabell 5 och Tabell 6. Spridningen i värden för samma isoleringstyp kan bero på flera faktorer så som vilken faktisk produktionsanläggning som studerats, vilka processmetoder som används, andel återvunnet material samt vilka avgränsningar och värderingar som gjorts i livscykelanalysen. Gemensamt för alla är att de är baserade på ett europeiskt perspektiv. Studien Schmidt (2004) i Tabell 6 är utförd för returpappersbaserad cellulosaisolering. De har utifrån ett resonemang kring tillgång och efterfrågan av returpapper utgått ifrån att 1 kg returpapper till isolering innebär att 1 kg ny jungfrulig cellulosa måste tillföras systemet. Därför ingår det i studien beräknad energiåtgång och klimatpåverkan för tillverkningsprocesser motsvarande de för Termoträ Standard.

Medelvärden för dessa data är samlade i Tabell 3 uttryckt per kg isoleringsmaterial samt per funktionell enhet, $FE_{\text{teoretisk}}$ och FE_{praktisk} .

Tabell 3: Medelvärdet av energiåtgång och klimatpåverkan från tabell 4-6 uttryckt per kg isolering samt per funktionell enhet, $FE_{\text{teoretisk}}$ och FE_{praktisk}

	MJ/kg	CO ₂ eq g/kg	MJ/ FE_{teo}	CO ₂ eq g/ FE_{teo}	MJ/ FE_{praktisk}	CO ₂ eq g/ FE_{praktisk}
Glasull	24	996	15	628	24	986
Stenull	17	1157	23	1565	32	2210
Cellulosa	16	461	16	467	16	467

Ur Tabell 3 kan vi utläsa att energiåtgång per kg glasull är 24 MJ/kg vilket är ca 40% mer än för stenull och cellulosaisolering med 17 respektive 16 MJ/kg. Trots att energiåtgången är högst för glasull är klimatpåverkan per kg isoleringsmaterial ändå något högre för stenull, 1157 CO₂eq/kg jämfört med 996 CO₂eq/kg för glasull. Cellulosaisolering har mindre än hälften så stor klimatpåverkan med 461 CO₂eq/kg. Denna stora skillnad beror på vilken typ av energislag som används i tillverkningsprocesserna; vid tillverkning av cellulosaisolering dominerar bibränsle/elektricitet som ger låg klimatpåverkan per energienhet, vid glasullstillverkning dominerar fossilt/elektricitet och vid stenullstillverkning dominerar fossila bränslen som kol, samt att koks är en av råvarorna till stenull, detta tillsammans ger högre klimatpåverkan per energienhet.

Om vi istället ser till energiåtgång och klimatpåverkan för en funktionell enhet, dvs jämför miljöpåverkan för en viss mängd isolering som ger en bestämd isolerande funktion, så blir resultatet lite annorlunda. För $FE_{\text{teoretisk}}$, den mängd isolering som behövs per m^2 för att ge värmemotståndet $1 m^2K/W$, är energiåtgången högst för stenull 23 MJ jämfört med 15 och 16 MJ för glasull respektive cellulosa (Tabell 3). Dessa tre isolermaterial har likvärdiga teoretiska λ -värden (mellan 0,039 och 0,042) så det är materialens densitet i byggkonstruktionen som påverkar den funktionella enheten mest. Eftersom stenull har mycket högre densitet än både cellulosaisolering och glasull (se Tabell 1) gör det att det behövs större massa stenull än glasull och cellulosaisolering för att uppnå samma värmemotstånd och därmed en hög energiåtgång per funktionell enhet. Detsamma gäller för klimatpåverkan som är 2-3 ggr så hög för stenull i förhållande till glasull och cellulosaisolering.

Vi har också valt att relatera energiåtgång och klimatpåverkan till en praktisk funktionell enhet (FE_{praktisk}). Anledningen till detta är att flera tillverkare och forskare¹⁷ framhåller minimal egenkonvektion som en utmärkande positiv egenskap för cellulosaisolering i förhållande till mineralull. Med det menas att i en färdig konstruktion, tex vindsbjälklag, med varmt under och kallt ovanför kan temperaturskillnaderna ge upphov till lufrörelser i isolermaterialet, egenkonvektion, som därmed påverkar isoleringsförmågan negativt. Måttet för värmeledningsförmåga (λ -värdet) som alltid anges för isoleringsprodukter, mäts enligt en standardmetod med ett tunt lager isolering med varm yta ovanför och kall yta under. Detta förfarande medför att effekten av egenkonvektion inte blir en faktor som påverkar λ -värdet. Om λ -värdet däremot beräknas utifrån isolering i en verklig konstruktion, med relevant isolertjocklek och verklig temperaturskillnad erhålls ett λ -värde som även omfattar effekten av egenkonvektion. En sådan studie utförd av referens!! visade att cellulosaisolering hade ett praktiskt λ -värden motsvarande det teoretiska λ -värdet, men för stenull och framförallt för glassull var det praktiska λ -värdet högre på grund av effekten av egenkonvektion.

Ett högre praktiskt λ -värden innebär att mer isolering behövs för att uppnå samma isolerande egenskap, samma gäller också för den praktiska funktionella enheten FE_{praktisk} . Ur Tabell 3 kan det utläsas att i relation till FE_{praktisk} så är energiåtgången 50 % högre för glasull och hela dubbelt så hög för stenull än för cellulosaisolering. När det gäller klimatpåverkan så är den dubbelt så hög för glasull och nästan 5 ggr högre för stenull i förhållande till cellulosaisolering.

¹⁷ Mihail Serkirj 1992, Egen och påtvingad konvektion i lösull, Avdelningen för husbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola

Tabell 4: Energiåtgång och klimatpåverkan för glasull. (BVD = Byggvarudeklaration)

Glasull	SPINE LCI ¹⁸ [MJ/kg]	Isover BVD [<MJ/kg]	ICE-databas version 2.0 ¹⁹ cradle to grave	ICE-databas Version 2.0 ¹⁹ cradle to site	Medel- värde
Energislag	cradle to gate	gate to gate			
Biobränsle	0	0			
Fossilt	10,04	<10,8			
Elektricitet	9,14	<10,8			
Energi:	19,18 MJ/kg	<21,6 MJ/kg	28 MJ/kg	28 MJ/kg	24,2 MJ/kg
CO₂ eq	592 g/kg	< 500 g/kg	1 540 g/kg	1 350 g/kg	996 g/kg

Tabell 5: Energiåtgång och klimatpåverkan för stenuull. (BVD = Byggvarudeklaration, EPD = Miljövarudeklaration)

Stenuull	SPINE LCI ¹⁸ [MJ/kg]	Rockwool EPD [MJ/kg]	ICE-databas Version 2.0 ¹⁹ cradle to grave	Schmidt (2004) ²⁰ [MJ/kg]	Medel- värde
Energislag	cradle to gate	cradle to cradle		cradle to gate	
Biobränsle	0	1,07		0,91	
Fossilt	10,4	14,03		14,03	
Elektricitet	4,8	2,59		1,59	
Energi:	15,2 MJ/kg	17,69 MJ/kg	16,8 MJ/kg	16,53 MJ/kg	16,6 MJ/kg
CO₂ eq:	1060 g/kg	1223 g/kg	1120 g/kg	1223 g/kg	1157 g/kg

Tabell 6: Energiåtgång och klimatpåverkan för cellulosaisolering. (BVD = Byggvarudeklaration, EPD = Miljövarudeklaration)

Cellulosa	Termoträ BVD [MJ/kg]	Termoträ EPD [MJ/kg]	ICE-databas Version 2.0 ¹⁹ cradle to grave	Schmidt (2004) ²⁰ [MJ/kg]	Medel- värde
Energislag	cradle to gate	cradle to cradle		cradle to gate	
Biobränsle	4,7	2,6		11,99	
Fossilt	0,68	3,4		5,28	
Elektricitet	5,4	6,1		3,24	
Energi:	10,78 MJ/kg	12,1 MJ/kg	20,2 MJ/kg	20,51 MJ/kg	15,9 MJ/kg
CO₂ eq:	235 g/kg	350 g/kg	630 g/kg	629 g/kg	461 g/kg

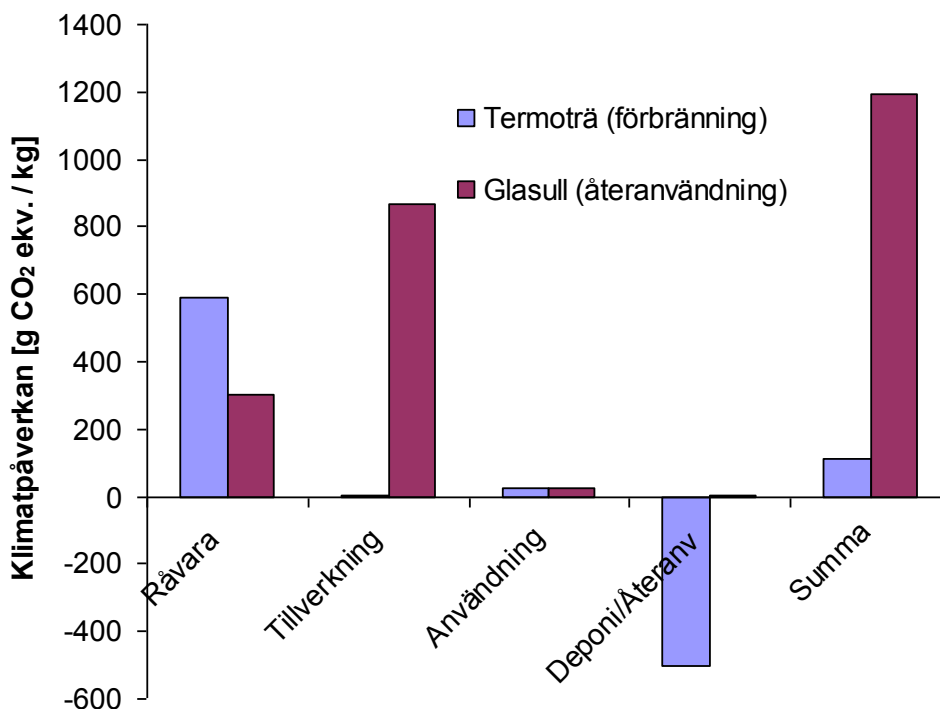
¹⁸ The SPINE@CPM LCA database, Chalmers. <http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/>

¹⁹ Inventory of Carbon & Energy (ICE) Version 2.0 2011. Sustainable Energy Research Team (SERT) Department of Mechanical Engineering University of Bath, UK <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/sert/embodied/>

²⁰ Schmidt *et al.* 2004 A Comparative life cycle assessment of building insulation products made of stone wool, paper wool and flax. International Journal of LCA, 2004:9 53-56

Klimatpåverkan vid olika faser i livscykeln

I sektionen ovan redovisas generell litteratordata gällande energiåtgång och klimatpåverkan för glasull, stenull och cellulosaisolering. Nedan följer en mer detaljerad jämförande analys av Termoträ Standard och Isover lösull (glasull) utförd av CoreSource AB⁶. Figur 4 visar klimatpåverkan uttryckt som CO₂-ekvivalenter för dessa produkters olika livscykelphaser. Det är tydligt att den dominerande klimatpåverkan för Termoträ Standard uppstår vid produktion av pappersmassan och endast en marginell del uppstår vid tillverkning och transport. För glasull är tillverkningskedet det dominerande med mer än dubbelt så hög klimatpåverkan än vid framställning av råvara. Denna fördelning kan troligtvis härledas till att endast 25 % av råvaran är i form av silikatsand och hela 75 % är returglas vilket kräver mindre energitillsats.



Figur 4: Klimatpåverkan uttryckt som CO₂-ekvivalenter för Termoträ Standard och Isover glasull i olika faser i livscykeln.

Med hjälp av produktdatahanteringsprogrammet iPoint⁷ har klimatpåverkan beräknats vid olika scenarier för kvittblivning av isoleringen. För glasull är deponi och återanvändning möjliga scenarier, men av praktiska skäl är deponi dock den troligaste slutfasen även om återanvändning är önskvärt. För cellulosaisolering är deponi, återanvändning, kompostering, samt även förbränning med energiåtervinning möjliga scenarier. Vi har fört resonemanget att cellulosaisoleringen kan och bör återanvändas så länge det är möjligt med hänsyn till kvalitet och funktion, men tillslut så är fiberkvaliteten inte tillräckligt hög och då är förbränning med energiåtervinning bästa sättet att ta hand om avfallet.

När cellulosaisolering förbränns avges biogen koldioxid som inte bidrar till klimatpåverkan, men den energi som bildas kan i ett värmeverk användas till fjärrvärme eller om det är frågan om ett kraftvärmeverk både till värme och till elektricitet. I båda fallen kan energiproduktionen ersätta klimatbelastande energiproduktion från fossila bränslen. Beroende på om det ersätter naturgas, olja eller kol ger det olika grader av minskat koldioxidutsläpp. I Figur 4 visas resultatet av att cellulosaisoleringen förbränns i ett värmeverk och energin beräknas ersätta motsvarande mängd fossil olja. Detta ger en minskad mängd koldioxid som till stor utsträckning kompenseras av den klimatpåverkan som uppstår vid tillverkning av råvaran pappersmassa. Denna effekt vore mindre om det är naturgas som ersätts och skulle vara större om det är kol som ersätts!

3.2 Hållbarhetsanalys

Vi försöker här att bedöma de förutsättningar som finns för Termoträs cellulosaisolering att vara en del i ett framtida hållbart samhälle i relation till konkurrerande mineralullsprodukter samt bedöma deras position i dagsläget. Vi förhåller os till systemvillkoren (SV 1-4) nedan.

I ett hållbart samhälle förstörs inte naturens funktion och mångfald genom:

1. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från berggrunden
2. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från samhällets produktion
3. Systematiskt överuttag, undanträngning och manipulation av ekosystemens förmåga att skapa nyttigheter.
4. I ett hållbart samhälle är hushållningen med resurser så effektiv och rättvis att de mänskliga behoven tillgodoses överallt

Termoträ Standard

Trots att skogsråvaran är av förnybart ursprung är det INTE per definition att räknas som hållbart. Ett överuttag bryter mot SV 3, och utgör ett signifikant problem för biologisk mångfald.

Cellulosa processas i en värdekedja och har en del utmaningar bör uppfyllas för att nå hållbarhet:

- Bör innebära noll-utsläpp av AOX, CO₂
- Miljömärkt el
- Ingen tillsats av konstgödsel i biodammarna
- Inget utsläpp av S som kopplas till fossilt bränsle, dvs bryter mot SV1.

Just den pappersmassa som används i Termoträ är processad som oblekt kemisk massa i SCA Östrandens massafabrik en av världens mest moderna fabriker med extremt hög miljöprestanda (Tabell 7). Massa är certifierad som *FSC-mixed sources* vilket innebär att delar av skogsråvaran kommer från FSC-certifierad skog, den övriga delen kommer i SCA Östrandens fall från *FSC-controlled* skog¹. FSC kan visserligen inte sägas vara detsamma som ett hållbart skogsbruk, men väl det bästa systemet som driver mot hållbarhet. Svenska FSC och SCA har dock kritiserats för att hålla en alltför låg nivå både vad gäller krav och efterlevnad av dessa.

Tabell 7: Utsläppsparametrar för massa från SCA Östrand i jämförelse med referensvärden från Svanenkriterier (Remiss, 2011)

Parameter	SCA Östrand [kg/ton]	Referensvärde Svanen [kg/ton]
COD	15,7	18
AOX	0	15
P	0,003	0,03
S	0,31	0,6
NOX	0,313	1,5
CO2	235	800

Därutöver innehåller produkten ett SVHC-ämne som finns upptaget på kandidatlistan; borsyra och dess derivat, samt ammoniumpolyfosfat. Polyfosfaten kan vara en signifikant miljöbelastning. Fosforcykeln är kritisk enligt Planetary Boundaries med fosforutvinning och närsaltsproblematik.

Konkurrerande mineralullsisolering

Konkurrerande material är glas- och stenull. Råvaran är inte förnybar, men det finns gott om den i jordskorpan. Bryter alltså inte mot SV1. De vanligaste glasen, flaskor och fönster, görs av råvarorna soda, kalk och sand som i glaset blir Na_2O , CaO och SiO_2 . Motsvarigheten till skogsbruk, är själva utvinningen. I den mån uttaget tränger undan miljöer eller förstör ekosystem kan ev bryta mot SV3. Man använder ungefär 75 % återvunnet glas i glasullen. Enligt svensk glasåtervinning, sparas 20 % energi på återvunnet i förhållande till nyproduktion med sand, kalk och soda. En viktig aspekt är att glasull är i princip den enda avsättningen för återvunnet färgat glas.

Vid tillverkning av mineralullsisolering används råvaror så som ammoniak, fenol och formaldehyd för att bilda bindemedlet backelit. Formaldehyd, är cancerklassad i klass 3, finns på SIN-list men med svag motivering och ännu inte angiven som SVHC-ämne. Har naturlig förekomst och bryter sannolikt inte mot SV2, möjligen SV4 genom lokal hälsofarlighet. Fenol är klassad som mutagen, klass 3, finns med på KemIs riskminskningslista. Finns inte på SIN-list och klassas inte som SVHC-ämne. Ammoniak finns inte som SVHC-ämne, bryter troligen inte mot SV1. Har klimatpåverkanspotential och kan ge akvatiska effekter vid större utsläpp. Allvarligaste ämnet är dock formaldehyd vilket kan jämföras med borax i farlighet.

Slutsats

Termoträ Cellulosaisolering kräver en något lägre energiinsats än mineralull och klimatpåverkan är flera gånger lägre. Den lokala producenten har dels svensk energimix, och mycket förnybart bränsle vilket därför ger ett förhållandevis lågt CO_2/kg produkt. Det är därför avgörande vilken el och bränsle som konkurrerande lösningar använder.

En del av energin kan återvinnas vid förbränning av Termoträ, men det gäller inte mineralullen. Glasullens är däremot en viktig avnämare i glascykeln, då glasullen är en av de få möjliga användningsområden för färgat glas.

3.3 Kemikaliebedömning

Vi försöker här göra en bedömning av kemikalieinnehållet i den färdiga produkten Termoträ Standard i förhållande till konkurrerande mineralullsalternativ. Termoträ Standard består av cellulosa, ammoniumpolyfosfat och borsyra enligt Tabell 8.

Tabell 8: Innehållsdeklaration för Termoträ Standard

	Cas nr	Termoträ Standard (BVD)
Cellulosa		91,98 %
Ammoniumpolyfosfat	68333-79-9	8 %
Borsyra	10043-35-3	0,02 %*

*Rev. 2014-04-10: Produkten tillverkas nu utan tillsats av borsyra

Ammoniumpolyfosfat är varken klassat som hälso- eller miljöfarligt²¹ vilket även bekräftas av akuttoxiska data²²; LC₅₀ Fisk 96h: 123 mg/l (Oncorhynchus mykiss) och EC₅₀ Daphnia 48h: 848 mg/l (Daphnia magna). Gränsen för att klassas som farlig för vattenlevande organismer är < 100 mg/l.

Borsyra däremot är klassat som reproduktionstoxiskt 1B²³, upptagen på Reachs kandidatlista²⁴ samt ett prioriterat utfasningsämne enligt kemikalieinspektionen. Halten borsyra i Termoträ Standard är mycket låg 0,02 %, vilket är mycket lägre än gränsen för märkning av hela produkten (5,5 %) och även lägre än halten då ämnet måste uppges i produktens säkerhetsdatablad (0,1 %). Det är dock ett mycket potent ämne som i största möjligaste mån bör undvikas. Rev. 2014-04-10: Produkten tillverkas nu utan tillsats av borsyra.

Tabell 9: Innehållsdeklaration för lösullsisoleringar av stenullstyp

	Parock (SDB)	Parock (BVD)	Rockwool (SDB)	Rockwool (BVD)
Stenull	97-100 %	95-99 %	95-98 %	< 95 %
Bakelit	0-2 %	0-4 %	1,5-4,5 %	< 4 %
Mineralolja	0,25 %	0,2-0,4	0,5 %	< 1 %

Lösullsisolering av stenullstyp består av stenull, bindemedel (bakelit) och mineralolja för dammbindning (Tabell 9). På grund av innehållet av lös stenull så klassas produkten som irriterande med riskfrasen R38 Irriterar hud vilket ställer lite krav på lämplig skyddsutrustning vid installation.

Bakelit som fungerar som bindemedel är en inert plast utan någon klassificering. Bakeliten uppstår genom en kemisk reaktion mellan bindemedelskemikalierna fenol, formaldehyd, urea och ammoniak. För fenol, formaldehyd och ammoniak finns hygieniska gränsvärden²⁵, både formaldehyd och fenol är enligt Kemikalieinspektionen prioriterade riskminskningsämnen²⁶. Vid en fullständig härdning ska ingen av dessa ämnen finnas kvar i produkten, men det skulle kunna vara möjligt att reaktionsrester av dessa kemikalier finns kvar. Om man ser till alla de studerade byggvarudeklarationer för mineralullsprodukter med bakelit som bindemedel, så testas emissionsegenskaper för formaldehyd och flyktiga organiska kolväten (VOC) och dessa emissioner anges utslutande som lägre än detektionsnivåer.

²¹ CLP/GHS-databasen, <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/classification-labelling/clp/>

²² Data från databasen "Kemiska ämnen Prevent" (2011-03-13)

²³ Kommissionens Förordning (EG) nr 790/2009

²⁴ http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

²⁵ Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2005:17 Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar

²⁶ Kemikalieinspektionens Prioriteringsguide http://www.kemi.se/templates/PRIOfames_4045.aspx

Vad det är för typ av mineralolja som är tillsatt för att binda damm är oklart. I vissa byggvarudeklarationer anges cas nr. 8012-95-1 vilket är en paraffinisk mineralolja utan officiell klassificering. Vissa leverantörer egenklassificerar den dock med riskfrasen R36 irriterar ögonen. En halt på mindre än 1 % stenullsisolering bör inte ge upphov till någon hälsofara.

Tabell 10: Innehållsdeklaration för lösullsisoleringar av glasullstyp

	Isover (SDB)	Isover (BVD)
Glasull	< 97 %	> 90 %
Bakelit (bindemedel)	0 %	0 %
Mineralolja	< 3 %	< 1 %

Till skillnad mot glasullsisolering i form av skivor eller rullar består lösullsisolering av glasullstyp inte av något bindemedel, utan endast av glasull och mineralolja för dammbindning (Tabell 10). På grund av innehållet av lös glasull så klassas produkten som irriterande med riskfrasen R38 Irriterar hud vilket ställer lite krav på lämplig skyddsutrustning vid installation.

Även för glasull är det oklart vilken för typ av mineralolja som är tillsatt för att binda damm, men det kan även här vara frågan om samma typ av paraffinisk mineralolja utan officiell klassificering. För glasull kan det dock vara frågan om en något högre halt (< 3 %) men bör ändå inte ge upphov till någon hälsofara.

3.4 Samlad miljöbedömning

Vi har ovan försökt att belysa Termoträ Standards miljöprestanda i förhållande till några konkurrerande produkter genom att belysa och bedöma dessa utifrån tre olika perspektiv:

- Miljöpåverkan under produkternas livscykel
- Se på produkterna utifrån ett hållbarhetsperspektiv
- Bedöma den hälso- och miljörisk som produkternas ingående ämnen utgör.

Vi vill först summera resultaten från dessa tre perspektiv var för sig.

Energiåtgång och klimatpåverkan

Det har visat sig att när det gäller energiåtgång och klimatpåverkan så är det avgörande på vilket sätt man jämför data. Beroende på om vi relaterade till kg isolering eller till en funktionell enhet så blev resultatet olika. Men oavsett vad vi relaterade till så var klimatpåverkan alltid lägst för cellulosebaserad isolering i förhållande till mineralullsisolering. Anledningen är att massaindustrin av naturliga skäl har möjlighet och är duktiga på att använda biobränslebaserad energi i sina processer. För mineralull så dominerar i stället fossila bränslen.

I relation till den praktiska funktionella enheten var klimatpåverkan från cellulosebaserad hälften så stor i förhållande till glasull och bara en femtedel i förhållande till stenull. Resultaten från den utförda LCAn visar också att klimatpåverkan för Termoträ Standard kan anses som ännu lägre om man räknar med att isolermaterialet efter sin brukstid, förbränns i ett värmeverk och energin ersätter fossila bränslen!

Hållbarhetsanalys

Hållbarhetsanalysen kan delas upp på två frågeställningar:

1. Är de någon skillnad i hållbarhet mellan de studerade isoleringsprodukterna när de produceras på det sätt som det görs i dagsläget? Utgör de någon form av flexibel plattform för ytterligare förbättring?
2. På längre sikt, vilken av dessa isoleringsprodukter har störst potential att produceras på ett sådant sätt att det innebär ett steg mot ett hållbart samhälle?

För frågeställning 1 så är det framförallt två systemvillkor som alla tre isolermaterial i dagsläget bryter mot. Det ena är att den koldioxid som genereras vid tillverkning är ett brott mot systemvillkor 1; att inte öka koncentrationen av ämnen från berggrunden. Det andra är att skogsbruket och mycket möjligt även brytning av råvaror till mineralullstillverkning bryter mot systemvillkor 3 att inte tränga undan och manipulera ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter.

Svenskt FSC-certifierat skogsbruk idag är nog inte hållbart med tanke på biologisk mångfald, men ligger bättre till än många andra länders skogsbruk samt att det nog kan anses som en möjlig plattform för att nå vidare mot hållbarhet. När det gäller brytning av råvaror till mineralullstillverkning så vet vi inte hur en sådan verksamhet påverkar ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter. Det är därför svårt att väga dessa två verksamheter mot varandra, men produkternas klimatpåverkan i form av koldioxidutsläpp har vi i LCA-delen vägt mot varandra och funnit att koldioxidbelastningen är högre för mineralull än för cellulosebaserad isolering, då framförallt för stenull. Det är också positivt ur hållbarhetssynpunkt att pappersmassan till Termoträ tillverkas i en av världens mest moderna fabriker med erkänt hög miljöprestanda.

Så om vi ser till hur dessa isoleringsprodukter produceras idag så kan produktionen av cellulosebaserad isolering anses vara närmare hållbarhet än vad produktionen av mineralull är. Det svenska skogsbruket kan även ses som en god plattform för ytterligare förbättring!

Vi har tidigare uppmärksammas risken att förnyelsebar råvara i många fall likställs med egenskapen att vara hållbar, utan att för den skull vara det! Om uttaget av en förnyelsebar råvara är hållbart eller inte beror på hur råvaran förvaltas, om uttaget av råvaran tränger undan och manipulerar ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter samt på hur bearbetning och användning av råvaran utförs, tex genom vilka energislag som används.

Frågeställning 2 handlar om hur produktionen av de olika isoleringsmaterialen i framtiden kan utföras utan klimatpåverkan så att det inte bryter mot systemvillkor 1; att inte öka koncentrationen av ämnen från berggrunden. För både cellulosisolering och glasull är det möjligt att välja bort fossila bränslen till förmån för förnyelsebara energislag, dock så är det ett större steg för glasull än för cellulosisolering. Det är däremot osäkert om det är möjligt för stenullstillverkningen att övergå helt till förnyelsebar energi eftersom fossil koks är en av råvarorna och troligtvis även en energibärare till processen!

Kemikaliebedömning

Eftersom de prioriterade riskminskningsämnena formaldehyd och fenol som används i tillverkningsprocessen av stenull kan anses ha reagerat fullt ut till det inerta materialet bakelit, så ingår det inga farliga ämnen varken i glasull eller i stenull. Det är däremot Termoträ Standards innehåll av en låg halt av det mycket farliga ämnet borsyra som påkallar uppmärksamhet.

Det är svårt att avgöra om 0,02 % borsyra utgör någon risk eller inte. Det vi kan säga är risken för negativa hälsoeffekter bör vara minst när isoleringen väl är på plats i konstruktionen. Men även låga halter i slutprodukten innebär att kemikalien måste hanteras i samhället och vid tillverkning av isoleringen vilket då kan generera en risk. Sådana risker kan minskas med olika skyddsåtgärder, men för de ämnen med extra allvarliga egenskaper så är riskminskning enligt kemikalieinspektionen inte tillräckligt, utan dessa ämnen bör fasas ut.

Så eftersom borsyra är klassat som reproduktionstoxiskt, upptagen på kandidatlista, samt är ett prioriterat utfasningsämne, bör målsättningen vara att det åtminstone finns en plan för att på sikt substituera borsyran med ett bättre alternativ. **Rev. 2014-04-10: Termoträ ABs lyckade substitutionsarbete har resulterat i att produkten nu kan tillverkas helt utan tillsatts av borsyra, men med bibehållen funktion. Produktnamnet har ändrats till Termoträ Original.**

Summering

Termoträ Standards miljöprestanda är bättre än den för mineralull på flera punkter och likvärdig på några punkter!

Termoträ Standard i egenskap av cellulosisolering har bättre miljöprestanda än både glasull och stenull när det gäller klimatpåverkan. Störst skillnad är det gentemot stenullsisolering som per funktionell enhet genererar fem gånger så mycket klimatpåverkande koldioxid. För glasull var klimatpåverkan två gånger så hög som för cellulosebaserad isolering. Cellulosisolering har tack vare sitt innehåll av biogent kol möjligheten att efter användning förbrännas och ersätta klimatbelastande energiproduktion från fossila bränslen

Även när det gäller energiåtgång under produkternas livscykel hade cellulosisolering en bättre miljöprestanda än mineralull, men skillnaderna var inte lika stora som för klimatpåverkan. Per funktionell enhet så var energiåtgången 50 % högre för glasull och dubbelt så hög för stenull i förhållande till cellulosisolering.

Utifrån ett hållbarhetsperspektiv är det inte självklart att Termoträ Standard har en bättre miljöprestanda än mineralull tack vare sin förnyelsebara råvara. Det beror på hur skogsbruket och produktion av pappersmassa bedrivs. I dagsläget kan tillverkning av Termoträ Standard anses vara något närmare hållbarhet än vad tillverkning av mineralull är. Båda cellulosisolering och glasull har potential att produceras på ett sådant sätt att det innebär ett steg mot ett hållbart samhälle.

Termoträ Standard har ett mycket lågt innehåll av det reproduktionsklassade ämnet borsyra. Vi kan inte bedöma vilken risk detta innebär, men vi anser att målsättningen bör vara att det finns en plan för att på sikt substituera borsyran med ett bättre alternativ. **Rev. 2014-04-10: Termoträ ABs lyckade substitutionsarbete har resulterat i att produkten nu kan tillverkas helt utan tillsatts av borsyra, men med bibehållen funktion. Produktnamnet har ändrats till Termoträ Original.**

4 Diskussion och rekommendationer

I den samlade miljöbedömningen har vi kommit fram till att Termoträ Standard har bättre miljöprestanda än konkurrerande mineralullsprodukter, framförallt när det gäller klimatpåverkan men till viss del även när det gäller energiåtgång. Ur ett hållbarhetsperspektiv så är Termoträ Standard närmare hållbarhet än mineralull framförallt tack vare mindre klimatpåverkan. Det är däremot ingen självklarhet att en förnyelsebar råvara innebär hållbarhet utan det handlar i detta fall om hur skogsbruket och produktionen av pappersmassa utförs.

Den kartläggning och bedömning av miljöprestanda som här har utförts kan vidareutvecklas och användas i marknadsföring och information till användare. De svagheter i miljöprestanda som vi funnit kan även de användas i kommunikation kring produkten för att ge en ärlig bild, men framförallt kan de vara grund för vidare produktutveckling.

JEGRELIUS – INSTITUTET FÖR TILLÄMPAD GRÖN KEMI

Studiegången 3 • 831 40 Östersund
WWW.JEGRELIUS.SE

Vi är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län och sitter på Campus i Östersund.