

# System för fasadrenovering

– Utvärdering av fasadsystem för energieffektivisering av flerbostadshus byggda under miljonprogrammet



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Institution för Bygg- och miljöteknologi

Examensarbete:  
Azur Basic  
Kreshnik Amrllahu

© Copyright Azur Basic, Kreshnik Amrillahu

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2015

## Sammanfattning

<b>Titel:</b>	System för fasadrenovering - Utvärdering av fasadsystem för energieffektivisering av flerbostadshus byggda under miljonprogrammet
<b>Författare:</b>	Azur Basic & Kreshnik Amrllahu
<b>Handledare:</b>	Katja Fridh, Byggnadsmaterial LTH och Mats Schöneck, COWI
<b>Examinator:</b>	Mats Dahlblom, Installationsteknik LTH
<b>Problemställning:</b>	Hur ser behovet ut av att energieffektivisera byggnader under miljonprogrammet? Finns det idag energieffektiva fasadsystem anpassade för miljonprogrammets byggnader? Vad borde dessa system lösa för utmaningar? Finns det möjlighet till förbättring av systemen?
<b>Syfte:</b>	Syftet med vår studie är att redogöra för miljonprogrammets status samt göra en marknadsundersökning där energieffektiva fasadlösningar granskas och analyseras.
<b>Metod:</b>	Vi har till stor del använt oss av intervjuer med hyresgäster, beställare, konsulter och tillsammans formulerat krav som systemen bör uppfylla. Tre fasadsystem har utvärderats utifrån dem formulerade kraven och utvecklingsmöjligheter har kartlagts.
<b>Slutsatser:</b>	Fasadsystemen Elementum, Soleed och Smartfront är tre energieffektiva system som håller hög standard. Vår slutsats är att systemen kan bli ännu bättre om förslagna utvecklingar utförs.
<b>Nyckelord:</b>	Hållbar renovering, miljonprogrammet, fasadrenovering, energieffektivisering, fasadsystem.

## **Abstract**

- Title:** Systems for facade renovation - Assessment of the facade systems for energy efficiency of apartment buildings built during the Million Programme.
- Authors:** Azur Basic & Kreshnik Amrllahu
- Mentor:** Katja Fridh, Byggnadsmaterial LTH and Mats Schöneck, COWI
- Examiner:** Mats Dahlblom, Installationsteknik LTH
- Problem statement:** Is there a need for effective energysaving solutions in buildings within the Million programme? Are there effective energy saving facade systems adapted to the buildings of the Million programme today? What kinds of challenges could these systems solve? Is there room for improvement?
- Aim:** The aim of our study is to describe the status of the million programme and research where energy-efficient facade solutions are reviewed and analyzed.
- Approach:** We used interviews with tenants, clients, consultants to formulate the requirements that the systems should meet. Three façade systems were evaluated based on those formulated requirements and development opportunities were identified.
- Conclusion:** The facade systems Elementum, Soleed and Smartfront are three energy-efficient systems with high standards. Our conclusion is that the systems can be even better if the proposed developments are carried out.
- Keywords:** Sustainable renovation, the Million programme, facade renovation, effective energy saving, facade system.

## Förord

Detta examensarbete är en studie på 22,5 högskolepoäng som genomförts vid Institutionen för bygg- och miljöteknologi vid LTH, Lunds universitet, med stöd av konsultfirman COWI. Examensarbetet har skrivits av Azur Basic och Kreshnik Amrllahu som en avslutande del på utbildningen Byggteknik med arkitektur på Lunds Tekniska Högskola Campus Helsingborg. Arbetet har genomförts under vårterminen 2015.

Vi vill ge ett stort tack till Mats Dahlblom och Katja Fridh som har varit våra handledare och med sina engagemang och kunskap varit till stor hjälp.

Vi vill även tacka COWI som erbjudit två platser på sina kontor i Göteborg och Malmö. Samt vill vi tacka Mats Schöneck från COWI som har varit till stor hjälp med erfarenhet och kunskap.

Slutligen vill vi rikta ett tack till personerna som ställt upp på intervjuer och varit till stor hjälp.

Lund den 16 maj 2015

Azur Basic & Kreshnik Amrllahu

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och mål</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Metod</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Struktur</b> .....	<b>3</b>
1.5.1 Kapitel 2 .....	3
1.5.2 Kapitel 3 .....	3
1.5.3 Kapitel 4 .....	3
1.5.4 Kapitel 5 .....	3
1.5.5 Kapitel 6 .....	3
1.5.6 Kapitel 7 .....	3
1.5.7 Kapitel 8 .....	3
1.5.8 Kapitel 9 .....	3
<b>1.6 I rapporten använda begrepp</b> .....	<b>4</b>
1.6.1 Passivhus.....	4
1.6.2 RF (Relativ fuktighet) .....	4
1.6.3 Köldbrygga .....	4
1.6.4 BBR (Boverkets byggregler) .....	4
<b>2 Isoleringssystem för fasader</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Tillverkare</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Paroc.....	5
2.1.2 Elementum .....	5
2.1.3 Rockwool .....	5
2.1.4 Smartfront AB .....	5
2.1.5 Soleed .....	5
<b>2.2 Beställare</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Alingsåshem .....	6
2.2.2 Svenska Bostäder.....	6
2.2.3 Eskilstuna Kommunfastigheter AB.....	6
<b>3 BBR</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Termiskt klimat</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 Energihushållning</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Miljonprogrammet</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1 Behovet av energieffektiva renoveringar</b> .....	<b>11</b>
<b>4.2 Hustyper under miljonprogrammet</b> .....	<b>11</b>
4.2.1 Lamellhus.....	12
4.2.2 Skivhus .....	13
4.2.3 Loftgångshus .....	14
4.2.4 Punkthus .....	14

4.3 Fasadmateriäl .....	15
<b>5 Fasadsystem .....</b>	<b>16</b>
5.1 Paroc Innovakoncep.....	16
5.2 Elementum eco.....	17
5.3 Rockwool REDAir FLEXSYSTEM.....	19
5.4 SMARTFRONT .....	20
5.5 SOLEED .....	22
5.6 renERGIA .....	23
5.7 SAPA .....	24
5.8 Paroc Cortex.....	25
<b>6 Referensprojek.....</b>	<b>27</b>
6.1 Projek Brogården.....	27
6.2 Smartfront Lagersberg, Eskilstuna .....	28
6.3 Trondheim, Järva Soleed .....	29
<b>7 Intervjuer .....</b>	<b>30</b>
7.1 Intervjuer med beställare.....	31
7.1.1 Alingsås hem.....	32
7.1.2 Eskilstuna Kommunfastigheter AB .....	35
7.1.3 Svenska bostäder.....	37
7.2 Intervjuer med hyresgäster .....	38
7.3 Intervjuer med konsulter .....	40
<b>8 Resultat .....</b>	<b>43</b>
8.1 Kravformulering hyresgäst .....	43
8.2 Formulering av funktionskrav.....	45
8.3 Kravformulering beställare .....	46
8.4 Utvärderingstabell.....	48
<b>9 Slutsats/Diskussion .....</b>	<b>49</b>
9.1 Elementum ECO.....	49
9.2 Soleed .....	50
9.3 Smartfront.....	51
<b>10 Referenser .....</b>	<b>53</b>





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Under 1960-talet präglades Sverige av bostadsbrist och takten i bostadsproduktionen behövde ökas. 1965 beslutade riksdagen att bygga en miljon bostäder på tio år. En enorm satsning som skapade moderna och attraktiva bostäder och höjde standarden för de svenska hushållen. De bostäder som byggdes under denna tid brukar betecknas miljonprogrammet. Under 1965-1975 byggdes 1 005 578 bostäder [1].

Idag är många av miljonprogrammets bostäder i behov av teknisk upprustning och energieffektivisering för att inte nå slutet på sin tekniska livslängd. Stambyten, förnyelse av elinstallationer, ventilation, fönster, balkonger och fasader är vanliga renoveringsbehov. Behoven varierar från fastighet till fastighet. Det beror bland annat på vilket underhåll som tidigare gjorts i husen och vilka förutsättningar ägarna har för att finansiera upprustningen. Hur stora behoven är och vad investeringarna kan komma att kosta är svårt att säga, men uppskattas till mellan 300-500 miljarder kronor. Förnyelsen av miljonprogrammets flerbostadshus är därför idag en av de stora samhällsekonomiska och bostadspolitiska frågorna [1].

Enligt Naturvårdsverket står sektorn bostäder och service för 40 procent av den totala slutgiltiga energianvändningen i Sverige [3]. De nationella målen för bebyggelser är att minska energianvändningen med 20 procent till 2020 jämfört med 1995, samt halvera energianvändningen till 2050 [4]. Varje ombyggnad och renovering är betydande för att nå de nationella energimålen. Genom att renovera en byggnad energieffektivt som ändå är i behov av upprustning skulle spara vår miljö och samtidigt framtida kostnader. De flesta byggnaderna byggdes före oljekristiden då energin var billig, dessutom fanns inte dagens isoleringskrav. Många lägenheter från det så kallade miljonprogrammet är därför stora energislukare. Uppskattningsvis finns det idag 650 000 lägenheter som inte renoverats [2].

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med vår studie är att redogöra för miljonprogrammets status samt göra en marknadsundersökning där energieffektiva fasadlösningar granskas och analyseras.

Målet med vår studie är att efter ovanstående analys utvärdera tre system och komma fram till utvecklingsmöjligheter för dessa.

Frågeställningar:

1. Hur ser behovet ut av att energieffektivisera byggnader?
2. Vilka typer av byggnader tillämpar sig för fasadrenovering och varför?
3. Vilka system finns det idag med avseende på energibesparing och köldbryggor?
4. Vad borde dessa system lösa för utmaningar?
5. Finns det en möjlighet till förbättring av de befintliga systemen?

## 1.3 Avgränsningar

Varje renoveringsprojekt är unikt och behöver en inventering av den befintliga byggnaden innan arbetet påbörjas. Denna inventering har vi inte tagit hänsyn till. Vi har även avgränsat oss till åtta valda system, dessutom tar rapporten endast hänsyn till ytterväggen och utesluter alla andra delar av byggnaden. Studien kommer också att avgränsa sig till tre hustyper som byggdes under miljonprogrammet och utelämnar andra hustyper som utgör en liten procent.

## 1.4 Metod

Vi började med att ta kontakt med människor som bor eller har bott i områden där renovering har utförts för att ställa frågor kring deras tankar och upplevelser av renoveringar samt vilka aspekter som för dem är allra viktigast att beakta. Beställare av systemen och konsulter på COWI har också kontaktats och utifrån svaren vi erhöll formulerades krav som kännetecknar ett bra system. Därefter gjordes en marknadsundersökning för att identifiera system som finns ute på marknaden idag. Med hjälp av tips från konsulter och internetsökning hittade vi åtta intressanta system som vi valt att fördjupa oss i.

Efter att vi hittat mest information och fått bäst kontakt med tillverkare och beställare av systemen Elementum, Soleed och Smartfront var detta en avgörande faktor till att vi valde att göra en djupare analys och utredning av dessa tre systemen. Med hjälp av intervjuerna som gjordes med beställarna kunde vi kartlägga för och nackdelar.

Efter att ha samlat större delen av informationen började vi utvärdera systemen utifrån kraven som formulerats. Kraven kunde uppfyllas, uppfyllas delvis eller inte uppfyllas av systemen. Varje system granskades var för sig. Efter utvärdering fick vi en tydligare bild på vad som saknades i varje system och vi kunde lättare identifiera nackdelarna som i sin tur leder till utvecklingsmöjligheter.

## **1.5 Struktur**

### **1.5.1 Kapitel 2**

Under detta kapitel beskrivs tillverkande företag och beställare av fasadrenoveringssystem i rapporten. Tillverkande företag beskrivs kortfattat med ett syfte att hjälpa läsaren att få en uppfattning om respektive företag.

### **1.5.2 Kapitel 3**

Under detta kapitel beskrivs BBR:s krav på termiskt klimat och fukt samt krav på energin vid ändring av klimatskal.

### **1.5.3 Kapitel 4**

Under kapitel fyra redogörs för behovet av energieffektivisering samt beskrivningar av byggtekniker, hustyper och fasadmaterial som användes under miljonprogrammet.

### **1.5.4 Kapitel 5**

I detta kapitel beskrivs de åtta utvalda fasadsystemen.

### **1.5.5 Kapitel 6**

Under detta kapitel finns referensprojekt till fem av de fasadsystem som beskrivs under kapitel fem.

### **1.5.6 Kapitel 7**

Detta kapitel innehåller intervjuer av beställare, hyresgäster och konsulter från COWI.

### **1.5.7 Kapitel 8**

Under detta kapitel görs en utvärdering av de tre valda systemen. Utvärderingen görs utifrån intervjuerna från kapitel 7.

### **1.5.8 Kapitel 9**

Under detta kapitel diskuteras resultatet och utvecklingsmöjligheter.

## 1.6 I rapporten använda begrepp

Här beskrivs begrepp som använts i rapporten för att läsaren lättare ska kunna följa med i texten.

### 1.6.1 Passivhus

Ett Passivhus är ett hus med en hög komfort, god kvalitet och som använder minimalt med energi. Dessutom bidrar det till minskningen av koldioxidutsläpp jämfört med traditionella hus byggda efter BBR:s krav. Byggtekniken passivhus innebär främst [8,9]:

- Att minimala värmeförluster sker via klimatskal
- Att effektiv ventilation används där den uppvärmda tilluften tillvaratas
- Att tillvarata energi alstrad från människor och hushållsapparater
- Att tillvarata energi från instrålad sol [8,9]

Tekniken innebär ett lufttätt klimatskal med mycket isolering samt fönster och dörrar med låga U-värden. Riktlinjerna för att byggnaden skall kunna klassificeras som passivhus krävs att ett antal grundläggande krav som beskriv i den svenska kravspecifikationen FEBY 12 uppfylls [8,9].

### 1.6.2 RF (Relativ fuktighet)

Relativ fuktighet eller RF som det förkortas är ett mått på hur mycket fukt luften innehåller i relation till hur mycket fukt som luften kan bära maximalt, utan att kondensera [33].

### 1.6.3 Köldbrygga

Köldbrygga är att ett material med dålig värmeledningsförmåga som går igenom ett isoleringsskikt och skapar betydligt större värmeförluster. Andra biefekter är att de invändiga ytorna närmst köldbryggan blir kalla och vid större temperaturskillnader är risken för kondensbildning i och på materialet väldigt stor. Köldbryggor uppstår vid fönster, mellan våningsplan, i ytterhörnen på hus, vid balkonginfästningar, i krypgrunder och kallvindar. [16].

### 1.6.4 BBR (Boverkets byggregler)

Boverkets byggregler, BBR, är en samling av föreskrifter och allmänna råd som gäller svenska byggnader och är fastställda av Boverket. BBR omfattar krav och råd gällande bland annat utformning, bärförmåga, brand, hygien, buller, säkerhet och energihushållning [17].

## **2 Isoleringssystem för fasader**

Under detta kapitel finns det information om företag som är tillverkare av fasadsystemen som beskrivs under kapitel fem, samt beställare som använt sig av något av dessa system. Syftet med detta kapitel är att få en inblick på vilka företag som är inblandade i fasadsystemen och ge läsaren en uppfattning om storleken på de olika företagen.

### **2.1 Tillverkare**

#### **2.1.1 Paroc**

Paroc har ett utbud som består av byggnadsisolering, teknisk isolering, fartygsisolering, isolering för sandwichelement och akustikprodukter. Produktionen finns idag i Finland, Sverige, Litauen, Polen och Ryssland. Paroc har representationskontor i 14 länder i Europa. Omsättningen för koncernen uppgick till 418 miljoner euro år 2014 och antalet anställda var i genomsnitt 2090 [5].

#### **2.1.2 Elementum**

Elementum Eco AB är ett företag som tillverkar och levererar elementlösningar anpassade för varje projekt inom byggindustrin. Det är ett företag som är specialiserat på förtillverkade väggar och takelement av högpresterande isoleringsmaterial fritt från organiska material. Utöver det tillverkar Elementum även traditionella utfackningsväggar (icke bärande ytterväggar) med stålstomme som kan kompletteras med bjälklagsform, pelare och fönster. Elementum Eco AB är ett mindre företag med sju anställda och år 2014 omsatte 12 miljoner kronor [6].

#### **2.1.3 Rockwool**

Rockwool är ett företag med ett sortiment som omfattar alla typer av isolering både för bygg och installation. Företagen levererar också färdiga systemlösningar och konstruktionslösningar Rockwool koncernen har cirka 11 000 medarbetare och huvudkontoret är beläget utanför Köpenhamn. Omsättningen för år 2014 var 2 180 miljoner euro. Verksamheten är koncentrerad i Europa, men har också produktion, försäljning och service i Nordamerika och Asien [7].

#### **2.1.4 Smartfront AB**

Smartfront är ett företag som är specialiserade på fasadrenovering. Företaget har en omsättning på ca 90 miljoner kronor och 60 anställda [21].

#### **2.1.5 Soleed**

Soleed är ett företag som levererar och utvecklar byggsystem för nybyggnation och renovering av befintliga byggnader [10].

## **2.2 Beställare**

### **2.2.1 Alingsåshem**

AB Alingsåshem är ett kommunalt bostadsbolag i Alingsås. Deras mål är att erbjuda kommuninvånarna ett attraktivt, tryggt och trivsamt boende. AB Alingsåshem äger och förvaltar ca 3 300 lägenheter i Alingsås kommun. De omsätter 210 miljoner kronor per år och har 34 anställda [28].

### **2.2.2 Svenska Bostäder**

Svenska Bostäder är ett bostadsbolag som grundades 1944 och ägs av Stockholms stad. I nästan 70 år har bostadsbolaget haft en aktiv roll i byggandet och förvaltandet av Stockholm och stadsdelarna omkring.

Svenska Bostäder förvaltar lokaler, butiker och restauranger till daghem, skolor, vårdanläggningar och lager. De driver också köpcentrumanläggningar. Bolaget omsätter 2,526 miljarder kronor och har cirka 300 antal anställda [29].

### **2.2.3 Eskilstuna Kommunfastigheter AB**

Kommunfastigheten arbetar inom fyra olika affärsområden, bostäder, kommunala lokaler, näringslivslokaler och logistik. Bolaget äger cirka 5800 lägenheter, 150 000 kvadratmeter industrilokaler och förvaltar cirka 500 000 kvadratmeter kommunala verksamhetslokaler. Bolaget har idag cirka 360 medarbetare [30].

## 3 BBR

I detta kapitel finns ett utdrag ur BBR som beskriver krav på termiskt klimat, fukt samt energihushållning vid renovering av klimatskal. Detta är viktiga krav som ska följas vid bland annat renovering av fasader. BBR:s krav är dem lägsta kraven som måste uppfyllas för byggnaden skall vara brukbar. För mer ingående information hänvisas BBR.

### 3.1 Termiskt klimat

Termiskt klimat (6:4 i BBR)

Allmänt

Byggnader ska utformas så att tillfredsställande termiskt klimat kan erhållas [32].

Allmänt råd

Med tillfredsställande termiskt klimat avses

- när termisk komfort i vistelsezonen uppnås,
- när ett för byggnaden lämpligt klimat kan upprätthållas i övriga utrymmen i byggnaden med beaktande av avsedd användning.

Termiskt klimat har också inverkan på byggnadens beständighet.

Regler om termisk komfort ges även [32].

Under kapitel 6 i BBR om fukt och termiskt klimat beskrivs,

Väggar, fönster, dörrar mm (6:5324 i BBR).

Fasadbeklädnader ska anordnas så att fukt som kommer utifrån inte kan påverka material och produkter som ligger innanför fasadbeklädnaden i sådan utsträckning att högsta tillåtna fuktillstånd överskrids. Detta gäller också för fönster, dörrar, infästningar, ventilationsanordningar, fogar och andra detaljer som går igenom eller ansluter mot väggen eller andra byggnadsdelar [32].

Allmänt råd

Fasadbeklädnader av träpanel, skivor och liknande samt skalmurar och putsade regelväggar är exempel på konstruktioner som bör utformas med kapillärbrytning och dränering mellan fasadbeklädnaden och regelkonstruktionens stomskydd, så att inträngande fukt leds ut från byggnaden. Sådana konstruktioner bör utformas så att uttorkning av inträngande fukt sker tillräckligt snabbt även vid lokal fuktpåverkan.

Väggar av material med byggfukt, och mot vilka fuktkänsliga ytskikt, väggfasta inredningar m.m. monteras, bör få möjlighet att torka ut eller så bör fuktkänsliga material och produkter skyddas.

Avståndet mellan markytan och underkant fuktkänsliga fasader bör vara minst 20 cm så att regnstänk inte gör fasaden fuktig eller smutsar ned denna [32].

Termiskt klimat (6:94 i BBR)

Byggnader ska utformas så att tillfredsställande termiskt klimat utifrån byggnadens förutsättningar och användning kan erhållas [32].

Allmänt råd

Det termiska inomhusklimatet och värmeeffektbehovet som gäller enligt avsnitt 6:4 i BBR bör eftersträvas.

Om detta inte går att uppnå, bör man minska risken för drag på grund av bristande isolering i ytterväggar, fönster med mera.

Konstruktioner med U-värde högre än 1,0 W/m<sup>2</sup>K kan ge upphov till kallras. Folkhälsomyndigheten och Arbetsmiljöverket har också regler för temperatur inomhus [32].

### 3.2 Energihushållning

Kapitel 9 i BBR om energihushållning vid ändring av byggnader säger,

Klimatskärm (9:92 i BBR)

Uppfyller byggnaden efter ändring inte de i avsnitt 9:2 angivna kraven på specifik energianvändning, ska vid ändring i klimatskärmen följande U-värden eftersträvas [32].

Tabell 1 (BBR 9:92)

U <sub>i</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]
Utak	0,13
Uvägg	0,18
Ugolv	0,15
Ufönster	1,2
Uytterdörr	1,2

Allmänt råd

Enkla åtgärder för att förbättra byggnadens energieffektivitet kan vara tätning eller komplettering av fönster och dörrar och tilläggsisolering av vindbjälklag. Om klimatskärmen tätas, bör uteluftstillförseln säkerställas. Vid tilläggsisolering förändras kondensationspunkten i konstruktionen. Regler om hur detta ska beaktas finns i avsnitt 6:92 respektive 6:95 [32].

*Yttervägg:* Skäl för att medge ett högre U-värde kan vara om t.ex.

- endast en del av en yttervägg berörs eller
- det medför att användbarheten av en balkong minskar avsevärt.

Av tekniska skäl kan det vara olämpligt att tilläggsisolera vissa väggkonstruktioner. Vid utvändig tilläggsisolering bör det övervägas hur detta påverkar byggnadens karaktär, detaljer såsom dörr- och fönsteromfattningar,



samt relationen mellan fasad och takfot respektive sockel. T.ex. kan fönstren behöva flyttas ut för att bibehålla husets karaktär. Vid invändig tilläggsisolering behöver konsekvenserna för byggnadens invändiga kulturvärden klarläggas [32].

Under kapitel 9:8 i BBR vid klassning av byggnadens energianvändning skrivs:

#### Allmänt råd

Om byggherren vill ställa högre krav på energihushållning, än vad som framgår av tabell 9:21a–9:24b, kan detta anges på ett standardiserat sätt. För att en byggnad ska anses ha låg energianvändning bör dess specifika energianvändning vara högst 75 % av tillämpligt värde, i ovan angivna tabeller. Mycket låg energianvändning kan anses vara om byggnadens specifika energianvändning uppgår till högst 50 % av tillämpligt tabellvärde.

Oavsett vilken energiklass som väljs är det byggherren som ska se till att energiklassen uppfylls. Kommunens myndighetsutövning omfattar i detta sammanhang endast de kravnivåer som framgår av tabellerna 9:21a–9:24b [32].



## 4 Miljonprogrammet

Detta kapitel beskriver hur behovet för energieffektivisering av byggnader byggda under miljonprogrammet ser ut, vilka typer av bostäder denna energieffektivisering avser samt vilka fasadmaterier som används.

### 4.1 Behovet av energieffektiva renoveringar

Det finns ett stort behov av att energieffektivisera miljonprogrammets byggnader. Miljonprogrammets lägenheter har snart nått slutet på sin tekniska livslängd. Att lista olika åtgärder som behöver utföras på byggnaderna är svårt. Förutsättningarna och behoven för respektive fastighet varierar och beror på vilken typ av underhåll som tidigare gjorts, vilken byggteknik som har använts samt vilka förutsättningar ägarna har att finansiera upprustningen [1].

De nationella målen säger: " Jämfört med 1995 bör energianvändandet minska med 20 procent till 2020 och halveras till 2050. I takt med att andelen förnybar energi ökar minskar beroendet av fossila bränslen. År 2020 ska detta beroende ha upphört. Sverige har åtagit sig att minska utsläppen av växthusgaser med 40 procent till år 2020" [2].

Många lägenheter från miljonprogrammet är stora energislukare. Uppskattningsvis finns det idag 650 000 lägenheter som inte renoverats. Att renovera dessa lägenheter energieffektivt skulle innebära ett stort steg mot de nationella målen [2].

### 4.2 Hustyper under miljonprogrammet

Av alla bostäder som byggdes mellan 1961-1975 var cirka 880 000 lägenheter i flerbostadshus. Den vanligaste hustyp är lamellhus. Det byggdes även högre lamellhus som kallas för skivhus, med en höjd kring 9 våningar och är ofta byggda i utkanterna av de större städerna. Punkthus är också en hustyp som byggdes under hela perioden av miljonprogrammet men i mindre skala jämfört med lamellhus. Loftgångshus är en hustyp som byggdes främst i slutet av perioden. I tabell 2 finns statistik på antal inflyttningsfärdiga lägenheter i de olika hustyperna [27,31].

Tabell 2: Antal lägenheter i flerbostadshus efter hustyp [27].

År	Totalt antal lägenheter	Hustyp, beräknat antal lägenheter			
		Lamellhus	Punkthus	Loftgångshus	Övriga hus
1961	49 829	40 900	7 500	700	700
1962	50 171	44 100	5 000	500	500
1963	52 980	47 700	4 800	300	300
1964	56 005	50 900	3 900	600	600
1965	64 321	57 800	4 500	1 000	1 000
<b>1961-1965</b>	<b>273 306</b>	<b>241 400</b>	<b>25 700</b>	<b>3 100</b>	<b>3 100</b>
1966	56 625	49 900	4 000	1 100	1 100
1967	63 967	54 500	5 800	2 600	1 300
1968	70 520	61 500	4 900	3 500	700
1969	69 508	59 900	5 600	2 800	1 400
1970	68 921	59 300	4 800	4 100	700
<b>1966-1970</b>	<b>329 541</b>	<b>285 100</b>	<b>25 100</b>	<b>14 100</b>	<b>5 200</b>
1971	69 836	57 800	4 200	3 500	4 200
1972	62 668	48 100	4 400	6 200	3 800
1973	52 536	41 300	4 200	5 700	1 600
1974	37 759	28 200	3 000	6 300	400
1975	26 922	17 400	1 900	6 400	1 100
<b>1971-1975</b>	<b>249 721</b>	<b>192 800</b>	<b>17 700</b>	<b>28 100</b>	<b>11 100</b>
<b>1961-1975</b>	<b>852 568</b>	<b>719 300</b>	<b>68 500</b>	<b>45 300</b>	<b>19 400</b>

#### 4.2.1 Lamellhus

Lamellhus är friliggande rader av hus, ofta två till tre trapphusenheter långa. I varje trapphus finns 2-4 lägenheter per våningsplan. De vanligaste lamellhusen är tre våningar höga, men de förekommer också i 2-4 våningar. Husen byggdes vanligtvis i grupper och cirka 35 % är byggda i grupper om minst 10 huskroppar. Husen är parallellt ställda eller står i rät vinkel mot varandra vid gårdar. Husen är inte sammansatta vid hörn och gavlarna är nästan fönsterlösa. Lamellhusen förekommer i hela Sverige med i princip likartad utformning. Mer än hälften av lägenheterna i Sverige finns i lamellhus. Denna hustyp började byggas redan på 1930-talet. Mellan 1960-1975 byggdes cirka 300 000 lägenheter i 3-vånings lamellhus. Denna hustyp utgjorde basen i flerbostadshusproduktionen under miljonprogrammet. Det var ur stadsplane- och miljömässigt perspektiv enkelt att hantera och de kunde byggas utan hiss. Hisskrav infördes under 1970-talet vilket ledde till att produktionen upphörde mot decenniets slut. Figur 1 visar ett typiskt lamellhus [31].

Ett vanligt exempel på ett lamellhus med betongstomme är uppbyggt med bärande tvärgående mellanväggar, gavlar av platsgjuten betong och lätta icke bärande fasader. Ytterväggen har en beklädnad av fasadtegel, 1/2-sten med luftspalt, eternitskivor på 45x 95 mm regler med mineralull och 13 mm plastfolierade gipsskivor på insidan [31].



*Figur 1: Exempel på lamellhus.*

Ett annat vanligt exempel är lamellhus med elementfasad. Stommen är uppbyggd på samma sätt som exemplet ovan, men fasaden skiljer sig. Fasaden är förtillverkad i stora element av isolerade regelstommar som är klädda med spontad träpanel. Elementen är infästa med bultar i mellanväggarna av betong och infästningen är tätad med mineralull och tätningsband. Infästningen har inneburit att en del dragiga springor uppstått i skarvarna. Elementen utgörs utifrån av spontad träpanel på 19x45mm läkt, eternitskivor på 45x120 mm regler med centrumavstånd 600 mm med mineralull och gipsskivor på insidan [31].

#### 4.2.2 Skivhus

Under 1960-talet byggdes också stora och snabbt producerade bostadsområden, oftast i utkanten av städerna. Områdena består av höga lamellhus, så kallade skivhus. Skivhusen är långa och ofta placerade i samma riktning. De byggdes ofta i en höjd av 8-9 våningar. Stommarna är platsgjutna och är därefter kompletterade med olika prefabricerade element. Fasadmaterialet kan vara puts, betong, fasadtegel eller plåt. Gavlarna på husen saknar fönster [31].

Ett exempel på ett skivhus med en yttervägg av lättbetong har en platsbyggd bokhüllestomme (tvärgående bärande innerväggar) av betong samt bärande pelare mellan fönstren och hela gavlar i betong. Ytterväggen är utförd av 150 mm putsad lättbetong som motgjutits med 150 mm betong. Den gjutna betongen i ytterväggen förstyrkar bjälklagskanterna och ökar stomstabiliteten [31].

Under miljonprogrammet var huvudsyftet att producera bostäder snabbt och billigt, ofta med industriella metoder. Många skivhus byggdes därför med fasadelement, eftersom det går snabbt och enkelt. Ett vanligt exempel på ett sådant hus är byggt med icke bärande fasadelement med tjockleken 80 mm betong. Infästningen sker genom att armeringsjärn från elementen och bjälklagskanten gjuts ihop i elementens nederkant. På elementets insida byggdes en isolerad regelstomme som bland annat kläddes med gipsskivor [31].

#### 4.2.3 Loftgångshus

På 1960-talet byggdes även loftgångshus. Det som utmärker loftgångshus är trapphuset som är försett med hiss och ligger utanför den egentliga huskroppen. Från trapphuset nås loftgångar som löper längs hela fasaden med separat entré till varje lägenhet. På detta sätt kan en hiss betjäna ett stort antal lägenheter. Loftgångarna gav möjligheter till gemensamma ytor och ett socialt liv vid bostadsentréerna. Stommen och ytterväggarna har i princip samma uppbyggnad som lamellhusen. Skillnaden är just loftgångarna och trapphuset som ligger utanför så kallade huskroppen. Figur 2 visar ett typiskt loftgångshus [31].



Figur 2: Exempel på loftgångshus.

#### 4.2.4 Punkthus

Punkthus har en nästintill kvadratisk planform, till skillnad från till exempel lamellhusen som är avlånga. Trapphuset ligger i huskroppens kärna. Efter 1960-talet var höga punkthus vanliga, det vill säga 8-9 våningar höga. Nästan alla punkthus byggdes med platsgjutna betongstommar. Den putsade lättbetongen var en dominerande fasad för denna typ av byggnad. Figur 3 visar ett punkthus med skalmur av tegel [31].



Figur 3: Exempel på punkthus.

### 4.3 Fasadmaterial

Under åren 1968-1975 var det vanligaste fasadmaterialet för flerbostadshus tegel som fanns på en tredjedel av alla lägenheter. Andra vanliga fasadmateriäl är kombinationer av tegel, plåt, fasadskivor och betong. Statistik utförd av Industrifakta visar de olika fasadmaterialet som användes vid flerbostadshusen, se tabell 3. Förändringar kan ha gjorts vid senare renoveringar och ombyggnader [27].

Tabell 3: Fasadmaterial i ytterväggens långsida 1968-1975 [27].

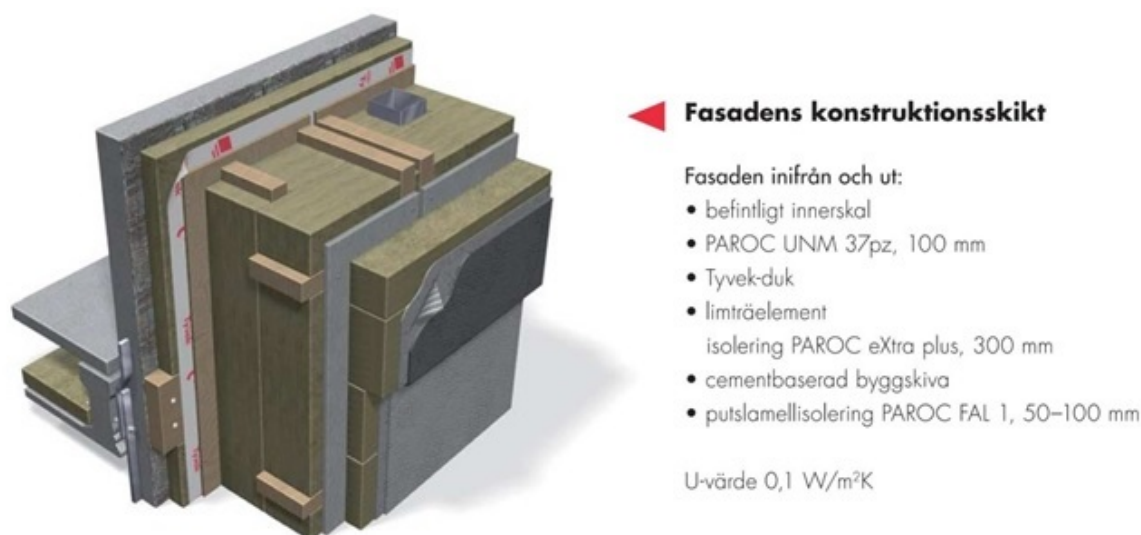
År	Totalt antal lägenheter	Fasadmaterial i ytterväggens långsida, beräknat antal lägenheter						
		Tegel	Betong	Puts	Kalksandsten	Asbestcementplattor	Plåt	Annat
1968	70 520	26 100	13 400	16 900	3 500	2 100	1 500	4 900
1969	69 508	25 500	12 500	10 400	6 300	2 800	4 800	5 600
1970	68 921	21 400	11 700	6 900	4 800	2 800	2 700	15 900
<b>1968-1970</b>	<b>208 949</b>	<b>72 500</b>	<b>37 600</b>	<b>34 200</b>	<b>14 600</b>	<b>7 700</b>	<b>9 000</b>	<b>26 400</b>
1971	69 836	21 000	9 100	5 600	4 200	2 100	4 800	17 400
1972	62 668	18 200	6 300	5 600	3 200	1 900	4 500	18 700
1973	52 536	16 300	6 300	4 200	1 600	2 100	5 700	11 600
1974	37 759	14 700	4 900	5 300	800	800	3 900	3 400
1975	26 922	12 900	4 000	2 200	800	300	1 400	500
<b>1971-1975</b>	<b>249 721</b>	<b>83 100</b>	<b>30 600</b>	<b>22 900</b>	<b>10 600</b>	<b>7 200</b>	<b>20 300</b>	<b>51 600</b>
<b>1968-1975</b>	<b>458 670</b>	<b>155 600</b>	<b>68 200</b>	<b>57 100</b>	<b>25 200</b>	<b>14 900</b>	<b>29 300</b>	<b>78 000</b>

## 5 Fasadsystem

Detta kapitel kommer att behandla åtta energieffektiva fasadlösningar som tagits fram av ledande företag inom isolerindustrin, för fasader i norra Europa. Beskrivningarna av systemen kommer att bygga på tillverkarnas uppgifter vilken gör att de inte kommer att beskrivas på exakt samma sätt. I grunden kommer varje system att vara beskrivet utifrån sin uppbyggnad och funktion för att sedan kunna utvärderas i ett senare kapitel.

### 5.1 Paroc Innovakoncept

Innovakonceptet har i stor utsträckning tidigare utnyttjats vid nyproduktion. Detta koncept har vidareutvecklats och kan numera även användas vid renovering. Detta ger då en möjlighet att bevara byggnadens värde och karaktär. Vidareutvecklingen av Innovakonceptet har som syfte att möjliggöra renovering av äldre höghus till passivhusnivå. En byggnad med denna typ av fasadsystem, oberoende av geografiskt läge, beräknas minska uppvärmningsenergiebehovet med uppemot 75 % Figur 4 visar konceptets uppbyggnad [11].



Figur 4: Innovakonceptets uppbyggnad [11].

Innovakonceptet är ett prefabricerat fasadelement med integrerade ventilationskanaler och fönster. Eftersom systemet utgörs av prefabricerade element som appliceras på befintlig byggnad elimineras de flesta köldbryggor. Elementen är uppbyggt av lodräta limträelement till samma höjd som den befintliga byggnaden. Längs elementets kanter och runt fönster består den bärande konstruktionen av limträ. Mellan reglarna används mjuk stenullsskiva med överlappande fogar. Anledningen till att limträ används är på grund av att deformationsegenskaperna orsakade av fukt är betydligt bättre hos limträ jämfört med sågat virke. För att möjliggöra transport, lyft och vändning av elementen har skivor fästs på båda sidor av trästommen. På insidan av elementet fästs 9



mm byggplywood och på utsidan en fibercementskiva som släpper igenom fukt och utgör ett underlag för stenuullslamell och puts. Putsning på utsida av elementet görs på elementfabriken. Tjockleken för det färdiga elementet är 350 – 400 mm. Detta är ett element som är nästintill färdigbyggt när det lämnar tillverkningsfabriken och den befintliga ytterväggen är inte i behov av att bytas ut, vilket i synnerhet gör att de boende inte behöver evakuera från sina bostäder. De inbyggda ventilationskanalerna är väl isolerade och förebygger därför eventuella köldbryggor. Detta system ger ett U-värde på  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  [12].

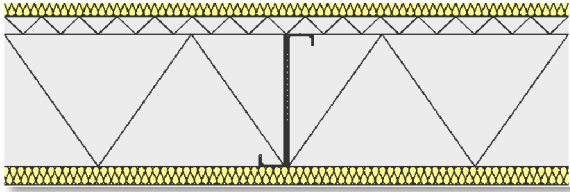
## 5.2 Elementum eco

En fasadlösning som använts på Brogården i Alingsås har utförts av Elementum eco AB. Den består av prefabricerade element, som kan monteras på befintlig utfackningsvägg (icke bärande vägg), mot befintlig betongvägg eller sättas som en ny utfackningsvägg på befintlig stomme. Elementen är dessutom självbärande och kan stå på egen sockel. Det är endast vindlaster som överförs i bjälklagen där infästning sker mellan element och stomme. Därför kan elementen monteras på slanka stommar utan att belasta dem ytterligare [12,14].

Primärskiktet i väggelementet består av Z-profiler i stål med mellanliggande cellplastisolering. Brandskyddande mineralullsboard fästs på både insidan och utsidan. Resultatet är ett mycket stabilt element som är okänsligt för fukt. Stålsreglarnas centrumavstånd och godstjocklek anpassas efter behov med hänsyn till belastningsförutsättningar.

Under utveckling av detta system har tillverkaren identifierat kritiska moment och detaljer. För att utvärdera funktion, metod, måttpassning, tolerans och material har provmoduler byggts upp i fullskala och testats [12,14].

Det huvudsakliga syftet med prefabriceringen är att föra över styrande moment till fabrik. Samtidigt ska de kvalitetskritiska passningsmomenten behållas på plats. Elementet har tämligen en stor tolerans mot den befintliga stommen. För att uppfylla BBRs fuktkrav är väggelementet till större del uppbyggt av material som inte är fuktkänsliga. Förstärkningar av trä har värmeisolerats för att förhindra en hög relativ fuktighet under arbetets gång. I en uppdatering av väggelementet har trä ersatts av en träkomposit som har en högre kritisk relativ fuktighet. På nästa sida visas figurexempel på ett grundelement och hur en färdig väggkonstruktion kan se ut [12,13,14].



#### Konstruktion från utsidan

30 Stenullsboard  
 30 Grafitcellplast (valfri)  
 120-250 Grafitcellplast + slitsade stålreglar  
 30 Stenullsboard

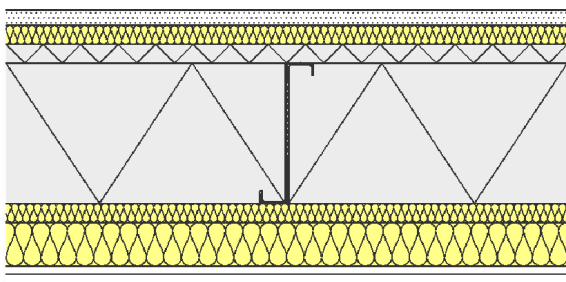
Figur 5: Exempel på Elementums väggelement [14].

Tjocklek på väggelement enligt figur 5.

---

A:  $30+120+30 = 180$  mm  
 B:  $30+30+170+30 = 260$  mm  
 C:  $30+30+200+30 = 290$  mm  
 D:  $30+30+250+30 = 340$  mm

---



#### Konstruktion från utsidan

10 Fasadskiva  
 25 Ventilerad fasadläkt  
 180-340 Väggelement  
 Plastfolie  
 45-95 Installationsskikt  
 2x13 invändig gips

Figur 6: Exempel på en färdig väggkonstruktion [14].

Total vägg tjocklek enligt figur 6.

---

A:  $10+25+180+45+25 = 285$  mm  
 B:  $10+25+260+45+25 = 365$  mm  
 C:  $10+25+290+70+25 = 420$  mm  
 D:  $10+25+340+95+25 = 495$  mm

---

U-värde för komplett vägg enligt exemplet i figur 6.

---

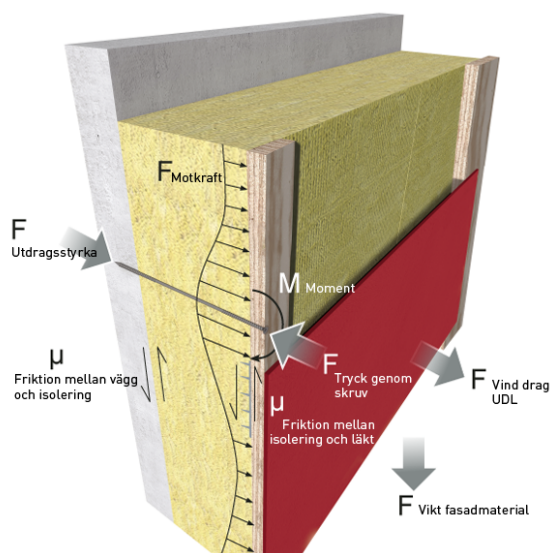
A: 120 primärsikt, 45 installationsskikt  $U=0,17$  W/(m<sup>2</sup>K)  
 B: 170 primärsikt, 45 installationsskikt  $U=0,12$  W/(m<sup>2</sup>K)  
 C: 200 primärsikt, 70 installationsskikt  $U=0,11$  W/(m<sup>2</sup>K)  
 D: 250 primärsikt, 95 installationsskikt  $U=0,09$  W/(m<sup>2</sup>K)

---

### 5.3 Rockwool REDAir FLEXSYSTEM

Rockwool har utvecklat ett ventilerat fasadsystem som är baserat på ett antal specialutvecklade komponenter. Systemet heter REDAir FLEXSYSTEM och används både till nybyggnation och renovering. Detta system kan användas vid renovering av de flesta byggnadstyper och de flesta väggkonstruktioner upp till 30 meters bygghöjd. Det är möjligt att använda nästan alla fasadbeklädnader med maximal vikt av  $50 \text{ kg/m}^2$  [15].

REDAir FLEXSYSTEM kan beskrivas som ”självbärande stenullsskivor”. Detta eftersom systemet inte behöver förankras eller kombineras med beslag. Stenullsskivorna tillsammans med skruvinfästningar i väggen klarar av att ta vikten från fasadbeklädnaderna. Systemet använder sig av formstabil läkt och starka specialskrubar som gör systemet enkelt och stabilt. Beslag och underkonstruktioner med regler i trä och stål är uteslutet. På så sätt minskas köldbryggor som uppkommer via regler. Isolerskivornas tjocklek får max vara 250 mm i ett skikt. Skulle det finnas ett behov av mer isolering så adderas ett isoleringsskikt. Systemets U-värde varierar beroende på val av antal skikt av isolerskivor och ytskikt. Isolerskivornas värmeledningsförmåga är  $0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . För att fästa förankringsskrub med fasadskiva monteras en 3 meter lång impregnerad plywoodläkt utanpå tilläggsisoleringen med ett avstånd på 600 mm. Isoleringen för detta system kommer inte färdigskuret utan det kapas på plats. Systemet är heller inte förberett för tilluftskanaler vilket också kräver tillskärning av isoleringen. Systemet är typgodkänt av SP (science partner) certifiering med avseende på brand, fukt, vind/regntäthet, beständighet, korrosion, bärförmåga, värmeisolering [12, 15].

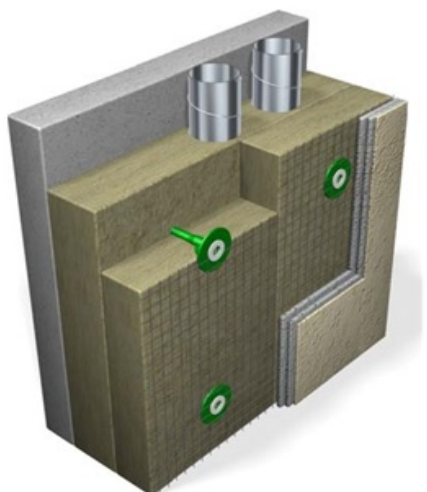


Figur 7: REDAir FLEXSYSTEM konstruktion [15].

## 5.4 SMARTFRONT

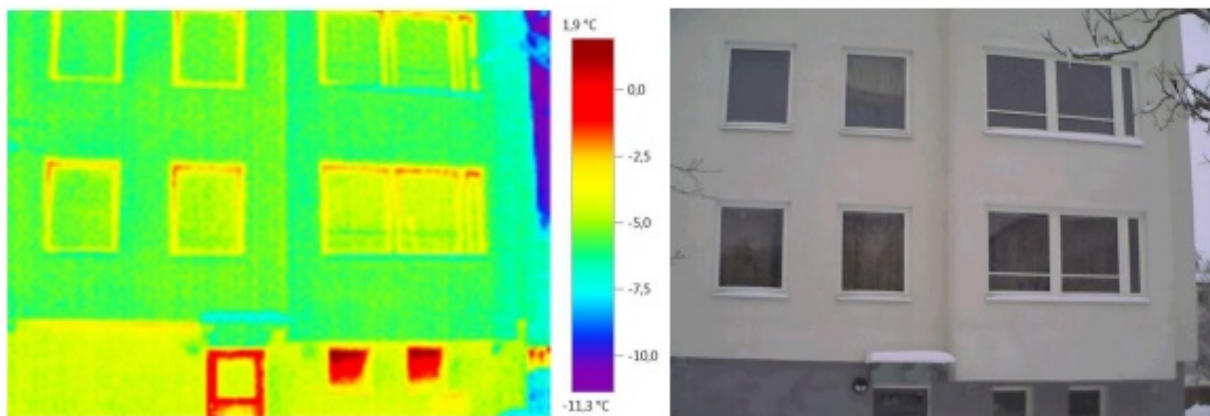
Smartfront är en relativt ny lösning med ett syfte att energieffektivisera bostäder. Ett system som kan användas och har använts vid energieffektivisering av befintliga hus [21].

I systemet kombineras tilläggsisolering med installation av värmeåtervinningssystem. Fasadisoleringen utförs med montering av isolerskivor i två skikt (180 mm eventuellt tjockare), putsarmering och 20 mm tjockputs. Ventilationsrören läggs i färdigskurna spår i isoleringen. Med detta system innebär det att ett större grepp tas om energibesparingsåtgärder. Med hjälp av tilläggsisoleringen och den nya putsen tätas skador som springor eller andra oönskade öppningar i fasaden. Enligt Smartfront, grundarna till detta system har undersökningar visat att sådana öppningar, till exempel runt fönster ger upphov till köldbryggor. Den ofrivilliga ventilationen av dessa öppningar är ofta lika stor som från ordinarie ventilationssystem. Ur energisynpunkt är detta särskilt ogynnsamt vintertid. Figur 8 visar en typkonstruktion på systemet [18, 19].



Figur 8: Smartfronts konstruktion [12].

Eftersom rören förläggs i isoleringen blir de därigenom såväl brand- som värmeisolerade. På vinden eller under yttertaket placeras huvudkanalerna i det nya tilluftssystemet. Befintligt frånluftssystem kompletteras och ansluts till ett ventilationsaggregat där höggradig värmeåtervinning och filtrering av tilluften sker. Enligt Didrik Aurenus, utvecklaren bakom systemet skall ventilationsrören inte utgöra någon köldbrygga. Det bevisar termofotografering i figur 9 som utförts i Lagersberg (kapitel 6.4) där systemet använts. Tilluftskanalerna som installeras på fasaden monteras in bakom radiatorerna, där tilluften kommer att passera. Tilluften är förvärmad från den höggradiga värmeåtervinningen till strax under rumstemperatur oavsett väderlek. Beroende på tjockleken av isolering och andra faktorer såsom inre skikt samt yttersta skikt varierar U-värdet [18, 19].



*Figur 9: Termofotografering i Lagersberg [19].*



*Figur 10: Ritning på hur smartfrontsystemet kan se ut [18].*

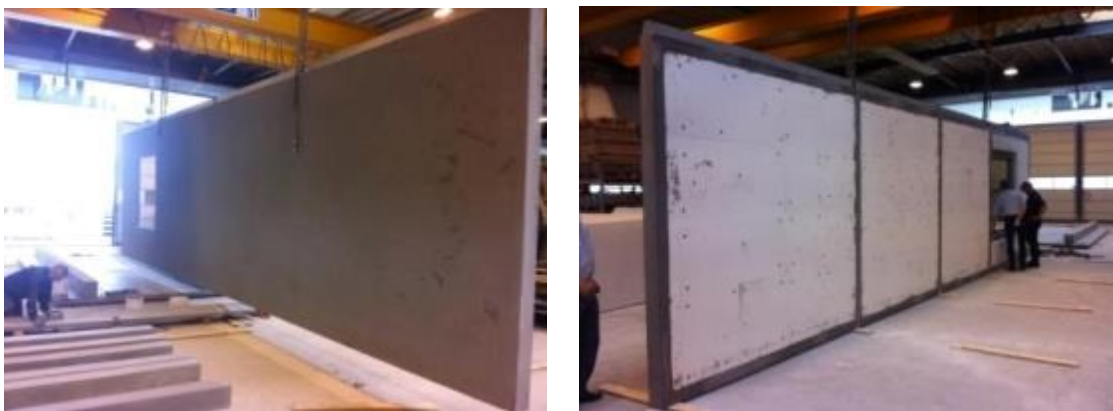
## 5.5 SOLEED

Soleed är ett prefabricerat fasadrenoverings- och isoleringssystem som var med i ett utvecklingsprojekt som energimyndigheten arrangerat och användes bland annat i projektet Trondheim, Järva [12, 20].

Elementen är tillverkade av kerambetong med isolering som gjuts in samtidigt som betonggjutningen. Systemet gör det möjligt att ha upp till cirka 200 mm högvärdig isolering, i många fall kan detta räcka för att uppnå de sökta energibesparingarna. En skillnad mellan kerambetong i förhållande till vanlig betong är att kerambetongen har en avsevärt högre hållfasthet. Den höga hållfastheten ger elementen en betydligt lägre vikt. Elementet får en viktminskning med ca 100-150 kg/m<sup>2</sup> i jämfört med om man skulle använda vanlig betong. Kerambetongens egenskaper förlänger fasadens livslängd främst eftersom att betongens karbonatisering är mycket lägre, vilket bevarar yta och armering i bra skick en lång tid. Elementet innehåller heller inga fukt känsliga material och dessutom är kerambetongen vattentät [12, 20].

Nedersta elementen står på en pågjuten sockel och elementen över bärs av elementen under. Med den höga hållfasthet som elementet har finns det möjlighet att bygga till ett par våningar utan att belasta den gamla stommen. Systemet måste fästas in i befintlig vägg för att undvika att falla ut på grund av vindlaster [12, 20].

Den befintliga fasaden är inte i behov av bearbetning då elementets baksida är mjuk och kan hantera vissa ojämnheter i den befintliga fasaden. Sammanlagd montagetid för en fasad är cirka en dag. Den snabba montagetiden och de nästan obefintliga förarbetena gör det möjligt att undvika evakuering av hyresgästerna. När elementet är på plats monteras det gamla fönstret bort och smygen åtgärdas inifrån. Nedan visar figur 11 hur elementet ser ut. [12, 20].

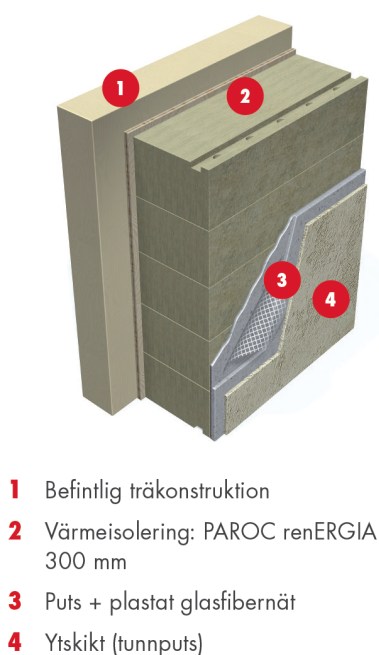


Figur 11: Soleeds elementet i fabrik [12].

## 5.6 renERGIA

En renoveringspanel renERGIA utvecklat av PAROC är en lösning avsedd för energirenovering av befintliga byggnader med trästomme. Panelen skapar ett enhetligt heltäckande isolerskikt utan några köldbryggor. Panelens utformning är en hård isolerskiva som består av stenullslameller med en integrerad sponstad fanerträskiva, tillsammans med en fogmassa ger den en lufttät fog. Isoleringen har värmeledningsförmåga  $0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Den hårda isolerskivan är klistrad på en 18 mm plywoodskiva som monteras på fasaden. Elementen har måtten 600 mm x 2000mm x 300mm. På utsidan av fasadelementet kan spikläkt fästas för att sedan montera fasadskiva. För att ta upp ojämnheter på den befintliga fasaden används mjuk isolering på cirka 35 mm [21].

När det gäller lösningen med renERGIA så är den primärt framtagen för energirenovering av småhus. Vid renovering av flerbostadshus så skulle även lösningen/produkten kunna fungera om det är utfackningsväggar i trä, samt att ett ytskikt annat än puts används, ex. ventilerad träfasad. Detta bör dock bedömas vid varje enskilt projekt. Nedan visar figur 12 konstruktionen på renERGIA. [22].



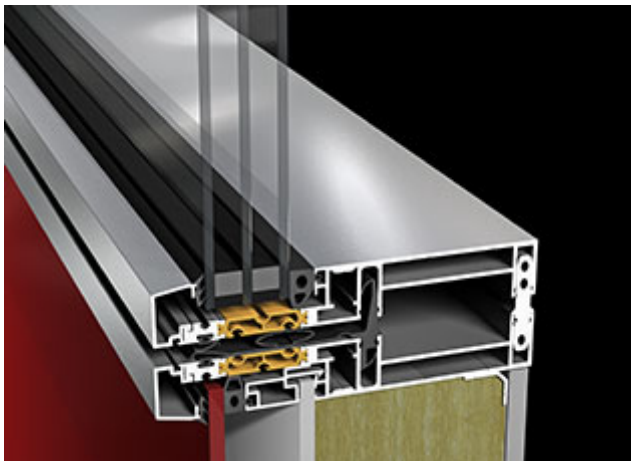
Figur 12: Konstruktion på renERGIA [21].

## 5.7 SAPA

Sapa Fasad 4150 EF är en elementfasad som efter montage är en helt färdig. Elementen möjliggör snabb och rationell montering utan behov av byggnadsställningar. Konstruktionen är välisolerad och kan utföras med standardisolerings 4150 EF och extraisolerad 4150 EF SX. Systemet är uppbyggt av aluminiumprofiler med bredden 70 mm vid elementskarv och 50 mm vid spröjsar [23].

Isoleringseffekten i profilerna blir hög med hjälp av det inre fogbandets och isolatorns konstruktion. Mellan elementen sitter en effektiv 3-stegstätning tillverkad av gummilister. Tätningens funktion är att minska behovet av butyltätning och samtidigt förenkla installationen och montaget.

Fals för 2- och 3-glas isolerrutor medger glastjocklek för 4150 EF: 27- 48 mm och för 4150 EF SX 33-56 mm. Profilerna är utformade för att ge stabilitet mot dimensionerande laster och sammanfogas med dolda förband. Systemet kan enkelt kompletteras med öppningsbara enheter. Figur 13 visar konstruktion på systemet [23].



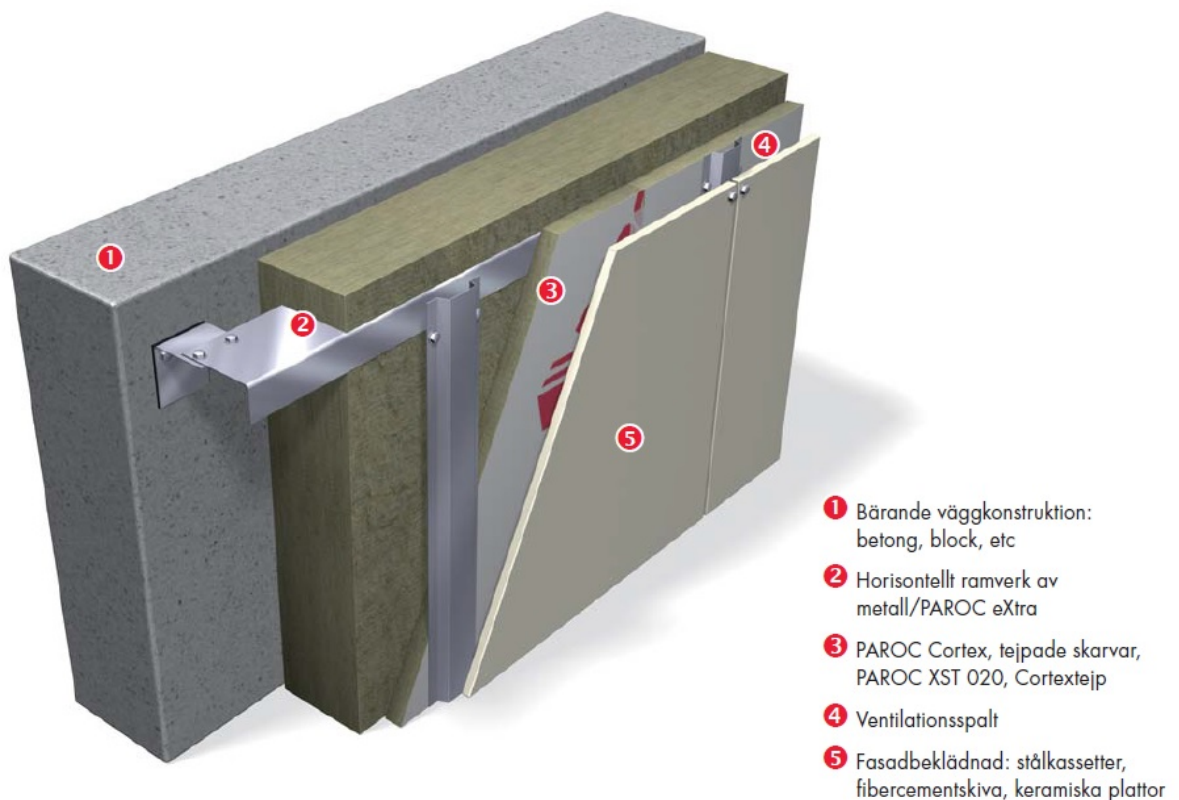
*Figur 13: Sapa Fasad 4150 EF [23].*



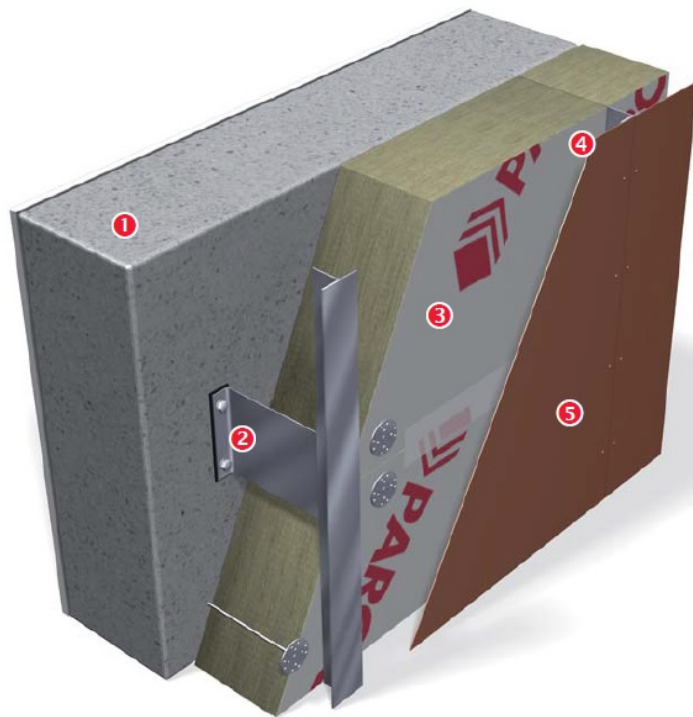
## 5.8 Paroc Cortex

Paroc Cortex är en lösning bestående av två delar. Stenullsskiva beklädd med vindtätt skikt som är icke brännbart. Den är främst avsedd för högre byggnader med ventilerade fasader. Det kan användas såväl vid renovering som vid nyproduktion. Cortex säkerställer flera funktioner, den skyddar mot vind samtidigt som den är värme- och ljudisolerande. Dessutom är den diffusionsöppen och brandsäker [24].

Det finns flera typer av fasadsystem som kan användas tillsammans med Cortex. Ett antal välbeprövade principlösningar finns enligt figurerna 14-16 [24].

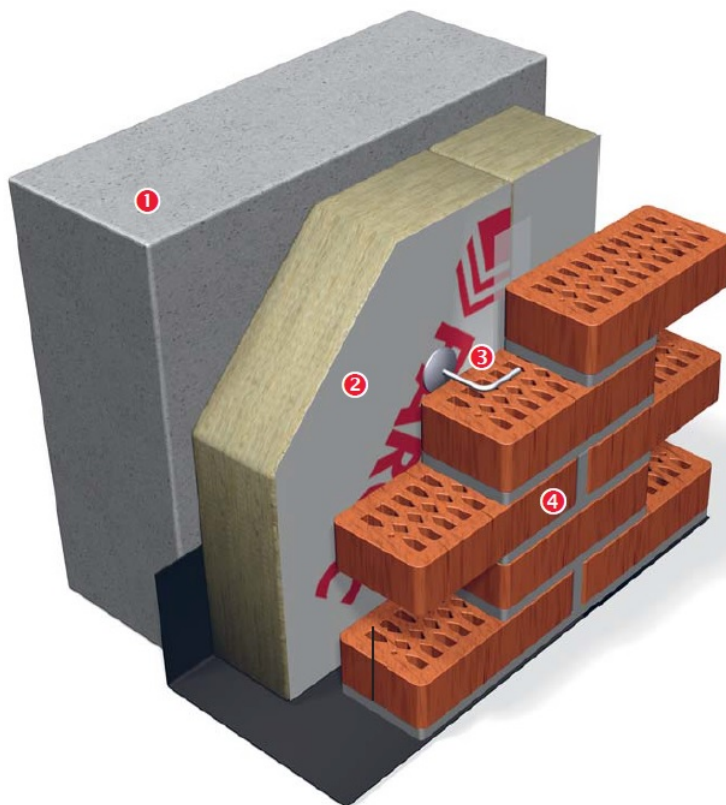


Figur 14: Horisontellt bärverk [24].



- 1 Bärande väggkonstruktion: betong, block, etc
- 2 Vertikalt ramverk av metall
- 3 PAROC Cortex One, tejpade skarvar, PAROC XST 020, Cortextejp
- 4 Ventilationsspalt
- 5 Fasadbeklädnad: stålsetter, fibercementskiva, keramiska plattor

Figur 15: Vertikalt bärverk [24].



- 1 Bärande väggkonstruktion: betong, block, etc
- 2 a) PAROC Cortex One, tejpade skarvar, PAROC XST 020, Cortextejp  
b) PAROC Cortex med innanförliggande PAROC eXtra, tejpade skarvar, PAROC XST 020, Cortextejp
- 3 Ventilationsspalt och mekanisk infästning
- 4 Fasadsten

Figur 16: Vertikalt bärverk med skalmur [24].

## 6 Referensprojekt

Under detta kapitel kommer fem referensprojekt till fem olika systemen att beskrivas. Bakgrund, omfattning och tillvägagångssätt av projekten är punkter som beskrivs.

### 6.1 Innovaprojektet

I början av år 2010 inleddes ett innovaprojekt med syfte att motivera hyres- och bostadsföreningar att utföra energieffektiva renoveringar av sina bostäder. I Projektet skulle innovativa metoder och lösningar för energieffektivisering undersökas och granskas [25].

I augusti 2010 föll valet på en byggnad uppförd år 1975 med likvärdig standard som byggdes under miljonprogrammet i Sverige. Detta var en byggnad med 33 hyreslägenheter samt en förskola i bottenplan och låg i Peltosaari i Riihimäki (Finland) [25].

Renoveringen omfattade en helt ny fasad med nya fönster, dörrar och balkonger. Fasadsystemet fick extra värmeisolering och nytt ventilationssystem med effektiv värmeåtervinning [25].

För att få en snabb byggtid och för att undvika onödiga komplikationer med elementen då dessa är helt prefabricerade, använde man sig utav laserscanning. Husets yttermått scannades och utifrån det erhållna resultatet beräknades måtten på elementen. Vertikala fasadelement med ett ramverk av trä ersatte den befintliga utvändiga betongpanelen och värmeisoleringen. Ventilationskanaler, fönster och balkongdörrar installeras i elementen på fabrik [25].

Anledningen till renoveringen var att byggnaden hade stora problem med inomhusklimatet. Det var en väldigt dragig och kall inomhusmiljö som inte alls var trivsamt att vistas i. Vintertid kunde rumstemperaturen vara så låg som 15 grader Celsius. Före renoveringen hade byggnaden ett kraftigt energibehov som var tvunget att sänkas [25].

### 6.2 Projekt Brogården

Brogården i Alingsås består av ca 300 lägenheter, motsvarande 16 huskroppar som byggdes under tiden 1971-1973. 16 lamellhus med 3-4 våningar. Under åren har husen kontinuerligt renoverats. Byte av fasad och tillägg av en tredje fönsterruta (isolerglas) är exempel på vad som tidigare renoverats. Det relativt nya fasadteglet hade vittrat sönder på grund av frostsprängning och murbruket som inte var förenligt med teglet och utomhusmiljön. Därför behövdes detta bytas igen. I kombination med andra stora tekniska brister, bland annat av problem med drag och köldbryggor ledde till höga energianvändningar och ett

dåligt inomhusklimat. Därefter var beslutet om renovering inte att undvika. Dessutom var det viktigt att ta hänsyn till utformningen och kulturhistoriskt värde [26].

Ett beslut fattades att husen på Brogården skulle renoveras med passivhusteknik vilket skulle omfatta tilläggsisolering i stora delar av fasader, helt nya utfackningsväggar, tilläggsisolering av vind, tak, sockel, vissa delar av platta på mark och källare. Byte av uppvärmningssystem till luftburet med värmeåtervinning på frånluften var också en åtgärd som skulle göras [12].

Stora köldbryggor vid indragna balkonger var ett stort problem. Detta löstes genom att en del av den gamla balkongen byggdes in för att bryta köldbryggor, men det kompenserade en förlorad area i vardagsrummet som användes för att förstora badrummet [12].

Alingsåshems primära mål med renoveringen var att sänka driftkostnaderna som i sin tur leder till höjning av fastighetsvärdet. Ett mål av en minskning med 75 % av energiförbrukningen sattes. För att nå detta mål byttes befintliga väggar mot en vägg som uppfyller kraven för passivhus. Utvärderingar gjordes av olika fasadsystem och en utvärdering av hur den befintliga väggen kunde behållas. Det visade sig dock inte ha samma effekt, varken ur energisynpunkt eller ur teknisk synpunkt. Det bästa valet var att ersätta väggen mot en ny. Utifrån denna metod av renovering är det räknat att fastigheterna kommer att få en livslängd på 75 år [12].

### **6.3 Smartfront Lagersberg, Eskilstuna**

Lagersberg består av 432 lägenheter i flerbostadshus i Eskilstuna byggda mellan 1969 och 1974. Fastigheterna ägs av Eskilstuna Kommunfastigheter AB. De flesta huskroppar är trevåningshus. Behov av att renovera byggnaderna fanns i fasader, fönster och renovering av stammar. Företaget hade också satt upp ett mål, att halvera energianvändningen som före renovering låg på ca 180kWh/m<sup>2</sup> på ett år i hela området [12].

I ett hus med 24 lägenheter valdes ett nytt fasadrenoveringssystem så kallat Smartfront. Ett system med integrerat ventilationssystem. Det som också gjordes var att alla fönster byttes ut mot nya och solceller installerades. Målet här var att energianvändningen skulle sänkas till 83 kWh/m<sup>2</sup> och år. Systemet Smartfront består av 180 mm tilläggsisolering av fasaderna med integrerade ventilationskanaler i isoleringen. Byggnaden har uppgraderats med FTX ventilation och ett nytt fläktrum har byggts på dess tak [12].

Den stora anledningen till att företaget Eskilstuna Kommunfastigheter AB bestämde sig för att renovera fasaden var för att fasaderna var väldigt slitna och otäta, många av fasaderna hade sprickor. Anledningen till att företaget valde att använda systemet Smartfront var för att NCC, som är fastighetsföretaget samarbetsföretag i området, anlidade en lokal fasadentreprenör som heter Front till projektet. Front var med i ett utvecklingsprojekt som handlar om energieffektiva fasader med sitt system Smartfront. Fastighetsföretaget tyckte detta var intressant och ville testa detta system. De fick dessutom bidrag från Energimyndigheten för att testa systemet [12].

#### **6.4 Trondheim, Järva Soleed**

Ekologisk, social och ekonomisk utveckling var tre utgångspunkter som projektet i Järva skulle utgå ifrån. Projektets avsikt var att ge området ett lyft och därav dagens namn "Järvalyftet". Svenska Bostäder äger och förvaltar idag ca 5600 lägenheter i stadsdelar på Järvafältet. Inom företaget har man som mål att före år 2025 ha renoverat alla dessa byggnader. Svenska Bostäder började med ett pilotprojekt som var ett loftgångshus i fem våningar och byggt på 1970-talet. Detta var en byggnad som inte renoverats tidigare och var i stort behov av upprustning [12].

Svenska Bostäder ingår i ett avtal med Stockholm Stad och miljöförvaltningen gällande bland annat energieffektivisering vid renovering. Svenska bostäder har därför med hjälp av energimyndighetens beställargrupp bedömt att Soleeds fasadlösning kommit längst i utvecklingen och valde därför att handla upp detta system [12].

Systemet är uppbyggt av prefabricerade element bestående av en betongkärna på ca 30 mm och 150 mm isolering. Pilotfasaden som användes i projektet bestod av fem element vilka hade måtten 10 gånger 3 meter. Elementen kom med färdigmonterade fönster på fabriken. Det ända som gjordes på plats av entreprenören var drevningen i anslutning mot fönsternisch [12].

Resultatet av systemet blev bra. Fasaden fick i princip osynliga skarvar och ytstrukturen på elementen smälter fint samman med putsen som används på andra delar av byggnaden. Det som har varit mindre bra är det logistiska och ansvarsfördelningen. Detta är något som går att lösa och ses inte som något stort problem [12].

Under Projektets gång har hyresgästerna varit evakuerade. Svenska Bostäder har informerat alla berörda om större pågående projekt, dels via utskicka men också på en större anslagstavla i anslutning till byggarbetsplatsen. Man evakuerade hyresgäster till närliggande hyreslägenheter där de erbjöds att betala ett

engångsbelopp. Svenska Bostäder erbjöd också sina hyresgäster en rabatterad hyresavgift år 1-3, med samma belopp för alla hyresgäster [12].

## 6.5 Frövi, Sapa

Lindesbergs bostäder AB har bestämt sig för att renovera sitt centrumhus i stadsdelen Frövi. Huset består av tre våningsplan varav två är bostäder och ett är till för affärslokaler. Huset byggdes år 1960 och fasaden utgörs av rött traditionellt tegel. Likt många andra hus som byggdes under detta årtionde är inomhuskomforten idag kritisk. Man upplever dragigt klimat samt väldigt kalla golv. Den nuvarande energianvändningen är 13.5k Wh/m<sup>2</sup> fastighetsel och 170kWh/m<sup>2</sup> värme och varmvatten och Lindesbergsbostäder AB siktar på en halvering av energianvändningen [12].

Lindesbergsbostäder AB vill få fram ett modernt utseende samtidigt som man behöver använda sig utav en energieffektiv lösning. Arkitekten har projekterat ett fasadsystem tillverkat av SAPA. Det kommer att bli ett skivsystem med lite annan kulör än den befintliga. Systemet kommer att bestå utav en total tjocklek på 300 mm och vara uppbyggt av 190 mm tilläggsisolering, fästsystem för aluminiumprofiler och i aluminiumprofilerna monteras fasadskivor [12].



Figur 17: Centrumhuset i Frövi före renovering och projekterat utseende efter [12].

Problem som upplevts under projektet är ansvarsfrågan gällande det logistiska. SAPA är ett företag som tillverkar och säljer produkter men de erbjuder inte montage av deras produkter. Problemet som uppstår här är att Lindesbergsbostäder haft väldigt svårt att hitta en entreprenör som tar ett helhetsansvar och framför allt ett företag som kan lägga egna utvecklingspengar på att utveckla montaget [12].

## 7 Intervjuer

### 7.1 Intervjuer med beställare

I detta avsnitt redovisas de intervjuer som utförts med beställare av tre olika fasadssystem. Intervjuerna har utförts på ett varierande sätt. Intervjun med *Ing-Marie Odegren, VD Alingsås hem* och *Johan Lundqvist, VD Svenska bostäder* skedde via telefon medan *Camilla Karlsson, Projektledare Eskilstuna Kommunfastigheter AB* valde att besvara ställda frågor via mail. Innan intervjuerna påbörjades diskuterade författarna av denna rapport relevanta frågor till dessa intervjuer.

Efter att ha läst lite om respektive projekt dök tankar och funderingar upp som vi ville ha svar på. Vi började med att fundera och resonera kring frågor som vi trodde skulle vara väldigt svåra att reda ut på egen hand och frågor som behövde direkta svar från nyckelpersoner i respektive projekt. Med den valda metoden att intervjua direkta beslutfattare i de olika projekten har vi reducerat ett antal felkällor och ökat trovärdigheten i vår undersökning. Frågorna som vi ställt har i grunden varit liknande till alla beställare, det som skiljer dem åt är att vid telefonintervjuerna fanns möjlighet till följdfrågor som gav betydelsefulla svar. Här nedan är det frågor som vi från början tänkt ställa till alla beställare:

1. Vilka var fördelarna med det valda fasadsystemet?
2. Vilka var nackdelar med det valda fasadsystemet?
3. Har systemet uppfyllt förväntningarna när det gäller inomhusklimatet samt energikostnaderna?
4. Vilka var de primära orsakerna till att renoveringen utfördes?
5. Vilka var anledningarna till att valet föll på FRONTS system.
6. Vilka renoveringsåtgärder utfördes?
7. Hur får man bostadsföretag likt ert att våga göra antaganden av
8. framtida intäkts- och Kostnadsutvecklingar samt ekonomiskt utfall av
9. energieffektiviseringarna.
10. Pris/ m<sup>2</sup> vägg för projektet.

Andra frågor som förekommer i intervjuerna är följdfrågor som ställts under samtalet.

Syftet med denna undersökning är att få fram beställarens uppfattning av det valda systemet. För- och nackdelar med valt system och om det finns utrymme för vidareutveckling. Dessutom ville vi ta reda på vad som krävs för att bostadsföretag skall satsa på en hållbar renovering.

### 7.1.1 Alingsås hem

*Ing-Marie Odegren, VD Alingsås hem*

Hej Ing-Marie!

Vi kontaktar dig i samband med vårt examensarbete som jag, min kollega och konsultföretaget COWI Göteborg är delaktiga i. Vi gör undersökningar av energieffektiva fasadlösningar till flerbostadshus uppförda under miljonprogrammet och har som mål att hitta utvecklingsmöjligheter för dessa. Renoveringen av Brogården är ett väldigt intressant projekt som vi vill veta mer om. Vi har också studerat det fasadsystemet som ni har valt att använda och vill ställa ett par frågor.

- ***Kan du berätta lite hur ni resonerade när ni planerade renoveringen av området Brogården.***

Jag vill börja med att säga att vi på Alingsåshem har sett väggen som en del av det hela. Vi vill bevara själen, karaktären och känslan av det befintliga området. Vi gick igenom många analyser av flera olika system och valet föll på ett relativt utvecklat system från Elementum.

- ***Du säger att ni valde ett utvecklat system, kan du utveckla ditt svar lite?***

Alingsåshem strävar alltid efter att erbjuda en god levnadskomfort till sina hyresgäster och har därför ambitioner att renovera alla de bostäder som inte uppfyller detta krav. Med det sagt så behöver vi tillsammans med någon leverantör av fasadsystem komma med en prototyp som i grunden kan användas i framtida projekt. Därför passade detta system som hade en bra grund att bygga vidare på väldigt bra för oss.

- ***Vilka var de största fördelarna med detta system?***

Fördelarna var många. Som jag sa tidigare ville vi bevara så mycket vi bara kunde av karaktären av detta område och det lyckades vi också göra. Rent byggtekniskt så har systemet lika så stora fördelar. Vi lyckades utveckla ett system tillsammans med Elementum som kan byggas helt prefabricerat inkl. infästning av fönster och dörrar. Detta gör det möjligt att undvika att evakuera hyresgästerna, kortare arbetstid på bygget, enklare montering, inga ställningar och presenningar som stör utsikten. Vi hade en arbetsmiljö som var väldigt städad och lugn. Systemet håller passivhusstandard vilket är en stor bidragande faktor till att vi lyckats sänka våra uppvärmningsenergikostnader betydligt.



- ***Det låter som att ni är väldigt nöjda med resultatet av detta system! Men om vi måste hitta några nackdelar, vilka skulle detta kunna vara?***

I och med att AB Alingsåshem arbetar med ständig förbättring fångas de saker som inte fungerat så bra upp under projektet, så de negativa erfarenheterna har varit få. Finns inget jag kan komma på såhär på rak arm.

- ***Har systemet uppfyllt förväntningarna när det gäller inomhusklimatet samt energikostnaderna?***

Idag är byggnaden så gott som dragfri och inomhuskomforten är så bra den kan bli! Vi har det varmt vintertid och svalt sommartid, precis som man vill ha det. När det gäller energikostnaderna så hade vi som mål att sänka uppvärmningskostnaderna med 75 %. Detta mål uppfylldes och överträffades med ca 10 %. Vi har idag siffror på en sänkning med 85 % av uppvärmningskostnaderna.

- ***Vilka var de primära orsakerna till att renoveringen utfördes?***

När AB Alingsåshem beslutade om renovering hade husen tekniska brister såsom fasadtegel som vittrat sönder, köldbryggor vid indragna balkonger, dragiga lägenheter, hög energianvändning, dålig ljudisolering samt läckande rör. Ytterligare faktorer att beakta var behov av större variation av lägenhetsstorlekar, ökad tillgänglighet, hissinstallationer, modernisering av tvättstugor, gemensamhetslokaler samt kompletteringsbebyggelse. Dessutom var det viktigt att ha hänsyn till gestaltungsfrågor och kulturhistoriskt värde.

- ***Vilka renoveringsåtgärder utfördes?***

Husen på Brogården renoveras med passivhusteknik och omfattar i stora drag: Tilläggsisolering av delar av fasad och helt nya utfackningsväggar, tilläggsisolering av vind och tak, sockel och i viss omfattning även platta på mark och källare, byte av uppvärmningssystem till luftburet med värmeåtervinning på frånluften. En del av den gamla balkongen byggdes även in för att bryta köldbryggor i fasaden och skapa en kompensation av den förlorade arean i vardagsrummet som användes för att förstora badrummet.

Nya fristående balkonger monterades utanför den nya fasaden. Lägenheterna har tillgänglighetsanpassats vilket har inneburit åtgärder i entréer och utökad area i badrum.

- ***Du sa lite tidigare att ni valde ett outvecklat system. Gjorde ni några förändringar under projektets gång, Vilka var dessa förändringar i så fall? och vilket resultat blev det av ändringarna?***

Ja vi gjorde lite förändringar på systemet. Det vi gjorde var att ändra små detaljer i systemet som gjorde att vi fick färre moment i tillverkningen av elementen. Vi gick bland annat ner från 3 isolerskikt till 2. Vi gick alltså inte ner i tjocklek utan endast ändrade antal skikt men behöll den ursprungliga isolertjockleken. Resultatet av detta blev att vi fick en effektivare produktion av elementet.

- ***Hur får man bostadsföretag likt ert att våga göra antaganden av framtida intäkts- och kostnadsutvecklingar samt ekonomiskt utfall av energieffektiviseringarna?***

Jag tror att det är på gång, mycket mer än det var när vi började med detta! Det som krävs är att man har en vision och har man tror på den till 100 %. Man måste även ha långsiktigt tänkande!

- ***Pris/ m<sup>2</sup> vägg för projektet.***

Tyvärr är detta omöjligt för mig att svara på och jag tror inte att ni kommer ha så stor nytta av just det pris vi hade. Detta projekt var som sagt ett väldigt speciellt projekt som innefattade väldigt mycket forskning och provning och kan beskrivas som ett pilotprojekt.

- ***Finns det något med det valda systemet som ni nu i efterhand känner att ni kunde ha gjort bättre?***

Som jag sa tidigare så jobbar vi på AB Alingsåshem med ständig förbättring vilket gör att de saker som inte fungerat så bra fångas de upp under projektet

## 7.1.2 Eskilstuna Kommunfastigheter AB

*Camilla Karlsson, Projektledare Eskilstuna Kommunfastigheter AB*

Hej Camilla!

Vi kontaktar dig i samband med vårt examensarbete som jag, min kollega och konsultföretaget COWI Göteborg är delaktiga i. Vi gör undersökningar av energieffektiva fasadlösningar till flerbostadshus uppförda under miljonprogrammet och har som mål att hitta utvecklingsmöjligheter för dessa. Renoveringen av Lagersberg är ett väldigt intressant projekt som vi vill veta mer om. Vi har också studerat det fasadsystem som ni har valt att använda och vill ställa ett par frågor.

- ***Vilka var fördelarna med det valda fasadsystemet?***

En stor fördel är att man inte behöver dra invändiga tilluftskanaler utan dessa placeras utvändigt i stället gömt i fasaden (i isoleringen). Det är även ett smidigt system att använda vid Rot och energirenoweringar då det ökar möjlighet en till kvarboende under byggnationen.

- ***Vilka var nackdelar med det valda fasadsystemet?***

*Svar:* När vi testade systemet var det helt nytt och hade inte testats i verkligheten så det fanns några punkter som behövde förbättras (brand, renbarhet etc, men det har entreprenören tagit till sig och justerat).

- ***Har systemet uppfyllt förväntningarna när det gäller inomhusklimatet samt energikostnaderna?***

*Svar:* JA!

- ***Vilka var de primära orsakerna till att renoveringen utfördes?***

*Svar:* Vi hade många vattenskador i området vilket bidrag till att det var dags för ROT (Reparation och tillbyggnad) renovering. Fasaderna var även i behov av omputsning.

- ***Vilka var anledningarna till att valet föll på FRONTS system.***

*Svar:* Vi är medlemmar i BEBO (Bebostad.se) och där hade man tidigare gjort en upphandling där SMARTFRONT hade lämnat in sitt bidrag. Dock hade de inte testat systemet i verkligheten så vi fick bidrag från energimyndigheten att testa systemet.

- ***Vilka renoveringsåtgärder utfördes?***

*Svar:* Mål - Halvera energianvändningen från 175kWh/m<sup>2</sup> till 90 kWh/m<sup>2</sup>. – ROT renovering

ÅTGÄRDER:

- Stambyte med kassettsystem
- Uppfräschning av äldre kök (luckor & bänkar)
- Tilläggsisolering av fasad och grund med 50 mm samt ny puts.
- Tilläggsisolering av vind med 500 mm isolering.
- Byte av fönster samt nytt parti i kök mot balkong

FTX - ventilation.

- Byte av sekundärledningar mellan husen.
- Bytt trapphusbelysning mot energieffektivare och styrd. Bytta värmestamventiler och reglerventiler.
- Installerar solfångare etapp 1/Solceller i etapp 2.
- Installation av individuell varmvatten mätning.
- S-Front fasadsystem ett hus etapp 2
- Installation av hiss. Ett trapphus etapp 2

Tätning av ventilations schakt på grund av problem i etapp 1

- ***Hur får man bostadsföretag likt ert att våga göra antaganden av framtida intäkts- och Kostnadsutvecklingar samt ekonomiskt utfall av energieffektiviseringarna.***

*Svar:* Jag kan bara svara för vårt företag. Men vi har halverat kostnaderna för fjärrvärme efter åtgärderna i Lagerbergs så för oss har det gett bra utfall. Vi har också fått vårt energipris justerat (effekttaxa) mot tidigare rörligtaxa. Detta har också påverkat vår lönsamhet något.

- ***Pris/ m<sup>2</sup> vägg för projektet.***

*Svar:* har ingen sådan utbrytbar siffra. Vi fick dessutom ett ”demonstrationspris” på systemet samt bidrag från energimyndigheten. Men kolla med FRONT vad det kostar per m<sup>2</sup> eller liknande.

### 7.1.3 Svenska bostäder

*Johan Lundqvist, VD Svenska bostäder*

Hej Johan!

Vi kontaktar dig i samband med vårt examensarbete som jag, min kollega och konsultföretaget COWI Göteborg är delaktiga i. Vi gör undersökningar av energieffektiva fasadlösningar till flerbostadshus uppförda under miljonprogrammet och har som mål att hitta utvecklingsmöjligheter för dessa. Renoveringen av Trondheim, Järva är ett väldigt intressant projekt som vi vill veta mer om. Vi har också studerat det fasadsystemet som ni har valt att använda och vill ställa ett par frågor.

- ***Kan du berätta lite hur ni resonerade när ni planerade renoveringen av området Trondheim.***

Som du kanske känner till så har vi (Svenska Bostäder) ett avtal med miljöförvaltningen och Stockholms stad gällande energieffektivisering. En liten del av detta avtal säger att vi skall pröva och jämföra en prefabricerad lösning jämfört med traditionellt puts på tilläggsisolering som vi för det mesta har använt vid tidigare renoveringar. Därav föll valet på ett prefabricerat system. När projektet i Trondheim var på tapeten, vilket var för cirka två år sedan upplevde vi att det inte fanns helt färdigutvecklade system som kunde användas. Men det som hade kommit en bra bit på vägen och där vi upplevde att det fanns bra utvecklingsmöjligheter var företaget Soleed.

- ***Du säger att systemen för två år sedan inte riktigt var färdigutvecklade. Kan du förklara lite vad som inte var utvecklat och vilka brister du såg då?***

Den största utmaningen som vi ställdes inför var att systemet som Soleed levererade var helt obeprövat. Där fanns stora problem med det logistiska, vem som skulle leverera vad och så vidare. Soleed hade i vårt fall endast tagit fram en "vägg typ" men inte tagit fram de anpassade detaljerna som skulle anpassas till den befintliga byggnaden. Här var vi tvungna till att lägga ner mycket arbete med hjälp av andra konstruktörer som behövde rita och räkna på detta Prefab system. Nu blev det helt plötsligt en ekonomisk fråga som var väldigt svårlöst.

- ***Ser du någon framtid med system likt Soleeds***  
Givetvis kan det finnas en väldigt bra framtid med system likt Soleeds. Jag tror bara att det gäller att hitta rätt koncept att följa. Får man till alla detaljer och leverantören av systemet tar ansvaret för att systemet i princip bara skall kunna monteras på plats så tror jag att vi har kommit en bra bit på vägen till statens ambition att sänka energianvändningen för alla bostäder med 50 % fram till 2050.
- ***Har systemet uppfyllt förväntningarna när det gäller inomhusklimatet samt energikostnaderna?***  
Just detta projekt var lite speciellt då vi inte använde Soleeds lösning på hela byggnaden vilket gör att jag inte kan ge just detta system all cred. Men jag kan med all säkerhet säga att väggen håller hög klass och kan användas till byggnader med lågenergikrav och passivhuskrav.

## **7.2 Intervjuer med hyresgäster**

Nedan redovisas 3 ställda frågor till tio slumpmässigt utvalda hyresgäster på två olika bostadsområden, Komarken i Kungälv och Brunnsbo i Hissingen. Fem personer från vardera område har ställt upp och svarat på frågor vid en live träff ute på bostadsområdet. Frågorna som ställdes har haft i syfte att generera svar som skulle ligga till grund för krav som enligt hyresgästen kännetecknar ett bra fasadrenoveringssystem.

Svaren från dem 10 intervjuade personerna var väldigt lika och kommer att sammanfattas som ett svar under frågorna.

- ***Hur tror ni att en period av en omfattande renoveringar av flerbostadshus ser ut.***  
Uppfattningen som hyresgästerna hade var väldigt lik. Dem beskrev en väldigt händelserik period med tidigt bankande och inte det där lugna som man är van vid. Ofta höga ställningar med många människor på som går runt och gör sitt arbete. Här sätts ofta det privata livet lite ur spel säger hyresgästerna som tror att persiennerna konstant måste vara nere då man inte vill ha en okänd snickare som står och kollar in. En vanlig dagsrutin som att sitta vid köksbordet och ta en kopp kaffe medan man kollar ut över innergården blir förmodligen väldigt svårt under en sådan här renovering.

- ***Har ni vart med om en omfattande renovering? Om ja, vad hade ni för negativa och positiva upplevelser?***

2 av hyresgästerna har tidigare varit med om en fasadrenovering där byggnaden tilläggsisolerades och fönster byttes. Dem negativa upplevelserna där var att byggnaden omslöts av ställningar som störde utsikten och ljusframkomligheten som för dem var väldigt viktig. Det fanns också en viss oro som gjorde att dem alltid skyndade sig lite extra när dem gick i närheten av ställningarna. Detta gjorde dem för att dem hade en otäck känsla av att något kunde lossna från ställningarna och falla över dem. Denna känsla hade dem speciellt under vindkraftiga dagar. Ett stort problem som också upplevdes under renoveringen var att det inte gick att vädra lägenheten i den utsträckning som önskades. Anledningen till detta var att damm och andra partiklar tog sig då in i lägenheten. Det positiva var att det blev ett bra resultat av renoveringen vilket också var det viktigaste för dem.

- ***Vad är det viktigaste som en entreprenör och fastighetsägare bör ta hänsyn till vid en renovering?***

Det viktigaste som dem 10 hyresgästerna kom fram till var:

- Slippa byggställningar och presenningar
- Det ska vara kort montagetid så att störande moment inte blir långvariga
- Det ska vara minimalt med arbete inifrån lägenheterna
- Slippa evakueras
- Resultatet av renoveringen ska vara god

### 7.3 Intervju med konsult

Innan intervjun påbörjades visades intervjun med beställarna och hyresgästerna upp för konsulten. Tillsammans skulle vi nu anpassa funktionskraven efter deras förväntningar

- ***Vad är det viktigaste att tänka på när man ska utföra en fasadrenovering?***

Det absolut viktigaste är att göra en inventering av den befintliga byggnaden! Men som jag hört av er tidigare så är detta en av de avgränsningar som ni har. Ni har valt att koncentrera er på två målgrupper. Vi söker alltså funktioner som kommer uppfylla hyresgästens och beställarens förväntningar.

För att få en bra grund, en grund att bygga vidare på måste systemet uppfylla BBR:s krav.

Hyresgästerna förklarade också väldigt tydligt att de inte gillade ställningar och andra hjälpmedel som kan upplevas som störande. För att slippa detta är det nästan ett måste att systemet är ett prefabricerat system så att montaget kan skötas med hjälp av kranar istället.

- ***Större renoveringar utförs oftast av fastighetsbolag för att dels höja levnadskomforten för sina hyresgäster men också för att sänka sina egna utgifter/månad. Är det en bra ide att renovera mot passivhusstandard?***

Passivhusstandard är ett väldigt brett begrepp med väldigt höga krav. En standard som är beroende av många moment som samverkar. Det räcker inte att ha ett väldigt bra ventilationssystem om väggen inte är lufttät och bra isolerad exempelvis. Jag hade hellre sett att ni använder er utav begreppet lågenergi hus vilket jag tror passar bättre vid renoveringar. Men jag vet också att beställare av fasadsystem ofta använder begreppet passivhus så därför är det upp till er att välja! Det är väldigt svårt att veta om just väggen håller passivhusstandard. Men om ni granskar olika referensprojekt till systemen och själva försöker lista ut hur stor inverkan väggen har haft i det hela så kan det vara ett krav som ni kan använda i er matris.

- ***Finns det något som du tycker är viktigt att ha med sig när man letar efter ett bra fasadsystem?***



Som jag tidigare sa så är passivhusstandard en standard som är beroende av väldigt många moment. Det viktiga här är att inte stirra sig blind på fasadsystemet i sig utan se ett fasadelement som en del av något större. Att ha integrerade tilluftskanaler ger en bidragande faktor till att uppnå de krav som ställs på byggnaden för att nå passivhusstandard. Om vi letar efter riktigt bra fasadsystem som kan möjliggöra passivhusstandard så tycker jag att ni skall ha integrerade tilluftskanaler som ett krav.

- ***Vad är det som kännetecknar ett bra fasad?***

Det som generellt kännetecknar en bra fasad är att den är lufttät, fuktbeständig och fri från konstruktiva köldbryggor. Ska systemet vara prefabricerat så är det en stor fördel om elementet är lättanpassat till befintlig byggnad. Det kan exempelvis vara att den innersta sidan, sidan som skall appliceras mot den befintliga fasaden ska vara mjuk och kunna ta upp eventuella ojämnheter.



## 8 Resultat

Under detta kapitel kommer tre fasadsystem att utvärderas utifrån framtagna krav baserade på tre perspektiv, hyresgästens och beställarens. Kraven har tagits fram med hjälp av intervjuer med hyresgäster, beställare och konsulter på COWI. Systemen graderas utifrån tre nivåer, **uppfyller, uppfyller delvis och uppfyller inte**. Huruvida systemet uppfyller, uppfyller delvis eller inte uppfyller kraven bestäms med hjälp av faktatexter i rapporten som beskriver systemen, intervjuer av beställare som har erfarenhet av systemen och konsulter som har expertis inom konstruktion.

Det är viktigt att förstå att resultatet av denna tabell inte speglar alla renoveringsprojekt utan är endast utvärderade utifrån de krav som formulerats för just denna rapport.

### 8.1 Kravformulering hyresgäst

- *Det skall finnas möjlighet till att inte bli evakuerad från boendet*
  - Att slippa bli evakuerad från sitt boende var en väldigt viktig punkt för de intervjuade hyresgästerna. Man ansåg att man hellre blev störd av arbetet än att vara tvungen till att flytta till ett tillfälligt boende.
  - För att möjliggöra en snabb montagetid är det viktigt att systemet kan ta upp ojämnheter och andra komplikationer som kan uppstå med den befintliga fasaden. Systemet skall också vara flexibelt i utformningen och inte ha som krav att befintlig vägg måste rivas. Det formulerade funktionskravet blir: ***lättanpassad till befintlig byggnad samt flexibilitet i utformningen.***
- *Arbetsplatsen skall vara fri från ställningar och presenningar*
  - Att slippa byggställningar och eventuella presenningar är något som skulle vara väldigt önskvärt från hyresgästens sida. Detta hade gjort att hyresgästen inte hade upplevt renoveringen som störande i samma utsträckning och inte hade behövt oroa sig över att något kommer falla ner när de är ute och går vid byggnaden.
  - För att möjliggöra en arbetsplats fri från ställningar och presenningar är ***prefabricering av elementen*** en bra lösning och blir därför ett av funktionskraven som systemen kommer att granskas ifrån.

- *Minimalt med arbete inifrån lägenheterna*
  - Så mycket som möjligt bör skötas utifrån. Hyresgästen vill inte vara bunden till att vara hemma och hålla öppet för hantverkarna eller ge tillstånd för hyresvärden att öppna lägenheten åt okända hantverkare som smutsar ner halva lägenheten.
  - Detta möjliggörs genom att systemen utformas på ett sätt som gör att de mesta av arbetet går att utföras utifrån. Systemet skall vara **flexibelt** och kunna anpassas efter förutsättningarna som finns.
- *Kort montage tid som möjligt*
  - Ett renoveringsprojekt upplevs alltid som störande oavsett hur smidigt det än är. Därför säger hyresgästerna att systemet bör möjliggöra kort montage tid så att störande moment inte blir långvariga.
  - För att möjliggöra en snabb och effektiv montage tid samt en minimal påverkan på hyresgästerna är **prefabricering av elementen** en bra lösning. Ytterligare en faktor som ger fördel till systemet är om systemet kan ta upp ojämnheter och andra komplikationer som kan uppstå med den befintliga fasaden. Systemet bör alltså vara **lättanpassat till befintlig byggnad samt ha flexibilitet i utformningen**.
- *Lugn och städad arbetsmiljö*
  - Miljön kring arbetsplatsen bör vara lugn och städad. Hyresgästen ska inte behöva oroa sig för att bli skadad och systemets montage ska helst inte innebära hög ljudnivå under längre period.
  - Detta möjliggörs genom att systemen inte är i behov av ställningar och andra hjälpmedel som av hyresgästen kan upplevas som farliga och störande. Detta är möjligt om systemet är **Prefabricerat**.
- *Minimalt med damm och andra skadliga partiklar ska förekomma under renoveringen*
  - Under byggtiden och arbetet ska systemet avge så lite damm och andra skadliga partiklar som möjligt. Det ska gå att vädra en lägenhet utan att på ett eller annat sätt få in förorenad luft.
  - Att undvika damm och annan byggsmuts är svårt. Dock ska systemen inte bestå av material som kan skada människa eller miljö och detta säkerställs om **BBR:s krav** uppfylls.

- *God levnadskomfort efter renovering*
  - Sist men inte minst ska systemet ge en god levnadskomfort som innebär att konstruktiva köldbryggor och andra olägenheter elimineras.
  - För att fasaden ska kunna vara en bidragande faktor till den goda levnadskomforten efter en renovering bör det nya systemet vara **lufttätt, fritt från konstruktiva köldbryggor och vara fuktbeständigt**

## 8.2 Formulering av funktionskrav

- *Systemet uppfyller BBR:s krav vad det gäller termiskt klimat, fukt och energihushållning vid renovering av klimatskal.*
  - Detta är ett lägsta krav som systemet måste uppfyllas. Detta är också en bra grund att bygga vidare på och utveckla systemet ifrån.
- *Systemet skall vara prefabricerat*
  - För att möjliggöra en snabb och effektiv montagetid samt en minimal påverkan på hyresgäster är prefabricering av element viktigt.
- *Själva fasadsystemet ska hålla passivhusstandard*
  - Själva väggen ska klara passivhusstandard vilket nödvändigtvis inte behöver betyda att hela byggnaden kommer klara passivhuskraven.
- *Integrerande tilluftskanaler*
  - För att nå passivhuskraven krävs att elementet är en del av hela byggnaden och kan man då gömma tilluftskanalerna i fasaden möjliggör man ett bra ventilationssystem som är en viktig del.

- *Lufttät konstruktion*
  - För att konstruktionen ska vara energieffektiv är lufttäthet en viktig egenskap.
- *Fritt från konstruktiva köldbryggor*
  - Köldbryggor är energibovar och kan vid större temperaturskillnader medföra kondensbildning i och på materialet. Därför är det ytters viktigt att det inte finns konstruktiva köldbryggor i systemet.
- *Lättanpassad till befintlig byggnad/flexibilitet*
  - För att möjliggöra en snabb montageid är det väldigt viktigt att systemet kan ta upp ojämnheter och andra komplikationer som kan uppstå med den befintliga fasaden.

### 8.3 Kravformulering beställare

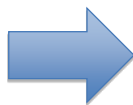
- *Ha uppfyllt kraven som hyresgästen ställt*
  - För beställaren är kraven från hyresgästen väldigt viktiga och är av samma vikt.
  - Detta möjliggörs genom dem förslagna funktionskraven som beskrivs under hyresgästernas krav.
- *Systemet ska vara en långsiktig lösning*
  - Systemet ska vara hållbart och ska på längre sikt finansiera den genomförda renoveringen.
  - En långsiktig lösning kännetecknas av en ***hållbar konstruktion*** med ***låg energiförbrukning***.
- *Sänka effekten och energin på ett år*
  - Systemet ska sänka effekt och energiförbrukning på ett år
  - För att sänka effekten och energiförbrukningen på ett år krävs en välplanerad konstruktion som samverkar med resten av byggnaden. Systemet måste vara ***lufttät, välisolerad*** och bestå av ***goda infästningslösningar av fönster och dörrar***. Om Systemet kan hålla ***passivhusstandard*** är det en stor fördel.

- *Bevara själ och karaktär av befintligt område*
  - Systemet ska möjliggöra att den befintliga själen och karaktären av området behålls.
  - För att kunna bevara *själ och karaktär av ett befintligt område* bör utseendet av byggnaden efter renoveringen påminna om den ursprungliga. Detta möjliggörs om systemets yttre skal går att variera och anpassa efter dem förutsättningarna som finns. Ett **flexibelt** system är alltså nödvändigt.
- *Det ska finnas bra logistiska lösningar*
  - Tillverkningsföretaget av systemet ska ha bra logistiska lösningar som underlättar för beställare och hantverkare.
  - Det krävs god kommunikation mellan olika parter så att projekten kan flyta på utan störningar.

## 8.4 Utvärderingstabell

Tabell 4: Redovisning av om systemet uppfyller, uppfyller delvis eller inte uppfyller kraven.

Typ	Krav
Hyresgäst	Möjlighet till att slippa evakuering
	Byggarbetsplats fri från ställningar och presenningar
	Minimalt med arbete inifrån lägenheterna
	Kort montagetid
	Lugn och städad arbetsmiljö
	God levnadskomfort efter renovering
	Minimalt med damm och skadliga partiklar som förekommer under renovering
	Ha uppfyllt kraven som hyresgästen ställt samt funktionskraven
Beställare	Är en långsiktig lösning
	Sänka effekten och energin på ett år
	Bevara själ och karaktär av befintligt område
	Finns bra logistiska lösningar med tillverkningsföretag



Funktion	Uppfyllnadsgrad		
	Elementum	Soleed	Smartfront
Uppfyller BBR:s krav	Ja	Ja	Ja
Prefabelement	Ja	Ja	Nej
Passivhusstandard	Ja	Delvis	Delvis
Integrerade tilluftskanaler	Nej	Nej	Ja
Lufttät konstruktion	Ja	Ja	Ja
Fritt från konstruktiva köldbryggor	Ja	Ja	Ja
Lättanpassad befintlig byggnad/flexibilitet	Delvis	Ja	Ja



## 9 Slutsats/Diskussion

Under detta kapitel kommer resultatet från tabell 4 att diskuteras. Vi kommer att lyfta fram för och nackdelar med systemen och sedan komma med förslag på utvecklingsmöjligheter. Elementum, Soleed och Smartfront kommer få sin egen slutsats och diskuteras utifrån ens egna egenskaper.

Beställare och konstruktörer är eniga om att inventering av befintlig byggnad är det absolut viktigaste när någon form av fasadrenovering ska utföras där den befintliga fasaden ska behållas. Den befintliga fasadens utformning är av största vikt att beakta. Det som en gång utgjorde det yttersta skalet av en byggnad kommer nu hamna inomhus. Hur kommer konstruktionen att reagera på detta? Detta är aspekter som vi inte tagit hänsyn till i vår undersökning men som måste beaktas vid fasadrenovering.

Vi vill också säga att varje renoveringsprojekt är unikt och det är en omöjlighet att ta fram ett system som skulle passa för alla fasadrenoveringar. Det kommer alltid att finnas förutsättningar som gör att ett fasadsystem som passar bäst på ett visst projekt inte kommer att passa lika bra på ett annat.

### 9.1 Elementum ECO

Elementum ECO är ett system med många fördelar som uppfyller de flesta av våra formulerade krav.

Ur hyresgästens perspektiv är Elementums system en väldigt bra lösning. Systemet uppfyller de funktionskrav som krävs för att möjliggöra en lugn och trygg arbetsmiljö som efterfrågas av hyresgästerna under en renovering. Här ser vi inget behov av utveckling utan är väldigt nöjda över vad systemet erbjuder.

Systemet är idag välutvecklat. Trots detta ser vi möjligheter till vidareutveckling som hade gjort detta system mer komplett och gett systemet ytterligare en bidragande faktor till en lägre energianvändning. Med tanke på systemets flexibilitet när det kommer till utformning ser vi en möjlighet till att integrera tilluftskanaler i elementen. Integrering av tilluftskanaler möjliggör att ett effektivt FTX-system (Från- och tilluftsventilation med återvinning) används och stora mängder energi kan sparas. Det tror vi hade ökat attraktionskraften för potentiella kunder då detta skulle resultera i ännu lägre energikostnader för fastighetsbolagen.

Efter vår fördjupning i Elementums system fick vi en uppfattning om att det är ett flexibelt system och går att använda vid de flesta renoveringar. Detta system ställer inga krav på att de befintliga utfackningsväggarna måste behållas utan det går att ersätta dem utan större problem. Det funkar också lika bra att använda systemet på befintlig fasad. För att underlätta arbetet när elementen ska appliceras på befintlig fasad vill vi föreslå att det innersta skiktet av elementet som skall möta den befintliga fasaden görs mjuk. Ett exempel på detta kan vara att det innersta skiktet utgörs av en mjuk isolerskiva. Detta gör att ojämnheter och andra oönskade aspekter fångas upp av denna mjuka del och man slipper en hel del förarbete för att göra den befintliga fasaden jämn

I beställarens intresse ligger att skapa en god levnadskomfort för sina hyresgäster samt att sänka sina egna utgifter. Detta uppfylls delvis redan med systemet som Elementum tagit fram idag, men vi tror att elementet skulle vara ännu mer intressant om det innehöll integrerade ventilationskanaler och ett mjukare och mer flexibelt innerskikt.

## **9.2 Soleed**

Soleed är ett välutvecklat system med många fördelar. Systemet kännetecknas av kerambetongens speciella egenskaper som har gett en positiv påverkan på egenskaper hos systemet.

Detta är ett väldigt effektivt system på många olika sätt. Systemet största fördelar är själva materialegenskaperna som tidigare beskrivits i rapporten samt montagetiden som är väldigt kort. Här krävs inga ställningar och andra föremål som av hyresgästen kan upplevas som störande. Därför ser vi inget behov av utveckling av detta system när det gäller hyresgästens krav.

Soleedelementets funktionsegenskaper visar ett välutvecklat system med många fördelar. Ett köldbryggsfritt system med ett konstruktionsutförande helt fritt från organiska material. Systemet är även lufttätt och har en beständig utformning som ger en långvarig livslängd. Den 200 mm tjocka högvärdiga isoleringen ger en väl isolerande effekt på konstruktionen. Vi ser dock att det finns ytterligare möjligheter till att förbättra systemets energiprestanda. Att integrera tilluftskanaler i systemet skulle möjliggöra att ett effektivt FTX-system (Från- och tilluftsventilation med återvinning) används och stora mängder energi skulle kunna sparas. Det tror vi hade ökat attraktionskraften för potentiella kunder då detta skulle resultera i ännu lägre energikostnader för fastighetsbolagen. Dagens utformning av systemet gör det inte möjligt att integrera tilluftskanaler då dessa hade utgjort stora köldbryggor. Här finns utvecklingspotential av utformningen och ett förslag från vår sida är att öka isolertjockleken så att de integrerade rören omsluts tillräckligt av isolering och

inte utgör en köldbrygga. Vi har inte gjort vidare undersökning på huruvida detta skulle påverka elementets hållfasthet och andra viktiga aspekter.

I beställarens intresse ligger att skapa en god levnadskomfort för sina hyresgäster samt att sänka sina egna utgifter. Detta uppfylls delvis redan med systemet som Soleed tagit fram idag, men energibesparingarna skulle kunna ökas ytterligare om tilluftskanalerna integrerades.

### **9.3 Smartfront**

Smartfront är till skillnad från de två andra systemen inte ett prefabricerat system utan påminner mer om traditionell tilläggsisolering med integrerande tilluftskanaler.

Smartfront är likt de andra två systemen ett system med många fördelar. Systemet ger en god energiprestanda och har integrerande tilluftskanaler som gör det möjligt att nå passivhuskraven. Systemet är platsbyggt och kräver både ställningar och presenningar under arbetets gång och kan av hyresgästen ofta upplevas störande. Detta är ett moment som kan göra hyresgästen orolig över att få verktyg eller andra föremål över sig. För att undvika detta ser vi en utvecklingsmöjlighet och det är att göra systemet prefabricerat och föra över styrande moment till fabrik. Samtidigt ska de kvalitetskritiska passningsmomenten behållas på plats. Den här utvecklingen hade lett till en kortare montagetid och montage som hade kunnat skötas med hjälp av kranar och liftar istället för ställningar.

Vid tidigare projekt där smartfronts lösning använts har problem med underhåll kartlagts, rensbarhet av rör har varit ett vanligt problem. För att lösa detta föreslår vi att förändra utförandet av de skarpa vinklarna på kanalerna. Istället för att använda 90 graders böjningar ser vi att större vinklar används vilket skulle underlätta åtkomligheten vid rensning av kanalerna. Enligt figur 10 syns de skarpa vinklarna.

Ur beställarens perspektiv är detta ett enkelt och smidigt system som ger en god energiprestanda. Projekteringstiden är väldigt låg till skillnad från de andra två systemen och här finns inte större problem med logistiska frågor eftersom det endast behöver vara två parter som synkas. Dessutom är det möjligt att slippa evakuera hyresgästerna eftersom allt arbete sker utifrån. Om systemet görs prefabricerat och vinklarna på kanalerna ändras skulle Smartfornts system bli ett väldigt komplett system som både beställare och hyresgäster skulle finna intressant.



## 10 Referenser

1. Boverket. Under miljonprogrammet byggdes en miljon bostäder.  
<http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljonprogrammet/>. (Hämtad mars 2015).
2. Energimyndigheten, Boverket och Naturvårdsverket: Informationskampanj, Renovera energismart.  
<http://www.renoveraenergismart.se/renovera-energismart/>. (Hämtad mars 2015).
3. Energieffektivisering i bostäder och lokaler.  
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Energieffektivisering/Bostader-och-lokaler/>. (Hämtad april 2015).
4. Energimyndigheten, Boverket och Naturvårdsverket: Informationskampanj Renovera energismart. Nationella mål.  
<http://www.renoveraenergismart.se/nationellt-mal/>. (Hämtad april 2015).
5. Paroc Group. Parockoncernen. Företagsbeskrivning.  
<http://www.paroc.se/om-paroc/paroc-koncernen>. (Hämtad mars 2015).
6. Elementum eco AB. Företagsbeskrivning.  
<http://www.elementumeco.se/foretaget/>. (Hämtad april 2015).
7. Rockwool koncernen. Företagsbeskrivning.  
<http://www.rockwool.se/om+rockwool/rockwool+koncernen>. (Hämtad april 2015).
8. Passivhuscentrum. Om passivhus. Passivhus är helt enkelt komfortabla, ekonomiska och energieffektiva hus.  
<http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhus>. (Hämtad mars 2015).
9. Intressegrupp passivhus Sverige. Vad är ett passivhus?  
<http://igpassivhus.se/passivhuset/vad-ar-ett-passivhus/>. (Hämtad mars 2015).
10. Soleed Sweden AB. Soleed Production AB. Industriell byggteknik i egen fabrik.  
<http://soleed.se/om-soleed/soleed-production-ab/>. (Hämtad april 2015).

11. Paroc. Innova – halvera renoveringstiden. Broschyr.  
<http://www.paroc.se/Kampanjer/~~/media/Files/Brochures/Sweden/Paroc-Innova-SE.ashx> (Hämtad mars 2015)
12. Mjörnell, Kristina och Blomsterberg, Åke. (2014). *Rationell isolering av ytterväggar och fasader för befintliga flerbostadshus. Slutrapport för utvecklingsprojektet TURIK2*. Göteborg.
13. Marie Odegren, VD Alingsås hem (muntlig kommunikation, mars 2015).
14. Elementum eco AB. Väggelement med slitsade stålreglar och isolering av grafitcellplast. [http://www.elementumeco.se/wp-content/uploads/2013/05/Vaggelement\\_ELEMENTUM\\_eco\\_AB.pdf](http://www.elementumeco.se/wp-content/uploads/2013/05/Vaggelement_ELEMENTUM_eco_AB.pdf). (Hämtad mars 2015).
15. Rockwool. REDAir - Beskrivning av systemet.  
<http://www.rockwool.se/v%c3%a4gledning/fasadisolering/redair+flex++ventilerade+fasader/systembeskrivning>. (Hämtad mars 2015).
16. Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: Studentlitteratur.
17. Boverket. Om läsanvisningar. <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/bbr/allmant/>. (Hämtad april 2015).
18. Front. Systembeskrivning av smartfront.  
<http://smartfront.se/> (Hämtad mars 2015).
19. *Didrik Aurenus, uppfinnare av Smartfront (Muntlig samt elektronisk kommunikation, mars 2015)*.
20. Soleed Sweden AB. ROT-system. Ett fasadrenoveringssystem med flera fördelar. <http://soleed.se/rot-system/>. (Hämtad mars 2015).
21. Paroc AB. PAROC renERGIA renoveringspanel. Produktblad.  
<http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/produkter/pages/isolering-for-ventilerade-fasader/paroc-renergia>. (Hämtad mars 2015)
22. Mikael Olofsson, Paroc (Elektronisk kommunikation, mars 2015)
23. Sapa Group. Produkter. Sapa fasad 4150 EF/ 4150 EF SX.  
<http://www.sapagroup.com/sv/company-sites/sapa-building-system-ab/byggsystem/produkter/fasad-glaspartier/sapa-fasad-4150-ef/>. (Hämtad april 2015).

24. Paroc. Cortex-En vindtät och brandsäker lösning för ventilerade fasader. Broschyr.  
<http://www.paroc.se/~media/files/brochures/sweden/paroc-cortex-se.ashx> (Hämtad mars 2015)
25. Paroc AB. Innovaprojektet – ett nytt och innovativt sätt att renovera flerfamiljshus på ett energieffektivt sätt.  
<http://www.paroc.se/kampanjer/Innova-projektet>. (Hämtad mars 2015).
26. Alingsåshem, Passivhuscentrum, Skanska och SP. Brogården – med fokus på framtiden. Broschyr.  
[http://urkraft.com/files/59\\_alingsashem\\_brogarden\\_passivhus\\_partnering\\_2012.pdf](http://urkraft.com/files/59_alingsashem_brogarden_passivhus_partnering_2012.pdf). (Hämtad mars 2015).
27. Industriefakta AB. (2008). *Förnyelse av flerbostadshus 1961-1975*. Helsingborg.  
[http://www.eio.se/SiteCollectionDocuments/fornyelseavflerbostadshus1961\\_1975.pdf](http://www.eio.se/SiteCollectionDocuments/fornyelseavflerbostadshus1961_1975.pdf). (Hämtad maj 2015).
28. AB Alingsåshem. Om oss. Bostadsbolag i Alingsås.  
<http://www.alingsashem.se/index.php?page=om-alingsashem>. (Hämtad maj 2015).
29. Svenska bostäder. Om oss. Företagsfakta.  
<http://www.svenskabostader.se/sv/Om-oss/Om-Svenska-Bostader/>. (Hämtad maj 2015).
30. Kommunfastighet Eskilstuna. Om oss. <https://www.kfast.se/om-oss/om-kommunfastighet>. (Hämtad maj 2015).
31. Björk, C., Kallstenius, P. och Reppen, L. (2002). *Så byggdes husen 1880-2000*. Stockholm.
32. BFS 2011:6. (2015). *Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR. Konsoliderad version – senast ändrad genom BFS 2015:3 BBR 22*.  
<http://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/bbr-bfs-2011-6-tom-bfs-2015-3-konsoliderad.pdf>. (Hämtad maj 2015).
33. Nevander, L. och Elmarsson, B. (1994). *Fukthandbok*. Stockholm.

