



CHALMERS



Klimatdeklarationer av material i småhus

Inverkan av olika produkter

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och Entreprenörskap inom Samhällsbyggnad

GUSTAF STÅHLBOM

**Institutionen för samhällsbyggnad och arkitektur
Avdelningen för byggnadsteknologi**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Klimatdeklarationer av material i småhus

Inverkan av olika produkter

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

GUSTAF STÅHLBOM

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2021

Klimatdeklarationer av material i småhus

Inverkan av olika produkter

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

GUSTAF STÅHLBOM

© GUSTAF STÅHLBOM, 2021

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2021

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Myresjöhus Smart 150

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2021

Klimatdeklarationer av material i småhus

Inverkan av olika produkter

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

GUSTAF STÅHLBOM

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Sveriges riksdag beslutade 2017 att Sverige ska ha noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Ett steg mot klimatmålen är att införa klimatdeklarationer vid nybyggnation av hus. Dessa klimatdeklarationer behandlar de utsläpp som medförs vid nybyggnation från brytning av råvaror fram till att huset är färdigbyggt.

Detta examensarbete är utfört för OBOS Sverige AB och syftet är att undersöka om det finns alternativ till de material med störst klimatpåverkan i Myresjöhus modell Smart 150. Materialen som utvärderas är betong, gipsskivor och isolering. För att undersöka och jämföra materialens klimatpåverkan har EPD:er studerats och jämförts.

Resultatet visar att det finns förändringar att göra ur klimatpåverkans synpunkt. Jämförelsen visar att alla befintliga material kan bytas för att få lägre klimatutsläpp. För att kunna nå klimatmålen 2045 krävs det ytterligare bättre material alternativt att tillverkarna klimatkompenserar vid sidan om tillverkningen för att nå klimatneutrala produkter.

Nyckelord: Klimatdeklarationer, byggmaterial, klimatlagen, isolering, gipsskivor, betong.

Climate declarations for materials in stand-alone houses.

Impact of different products

*Degree Project in the Bachelor's Programme
Business Development and Entrepreneurship*

GUSTAF STÅHLBOM

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Building Technology
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The Swedish government decided in 2017 that Sweden shall have zero emissions of greenhouse gas in 2045. One step toward these climate goals is the introduction of climate declarations when constructing new houses. The climate declarations show the emissions linked to the construction of a house, from the procurement of raw materials until the house is completed.

This report is made for OBOS Sverige AB and the purpose is to investigate whether there are alternatives to the materials with the greatest climate impact in Myresjöhus model Smart 150. The materials being evaluated are concrete, plasterboard and insulation. To investigate and compare the climate impact of the materials, EPDs have been studied and compared.

The results show that there are changes to be made from the point of view of climate impact. The comparison shows that all existing materials can be replaced to get lower climate emissions. To be able to achieve the climate goals of 2045, even better materials are required, or the manufacturers compensate for climate change alongside production in order to achieve climate-neutral products.

Key words: Climate declarations, building material, insulation, plasterboard, concrete

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Avgränsning	1
1.3 Metod	1
2 BAKGRUND	2
2.1 Klimatmål	2
2.2 Livscykelanalys (LCA)	2
2.3 EPD (Environmental product declaration)	3
2.4 Klimatdeklarationer	3
2.5 OBOS	4
2.6 Myresjöhus - Smart 150	4
3 MATERIAL	6
3.1 Betong	6
3.2 Mineralull	6
3.3 Gipsskivor	7
4 EPD:ER FÖR OLIKA MATERIAL OCH PRODUKTER	8
4.1 Isolering	8
4.1.1 Paroc eXtra	8
4.1.2 Paroc eXtra Plus / Paroc eXtra Pro	8
4.1.3 Paroc Natura Lana	9
4.1.4 ISOVER Fasadskiva 30	9
4.1.5 Rockwool Flexibatts	10
4.2 Gipsskivor	11
4.2.1 Innerväggar	11
4.2.2 Ytterväggar	13
4.3 Betong	14
4.3.1 Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standard	14
4.3.2 Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, klimatförbättrad	15
4.3.3 Skanska Grön Betong	16
5 RESULTAT	18
	III

5.1	Isolering	18
5.2	Gipsskivor - Innervägg	18
5.3	Gipsskivor - Yttervägg	19
5.4	Betong - bjälklag	19
6	ANALYS	20
6.1	Isolering	20
6.2	Gipsskivor - Innervägg	21
6.3	Gipsskivor - Yttervägg	22
6.4	Betong	22
7	DISKUSSION	24
8	SLUTSATS	25
9	REFERENSER	26
10	BILAGA A - BERÄKNINGAR	31

Förord

Detta examensarbete är skrivet våren 2021 på Chalmers Tekniska Högskola. Det är den avslutande delen av programmet Affärsutveckling och Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik.

Jag vill tacka Carl-Johan Sigfridsson på OBOS Sverige AB för förtroendet och hjälpen under arbetets gång. Vill även tacka Elin Lindström på OBOS Sverige AB som varit närvarande vid möten för sin kunskap och värdefulla insikter.

Jag vill tacka min handledare och examinator Pär Johansson på avdelningen för byggnadsteknologi på Chalmers Tekniska Högskola.

Ett stort tack till Emmeli Zeed som stöttat mig hela våren samt Alexander Engdahl och min bror Carl Ståhlbom för värdefulla synpunkter.

Göteborg juni 2021

Gustaf Ståhlbom

1 Inledning

Miljö och utsläpp är något som alla branscher måste få kontroll på, inte minst byggbranschen. Det finns många led där utsläpp skapas. Redan från plantering av ett träd till att ett bjälklag ligger på sin plats i en byggnad så har biten trä gått igenom många instanser där det avges mindre delar av ett större klimatavtryck. Förr har man satsat på att göra driften av byggnader mer energieffektiv men i takt med att driftens klimatutsläpp har minskat så har fokus flyttats till byggprocessen ska göras mer effektiv (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2015).

I dagsläget står bostad- och servicesektorn för ca 40% av Sveriges totala energianvändning (Statens Energimyndighet, 2020). Sveriges riksdag beslutade 2017 att Sveriges långsiktiga klimatmål är att ha noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Jämfört med 1990 ska växthusgasutsläppen därmed minska med cirka 85 procent (Naturvårdsverket, 2020). Boverket har tagit fram en remiss till ett lagförslag som föreslås tas i bruk 1 januari 2022. Innebörden av lagen är att byggherren ska göra en deklARATION på klimatpåverkan som uppstår vid byggskedet (Boverket, 2021b).

1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete är utvärdera byggmaterial med hög klimatpåverkan och föreslå relevanta ändringar av material i ett småhus. Dessa förslag ska bidra till lägre klimatpåverkan och samtidigt behålla samma egenskaper, såsom brandskydd, tätning, isoleringsgrad med mera.

1.2 Avgränsning

Avgränsningen är satt till husmodellen Smart 150 av Myresjöhus. I studien utvärderades tre material gentemot jämförbara produkter och valet av materialen var baserat på hur hög klimatpåverkan de har genom utsläpp av koldioxidekvivalenter.

1.3 Metod

Genom litteraturstudier av böcker och rapporter samt information från myndigheter har kvalitativ informationssökning genomförts.

Värden på klimatutsläpp och olika produkttegenskaper har tagits fram från data som tillhandahålls av producenter av olika byggmaterial och produkter. Dessa värden har sedan jämförts med befintliga produkter i husmodellen Smart 150 av Myresjöhus för att ge en riktlinje för vilka produkter som bör tas i beaktning för framtida byggnationer.

2 Bakgrund

2.1 Klimatmål

Den nya klimatlagen antogs år 2017 i Sverige som ger nuvarande och framtida regeringar ett ansvar att politiken som förs ska beakta de uppsatta klimatmålen. Sveriges regering via Boverket planerar att införa ett krav om klimatdeklarationer för alla nya byggnader där bygglov sökts och godkänts efter den 1 januari 2022. Det innebär att byggherren utifrån ett livscykelperspektiv ska visa byggnationens totala klimatpåverkan från byggstart till att byggnaden står klar (Boverket, 2020b; Boverket, 2021a). Klimatdeklarationer ska sammanställas från år 2022 men gränsvärden är planerade att sättas först år 2027 med framtida skärpningar var åttonde år fram till år 2043. Detta är för att nå riksdagens klimatmål att Sverige ska ha noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 (Boverket 2020c; Naturvårdsverket 2020).

2.2 Livscykelanalys (LCA)

En livscykelanalys är ett sätt att analysera hur ett material eller produkt påverkar miljön under hela dess livscykel. En livscykelanalys tar upp 3 olika skeden i en byggnads livscykel. Dessa är A1-A5 som är byggskedet, B1-B7 som är användningsskede (drift) och C1-C4 som är slutskede (Figur 1). Det innebär att man kollar på till exempel en träfasad; träden avverkas, sågas, transporteras, blir fasad, genomgår reparation/renoveringar genom åren och till slut blir avfall när byggnaden rivs eller renoveras. Genom att göra en livscykelanalys kan man se var i en produkts olika skeden dess miljöpåverkan är som störst och därmed göra ändringar för att minska produktens påverkan på miljön (Boverket, 2019b).

A1-5 Byggskede		
A1-3 Produktskede	A1	Råvaruförsörjning
	A2	Transport
	A3	Tillverkning
A4-5 Byggproduktionsskede	A4	Transport
	A5	Bygg- och installationsprocess
B1-7 Användningsskede	B1	Användning
	B2	Underhåll
	B3	Reparation
	B4	Utbyte
	B5	Ombyggnad
	B6	Driftsenergi
	B7	Driftens vattenanvändning
C1-4 Slutskede	C1	Demontering, rivning
	C2	Transport
	C3	Restproduktsbehandling
	C4	Bortskaffning
D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

Figur 1. Klimatredovisning (Boverket, 2019c) (CC BY-NC-ND 4.0)

2.3 EPD (Environmental product declaration)

I en produkts EPD (miljövarudeklaration) redovisas livscykelanalysens resultat i ett komprimerat format. En EPD utförs per produkt och kan sedan användas för att göra en hel livscykelanalys för en byggnad (Boverket, 2019d). Gröndahl och Svanström (2010) beskriver att en EPD:

...mäter en produkts miljöprestanda, t.ex. hur mycket energi som gått åt för att producera den eller mängden koldioxid som har släppts ut under hela produktlivscykeln. [...] Man vill således veta hur mycket produkten belastar miljön under hela sin livscykel från vaggan till graven. (s. 224)

Med EPD:er för liknande produkter går det att jämföra olika utsläpp mellan de olika produkterna (CIBSE, 2021). I fallet med klimatdeklarationer så är parametern GWP (Global Warming Potential) den som är intressant och den redovisas oftast i koldioxid per kvadratmeter (CO_2 per m^2) eller koldioxidekvivalenter per kvadratmeter (CO_2e per m^2) (ISOVER n.d.b). EPD:er gällande isolering utgår från att produkten har en satt termisk resistans $1.00 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$. Då går det att jämföra EPD mellan olika produkter som har olika tekniska egenskaper.

Materialen har även en brandklass. Brandklasserna är har beteckning A till F där A är uppdelat i A1 och A2. Både A1 och A2 klassas som obrännbara. För klass A2 till D används SBI-metoden (SS-EN 13823) där produktion av gaser samt brinnande droppar mäts. A2 till D får då tilläggsklasser. De tillägg som behandlas i det här arbetet är *s1,d0*, där s1 betyder att byggnadsdelen får avge mycket begränsad mängd med brandgaser och d0 betyder att brinnande droppar eller partiklar får inte avges från byggnadsdelen. Klass A1 behöver inte ha några tilläggsklasser då den anses vara i princip obrännbar som exempelvis betong (Boverket, 2019a).

2.4 Klimatdeklarationer

I klimatdeklarationerna är det A1-5 (Byggskede) (Figur 1) som ska beräknas och dessa beräknas per byggnad. Vid byggnation av nya områden och kvarter ska det göras en beräkning av klimatpåverkan för varje byggnad. De byggdelar som ska beräknas är hela byggnadens klimatskärm, icke-bärande innerväggar och samtliga bärande konstruktionsdelar. Boverket beskriver en byggnads klimatskärm som ett eller flera skikt som isolerar innanmätet på en byggnad mot omvärldens fukt, ljud och temperatur. Bärande konstruktionsdelar är till exempel stommen i ett bostadshus och icke-bärande innerväggar är väggar innanför klimatskärmen som inte är bärande. Fast inredning, installationer och markarbeten ingår inte i beräkningarna (Boverket, 2021a).

I Boverkets uppdrag angående klimatdeklaration ska de utveckla en öppen databas med relevanta klimatdata. Databasen ska finnas som en grund för att beräkna klimatpåverkan från byggnader ur ett livscykelperspektiv (Boverket, 2020b). Boverkets data är generiska data, dvs. den är baserad på ett medelvärde av befintliga EPD:er med ett påslag. Värdet är konservativt och beräknas utifrån 75 percentil. Klimatdeklarationer får göras utifrån Boverkets generiska data

förutom för de material som har de tre största klimatpåverkan. Då ska produktspecifika data användas och då är EPD det bästa sättet att beräkna klimatutsläppen (Boverket, 2021c).

2.5 OBOS

OBOS Sverige AB är en byggkoncern med ca 1000 anställda där OBOS, Smålandsvillan och Myresjöhus ingår. OBOS Sverige AB står liksom alla bostadsbyggare inför utmaningen att minska sin klimatpåverkan. I sin hållbarhetsrapport för år 2020 så redovisar OBOS Sverige AB (2021) att utrustning i produktionsanläggningar har uppgraderats, nya el-avtal har slutits för att säkerställa att fossilfri elektricitet används och att detta även kommer att ske ute på byggplatser samt att utsläpp från tjänsteresor har minskat. Totalt har OBOS utsläpp av växthusgaser minskat per producerad enhet med ca 12% från 2019 till 2020.

2.6 Myresjöhus - Smart 150

Myresjöhus är en hustillverkare som bygger prefabricerade hus med trästomme och klimatskal av trä. Trä är ett förnybart material som binder koldioxid under livstiden. Flertalet av väggelementen tillverkas i fabrik vilket gör att husen håller jämn kvalitet (OBOS Sverige AB, 2021). Det medför även att alla transporter av produkter som ingår i de prefabricerade delarna alltid har liknande transportsträckor. Vidare tillkommer transport av de färdiga husdelarna. Smart 150 (figur 2) är ett av Myresjöhus husmodeller och den husmodell som används som utgångspunkt i detta arbete. Utifrån en preliminär klimatdeklaration (C-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 15 februari, 2021) som är utförd av OBOS (Myresjöhus) går det att utläsa att de tre material med störst utsläpp av koldioxidekvivalenter är isolering (7274 kg CO₂e per m²), fabriksbetong (3666 kg CO₂e per m²) och gipsskivor (2177 kg CO₂e per m²) (C-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 15 februari, 2021). Isoleringen som används i huset är Paroc eXtra med lambdavärde 0,036 W·m⁻¹·K⁻¹ (Owens Corning – teknisk rådgivning, personlig kommunikation, 11 maj 2021). Betongen är från lokala leverantörer där byggnaden uppförs och används i grunden då resten av byggnaden har en trästomme. Gipsskivorna som används mot ytterväggarna är Gyproc Robust och de som används i innerväggarna är Gyproc Normal (C-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 27 april, 2021).



Figur 2. Myresjöhus Smart 150 samt garage (Myresjöhus, n.d).

3 Material

3.1 Betong

Betongen används till husets grund och tillverkas lokalt där huset uppförs. CO²-utsläpp vid kalcineringsprocessen är något som omöjligt går att undvika. Däremot tar betongen upp lika mycket koldioxid från atmosfären som frigjorts vid kalcineringsprocessen under tiden betongen härdar och sett under ett längre tidsperspektiv (Gillberg et al., 1999). Då de föreslagna klimatdeklarationerna enbart gäller utsläppen fram till att byggnaden står färdig, skedena A1-5 (Figur 1), så går det inte att ta hänsyn till att betongen i slutändan har ett lågt nettoutsläpp. Vidare skriver Gillberg et al. (1999) att betong i princip kan betraktas som ett naturmaterial eftersom det innehåller cement (kalksten och lera) och grus/sand/sten och vatten. Idag används ofta superplasticerare i betong. Det är ett flyttillsatsmedel som används för att ändra eller förbättra de egenskaper som betongen har både i färskt och/eller härdat tillstånd (Selander, 2020). Den egentliga klimatpåverkan som betong har sker genom tillverkningen av cement där kalcineringsprocessen äger rum. I mars 2019 lanserade Skanska ny betong som heter Grön Betong (Skanska, 2019). Skanskas Grön betong sänker klimatutsläppen upp till 52% men bibehåller kraven för hållbarhet och hållfasthet (Skanska, n.d.b). Detta görs genom att ersätta en del av cementen med slagg (GGBS), vilket är en biprodukt från stålindustrin och på så vis sänka cementens påverkan på klimatutsläppen (Skanska, n.d.a).

3.2 Mineralull

Stenull är tillsammans med glasull de former av isolering som kallas mineralull. Det som kännetecknar mineralull är dess goda isoleringsförmåga, att den är extremt brandtålig samt har god ljuddämpning. Stenull består av mineralet dolomit och bergarten diabas. Utöver dessa råvaror så tillsätts små mängder urea samt fenol/formaldehydharts används som bindemedel. Silikon eller mineralolja används för att öka fuktmotstånd samt att minska dammbildning. Dessa råvaror förutom bindemedlet smälts sedan samman vid 1350–1500 grader Celsius (Block & Bokalders, 2014). Därefter spinns smältan till tunna trådar. Trådarna binds samman med hjälp av fenol/formaldehydharts som härdas i en ugn. Efteråt kapas isolering till önskad form och mått, till exempel isolerskivor (ISOVER, n.d.c). Stenull innehåller även en ökande mängd återvunnet material (The Norwegian EPD Foundation, 2020a). Glasull tillverkas på samma sätt som stenull. Det som skiljer produkterna åt är att hos glasull har stenen ersatts av fältspat och/eller dolomit (30%), kvartssand (30%) samt returglas (30%). Mängden returglas har ökat på senare tid (Block & Bokalders, 2014). Parocs stenull innehåller bara 2% sten och resten består av luft (PAROC, n.d). Den goda isoleringsförmågan kommer från att mineralull får den stora mängden luft att vara helt stilla och på så vis minska värmekonduktiviteten (ISOVER, n.d.c). Isolering har ett värde för värmekonduktivitet som kallas för lambdavärdet ($\lambda \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Värmekonduktivitet är materialets isoleringsförmåga. Det är ett värde som är oberoende av isoleringens tjocklek. Ett lågt lambdavärde innebär att materialet har bättre isoleringsförmåga än ett material med högre värde (ISOVER, n.d.c). Mineralull har oftast lambdavärden

mellan $0,033$ och $0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (Block & Bokalders, 2014). Både stenull och glasull har i princip samma värmekonduktivitet och isolerar därav lika bra oavsett vilken produkt som väljs (Swedisol, n.d).

Paroc, Rockwool och Isover har tjänster för återvinning där spill från byggarbetsplatser tas tillvara på (ISOVER, n.d.a; PAROC, n.d.b; Rockwool, n.d). Enligt Rockwool kan deras stenull återvinnas hur många gånger som helst utan att offra dess prestanda och kvalitet (Rockwool, n.d).

3.3 Gipsskivor

I husmodellen Smart 150 används gipsskivor både i innerväggarna och som ett lager på ytterväggarna (C.-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 27 april, 2021). Gipsskivor tillverkas genom att gipsråvara, som är antingen naturgips eller industrigips och eventuellt återvunnet gips (Gustavsson, 2012), går igenom en kalcineringsprocess där vatten frigörs och blir vattenånga. Gipset som är kvar blandas sedan med vatten och tillsatser till gipsmassa. Gipsmassan omsluts av kartong och formas till rätt tjocklek och korrekt bredd. Skivorna torkas sedan långsamt i en ugn och kapas därefter till korrekt längd. Ungefär 85% av all energi som går ut till att göra gipsskivor kommer från kalcineringsprocessen och torkningen av gipsskivorna (Gyproc, n.d.c). Till 95% består gipsskivor av en kärna av gips (kalciumsulfat) och har på båda sidor kartong fastlimmat. Detta är för att ge gipsskivan tillräcklig drag- och böjhållfasthet (Block & Bokalders, 2014).

4 EPD:er för olika material och produkter

I enlighet med miljödeklarationerna så jämförs bara stegen A1-A5, från brytning av råvaror till att byggnaden är färdigställd. EPD:er för isolering och gipsskivor utgår från 1 m² av produkten.

4.1 Isolering

4.1.1 Paroc eXtra

Paroc eXtra är produkten som för närvarande används av Myresjöhus i modellen Smart 150. Det är en stenullsisolering med ett lambdavärde 0,036 W·m⁻¹·K⁻¹ och har brandklass A1. I Parocs EPD finns vissa förutsättningar som ligger till grund för hur beräkningarna gjorts. För att isoleringen ska ha den termiska resistansen 1 K·m²·W⁻¹ så krävs tjockleken 95 mm. EPD:n är publicerad av EPD-Norge och byggnaden som ligger till grund för beräkningen är placerad i Norge. Paroc har tre anläggningar som tillverkar isolering. Två ligger i Sverige, i Hässleholm och i Hällekis. Det tredje ligger i Parainen i Finland. För att beräkna transportsträcka har Paroc räknat med att det är 300 km från de svenska anläggningarna och 700 km från den finska anläggningen. Från det har gjorts en genomsnittlig transportsträcka från anläggningarna till bygget och den är satt till 450 kilometer. Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil med lastkapacitet på 27 ton. Den är lastad med 100% av volymen (30% av viktkapacitet) och har genomsnittsförbrukningen 0,9 liter bränsle. Den totala bränsleåtgången är 418.5 liter. Paroc räknar med att 0% av isoleringen går till spillo under installationsfasen A5. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Paroc eXtras GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020a).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,28	0,0495	0,104

4.1.2 Paroc eXtra Plus / Paroc eXtra Pro

Paroc har ytterligare två varianter av modellen eXtra som är ämnade för väggisolering. De heter eXtra Plus respektive eXtra Pro. Både Plus och Pro har lägre lambdavärden än den vanliga eXtra men genom att de båda har en tätare sammansättning har de också högre GWP-värden. För att få ut GWP-värdet för Plus och Pro så multipliceras värdena i tabell 1 med faktor 1,31 för Plus och faktor 1,42 för Pro. GWP-värdena för produkterna redovisas i tabell 2 respektive tabell 3.

Tabell 2. Paroc eXtra Plus GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020a).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,68	0,0648	0,136

Tabell 3. Paroc eXtra Pros GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020a).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,82	0,0703	0,148

4.1.3 Paroc Natura Lana

I början av 2021 lanserar Paroc en ny produktlinje som heter Natura Lana. Natura Lana har en lägre klimatpåverkan än Parocs andra produkter. För att minimera mängden utsläpp av koldioxid vid produktens tillverkning har ny teknik, grön el, återvunnet avfallsmaterial och smältteknik med låga koldioxidutsläpp använts. Utöver det så klimatkompenserar Paroc för att i slutändan leverera en koldioxidneutral produkt (PAROC, 2020).

Paroc Natura Lana är en stenullsisolering med ett lambdavärde 0,036 W·m⁻¹·K⁻¹ och har brandklass A1. För att isoleringen ska ha den termiska resistansen 1 K·m²·W⁻¹ så krävs tjockleken 100 mm. Paroc Natura Lana tillverkas i Parainen i Finland. Som med Paroc eXtra som har en genomsnittlig transportsträcka från fabrik till bygge gjorts och den är satt till 450 kilometer. Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil med lastkapacitet på 27 ton. Den är lastad med 100% av volymen (30% av vikt kapacitet) och har genomsnittsförbrukningen 0.9 liter bränsle. Den totala bränsleåtgången är 418.5 liter. Paroc räknar med att 0% av isoleringen går till spillo under installationsfasen A5. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Paroc Natura Lanans GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020b).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	0.593	0,0464	0,114

4.1.4 ISOVER Fasadskiva 30

ISOVER Fasadskiva 30 är en glasull-isolering som har ett lambdavärde 0,030 W·m⁻¹·K⁻¹ och har brandklass A2-s1,d0. För att isoleringen ska ha den termiska

resistansen $1 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ så krävs tjockleken 30 mm. Isoleringen tillverkas i Billesholm och har en angiven transportsträcka på 500 km. Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil med lastkapacitet på 24 ton. Den är lastad med 95% av volymen (30% av viktkapacitet) och har genomsnittsförbrukningen 0.38 liter bränsle. ISOVER räknar med att 5% av isoleringen går till spillo under installationsfasen A5. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 5.

Tabell 5. ISOVER Fasadskiva 30s GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020c).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,3	0,14	0,074

4.1.5 Rockwool Flexibatts

Rockwool tillhandahåller en samlad EPD till alla produktmodeller där en referensprodukt är beräknad. Det finns en tabell med vilken faktor som används till respektive produkt för att skala om från referensprodukten. I Flexibatts fall var denna faktor 1.2. Rockwool Flexibatts är en stenull-isolering som har ett lambdavärde $0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ och har brandklass A1. För att isoleringen ska ha den termiska resistansen $1 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ så krävs tjockleken 40 mm. Isoleringen tillverkas i Doense och Vamdrup i Danmark samt i Trondheim i Norge och har en genomsnittlig transportsträcka på 225 km.

Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil med lastkapacitet på 24 ton. Den är lastad med 85% av volymen och har genomsnittsförbrukningen 0.38 liter bränsle. Rockwool räknar med att 2% av isoleringen går till spillo under installationsfasen A5. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Rockwool Flexibatts GWP-värden för A1-A5 (med skalningsfaktor 1.2) (Institut Bauen und Umwelt e.V, 2019).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,332	0,1488	0,1644

4.2 Gipsskivor

4.2.1 Innerväggar

4.2.1.1 Gyproc Normal

Gyproc Normal är gipsskivorna som för närvarande används av Myresjöhus som innerväggar i husmodellen Smart 150. Gipsskivorna tillverkas i Gyprocs anläggning i Bålsta. Det är standardgipsskivor som är 12,5 mm i tjocklek och väger $9.0 \text{ kg/m}^2 + 330 \text{ g/m}^2$ kartong. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. Gyproc räknar med att 100% av elektriciteten som används vid tillverkning är från förnybara källor. Transportsträckan är 300 km och transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil som drar 0.38 liter bränsle. Lastbilen har en lastkapacitet på 27 ton och är lastad till 85% av maxkapacitet. Under kategori A5 ingår 8 skruvar/m², spackel 330g/m² samt papprensa 1.23 m/m² (4.2 g/m²). Gyproc räknar med visst spill vid installationen, bland annat 5% av gipsskivan. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Gyproc Normals GWP-värden för A1-A5 (International EPD System, 2020a).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	2,14	0,124	0,152

4.2.1.2 Gyproc Ergolite

Gyproc Ergolite är en gipsskiva anpassad för invändigt bruk och som är konstruerad att vara lättare än en vanlig gipsskiva. Gipsskivorna tillverkas i Gyprocs anläggning i Bålsta. Det är standardgipsskivor som är 12,5 mm i tjocklek och väger $6,7 \text{ kg/m}^2 + 440 \text{ g/m}^2$ kartong. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. Gyproc räknar med att 100% av elektriciteten som används vid tillverkning är från förnybara källor. Transportsträckan är satt till 300 km och transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil som drar 0.38 liter bränsle. Lastbilen har en lastkapacitet på 27 ton och är lastad till 85% av maxkapacitet. EPD:n för Gyproc Robust specificerar att transportsträckan 300 km är genomsnitt i Sverige. Norge, Danmark och Finland har skalningsfaktor 1,7, 2,4 respektive 1,4. Under kategori A5 ingår 8 skruvar/m², spackel 330g/m² samt papprensa 1.23 m/m² (4.2 g/m²). Gyproc räknar med visst spill vid installationen, bland annat 5% av gipsskivan. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Gyproc Ergolites GWP-värden för A1-A5 (International EPD System, 2020b).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,77	0,0922	0,132

4.2.1.3 Knauf Light Board

Light Board är anpassad för invändigt bruk och som är konstruerad att vara lättare än en vanlig gipsskiva. Gipsskivorna tillverkas i Knauf A/S anläggning i Hobro i Danmark. Det är standardgipsskivor som är 12,5 mm i tjocklek och väger 6,7 kg/m² inklusive kartong. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. EPD:n är generell när det kommer till transport. Knauf räknar med transport i Danmark, Hobro till Hirtshals (120 km, EURO5), Hirtshals till Kristiansand i Norge med godsartyg (160 km), Kristiansand till Drammen i Norge (422 km, EURO5) och sedan till en genomsnittlig byggarbetsplats i Norge/Sverige (360 km, EURO3). Lastbilarna har en lastkapacitet på 16–32 ton och är lastad till 18-30% av maxkapacitet och fartyget är lastat 65% av maxkapacitet. Under kategori A5 ingår 25 g skruvar/m², spackel 175 g/m² samt papprensa 4 g/m². Knauf räknar med att hela 15% material går till spillo. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 9.

Tabell 9. Knauf Light Boards GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2015a).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	1,52	1,06	0,35

4.2.1.4 Norgips Standardgipsskiva 13 mm

Norgips Standardgipsskiva 13 mm är anpassad för invändigt bruk. Gipsskivorna tillverkas i Norgips Norge AS anläggning i Svelvik i Norge. Det är standardgipsskivor som är 12,5 mm ± 0,5 mm i tjocklek och väger 9,0 kg/m² ± 2% inklusive kartong. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. Transportsträckan är satt till 360 km. Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil med lastkapacitet på 32 ton och är lastad till det oklara "genomsnittligt europeiskt kapacitetsutnyttjande". Under kategori A5 ingår 3×10⁻⁴ kWh förbrukad elektricitet, 0,45 kg materialspill och 0,45 kg avfall. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 10.

Tabell 10. Norgips Standardgipsskiva 13 mm GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2015b).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	2,1	0,36	1,2×10 ⁻⁵

4.2.2 Ytterväggar

4.2.2.1 Gyproc Robust

Gyproc Robust är gipsskivorna som för närvarande används av Myresjöhus i ytterväggarna i husmodellen Smart 150. Gipsskivorna tillverkas i Gyprocs anläggning i Bålsta. Det är hårda gipsskivor som består av en kärna av glasfiberarmerad gips (Gyproc, 2001). Skivans tjocklek är 12,5 mm och väger $11,7 \text{ kg/m}^2 + 440 \text{ g/m}^2$ kartong. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. Gyproc räknar med att 100% av elektriciteten som används vid tillverkning är från förnybara källor. Transportsträckan är satt till 300 km och transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil som drar 0.38 liter bränsle. Lastbilen har en lastkapacitet på 27 ton och är lastad till 85% av maxkapacitet. EPD:n för Gyproc Robust specificerar att transportsträckan 300 km är genomsnitt i Sverige. Norge och Danmark har skalningsfaktor 1,7 respektive 2,4. Under kategori A5 ingår 8 skruvar/m², spackel 330g/m² samt pappremsa 1.23 m/m² (4.2 g/m²). Gyproc räknar med visst spill vid installationen, bland annat 5% av gipsskivan. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 11.

Tabell 11. Gyproc Normals GWP-värden för A1-A5 (International EPD System, 2020c).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	2,85	0,161	0,192

4.2.2.2 Knauf Ultra Board

Knauf Ultra Board är en hård gipsskiva som är försedd med extra armering. Gipsskivorna tillverkas i Knauf A/S anläggning i Hobro i Danmark. Skivans tjocklek är 12,5 mm och väger 12 kg/m^2 . I EPD:n är skivan satt till 15,5 mm och EPD:n sträckte sig från 2015–2020. Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. EPD:n är generell när det kommer till transport. Knauf räknar med transport i Danmark, Hobro till Hirtshals (120 km, EURO5), Hirtshals till Kristiansand i Norge med godsfartyg (160 km), Kristiansand till Drammen i Norge (422 km, EURO4) och sedan till en genomsnittlig byggarbetsplats i Norge/Sverige (360 km, EURO4). Lastbilarna har en lastkapacitet på 16–32 ton och är lastad till 18–30% av maxkapacitet och fartyget är lastat 65% av maxkapacitet. Under kategori A5 ingår 5 g skruvar/m², spackel 950 g/m² samt pappremsa 15 g/m². Knauf räknar med att hela 15% material går till spillo. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 12.

Tabell 12. Knauf Ultra Boards GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2015c).

Typ	A1-A3	A4	A5
-----	-------	----	----

GWP (kg CO ₂ e per m ²)	5,27	2,28	1,00
--	------	------	------

4.2.2.3 Norgips Ultra Board

Norgips Ultra Board är en hård gipsskiva. Gipsskivorna tillverkas i Norgips Norge AS anläggning i Svelvik i Norge. Skivans tjocklek är 12,5 mm och väger 12 kg/m². Gipsskivorna har brandklass A2-s1,d0. Transportsträckan är satt till 360 km. Transportmedlet är fossilbränsle driven lastbil som är EURO6-klassad med bränsleförbrukningen 0,0227 l/tkm. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 13.

Tabell 13. Norgips Ultra Boards GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2020d).

Typ	A1-A3	A4	A5
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	2,02	0,358	0,438

4.3 Betong

Betongen står för det näst högsta värdet av klimatutsläpp i Smart 150, 3666 kg CO₂e per m² (C-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 15 februari, 2021) men trots det är det svårt att jämföra olika betonger. Betongtillverkningen är inte centraliserad så som isolerings- och gipsskivetillverkningen. När Myresjöhus bygger två Smart 150, ett i Stockholm och ett i Göteborg så sker betongproduktionen på två olika ställen av två helt olika aktörer (C-J. Sigfridsson, personlig kommunikation, 15 februari, 2021). Det gör också att det inte går att hitta några generella EPD för betong.

Det finns diverse olika EPD för olika betongelement. Följande redovisas 3 olika EPD:er för bjälklagsbetong. Detta är för att väldigt generellt visa hur klimatpåverkan från betong ter sig. I EPD:erna går det att läsa att för att kunna jämföra olika betonger så krävs att betongen relateras till en specifik funktion i en byggnad (The Norwegian EPD Foundation, 2017b). EPD:erna utgår från 1 m³ betong.

Då det är betong ämnat för bjälklag har de olika hållfasthetsklasser. Dessa betecknas till exempel C30/37 där 30 står för den karakteristiska cylinderhållfastheten i MPa och 37 står för kubhållfastheten i Mpa (Svensk Betong, n.d).

4.3.1 Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standard

Endast A1-A3 behandlas i EPD. Betongen har hållfasthetsklass C30/37. I modul A1 som sker tillverkningen av cement, ballast, vatten och superplasticerare som sedan transporteras (A2) till produktionen av betongen (A3). Cementen som används i betongen är Cementas Bascement CEM II/A-V 52,5 N. GWP-värdena

för produkten redovisas i tabell 14 och receptet för betongen redovisas i tabell 15.

Tabell 14. Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standards GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2017a).

Typ	A1	A2	A3
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	244	6,15	1,00

Tabell 15. Recept för Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standard (The Norwegian EPD Foundation, 2017a).

<i>Material</i>	<i>Kg</i>	<i>Vikt-%</i>
Cement	355	14,83%
Ballast	1860	77,71%
Vatten	177	7,40%
Superplasticerare	1,5	0,06%
Summa	2393,5	100,00%

4.3.2 Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, klimatförbättrad

Endast A1-A3 behandlas i EPD. Betongen har hållfasthetsklass C25/30. I modul A1 som sker tillverkningen av cement, ballast, vatten och superplasticerare som sedan transporteras (A2) till produktionen av betongen (A3). Cementen som används i betongen är Cementas Bascement CEM II/A-V 52,5 N. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 16 och receptet för betongen redovisas i tabell 17.

Tabell 16. Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, klimatförbättrads GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2017b).

Typ	A1	A2	A3
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	212	5,81	1,00

Tabell 17. Recept för Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, klimatförbättrad (The Norwegian EPD Foundation, 2017b).

<i>Material</i>	<i>Kg</i>	<i>Vikt-%</i>
Cement	305	12,99%
Ballast	1850	78,76%
Vatten	192	8,17%
Superplasticerare	1,8	0,08%
Summa	2348,8	100,00%

4.3.3 Skanska Grön Betong

Skanskas EPD behandlar A1-A4. Betongen som är anpassad till bjälklag har hållfasthetsklass C32/40. I modul A1 så sker tillverkningen av cement, ballast, superplasticerare, vatten och slagg som sedan transporteras (A2) till produktionen av betongen (A3). I A4 sker transport från produktionen till byggarbetsplats. Betongen produceras i Storstockholm eller Göteborg. I EPD:n redovisas olika klimatpåverkan från båda produktionsorterna. Det är olika betongrecept och det används olika sorters cement. Storstockholm använder Cementas Bascement CEM II/A-V 52,5 N i betongen. Därför utgår jämförelsen från Storstockholm då samma cement används i alla 3 EPD:er i detta avsnitt. GWP-värdena för produkten redovisas i tabell 18 och receptet för betongen redovisas i tabell 19.

Tabell 18. Skanska Grön Betongs GWP-värden för A1-A5 (The Norwegian EPD Foundation, 2019).

Typ	A1-A3	A4	
GWP (kg CO ₂ e per m ²)	175	9,85	

Tabell 19. Recept för Skanska Grön Betong (The Norwegian EPD Foundation, 2019).

<i>Material</i>	<i>Kg</i>	<i>Vikt-%</i>
Cement	225	9,45%
Ballast	1805,5	75,81%

Vatten	203	8,52%
Superplasticerare	1	0,04%
Absorberat vatten	12	0,50%
Slagg (GGBS)	135	5,67%
Summa	2381,5	100,00%

5 Resultat

Efter genomgång av produkternas EPD:er går det att jämföra de olika GWP-värdena som redovisats i kategori A1-A5. Detta har gjorts procentuellt genom att sätta de befintliga produkterna som 100%. Om en produkt har dubbelt så stort utsläpp som den befintliga redovisas det som 200%.

5.1 Isolering

Tabell 20. De olika GWP-värdena från olika isoleringsprodukter mot den i Smart 150 befintliga isoleringen Paroc eXtra (100%):

Isolering	GWP (kg CO ₂ e per m ²)						
Produkt	A1-A3	A4	A5		A1-A3	A4	A5
Paroc eXtra	1,28	0,0495	0,104		100,00%	100,00%	100,00%
eXtra Plus	1,68	0,0648	0,136		131,25%	130,91%	130,77%
eXtra Pro	1,82	0,0703	0,148		142,19%	142,02%	142,31%
Natura Lana	0,593	0,0464	0,114		46,33%	93,74%	109,62%
Isover Fasadskiva 30	1,3	0,14	0,074		101,56%	282,83%	71,15%
Rockwool Flexibatts	1,332	0,1488	0,1644		104,06%	300,61%	158,08%

5.2 Gipsskivor - Innervägg

Tabell 21. De olika GWP-värdena från olika gipsskivor ämnade för innerväggar mot de i Smart 150 befintliga innerväggsgipsskivorna Gyproc Normal (100%):

Gipsskivor - Innervägg	GWP (kg CO ₂ e per m ²)						
Produkt	A1-A3	A4	A5		A1-A3	A4	A5
Gyproc Normal	2,14	0,124	0,152		100,00%	100,00%	100,00%
Gyproc Ergolite	1,77	0,0922	0,132		82,71%	74,35%	86,84%
Knauf Light Board	1,52	1,06	0,35		71,03%	854,84%	230,26%
Norgips Standardgipsskiva 13 mm	2,1	0,36	0,000012		98,13%	290,32%	0,0079%

5.3 Gipsskivor - Yttervägg

Tabell 22. De olika GWP-värdena från olika gipsskivor ämnade för ytterväggar mot de i Smart 150 befintliga ytterväggsgipsskivorna Gyproc Robust (100%):

Gipsskivor - Yttervägg	GWP (kg CO ₂ e per m ²)						
Produkt	A1-A3	A4	A5		A1-A3	A4	A5
Gyproc Robust	2,85	0,161	0,192		100,00%	100,00%	100,00%
Knauf Ultra Board	5,27	2,28	1		184,91%	1416,15%	520,83%
Norgips Ultra Board	2,02	0,358	0,438		70,88%	222,36%	228,13%

5.4 Betong - bjälklag

Tabell 23. De olika GWP-värdena från olika betongprodukter ämnade för bjälklag mot Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standard (100%):

Betong - Bjälklag	GWP (kg CO ₂ e per m ²)						
Produkt	A1-A3	A4*	A5**		A1-A3	A4*	A5**
Svensk Betong - Standard	251,15				100,00%		
Svensk Betong - Klimatförbättrad	218,81				87,12%		
Skanska Grön Betong	175	9,85			69,68%	-	

* Data saknas i EPD (Svensk Betong – Standard & Svensk Betong – klimatförbättrad)

** Data saknas i EPD

6 Analys

6.1 Isolering

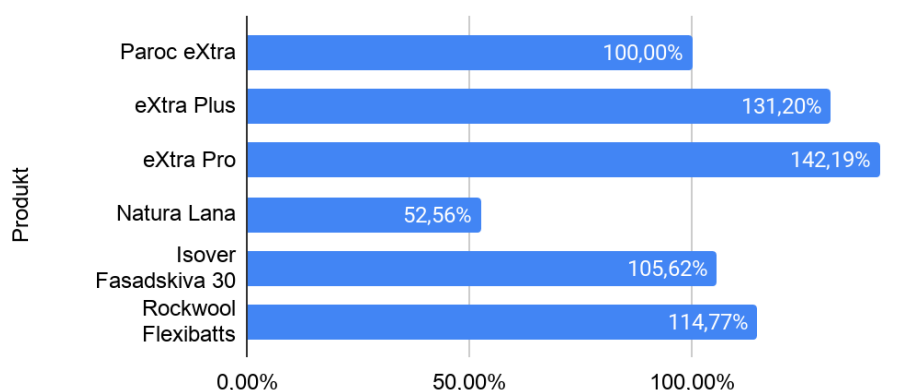
Paroc eXtra som är den befintliga isoleringen har jämförelsevis goda siffror. Paroc eXtras varianter *plus* och *pro* har båda lägre lambdavärde och således bättre isoleringsegenskaper än vanliga eXtra. Troligt är då att under driftfasen B1-B7 så sänks Smart 150s klimatpåverkan då värme bibehålls mer effektivt. Men då klimatdeklarationerna enbart ser från brytning av råvara till färdig byggnad kommer inte eventuell energibesparing under driftfasen att beaktas i klimatdeklarationen.

ISOVER Fasadskiva 30 har ca 6% högre GWP-värde än Paroc eXtra. Tabell 20 visar att A1-A3 är i princip samma värde som Paroc eXtra. A4 är däremot avsevärt högre. A5 är mindre gentemot Paroc eXtra. Både A2 och A3 har relativt låga värden sett till det totala GWP-värdet så skillnaden blir i slutändan inte särskilt stor.

Rockwool Flexibatts har ca 15% högre GWP-värde än Paroc eXtra. Precis som för ISOVER Fasadskiva 30 så är A4 mycket högre än Paroc eXtra. Den ligger strax över ISOVER Fasadskiva 30 med. Rockwool Flexibatts har det högsta värdet av alla isoleringar när det kommer till installation. Rockwool har med 2% spill av isolering samt att det spill som går att återvinna transporteras till Rockwools anläggning för återvinning, det spill som inte går att återvinna transporteras till deponi samt att annat avfall såsom förpackningsmaterial transporteras till återvinning och/eller deponi (Institut Bauen und Umwelt e.V., 2019).

Med Natura Lana har Paroc lyckats med att nästan halvera klimatutsläppen gentemot Paroc eXtra. I fabriken i Finland används grön el och en ny smältteknik som minskar utsläppen med ca 80%. Så mycket återvunnet material som går används samt att Paroc klimatkompenserar via olika projekt runt om i världen (PAROC, 2021). Transporten A4 ligger strax under och Installationen A5 ligger något över Paroc eXtra men tillverkningen A1-A3 är ca 46 % av utsläppen för Paroc eXtra. I figur 3 visas den totala klimatpåverkan produkterna har i A1-A5 med Paroc eXtra som 100%.

Isolering



Figur 3. Totala GWP-värdet i procent (A1-A5) mot Paroc eXtra (100%)

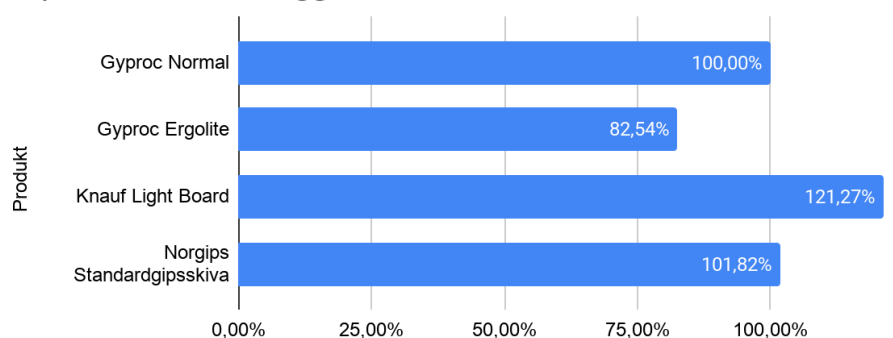
6.2 Gipsskivor - Innervägg

Gyproc Normal har 15–25% högre GWP-värden i alla skeden jämfört med Gyprocs andra variant Ergolite. Då 1 m³ Gyproc Ergolite väger 76–77% av 1 m³ Gyproc Normal innebär det att mindre mängd råvaror går åt till produktionen av Gyproc Ergolite i A1-A3. I båda EPD:erna så är formen av transport samt kapacitet densamma. Den är satt till 85% av viktkapaciteten. Gyproc Normal får plats med 800 kg/m³ (International EPD System, 2020a). Gyproc Ergolite får plats med 536 kg/m³ (International EPD System, 2020b). Samma lastbil kan transportera nästan 800 Gyproc Ergolite-skivor fler än Gyproc Normal-skivor (Bilaga A). Det enda andra som skiljer det två skivorna åt är deras elasticitetsmodul längs med och tvärs över. Gyproc Normal har elasticitetsmodul längs med 2,5 GPa och tvärs över 2,0 GPa (Gyproc, n.d.b). Gyproc Ergolite har elasticitetsmodul längs med 1,5 GPa och tvärs över 2,0 GPa (Gyproc, n.d.a). Samma mängd installationsmaterial går åt till båda skivorna. Det är något större spill för Gyproc Ergolite (The Norwegian EPD Foundation, 2020b; The Norwegian EPD Foundation, 2020a).

Knauf Light Board har den minst klimatpåverkande tillverkningsprocessen där den har ett ca 70% lägre GWP-värde än Gyproc Normal. Däremot har den över 750% högre GWP-värde i A4 samt 130% högre GWP-värde i A5 (tabell 21).

Norgips Standardgipsskiva har i princip samma GWP-värde som Gyproc Normal. Den har 190% högre GWP-värde i A4. EPD:n specificerar dåligt hur mycket som transporteras utan specificerar att lastbilen är lastad så som genomsnittet är lastat i Europa. Under A5 redovisas att GWP-värdet är $1,2 \times 10^{-5}$ som är 0,0079% av Gyproc Normal. Det gör att trots det höga värdet i A4 så är det totala GWP-värdet 1,82% över Gyproc Normal. I figur 4 visas den totala klimatpåverkan produkterna har i A1-A5 med Gyproc Normal som 100%.

Gipsskivor - Innervägg



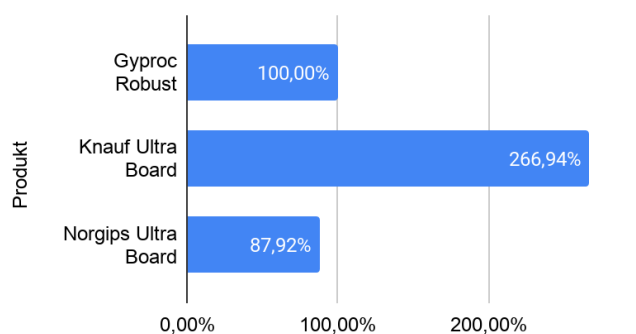
Figur 4. Totala GWP-värdet i procent (A1-A5) mot Gyproc Normal (100%)

6.3 Gipsskivor - Yttervägg

Knauf Ultra Board är den produkt som har störst skillnad i GWP-värde av alla 16 undersökta produkter. Precis som Knauf Light Board så har den avsevärt högre värden i A4 och A5.

Norgips Ultra Board har ett GWP-värde i produktionsskede A1-A3 som är ca 70% gentemot Gyproc Robust. Värdena för transport (A4) och installation (A5) är båda lite mer än dubbelt så stora (tabell 22). Då majoriteten av klimatutsläppen sker i A1-A3 får Norgips Ultra Board i slutändan ca 12% lägre GWP-värde (figur 5). I figur 5 visas den totala klimatpåverkan produkterna har i A1-A5 med Gyproc Robust som 100%.

Gipsskivor - Yttervägg

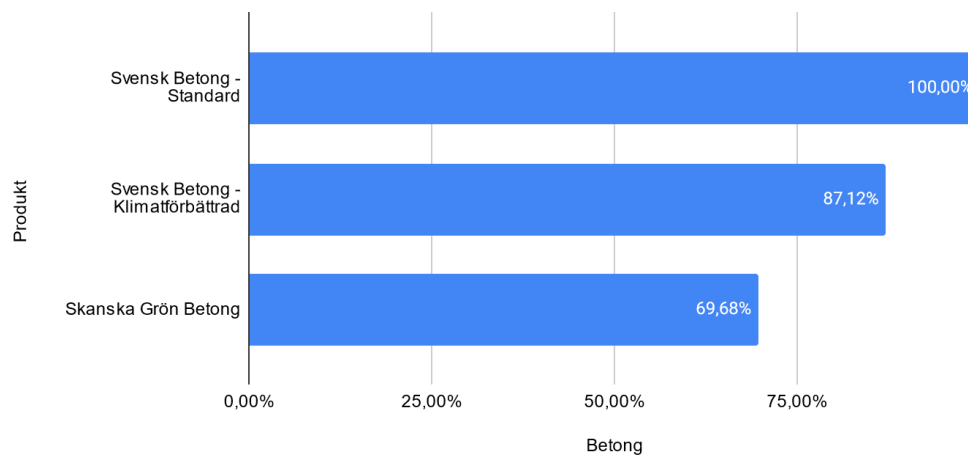


Figur 5. Totala GWP-värdet i procent (A1-A5) mot Gyproc Robust (100%)

6.4 Betong

Svensk Betong räknar bara med produktionsskede A1-A3. Den klimatförbättrade betongens GWP-värde sjunker med nästan 13% mot standardbetongen. Skanskas Grön Betong har över 30% bättre GWP-värde än standardbetongen (tabell 23). Skanska tar med A4 i sin EPD men här jämförs skede A1-A3 eftersom EPD:erna från Svensk Betong inte innehåller data för A4 och A5. EPD:n för Skanska Grön Betong innehåller A4 men det skedet är inte med i beräkningen. I figur 6 visas den totala klimatpåverkan produkterna har i A1-A3 med Svensk Betong - Betong för bjälklag inomhus, standard som 100%.

Betong - Bjälklag



Figur 6. Totala GWP-värdet i procent (A1-A3) mot Svensk Betong - Standard (100%)

7 Diskussion

Produkterna som presenteras och jämförs här är inte nödvändigtvis bättre eller sämre ur en funktionsmässig synvinkel. Många faktorer spelar in utan det är enbart klimatutsläpp i form av koldioxidekvivalenter som behandlats här. Det ger en indikation på vilka produkter som är värda att undersöka för framtida byggnationer. Valet att utförligt presentera och jämföra produkter där EPD:n visar högre klimatutsläpp är för att påvisa hur den befintliga produkten står sig mot utbudet av alternativ.

EPD:er har visat sig vara svårtolkade, speciellt när det är mellan olika företag. EPD:er ger ingen klar insyn i hur produktionerna, transporterna och installationerna går till utan det presenteras ett värde som representerar hur produkter står sig mot andra. Det är inget som har gått att kontrollera utan värdet blir det som i slutändan visar hur en produkts klimatutsläpp ser ut. Många produkter saknar EPD eller är baserade på en referensprodukt. Referensprodukten har skalningsfaktorer för att få värdet på den sökta produkten. Att alla skeden i en EPD går att skala upp eller ner med en och samma faktor och huruvida det i slutändan ger ett troligt värde är svårt att svara på.

Paroc Natura Lana tillverkas i Finland men har enligt dess EPD samma transportsträcka som Paroc eXtra som tillverkas både i Finland och Sverige. De har med Natura Lana räknat med 450 km i transportsträcka. Paroc eXtras transportsträcka från enbart Finland är satt till 700 km. Natura Lana borde också ha den sträckan i stället för 450 km. Natura Lana har enligt EPD strax över 6% bättre GWP-värde i transportskedet A4.

Boverket har i uppdrag att tillhandahålla en öppen databas för utförandet av klimatdeklarationer. En sökning på till exempel *Paroc* ger inga resultat. En sökning på *stenull* ger olika resultat till exempel *Stenull*, *skivor och rullar* och *Stenull, fasadskiva*. Boverkets GWP-värden för båda exemplen är högre än Smart 150s befintliga isolering Paroc eXtra.

8 Slutsats

Jämförelsen av de produkter som redogörs för i detta arbete visar att det finns vissa klimatutsläpp som kan minskas. För att kunna nå nollutsläpp år 2045 så bör producenterna av byggmaterial lyckas minska klimatutsläppen per produkt. Förnybara energikällor och återvinning av material är en del av vägen mot nollutsläpp. Klimatkompensering för att balansera upp utsläppen likt Paroc gör med Natura Lana är av allt att döma en nödvändig åtgärd för att kunna nå ett nollutsläpp.

En del av syftet med detta arbete är att föreslå relevanta alternativ till befintliga produkter. Resultatet av jämförelsen visar att gällande klimatutsläpp kan Paroc eXtra ersättas av Paroc Natura Lana, Gyproc Normal kan ersättas av Gyproc Ergolite samt Gyproc Robust kan ersättas av Norgips Ultra Board. Betongen bör produceras så klimatvänligt som möjligt. I förslaget där Gyproc Normal ersätts med Gyproc Ergolite kan skiftet ske förutsatt att elasticitetsmodulen är tillräcklig. Vissa byggtekniska hinder kan finnas vid ersättning av produkter men det ligger utanför detta arbetes ramar. Ett vidare arbete är förslagsvis att undersöka hur producenter och/eller byggherrar bäst kan klimatkompensera för klimatutsläppen som medförs vid byggnation av ett exempelhus likt Smart 150.

9 Referenser

Block, M., Bokalders, V. (2014). *Byggekologi*. (3. uppl.). AB Svensk Byggtjänst.

Boverket. (2019a). *Brandklasser för golv, väggar tak, rörisolering och kablar*.
<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/brandklasserd-for-ytskikt/>

Boverket. (2019b). *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/>

Boverket. (2019c). *Klimatredovisning*. [Figur]. Boverket.
<https://www.boverket.se/contentassets/658ccfc3a29b468dbaf7d4d69154263b/illustrationer-lca.zip>

Boverket. (2019d). *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD)*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovarudeklaration-for-byggprodukter-epd/>

Boverket. (2020a). *Klimatdeklaration vid uppförande av byggnad*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/>

Boverket. (2020b). *Utveckling av regler om klimatdeklaration av byggnader*.
<https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2020/utveckling-av-regler-om-klimatdeklaration-av-byggnader/>

Boverket. (2021a). *Klimatdeklarationens omfattning och avgränsning*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/omfattning/>

Boverket. (2021b). *Ny lag om klimatdeklaration för byggnader på gång*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/lag/>

Boverket. (2021c). *Om Boverkets klimatdatabas*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/klimatdatabas/om-klimatdatabasen/>

CIBSE. (2021). *TM65 - Embodied Carbon in Building Services - A Calculation Methodology*. CIBSE.

<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpTMECBSA2/tm65-embodied-carbon/tm65-embodied-carbon>

Gillberg, B., Fagerlund, G., Jönsson, Å., Tillman, A-M. (1999). *Betong och miljö: Fakta från Betongforum*. AB Svensk Byggtjänst.

Gröndahl, F., Svanström, M. (2010). *Hållbar utveckling: En introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Liber AB.

Gustavsson, T. (2012) Återvunnet gips blir nya skivor. *Gyproc Solutions*.
<https://tinyurl.com/5df5pn2v>

Gyproc. (2001). *Gyproc Robust – Extra slagtåliga gipsväggar*. [Produktblad].
<https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/BroschyrerSE/Broch-GyprocROBUST-SE.pdf>

Gyproc. (n.d.a). *Gyproc Ergolite*. [Produktblad].
<https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/sv/PDS-SE-Gyproc-ErgoLite.pdf>

Gyproc. (n.d.b). *Gyproc Normal*. [Produktblad].
<https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/sv/PDS-SE-Gyproc-Normal.pdf>

Gyproc. (n.d.c). *Hållbar produktion*. <https://www.gyproc.se/milj%C3%B6-och-kvalitet/h%C3%A5llbar-produktion>

Institut Bauen und Umwelt e.V. (2019). *Environmental product declaration: ROCKWOOL stone wool thermal insulation*.
https://www.rockwool.com/se/downloads-tools/dokumentation/?selectedCat=dokumentation*epd-milj%C3%B6deklaration

International EPD System. (2020a). *Environmental product declaration: Gyproc Normal – Standard Plasterboard*.
https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/sv/EPD_SE_Gyproc_Normal.pdf

International EPD System. (2020b). *Environmental product declaration: Gyproc Ergolite – Lightweight Plasterboard*.
https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/sv/EPD_SE_Gyproc_ErgoLite.pdf

International EPD System. (2020c). *Environmental product declaration: Gyproc Robust – Hard Plasterboard*.
https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/sv/EPD_SE_Gyproc_Robust.pdf

ISOVER. (n.d.a). *Retur av isolerspill*.
https://www.isover.se/sites/isover.se/files/assets/documents/produktblad_returspill_2020.pdf

ISOVER. (n.d.b). *Vad är EPD?* <https://www.isover.se/miljofordelar/vad-ar-epd>

ISOVER. (n.d.c). *Vad är lambdavarde?* <https://www.isover.se/vad-ar-lambdavarde>

ISOVER. (n.d.d). *Vad är mineralull?* <https://www.isover.se/vad-ar-mineralull>

IVL Svenska Miljöinstitutet. (2015). *Byggandets klimatpåverkan: Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong* (NR B2217). IVL Svenska Miljöinstitutet. https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b76c4/1445517730807/B2217_ME.pdf

Myresjöhus. (n.d). *Bild på byggt Smart 150*. [Fotografi]. Myresjöhus. <https://tinyurl.com/3442umkh>

Naturvårdsverket. (2020). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/>

OBOS Sverige AB. (2021). *Hållbara Handlingar 2020*. <https://tinyurl.com/3bb6b8vp>

PAROC. (2020). *Ny koldioxidneutral produktlinje från Paroc*. <https://www.paroc.se/om-paroc/nyheter-och-media/nyhetsarkiv/2020/paroc-natura>

PAROC. (2021). *Koldioxisneutral stenullsisolering minskar byggnadernas miljöavtryck*. <https://www.paroc.se/om-paroc/nyheter-och-media/nyhetsarkiv/2021/natura-lana>

PAROC. (n.d.a). *PAROC Stenull är hållbar*. <https://www.paroc.se/varfor-paroc-stenull/hallbar>

PAROC. (n.d.b). *Rewool – Återvinning för alla*. <https://www.paroc.se/hjalpmedel/paroc-rewool>

Rockwool. (n.d.). *Rockcycle återvinningsprogram*. <https://www.rockwool.se/fordelarna-med-stenull/Atervinningsprogram-Rockcycle/>

Selander, C. (2020) *Superplasticerarens påverkan och ballastskillnader på betong med krossad betong som ballast: En experimentell studie om tryckhållfasthet, konsistens och fraktionsfördelning*. [Kandidatuppsats, Högskolan i Halmstad]. DiVA. <https://hh.diva-portal.org/smash/get/diva2:1460252/FULLTEXT02.pdf>

Skanska. (2019). *Grön Betong: För lägre klimatbelastning*. <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/gron-betong-for-lagre-klimatbelastning/>

Skanska. (n.d.a). *Grön betong*. <https://www.skanska.se/varterbudande/produkter-och-tjanster/betong/gron-betong/>

Skanska. (n.d.b). *Skanskas gröna betong*. [Produktblad]
<https://www.skanska.se/490348/siteassets/vart-erbjudande/produkter-och-tjanster/betong/gron-betong/produktblad-gron-betong.pdf>

Statens Energimyndighet. (2020). Energiläget 2020 (ET 2020:1). Statens Energimyndighet. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=168344>

Svensk Betong. (n.d). *Val av betongkvalitet och exponeringsklass*.
<https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/statik/parkeringshus/bjalklag/val-av-betongkvalitet-och-exponeringsklass>

Swedisol. (n.d.). *Isolerande*. <https://swedisol.se/isolering/isolerande>

The Norwegian EPD Foundation. (2015a). *Environmental product declaration: Knauf Light Board*. https://www.epd-norge.no/getfile.php/135636-1614344731/EPDer/Byggevarer/Byggningsplater/NEPD-356-246-EN_Light-Board.pdf

The Norwegian EPD Foundation. (2015b). *Environmental product declaration: Norgips Standard type A (STD)*. <https://www.norgips.se/wp-content/uploads/2018/03/NEPD-Norgips-Normal-13.pdf>

The Norwegian EPD Foundation. (2015c). *Environmental product declaration: Knauf Ultra Board*. https://www.epd-norge.no/getfile.php/135648-1614343855/EPDer/Byggevarer/Byggningsplater/NEPD-314-247-EN_Ultra-Board.pdf

The Norwegian EPD Foundation. (2017a). *Environmental product declaration: Betong för bjälklag inomhus, standard*. https://www.epd-norge.no/getfile.php/137262-1490683923/EPDer/Byggevarer/Betongvarer/NEPD-1296-419_Betong-f--r-bj--lklag-inomhus--standard.pdf

The Norwegian EPD Foundation. (2017b). *Environmental product declaration: Betong för bjälklag inomhus, klimatförbättrad*. https://www.epd-norge.no/getfile.php/137265-1490684061/EPDer/Byggevarer/Betongvarer/NEPD-1297-419_Betong-f--r-bj--lklag-inomhus--klimatf--rb--ttrad.pdf

The Norwegian EPD Foundation. (2019). *Environmental product declaration: Grön betong*. <https://www.skanska.se/4a58b3/siteassets/vart-erbjudande/produkter-och-tjanster/betong/gron-betong/epd-gron-betong.pdf>

The Norwegian EPD Foundation. (2020a). *Environmental product declaration: PAROC Stone Wool Thermal Insulation (eXtra)*. <https://www.paroc.se/-/media/files/certificates/int-epd-10-en.ashx>

The Norwegian EPD Foundation. (2020b). *Environmental product declaration: PAROC NATURA Stone Wool Thermal Insulation*. <https://www.paroc.se/-/media/files/certificates/int-epd-12-en.ashx>

The Norwegian EPD Foundation. (2020c). *Environmental product declaration: ISOVER Fasadskiva 30 Alu*. https://www.isover.se/sites/isover.se/files/assets/documents/nepd-2502-1244_isover-fasadskiva-30-alu-.pdf

The Norwegian EPD Foundation. (2020d). *Environmental product declaration: Norgips Ultra Board*. https://www.knauf.se/wp-content/uploads/2020/11/nepd-2517-1255_norgips-ultra-board-13.pdf

10 Bilaga A - Beräkningar

Antal Gipsskivor - Innerväggar per lastbil

Gyproc Normal

Förutsättningar

800 kg/m³ på lastbilen

27 ton (27000 kg) maxkapacitet

85% av maxkapacitet lastat

Vikt per gipsskiva = 9,0 kg + 0,33 kg = 9,33 kg

Beräkning

$800/9,33 \approx 86$ st gipsskivor per m³

$0,85 \times 27000 = 22950$ kg per lastbil

$22950/800 \approx 28,7$ m³ per lastbil

$86 \times 28,7 \approx \mathbf{2468}$ gipsskivor per lastbil

Gyproc Ergolite

Förutsättningar

536 kg/m³ på lastbilen

27 ton (27000 kg) maxkapacitet

85% av maxkapacitet lastat

Vikt per gipsskiva = 6,7 kg + 0,44 kg = 7,14 kg

Beräkning

$536/7,14 \approx 75$ st gipsskivor per m³

$0,85 \times 27000 = 22950$ kg per lastbil

$22950/536 \approx 42,8$ m³ per lastbil

$75 \times 42,8 \approx \mathbf{3210}$ gipsskivor per lastbil