

Miljöbedömning

IsoTimber väggsystem

Referensmiljöer för framtidens produkter

2012-06-17

FÖRFATTARE: Tomas Östberg

Sammanfattning

Med projektet *Referensmiljöer för framtidens produkter* arbetar Jegreliusinstitutet för att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som miljödrivna marknader erbjuder. Ett av momenten för att nå detta är att erbjuda varje deltagande företag individuell rådgivning gällande marknad och kommunikation av den egna produktens miljöprestanda. I denna rapport ger vi därför en enkel omvärldsbeskrivning men framförallt en bedömning av miljöprestanda för produkten IsoTimber som tillverkas av företaget IsoTimber AB.

Produkten IsoTimber är en serie byggblock tillverkade helt av träråvara som kan staplas och sammanfogas till en självbärande och isolerande väggkonstruktion. Det innovativa är att varje byggblock består av flera limmade 45x95 mm plankor med utsågade spår. Detta ger en ökad isolerande förmåga samtidigt som vikten minskar och materialet blir lättare att hantera. Den marknad som IsoTimber konkurrerar på är framförallt bodar, mindre byggnader och enfamiljshus. Det finns en stor bredd av olika konkurrerande konstruktionslösningar för sådana byggnader. I denna miljöbedömning har vi gjort vissa avgränsningar och valt att fokusera på IsoTimbers miljöprestanda i förhållande till uppreglade väggkonstruktioner isolerade med mineralull eller cellulosaisolering, timmerstomme och en staplingsbar kontorsmodul i plåt och polyuretanisolering.

Vi har utfört en samlad bedömning av IsoTimber miljöprestanda i förhållande till de andra konstruktionslösningarna genom att belysa och bedöma dessa utifrån tre olika perspektiv:

- Klimatpåverkan under produkternas livscykel
- Ett generellt hållbarhetsperspektiv
- Ingående kemikalier i produkterna

Den samlade miljöbedömningen utifrån klimatpåverkan, hållbarhet och kemikalier ger att väggkonstruktioner av IsoTimber är ett mycket fördelaktigt val med hög miljöprestanda, framförallt när det gäller klimatpåverkan.

Det mest utmärkande och avgörande för IsoTimbers miljöprestanda är väggkonstruktionens stora volym av förnybart trämaterial och den produktion av pellets som sker med sågspånet från tillverkningsprocessen. De utsläpp av växthusgaser som sker vid skörd, transport och tillverkning av IsoTimber är marginella i förhållande till den mängd växthusgaser som kan undvikas när rivningsvirke och tillverkad pellets ersätter fossila bränslen. Att välja en väggkonstruktion av IsoTimber i stället för en uppreglad vägg med mineralull till en enplansvilla på 200 m², innebär att sett enbart till producerad mängd pellets, så kan utsläpp från fossila bränslen undvikas motsvarande ca 16 tonCO₂^{ekv}. Detta är i storleksordningen med den klimatbelastning som kommer från materialen i en 200 m² gjuten betongplatta med XPS-isolering.

Bara för att IsoTimber består av en förnyelsebar råvara gör det inte att den per definition är hållbar, det beror på hur skogen brukas och hur förädlingsprocessen ser ut. Så som skogsbruk och tillverkning ser ut i dag så kan ett väggssystem av IsoTimber anses vara närmare hållbarhet än vad uppreglade konstruktioner isolerade med mineralull är.

Sammanfattning	i
1 Inledning.....	1
Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi	1
Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter	1
Rapportens syfte och inriktning	1
IsoTimber och konkurrerande konstruktioner.....	2
2 Metodbeskrivning.....	3
Jegreliusmodellen.....	3
Livscykelanalys (LCA)	4
Hållbarhetsanalys	4
Kemikaliebedömning	5
3 Systemavgränsningar och metod.....	5
Förutsättningar	5
Klimatpåverkan från trämaterial i byggnader	7
4 Miljöbedömning	9
Klimatpåverkan under livscykeln.....	9
Hållbarhetsanalys	11
Kemikaliebedömning	13
5 Diskussion	13
6 Miljökommunikation.....	15
Bilaga 1	
Antaganden, data och beräkningar	1
Generella data för beräkningar	1
Beräkningar	3
Bilaga 2	
Väggkonstruktioner.....	1
IsoTimber 100 och jämförbara väggkonstruktioner	1
IsoTimber 200 och jämförbara väggkonstruktioner.....	3
IsoTimber 300 och jämförbara väggkonstruktioner.....	5

1 Inledning

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 del i Regionförbundet Jämtlands län.

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.

Rapportens syfte och inriktning

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

IsoTimber och konkurrerande konstruktioner

Produkten IsoTimber är ett system med byggblock tillverkade helt av träråvara som kan staplas och sammanfogas till en självbärande och isolerande väggkonstruktion. Det innovativa är att varje byggblock består av flera limmade 45x95 mm plankor med utsågade spår. Detta ger en ökad isolerande förmåga samtidigt som vikten minskar och materialet blir lättare att hantera.



IsoTimber byggblock läggs på varandra, varv efter varv, vilket ger ett enkelt förfarande och en relativt kort byggtid. Eftersom stommen blir bärande i sig självt är det möjligt att placera fönster och dörrar utan att behöva ta hänsyn till regler med bestämda avstånd. Stommen blir massiv och isolerande, men möjlighet finns att regla på insidan för eldragning och kompletterande isolering vilket ger isolerande egenskaper i nivå med lågenergihus. Eftersom trä har egenskapen att transportera fukt behövs ingen plastfolie i väggen. Hela väggen är diffusionsöppen och anpassar sig efter rådande luftfuktighet. IsoTimber-systemet ger en värmetrög byggnad med jämnare värme och kyla. Blocken fixeras på både insida och utsida med plywood-skivor som sedan kan bekläs med lämplig ytterpanel.



Figur 1: Isotimbers demohus på campusområdet i Östersund

IsoTimber kan användas i väggkonstruktioner för friggebodar, garage, enfamiljshus och flerfamiljshus, men det segment som vi försöker täcka i denna miljöbedömning är framförallt bodar, mindre byggnader och enfamiljshus. Det finns en stor bredd av olika konkurrerande konstruktionslösningar för sådana byggnader. I denna miljöbedömning har vi därför gjort vissa avgränsningar och valt att fokusera på IsoTimbers miljöprestanda i förhållande till uppreglade väggkonstruktioner isolerade med mineralull eller cellulosaisolering, timmerstomme och en staplingsbar kontorsmodul i plåt och polyuretanisolering.

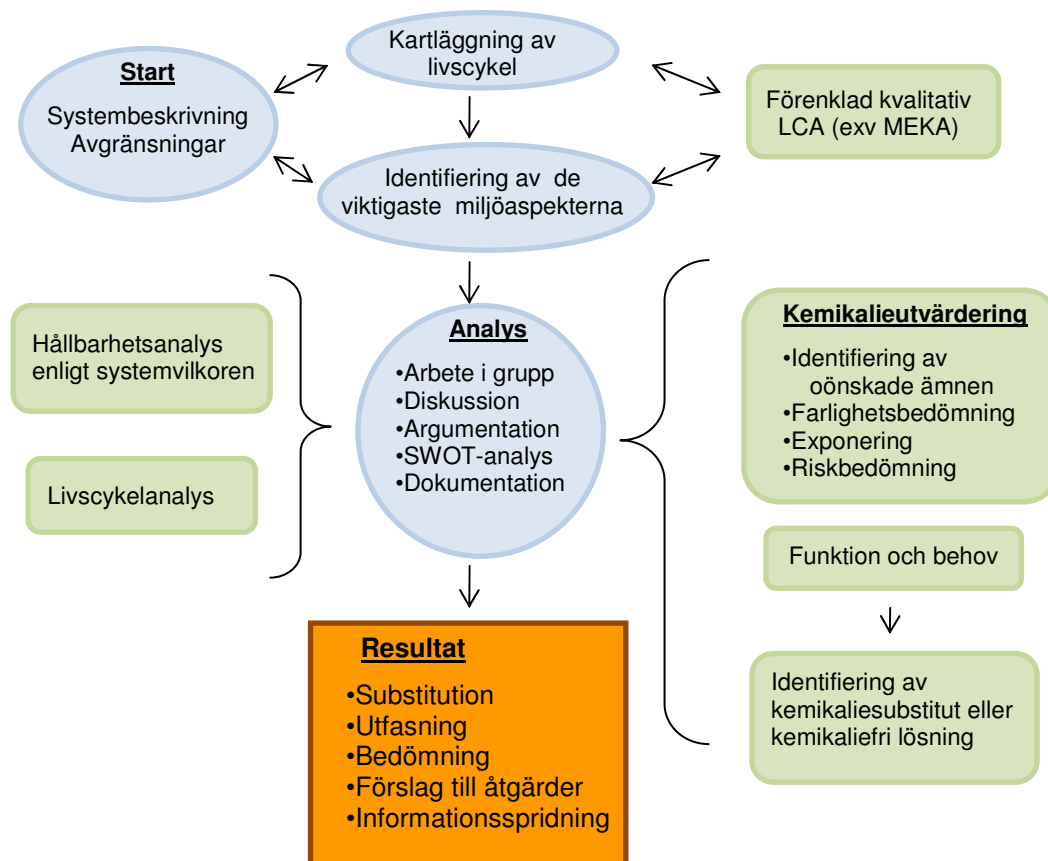
Den dominerande väggkonstruktionen är uppreglade träkonstruktioner isolerade med framförallt mineralull så som glasull och stenull, men cellulosabaserad isolering förekommer också. För konstruktioner med mineralull tillkommer också ångspärr i polyetylenfolie. Vanligt är även olika typer av skivmaterial så som gipsskivor, spånskivor, OSB eller plywood.

2 Metodbeskrivning

Jegreliusmodellen

För att utföra en bedömning av produkten IsoTimbersw miljöprestanda har vi arbetat utefter *Jegreliusmodellen*¹ som definierar och beskriver vilka värderingar vi har samt vilka metoder och verktyg som vi kan använda (Figur 2). Vi gör här en samlad miljöbedömning baserat på en förenklad livscykelanalys (LCA), en generell hållbarhetsanalys samt en riskbedömning av ingående kemikalier. Med en LCA får vi bild av produktens miljöpåverkan under 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 IsoTimbers miljöprestanda i förhållande till konkurrerande produkter ser vi till funktion. Det skulle kunna vara systemlösningar så som ett helt hus 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 enbart göra beräkningar för en väggsektion på 2,5x4 m med en viss isolerande förmåga och använda 1 m² väggyta som funktionell enhet.



Figur 2: Jegrelius arbetsmetod för att arbeta med bedömning av hälso- och miljöprestanda i olika typer av analyser, utredningar och substitutionsarbete¹.

¹ Jegreliusmodellen – vårt sätt att arbeta med hälso- och miljöbedömningar. Internt dokument Jegrelius 2010

Livscykelanalys (LCA)

En översiktlig livscykelanalys har utförts med fokus på klimatpåverkande utsläpp från råvaruuttag, transporter, tillverkning och återvinning av materialet vid rivning av huset. För att förenkla arbetet har endast olika väggkonstruktioner jämförts med varandra inte hela hus. Genom att jämföra väggkonstruktioner dimensionerade för att ge likvärdig isoleringsförmåga har vi valt att bortse från energiåtgång och miljöbelastning från användningsfasen.

För att beräkna klimatbelastningen har vi använt emissionsdata från databasen EcoInvent². Framtagna och granskade av företaget Miljögiraff³.

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 systemvillkor som måste uppfyllas för att nå ett hållbart samhälle har beskrivits av Holmberg 1995⁴ och 1998⁵ 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 IsoTimber utgår vi både från hur produkten och konkurrenterna ser ut och tillverkas idag men vi bedömer även den potentiella/möjliga hållbarheten om tillverkning och val av energislag i framtiden görs på ett så optimalt sätt som möjligt.

² Ecoinvent center, <http://www.ecoinvent.org/home/>

³ Miljögiraff LCI Data Jegrelius 2012 <http://www.miljogiraff.se/>

⁴ Holmberg (1995) Socio-Ecological Principles and Indicators for Sustainability. Chalmers Universitet, Göteborg

⁵ Holmberg (1998) Lättare att förstå – svårare att misstolka. Tidsskriften Det Naturliga Steget. Nr. 2:98

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 SINLIST⁶, ECHAs kandidatlista⁷ över särskilt farliga ämnen (Substances of Very High Concern, SVHC) och Kemikalieinspektionens PRIO-databas⁸ 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.*

3 Systemavgränsningar och metod

Förutsättningar

Det optimala sättet att utföra en analys av miljöbelastningen från IsoTimber vore att studera ett helt hus under hela dess livstid (råvaruutvinning, tillverkning, användning och rivning) och jämföra med andra huskonstruktioner. Då detta inte har varit möjligt att genomföra har vi i stället valt att jämföra olika väggkonstruktioner med varandra. Genom att se till väggkonstruktioner med någorlunda likvärdig isoleringsgrad har vi kunnat göra antagandet att miljöpåverkan under användningen är likvärdig mellan de olika konstruktionerna och därmed kunna undantas från studien. Som funktionell enhet (FE) har vi valt 1 m² väggyta och materialåtgång för denna yta har baserats på en tänkt väggkonstruktion med måtten (h x b) 2,5 x 4 m med ett bestämt U-värde

IsoTimber byggblock finns för tre väggdimensioner:

- IsoTimber 100, $U = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- IsoTimber 200, $U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- IsoTimber 300, $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

IsoTimber 100 och 200 lämpar sig för bodar och garage och IsoTimber 300 för bostadshus och välisolerade bodar. Därför har vi valt att jämföra med uppreglade väggkonstruktioner med glasull och cellulosaisolering samt en 8 tums timmerstomme med olika grad av tilläggsisolering. Tack vare den enkla monteringen där byggblocken staplas på varandra är det även möjligt att montera ned väggen. Detta ger möjlighet till ett bygge som fyller samma funktion som flyttbara kontors- och boendemoduler. Därför jämförs miljöprestandan även mot väggkonstruktion för en kontorsmodul bestående av metallbalkar, plåt och isolering av polyuretan och glasull. I Tabell 1 redovisas översiktligt de fyra väggkonstruktionerna, i Tabell 2 redovisas konstruktion och dimensioner för väggen *IsoTimber 200* och i Tabell 3 redovisas konstruktion och dimensioner för *Vägg1 glasull 170 mm*. För detaljerad beskrivning av de andra 13 väggarna se bilaga 2.

⁶ ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>

⁷ ECHAs kandidatlista över SVHC
http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

⁸ Databasen Prio http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx

Tabell 1: De fyra väggkonstruktioner som IsoTimbers miljöprestanda jämförs mot. För en detaljerad beskrivning av väggarnas uppbyggnad se bilaga 2.

	Vägg 1: reglad +glasull	Vägg 2: reglad + cellulosa	Vägg 3: timrad + cellulosa	Vägg 4: plåt + PU/glasull
IsoTimber 100	90 mm	90 mm	8 tum	60 mm glasull
IsoTimber 200	170 mm	170 mm	8 tum + 90 mm	60 mm PU
IsoTimber 300	45 +170 +45	45 +170 +45	8 tum + 200 mm	110 mm PU

Tabell 2: IsoTimber 200. U = 0,30 W/(m² K). Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, plywood, IsoTimber, plywood, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett väggblock med måtten 2,5mx4m. (Från tillverkningen av IsoTimber genereras också ca 680 kg träspill som pressas till pellets).

	Material	antal	lpm	m ³	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Isotimber	Block 200	35		2,00	680
Isotimber	plywood 6mm	3		0,21	105
Skivor (innre & yttre)	Plywood 12mm	2		0,20	100
Hammarband/syll	22x200		8	0,04	14
Summa					1011

Tabell 3: Vägg 1 Glasull 170. U = 0,299 W/(m² K)⁹. Reglad vägg isolerad med 170 mm glasull. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, ångspärr, horisontell väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m ³	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Reglar	45x170	8	20	0,15	61
Isolering	Glasull 170			1,55	27
Ångspärr	plast 0,2			0,00	2
Hor. väggregel	45x45	5	25	0,05	20
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Hammarband/syll	45x170		8	0,06	24
Summa					307

⁹ TräGuiden Ytterväggar <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1281>

Klimatpåverkan från trämaterial i byggnader

I de flesta jämförande livscykelanalyser av olika stommaterial i byggnader visas att ju större andel trämaterial det är i byggnaden desto mindre klimatpåverkande utsläpp av tex koldioxid¹⁰. Många studier har fokuserat på att jämföra byggnader med trä- respektive betongstomme. Resultaten visar då att träbaserade stommar kräver mindre energi vid tillverkning och genererar mindre koldioxid till atmosfären¹¹. Trots att byggnaders miljöbelastning domineras av energiförbrukningen under användningsfasen, så har inte valet av stommaterial en direkt koppling till denna energiförbrukning utan det har med konstruktion och dimensionering oavsett stommaterial¹⁰.

Det är tre faktorer som avgör storleken av nettoutsläpp av koldioxid från ingående trämaterial i ett bostadshus under dess livscykel:¹²

1. Skillnaden i koldioxidutsläpp från produktionsfasen av trämaterial i förhållande till koldioxidutsläpp från tillverkning av de material som ersätts
2. Trärester som ersätter fossila bränslen och därmed minskar utsläppen av koldioxid.
3. Mängden kol som finns inlagrat i trämaterialen och skogen (kolsänka)

Den koldioxid som genereras vid produktion av träprodukter kan därför kompenseras helt eller delvis av att fossila bränslen ersätts eller om en kolsänka i systemet får en bestående ökning.

När livscykelanalyser utförs för system eller produkter vars livscykel är kort och överskådlig är det möjligt att anta med viss säkerhet vad som händer med en produkt i slutet av livscykeln. Detta gäller också för de restprodukter och det träspill som uppstår i ett inledande skede vid tillverkning av ingående material och själva huset. Men när det handlar om system eller produkter med långa livscykler är det svårt att uppskatta vilka förutsättningar som finns att förhålla sig till i slutet av livscykeln. Detta är fallet för byggnader då livscykel ofta kan vara 50-100 år, vilket gör det svårt att till exempel uppskatta vilket energisystem som träresterna från rivning av byggnaden kan ersätta. Trots denna osäkerhet är det dominerande scenariot i LCAer för byggnader att när trämaterial i slutet av livscykel energiåtervinns så ersätter den bildade energin fossila bränslen, fördelat på naturgas, eldningsolja eller kol¹³.

Med en kolsänka och begrepp så som *carbon sequestration* åsyftas möjligheten att lagra undan koldioxid och på det viset motverka den klimatpåverkan som kommer av ökade halter koldioxid i atmosfären. Trä innehåller bundet biogent kol motsvarande 1,8 kgCO₂/kg¹⁴ vilket gör träd och träprodukter till en potentiell kolsänka. Det krävs dock att undanlagringen är permanent. För ett en byggnad i trä med en livscykel på 100 år hinner den avverkade skogen att växa upp igen och binda motsvarande mängd koldioxid igen. Så när huset rivs och trämaterial förbränns till koldioxid så har motsvarande mängd koldioxid tagits upp av den uppväxta skogen vilket då ger ett nettoutsläpp runt noll. Just denna byggnad har då endast varit ett temporärt kollager om det inte är så att nytt hus byggs med lika stor andel trä.

¹⁰ Ekvall 2006 Miljöaspekter på val av stommaterial i byggnader – Kompletterande kartläggning av kunskapsläget.

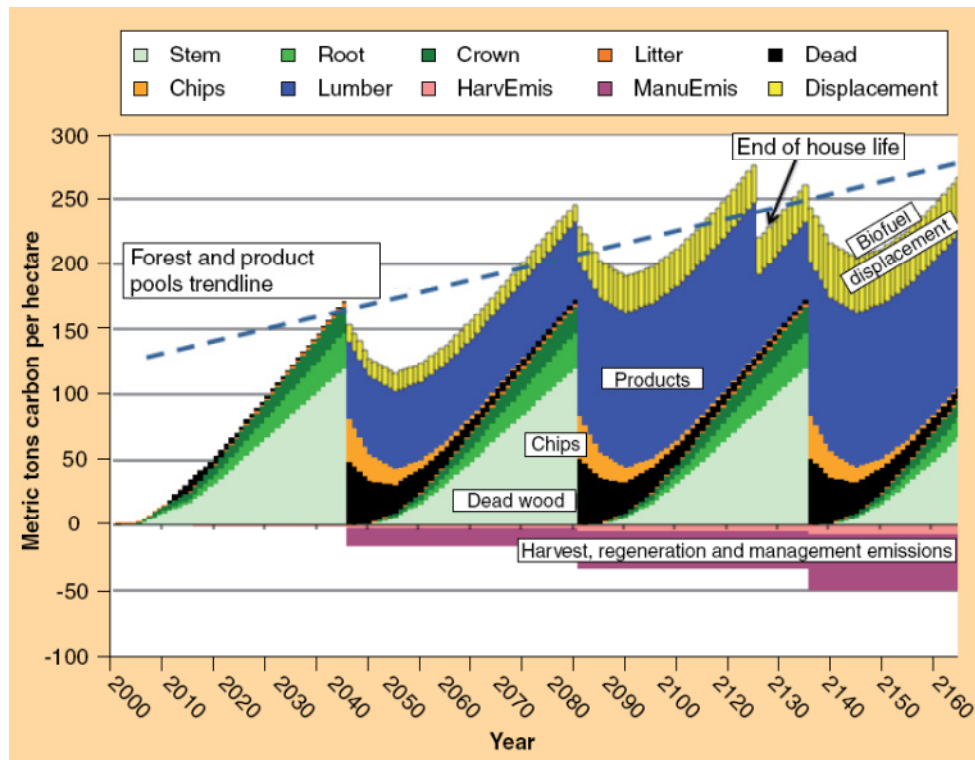
¹¹ Gustavsson et al. 2005 Carbon dioxide balance of wood substitution: comparing concrete- and wood-framed buildings

¹² Gustavsson 2009 Jämförelse av CO₂-utsläpp är väl underbyggda, Husbyggaren nr1 2009

¹³ Sathre & O'Connor 2010, A synthesis of research on wood products & greenhouse gas impacts 2nd edition, Technical Report No. TR-19R

¹⁴ Berge 2002 Momenter til et klimatrengenskap for bygninger

För om man ser på det hela utifrån ett samhällsperspektiv och utgår från att ett nytt hus med stor andel trä därmed ökar andelen långlivade träprodukter i samhället totalt, så sker en ökning av det totala kollaget i samhället så länge andelen trähus ökar. Detta har studerats och beskrivits ur ett skogsbruksperspektiv och exemplifieras i Figur 3. Trots att träprodukter i olika sammanhang beskrivs som kolsänkor och kollager så är det enligt en litteraturgenomgång av över 60 livscykelanalyser av olika träprodukter¹³, relativt ovanligt att träprodukters funktion som kolsänkor används i beräkningen av det studerade systemets klimatpåverkan.



Figur 3: Ett ökat kollager i långlivade träprodukter och effekten av bibränslen tillsammans med ett skogsbruk med 45 års intervaller ger totalt sett ett ökande kollager¹⁵.

I vår studie väljer vi därför att inte ta med effekten av IsoTimber som kolsänkor i våra beräkningar. Däremot gör vi antagandet att 90 % av det rivningsvirke som uppstår i slutet av väggens livscykel förbränns med energiåtervinning och ersätter fossil eldningsolja.

Ett antagande som vi kan göra med högre grad av säkerhet, är att det träspill som uppkommer vid tillverkning av de olika väggkonstruktionerna kan energiåtervinnas och ersätta fossil eldningsolja. För IsoTimber är detta antagande mycket rimligt då företaget har system för att ta hand om och tillverka pellets av den relativt stor andel spill som uppstår vid tillverkningen.

¹⁵ Lippke et al., 2011, Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns, Carbon Management 2011 2:303-333

4 Miljöbedömning

Klimatpåverkan under livscykeln

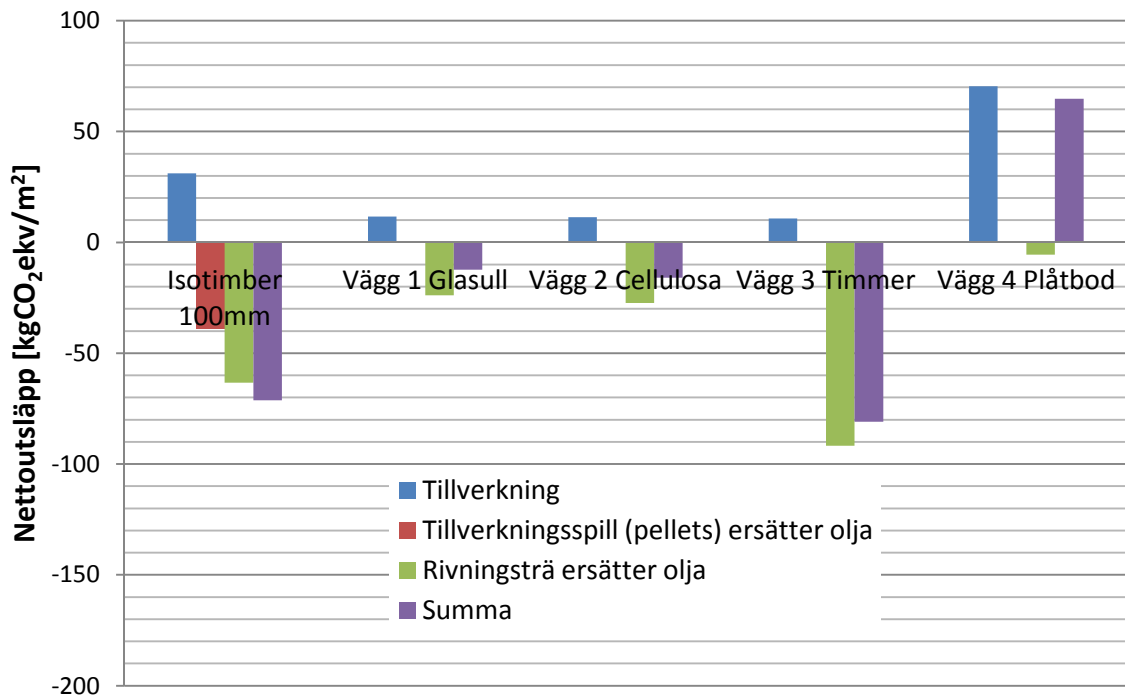
I Figur 4 till Figur 6 presenteras koldioxidbalansen för IsoTimbers livscykel jämfört med fyra olika väggkonstruktioner som dimensionerats för att erhålla ungefär likvärdig värmeisoleringsförmåga. Jämfört med de träbaserade väggkonstruktionerna (vägg 1-3) så är koldioxidutsläppen från tillverkningen av de tre olika IsoTimber konstruktionerna ca 3ggr högre. Denna skillnad kan härledas till två saker, råvaruåtgång och plywoodskivor.

Råvaran till IsoTimber är 2x4 tums plankor som har samma klimatbelastning per kilo som det regelvirke som utgör stommen i de uppreglade väggarna. Den stora skillnaden är att den totala vikten av trämaterial är mycket högre för konstruktioner med IsoTimber, ca 2-4 ggr mer trämaterial jämfört med en reglad vägg med isolering. Till detta adderas också att på grund av hög andel spill vid tillverkning så förädlas endast ca 50% av råvaran till en färdig produkt. Den timrade väggen innehåller mer trämaterial när den jämförs med IsoTimber 100 och något mindre jämfört med IsoTimber 300, men eftersom klimatbelastningen per vikt är ca 3 ggr lägre för timmerstockar än för sågade plankor är klimatbelastningen från timmerstommens tillverkningsfas ändå lägre.

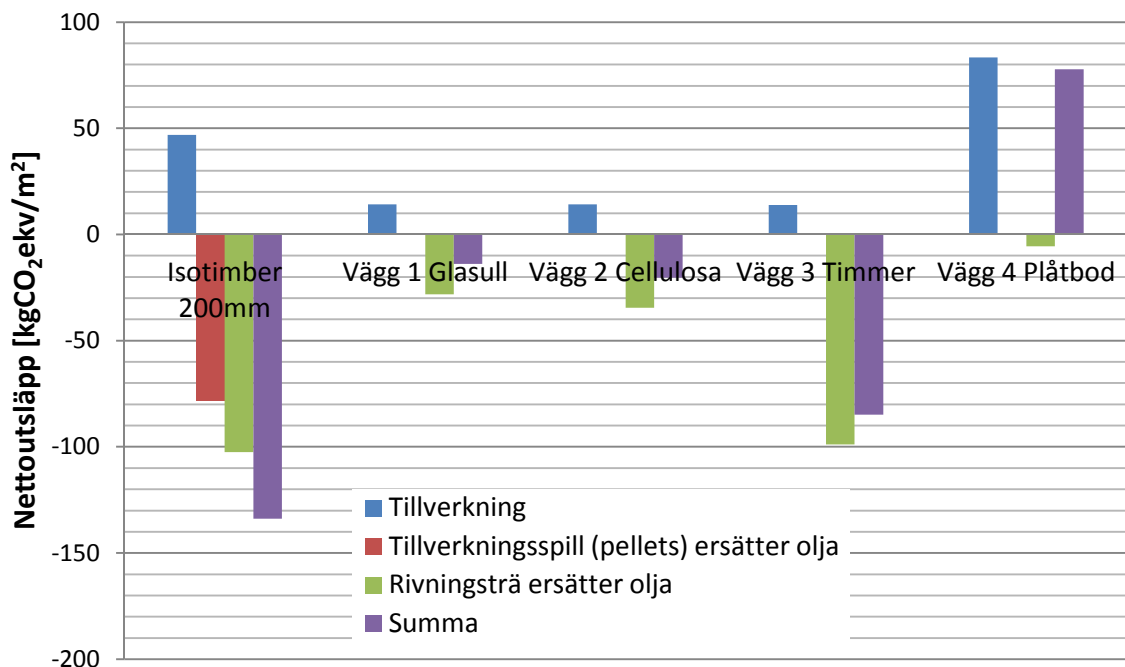
Den andra orsaken till större klimatpåverkan från tillverkningsfasen är att en konstruktion av IsoTimber innehåller fler lager plywood än de andra väggkonstruktionerna. Plywood har på grund av sin höga förädlingsgrad ca 7 ggr högre klimatpåverkan än övriga trämaterial i konstruktionen. Detta gör att mellan 60 och 77% av den klimatpåverkan som kommer från tillverkningsfasen av IsoTimbers väggssystem, kommer från ingående plywood-skivor.

Trots IsoTimbers större utsläpp av klimatpåverkande gaser under tillverkningsfasen, så kompenseras detta av minskade utsläpp av fossil koldioxid när trämaterial från spill och rivning används som biobränsle och ersätta fossila bränslen, i detta räkneexempel eldningsolja. Den stora andel biomassa som finns i väggkonstruktioner av IsoTimber tillsammans med det biobränsle som produceras från tillverkningsspill gör att nettoutsläppet av klimatpåverkande koldioxid blir negativt för alla tre väggkonstruktioner av IsoTimber. Nettoutsläppet av koldioxid är lägre för IsoTimber jämfört med alla väggkonstruktioner förutom när IsoTimber 100 jämförs med en timmerstomme utan isolering vilket beror på att timmerstommen innehåller ca 60% mer trämaterial.

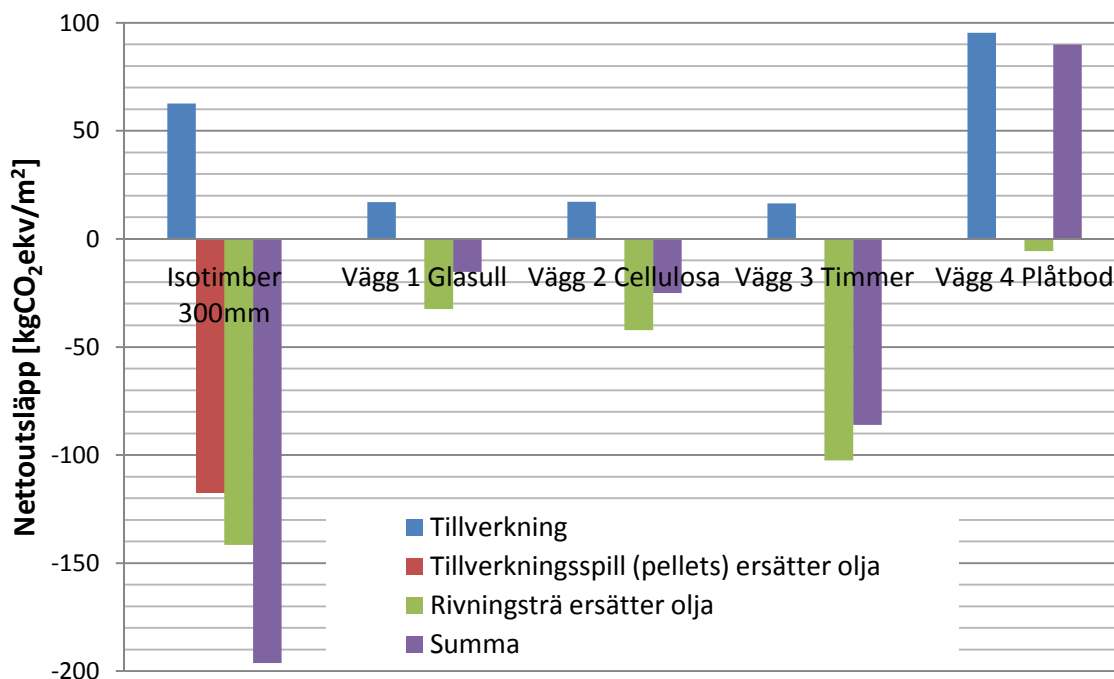
Den samlade bilden när det gäller klimatpåverkan är mycket tydlig; Eftersom väggkonstruktioner av IsoTimber innehåller en större andel trämaterial än de flesta andra väggkonstruktioner och att spill från tillverkning används som biobränsle gör att klimatbelastning är negativ. Vilket gör att sett till ett helt hus så kan väggkonstruktionen kompensera för den klimatpåverkan som kommer från andra byggnadsdelar och material.



Figur 4: Koldioxidbalans per m² väggyta för en väggkonstruktion med IsoTimber 100 jämfört med värmeisoleringsmässigt likvärdiga väggkonstruktioner så som uppreglade väggar med glasull eller cellulosaisolering, en timrad vägg utan tilläggsisolering och en plåtbod i metall och mineralullsisolering. För dimensioner se Tabell 1 och konstruktionslösning se bilaga 2.



Figur 5: Koldioxidbalans per m² väggyta för en väggkonstruktion med IsoTimber 200 jämfört med värmeisoleringsmässigt likvärdiga väggkonstruktioner så som uppreglade väggar med glasull eller cellulosaisolering, en timrad vägg med tilläggsisolering och en plåtbod i metall och polyuretanisolering. För dimensioner se Tabell 1 och konstruktionslösning se bilaga 2.



Figur 6: Koldioxidbalans per m² väggyta för en väggkonstruktion med IsoTimber 300 jämfört med värmeisoleringsmässigt likvärdiga väggkonstruktioner så som uppreglade väggar med glasull eller cellulosaisolering, en timrad vägg med tilläggsisolering och en plåtbod i metall och polyuretanisolering. För dimensioner se Tabell 1 och konstruktionslösning se bilaga 2.

Hållbarhetsanalys

Vi försöker här att bedöma de förutsättningar som finns för IsoTimbers byggblock att vara en del i ett framtida hållbart samhälle i relation till konkurrerande väggkonstruktioner där framförallt mineralull ger motsvarande isoleringsfunktion.

Hållbarhetsanalysen kan delas upp på två frågeställningar:

1. Är de någon skillnad i hållbarhet mellan de studerade väggkonstruktionerna 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 väggkonstruktioner 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 är kritiska. 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.

Det finns risk 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.

Miljöpåverkan från förädlingssteget skiljer mycket mellan olika träbaserade produkter och påverkas bland annat av förädlingsgrad. Från trädstockar i timrade konstruktion och sågade träprodukter med relativt låg miljöpåverkan till plywood med hög och cellulosaisolering

däremellan. Trots att energiåtgången är relativt hög för flera av dessa produkter så är klimatpåverkan relativt låg tack vare att andelen förnyelsebar energi är hög.

Ur ett klimatpåverkansperspektiv är ökad användning av träråvara i byggnader gynnsamt och eftersträvansvärt. Men ett ökat uttag av biomassa från skogen kan påverka ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter. Detta gäller även om återplantering sker i svenska skogar så att den totala biomassan inte minskar. Hotet mot biologisk mångfald bedöms av vissa vara ännu större än klimatförändringarna och världens skogar står under hårt tryck genom avskogning av tropiska skogar, eliminering av nyckelbiotoper för hotade arter, och dess förmåga att kunna fånga koldioxid. 20% av klimatförändringarna bedöms bero på ohållbart skogsbruk. Handeln med träråvara är global och nordiska skogsbolag hämtar mycket träråvara från östra Europa och Ryssland. 25% av världens handel med virke bedöms vara illegal (opubl WWF).

För att öka förutsättningen att träråvaran kommer från ett hållbart skogsbruk finns några olika certifieringssystem att använda sig av, till exempel FSC. Svenskt FSC-certifierat skogsbruk idag är nog inte fullt ut 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 lägre för väggkonstruktioner med IsoTimber än för väggkonstruktioner med mineralull eller plåt och polyuretanisolering.

Så om vi ser till hur materialen i dessa väggkonstruktioner produceras idag så kan produktionen av IsoTimber anses vara närmare hållbarhet än produktionen av de andra väggkonstruktionerna. Det svenska skogsbruket ligger hållbarhetsmässigt på en relativt god nivå idag och kan anses vara en god plattform för ytterligare förbättringar.

Frågeställning 2 handlar om hur produktionen av de olika isoleringsmaterialen i framtiden kan utföras så att det inte bryter mot systemvillkor 1; att inte öka koncentrationen av ämnen från berggrunden. För väggkonstruktioner med mineralull är det möjligt att i framtiden välja bort fossila bränslen till förmån för förnyelsebara energilag, dock så är det ett större steg för stenull än för glasull eftersom fossil koks är en av råvarorna för stenull och troligtvis även en energibärare till processen. Potentialen för att väggar med metallkonstruktion och polyuretanisolering ska bli en del av ett hållbart samhälle handlar bland annat om återvinningsnivån. Om 100 % återvinning sker så kan framförallt metall vara hållbart ur ett råvaruperspektiv, men för polyuretan som i många analyser rankas som en problempolymer på grund av innehåll av hälso- och miljöfarliga kemikalier¹⁶ är det av den anledningen svårare att nå hållbarhet.

¹⁶ D. Lithner et al. (2011) Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition, Science of the Total Environment, 409:3309-3324

Kemikaliebedömning

Ingen av de väggkonstruktioner som jämförs här är speciellt kemikalieintensiva. De kemiska produkter och kemikalier som kan vara aktuella är det lim som används vid tillverkning av IsoTimber och den fogmassa som används i skarvarna mellan plywood-skivorna vid montering av väggkonstruktionen.....

I de konkurrerande väggkonstruktionerna är det endast de kemikalier som kommer via bindemedlet bakelit i mineralullsisoleringen som skulle kunna utgöra en risk. Bakelit uppstår genom en kemisk reaktion mellan bindemedelskemikalierna fenol, formaldehyd, urea och ammoniak. För fenol, formaldehyd och ammoniak finns hygieniska gränsvärden¹⁷, både formaldehyd och fenol är enligt Kemikalieinspektionen prioriterade riskminskningsämnen¹⁸. Men eftersom det är att anses att det har skett en fullständig härdning, så ska ingen av dessa ämnen finnas kvar i den färdiga mineralullsprodukten och utgör därför ingen hälso- eller miljörisk.

5 Diskussion

Den samlade miljöbedömningen utifrån klimatpåverkan, hållbarhet och kemikalier ger att väggkonstruktioner av IsoTimber är ett mycket fördelaktigt val med hög miljöprestanda, framförallt när det gäller klimatpåverkan. Eftersom råvaran kommer från skogen är det ur ett hållbarhetsperspektiv dock viktigt att eftersträva att detta sker på ett hållbart sätt.

Den största osäkerhet som finns i de antaganden som gjorts i analysen är vad som händer med trämaterialen när väggarna har nått sin fulla livslängd och rivs. Eftersom det handlar om ett tidsperspektiv på kanske 100 år är det omöjligt att veta hur rivningsavfall hanteras och om det förbränns med energiåtervinning vilket energisystem är det då som ersätts. Vi har därför utgått från det återvinnings- och energisystem som finns i dag.

Men det som är speciellt med IsoTimber är den produktion av biobränsle i form av pellets som sker av det sågspån som blir vid tillverkning av IsoTimber. För detta biobränsle kan vi med större säkerhet bedöma vilket energisystem som ersätts. Vi valde att räkna på att energin ersätter eldningsolja vilket är ett rimligt och i livscykelanalyser vanligt förekommande tillvägagångssätt.

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

¹⁸ Kemikalieinspektionens Prioriteringsguide http://www.kemi.se/templates/PRIOfames_4045.aspx

För att få en uppfattning om storleksordningen av IsoTimbers negativa nettoutsläpp kan vi jämföra med andra nettoutsläpp från en husbyggnad. Om vi tex. väljer en konstruktion med IsoTimber 300 i stället för en reglad vägg med glasull och tar bara hänsyn till de effekter från att ersätta fossil olja med den pellets som kommer från IsoTimbers tillverkning. Om vi ser till en enplansvilla på 200 m² byggyta med 200-250 m² väggyta i form av IsoTimber 300, så innebär det att producerad mängd pellets kan ersätta eldningsolja motsvarande utsläpp av 14-18 ton koldioxid. För ett hus med trästomme så är en grund i betong den byggnadsdel som genererar mest klimatpåverkande utsläpp. En 200 m² platta på mark med 300 mm XPS-isolering och 100 mm betong genererar från tillverkningen av materialen ca 14 ton koldioxid. Detta innebär att genom att välja en konstruktion av IsoTimber 300 så gör enbart den mängd pellets som också produceras att det är möjligt att kompensera för de klimatpåverkande utsläpp som en isolerad platta på mark innebär. Om även effekten av att ersätta fossila bränslen med trä materialet från rivningsfasen räknas med så undviks utsläpp av totalt ca 36-45 ton koldioxid vilket ger stora effekter på hela byggnadens kolbudget.

Vi valde att inte ta med effekten av IsoTimber som kolsänka i beräkningarna eftersom det inte är så vanligt att det tas med i livscykelanalyser av träprodukter¹⁹ samt att det inte finns någon konsensus om hur man lämpligast går till väga²⁰. Några forskare anser dock att det är en viktig faktor att integrera i livscykelanalyser²¹ men att effekten är liten i förhållande till effekten av att trä ersätter koldioxidintensiva material så som betong och aluminium²². Men om det skulle finnas en vedertagen metod att karaktärisera effekten av långlivade träprodukter som kolsänkor, så skulle effekten vara mer betydande när en träkonstruktion med stor massa så som IsoTimber ersätter en träkonstruktion med liten massa.

För att ge en uppfattning om den möjliga potentialen av IsoTimber som kolsänka så kan en överslagsräkning göras baserat på att trä innehåller bundet biogent kol motsvarande 1,8 kgCO₂/kg¹⁴. För ett tänkt 200 m² hus med en väggkonstruktion bestående av IsoTimber 300, så innebär det en potential att minska koldioxidbelastningen med ytterligare ca 38-47 ton koldioxid.

¹⁹ Lippke et al., 2011, Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns, Carbon Management 2011 2:303-333

²⁰ Brandao et al., 2011 Assessing temporary carbon storage in life cycle assessment and carbon footprinting, Outcomes of an expert workshop, JRC Scientific and Technical Reports, EUR 24829 EN-2011

²¹ Lippke et al., 2010 Characterizing the importance of carbon stored in wood products, Wood and Fiber Science 2010:42

²² Buchanan et al., 1999 Wood based building materials and atmospheric carbon emissions, Environmental Science & Policy 1999:2

6 Miljökommunikation

Produkten IsoTimber är en serie byggblock tillverkade helt av träråvara som kan staplas och sammanfogas till en självbärande och isolerande väggkonstruktion. Det innovativa är att varje byggblock består av flera limmade 45x95 mm plankor med utsågade spår. Detta ger en ökad isolerande förmåga samtidigt som vikten minskar och materialet blir lättare att hantera.

I denna miljöbedömning har vi gjort vissa avgränsningar och valt att jämföra en väggkonstruktion med IsoTimbers byggblock, plywood-skivor och ytterpanel med uppreglade väggkonstruktioner isolerade med mineralull eller cellulosaisolering, timmerstomme och en staplingsbar kontorsmodul i plåt och polyuretanisolering.

De aspekter som framförallt påverkar miljöbelastningen för de olika väggkonstruktionerna är:

1. Klimatpåverkan från råvaruuttag, transporter och tillverkning av ingående material
2. Konstruktionens innehåll av träråvara
3. Hur konstruktionens trämaterial kan användas som biobränsle och ersätta fossila bränslen
4. Om träråvaran kommer från ett hållbart skogsbruk

Det mest utmärkande och avgörande för IsoTimbers miljöprestanda är väggkonstruktionens stora volym av förnybart trämaterial och den tillverkning av biobränsle i form av pellets som sker med sågspånet från tillverkningsprocessen. De utsläpp av växthusgaser som sker vid skörd, transport och tillverkning av IsoTimber är marginella i förhållande till den mängd växthusgaser som kan undvikas när rivningsvirke och tillverkad pellets ersätter fossila bränslen.

Det som verkligen bör lyftas fram i miljökommunikationen är IsoTimber byggblocken tillsammans med pelletstillverkningen som ett system. Detta har företaget gjort tidigare i termerna av många års bränsle på köpet. Detta skulle kunna utvecklas för att även omfatta minskade koldioxidutsläpp när energin från pellets ersätter fossil eldningsolja.

Eftersom väggsystemet med IsoTimber innebär ett större uttag av skogsråvara är det viktigt att hantera och förmedla hur företaget hanterar möjligheten att påverka att råvaran kommer från ett hållbart skogsbruk.

Antaganden, data och beräkningar

Generella data för beräkningar

Tabell 1: Densitet och vikt som använts vid beräkningar

	Värde/beräkning	Räknevärde	Ref.
Densitet torkat trä		400 kg/kbm	23
Densitet plywood		500 kg/kbm	24
Densitet glasull	16-19 kg/kbm	17,5 kg/kbm	25
Densitet stenu		28 kg/kbm	26
Densitet cellulosa	35-45 kg/kbm	40 kg/kbm	27
Densitet PU-skum		50 kg/kbm	28
Vikt/yta plåt (0,6mm)	4,5kg/kvm (0,5mm)	5,4 kg/kvm	29
Vikt Isotimber 200 123x2350x200		20 kg	30
Vikt Isotimber 200 123x2350x200 utan plywood	20 - (123x2350x(3x7)) *500= 28,6 kg	19,7 kg	
Densitet Isotimber 200 123x2350x200 utan plywood	19,7/(123x2350x200) =	340 kg/kbm	
Andel trä i plywood		90%	31
Densitet byggplast		926 kg/kbm	³²

²³ Muntlig kommunikation Miljögiraff

²⁴ <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1082>

²⁵ Isover träregelrulle <http://www.isover.se/produkter/produktvisning?id=20776>

²⁶ Paroc UNS37 http://www.stenuull.paroc.se/produktdata/pdf_down/Pinfo.pdf

²⁷ FeelingWood isolerskiva

http://www.cremab.se/admin/UploadFile.aspx?path=/UserUploadFiles/Byggvarudeklaration_TC_skivor.pdf

²⁸ <http://www.polyterm.se/sprayisolering.html>

²⁹ Profilplåt Trp18 http://www.profilplat.se/site/priv_ovrig_takplat.asp?priv=1&priv_tak=3

³⁰ Information från IsoTimber AB

³¹ Gustavsson et al. Carbon dioxide balance of wood substitution: comparing concrete- and wood-framed buildings,

³² <http://www.byggmax.com/se-sv/byggvaror/virke-obeh-tra/reglar-stomme/byggplast-tillbehor/21022/aldersbestandig-plast>

Tabell 2: Energiinnehåll och antaganden gällande energi och koldioxidberäkningar

	Värde	Räknevärde	Ref.
Energikonvertering	1 kWh	3,6 MJ	
Energikonvertering	1 GJ	278 kWh	
Energiinnehåll gran	2320 kWh/m ³ f	8352 MJ/kbm	33
Energiinnehåll vikt	5,8 kWh/kg	21 MJ/kg	
Årsmedelverkningsgrad pelletspanna		59%	34
Årsmedelverkningsgrad oljepanna		82%	34
CO2 pellets egen panna	8,8gCO ₂ /kWh _{bränsle}	2,4 gCO ₂ /MJ _{bränsle}	35
CO2 olja egen panna	292 gCO ₂ /kWh _{bränsle}	81 gCO ₂ /MJ _{bränsle}	35
CO2 svensk elmix	20 gCO ₂ /kWh	5,6 gCO ₂ /MJ	36
Fixerad biogen CO ₂ i biomassa		1,8 kgCO ₂ /kg	37

³³ Liss 2005 Brännved – energiinnehåll i några olika trädslag, Högskolan Dalarna

³⁴ Effektiv Miljöbedömning beräkningsmall <http://www.effektiv.org/miljobel/default.asp?level=1>

³⁵ IVL Rapport B1822, 2009, Vägledning till metodval vid beräkning av påverkan från förändrad energianvändning på de svenska miljömålen

³⁶ IVL 2009 Vägledning till metodval vid beräkning av påverkan från förändrad energianvändning på de svenska miljömålen

³⁷ Berge 2002 Momenter til et klimatrengenskap for bygninger

Beräkningar

Klimatbelastning från tillverkning av IsoTimber

Energiåtgång tillverkning av IsoTimber: 30 kWh/m³ vägg

Energiåtgång för tillverkning av pellets: 115 kWh/ton = 39 kWh/m³ vägg

Klimatpåverkan beräknas utifrån svensk elmix enligt tabell 2

Att använda spill från tillverkning till pellets [/kg]

CO₂ utsläpp vid förbränning av 1 kg pellets i egen panna:

$$1\text{kg} \cdot 21\text{MJ/kg} \cdot 2,4\text{gCO}_2/\text{MJ} = 50,4\text{gCO}_2/\text{kg} = 0,050\text{ kgCO}_2/\text{kg}$$

CO₂ utsläpp när 1kg pellets i egen panna ersätter 21MJ olja i egen panna:

$$21\text{MJ/kg} \cdot 0,59/0,82 \cdot 81\text{gCO}_2/\text{MJ} = 1224\text{gCO}_2/\text{kg} = 1,2\text{ kgCO}_2/\text{kg}$$

Differens olja i egen panna: $0,05 - 1,2 = - 1,15\text{ kgCO}_2/\text{kg}$

Väggkonstruktioner

IsoTimber 100 och jämförbara väggkonstruktioner

Tabell 1: IsoTimber 100. $U = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ³⁸. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, plywood, IsoTimber, plywood, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$. (Från tillverkningen av IsoTimber genereras också ca 340 kg träspill som pressas till pellets).

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Isotimber	Block 100	35		1	340
Isotimber	plywood 7mm	3		0,14	70
Skivor (inre & yttre)	Plywood 10mm	2		0,2	100
Hammarband/syll	22x200		8	0,0176	7
Summa					629

Tabell 2: Vägg 1 Glasull 90. $U = \text{ca } 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Reglad vägg isolerad med 90 mm glasull. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, ångspärr, horisontell väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Reglar	45x90	8	20	0,08	32
Isolering	Glasull 90			0,82	14
Ångspärr	plast 0,2			0,00	2
Hor. väggregel	45x45	5	25	0,05	20
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Hammarband/syll	45x170		8	0,03	13
Summa					254

³⁸ IsoTimber Monteringsanvisning www.isotimber.se

Tabell 3: Väg 2 Cellulosa 90. $U = ca 0,5W/(m^2 K)$. Reglad vägg isolerad med 90 mm cellulosisolering. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, horisontell väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett $10m^2$ väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,220	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,060	24
Reglar	45x90	8	20	0,081	32
Isolering	Cellulosa 90			0,819	33
Hor. väggregel	45x45	5	25	0,051	47
Skiva	plywood 12			0,120	60
Hammarband/syll	45x170		8	0,032	13
Summa					297

Tabell 4: Väg 3 Timrad. $U = ca 0,65-0,7 W/(m^2 K)$ ³⁹. 8 tums timmervägg. Konstruktion utifrån och in: timmer, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett $10m^2$ väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Timmer	8 tum			2	800
Väggregel	45x45	8	40	0,081	32,4
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Summa					892

Tabell 5: Väg 4 Plåt glasull 60: $U=0,574$ ⁴⁰ $W/(m^2 K)$. Plåtkonstruktion med 60mm glasullisolering. Konstruktion: Korrugerad 0,6mm galvaniserad plåt, glasullisolering, plywood. Tak och Golvbalk: IPE 240 (240x120x6,2x9,8) = 29,4 kg/m⁴¹ *4m*2st = 236 kg. Hörnpelare: 150x75x8 = 14kg/m*2,5m*2st=70kg. Summa ramkonstruktion = 236x2+70x2 = ca 300kg . Materialåtgång beräknat för ett $10m^2$ väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Plåt	0,6mm				55
Isolering	glasull 60				11
Skiva	plywood 12			0,12	60
Ramkonstruktion	Stål				300
Summa					426

³⁹ <http://skogssverige.se/node/33130>

⁴⁰ Containex: Teknisk beskrivning för kontorsmoduler och sanitetsmoduler

⁴¹ <http://stenastal.se/PageFiles/6852/Produktkatalog%20Rostfritt.pdf>

IsoTimber 200 och jämförbara väggkonstruktioner

Tabell 6: **Isotimber 200**. $U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})^{42}$. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, plywood, IsoTimber, plywood, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$. (Från tillverkningen av IsoTimber genereras också ca 680 kg träspill som pressas till pellets).

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Isotimber	Block 200	35		2,00	680
Isotimber	plywood 7mm	3		0,21	105
Skivor (inre & yttre)	Plywood 10 mm	2		0,20	100
Hammarband/syll	22x200		8	0,04	14
Summa					1011

Tabell 7: **Vägg 1 Glasull 170**. $U = 0,299 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})^{43}$. Reglad vägg isolerad med 170 mm glasull. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, ångspärr, horisontell väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Reglar	45x170	8	20	0,15	61
Isolering	Glasull 170			1,55	27
Ångspärr	plast 0,2			0,00	2
Hor. väggregel	45x45	5	25	0,05	20
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Hammarband/syll	45x170		8	0,06	24
Summa					307

⁴² IsoTimber Monteringsanvisning www.isotimber.se

⁴³ TräGuiden Ytterväggar <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1281>

Tabell 8: Väg 2 Cellulosa 170. U = ca 0,30 W/(m² K). Reglad vägg isolerad med 170 mm cellulosisolering. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, horisontell väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Reglar	45x170	8	20	0,15	61
Isolering	Cellulosa 170			1,55	62
Hor. väggregel	45x45	5	25	0,05	47
Skiva	plywood 12			0,12	60
Hammarband/syll	45x170		8	0,06	24
Summa					366

Tabell 9: Väg 3 Timrad + 90. U = ca 0,30 W/(m² K). 8 tums timmervägg tilläggsisolerad med 90 mm cellulosisolering. Konstruktion utifrån och in: timmer, regel, isolering, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Timmer	8 tum			2	800
Isolering cellulosa	90 mm			0,90	36
Väggregel	45x90	8	40	0,16	65
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Summa					961

Tabell 10: Väg 4 Plåt PU 60: U=0,380⁴⁴ W/(m² K). Plåtkonstruktion med 60mm PU-isolering. Konstruktion: Korrugerad 0,6mm galvaniserad plåt, polyuretanisolering, plywood. Tak och Golvbalk: IPE 240 (240x120x6,2x9,8) = 29,4 kg/m⁴⁵ *4m*2st = 236 kg. Hörnpelare: 150x75x8 = 14kg/m*2,5m*2st=70kg Summa ramkonstruktion = 236x2+70x2 = ca 300kg . Materialåtgång beräknat för ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Plåt	0,6mm				55
Isolering	Polyuretan 60				30
Skiva	plywood 12			0,12	60
Ramkonstruktion	Stål				300
Summa					445

⁴⁴ Containex: Teknisk beskrivning för kontorsmoduler och sanitetsmoduler

⁴⁵ <http://stenastal.se/PageFiles/6852/Produktkatalog%20Rostfritt.pdf>

IsoTimber 300 och jämförbara väggkonstruktioner

Tabell 11: **Isotimber 300**. $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ⁴⁶. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, plywood, IsoTimber, plywood, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$. (Från tillverkningen av IsoTimber genereras också ca 1020 kg träspill som pressas till pellets).

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Isotimber	Block 300	35		3	1020
Isotimber	plywood 7mm	3		0,28	140
Skivor (inre & yttre)	Plywood 10mm	2		0,2	100
Hammarband/syll	22x200		8	0,053	21
Summa					1393

Tabell 12: **Vägg 1 Glasull 45+170+45**. $U = 0,198 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ⁴⁷. Reglad vägg isolerad med 45+170+45 mm glasull. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, ångspärr, väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m^2 väggblock med måtten $2,5\text{m} \times 4\text{m}$.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,22	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,06	24
Reglar	45x(45+170+45)	8	20	0,23	94
Isolering	Glasull 45+170+45			2,37	41
Ångspärr	plast 0,2			0,00	2
Väggregel	45x45	8	20	0,04	16
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Hammarband/syll	45x260		8	0,09	37
Summa					362

⁴⁶ IsoTimber Monteringsanvisning www.isotimber.se

⁴⁷ TräGuiden Ytterväggar <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1281>

Tabell 13: Väggblock 2 Cellulosa 45+170+45. U = ca 0,20 W/(m² K). Reglad vägg isolerad med 45+170+45 mm cellulosaisolering. Konstruktion utifrån och in: panel, luftspalt, spikläkt, regel, isolering, väggregel, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Panel	spontad 22x150			0,220	88
Spikläkt	34x70	5	25	0,060	24
Reglar	45x(45+170+45)	8	20	0,234	94
Isolering	Cellulosa 45+170+45			2,366	95
Väggregel	45x45	8	20	0,041	38
Skiva	plywood 12			0,120	60
Hammarband/syll	45x260		8	0,094	37
Summa					435

Tabell 14: Väggblock 3 Timrad + 180. U = ca 0,20 W/(m² K). 8 tums timmervägg tilläggsisolerad med 180 mm cellulosaisolering. Konstruktion utifrån och in: timmer, regel, isolering, invändig beklädnad. Materialåtgång beräknat för ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.

	Material	antal	lpm	m3	kg
Timmer	8 tum			2	800
Isolering cellulosa	180 mm			1,8	72
Väggregel	45x180	8	20	0,162	64,8
Skiva	plywood 12	1		0,12	60
Summa					997

**Tabell 15: Väggblock 4 Plåt PU 110: U=0,210⁴⁸ W/(m² K). Plåtkonstruktion med 110 mm PU-isolering
Konstruktion: Korrugerad 0,6mm galvaniserad plåt, polyuretanisolering, plywood. Tak och Golvbalk:
IPE 240 (240x120x6,2x9,8) = 29,4 kg/m⁴⁹ *4m*2st = 236 kg. Hörnpelare: 150x75x8 =
14kg/m*2,5m*2st=70kg Summa ramkonstruktion = 236x2+70x2 = ca 300kg . Materialåtgång beräknat för
ett 10m² väggblock med måtten 2,5mx4m.**

	Material	antal	lpm	m3	kg
Plåt	0,6mm				55
Isolering	Polyuretan 110				55
Skiva	plywood 12			0,12	60
Ramkonstruktion	Stål				300
Summa					470

⁴⁸ Containex: Teknisk beskrivning för kontorsmoduler och sanitetsmoduler

⁴⁹ <http://stenastal.se/PageFiles/6852/Produktkatalog%20Rostfritt.pdf>

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.