

# Miljöaspekter på två isoleringsmaterial inom träelementhusbyggande

Erica Wärnman

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH) -examen

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2019



## EXAMENSARBETE

Författare:	Erica Wärmman
Utbildning och ort:	Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Produktion
Handledare:	Tom Lipkin

Titel: Miljöaspekter på två isoleringsmaterial inom träelementhusbyggande

---

Datum 18.05.2019 Sidantal 26

Bilagor 4

---

### Abstrakt

Inom byggnadsbranschen strävar man mer och mer till att bygga så det ekologiska fotavtrycket blir så lite som möjligt. Byggnade och boende tar upp en ca 30 % av Finlands koldioxidutsläpp. Miljöministeriet publicerade i slutet av år 2018 en plan på hur man ska beräkna en byggnads koldioxidfotavtryck som planeras tas i bruk under de närmaste åren. Metoden för beräkningen omfattar hela byggnadens livscykel och är utformad så att man ska kunna beräkna byggnadens koldioxidfotavtryck som en naturlig del av byggprocessen. Målet med metoden är att innan loppet av år 2050 så minskar koldioxidutsläppen i Finland med 80 % från året 1990:s nivå.

Byggnader påverkar miljön under hela sin livslängd, därför är det viktigt att material väljs med omsorg. Vid valet av material kan man välja material som har en låg belastning på miljön. I beräkningsmetoden beaktar man materialens koldioxidfotavtryck under en lång tidsperiod. Med hjälp av den nya beräkningsmetoden tar man materialens framställning, transporter, användning i byggskedet, boende, rivning och återanvändning i beaktande.

I detta examensarbete jämförs två olika isoleringsmaterial med tanke på miljöaspekter och koldioxidavtryck. Arbetet omfattar även skillnader i hantering och skillnader i egenskaper mellan de två isoleringsmaterialen. Arbetet är anpassat för en elementhusfabrik som tillverkar elementhus med trästomme.

---

Språk: svenska

Nyckelord: koldioxidfotavtryck, miljö, isolering

---

## BACHELOR'S THESIS

Author:	Erica Wärnman
Degree Programme:	Construction Engineering, Vasa
Specialization:	Production
Supervisor(s):	Tom Lipkin

Title: Environmental aspects on two isolation materials in prefabricated wooden houses

---

Date 18.05.2019	Number of pages 26	Appendices 4
-----------------	--------------------	--------------

---

The construction field strives more and more to build so that it affects the environment as little as possible. Building and living is responsible for about 30% of Finland's carbon dioxide emissions. In late 2018 the ministry of environment published a plan on how to calculate a building's carbon footprint which is planned to take into use during the upcoming years. The method of calculation circulates the building's entire lifespan and is formed to allow to calculate the building's carbon footprint as a natural part of the construction process. The goal of the process is to reduce Finland's carbon footprint with 80% before the year 2050, compared to the 1990s level.

Buildings affect the environment during their entire lifespan and that's the reason to choose materials with care. When choosing materials, you can choose between materials that have low affection on the environment. In the method of calculation, you take the manufacturing of materials, transport, usage during construction, living, destruction and recycling into account.

In this thesis two materials for isolation are compared with environmental aspects and carbon dioxide emissions in mind. The work also takes differences in usage and differences in their properties into account. The work is adjusted for a construction company that build prefabricated houses with wooden frame.

---

Language: Swedish	Key words: carbon footprint, environment, isolation
-------------------	---

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Beställare.....	1
1.2	Bakgrund .....	1
1.3	Tillvägagångssätt.....	2
1.4	Syfte och mål .....	2
1.5	Avgränsning.....	2
2	Aktuell beräkningsmetod för koldioxid i byggnader.....	3
2.1	Koldioxidfotavtryck.....	3
2.2	Parisavtalet och EU.....	3
2.3	Beräkning av koldioxidavtryck.....	4
2.3.1	Skede A1-A3, Produktskedet.....	6
2.3.2	Skede A4-A5, Byggskedet.....	6
2.3.3	Skede B1-B7, Användningsskedet .....	6
2.3.4	Skede C1-C4 Rivningsskedet.....	7
2.3.5	Skede D .....	7
3	Allmänt om isolering.....	8
3.1	Värmeisoleringens historia .....	8
3.2	Värmeledningsförmåga.....	8
3.3	U-Värde .....	9
3.4	Mineralisolering.....	10
3.5	Träfiberisolering.....	11
4	Paroc mineralisolering.....	11
4.1	Framställning.....	11
4.2	Miljöegenskaper.....	12
4.3	Tekniska egenskaper .....	13
4.4	Hantering.....	14
4.5	Förpackning och transport.....	14
4.6	Brand.....	14
5	Hunton Nativo träfiberisolering.....	15
5.1	Framställning.....	15
5.2	Miljöegenskaper.....	16
5.3	Tekniska egenskaper .....	17
5.4	Hantering.....	18
5.5	Förpackning och transport.....	18
5.6	Brand.....	18
6	Elementväggkonstruktioner.....	19

6.1	Väggkonstruktion med Paroc, U-värde $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ .....	19
6.2	Väggkonstruktion med Hunton, U-värde $0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$ .....	20
7	Resultat .....	22
8	Sammanfattning.....	25
8.1	Vidare studier .....	26
8.2	Svårigheter.....	26
8.3	Slutord .....	26
9	Källförteckning.....	27

# 1 Inledning

Examensarbetet behandlar en ny beräkningsmetod för beräkning av hur mycket koldioxidavtryck en byggnad avger under hela sin livscykel. Olika material som byggnader är tillverkade av avger olika mängd koldioxid och belastar miljön på olika sätt. I examensarbetet undersöks två olika typer av isoleringsmaterial. Materialen som jämförs är mineralull och träfiberull av utvalda tillverkare. Materialen undersöks med avseende på miljöaspekter, dvs. hur materialen framställs, transporteras och hanteras under hela processen. Materialens påverkan på miljön före, under och efter användningen av byggnaden samt återvinningen av materialen tas med i undersökningen. I arbetet jämförs två elementväggkonstruktioner som är uppbyggda med de valda isoleringsmaterialen.

## 1.1 Beställare

Som beställare för examensarbetet fungerar Teri-Hus Ab. Teri-Hus Ab är en elementhusfabrik som har sin elementproduktion i Terjärv. Teri-Hus Ab grundades år 1974 och från och med år 1984 så tillhör Teri-Hus Ab Rani-plast koncernen. Teri-Hus har ca 30 anställda inom planeringen och produktionen i Terjärv samt försäljare runt om i Finland. Teri-Hus levererar träelement till bl.a. egnahemshus, parhus, radhus, hallar samt större offentliga byggnader. Teri-Hus elementhus levereras som storelement och kan beställas som materialpaket, stompaket, väderskyddat huspaket eller inredningsklart huspaket. Teri-Hus planerar och tillverkar elementhus helt enligt kundens önskemål eller så kan man välja att utgå ifrån en befintlig husmodell.

## 1.2 Bakgrund

I Teri-Hus elementproduktion använder man sig av Paroc-isoleringar och Paroc vindskyddskiva till de flesta husprojekt. Teri-Hus kommer under våren att genomföra ett elementhusprojekt där kunden har valt att huset ska isoleras med Hunttons träfiberisolering. Därav uppkom en idé att undersöka och göra en jämförelse mellan olika isoleringsmaterial så man får en studie på vad som skiljer materialen åt med tanke på miljön. Även de olika materialens för- och nackdelar inom hantering och användning i elementen intresserar Teri-hus.

### **1.3 Tillvägagångssätt**

Förutom material och litteraturstudier så utfördes intervjuer med sakkunniga. Representanter och återförsäljare av isoleringsmaterial för Paroc och Hunton intervjuades för att få leverantörernas åsikter om sina produkter framförda. Även intervju med elementarbetare som har haft erfarenhet av olika isoleringar inom elementproduktionen intervjuas angående hur det är att arbeta med de olika materialen.

I examensarbetet undersöks två elementväggkonstruktioner med de utvalda isoleringsmaterialen. I elementväggkonstruktionen använder man sig av samma tillverkare på isolering och vindskyddskiva som tillsammans uppnår tillräckligt U-värdeskrav. I examensarbetet kommer de valda isoleringsmaterialens egenskaper att jämföras och undersökas angående hanterbarhet, fukt och brand.

### **1.4 Syfte och mål**

I examensarbetet undersöks två olika isoleringsmaterials inverkan på miljön och på vilket sätt materialen orsakar koldioxidutsläpp. En utredning på en ny beräkningsmetod angående koldioxidberäkning på byggnader som omfattar hela byggnadens livscykel gjordes i samband med examensarbetet för att få en uppfattning om vad beräkningen kommer att innebära. Ett mål med examensarbetet var att få fram för- och nackdelarna med att använda sig av de utvalda isoleringsmaterialen. Isoleringsmaterialens hantering och bearbetande i elementproduktionen studeras för att få en uppfattning av hur tidskrävande och vad man särskilt behöver beakta med de olika isoleringarna i kommande elementhusprojekt.

### **1.5 Avgränsning**

Examensarbetet begränsas så att endast Paroc och Hunttons isoleringar kommer jämföras, eftersom det är leverantörerna som används för tillfället till isoleringarna på produktionen på Teri-Hus denna vår. På marknaden finns många andra isoleringar än Paroc och Hunton men de kommer inte att undersökas noggrannare i detta examensarbete. I examensarbetet undersöks isoleringsmaterialens inverkan inriktat på elementhustillverkning samt med fokus på tillverkning av väggelement med trästomme.

## 2 Aktuell beräkningsmetod för koldioxid i byggnader

Inom de närmaste åren kommer en ny beräkningsmetod angående koldioxid i byggnader tas i bruk. I detta kapitel undersöks vad koldioxidberäkningar kommer innebära och hur beräkningarna är planerade att utföras.

### 2.1 Koldioxidfotavtryck

Koldioxidfotavtryck är de växthusgasutsläpp som framkommer vid framställning och underhåll av olika material och som kan beräknas under en längre tidsperiod. Koldioxid är den växthusgas som förekommer mest av alla växthusgaser. Koldioxidfotavtryck är det skadliga avtrycket medan koldioxidhandavtryck anger det goda avtrycket. Vid beräkning av koldioxidfotavtryck går man igenom och beaktar alla skeden på ett material under hela dess livslängd. Man undersöker alla skeden där utsläpp av koldioxid uppkommer och summerar ihop dem till ett värde. (Teknologian tutkimuskeskus VTT, 2019)

Genom att minska på vårt koldioxidavtryck så bidrar vi till en bättre luft på jorden och en värld fri från föroreningar. Därtill så säkrar vi att det skyddande ozonskiktet runt jorden skyddar befolkningen från skadlig UV-strålning. Vid minskning av koldioxidutsläpp på jorden förebyggs den globala uppvärmningen. (Ympäristöministeriö, 2019)

Upp till 78 % av Finlands yta utgörs av skog. Av träslagen som förekommer är upp till 50 % tallskog, 30 % granskog, 16 % björk och resterande mindre vanliga träslag. Skogar och träprodukter är material som har förmågan att binda och lagra kol. Så när vi använder trä för att göra olika produkter så bidrar det till att minska på koldioxidutsläppen i Finland. Genom att lagra kol hindrar man koldioxid från att stiga i atmosfären och bidra till växthuseffekten. (Svenska lantbruksproducenternas centralförbund, 2019)

### 2.2 Parisavtalet och EU

Parisavtalet är ett globalt klimatavtal mellan länder i världen om att värna om miljön. I avtalet har man kommit överens om att sträva till att temperaturen på jorden inte ska stiga mer än 2 °C helst under 1,5 °C till år 2050. Det betyder att man i praktiken behöver minska koldioxidutsläpp 80–95 % till år 2050 jämfört med år 1990. Målet kräver stora förändringar bl.a. inom energi-, transport- och industribranschen. I parisavtalet har man kommit överens om att länderna ekonomiskt ska hjälpa varandra att upprätthålla den balans inom koldioxidutsläpp som Parisavtalets mål kräver. (Europeiska unionen, 2018)



EU har satt upp ett eget mål att sträva för att bli den första världsdelen som blir koldioxidneutralt. I och med detta kräver man att alla länder gör upp en egen strategi hur landet ska anpassa sig för att minska på koldioxidutsläppen. För att kunna bli koldioxidneutralt har EU utformat milstolpar för att nå sina mål. (Europeiska unionen, 2018)

Inom byggnadsbranschen har EU satt upp riktlinjer för mer effektiva byggsättslösningar vilket har lett till att medlemsländer har gjort striktare energiprestandakrav på hus som byggs. I Finland finns det en lag på att energicertifikat måste utfärdas på alla byggnader som byggs. Lagen om att skaffa energicertifikat för byggnader trädde i kraft 18.1.2013 och den omfattar beräkandet av hela byggnadens energiförbrukning, d.v.s. byggnadens E-tal. E-tal klassificeras A-G där A anger den bästa klassen och G den sämsta klassen av energieffektivitet. Genom väl valda konstruktioner, byggsättslösningar och smarta materialval så kan man påverka energieffektiviteten i byggnader och på det sättet minska på energiförbrukningen hos den färdiga byggnaden. (Siikanen, 2016)

## **2.3 Beräkning av koldioxidavtryck**

I beräkningsmetoden för koldioxidavtryck för byggnader tar man materialens hela livscykel i beaktande. I Finland är beräkning av koldioxidutsläpp för material i byggnader ännu frivilligt. Man räknar med att inom några år så kommer beräkning av koldioxidavtryck för hus krävas för alla byggnader. För att nå det bästa resultatet med lågkoldioxidigt byggande så skulle gränsvärden för koldioxidutsläpp på byggnader behöva utfärdas.

(Ympersistöministeriö, 2018)

Miljöministeriet har uppgjort en beräkningsmetod, även kallad vägkarta som ska vara till hjälp vid beräkning av koldioxidavtrycket. Man börjar beräkandet från olika materials tillverkningsprocesser inklusive användningen av materialet, beaktar transporter, reparationer och underhåll samt även rivning och återanvändning.

(Ympersistöministeriö, 2018)

Miljöministeriet publicerade år 2018 ett koncept hur man ska beräkna koldioxidavtryck på byggnader. Om allt går som planerat så tas konceptet tas i bruk under år 2019. Om konceptet framskrider med ett positivt resultat så har man som avsikt att få koldioxidavtrycksberäkning lagstadgat på nya byggnader innan år 2025. Konceptet bygger på två olika metoder att beräkna koldioxidavtrycket, en enkel metod och en noggrannare metod. I den enkla metoden använder man sig av tabellvärden och angivna koldioxidutsläppsvärden från tillverkare av byggnadsmaterial. Den enkla metoden är främst

ämнад för planeringsskedet för att få riktvärden på koldioxidavtryck samt för att uppskatta eventuella åtgärder som kommer att behöva beaktas i samband med byggskedet. I den noggranna metoden beräknar man med riktiga värden när man har bestämt sig för exakt konstruktionstyp, byggplats, material och varifrån material ska inköpas. I den noggranna metoden beaktar man även koldioxidhandavtryck som bidrar till positiv förändring som t.ex. återvinning av material samt lagring av kol i byggnadsmaterialen.

(Tulevaisuuden rakentaminen, 2019)

I figur 1 finns en tabell för att beräkna koldioxidutsläpp som uppkommer i alla skeden av byggnadens livscykel. Man summerar alla skeden som uppkommer för att få ett värde som sammanfattar den totala koldioxidmängd som uppstår. Värden för koldioxidutsläpp för olika material fås från materialets produktbeskrivning eller från beräkningsprogram som har angivna värden för olika material. Även om materialen är uppbyggda på samma sätt från olika tillverkare så påverkar även andra faktorer som tillverkningslandet och mängden transporter samt tillverkningstekniker som kräver olika mängd energi.

Ett exempel på en räknare av koldioxidfotavtryck kallad Synergia, uppgjord av Suomen ympäristökeskus (SYKE), finns till förfogande för allmänheten i Excelformat. Några av delarna av beräkningsmodellen finns under bilaga 1 i detta arbete. I Synergia-räknaren skriver man in byggnadsmaterial, mängder, materialvikter och koldioxidutsläppsvärden för alla material och så beräknas den totala summan av koldioxidfotavtrycket ut.

(Tulevaisuuden rakentaminen, 2019)

A1-3	A4-5	B		C	D
TUOTEVAIHE	RAKENTAMINEN	KÄYTTÖVAIHE		PURKUVAIHE	LISÄTIEDOT
<div>A1</div> <div>Raaka-aineen hankinta</div> <div>A2</div> <div>Kuljetus valmistukseen</div> <div>A3</div> <div>Tuotteen valmistus</div>	<div>A4</div> <div>Kuljetus työmaalle</div> <div>A5</div> <div>Työmaa-toiminnot</div>	<div>B1</div> <div>Tuotteen käyttö rakennuksessa</div> <div>B2</div> <div>Kunnossapito</div> <div>B3</div> <div>Korjaus</div> <div>B4</div> <div>Osien vaihto</div>	<div>B5</div> <div>Laajamittaiset korjaukset</div> <div>B6</div> <div>Energian käyttö</div> <div>B7</div> <div>Veden käyttö</div>	<div>C1</div> <div>Purkaminen</div> <div>C2</div> <div>Kuljetukset</div> <div>C3</div> <div>Purkujätteen käsittely</div> <div>C4</div> <div>Purkujätteen loppusijoitus</div>	<div>Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat</div>

Figur 1. Koldioxidutsläpp i byggnadens olika skeden (Kuittinen, 2017).

### **2.3.1 Skede A1-A3, Produktskedet**

I produktskedet beräknas koldioxidutsläpp för införskaffning av råmaterial till produkten. Framtagande av råmaterialen och transporter av dessa beräknas. I det här skedet påverkar råmaterialens vikter och ursprungsland på hur många transporter och hur långa transportsträckor som krävs för att få råmaterial fram till tillverkningen av produkten. I produktskedet beräknas de utsläpp som uppkommer på grund av bearbetning och framställning av produkten. Vid tillverkningen orsakar maskiner, fordon och apparater utsläpp i form av avgaser och förbränning av fossila bränslen. Produktskedet beräknar koldioxidutsläpp som uppkommer för tillverkning av produkter för byggnaden. I beräkningen ingår inte koldioxidutsläpp orsakad av icke fasta produkter som möbler och skåpinredning. (Green Building Council Finland u.å)

### **2.3.2 Skede A4-A5, Byggskedet**

I byggskedet uppkommer koldioxidutsläpp främst i samband med transporter av material till och från byggplatsen samt i användningen av arbetsmaskiner. Platsen för byggandet påverkar hur långa transportsträckorna blir för att få materialen levererade till byggplatsen. Om marken är dålig på byggplatsen krävs flera transporter för byte av massor än om marken skulle vara bra. I beräkningsmetoden beaktar man hur mycket koldioxidutsläpp olika arbetsmaskiner för byggandet avger. I byggskedet beräknar man koldioxidutsläpp som orsakas av avfallshantering, energianvändning samt byggande av tillfälliga konstruktioner. (Green Building Council Finland u.å)

### **2.3.3 Skede B1-B7, Användningsskedet**

I användningsskedet är användning av energi och uppvärmning de faktorer som orsakar den största mängden av alla koldioxidutsläpp. Val av uppvärmningssätt av byggnaden har en avgörande andel i mängden koldioxidutsläpp byggnaden avger under sin livstid. Om man ser på uppvärmningsmetoden på en längre tidsperiod kan olika systems utsläpp skilja sig från varandra. I detta skede beräknas även alla utsläpp som uppkommer från själva byggnaden under användningen. (Green Building Council Finland u.å)

Till användningsskedet hör även underhåll av byggnaden som t.ex. målning av ytor eller upprätthållande av gårdsområden. Reparation av material eller byte av byggnadsdelar samt omfattande renovering ingår även i beräkningen. När man beräknar koldioxidavtrycket för byggnaden uppskattar man hur många gånger under en viss tidsperiod som byggnadsmaterial behöver bytas ut. Transporter för nya material och bortförande av gamla material tas med i beräkningen. (Green Building Council Finland u.å)

I användningsskedet ingår vatten och energianvändning som hör till själva byggnaden t.ex. vatten och avlopp för huset samt ventilation, kylning, uppvärmning, uppvärmning av bruksvatten och belysning i byggnaden. I metoden ingår inte beräkning för utsläpp som uppkommer från privata hushållsmaskiner som tvätt- och diskmaskin, kylskåp, tv och datorer m.m. (Green Building Council Finland u.å)

### **2.3.4 Skede C1-C4 Rivningsskedet**

I rivningsskedet beräknar man koldioxidutsläpp som uppkommer för rivning av byggnaden samt transporter av gammalt byggnadsmaterial från byggplatsen. I detta skede spelar även byggnadens avstånd från avstjälningsplatsen en avgörande del för koldioxidutsläppsmängden. I rivningsskedet beaktar man koldioxidutsläpp som uppkommer vid bearbetning av använt byggnadsmaterial. Vid rivningsskedet beaktas även koldioxidutsläpp i samband med sortering och slutförvaring av byggnadsmaterial som inte går att återvinna. (Green Building Council Finland u.å)

### **2.3.5 Skede D**

I det sista skedet framkommer resterande utsläpp av koldioxid som uppkommer i byggnadens livscykel och som inte passar in i någon annan kategori. I det sista skedet framkommer byggnadsmaterials återanvändning som sådan, som energi eller återanvändning som råvaror för nya byggnadsmaterial. I framtiden kommer mer fokus att läggas på återvinning av material eftersom kravet på användning av återanvändbara material kommer höjas. Om material går att återanvändas så beräknar man bort en del av utsläppen i beräkningen som annars skulle uppstå om återvinning av byggnadsmaterialet inte var möjligt. Skede D fungerar även som en beräkningskontroll för att granska att byggnadsmaterials utsläpp inte är dubbelt beräknade. (Green Building Council Finland u.å)

### 3 Allmänt om isolering

I det här kapitlet behandlas allmän information om isolering. Kapitlet tar upp historia om värmeisolering, samt behandlar värmeledningsförmåga och U-värde som är relevant fakta angående isoleringsmaterial. Kapitlet omfattar även allmän information om mineralisolering och träfiberisolering.

#### 3.1 Värmeisoleringens historia

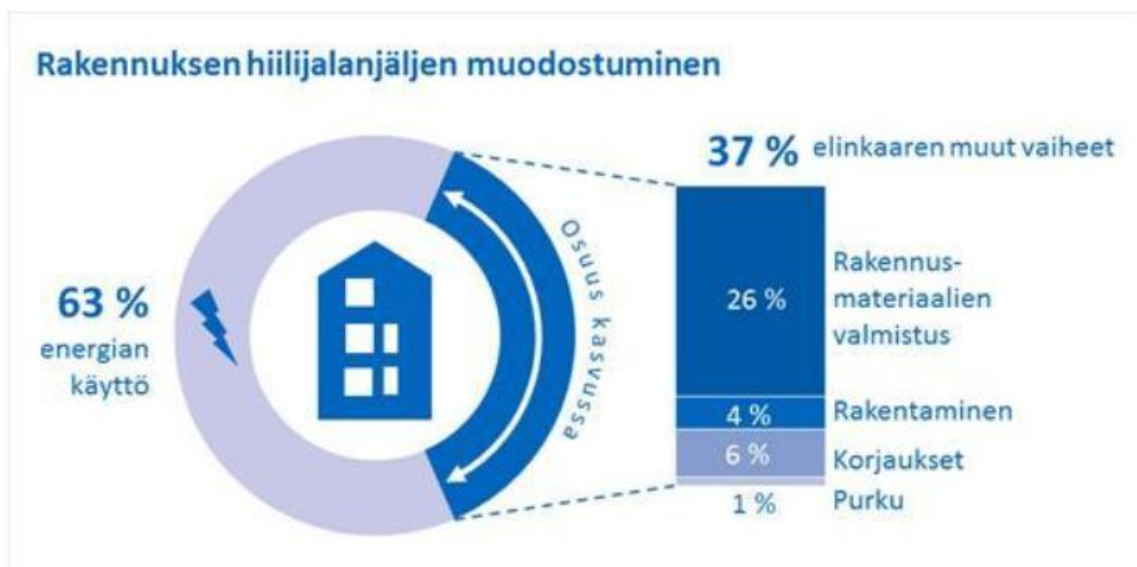
I byggnader byggda innan 1900-talet fanns inget särskilt material som fungerade som värmeisolering. Byggnader var byggda av kompakta material som bestod av stock eller tegel och var bärande konstruktioner som skyddade för olika väderförhållanden. I början av 1900-talet började man använda sågspån, torv eller träullsplattor som isoleringsmaterial i byggnader. Under 1940- och 50-talet började var ett vanligt isoleringsmaterial kutterspån. Kutterspån sjönk ihop med tiden så väggarna utformades så man kunde fylla på med mera spån efter behov. Fram till 1950-talet var organiska isoleringsmaterial dominerande, men i slutet av årtioendet introducerades mineralullen som än idag är den isolering som förekommer mest i byggnader. I dagsläget finns det även isoleringar som är anpassade för att användas som brandisolering eller som ljuddämpning.

(Svenska byggnadsvårdsföreningen, 2011, 53–57)

#### 3.2 Värmeledningsförmåga

Ett isoleringsmaterial som isolerar bra leder värme dåligt. Värmeledningsförmåga hos isoleringsmaterial uppmäts i W/mK och kallas även för värmekonduktivitet eller lamdavärde med beteckningen  $\lambda$ , vilket innebär att om lamdavärdet är lägre så är värmeledningsförmågan sämre och isoleringsförmågan på isoleringen får ett bättre värde. Principen för värmeisolering utgår ifrån att binda stillastående luft i isoleringen. Isoleringsmaterial är det som påverkar mest på en byggnads energibehov. En bra värmeisolering sparar på uppvärmningskostnader av byggnaden under hela sin livstid. Genom att välja en isolering som håller uppvärmningskostnaderna på en låg nivå så minskar man på koldioxidavtrycket. (Svenska byggnadsvårdsföreningen, 2011, 82–97)

Det är energianvändning och uppvärmning av byggnader som ger de största koldioxidutsläppen om man jämför olika skeden inom bygg- och fastighetssektorn. I figur 2 ser man hur stor del av de totala koldioxidutsläppen som uppkommer från olika skeden inom byggnadens livscykel.



Figur 2. Hur olika skeden inom byggandet påverkar på koldioxidavtrycket (Kuittinen, 2016).

### 3.3 U-Värde

U-värde anger värmegenomgångskoefficienten i konstruktioner. U-värdet anger mängden energi som strömmar igenom konstruktionen per kvadratmeter. Man beräknar U-värde genom att beakta tjockleken på materialen samt deras specifika värmeledningskoefficient skilt för alla material. Om U-värdet är lägre så har konstruktionen en bättre värmeisoleringsförmåga. I förordningen 1010/2017, Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda från 2017 finns U-värdeskrav för olika byggnadsdelar samlade. För en ytterväggskonstruktion till ett varmt utrymme med trästomme gäller kravet att U-värdet inte får överstiga 0,17 W/m<sup>2</sup>K. För ingående U-värdeskrav för olika byggnadsdelar se figur 3, om värmeförlust genom byggnaders klimatskal 24 §, i miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda. (Miljöministeriet, 2019)

1010/2017

Vid beräkning av referensvärdet för värmeförlusten genom klimatskalet i ett varmt eller ett kylt kallt utrymme ska följande referensvärden användas som värmegenomgångskoefficienter för byggnadsdelarna:

a) vägg	0,17 W/(m <sup>2</sup> K),
b) vägg av massivt trä, med en genomsnittlig tjocklek på minst 180 mm	0,40 W/(m <sup>2</sup> K),
c) vindsbjälklag och bottenbjälklag som gränsar mot det fria	0,09 W/(m <sup>2</sup> K),
d) bottenbjälklag som gränsar mot kryprum	0,17 W/(m <sup>2</sup> K),
e) byggnadsdel mot mark	0,16 W/(m <sup>2</sup> K),
f) fönster, takfönster, dörr, takljuskupol, röklucka och utgångslucka	1,0 W/(m <sup>2</sup> K).

Figur 3. Byggnadsdelars U-värdeskrav, (Miljöministeriet, 2017 ).

### 3.4 Mineralisolering

Mineralull är det dominerande värmeisoleringsmaterialet i byggnader med trästomme från 1960-talet tills idag. De vanligaste typerna av mineralull är stenull och glasull. Mineralull är ett oorganiskt material vilket innebär att materialet aldrig varit levande och saknar förmågan att transportera och avge fukt som vattenånga som organiska isoleringsmaterial har. Det rekommenderas inte att blanda organiska och oorganiska isoleringsmaterial i konstruktioner. Mineralull är oftast billigare att använda sig av än organiska material. (Kumlin 2011, 29–33)

När man använder sig av mineralull så behöver man bygga en tät konstruktion. Detta görs genom att använda sig av en diffusionsspärr t.ex. En plastfolie. Diffusionsspärren byggs in i konstruktionen på den varma sidan av isoleringen och alla skarvar, eldosor och håltagningar tejpas täta. En risk som kan inträffa vid användning av mineralull och plast är om plastfolien går sönder. Det som kan inträffa är att isoleringsförmågan försämras om isoleringen suger i sig för mycket fukt och kondens uppstår och bidrar till fuktskador i konstruktionen. Mineralull kan innehålla skadliga kemikalier och fibrer som irriterar lungorna som i sin tur kan försämra inomhusluften om det kommer hål på diffusionsspärren.

(Svenska byggnadsvårdsföreningen, 2011, 50–57)

För att förbättra väggens värmeisolering så används en vindskyddskiva som fastsätts på stommens utsida i samma material som isoleringen. Vindskyddskivans uppgift är att förhindra luftströmmar från att tränga sig igenom väggkonstruktionen från utsidan. (Siikanen 2016, 284–286)

### 3.5 Träfiberisolering

Träfiberisolering är tillverkat av fibrer av trä som tillsammans med bindemedel gör att man får isoleringen att hålla ihop. Träfiberisolering är ett organiskt material som kan överföra fukt genom konstruktionen. När man använder sig av organiska isoleringsmaterial i väggar så vill man ogärna använda sig av plast som ångspärr eftersom plast inte släpper igenom fukt. Vid användning av organiska isoleringsmaterial används ofta ångbroms av papper istället för plast. Vid användning av träfiberisolering så får man en konstruktion som släpper igenom fukt och förbättrar konstruktionens fukttekniska egenskaper och bidrar till en sund inomhusluft.

Träfiberull har även en värmelagringsförmåga som är nästan dubbelt så stor som hos mineralull. Eftersom träfiberisolering har egenskaper att binda kol i träet, så binds i genomsnitt 0,351kg koldioxid på ett kilo av träfiberisoleringsskivor.

(Svenska byggnadsvårdsföreningen, 2011, 86–97)

## 4 Paroc mineralisolering

Parocs mineralull är en hållbar isolering tillverkad av olika stenarter. Parocs isoleringar lämpar sig till både nybyggande och renovering. Det finns isolering av Paroc som är specialtillverkade för värmeisolering, brandisolering, isolering av VVS-produkter och isolering för akustik. (Paroc, 2019)

### 4.1 Framställning

Paroc mineralull är tillverkad av vulkaniska stenarter. Av stenarter som används till tillverkningen är basalt, anortosit, gabro och dolomit de vanligaste stenarterna. I framställningen av isoleringen krossar man stenarna och värmer upp dem i en ugn till 1500 °C. När stenarna smälter bildar de fiber som kan placeras i lager och pressas till ett tätt skikt med isoleringsmaterial. Efteråt värms fibermassorna upp en gång till tillsammans med 2–4 % bindemedel för att få isoleringen att bibehålla sin konsistens och för att uppnå en hög täthet på materialet. Luften som lämnar mellan stenfibrer i isoleringen gör att isoleringen effektivt isolerar konstruktionen. (Paroc, 2018)

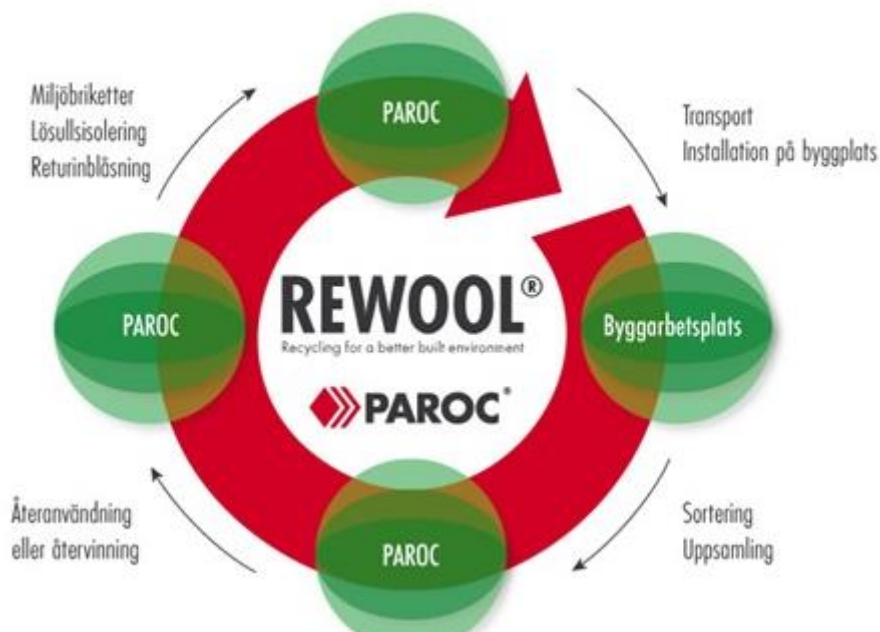


## 4.2 Miljöegenskaper

Parocs isoleringsmaterial hör till den bästa klassen M1 angående byggnadsmaterials utsläppsklasser. Paroc har guld certifikat för isoleringens påverkan på inomhusluften. Inomhusluftscertifikatet guld bekräftar att produktens utsläpp uppfyller kraven för låga utsläpp och att företaget värnar om kvalite´ och en god inomhusluft. (Paroc, 2019)

Parocs isolering klassas som obrännbart, därför bör avfall sorteras som deponi. Paroc har uppgjort ett eget system för att återvinna Parocs isolering. Återvinningen av isoleringsmaterial kallas Rewool. Rewool-systemet som hållit på i några år och går ut på att återvinna överlopps restbitar av isolering från byggplatsen till lösull. Om man vill så kan man använda spillmaterialet på samma byggplats i samband med övre bjälklag ska isoleras med Paroc lösull. Om spillet inte behövs på byggplatsen kan man samla ihop restbitarna och så hämtar Paroc spillet för att göra lösisolering. I figur 4 ser man hur Rewool-systemets kretslopp fungerar. (Paroc, 2019)

Paroc kan återvinna materialspill som uppkommer i fabriken i sin egen process. Ett annat sätt som används vid Paroc är att använda ullen till briketter som kan tillsättas vid produktion av ny stenullsisolering. Briketterna är komprimerade block av cement, diverse stenmaterial och stenull. Briketterna är spill från Parocs egen produktion eller så kommer de från Rewool-systemet. (Personlig mailkommunikation, Parocs representant i Sverige, 17.05.2019)



Figur 4. Återanvändning av Paroc isolering (Paroc, 2018).

De största koldioxidutsläppen sker vid framställningen av isoleringsmaterialet. Paroc eXtra har i produktionsskedet A1-A3 en utsläppsmängd på 1,48 kgCO<sub>2</sub> enligt GWP100. I GWP100, Global Warming Potential anger att man koldioxidmängden beräknat på en 100-års period. (Paroc, 2017)

### 4.3 Tekniska egenskaper

Parocs isoleringar lämpar sig för både nybyggnad och renovering. Parocs isoleringar kan användas i ytterväggar, bjälklag, mellanväggar och en specialisolering av Paroc som brandisolering. Paroc mineraliserings isoleringsförmåga samt brandsbeständighetsförmåga blir inte sämre med tiden utan bibehålls under hela sin livstid i byggnaden. (Paroc, 2018)

Tillsammans med Paroc Cortex vindskyddskiva på utsidan av stommen så får man en vindtät konstruktion. Paroc Cortex har ett vindtätt ytskikt som släpper genom vattenånga som gör att möjlig fukt i konstruktionen kan torka ut. Vindskyddskivornas skarvar tätas med Paroc Cortex fogtejp för att förhindra luft- och fuktläckage. (Paroc, 2018)

**Tabell 1. Parocs produkttegenskaper**

Isolering	Paroc eXtra Pro	Paroc eXtra	Paroc Cortex
Värmekonduktivitet	0,033 W/mK	0,036 W/mK	0,033W/mK
Tjocklek	100 mm	50 mm	30 mm
Tjockleksstandarder	50,100,150,175,200	50,100,125,150,200	30
Måttolerans	≤ 1%	≤ 1%	≤ 1%
Densitet	29 kg/m <sup>3</sup>	29 kg/m <sup>3</sup>	110 kg/ m <sup>3</sup>
Utsläppsklass	M1	M1	M1
Klimatpåverkan utsläpp (kg CO <sub>2</sub> -ekv)	1,48	1,48	4,2
Klimatpåverkan CO <sub>2</sub> lagring (kg CO <sub>2</sub> -ekv)	-	-	-
Brandklass	A1	A1	A2-s1, d0
Brandegenskap	Obrännbar	Obrännbar	Kontinuerlig glödbrand
Värmemotstånd (m <sup>2</sup> *K/W)	3,00	1,35	0,90
Vattengenomsläpplighet (kort tid)	< 1kg/m <sup>2</sup>	< 1kg/m <sup>2</sup>	< 1kg/m <sup>2</sup>
Vattengenomsläpplighet (lång tid)	< 3kg/m <sup>2</sup>	< 3kg/m <sup>2</sup>	< 3kg/m <sup>2</sup>

#### **4.4 Hantering**

Parocs stora isoleringsskivor går att såga till mindre bitar med en bandsåg, mindre bitar skärs till med en mineralullskniv eller en slipad såg. För håltagningar i isoleringen och för att få isoleringen tät runt eldosor och rör så använder man sig av en byggkniv eller mattniv. Parocs mineralullskivors bredd lämpar sig för stomme med regelavstånd c/c 600. Med annan regelindelning så skärs isoleringen några millimeter större än öppningen för att isoleringen ska kunna fylla ut hela utrymmet.

Parocs isolering är lätt att såga till med bandsåg, mineralullssåg eller kniv. Eftersom väggelementen är på liggande när isoleringen görs så dammar isoleringen väldigt lite när man trycker isoleringsskivorna på plats. Parocs isolering är lätt att bearbeta och man får enkelt skarvarna täta i elementen. Inpassande av isoleringen utförs i ett öppet rum med bra ventilation så luften är behaglig att vistas i även vid isolering. En negativ sida av Parocs isoleringar är att den kliar vid hudkontakt, därför bör man använda handskar och täckande kläder. (Personlig kommunikation, elementarbetare på Teri-hus, 2019)

#### **4.5 Förpackning och transport**

Parocs isoleringar ska förvaras på ett torrt ställe, gärna under tak. Isoleringsmaterialen är inlindade i paket med 6 st eller 12 st isoleringsmattor per paket beroende på tjocklek på isoleringen. Parocs isoleringar går att packa tätt ihop eftersom isoleringen kan stiga till sin rätta tjocklek tillbaka efter att isoleringen har blivit ihoptryckt. Runt om paketen finns plast och ytterligare runt hela pallen med isoleringspaket finns skyddsplast för att hindra att isoleringsmaterialen utsätts för fukt. Om isoleringen har blivit våt under transporten eller förvaringen så får den inte användas före isoleringen torkat ordentligt. Man kan använda Parocs isolering som blivit våt efter man låtit isoleringen torka ut på stående i en torr omgivning. Efter några dygn kan man använda isoleringen som vanligt igen. Om isolering är våt när den sätts in i konstruktionen har isoleringen en sänkt isoleringsförmåga samt kan orsaka fuktskador på stommen. (Personlig kommunikation, Parocs representant, 7.5.2019)

#### **4.6 Brand**

Mineralull är tillverkad av stenull som är hållbar och obrännbar. Parocs isolering hör till brandklass A1, den bästa brandklassen enligt Europeiska brandklasser. Paroc kan fördröja att branden sprider sig, samt förhindra konstruktioner från att rasa upp till flera timmar. På detta sätt så finns det mer tid för utrymning av byggnaden. Parocs brandegenskaper på

isoleringen kvarstår under hela isoleringens livstid. Vid händelse av brand så uppstår endast en liten mängd rök från isoleringen. Paroc tillverkar även brandisolering som har specifika brandegenskaper.

(Paroc, 2018)

Byggnadsmaterial indelas i brandklasserna A1, A2, B, C, D, E och F varav klass A1 är den klass som är minst benägen att börja brinna. Till brandklass A1 tillhör material som vid händelse av brand inte själv brinner t.ex. betong. Det finns även en tilläggsbenämning angående rökbildning och brinnande droppar för klasserna A2-E, men A1 och F innehåller aldrig tilläggsbenämning. (Siikanen 2016, 184–188)

## **5 Hunton Nativo träfiberisolering**

Hunttons isolering är ett naturligt isoleringsmaterial tillverkat av träfiber. Hunttons produkter härstammar från Norska skogar. Trä har egenskaper att binda kol i sig även efter att trädet har huggits ner. Eftersom trä binder kol så lagras koldioxid i träfiberullen och på så vis minskas koldioxidutsläpp från produkten. Om trädet inte används efter att det har huggits ner så frigörs bundet kol ut i atmosfären och bidrar till klimatgaser. Om träet tas till vara i form av isolering så förlängs tiden som kolet bibehålls kvar i materialet. Hunttons träfiberull lämpar sig lika bra till nybyggande som renovering av en befintlig byggnad.

Träfiberisolering är ett tätt material och som väger ganska mycket vilket gör att träfiberisolering fungerar effektivt mot stegljud och som ljudabsorberare i byggnader. (Personlig kommunikation, Hunttons representant, 25.02.2019)

### **5.1 Framställning**

Hunton Nativo är en norsktillverkad isolering som fås som isoleringsskivor och som blåsull. Hunttons isolering är naturligt framställd av träfiber från gran och tall. Vid tillverkning av träfiberisoleringen använder man sig av det material innanför barken på trädet som inte lämpar sig för att göra till virke. Den delen av trädet används upp till 55 % för att tillverka träfiberisolering. Resterande råvara till produktion av träfiberisolering kommer från sågspån som är avfall från tillverkning av virke, samt tillsatsämnen. Tillsatsämnen består av 6 % ammoniumsulfat som har en brandhejdande effekt samt för isoleringsskivor ett bindemedel för att bibehålla isoleringens konsistens. (Hunton, 2018)

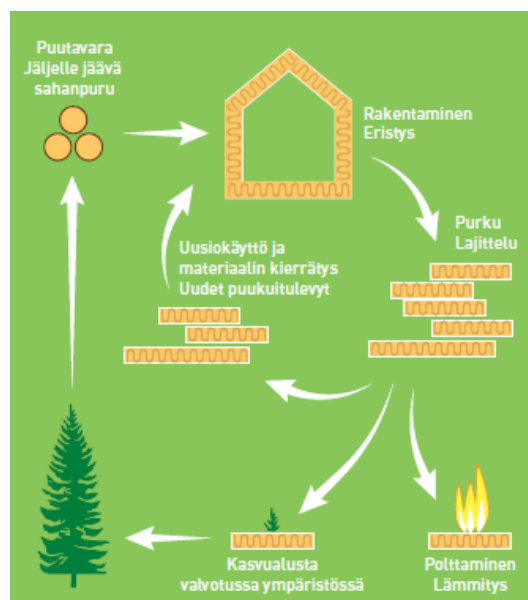
## 5.2 Miljöegenskaper

Hunton Nativo är tillverkat av restprodukter från sågindustrin, vilket i annat fall skulle gå till förbränning eller deponi. På detta sätt så får träflis en andra chans i form av träfiberisolering. Hunton Nativo innehåller inga miljögifter och avger heller inte partiklar, gaser eller strålning som verkar negativt på inomhusklimatet. Eftersom Hunttons träfiberisolering är ren och tillverkad av träfiber så kan man återvinna isoleringen till att göra ny isolering flera gånger tills den slutligen kan förbrännas för att få energi. (Hunton, 2018)

För Hunttons isoleringar har det gjorts inomhusluftsmätningar men de är inte ännu offentliga för allmänheten. Hunttons träfiberull har förmågan att reglera fukten och värmen som kommer i kontakt med isoleringen. Genom att använda sig av Hunttons isolering så får man en jämn fuktighet i inomhusluften och ett behagligt inomhusklimat. Hunton Nativos värmelagringsförmåga gör att isoleringen bevarar en jämn temperatur året runt. På sommaren uppkommer en sval temperatur inomhus och på vintern minskar behovet av uppvärmning eftersom värmen lagras i isoleringen.

(Personlig kommunikation, Hunttons representant, 25.02.2019,)

I figur 5 ser man livscykeln för Hunton Nativo träfiberisolering. Träindustrin hugger trädet för att få virke och Hunton tar tillvara på det material som inte lämpar sig för att göra till virke, samt sågspån som kommer från sågindustrin. När råmaterialet har gjorts till isoleringsskivor använder man dem för att isolera byggnader. När byggnaden blir gammal och behöver rivas tar man vara på gamla isoleringsskivor och tillverkar nya skivor eller använder isoleringen som lösull. När isoleringen slutligen har nått en punkt då den inte längre kan återvinnas så används isoleringen till förbränning för energiutvinning eller som odlingsunderlag för ny skog. (Hunton, 2018)



Figur 5. Livscykel av Hunton Nativo isolering (Hunton, 2018).

### 5.3 Tekniska egenskaper

Hunttons träfiberisolering skiljer sig från mineralull när det kommer till fukt. Träfiberisolering är ett material som kan transportera och lagra fukt, d.v.s. ett hygroskopiskt material. Vilket gör att täta ångspärrar som t.ex. plast ofta undviks i samband med Hunttons träfiberisolering. Konstruktioner som släpper igenom fukt har visat påverka inomhusluften på ett positivt sätt. (RT 38668, 2015)

Tabell 2. Hunttons produkttegenskaper

Isolering	Hunton nativo	Hunton nativo	Hunton vindtät
Värmekonduktivitet	0,038 W/mK	0,038 W/mK	0,045 W/mK
Tjocklek	120 mm	50 mm	25 mm
Tjockleksstandarder	50,70,100,120,200	20,70,100,120,200	12,15,19,25
Måttolerans	Bredd $\leq 1,5\%$ , Längd $\leq 2,0\%$	Bredd $\leq 1,5\%$ , Längd $\leq 2,0\%$	Tjocklek $\leq 5\%$
Densitet	50 kg/m <sup>3</sup>	50 kg/m <sup>3</sup>	235 kg/m <sup>3</sup>
Utsläppsklass	Ej utarbetat	Ej utarbetat	M1
Klimatpåverkan utsläpp (kg CO <sub>2</sub> -ekv)	0,78	0,78	Ej utarbetat
Klimatpåverkan CO <sub>2</sub> lagring (kg CO <sub>2</sub> -ekv)	-2,8	-2,8	Ej utarbetat
Brandklass	E	E	F
Brandegenskap	Brännbar	Brännbar	Inte specificerad
Värmemotstånd (m <sup>2</sup> *K/W)	3,16	1,32	-
Ånggenomgångsmotstånd (Sd-värde)	-	-	0,2

## **5.4 Hantering**

Hunttons träfiberisolering är en produkt som inte irriterar hud och andningsvägar vid hantering och montering av isoleringen. Hunttons isoleringar kan sågas till med bandsåg eller Hunttons träfiberullssåg. För att få isolering tät runt eldosor och elrör använder man sig av en träfiberullssåg eller en vass kniv. Hunttons isoleringsskivor passar regelavståndet c/c 600, vid annan regelindelning skärs skivorna lite större för att ligga tätt mot stommen. (Hunton, 2018)

Hunttons isolering är väldigt seg och man behöver alltid ha en vass såg eller kniv för att det ska gå att såga till isoleringen. När man tar bandsåg till hjälp för att såga isoleringen behöver man trycka isoleringen hårt mot bladet för att sågen ska orka såga genom Hunttons isolering. Eftersom isoleringen är svår att såga av så tar det ganska lång tid att isolera för att få till ett bra resultat. Hunttons isolering avger väldigt mycket damm omkring sig i luften och på kläderna. Man behöver använda munskydd och kläder som är lätt att borsta bort isolering från. En positiv sak med Hunttons isolering är att den inte kliar om den kommer i kontakt med huden. (Personlig kommunikation, elementarbetare på Teri-hus, 2019)

## **5.5 Förpackning och transport**

Hunttons isolering är tillverkat i Norge eller i deras bolag i Polen. Transportsträckorna för att få isoleringen till Finland blir då väldigt långa. Hunttons isoleringar ska förvaras i en torr miljö. Hunttons isoleringar packas i paket på 4 st eller 9 st isoleringsskivor. Runt hela pallan finns ytterligare ett plastemballage för att skydda isoleringen från regn. Hunttons isoleringar saknar förmågan att stiga till sin ursprungliga tjocklek om isoleringen blivit tryckt ihop för tätt, vilket gör att man i leveransen inte får så många isoleringsskivor att rymmas på en pall.

## **5.6 Brand**

Hunttons träfiberullsisolering brinner inte, endast förkolnar. I träfiberisoleringen finns tillsatt kväve och fosfor som har brandhämmande egenskaper. Genom att använda tillsatserna i träfiberisoleringen så effektivteras förkolningsprocessen vid händelse av brand, istället för att sprida branden vidare. Hunttons isoleringar kan inte användas som brandisolering. (Hunton, 2018)

## 6 Elementväggkonstruktioner

I detta kapitel behandlas elementväggkonstruktioner som används vid Teri-Hus. Elementväggarnas tillvägagångssätt i produktionen förklaras utförligt. Väggelementen är uppbyggda med isoleringsmaterial från Paroc respektive Hunton.

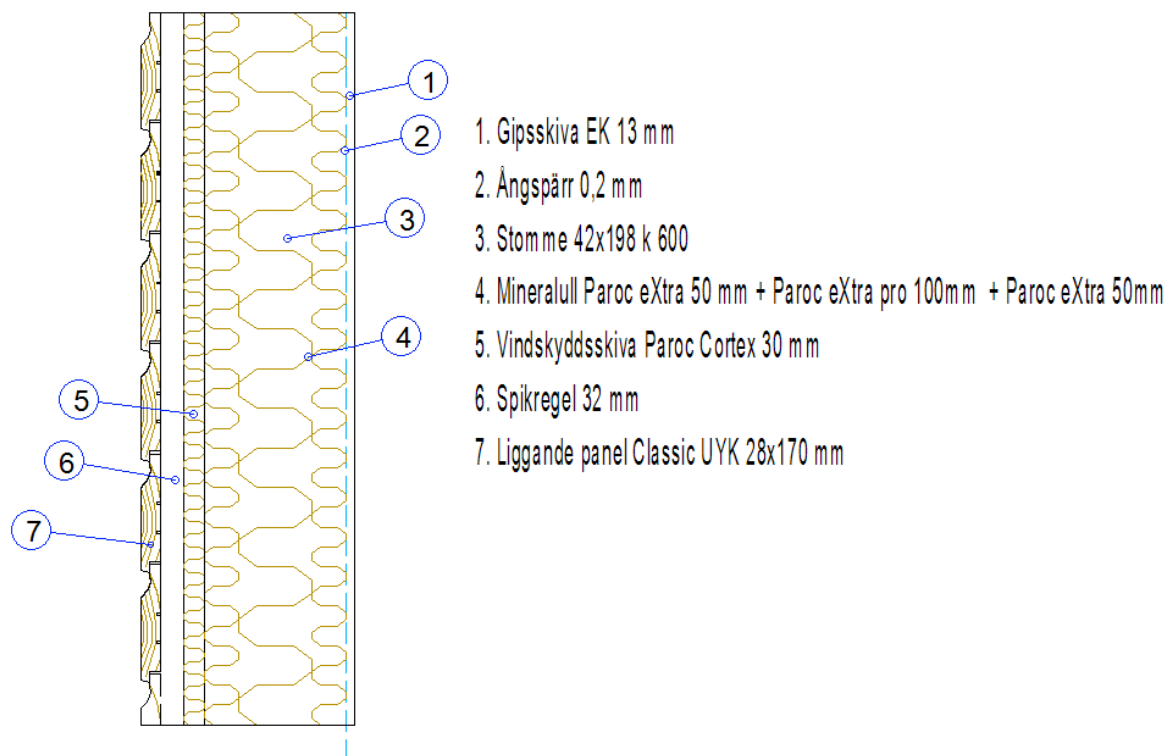
### 6.1 Väggkonstruktion med Paroc, U-värde 0,16 W/m<sup>2</sup>K

I figur 6 finns en konstruktion med Paroc isolering uppritad i Vertex BD. När elementväggkonstruktionen med Paroc tillverkas börjar man med att tillverka stommen runt fönster och dörrar. Därefter tätas fönster och dörrar med isolering samt tätningstejp. Sedan placeras fönster och dörrar in i väggelementet i samband med att trästommen 42x198 mm spikas ihop. Elementen förs vidare på elementbordet och en ångspärr på 0,2 mm stiftas fast på stommen. Som ångspärr fungerar Rani Plast produkten Rani MoBar ångspärr som förhindrar att fuktig och varm inomhusluft tränger in i isoleringen och kondenseras när den möter kallare luft. Genom att använda Rani MoBar på rätt sätt genom att tejpa alla skarvar och genomföringar i plasten så hålls värmen inne i byggnaden. Efter att ångspärren är på plats så gipsas väggelementet med Gyproc EK 13 mm, som är en extrahård gipsskiva som bättre tål stötar och inte går lika enkelt itu som vanlig gipsskiva. Håltagningar för eldosor görs i gipsskivan från insidan.

Väggelementet vänds för att man ska kunna sätta fast eldosor, elrör samt för att isolera med mjuk Paroc stenullsisolering. Eldosor och rör sätts fast från utsidan av stommen och runt eldosorna tätar man med Orcon F tätningsmassa för att få håltagningarna lufttäta. Parocs isolering görs i tre lager isoleringsskivor, först ett 50 mm tjockt, efteråt ett 100 mm tjockt och till sist ett till lager med 50 mm isoleringsskiva. Isoleringsskivornas skarvar sätts omlott för att förhindra värmeläckage i konstruktionen. Isoleringsskivan som är 50 mm kallas Paroc eXtra samt har värmeledningsförmågan 0,036 W/mK och isoleringsskivan som är 100 mm kallas Paroc eXtra pro och har värmeledningsförmågan 0,033 W/mK. Isoleringsskivorna skärs några millimeter större för att hållas tätt mellan reglarna. När all isolering är på plats så spikas en Paroc Cortex 30 mm vindskyddskiva fast på stommens yttersida. Vindskyddskivans uppgift är att skydda den inre konstruktionen mot vind och fukt. Vindskyddskivornas skarvar tejpas med Parocs tätningstejp för att förhindra att drag uppkommer mellan skivorna i konstruktionen.



När vindskyddsskivan är på plats sätts distanser för spikregel med 600 mm mellanrum på stommen. När spikreglarna är på plats kan väggelementet panelas med vald panel. Om det finns fönster eller dörrar i elementen så sätts smyggar och foderbräder samt fönsterplåtar och dörrplåtar på plats innan elementet förflyttas till lastningshallen.



Figur 6. Väggsärning med Paroc isolering uppritad i Vertex BD.

## 6.2 Väggskonstruktion med Hunton, U-värde 0,168 W/m<sup>2</sup>K

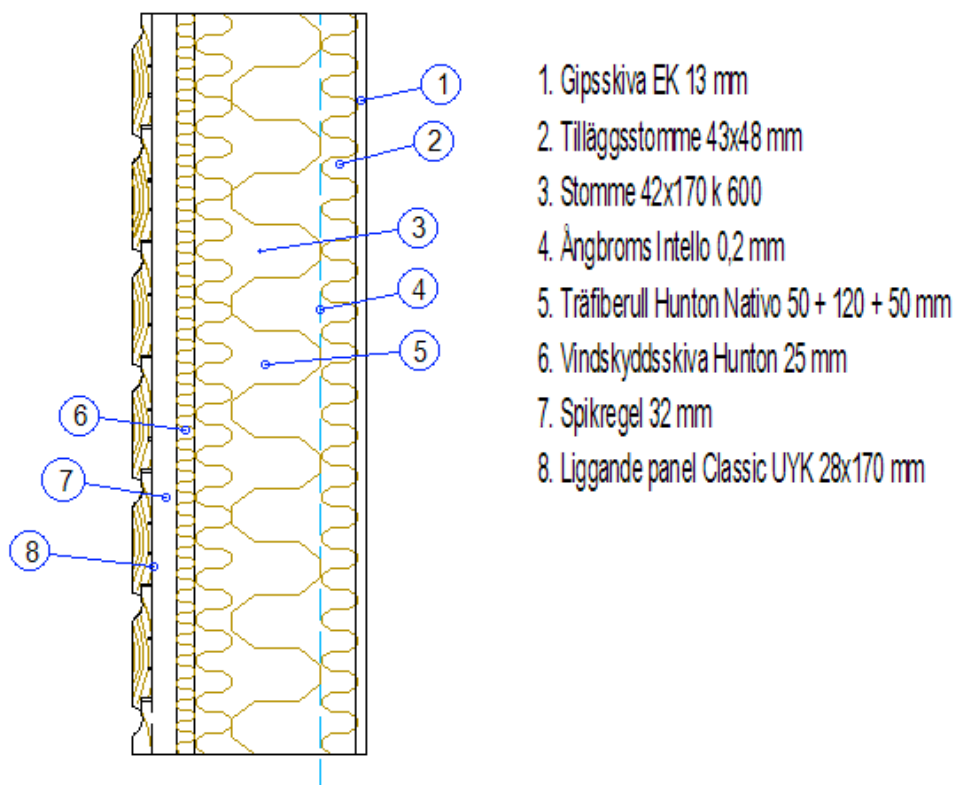
På elementkonstruktionen med Hunttons isolering, se figur 7, är tillvägagångssättet lite annorlunda eftersom stommen har en tilläggsstomme på insidan av den egentliga stommen. Man börjar i vanlig ordning med att sätta in fönster och dörrar. I Hunttons konstruktion används en stomme som är 42x170 mm som spikas fast i karmarna. Fönster och dörrar tätas med en organisk isolering och tejpas sedan runt. När stommen är ihopspikad sätts en i Intello ångbroms på stommen med anvisade sidor av Intello åt rätt håll av konstruktionen.

Eftersom man strävar till en ekologisk konstruktion så används inte plast med Hunttons isolering, istället kan en Intello ångbroms användas. Intellos egenskaper är att under vintern och i torra förhållanden så bildar Intelloduken ett diffusionstätt skikt. Under sommaren och fuktiga förhållanden så släpper Intello fukt genom konstruktionen. Intello lämpar sig väl för konstruktioner med organiska isoleringsmaterial som träfiberisolering. (Tiivistalo, 2016)

När Intellon är fastsatt på stommen så passar man in isoleringsdosor mellan tilläggstommen och gör håltagningar i gipsskivan. Väggelementet isoleras med Hunton Nativo som har en värmekonduktivitet på 0,038 W/mK. Man isolerar tilläggsstommen med 50 mm isolering mellan tilläggsstommen och sätter fast gipsskivan. Väggelementet vänds för att kunna isolera stommen från utsidan med först 100 mm och sedan 50 mm Hunton Nativo träfiberisolering. Träfiberisoleringens skarvar förskjuts och sågas något större än stomavståndet för att ligga tätt mot stommen. När isoleringen är på plats så spikas en 25 mm Hunton vindskyddskiva fast på elementet.

Hunttons vindskyddskiva Vindtät tillåter fukten att vandra ut genom konstruktionen. Hunttons vindskyddskiva förstyrkar konstruktionen och skyddar mot vatten och vind. Vindskyddskivan fungerar som värme- och ljudisolering för ytterväggen. Vindskyddskivan är impregnerad helt med bitumen med en vattenavstötande yta, detta gör att huset kan lämnas utan panel på ytterväggarna upp till ett år. (Hunton, u.å)

Efter vindskyddsskivan har satts fast på väggelementet så spikar man stående spikläkt och liggande panel på elementet. Plåtar, smygar och foder till fönster och dörrar fastsätts på elementet innan det är klart för lastning



**Figur 7. Väggsärning med Hunton isolering uppritad i Vertex BD**

## 7 Resultat

I examensarbetet behandlades koldioxidberäkningar på byggnader för att få en förståelse vad som bör beaktas för vad varje skede i byggprocessen. I beräkningensmetoden får man förståelse för att inte endast framställningen av ett material spelar roll för koldioxidfotavtrycket. När man ser på materialen på en längre tidsperiod så kan det visa sig att ett material avger ett lågt koldioxidfotavtryck på miljön.

Att använda sig av de olika materialen i väggelement gör att tillvägagångssättet för elementen och uppbyggnaden av konstruktionerna bör vara på lite olika sätt. Att använda Hunton som isolering i konstruktioner kräver mer tid till utförande av isoleringen och till byggande av tilläggskålningen på väggelementet. Hunttons isolering är svårare och segare att bearbeta än Parocs, men Hunttons isolering har fördelen att den inte kliar vid hudkontakt. Båda isoleringarna orsakar damm som kan påverka inandningsluften vid genomförandet.

Parocs isoleringar går att trycka ihop tätt och få dem att stiga tillbaka. Hunttons isoleringar stiger inte tillbaka till ursprunglig höjd efter belastning. Parocs isolering är tätare packat än Hunttons, vilket leder till att Paroc isoleringen inte tar lika mycket plats. När isoleringen tar mindre plats sparar man på förpackningsmaterial och utsläpp som tillverkningen av förpackningsmaterialet orsakar. Eftersom Paroc kan packas tätare än Hunton så innehåller transporten flera paket och man klarar sig på färre leveranser. Om det krävs flera leveranser bidrar det till mera koldioxidutsläpp i form av avgaser från transportfordon. I Tabell 3 nedan ser man hur många skivor isolering av var typ som finns i förpackningarna. Orten var byggplatsen befinner sig spelar en avgörande roll på koldioxidfotavtrycket eftersom alla transporter till och från platsen orsakar koldioxidutsläpp.

**Tabell 3. Mängden isolering i förpackningar**

	mm	Bredd	Längd	Skivor/ paket	m <sup>2</sup> /paket	paket/ pall
Hunton Nativo	50	565	870	9	4,424	10
Hunton Nativo	120	565	870	4	1,966	10
Paroc eXtra	50	565	1325	12	8,98	20
Paroc eXtra plus	100	565	1435	6	4,86	20

De olika isoleringsmaterialen har ganska lika belastning på miljön. Det största koldioxidfootavtrycket uppkommer i samband med framställningen av isoleringen samt i transporter av råvaror till fabriken och leveranser till byggplatsen. Under användningskedet av isoleringen har Hunton en betydande förmån eftersom träfiberisoleringen har egenskapen att lagra kol. Båda leverantörerna på isolering har kommit på ett sätt för att återvinna isoleringen för att minska belastningen på miljön.

Gällande fukttekniska egenskaper så skiljer sig isoleringsmaterialen åt. Träfiberisolering har egenskaper att låta fukt vandra genom konstruktionen medan stenulls fuktvandring är begränsad. I ett fukttest analyserades isoleringsmaterialens förmåga att torka ut fukt. Isoleringsmaterialen dränktes i vatten och sattes på tork i ett ventilerat utrymme för att undersöka om fukten i isoleringsmaterialen försvann ut ur materialen. Parocs isolering var helt torr efter två dygn och hade sin ursprungliga form tillbaka. Vid samma tidpunkt var Hunttons isolering ännu fuktig och isoleringen hade små formförändringar där fukt samlats och tryckt ihop isoleringen. I figur 8 ser man att Parocs isolering är torr och Hunttons isolering ännu våt efter två dygn samt att Hunttons isolering är något ihopsjunken. I testet sattes isoleringarna på tork i ett väl ventilerat utrymme, i en instängd konstruktion som t.ex. en yttervägg är det svårare för båda isoleringarna att kunna torka ut.



**Figur 8. Fukttest. Paroc till vänster, Hunton till höger.**

En stor skillnad mellan Paroc och Hunttons isoleringar är deras brandegenskaper. Parocs isoleringar har väldigt bra egenskaper med tanke på brandbeständighet. Parocs isolering är klassad som A1 vilket betyder den är obrännbar. Hunttons isolering har brandklass E vilket betyder att den är brännbar.

Vid händelse av brand så kan Parocs isoleringar skydda den omgivande konstruktionen från att brinna en längre tid än Hunton. Paroc har även isoleringar som kan användas som brandisoleringar, vilket inte Hunton har. Med tanke på brandklasskrav så begränsas Hunttons användning eftersom brandklasskrav i byggnader kan förbjuda användning av Hunttons isolering på grund av brandspridningsrisken.

I ett brandtest som utfördes på de båda isoleringarna så såg man skillnader i brandbenägenhet. Parocs isolering ville inte alls ta eld utan blev endast lite mörkare på ytan. Hunttons isolering brann inte heller men förkolnade och den förkolnade delen smulades till småbitar. I figur 9 ser man Paroc och Hunttons isoleringar som reagerat på olika sätt vid ett försök att få dem att fatta eld.



**Figur 9. Brandtest. Paroc till vänster och Hunton till höger.**

Här nedan följer en sammanställning på de två isoleringsmaterialens specifika egenskaper. Fördelarna med att använda sig av de olika isoleringsmaterialen varierar beroende på isoleringens råmaterial.

Paroc mineralullsisoleringens egenskaper:

- Har värmeledningsvärden på 0,033 W/mK respektive 0,036 W/mK.
- Använder sig av olika stenmaterial som råvara.
- Återanvänder isolering från sin egen produktion.
- Har ett återvinningsprogram, Rewool för överblivet material på byggsplatsen.
- Innehåller inga skadliga miljögifter.
- Har klass M1 inom utsläpp från byggnadsmaterial.
- Har naturligt en hög brandbeständighetsförmåga.
- Är klassad A1, d.v.s. som obrännbart material inom brandklasser.
- Finns isoleringsskivor som kan användas som brandisolering.
- Parocs isolering är lätt att hantera och bearbeta.
- Isoleringen är tätt packad, minskar transportbehovet.

Hunton träfiberisolerings egenskaper:

- Har ett värmeledningsvärde på 0,038 W/mK.
- Tillverkat av restprodukter från sågindustrin.
- Isoleringen tillåter fuktvandring genom konstruktionen.
- Innehåller inga miljögifter.
- Isoleringen har förmågan att lagra kol.
- Avger inte koldioxid under användningsskedet .
- Isoleringen utjämnar fuktigheten i inomhusluften.
- Kan återvinnas för att göra nya isoleringsskivor eller till lösull.
- När isoleringen inte längre går att återvinna till isolering kan isoleringen användas till energi eller till odlingsunderlag för ny skog.
- Isoleringen irriterar inte huden vid hudkontakt.
- Fungerar effektivt som ljuddämpning.

En del skillnader hittades mellan stenullsisolering och träfiberullsisolering. Fastän isoleringarnas tekniska egenskaper har varit olika så uppfyller de ändå samma funktion för byggnaden. I valet av isoleringsmaterial till byggnader så är det bäst att använda sig av det material som har de egenskaper som eftersträvas. Till byggandet av ett hus där konstruktionen kan andas är Hunttons isolering ett bra val, om hög brandbeständighet eftersträvas så är Parocs isolerings att föredra.

## 8 Sammanfattning

I examensarbetet har den aktuella koldioxidberäkningen för byggnader undersökts för att i framtiden veta vad metoden kommer att innebära. Beräkning av koldioxid för byggnader är ännu en frivillig metod som testas på pilotprojekt i Finland. Efter att man provat metoden och satt upp riktvärden för olika slags byggnader så hoppas Miljöministeriet på att få koldioxidberäkning lagstadgad på nya byggnader innan år 2025.

I examensarbetet har jag studerat två olika isoleringsmaterial. Isoleringsmaterialen undersöktes på miljöaspekter under materialens hela livscykel från framställning till återanvändning. Materialen som undersöktes var mineralisolering som är ett oorganiskt isoleringsmaterial och träfiberisolering som är ett organiskt isoleringsmaterial. Leverantörerna som valdes för vardera isoleringen var Paroc och Hunton.

## 8.1 Vidare studier

I en vidare studie om koldioxidavtryck skulle man kunna beräkna koldioxidfotavtrycket för en hel byggnad. Angående isolering i elementhus skulle man även kunna ta och jämföra andra leverantörer av isolering. I detta arbete undersöktes endast Parocs stenbaserade mineralullsisolering och Hunttons träfiberisolering. Det finns olika sorters isoleringar på marknaden som använder sig av andra råmaterial som inverkar på miljön på andra sätt. Man skulle t.ex. kunna studera Isovers glasbaserade isolering eller Ekovillas cellulosaisolering som är tillverkat av returpapper som råmaterial. Även en fördjupning på olika väggkonstruktioners miljöpåverkan skulle vara intressant att jämföra. I detta arbete jämfördes konstruktioner som båda hade trästomme och träfasad. I en vidarestudie skulle man kunna jämföra trästomme och isoleringarna t.ex. med CLT, stål- eller betongkonstruktion för att se hur de påverkar på miljön på andra sätt.

## 8.2 Svårigheter

Koldioxidberäkning för byggnader är en relativt ny metod i Finland så det finns få källor om ämnet. En av svårigheterna som uppkommit under examensarbetet har varit att hitta källor angående den nya beräkningsmetoden på koldioxidavtryck som överensstämmer med varandra. Eftersom beräkningsmetoden är ny så finns det inga tydliga instruktioner hur beräkningarna ska utföras. Det finns inga gränsvärden för koldioxid för en hel byggnad ännu angivet. En svårighet gällande isoleringarna var att hitta de negativa sidorna med isoleringsmaterialen. När representanterna av isoleringarna intervjuades och när hemsidorna av leverantörerna undersöktes så får man veta allt det positiva med deras isolering men de mindre bra sidorna med isoleringarna lämnas bort.

## 8.3 Slutord

I examensarbetet har jag fått bekanta mig med koldioxidfotavtryck som är aktuellt ämne i dagsläget. Koldioxidberäkning var helt nytt för mig och genom examensarbetet har jag fått en uppfattning om hur det genomförs och vad det har för betydelse i byggnadsbranschen. När isoleringarna undersöktes på miljömässiga skillnader så visade det sig att materialen belastar miljön på ganska lika sätt. Att jämföra isoleringsmaterial som fungerar på helt olika sätt angående t.ex. fukt och brand har varit intressant och givande. Jag har lärt mig mera om de olika isoleringstyperna som studerades i mitt examensarbete som kan vara till nytta för kommande husprojekt.

## 9 Källförteckning

Europeiska unionen, 2018. *Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet* [Online] Tillgängligt på: <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180305STO99003/hiilidioksidi-paastoja-vahentamassa-eu-n-tavoitteet-ja-toimet> [Hämtat: 01.04.2019].

Europeiska unionen, 2011. *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050* Tillgängligt på: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0112> [Hämtat: 17.04.2019].

Finlands byggbestämmelsesamling C4. 2003. *Värmeisolering*

Finlands byggbestämmelsesamling D3. 2012. *Byggnaders energiprestanda*

Finlands byggbestämmelsesamling E1. 2011. *Byggnaders brandsäkerhet*

Green Building Council Finland, (u.å) *Elinkaaren hiilijalanjälki* [Online] Tillgängligt på: <https://figbc.fi/elinkaarimittarit/> [Hämtat: 11.04.2019].

Hunton, 2018. *Eristä uusiutuvasti ja varastoi hiilidioksidia* [Online] Tillgängligt på: [https://hunton.fi/esitteet\\_sertifikaatit-ja-hyvaksynnat/](https://hunton.fi/esitteet_sertifikaatit-ja-hyvaksynnat/) [Hämtat: 26.03.2019]

Hunton, 2018 *Luonnon edullisin raaka-aine* [Online] Tillgängligt på: <https://hunton.fi/ymparisto/luonnolliset-raaka-aineet/> [Hämtat: 26.03.2019]

Hunton, 2018 *Hyvä sisäilma edistää hyvinvointia* [Online] Tillgängligt på: <https://hunton.fi/miksi-valita-hunton/terveys/> [Hämtat: 26.03.2019]

Kavaja, R., Rakennustieto Oy, 2009. *Träarbeten inom husbyggnad*  
Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Kumlin, L., 2011. *Energibesparing för småhus- På rätt sätt i rätt ordning*  
Stockholm: SIS Förlag AB

Lindgren, S., 2019. *Rakennuksen hiilijalanjäljen arviointi-ymperistöministeriön luonnos lausuntakierrokselle* [online] Tillgängligt på: <http://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2019/01/23/rakennusten-hiilijalanjaljen-arviointi-ymparistoministerion-luonnos-lausuntakierrokselle/> [Hämtat: 26.03.2019].

Miljöministeriet, 2013. *Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset* [Online] Tillgängligt på: [https://www.ym.fi/download/YMra82013\\_Rakennusmateriaalien\\_ymparistovaikutukset/1faf46b2-2649-41ed-b3aa-5ea789c9512f/37571](https://www.ym.fi/download/YMra82013_Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset/1faf46b2-2649-41ed-b3aa-5ea789c9512f/37571) [Hämtat: 11.04.2019].



Miljöministeriet, Kuittien, M., 2016. *Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla* [Online] Tillgängligt på: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiekartta-rakennusmateriaalien-hiilijala\(40813\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiekartta-rakennusmateriaalien-hiilijala(40813)) [Hämtat: 01.05.2019].

Paroc, 2019. *Kosteusopas-Paroc kivivilla* [Online] Tillgängligt på: <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet> [Hämtat: 06.05.2019].

Paroc, 2019. *Palosuojaopas 3/Puu-Kevyet ja kantavat puurakenteet* [Online] Tillgängligt på: <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet> [Hämtat: 06.05.2019].

Paroc, 2013. *Pieni suuri esite eristämisestä* [Online] Tillgängligt på: <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet> [Hämtat: 06.05.2019].

Paroc, 2019. *Kivivillan käsittely- ja asennusohje* [Online] Tillgängligt på: <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/asennusohjeet> [Hämtat: 10.04.2019].

Rakennuslehti, 2018. *Tutkimus: Energiaratkaisut vaikuttavat eniten rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki* [Online] Tillgängligt på: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/10/tutkimus-energiaratkaisut-vaikuttavat-eniten-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjalkeen/> [Hämtat: 26.03.2019]

Rakennusteollisuus, Vuorinen, P., 2019. *Lausunto luonnoksesta rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmäksi* [Online] Tillgängligt på: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Lausunnot-kansio/2019/lausunto-luonnoksesta-rakennusten-hiilijalanjaljen-arviointimenetelmaksi/> [Hämtat: 26.03.2019].

Rakennustieto, 2015. *Hunton-tuotteet, Farmacell-kuitukipsilevy RT 38668*

Siikanen, U., Rakennustieto Oy, 2016. *Puurakentaminen*  
Viro: Meedia Zone Oü

Svenska byggnadsvårdsföreningen, 2011. *Energiboken-Energieffektivisering för småhusägare* Ängelholm: Tryckservice AB

Tulevaisuuden rakentaminen, 2018. *Miten voit pienentää asumisen hiilijalanjälkeä* [Online] Tillgängligt på: <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/laskentakohdeet/> [Hämtat: 10.05.2019].

VTT, 2013. *Laskuri rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen arvioimiseen* [Online] Tillgängligt på: <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/laskuri-rakennusmateriaalien-hiilijalanjaljen-arvioimiseen> [Hämtat: 27.03.2019].

## Bilaga 1. Synergia beräkningsmodell

SYKE Synergiatalo		LIITE 19.1		
Senaatti-Kiinteistöt		Yhteyshenkilö: Ari Nissinen, SYKE, ari.nissinen@ymparisto.fi		
Kilpailuehdotuksen nimi:				
Suunnitteluryhmän nimi:				
<b>MATERIAALITEHOKKUUS JA HIILIJALANJÄLKI</b>				
YHTEENVETOSIVU:				
Päärakenteiden yhteenlaskettu hiilijalanjälki				
<b>Rakennetyypit</b>		<b>Kokonaispinta-ala</b>	<b>Hiilijalanjälki</b>	
		<b>rakennuksessa</b>	<b>päästöt</b>	<b>varasto</b>
		m <sup>2</sup>	kg CO <sub>2</sub> -ekv	kg CO <sub>2</sub> -ekv
				<b>yhteensä</b>
				kg CO <sub>2</sub> -ekv
Alapohja	/1	0	0	0
Alapohja	/2	0	0	0
Alapohja	/3	0	0	0
<b>Alapohjat yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Ulkoseinä	/1	0	0	0
Ulkoseinä	/2	0	0	0
Ulkoseinä	/3	0	0	0
<b>Ulkoseinät yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Ikkunat ja lasiseinät	/1	0	0	0
Ikkunat ja lasiseinät	/2	0	0	0
Ikkunat ja lasiseinät	/3	0	0	0
<b>Ikkunat ja lasiseinät yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Väliseinät kantavat	/1	0	0	0
Väliseinät kantavat	/2	0	0	0
Väliseinät kantavat	/3	0	0	0
<b>Väliseinät kantavat yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Runko	/1	0	0	0
Runko	/2	0	0	0
Runko	/3	0	0	0
<b>Runko yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Välipohjat	/1	0	0	0
Välipohjat	/2	0	0	0
Välipohjat	/3	0	0	0
<b>Välipohjat yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Yläpohja	/1	0	0	0
Yläpohja	/2	0	0	0
Yläpohja	/3	0	0	0
<b>Yläpohja yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
			<b>Hiilijalanjälki</b>	
			<b>päästöt</b>	<b>varasto</b>
			kg CO <sub>2</sub> -ekv	kg CO <sub>2</sub> -ekv
				<b>yhteensä</b>
				kg CO <sub>2</sub> -ekv
<b>Päärakenteet yhteensä</b>			0	0
			0	0

SYKE Synergiatalo						LIITE 19.1			
Senaatti-Kiinteistöt									
MATERIAALITEHOKKUUS JA HIILIJALANJÄLKI									
Rakennetyyppikohtainen laskenta									
Rakennetyyppi:						Ulkoseinä /1			
Kokonaispinta-ala rakennuksessa:						m <sup>2</sup>			
Oletus-pinta-ala, jota kohti materiaalien määrät on annettu (oletusarvo on 1 m <sup>2</sup> ):						1 m <sup>2</sup>			
Rakennetyypin kokonaistilavuus yllä annettua pinta-alaa kohti:						m <sup>3</sup>			
Sanallinen kuvaus:						tarkistus: 0 dm <sup>3</sup> (eli litraa)			
Lisäksi liitä mukaan rakennetyyppikuva, josta käy ilmi päämateriaalit.									
Rakennusmateriaalit ja niiden hiilijalanjälki									
Materiaali		Ominaisuudet			Tilavuus	Paino	Kerrat	Hiilijalanjälki	
(Alkaen ulkoa päin) (Katso materiaalit ja niiden ominaisuudet liitteestä 18.2.)		Tilavuus-paino	Kasvihuonekaasupäästöt	Hiilidioksidin varasto	Oletus-pinta-alaa kohti	Lasketaan automaattisesti	Jos ei uusi-mistarvetta 100 v aikana, arvo on 1	päästöt	varasto
		kg/m <sup>3</sup>	g CO <sub>2</sub> -ekv/kg	g CO <sub>2</sub> -ekv/kg	dm <sup>3</sup> (eli litraa)	kg		kg CO <sub>2</sub> -ekv	
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
Tässä voit antaa ne materiaalit, joiden paino on helpompi arvioida kuin tilavuus:						Paino			
Naulat, kiinnityslevyt yms.			500	0			1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
						0	0	0	0
YHTEENVETO									
Rakennetyypin hiilijalanjälki neliometriä kohti, kg CO <sub>2</sub> -ekv / m <sup>2</sup>								0	0
Rakennetyypin hiilijalanjälki rakennuksessa yhteensä, kg CO <sub>2</sub> -ekv								0	0

SYKE Synergiatalo						LIITE 19.1			
Senaatti-Kiinteistöt									
MATERIAALITEHOKKUUS JA HIILIJALANJÄLKI									
Rakennetyyppikohtainen laskenta									
Rakennetyyppi:						Runko /1			
Kokonaispinta-ala rakennuksessa:						m <sup>2</sup>			
Oletus-pinta-ala, jota kohti materiaalien määrät on annettu (oletusarvo on 1 m <sup>2</sup> ):						1 m <sup>2</sup>			
Rakennetyypin kokonaistilavuus yllä annettua pinta-alaa kohti:						m <sup>3</sup>			
Sanallinen kuvaus:						tarkistus: 0 dm <sup>3</sup> (eli litraa)			
Lisäksi liitä mukaan rakennetyyppikuva, josta käy ilmi päämateriaalit.									
Rakennusmateriaalit ja niiden hiilijalanjälki									
Materiaali		Ominaisuudet			Tilavuus	Paino	Kerrat	Hiilijalanjälki	
(Alkaen ulkoa päin) (Katso materiaalit ja niiden ominaisuudet liitteestä 18.2.)		Tilavuus-paino	Kasvihuonekaasupäästöt	Hiilidioksidin varasto	Oletus-pinta-alaa kohti	Lasketaan automaattisesti	Jos ei uusi-mistarvetta 100 v aikana, arvo on 1	päästöt	varasto
		kg/m <sup>3</sup>	g CO <sub>2</sub> -ekv/kg	g CO <sub>2</sub> -ekv/kg	dm <sup>3</sup> (eli litraa)	kg		kg CO <sub>2</sub> -ekv	
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
						0	1	0	0
Tässä voit antaa ne materiaalit, joiden paino on helpompi arvioida kuin tilavuus:						Paino			
Naulat, kiinnityslevyt yms.			500	0			1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
							1	0	0
						0	0	0	0
YHTEENVETO									
Rakennetyypin hiilijalanjälki neliometriä kohti, kg CO <sub>2</sub> -ekv / m <sup>2</sup>								0	0
Rakennetyypin hiilijalanjälki rakennuksessa yhteensä, kg CO <sub>2</sub> -ekv								0	0

## Bilaga 2. Paroc eXtra produktspecifikation

Uppdaterad: 29.06.2018  
Utskriven: 20.05.2019



### PAROC eXtra

Vägg-/Bjälklagsskiva Trä, Väggskiva Trä c450, Stålrégelskiva c600, Stålrégelskiva c450



Godkännande nummer

0809-CPR-1015 / Eurofins Expert  
Services Ltd, P.O. Box 1001, FI-  
02044 VTT, Finland

Beskrivningskod

MW-EN13162-T2-DS(70,-)-WS-  
WL(P)-MU1

Kort beskrivning

Flexibel universell isolerskiva

Användning

Allmän byggisolering PAROC eXtra  
är en obrännbar stenullsisolering för  
värm-, ljud- och brandisolering i  
väggar, golv och tak i alla typer av  
byggnader.

### Dimensioner

Dimensioner	
Bredd x Längd	Tjocklek
565 x 1170 mm	45,70,95,120,145,170,195,220 mm
410 x 1170 mm	45,70,95,120,145,170,195 mm
610 x 1220 mm	45,70,95,120,145,170,195, 220 mm
455 x 1220 mm	30,45,70,95,120,145,170,195 mm
enligt standard EN 822	enligt standard EN 823

Dimensionsstabilitet		
Egenskap	Värde	Enligt
Dimensionsstabilitet vid specifik temperatur, DS(70,-)	≤ 1 %	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 1604)

Övriga dimensioner

Andra format kan levereras på  
begäran

### Förpackning

Förpackning

E-pack, Paket

### Brandegenskaper

Brandtekniska egenskaper		
Egenskap	Värde	Enligt
Brandklassificering, Euroclass	A1	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 13501-1)

Paroc Group © 2019

1(3)

Kontinuerlig glödbrand		
Egenskap	Värde	Enligt
Kontinuerlig glödbrand	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016

Övriga brandegenskaper		
Egenskap	Värde	Enligt
Brännbarhet	Obrännbar	EN ISO 1182

### Termiska egenskaper

Värmemotstånd		
Egenskap	Värde	Enligt
Värmemotstånd	<a href="#">Se bifogad fil</a>	EN 13162:2012 + A1:2016
Värmeledning $\lambda_D$	0,036 W/mK	EN 13162:2012 + A1:2016
Tjocklekstolerans, T	T2	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 823)

Luftgenomsläpplighet		
Egenskap	Värde	Enligt
Luftgenomsläpplighet, $\ell$	$100 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{Pa}\cdot\text{s}$	EN 29063

Luftljudsisolering		
Egenskap	Värde	Enligt
Luftflödesmotstånd $AF_R$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 29063)

### Fuktegenskaper

Vattenpermeabilitet		
Egenskap	Värde	Enligt
Vattenabsorption, korttid $W_S$ , $W_P$	$\leq 1 \text{ kg/m}^2$	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 1609)
Vattenabsorption, långtid $W_L(P)$ , $W_P$	$\leq 3 \text{ kg/m}^2$	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 12087)

Ånggenomsläpplighet		
Egenskap	Värde	Enligt
Ånggenomgångsmotstånd Z	NPD	EN 13162:2012+A1:2016
Ånggenomgångsmotstånd $\mu$ , $\mu$	1	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 12086)

### Ljudegenskaper

Absorptionsfaktor		
Egenskap	Värde	Enligt
Ljudabsorption	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN ISO 354)

Stegljudisolering		
Egenskap	Värde	Enligt
Dynamisk styvhet SD	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 29062-1)
Kompressibilitet	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016

## Mekaniska egenskaper

Tryckhållfasthet		
Egenskap	Värde	Enligt
Tryckspänning 10% CS(10), $\sigma_{10}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 826)
Tryckhållfasthet CS(Y), $\sigma_m$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 826)
Punktlast PL(5)	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 12340)

Drag/böj hållfasthet		
Egenskap	Värde	Enligt
Draghållfasthet vinkelrät mot ytorna TR, $\sigma_{mt}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 1607)

## Emissioner

Emission av farliga ämnen till inomhusmiljön		
Egenskap	Värde	Enligt
Emission av farliga ämnen	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015

## Beständighet

Beständighet av tryckhållfasthet gentemot åldring/nedbrytning		
Egenskap	Värde	Enligt
Krypning CC((1/12/y) $\sigma_c$ , $X_{ct}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2015

Beständighet av brandegenskaper gentemot värme, väderpåverkan, åldring/nedbrytning

Brandegenskaperna ändras inte med tiden. Euroklass klassificeringen av produkten är relaterad till organiskt innehållet, vilket inte kan öka med tiden.

Beständighet av värmemotstånd gentemot värme, väderpåverkan, åldring/nedbrytning

Värmekonduktiviteten på mineralull ändras inte med tiden, erfarenhet visar att fiberstrukturen är stabil och porositeten innehåller inga andra gaser än luft.

### Bilaga 3. Paroc eXtra Pro produktspecifikation

Uppdaterad: 03.01.2019  
Utskriven: 20.05.2019



## PAROC eXtra pro

### Vägg-/Bjälklagsskiva Trä



Godkännande nummer	0809-CPR-1016 / Eurofins Expert Services Ltd, P.O. Box 1001, FI-02044 VTT, Finland
Beskrivningskod	MW-EN13162-T2-DS(70,-)-WS-WL(P)-MU1, &lt; 70 mm, MW-EN13162-T4-DS(70,-)-WS-WL(P)-MU1, ≥ 70 mm
Kort beskrivning	Flexibel universell isolerskiva
Användning	Allmän bfggisolering PAROC eXtra 33 är en obrännbar stenullsisolering för värme-, ljud- och brandsisolering i väggar, golv och tak i alla typer av byggnader.

## Dimensioner

Dimensioner	
Bredd x Längd	Tjocklek
660 x 1170 mm	46, 70, 96, 120, 146, 170, 196, 220 mm
enligt standard EN 822	enligt standard EN 823

Dimensionsstabilitet		
Egenskap	Värde	Enligt
Dimensionsstabilitet vid specifik temperatur, DS(70-)	≤ 1 %	EN 13162:2012 + A1:2015 (EN 1604)

Övriga dimensioner

### Förpackning

Förpackning E-pack, Paket

## Brandegenskaper

Brandtekniska egenskaper		
Egenskap	Värde	Enligt



Brandklassificering, Euroclass	A1	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 13601-1)
--------------------------------	----	--------------------------------------

Kontinuerlig glödbrand		
Egenskap	Värde	Enligt
Kontinuerlig glödbrand	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016

Övriga brandegenskaper		
Egenskap	Värde	Enligt
Brännbarhet	Obrännbar	EN ISO 1182

### Termiska egenskaper

Värmemotstånd		
Egenskap	Värde	Enligt
Värmemotstånd	<a href="#">Se bifogad fil</a>	EN 13162:2012 + A1:2016
Värmeledningsförmåga $\lambda_D$	0,033 W/mK	EN 13162:2012 + A1:2016
Tjocklekstolerans, T	T2 (< 70 mm); T4 ( $\geq$ 70 mm)	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 823)

Luftgenomsläpplighet		
Egenskap	Värde	Enligt
Luftgenomsläpplighet, $\ell$	$60 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{Pa}\cdot\text{s}$	EN 29053

Luftjudsisolering		
Egenskap	Värde	Enligt
Luftflödesmotstånd $AF_R$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 29053)

### Fuktegenskaper

Vattenpermeabilitet		
Egenskap	Värde	Enligt
Vattenabsorption, korttid $W_S$ , $W_P$	$\leq 1 \text{ kg/m}^2$	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 1609)
Vattenabsorption, långtid $W_L(P)$ , $W_P$	$\leq 3 \text{ kg/m}^2$	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 12087)

Ånggenomsläpplighet		
Egenskap	Värde	Enligt
Ånggenomgångsmotstånd Z	NPD	EN 13162:2012+A1:2016
Ånggenomgångsmotstånd $\mu$ , $\mu$	1	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 12086)

### Ljudegenskaper

Absorptionsfaktor		
Egenskap	Värde	Enligt
Ljudabsorption	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN ISO 354)

Stegljudisolering		
Egenskap	Värde	Enligt
Dynamisk styvhet SD	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 29052-1)

Kompressibilitet	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016
------------------	-----	-------------------------

### Mekaniska egenskaper

Tryckhållfasthet		
Egenskap	Värde	Enligt
Tryckspänning 10% CS(10), $\sigma_{10}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 826)
Tryckhållfasthet CS(Y), $\sigma_m$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 826)
Punktlast PL(5)	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 12340)

Dragbøj hållfasthet		
Egenskap	Värde	Enligt
Draghållfasthet vinkelrät mot fforma TR, $\sigma_{mt}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 1607)

### Emissioner

Emission av farliga ämnen till inomhusmiljön		
Egenskap	Värde	Enligt
Emission av farliga ämnen	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016

### Beständighet

Beständighet av tryckhållfasthet gentemot åldring/nedbrfning		
Egenskap	Värde	Enligt
Krfpning CC((1/12/f) $\sigma_{cs}$ , $X_{cl}$	NPD	EN 13162:2012 + A1:2016 (EN 1606)

Beständighet av brandegenskaper gentemot värme, väderpåverkan, åldring/nedbrfning

Brandegenskaperna ändras inte med tiden. Euroklass klassificeringen av produkten är relaterad till organiskt innehållet, vilket inte kan öka med tiden.

Beständighet av värmemotstånd gentemot värme, väderpåverkan, åldring/nedbrfning

Värmeledningsförmågan på mineralull ändras inte med tiden, erfarenhet visar att fiberstrukturen är stabil och porositeten innehåller inga andra gaser än luft.

## Bilaga 4. Hunton Nativo produktspecifikation



### 🇫🇮 HUNTON NATIVO® PUUKUITUERISTEET



## Luonnonmukaiset puukuitueristeet

### HUNTON Nativo® puukuitueristeet ovat valmistettu luonnonmukaisesta puukuidusta

- Havupuusta valmistettu kierrätettävä rakennuseriste
- Allergisoimaton
- Terveellinen sisäilma
- Erinomainen kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta rakenteissa
- Hyvä lämmöneristys- ja varastointikyky
- Hyvä ääneneristyskyky
- Erinomainen suoja kuumuutta vastaan kesällä
- Vesihöyryn läpäisevä
- Muotonsa pitävä levyeriste
- Puhallettuna painuu erittäin vähän
- Katkeamaton eristys



HUNTON NATIVO® PUUKUITUERISTEET



**Tuotekuvaus**

Huntonin Nativo® puukuitueristeiden lämmönvarastointikyky on kaksi kertaa mineraalivillaa parempi. Sen ansiosta sisälämpötila pysyy vakaampana lämpötilan vaihdellessa ulkona (yö/päivä). Huntonin eristeillä on myös ainutlaatuinen kyky «hengittää» eli pidättää ja siirtää kosteutta. Hengittämätön eriste pystyy varastoi-  
maan kosteutta noin 2%, Huntonin lämmöneriste jopa 20%. Tästä on erityisesti etua paksuissa rakenteissa, joissa kondenssiveden muodostumisvaara on suurempi.

“Hengittävillä rakenteilla”, joissa käytetään ilmansulkua, on osoitettu olevan positiivinen vaikutus sisäilman laatuun. Tällaisissa rakenneratkaisuissa Huntonin Nativo® puukuitueriste tarjoaa erinomaisen vaihtoehdon, sillä se pystyy varastoimaan ja siirtämään kosteutta seinän läpi.

**Käyttökohteet**

Huntonin Nativo® levyeriste on monipuolinen rakennuseriste, jota voidaan käyttää lattioissa, katoissa ja seinissä. Se soveltuu hyvin sekä uudis- että korjausrakentamiseen.

**Työstäminen**

Hunton Nativo® puukuitueristettä voidaan työstää villaveitsellä tai hampaattomalla sahalla.

TEKNISET TIEDOT NATIVO LEVYERISTE	
Valmistusstandardi	EN 13171
Paloluokitus	E
Lämmönjohtavuus	0,038
Tiheys	50
Vesihöyryväsuserroin u	1-2
Eristelylämpöteho $d_f$ [W/m <sup>2</sup> x K]	2,100
Paksuudet [mm]	40- 240
Terminen vastus	1,30/2,60
Termisen johtavuuden mitoitus $\lambda$ [W/m x K] iht. Z-23.11.1452	0,039
Levymerkintä	WF-EN 13171-T2-TR 1-AF5
Materiaalstandardi	DIN 4102 B2
Ilmanläpäisevyys (kpa x s)/(m <sup>2</sup> )	>5
Säilytys	kulvassa paikassa

**Levyeristeen pakkauskoot**

Paksuus mm	Koko mm	Levyjä/pkt	m <sup>2</sup> /pkt	Pkt/lava	m <sup>2</sup> /lava	m <sup>2</sup> /pkt	m <sup>2</sup> /lava
50	565 x 870	9	4,424	10	44,24	0,221	2,21
70	565 x 870	7	3,441	10	34,41	0,238	2,41
100	565 x 870	4	1,966	12	23,59	0,196	2,36
120	565 x 870	4	1,966	10	19,66	0,236	2,36
200	565 x 870	2	0,983	12	11,80	0,196	2,36

**Huntonin valtuutetut puhallusurakoitsijat**

Katso lähin puhallusurakoitsija [www.hunton.fi](http://www.hunton.fi)



Hunton Oy/Ab, Myyrmäentie 2, 01600 Vantaa  
puh. 0207 414 014  
[asiakaspalvelu@hunton.fi](mailto:asiakaspalvelu@hunton.fi), [www.hunton.fi](http://www.hunton.fi)

