



# Energieffektivisering vid fasadsanering

Oscar Lindblad

Examensarbete  
Energi- och miljöteknik  
2018

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	6720
Författare:	Oscar Lindblad
Arbetets namn:	Energieffektivisering vid fasadsanering
Handledare (Arcada):	Mikael Paronen
Uppdragsgivare	Arcada
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med detta arbete är att ta fram kostnader för energibesparande fasadrenoveringar i flervåningshus. Den undersökta fastighetens totala energianvändning och väggarnas U-värden uppskattades med simuleringsprogrammet IDA ICE. I det här arbetet presenteras även olika fasadrenoveringar av företaget Weber och en jämförelse av kostnader med ett tyskt isoleringsmaterial vid namn Aerobran framtaget av företaget Proceram Group, det här materialet jämförs med mineralullsbaserade fasadsystem från den världsledande byggmaterialtillverkaren Weber. På grund av klimatförändringen är det viktigt att göra fastigheter mer energieffektiva och konstant försöka hitta nya lösningar för att få produkter mer energieffektiva. Det visar sig att Aerobran sparar märkbara mängder energi, men inte lika mycket som förväntades. Kostnaderna för fastigheter byggda efter 1960-talet var högre än förväntat. Det visade sig att kostnaderna för att sanera fasaderna på fastigheter före 1960-talet var märkbart billigare än vad man hade förväntat sig. Det som även var positivt med saneringar gjorda på fastigheter före 1960-talet, var att man sparar på fastighetens arkitektur eftersom man inte är tvungen att använda sig av lika tjocka lager isoleringsmaterial om man använder sig av materialet Aerobran.</p>	
Nyckelord:	Aerobran, Weber MonoRoc, fasadrenovering, energirenovering, höghus
Sidantal:	41
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energy and Environmental Engineering
Identification number:	6720
Author:	Oscar Lindblad
Title:	Energy efficiency at facade clearance?
Supervisor (Arcada):	Mikael Paronen
Commissioned by:	Arcada
<p>Abstract:</p> <p>The purpose with this work is to gather expenses for energy saving with facade decontamination in multi-story buildings. The total energy of the investigated property was valued with simulation program called IDA ICE. It's also presented in this work different facade contaminations by company Weber and a comparison of expenses with a German insulating material called Aerobran. Because of the climate change it's important to make property more energy efficient.</p> <p>It shows that Aerobran saves noticeable amount of energy, but not as much as expected. The expenses for property built after 1960s was higher than expected.</p> <p>The cost of multi-story buildings built after the 1960s was higher than expected. It turned out that the costs of contaminating the facades of real estate before the 1960s were noticeably cheaper than expected. What was also positive about the renovation of real estate before the 1960s was that you saved on the architecture of the property because you do not have to use the same thickness of insulation material with Aerobran compared to Webers façade systems.</p>	
Keywords:	Aerobran, Weber MonoRoc, facade contamination, energy clearance, tower block
Number of pages:	41
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Fasader</b> .....	<b>9</b>
2.1 Bestämmelser om fasadrenoveringar .....	9
2.2 Ytterväggskonstruktioner.....	9
<b>3 EU:s klimatpolitik</b> .....	<b>11</b>
3.1 EU:s energi- och klimatmål .....	11
3.2 Vad innebär detta för Finland .....	12
<b>4 Isoleringsmaterial och tillverkare</b> .....	<b>13</b>
4.1 Om Proceram group .....	13
4.2 Isoleringsmaterial .....	13
4.2.1 <i>Aerobran</i> .....	13
4.2.2 <i>Branelit</i> .....	15
4.3 Referensprojekt .....	16
4.4 Weber .....	18
<b>5 Kostnads kalkyl</b> .....	<b>20</b>
5.1 Kostnader för applicering av Aerobran.....	20
5.2 Kostnader för applicering av fasadsystem från Weber .....	21
5.2.1 <i>Weber MonoRoc, 50mm isolering</i> .....	21
5.2.2 <i>Weber MonoRoc, 100mm isolering</i> .....	21
5.2.3 <i>Weber MonRoc, 200mm isolering</i> .....	21
5.2.4 <i>Weber Serpomin 100mm isolering</i> .....	22
<b>6 U-värde och Energisimulering</b> .....	<b>23</b>
6.1 Jämförelse av U-värde .....	23
6.2 Energisimulering.....	26
<b>7 Resultat och diskussion</b> .....	<b>33</b>
<b>8 Sammanfattning</b> .....	<b>36</b>
<b>Källor / References</b> .....	<b>37</b>
<b>Bilagor / Appendices</b> .....	<b>41</b>
Bilaga 1: Modellhus .....	41

## Figurer

- Figur 1 Ytterväggskonstruktion från 1960-talet.
- Figur 2 Simuleringsdata för ytterväggskonstruktion.
- Figur 3 Ytterväggskonstruktion från 1960-talet där man applicerat 3 centimeter Aerobran utifrån.
- Figur 4 Simuleringsdata för ytterväggskonstruktion.
- Figur 5 De olika skikten vid applicering av Aerobran.
- Figur 6 De olika skikten vid applicering av Webers fasadsystem.
- Figur 7 De olika skikten vid applicering av Branelit.
- Figur 8 Fastigheten som använts i simuleringen.
- Figur 9 Bild på fastigheten som sanerades med Aerobran i Berlin 2017.
- Figur 10 Bild på på Berlin Schönefeld efter sanering med Aerobran.

## Terminologi

**Energieffektivisering:** Energieffektivisering betyder att man försöker effektivisera den energiomvandling man redan för tillfället har, antingen genom att minska användningen eller att få mera nytta av den nuvarande energianvändningen. På detta vis kan man få en större tillgång till energi i samhället utan att behöva utöka produktionen. (ABB, u.å.)

**Växthusgas:** Är gaser som kan vara både naturliga eller konstgjorda. Dessa gaser utgör grunden till växthuseffekten. På grund av att växthusgaserna absorberar solljuset, kan inte värmen stråla ut i rymden som infraröd strålning. CO<sub>2</sub> och CH<sub>4</sub> förstärker mest växthuseffekten. (Miljöportalen, 2010)

**Adaptiv isolering:** Adaptiv isolering är när man vill minska byggnadens energianvändning medan man vill förbättra inomhusmiljön. Man justerar isoleringsmängden enligt behovet, det vill säga enligt uppmätta värden. (Favoino & Overend, 2017)

**Simulering:** Då ett program gör en modellering av verkliga eller tänkta händelser för att få fram ett svar. Vilket kan vara till exempel hur mycket energiförbrukning en fastighet har per år baserat på väderleksdata. (Sandblad, B. u.å.)

**Fasad:** En fasad är en term för en sida på en byggnad. För att en vägg på en byggnad ska få kallas fasad måste den vara synlig. Detta betyder att om väggen står direkt mot ett annat hus kan den inte kallas för fasad. (Wikipedia. 2017)

# FÖRORD

Jag vill tacka Maximillian T. Sanner från Proceram Group som hjälpt mig med information om produkten Aerobran. Vill även tacka Mikael Paronen för möjligheten att skriva om det här samt för god handledning.

Examensarbetet har för mig bestått av en stor del arbetstimmar men mycket lärorikt. Före detta arbete har jag inte haft något med fasadrenoveringar att göra, det gjorde att det här arbete hämtade mycket åt mig.

# 1 INLEDNING

På grund av en klimatförändring i världen har vi haft en medeltemperaturökning på 1,1 grader Celsius sedan slutet på 1990-talet. Om ingenting görs åt medeltemperaturökningen, kommer den att öka till 1,5 C år 2030. Det kommer att resultera i att polarisarna smälter och havsnivån i världen ökar drastiskt. På grund av det som håller på att ske har EU ändrat sin energipolitik där de har lagt upp mål för år 2020, 2030 och 2050. I dessa mål finns det krav på att minska koldioxidutsläppen och öka användningen av förnybara energikällor samt att göra Europa mer energieffektivt. (Gouardéres, F., McWatt, V. & Fleuret, L., 2018)

På grund av att EU har ändrat sin energipolitik behöver vi som medlemsstat också implementera EU:s energipolitik. I det här arbetet kommer man att ta fram hur mycket energi man sparar genom att applicera det här isoleringsmaterialet vid en sanering av ett höghus, och sedan jämföra kostnaderna för materialet av Aerobran och vanlig fasadrenovering. Jag har valt detta material eftersom det har en låg värmeledningsförmåga som ligger på endast 0,028 W/m<sup>2</sup>K, om man jämför med till exempel mineralull vars värmeledningsförmåga ligger på 0,037 W/m<sup>2</sup>K. På grund av att det här materialet har en låg värmeledningsförmåga behövs minimala tjocklekar, med det menas att slutresultatet inte kräver en ändring i arkitekturen. Målet med detta arbete är att undersöka hur mycket energi man kan spara med olika isoleringsmaterial Eftersom saneringar av fasaderna är ett måste så kommer energiinbesparingarna vara en fördel. Jag kommer även att gå igenom olika ytterväggskonstruktioner som användes under 1900-talet, med de här konstruktionerna kommer jag att presentera hur mycket tilläggsisolering som behövs för att uppnå dagens krav enligt byggnadsbestämmelserna C3 med fokus på att bevara den ursprungliga arkitekturen. (Energihandoken, u.å.)

## 2 FASADER

I det här kapitlet undersöks olika konstruktioner av ytterväggar som användes under 1900-talet. Med hjälp av dessa konstruktioner kommer jag att kunna bestämma hur mycket material som går åt vid en sanering för att uppnå dagens byggnadskrav enligt Finlands byggnadsbestämmelsesamling.

### 2.1 Bestämmelser om fasadrenoveringar

Man bör renovera fasaderna med cirka 30–40 års mellanrum. Det här varierar beroende på om fasaden utsatts för mycket fukt, i så fall kan man behöva sanera fasaderna tidigare. Syd- och västfasader är mest utsatta för fukt från regnet, detta betyder att dessa fasader kan fuktskadas och behöva saneras i ett tidigare skede.

Enligt Finlands byggnadsbestämmelsesamling C3 byggnadens värmeisoleringsföreskrifter 2012 ska en yttervägg som gränsar till det fria eller ett ouppvärmrt utrymme bör ha ett U-värde på minst  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 2.2 Ytterväggskonstruktioner

I det här kapitlet kommer jag att presentera traditionella ytterväggskonstruktioner från följande årtal, 1920-talet, 1940-talet, 1950-talet, 1960-talet samt 1970-talet. Det som även framkommer i det här kapitlet är U-värdet för ytterväggskonstruktionerna för de respektive årtalen.

#### 1920-tals konstruktion

På 20-talet bestod stommen för konstruktionen av natursten. Ytterväggskonstruktionen bestod av två och en halv sten tegel. Det skulle innebära ett U-värde på cirka  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (, u.å., s.38)

#### 1940-tals konstruktion

På 1940-talet bestod stommen för konstruktionen av en grundmur samt betongplatta. Ytterväggarna på 1940-talet bestod 240 mm tegelsten, denna konstruktion

gav ett U-värde för ytterväggarna på 0,9 W/m<sup>2</sup>K. (Energiatodistus opas liite, u.å., s.39)

### **1950-tals konstruktion**

På 1950-talet bestod stommen för konstruktionerna av betong som grundplatta. Ytterväggarna bestod på den här tiden av en och en halv gång tegel, vilket gav ett U-värde för ytterväggarna på 0,7 W/m<sup>2</sup>K. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 39)

### **1960-tals konstruktion**

På 1960-talet byggde man stommen av armerad betong. Ytterväggarna bestod av rappning, en halv sten tegel, 75 mm stenull och en fjärdedels tegel. Denna ytterväggs konstruktion gav ett U-värde på 0,42 W/m<sup>2</sup>K. I slutet av 1960-talet började man bygga på samma sätt som presenteras under 1970-tals konstruktioner. (Finlex, 2012) (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 43)

### **1970-tals konstruktion**

På 1970-talet bestod stommen av konstruktionerna av betong som grundplatta. Ett höghus byggt 1970 hade en ytterväggs konstruktion som bestod av 70 mm betong, stenull 75 mm och 50 mm betong. Denna konstruktion ger ett U-värde för ytterväggarna på 0,48 W/m<sup>2</sup>K. (Finlex, 2012) (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 47)

En annan modell av ytterväggar som man även byggde på 1970 talet var, 50-70mm betong, mineralull 90 mm och betong 70–150 mm. Denna konstruktion gav ett U-värde för ytterväggarna på 0,41 W/m<sup>2</sup>K. I slutet av 1970-talet hade man en annorlunda konstruktion på ytterväggarna än tidigare. Då bestod konstruktionen av betong 60 mm, mineralull 120 mm och betong 70 mm. Denna konstruktion gav ytterväggarna ett U-värde på 0.32 W/m<sup>2</sup>K. (Finlex, 2012) (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 47)

## 3 EU:S KLIMATPOLITIK

EU har en energipolitik som är att främja utvecklingen för nya energikällor samt utvecklingen av nuvarande förnybara energikällor. På så sätt försöker man uppnå klimatmålen och integrera dem på den inre marknaden. År 1997 hade EU som mål att 12 procent av energiförbrukningen, samt 22,1 procent av elförbrukningen skulle täckas av förnybara energikällor senast vid år 2010. Europeiska rådet beslöt år 2007 att man behöver öka energieffektivitet inom europeiska unionen, för att ha möjlighet att uppnå sitt mål till 2020. Målet är att 20 procent av Europeiska unionens energianvändning ska komma från förnybara energiformer. Genom att göra EU energieffektivt och koldioxidsnålt kommer man att stärka ekonomin, vilket leder till att man kommer att skapa arbete och bidra till konkurrenskraften. (Gouardères, McWatt & Fleuret, 2018)

### 3.1 EU:s energi- och klimatmål

EU har egna energi- och klimatmål som ställer krav på hur mycket man ska minska växthusgasutsläpp. Utöver detta finns det även krav på hur stor del av energiförbrukningen som ska komma från förnybara energikällor vid de respektive årtalen 2020, 2030, 2050, samt hur mycket bättre energieffektivitet unionen ska ha. (Europeiska kommissionen, u.å.) EU har lagt upp målen enligt följande:

Europeiska unionen har som mål att år 2020:

- Minska växthusgasutsläppen med 20 procent jämfört med år 1990.
- Använda sig av 20 procent förnybara energikällor, det vill säga att år 2020 ska 20 procent av europeiska unionens energikonsumtion komma från förnybara energikällor.
- 20 procent bättre energieffektivitet.

Europeiska unionen har som mål att år 2030:

- Minska växthusgasutsläpp med 40 procent jämfört med år 1990
- Använda sig av minst 27 procent förnybara energikällor.

- 30 procent bättre energieffektivitet
- Få en sammankoppling mellan elnäten, detta betyder att man vill att 15 procent av elen som produceras i EU kan transporteras mellan de olika EU-länderna.

Europeiska unionen har som mål att till år 2050 minska växthusgasutsläppen med 80–95 procent jämfört med år 1990.

(Europeiska kommissionen, u.å.)

### **3.2 Vad innebär detta för Finland**

Jord- och skogsministeriet i Finland har gjort upp en nationell plan för anpassning till klimatförändringen 2020. Målet med denna nationella plan är att det finländska samhället ska kunna hantera risker samt anpassa sig till klimatförändringen. Genom anpassningsplanen verkställs EU-strategin för klimatanpassning på nationell nivå. Det här betyder att man måste förbereda sig för de oundvikliga konsekvenserna som förekommer när klimatet blir varmare. I den finska klimatlagen kommer det fram att Finland har som mål att minska växthusgasutsläppen med 80 procent till år 2050, lagen trädde i kraft 5 juni 2014. (Miljöministeriet, 2016) (Jord- och skogsbruksministeriet, u.å.)

## 4 ISOLERINGSMATERIAL OCH TILLVERKARE

I det här kapitlet presenteras ett tyskt företag och deras isoleringsmaterial som används till största del vid saneringar av fasader. Av dessa två material kommer jag senare att göra en energisimulering för att uppskatta hur mycket energi man kan spara genom att använda det här företagets isoleringsmaterial. Jag kommer även att presentera några referensprojekt där det redan har använts isoleringsmaterialet vid sanering av fasader.

### 4.1 Om Proceram group

Proceram group är ett företag som utvecklar nya produkter samt olika system inom värmeisolering, funktionella byggnadsfärger samt brandskydd. Företagets huvudkontor ligger i Düsseldorf. Proceram group har ett samarbete med Fraunhofen Institu UMISCHT som hjälper till med forskning inom dessa områden. Företaget är ett av de snabbaste växande företagen i Tyskland, där de ligger i topp 25 enligt en undersökning gjord av FOCUS. Företaget lägger stor vikt på att produkterna är miljövänliga. (Proceram Group, 2018)

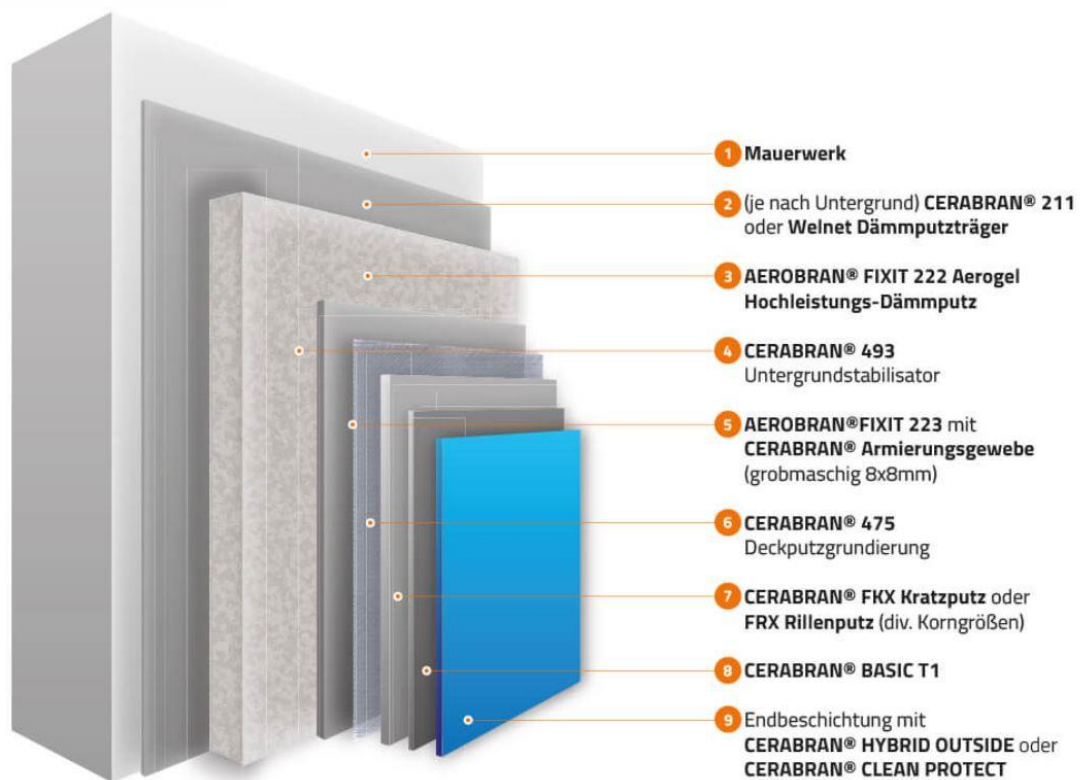
### 4.2 Isoleringsmaterial

#### 4.2.1 Aerobran

Aerobran är utvecklat för att få ett snabbt och effektivt renoverande av byggnaders fasader. Denna produkt har en värmeledningsförmåga på  $0,028 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Aerobran är ett fogfritt isoleringsskikt, vilket betyder att det förhindrar att köldbryggor uppstår. Aerobran är ett icke brandfarligt material som har en brandklassificering som är A2, vilket är den näst högsta kravnivån enligt den europeiska brandklassifikationen. Det betyder att den klassas som ett obrännbart material enligt den europeiska brandklassningen. Aerobran har en maximal tjocklek på 150 mm och den minsta skiktjockleken är 30 mm. Aerobran släpper även igenom fukt

i form av ånga, vilket gör att det inte finns risk för fuktskada efter installation. Aerobranisolering tillverkas av Aerogel som är ett material med mycket låg densitet. Endast en till femton procent av dess volym är av fast material, resten är fyllt med den omgivande gasen. (Proceram Group Aerobran, 2018) (Research Insitutes of Sweden, u.å.)



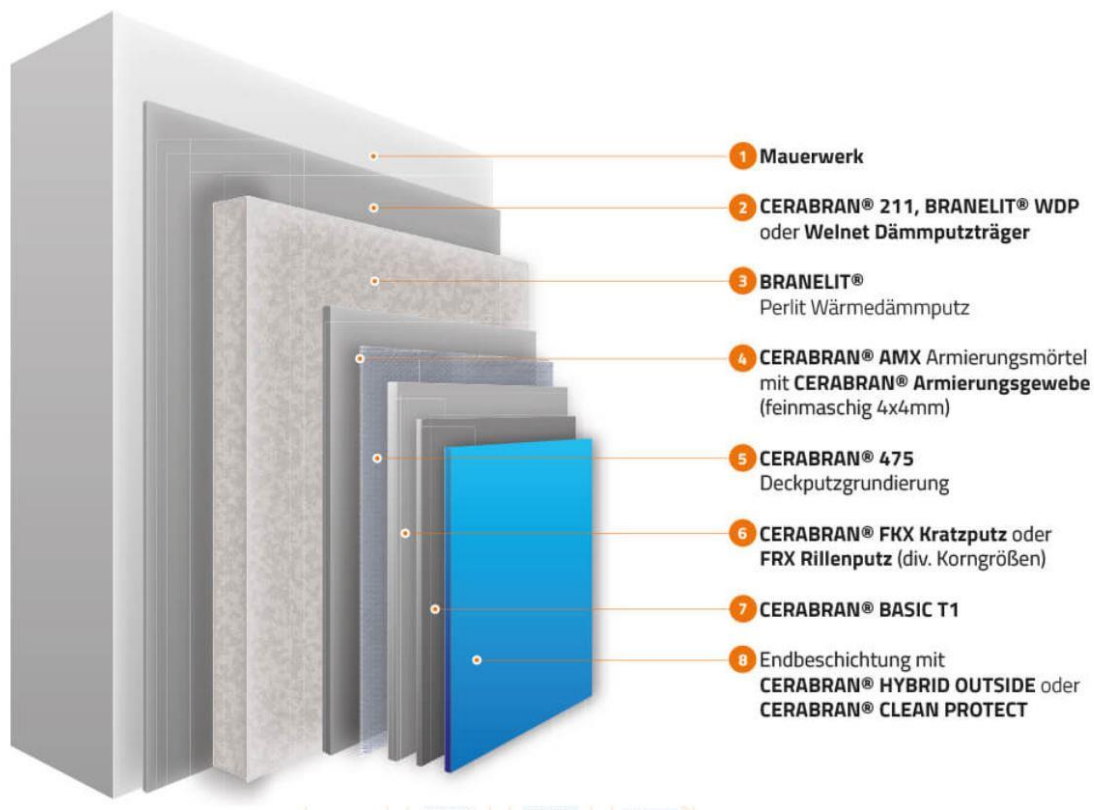
**Figur 5, olika skikt vid applicering av Aerobran.**

1. Murverk
2. Fastsättningsnät
3. FIXIT 222
4. Stabilisator
5. FIXIT 223 förstärkande murbruk med armeringsduk
6. Primer
7. FKX-ytbehandling
8. BASIC T1 speciell primer

## 9. Slutbeläggning med CLEAN PROTECT eller HYBRID OUTSIDE.

### 4.2.2 Branelit

Branelit är ett värmeisoleringsgips som har en mycket hög värmebeständighet. Det här material är inte brännbart och har en brandklassificering som är A1 enligt den europeiska brandklassifikationen. A1 är den högsta kravnivån, vilket betyder att det är värmebeständigt upp till 1200 grader Celsius. Materialet har en värmeledningsförmåga på 0,055 W/mK-0,077 W/m<sup>2</sup>K. De små tjocklekarna gör det möjligt att behålla byggnadens arkitektur. Branelit kan appliceras på alla typer av murverk i gamla samt nya byggnader, man kan även applicera materialet på behandlade stål och metallytor. I arbetet kommer jag endast att presentera isoleringsmaterialet Aeorban. Appliceringen av isoleringsmaterialet Branelit sker på exakt samma sätt som isoleringsmaterialet Aerobran. (Proceram Group Branelit, 2018)



Figur 7, olika skikt vid applicering av Branelit

1. Murverk
2. Fastsättningsnät
3. Branelit värmeisoleringsgips
4. Förstärkningsnät 4x4 mm
5. Primer
6. FKX-ytbehandling
7. BASIC T1 speciell primer
8. Slutbeläggning med CLEAN PROTECT eller HYBRID OUTSIDE

### 4.3 Referensprojekt

I Tyskland har man under år 2017 belagt mer än 250 000 m<sup>2</sup> fasader med adaptiv isolering, leverantören av detta material har varit CEREBRAN.

- Bostadsområde i Berlin 2017  
4 bostadshus på cirka 2000 kvadratmeter, husen är byggda på 1960 talet. Alla hus är fyra våningar. Sammanlagt 144 bostäder. I det här projekt använde man sig av 2,5 centimeter Aerobran som applicerades på de nuvarande fasaderna.



Figur 9, Bild på fastigheten som sanerades i Berlin 2017 med Aerobran.

Berlin Schönefeld en av de sista byggnaderna från GDR tiden. Renoverat fasadområde cirka 3100 kvadratmeter. I det här projekt använde man sig av 6 centimeter Aerobran som applicerades på den nuvarande fasaden. (Proceram Group, 2018)

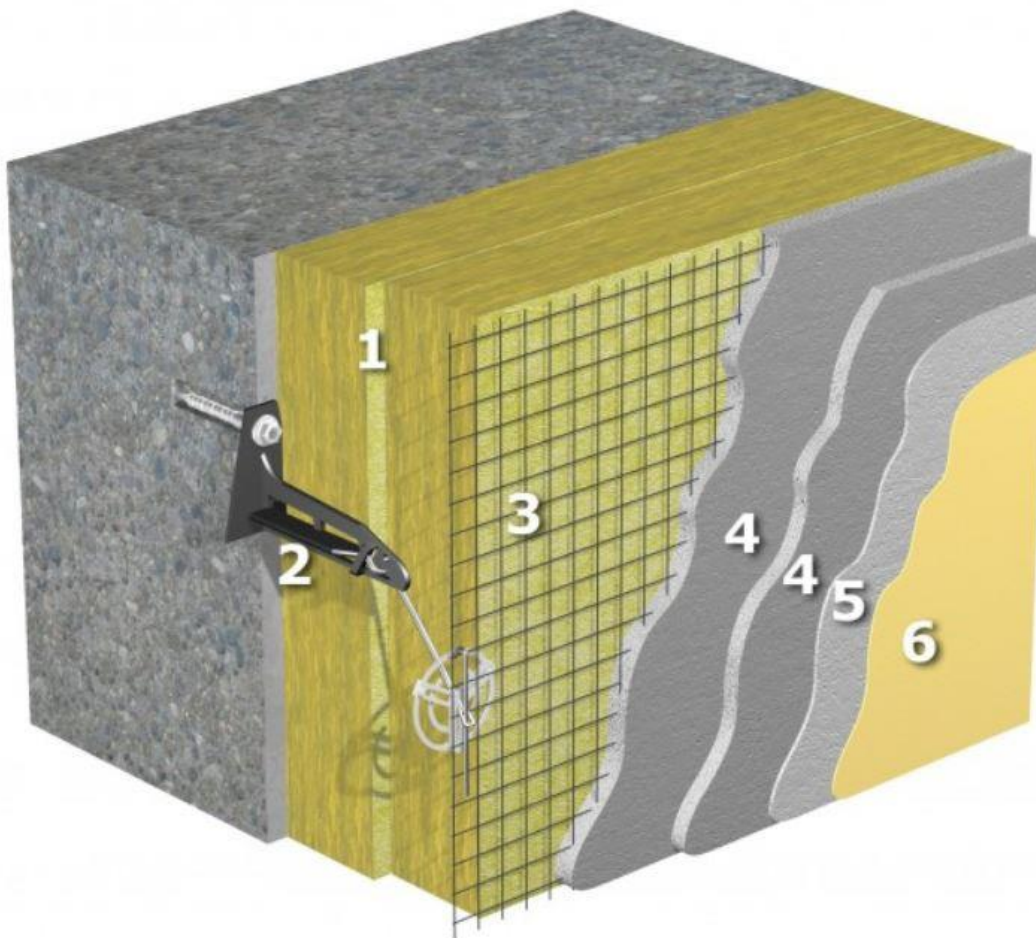


Figur 10, bild på Berlin Schönefeld efter sanering med Aerobran.

## 4.4 Weber

Företaget grundades år 1920 i Frankrike där de gjorde kalk och gips för fasader i sina fabriker i Paris. År 1996 går Weber med i Saint-Gobain och fick namnet Saint-Gobain Weber. Företaget producerar produkter och lösningar av säkra komponenter, och är en världsledande tillverkare inom torrbruk samt ett komplett urval av isolerade fasadsystem som ska begränsa energikonsumtionen. Till Webers produkter hör allt från avancerade golv-, fasad- och murbruk till maskinsystem. Weber har en industriell process som har låg energi- och vattenförbrukning, eftersom företaget har miljön i fokus. (Weber, 2018)

I det här arbetet presenteras två olika fasadsystem av företaget Weber, MonoRoc samt Serpomin fasadsystemslösningar. Det här på grund av att de är de vanligaste fasadsystemen vid en sanering av fasader. I arbetet presenteras kostnaderna för tre olika versioner av MonoRoc, 50 mm, 100 mm och 200 mm isolering. Det presenteras även en version av Serpomin 200 mm isolering. Serpomin är ett fasadsystem som består av fiberarmerad mineralisk puts som även armeras med glasfibernet. MonoRoc är ett tjockrappningsfasadsystem, som har speciellt uppmärksammat rappningens skyddande effekt. (Weber, *MonoRoc eristerappaus*, 2018) (Weber fasadsystem, 2018)



Figur 6, skiktbild vid applicering av webers fasadsystem.

Nedan är en förklaring på de olika skikten.

1. Mineralull samma konstruktion för Serpomin som MonoRoc. Denna tjocklek varierar beroende på hur mycket mineralull man använder sig av. Om man använder sig av 100 mm mineralull kommer denna tjocklek att vara 100 mm.
2. Fastsättningsanordning. Weber EE fastsättningar
3. Webers stålnät Tjocklek 4 mm
4. Webervetonit 414. Tjocklek 5–30 mm
5. Webervetonit SilcoMaali. Tjocklek 0,2–0,5 mm.
6. Webervetonit SilcoPinnoite. Tjocklek 1,5–3 mm

## 5 KOSTNADSKALKYL

I det här kapitlet presenteras 4 olika versioner för fasadrenoveringar av företaget Weber, vilka kostnader de olika versioner har samt en jämförelse vad det kostar om man applicerar Procerams produkter. I de här kostnaderna ingår inte löneutgifter samt kostnader för att riva den nuvarande ytterväggen. I kostnaderna ingår endast hur många kvadratmeter man har möjlighet att göra på en arbetsdag. Jag har valt att räkna en arbetsdag som 8 timmar, samt att en arbetsvecka består av 5 dagar. I resultatkapitlet presenteras kostnaderna för rivningsarbetet samt en jämförelse av de olika materialen. Där upptas även de slutliga beräkningarna för att få en förståelse över kostnaderna.

### 5.1 Kostnader för applicering av Aerobran

Kostnaden för materialet Aerobran vid en renovering är 94,60 € per kvadratmeter för 3 centimeter Aerobran. Varje centimeter efter detta kostar 50 € per kvadratmeter till. Kostnaden för applicering av Aerobran på fastigheten som presenteras i kapitel 6 är 269,69 € per kvadratmeter. Eftersom det behövs en tjocklek på 6,5 centimeter med Aerobran för att minska U-värdet med 50 procent. Det här betyder att fastigheten som presenteras i kapitel 6 kommer ha en kostnad på 191 797 €. Fastigheten har fasader på 713 kvadratmeter. Det som ingår i den här kostnaden är målning av fasader. Det tar ungefär 60 minuter att lägga en yta på två kvadratmeter. Arbetstiden kommer att vara ungefär 356 timmar. I den här kostnaden saknas ännu arbetsställningar för fasaderna. Kostnaderna för ställningarna är cirka 2,40 € per kvadratmeter per månad. Det här skulle bli en kostnad på 1874,40€ per månad eftersom den totala fasadarean är 781 kvadratmeter när man räknar med fönster. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

## **5.2 Kostnader för applicering av fasadsystem från Weber**

Vanlig tjockrappning med tegelunderlag kostar 26,40 € per kvadratmeter. Denna kostnad kommer till på alla Webers fasadsaneringar. Det kommer även ett tillägg på 5 procent för material som går till spillo. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

### **5.2.1 Weber MonoRoc, 50mm isolering**

Weber Merk fästnanordning kostar 6,40€ per kvadratmeter. Mineralull och fastsättningar kostar 8,30€ och rappning 26,40€ per kvadratmeter. Sammanlagd summa för det här blir 41,10€ per kvadratmeter. Till på denna kostnad kommer även en 5 procent ökning för att räkna med kostnaderna för material som går till spillo. Det egentliga priset per kvadratmeter ligger på 43,16 €, höghuset i kostnadsberäkningen skulle kosta 30 773 €. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

### **5.2.2 Weber MonoRoc, 100mm isolering.**

Weber Merk fästnanordning kostar 6,40€ per kvadratmeter. Mineralull samt fastsättningar kostar 15,38€ per kvadratmeter, tillägg på detta även 26,40€ per kvadratmeter för rappning. Sammanlagda summan för detta blir 48,18€ per kvadratmeter. Till på det här kommer det 5 procent för material som går till spillo, så det egentliga priset ligger på 50,59 € per kvadratmeter. Höghusets sammanlagda kostnad för fasaderna skulle bli 36 070 €. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

### **5.2.3 Weber MonRoc, 200mm isolering**

Weber EE 200 fästnanordning kostar 6,40€ per kvadratmeter. Mineralull samt fastsättningar kostar 32,56€ per kvadratmeter samt rappning på 26,40€ per kvadratmeter. Sammanlagda summan för det här blir 65,36 € per kvadratmeter. Till på denna kostnad kommer även 5 procent för material som går till spillo, så det

egentliga priset är 68,63 € per kvadratmeter. Höghusets sammanlagda kostnad skulle bli 48 933 €. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

#### **5.2.4 Weber Serpomin 100mm isolering**

Kostnaden för lim och nät är 18,45 € per kvadratmeter, EPS 60S-100 mm kostar 14,51€ per kvadratmeter. STR U115 fästeanordning kostar 4,36€ per kvadratmeter, glasfibernät 3,62€ per kvadratmeter. Fönsterprofil kostar 4,55€ per kvadratmeter, samt 26,40€ för rappning. Sammanlagda summan för det här blir 71,89 €. Till på det här kommer även 5 procent för material som går till spillo, så den egentliga kostnaden är 75,50 €. Höghusets sammanlagda kostnad skulle bli 53 832 €.

På 60 minuter lägger man cirka 2,5 kvadratmeter med Weber Serpomin 100mm, detta betyder att det tar 280 timmar att få höghuset som använts i simuleringen färdigt. I denna uträkning saknas ännu målningen av fasaderna. Dessutom tillkommer en kostnad för arbetsställningar som ligger på 1874,40€ per månad. 280 timmar arbete motsvarar 7 arbetsveckor vilket betyder att man behöver arbetsställningar över en månad. Eftersom ställningarna kostar 1874,40€ för fyra veckor så blir det per vecka 468,60€ per vecka. Detta skulle kosta 3280,20 € för 7 veckor. Det som inte är medräknat i denna kostnadsjämförelse är kostnaden för rivningsarbetet samt målning av fasaderna. Rivningsarbetet kostar cirka 25€ per kvadratmeter samt cirka 20 € per kvadrat för målning av fasader. (Lindberg, Kivimäki & Lahtinen, 2017)

## 6 U-VÄRDE OCH ENERGISIMULERING

I det här kapitel kommer jag att göra en beräkning för ytterväggarnas U-värden, där målet är att få U-värdet på ytterväggarna att minska med 50 procent. Med denna jämförelse vill jag få fram hur mycket man måste använda av respektive material för att uppnå målet. Jag kommer använda mig av Aerobran vilket jämförs med Webers traditionella fasadsystem. (Finlex, 2012) (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 7)

Vid beräkning av U-värde används följande formel:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3}$$

där:

$\alpha_1$  = Värmeövergångstal på utsidan, W/m<sup>2</sup>°C

$\alpha_2$  = Värmeövergångstal på insidan, W/m<sup>2</sup>°C

s = tjocklek hos ett skikt i en vägg, m

$\lambda$  = värmeledningstal hos ett skikt i en vägg, W/m<sup>2</sup>\*K

(Anne Jönsson (u.å.)

### 6.1 Jämförelse av U-värde

Om väggen gränsar till ett halv varmt utrymme skall väggen ha ett U-värde på 0,6 W/m<sup>2</sup>K. Vid saneringar av ytterväggar bör man minska U-värdet med 50 procent eller uppnå målet enligt byggnadsbestämmelserna, det vill säga minst 0,17 W/m<sup>2</sup>K. (Finlex, 2012) (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 7) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

#### 1920-tals ytterväggskonstruktion

På 1920-talet hade man ett U-värde på ytterväggarna som låg på cirka  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Det här U-värde vill man minska med 50 procent vilket innebär att det nya U-värdet efter saneringen ska ligga på  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , för att följa kraven i byggnadsbestämmelserna. Om man använder sig av Aerobran vid sanering av 1920-tals ytterväggar, bör man applicera ett skikt av 2,8 centimeter Aerobran för att uppnå ett U-värde på  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . För att uppnå samma resultat med mineralull bör man applicera 3,8 centimeter mineralull för att få ett U-värde på  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Eftersom mineralull endast går att applicera i storlekarna 5, 10, 15 och 20 centimeter är man tvungen att använda sig av ett 5 centimeters skikt. Det här betyder att konstruktionen blir 2,2 centimeter större än vid användning av Aerobran. Om man skulle använda sig av Webers MonoRoc 50mm fasadsystem vid sanering av ett höghus från detta årtal skulle kostnaden per kvadratmeter vara 43,16 €. Om man gör saneringen med Aerobran skulle det vara 94,60 € per kvadratmeter, men man skulle spara på arkitekturen eftersom appliceringen av Aerobran inte kräver samma tjocklek som en sanering med Weber. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 7) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

### **1940-tals ytterväggskonstruktion**

På 1940-talet hade man ett U-värde på ytterväggarna som låg på 0,9 W/m<sup>2</sup>K. För att uppnå ett U-värde på ytterväggarna som skulle ligga på 0,45 W/m<sup>2</sup>K, bör man applicera 3,1 centimeter Aerobran. För att uppnå samma U-värde med hjälp av mineralull bör man applicera 4,3 centimeter av mineralull. Eftersom mineralull i dagens läge finns i skiktstorlekar på 5,10,15 och 20 centimeter är man tvungen att applicera 5 centimeter med mineralull. Det här skulle betyda att ytterväggen skulle bli 1,9 centimeter tjockare än vid användning av Aerobran. Vid en sanering med Webers MonoRoc fasadsystem av ett 1940-tals hus skulle kostnaden per kvadratmeter vara 43,16 €. Om man istället skulle välja att sanera med Aerobran skulle kostnaden per kvadratmeter ligga på 94,60 €. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 17) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

### **1950-tals ytterväggskonstruktion**

På 1950-talet hade ytterväggskonstruktionerna ett U-värde på 0,7 W/m<sup>2</sup>K. För att man ska uppnå ett U-värde på 0,35 W/m<sup>2</sup>K bör man applicera ett skikt på 4 centimeter Aerobran. För att uppnå samma U-värde med hjälp av mineralull bör man applicera 5,6 centimeter mineralull. Eftersom man endast kan applicera mineralull i storlekarna 5,10,15 och 20 centimeters skikt, är man tvungen att använda sig av 10 centimeters skikt med mineralull. Det här betyder att ytterväggskonstruktionen skulle bli 6 centimeter tjockare än vid användning av Aerobran. Vid sanering av ett 1950-tals hus med Webers MonoRoc fasadsystem skulle kostnaden per kvadratmeter ligga på 50,59 €. Om man tänkt att sanera med Aerobran skulle det kosta 144,60 € per kvadratmeter. Man skulle spara byggnadens arkitektur om man är villig att betala lite mera för saneringen och använda sig av Aerobran eftersom det inte krävs lika tjockt lager för att uppnå samma resultat. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 17) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

### **1960-tals ytterväggskonstruktion**

På 60-talet hade man ett U-värde på ytterväggarna som låg på 0,42 W/m<sup>2</sup>K. För att man ska uppnå ett U-värde på 0,21 W/m<sup>2</sup>K bör man applicera ett skikt på 6,5

centimeter Aerobran. För att man ska uppnå samma U-värde med hjälp av mineralull bör man applicera 9 centimeter med mineralull, eftersom man endast kan applicera mineralull i 5,10,15 eller 20 centimeters skikt är man tvungen att i detta fall använda sig av ett 10 centimeters skikt. Detta betyder att konstruktionen för ytterväggarna blir 3,5 centimeter tjockare än vid applicering av Aerobran. Om man skulle använda sig av Weber MonoRoc 100mm skulle det kosta 50,59 € per kvadratmeter. Ifall man skulle göra saneringen med Aerobran skulle det kosta 269,60 € per kvadratmeter. Vid användning av Aerobran spara man på byggnadens arkitektur eftersom det inte krävs lika tjockt skikt för att uppnå samma resultat. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 17) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

### **1970-tals ytterväggskonstruktion**

På 1970-talet hade man en ytterväggskonstruktion som hade ett U-värde på 0,41 W/m<sup>2</sup>K. För att uppnå byggnadsbestämmelsernas krav på 0,205 W/m<sup>2</sup>K, bör man applicera ett skikt på 6,7 centimeter med Aerobran. För att uppnå samma resultat med mineralull bör man applicera 9,2 centimeter mineralull, eftersom man endast kan applicera mineralull i storlekarna 5,10,15 eller 20 centimeters skikt är man tvungen att applicera 10 centimeter med mineralull. det här betyder att ytterväggen skulle bli 3,3 centimeter tjockare än om man använder sig av Aerobran. Kostnaden för en sanering med Aerobran skulle kosta 319,60 €. Om man skulle använda sig av Weber MonoRoc skulle det kosta 50,59 €. (Energiatodistus opas liite, u.å., s. 17) (Helsingfors byggnadstillsyn, 2014)

## **6.2 Energisimulering**

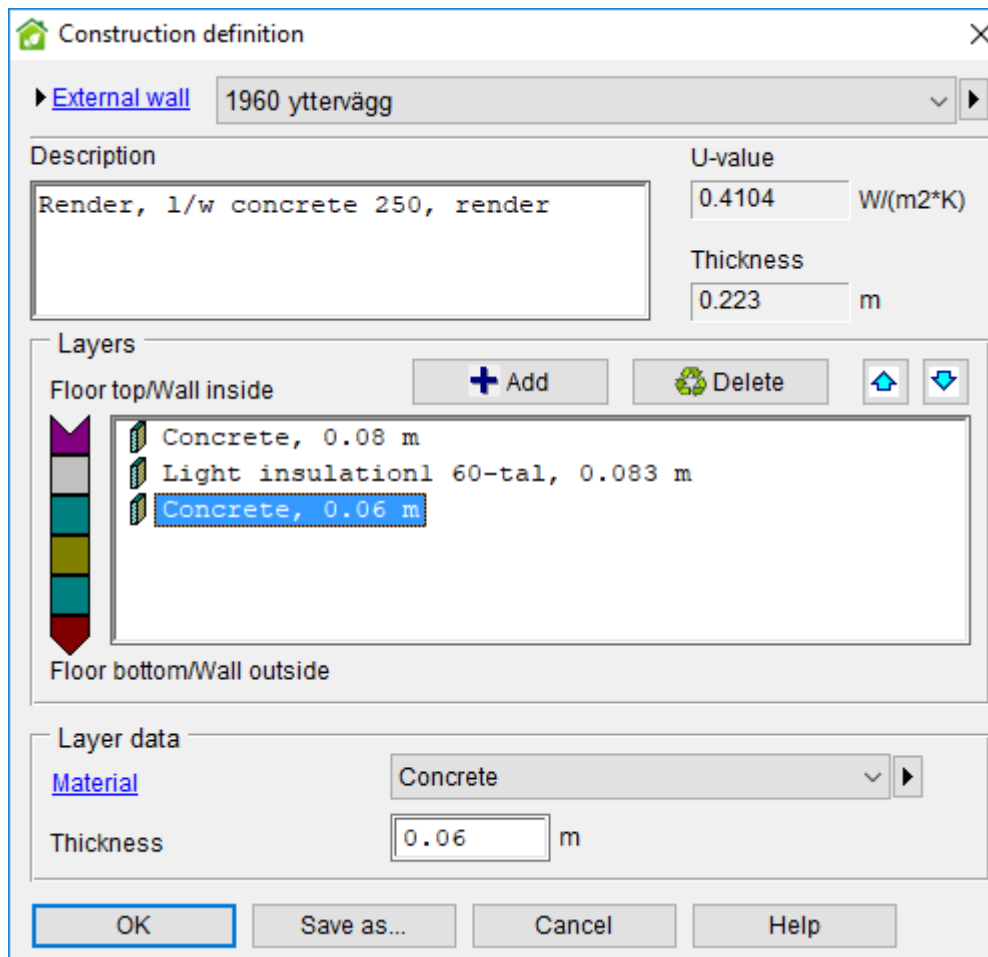
I simulering kommer jag att jämföra den årliga energiförbrukningen för uppvärmning i ett 1960-tals höghus. Jag använder husets nuvarande ytterväggar samt vad som händer då man på den nuvarande väggen applicerar Aerobran för att minska U-värdet med 50 procent. Kommer även göra en jämförelse mellan en vanlig fasadrenovering och en fasadrenovering där man använder Aerobran. detta kommer vara en kostnadsjämförelse samt en energisimulering av Webers

Serpomin 100mm. Nedan ser man fastigheten jag använt i simuleringen. Fastigheten som använts i simuleringen är belägen i Helsingfors, det betyder att den är simulerad enligt klimatet från år 2017 i Helsingfors.




Figur 8, fastigheten som använts i simuleringen, fastigheten har ytterväggar på 713 kvadratmeter.

Nedan i figur 2 är materialet för nuvarande ytterväggar. Vilken består av 80mm betong samt 83mm mineralull och längst ut är det 60mm betong. Det här är enligt Weber en normal fasad som användes i mindre höghus mellan år 1955–1975. Denna konstruktion ger ett U-värde på 0,41 W/m<sup>2</sup>K.








Figur 1. Yttervägg från 1960-talet.

		<h2>Delivered Energy Report</h2>	
<b>Project</b>		<b>Building</b>	
		Model floor area	1193.6 m <sup>2</sup>
Customer		Model volume	3102.2 m <sup>3</sup>
Created by	Oscar Lindblad	Model ground area	237.0 m <sup>2</sup>
Location	Helsinki-Vantaa_029740 (ASHRAE 2013)	Model envelope area	1450.7 m <sup>2</sup>
Climate file	FIN_HELSINKI-VANTAA_029740 (IW2)	Window/Envelope	8.4 %
Case	Hus5	Average U-value	0.7507 W/(m <sup>2</sup> K)
Simulated	30-05-2018 17:29:02	Envelope area per Volume	0.4676 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>

### Building Comfort Reference

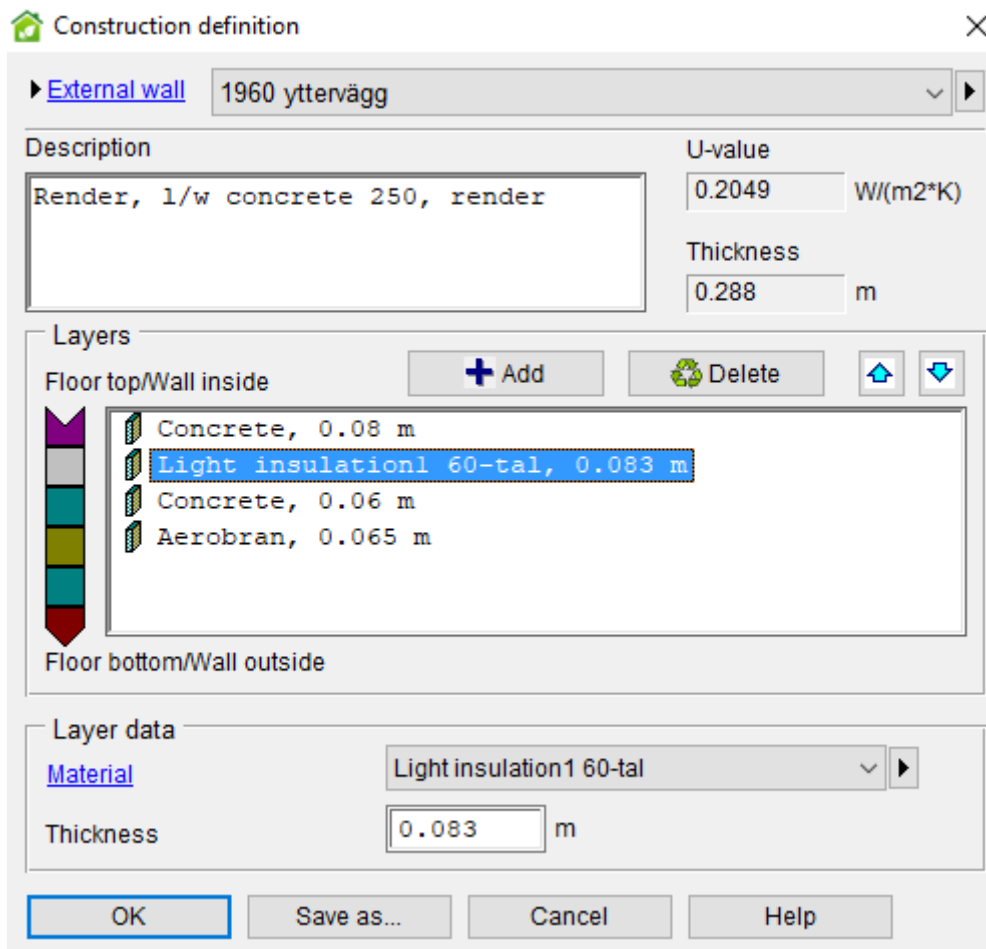
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	0 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	0 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	7 %

### Delivered Energy Overview

		Purchased energy		Peak demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
	Lighting, facility	3137	2.6	0.36
	Electric cooling	5678	4.8	18.12
	HVAC aux	0	0.0	0.0
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>8815</b>	<b>7.4</b>	
	District heating	90785	76.1	33.91
	<b>Total, Facility district</b>	<b>90785</b>	<b>76.1</b>	
	<b>Total</b>	<b>99600</b>	<b>83.4</b>	
	Equipment, tenant	627	0.5	0.07
	<b>Total, Tenant electric</b>	<b>627</b>	<b>0.5</b>	
	<b>Grand total</b>	<b>100227</b>	<b>84.0</b>	


**Figur 2. Simuleringsdata efter simulering med yttervägg i figur 1**

Figur 2 visar hur mycket energi som denna fastighet förbrukar per år. I jämförelsen mellan de olika fasadsaneringarna kommer jag att jämföra den årliga energiförbrukningen vid uppvärmning med fjärrvärme. Med ett U-värde på ytterväggarna som är 0,41W/m<sup>2</sup>K (Figur 2) blir den årliga energiförbrukningen för uppvärmning 90 185 kWh (Figur 3).



**Figur 3. Yttervägg från 1960-talet där man applicerat 6,5 centimeter Aerobran på det yttre skiktet.**






Denna figur 4 visar hur ytterväggen är uppbyggd samt hur tjock väggen blir. Programmet räknar ut ett U-värde för väggen på basis av konstruktion. Detta är resultatet för väggens konstruktion när man applicerar Aerobran längst ut som det sista skiktet på ytterväggen. Det första som man kan se är att väggens U-värde minskar från 0,41 W/m<sup>2</sup>K (Figur 2) till endast 0,2049 W/m<sup>2</sup>K. Det här är vad som krävs för att minska U-värdet med 50 procent. (Figur 4).

		<h2>Delivered Energy Report</h2>	
<b>Project</b>		<b>Building</b>	
		Model floor area	1193.6 m <sup>2</sup>
Customer		Model volume	3102.2 m <sup>3</sup>
Created by	Oscar Lindblad	Model ground area	237.0 m <sup>2</sup>
Location	Helsinki-Vantaa_029740 (ASHRAE 2013)	Model envelope area	1450.7 m <sup>2</sup>
Climate file	FIN_HELSINKI-VANTAA_029740 (IW2)	Window/Envelope	8.4 %
Case	Hus5	Average U-value	0.6522 W/(m <sup>2</sup> K)
Simulated	30-05-2018 17:49:08	Envelope area per Volume	0.4676 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>

### Building Comfort Reference

Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in worst zone	0 %
Percentage of hours when operative temperature is above 27°C in average zone	0 %
Percentage of total occupant hours with thermal dissatisfaction	7 %

### Delivered Energy Overview

		Purchased energy		Peak demand
		kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kW
	Lighting, facility	3137	2.6	0.36
	Electric cooling	6556	5.5	17.65
	HVAC aux	0	0.0	0.0
	<b>Total, Facility electric</b>	<b>9693</b>	<b>8.1</b>	
	District heating	75351	63.1	27.39
	<b>Total, Facility district</b>	<b>75351</b>	<b>63.1</b>	
	<b>Total</b>	<b>85044</b>	<b>71.3</b>	
	Equipment, tenant	627	0.5	0.07
	<b>Total, Tenant electric</b>	<b>627</b>	<b>0.5</b>	
	<b>Grand total</b>	<b>85671</b>	<b>71.8</b>	

Figur 4. Simuleringsdata efter simulering med yttervägg i figur 3.

Figur 5 visar hur mycket energi det går åt till uppvärmning av fastigheten, då man har simulerat med 6,5 centimeter Aerobran som yttersta skiktet på väggen. Man får uträknat den totala energin man sparar i uppvärmning genom att jämföra figur 5 med figur 3. Resultatet för simuleringen med 6,5 centimeter Aerobran, visar att man minskar energiförbrukningen för uppvärmning av fastigheten från 90 185 kWh (Figur 3) till endast 75 351 kWh (Figur 4). Man sparar alltså 14 834 kWh per år.

Enligt Weber har en yttervägg från 1960-talet som är renoverad med Serpomin 100mm ett U-värde på 0,27W/m<sup>2</sup>K. När man kollar U-värde på ytterväggarna när man använt sig av Aerobran som material vid sanering, har man ett U-värde på 0,2049 W/m<sup>2</sup>K. Det här är aningen bättre än det som Serpomin har samt att detta U-värde man får med Aerobran fyller kraven för byggnadsbestämmelserna. (Weber, Energiberäkning, 2018)

## 7 RESULTAT OCH DISKUSSION

Simuleringen visar att 6,5 centimeter Aerobran sparar 14800 kWh/år värmee-nergi uppvärmningsenergi per år. Eftersom husets uppvärmning sker via fjärrvärme ligger kostnaden på 75 € per MWh. Detta blir en total inbesparing på ungefär 1112,55 € per år.

Kostnaden för applicering av Aerobran är 94,60€ per kvadratmeter för 3 centimeter. Varje centimeter efter detta kostar 50 €, vilket betyder att för ett 1960-tals hus där man applicerar 6,5 centimeter Aerobran kostar det 269,60 € per kvadratmeter. Det här blir för hela fastigheten 191 797 €. Eftersom Aerobran kan appliceras direkt på den nuvarande fasaden behöver man inte räkna med någon kostnad för rivningsarbete, detta är en inbesparing på ungefär 25 euro per kvadratmeter.

Kostnaden om man gör en fasadrenovering med Weber Serpomin 100mm ligger på 53 832 € för den simulerade fastigheten. Till denna kostnad bör man ännu lägga till 25€ per kvadratmeter för rivning av den gamla fasaden samt cirka 20 € per kvadrat för målning av fasaderna. Detta skulle bli en kostnad på 17 825 € för rivningsarbetet och 14 260 € för målning. Det här resulterar i att slutsumman för en fasadrenovering med rivningsarbetet och målning av fasaderna med räknat skulle bli 85 917 €. Detta betyder att man sparar 105 880 € för renoveringen av fastighetens fasader om man använder sig av Serpomin.

När man jämför arbetstiden mellan de olika materialen kan man konstatera följande. Om man använder sig av Aerobran så har man en arbetstid på 356 arbetstimmar, vilket är 44 arbetsdagar vilket är 9 arbetsveckor. Men för Weber Serpomin ligger det på 286 timmar arbete, vilket är 36 arbetsdagar som är cirka 7 och en halv vecka. Det här betyder att man behöver arbetsställningarna 2 veckor mindre tid än om man skulle använda sig av Aerobran. Ställningarna kostar 468,60 € per vecka så man sparar 937,20€ eftersom man jobbar 2 veckor mindre än om man skulle applicera Aerobran.

Det man kan se på simuleringsdata är att man skulle spara en stor del energi om man skulle sanera fasaderna med Aerobran eller Serpomin. Det som framkom tidigare var att för att uppnå målet på att minska ytterväggens U-värde med 50 procent, bör man använda sig av minst 9 centimeter mineralull eller 6,5 centimeter Aerobran. Det här betyder att utseende ändras aningen mera om man använder sig av Webers fasadsanerings system. Om man sedan skulle använda sig av ett ännu tjockare lager Aerobran skulle man kunna öka besparingen på energi ytterligare.

När man kollar på jämförelserna för hur mycket material som bör användas för att uppnå dagens krav på byggnadsbestämmelserna kan man se att det i medeltal behövs 2–5 centimeter mera mineralull än Aerobran för att uppnå kraven. Det här betyder att det kommer att bli betydliga skillnader i konstruktionernas utseende, eftersom fasaden kommer att vara 2–5 centimeter tjockare vid sanering med ull beroende på från vilket årtal huset är. Det man även kan konstatera med dessa resultat är man behöver mindre material för att uppnå kraven samt att förändringen i utseende inte är lika stor som vid användning av mineralull.

I resultatet kommer det fram att man sparar 105 880€ om man använder sig av Serpomin vid en reovering av fasaden. Men eftersom arbetet tar 2 veckor mindre tid så är det egentligen 106 817 € man sparar, det här på grund av att man måste ha arbetsställningarna en mindre tid. Det man kan se i kapitel 6.2 är att om byggnaderna som saneras är från 1920-, 1940- eller 1950-talet blir inte kostnaderna för att applicera Aerobran högre än 144,60 €. Fastigheterna efter dessa årtal kräver en så mycket större mängd Aerobran, att det inte längre lönar sig. Om byggnaderna är skyddade, att man inte får ändra på arkitekturen lönar det att använda sig av Aerobran. På grund av att Aerobran kräver mindre skikt-tjocklek. Det man även kan konstatera är att vid de årtal där appliceringen av Aerobran inte överstiger 144,60 € per kvadratmeter det vill säga fastigheter byggda före 1960-talet. Dessa fastigheter är till en stor del skyddade vilket betyder att det är positivt att använda sig av Aerobran på grund av de små tjocklekarna.

När konstruktioner från olika årtal jämförs ser man att när det handlar om saneringar av miljö skyddade byggnader är Aerobran ett bättre alternativ. Eftersom det inte medför en lika stor förändring av fasadens utseende som när man sanerar med mineralull. Det här beror på att det kommer att behövas så mycket mera mineralull för att uppnå samma isolerande effekt som med Aerobran.

I det här arbetet har jag lärt mig en hel del om vad som sker vid en sanering av en fasad. Jag har lärt mig mycket om Webers olika produkter samt tillvägagångssätt vid saneringar. Det som har varit det svåraste med det här arbetet har varit att få information om Aerobran, eftersom materialet är så nytt så finns det inte så mycket information om det. Den information som finns är till största del på tyska, så en stor del av tiden har gått till att översätta från tyska till svenska. Fast det har varit svårt att få information om Aerobran, har jag även lärt mig mycket nytt om det här material men även om Braneilit. I min jämförelse av U-värden mellan olika fastigheter från olika årtionden har gett mig en god kunskap om hur mycket byggandet har gått framåt sen 1920-talet.

## 8 SAMMANFATTNING

Aerobran är ett bra material vid saneringar av fasader trots att, kostnaden per kvadratmeter är aningen hög. Skulle man få ner denna kostnad med 20 € per kvadratmeter så skulle det här kunna vara ett revolutionerande material, eftersom man kunde använda det på alla fastigheter som saneras. Då blir sanering med Aerobran inte längre dyrare, än en traditionell sanering.

I mitt arbete valde jag att använda mig av ett hus med ytterväggskonstruktionen från 1960-talet i simuleringen och kostnadsjämförelsen, på grund av att det förtillfället konstant saneras hus från detta årtal. Jag har även valt att göra en U-värdesjämförelse för att få en bättre förståelse över hur mycket av respektive isoleringsmaterial som behövs, för att man ska få fastigheterna enligt dagens byggnadsbestämmelser.

# KÄLLOR

Anne Jönsson. (u.å.) *KY-Utbildningen i Härnösand, Energiberäkningar.*

ABB. (u.å.) *Vad är energieffektivisering.* Tillgänglig:

<https://new.abb.com/se/energieffektivisering/vad-ar-energieffektivisering>

Hämtad: 25.05.2018

Göteborgs universitet. (2010) *Medeltemperaturen ökar.* Tillgänglig:[https://telus.science.gu.se/fokus\\_arktis/globala\\_uppvarmningen/medeltemperaturen\\_okar](https://telus.science.gu.se/fokus_arktis/globala_uppvarmningen/medeltemperaturen_okar) Hämtad: 25.04.2018

Wikipedia. (2018) *Energieffektivisering.* Tillgänglig: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Energieffektivisering> Hämtad: 19.04.2018

Energihandoken. (u.å.) *Värmeledningsförmåga och U-värden för olika material.* Tillgänglig: <http://www.energihandbok.se/konstanter/varmeledningsformaga-och-u-varden-for-olika-material> Hämtad: 25.05.2018

Energiatodistus opas Liite. (u.å.) *Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja*

Europeiska kommissionen. (u.å.) *EU:s klimatarbete.* Tillgänglig: [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_sv](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_sv) Hämtad: 19.04.2018

Favoino, F. Jin, Q. & Overend, M. (2017). *Design and control optimisation of adaptive insulation systems for office buildings. Part 1: Adaptive technologies and simulation framework.* Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217304589> Hämtad: 25.04.2018

Finlex. (2012) *Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3 – Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012, Ympäristöministeriö.*

- Gouardères, F., McWatt, V. & Fleuret, L. (1/2018) *Förnybar energi*. Tillgänglig: [http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/sv/displayFtu.html?ftuld=FTU\\_2.4.9.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/sv/displayFtu.html?ftuld=FTU_2.4.9.html) Hämtad: 18.04.2017
- CNN. (2017). *Earth to warm 2 degrees Celsius by the end of this century, studies say*. Tillgänglig: <https://edition.cnn.com/2017/07/31/health/climate-change-two-degrees-studies/index.html> Hämtad: 25.04.2018
- Helsingfors byggnadstillsyns. (2014) *Energieffektivitet vid reparationer*. Tillgänglig: [https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/sv/energieffektivitet\\_vid\\_reparationer.pdf](https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/sv/energieffektivitet_vid_reparationer.pdf) Hämtad: 25.05.2018
- Jord- och skogsbruksministeriet. (u.å.) *Anpassning till klimatförändringen*. Tillgänglig: <http://mmm.fi/sv/natur-och-klimat/anpassning-till-klimatforanringen> Hämtad: 20.04.2018
- Lindberg, R., Kivimäki, C. & Lahtinen, M. (2017) *Rakennuksosien kustannuksia 2017*.
- Miljöministeriet. (2016) *Klimatlagstiftning*. Tillgänglig: [http://www.ym.fi/sv/FI/Miljo/Lagstiftning\\_och\\_anvisningar/Klimatlagstifningen](http://www.ym.fi/sv/FI/Miljo/Lagstiftning_och_anvisningar/Klimatlagstifningen) Hämtad: 19.04.2018
- Miljöportalen. (2010) *Växthuseffekt och växthusgaser*. Tillgänglig: <http://www.miljoportalen.se/luft/vaexthusgaser/vaexthuseffekt-och-vaexthusgaser-vad-aer-det-egentligen> Hämtad: 25.04.2018
- Nasa. (31 maj 2018) *Global climate change*. Tillgänglig: <https://climate.nasa.gov/> Hämtad: 25.04.2018
- Proceram Group. (2018) *Aerobran*. Tillgänglig: [https://www.cerabran.com/rein-mineralische-daemmsysteme.php?DOC\\_INST=3](https://www.cerabran.com/rein-mineralische-daemmsysteme.php?DOC_INST=3) Hämtad: 22.04.2018

- Proceram Group. (2018) *Proceram Group*. Tillgänglig: [https://www.cerabran.com/ueber-uns.php?DOC\\_INST=12](https://www.cerabran.com/ueber-uns.php?DOC_INST=12) Hämtad: 25.04.2018
- Proceram Group. (2018) *Branelit*. Tillgänglig: [https://www.cerabran.com/rein-mi-neralische-daemmsysteme.php?DOC\\_INST=2](https://www.cerabran.com/rein-mi-neralische-daemmsysteme.php?DOC_INST=2) Hämtad: 25.04.2018
- Research Insitutes of Sweden. (u.å.) *Europeisk brandklassning av material*. Tillgänglig: <https://www.sp.se/sv/index/information/fireclassification/Sidor/default.aspx>  
Hämtad: 20.04.2018
- Sandblad,B. (u.å.) Kort om simulering och simulator.
- Weber. (2018) *Fasadsystem*. Tillgänglig: <https://www.weber.se/fasad-puts-och-murbruk/produkter-och-system/fasadsystem/puts-pa-isolering/weber-ser-pomin-ef.html> Hämtad: 25.04.2018
- Weber. (2018) *Eristerappaus*. Tillgänglig: <http://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/eristerappausratkaisut/monoroc-eristerappaus.html>  
Hämtad: 25.04.2018
- Weber. (13 mars 2018) *Energiberäkning*. Tillgänglig: [https://www.weber.se/file-admin/user\\_upload/pdf/fasad/broschyrrer/weber-energiberakning.pdf](https://www.weber.se/file-admin/user_upload/pdf/fasad/broschyrrer/weber-energiberakning.pdf)  
Hämtad: 25.04.2018
- Weber. (2018) *Om Weber*. Tillgänglig: <https://www.weber.se/om-weber/om-weber.html> Hämtad: 29.05.2018
- Weber. (2018) *MonoRoc eristerappaus*. Tillgänglig: <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/eristerappausratkaisut/monoroc-eristerappaus.html>  
Hämtad: 29.05.2018

Wikipedia. (2017) *Fasad*. Tillgänglig: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Fasad>

Hämtad: 25.04.2018

# BILAGOR / APPENDICES

## Bilaga 1: Modellhus

