

Miljonlyftet

- Renovering och energieffektivisering av
flerbostadshus från Miljonprogrammet



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Arkitektur och Byggd Miljö/Boende och Bostadsutveckling

Examensarbete:
Victor Tuveesson
Eszter Faludi

© Copyright Victor Tuveesson, Eszter Faludi

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 2012

Sammanfattning

- Titel:** Miljonlyftet, renovering och energieffektivisering av flerbostadshus från Miljonprogrammet.
- Författare:** Eszter Faludi, Victor Tuvevsson
- Handledare:** Laura Liuke, avdelning för Boende och Bostadsutveckling, Lunds Tekniska Högskola.
- Examinator:** Erik Johansson, avdelning för Boende och Bostadsutveckling, Lunds Tekniska Högskola.
- Problemställning:** Fastigheterna byggda under miljonprogrammet är slitna, oattraktiva och förbrukar stora mängder energi. Vad kan man göra för estetiska, ekonomiska, tekniska och ekologiska åtgärder för att förbättra den stora gruppen av byggnader i Sverige?
- Syfte:** Syftet med detta projekt är att visa effekten av våra åtgärder vilket ska ge resultat i form av ett attraktivare och energieffektivare flerbostadshus från miljonprogrammet.
- Metod:** Arbetets huvudsakliga del består i att utföra energianalyser på två olika fall. Byggnaden som vi har valt att arbeta med undersöks i ett program som heter Derob LTH. Programmet utför beräkningar och kommer fram till hur mycket energi som krävs för att bevara den önskade inomhustemperaturen i byggnaden.
- Resultat:** Åtgärderna som består av tilläggsisolering, byte av fönster samt påbyggnad av glas resulterar i en sänkning av energiförbrukningen med drygt 30 %.
- Nyckelord:** Miljonprogrammet, Flerbostadshus, Energieffektivisering, Renovering, Glasfasad.

Abstract

- Title:** Million Boost, renovation and energy upgrade of an apartment building from the old Swedish residential development.
- Authors:** Eszter Faludi, Victor Tuveßon
- Tutors:** Laura Liuke, Housing Development & Management, Faculty of Engineering, Lund University.
- Examiner:** Erik Johansson, Housing Development & Management, Faculty of Engineering, Lund University.
- Issue:** The many apartments that were built during the 1960s are worn down, unattractive and use a lot of energy. What can be done about the esthetic, technical, economical and environmental aspects?
- Purpose:** The purpose of this project is to show the efficacy of the actions that we have come up with. We will show how the energy use will be reduced by doing specific upgrades.
- Method:** Energy simulations are the main focus of the project. We process two different cases which are compared and analyzed. The computer program performs calculations that tell us the amount of energy the building uses.
- Results:** By adding an extension consisting of glass, more insulation and by changing windows we can present a reduction of the energy use of at least 30 %.
- Key words:** Residential development, Apartment buildings, Energy upgrade, Renovation, Glass construction.

Förord

Detta examensarbete omfattar 22,5 högskolepoäng och är den sista avslutande kursen för oss på Byggteknikprogrammet med specialisering på arkitektur. I samarbete med Urban Vision AB har vi under våren 2012 utfört arbetet på avdelningen för Boende och Bostadsutveckling på Lunds Tekniska Högskola.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare *Laura Liuke*, avdelningen för Boende och Bostadsutveckling på Lunds Tekniska Högskola för stöd och tålamod.

Zoltan Kiss på Urban Vision AB förtjänar också ett stort tack för den information och det samarbetet som vi har haft. Vi vill också tacka för det stora engagemang och den motivation som han delade med sig av.

Till sist vill vi tacka vår examinator *Erik Johansson* på avdelningen för Boende och Bostadsutveckling på Lunds Tekniska Högskola för den tid och för den hjälp som vi har fått.

Arbetet är utfört tillsammans som ett team, vi har under hela arbetets gång diskuterat med varandra och tagit gemensamma beslut. Victor har lagt mer tid på programmet Derob LTH medans Eszter har fokuserat mer på Autodesk Revit.

Helsingborg, juni 2012

Eszter Faludi & Victor Tuveßson

Innehållsförteckning

Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Metod	4
1.4.1 Litteraturstudier	4
1.4.2 Energianalys	4
1.4.3 Arkitektur	5
1.4.4 Konstruktion	5
2 Historik om miljonprogrammet	6
2.1 Sverige	6
2.2 Malmö Stad	8
2.3 Hermodsdal	10
2.3.1 Kv. Docenten	10
2.3.2 Kv. Laboratorn	10
2.3.3 Kv. Hermodsdal	12
3 Beskrivning av Docenten 8	14
3.1 Arkitektur	14
3.2 Planlösning	16
3.3 Material	18
3.3.1 Yttervägg	18
3.3.2 Innervägg	18
3.3.3 Tak & Vindsbjälklag	18
3.3.4 Mellanbjälklag	20
3.3.5 Fönster	20
3.4 Energi	20
3.4.1 Fjärrvärme	21
3.5 Ventilation	21
4 Åtgärder för Docenten 8	22
4.1 Arkitektur	22
4.2 Planlösning	22
4.2.1 Plan 1	24
4.2.2 Plan 2	24
4.2.3 Plan 3	24
4.3 Material	26
4.3.1 Yttervägg	26
4.3.2 Innervägg	26
4.3.3 Tak & Vindsbjälklag	27
4.3.3.1 Takisolering	27
4.3.3.2 Duo-tak	28

4.3.3.3 Sedumtak	28
4.3.4 Mellanbjälklag	30
4.3.5 Fönster.....	30
4.4 Påbyggnad	31
4.4.1 Passiv solvärme	32
4.4.2 Solavskärmning	32
4.4.2.1 Utvändig solavskärmning.....	33
4.4.2.2 Invändig solavskärmning	33
4.4.2.3 Integrerad solavskärmning.....	34
4.4.2.4 Val av solavskärmning.....	34
4.5 Energi	36
4.5.1 Uppvärmning.....	36
4.5.1.1 Beskrivning av simulering	36
4.5.1.2 Uppgradering.....	38
4.5.2 Solenergi.....	38
4.6 Ventilation	38
4.6.1 Uppgradering	38
5 Resultat.....	39
5.1 Arkitektur	39
5.2 Miljöpåverkan.....	40
5.3 Konstruktion	40
5.3.1 Yttervägg	40
5.3.2 Tak.....	41
5.3.3 Fönster.....	41
5.4 Energi	42
5.4.1 Sammanfattning av åtgärder	43
5.4.2 Sammanfattning energiförbrukning	43
5.5 Ekonomi	44
6 Diskussion.....	45
6.1 Energiberäkningar - Derob LTH.....	45
6.2 Ekonomi & Energi.....	46
6.3 Konstruktionslösningar	46
6.4 Byggnadens tillstånd	47
6.5 Områdets utformning	47
7 Slutsats.....	48
8 Referenser	49
8.1 Litteratur.....	49
8.2 Elektroniska källor.....	49
8.3 Bilder	52

Inledning

1.1 Bakgrund

Bostadsstandarden i Sverige på 1950- och 60 talet var låg och situationen var akut, folk behövde bättre bostäder och det behövdes framför allt fler bostäder. Därför var det ett stort steg för Sverige när man i riksdagen 1965 beslutade att man skulle uppföra en miljon lägenheter under tio år fram till och med 1974. Detta kallades för "Miljonprogrammet" och var en storsatsning som var nödvändig för Sveriges utveckling.

Över hela Sverige växte det upp nästan identiska bostadsområden med ett hastigt tempo. Det man uppnådde med "Miljonprogrammet" var att lösa bostadsproblemen, folk fick bostäder med en bättre standard än förut. Men eftersom bostäderna uppfördes på ett så effektivt och ekonomiskt sätt som möjligt innebar det att andra viktiga aspekter kom i skymundan. Genom att fokusera på och uppmuntra till att bygga storskaligt blev bostadsområdena oerhört enformiga och inte speciellt attraktiva. Fasadmaterialen som man möts av är oftast betong eller tegel vilket ger en väldigt kall och tråkig känsla.

Eftersom vi idag är mycket miljömedvetna krävs det mer av byggnaderna för att prestera bra. Fastigheterna som ingår i "Miljonprogrammet" är väldigt ineffektiva och förbrukar stora mängder energi. I en värld hårt präglad av energieffektivitet fungerar inte en fastighet från 1960. Byggnaderna är i stort behov av att effektiviseras vilket skulle göra fastigheten mer attraktiv ekonomiskt sätt.

Idag är många av fastigheterna som byggdes under 1960- och 1970-talet mycket slitna och i behov av renovering. Men samtidigt är det inte det enda problemet, utan fastigheterna saknar framför allt attraktionskraft. Det är ingen som med glädje vill flytta till en bostad inom "Miljonprogrammet" utan man flyttar istället med glädje ifrån en bostad inom "Miljonprogrammet".
(Wikipedia)

1.2 Syfte

Vi vill arbeta fram en effektiv renoveringsmetod som resulterar i att fastigheten blir attraktiv och mycket energieffektiv.

Renoveringsmetoden ska påverka hela fastigheten men det behöver inte nödvändigtvis innebära att allt ska förändras i praktiken. Genom att göra en stor förändring på ett så effektivt sätt som möjligt och samtidigt knyta samman hållbarhet, miljö, arkitektur och ekonomi vill vi påvisa lönsamheten med renoveringen.

Renoveringsmetoden ska ses som en specialanpassad metod inriktad på just flerbostadshus från ”Miljonprogrammet” vilket innebär att metoden ska kunna utföras på liknande fastigheter.

Arkitekten Zoltan Kiss har haft en idé sedan länge att förändra fastigheter från 1960-talet. Genom sina egna framtidsvisioner har han byggt upp en stor motivation till att utveckla just flerbostadshus. Vi har valt att samarbeta med Zoltan pga. våra gemensamma värderingar och visioner. Zoltan har verkligen fått vår uppmärksamhet genom sin starka drivkraft av att knyta samman de fyra viktiga aspekterna för en fastighet vilka är, hållbarhet, miljö, arkitektur och ekonomi.

Vi vill att fastigheterna som idag kännetecknas av slitna betongförorter ska förändras till attraktiva moderna bostadsområden med stor energieffektivitet och stor estetisk uppgradering.

1.3 Avgränsningar

Arbetet innefattar en specifik byggnad belägen i Malmö. För att kunna påvisa resultaten använder vi en byggnad som vi förbättrar på olika sätt. Genom att jämföra byggnaden i ursprungligt skick med ett förbättrat alternativ kan vi på ett enkelt och konkret sätt redovisa resultaten. För att kunna genomföra arbetet krävs också begränsningar i antalet åtgärder för byggnaden.

Konstruktionslösningar ingår i arbetet men fördjupningar i bärighetsförmåga och konstruktionsberäkningar har inte genomförts. Genomarbetade konstruktionslösningar med fokus på tilläggsisolering har emellertid gjorts för att kunna uppnå målen med arbetet.

Installationer som finns i byggnaden är betydelsefulla för hur byggnaden fungerar och måste därför ingå i vårt arbete. Men på grund av den mängden arbete som krävs för att göra större ingrepp i byggnadens värmesystem samt ventilationssystem utesluter vi att byta ut något av systemen.

Vi har valt att arbeta mycket med det estetiska, hur byggnaden ser ut och hur byggnadens omgivning kan anpassas till fastigheten. Att göra byggnaden attraktiv är ett av målen med arbetet, därför har vi fokuserat mycket på det.

1.4 Metod

Intresset för att renovera äldre flerbostadshus förde oss till ämnet. Det är ett viktigt och betydelsefullt arbete som behöver göras runt om i Sverige. Miljön påverkas varje dag av olika typer av utsläpp, utsläpp som sker på grund av att vi förbrukar energi. Genom att bygga hus som använder så lite energi som möjligt minskar vi också miljöpåverkan.

1.4.1 Litteraturstudier

Till en början läser vi in oss ordentligt på ämnet, vi lånar böcker och använder oss av internet för att kunna lära oss om hur allt började. Det är av stor betydelse för arbetet att få information om hur och varför det blev som det blev.

1.4.2 Energianalys

Arbetets huvudsakliga del består i att utföra energianalyser på två olika fall. Byggnaden som vi har valt att arbeta med undersöks i ett program som heter Derob LTH. Programmet utför beräkningar och kommer fram till hur mycket energi som krävs för att bevara den önskade inomhustemperaturen i byggnaden. (Derob LTH)

I programmet byggs huset upp som en tredimensionell modell med tak, bjälklag, väggar, fönster och dörrar. Konstruktionen för alla byggnadsdelar bestäms och används såklart i programmet. Detaljerade verktyg gör det möjligt att utforma varje byggnadsdel precis som du vill. Eftersom vi ska jämföra byggnaden före och efter renoveringen krävs det att vi bygger två olika modeller i programmet. För att få fram resultat görs två simuleringar för de olika fallen vilka senare jämförs. Resultaten från Derob LTH används för att redovisa effekten av vår renovering. Genom arbetets gång har vi studerat böckerna ”*Passive houses in Sweden: Experiences from design and construction phase*”(Jansson, 2008) och ”*Climate and Energy Use in Glased Spaces*”(Wall, 1996) som också har genomfört simuleringar i programmet Derob LTH.

1.4.3 Arkitektur

Ritningar och visualiseringar genomförs i Autodesk Revit, fastigheten är byggd efter originalritningar i programmet. Genom att använda Autodesk Revit kan hela byggnadens utseende visualiseras i 3D för att få en realistisk uppfattning av hur den ser ut och kommer att se ut.

1.4.4 Konstruktion

För att redovisa konstruktionslösningar använder vi oss av Autodesk AutoCAD. Genom att visa bilder på konstruktionsdetaljer ökar förståelsen för hur förändringarna ser ut. Att utföra skalenliga konstruktionsdetaljer innebär också att förhållandena mellan de olika materialskikten påvisas vilket är betydelsefullt.

2 Historik om miljonprogrammet

2.1 Sverige

Sverige hade en hög tillväxt, befolkningmängden ökade och industrin gick bättre och bättre. Framtiden välkomnades med stora visioner och mycket positiv energi, alla mörka minnen från andra världskriget var bortblåsta. Men eftersom Sverige inte deltog speciellt aktivt i andra världskriget kan det ha bidragit till att landet under efterkrigstiden kunde utgå från ett starkare samhälle än andra länder som påverkats mer av det största kriget i historien. Sverige var ett av de fattigaste länderna i Europa under 1800-talet men under 1950-talet tar Sverige plats bland de mest framgångsrika länderna i hela Europa. Sverige växte enormt mycket och industrin bidrog till att människor hade arbete vilket också leder till mer omsättning och konsumtion. Det var många tekniska uppfinningar som utvecklades och förändrade levnadsstandarden för miljontals människor, t.ex. kyl- och frysskåp, telefonin, televisionen, jetflygplan och bilen.

Trots att det hade pågått ett relativt stadigt bostadsbyggande under åren efter andra världskriget så befann sig Sverige i en bostadsbrist under 1950-talet. Människor hade stora förhoppningar på att Sveriges politiker skulle lösa bostadsbristen och genom statlig omfördelning av pengar och resurser skulle Sveriges bostadsbrist motverkas. Bostadsbyggandet var mycket starkt reglerat utav lagar bestämmelser men under årens lopp genomfördes förbättringar av hela processen angående ekonomin. Det infördes stöd och bankerna erbjöd också förmånliga lån vilket främjade bostadsbyggandet.

Arkitekturen påverkades mycket av alla lagar och bestämmelser som bostadsbyggandet var reglerat efter. Bostadsstyrelsens skrift *God Bostad* beskriver utrustningsstandarden för bostäder vilken kommer att påverka stora delar av hur planlösningen för bostadshusen kommer att se ut. Men även utformningen av det exteriöra delarna av bostäderna kommer att påverkas mycket utav bostadsstyrelsens normer. Större delen av byggnaderna var dock fortfarande traditionellt klädda i tegel. Något som påverkade utformningen angående våningsantal var kravet på hiss för hus med fyra eller fler våningar, kravet infördes 1960 i bostadsstyrelsens skrift *God Bostad* och resulterade i att trevåningshus blev det absolut vanligaste våningsantalet under 1960-talet.

Men att bygga högre byggnader ansågs inte vara enbart negativt. Under hela 1950-talet byggdes en mindre andel högre byggnader vilket senare ökade något under några år framåt. Genom att bygga på höjden kunde utrymmet utnyttjas mer och det blev ett effektivare sätt av utnyttja gator, vatten och avlopp vilket också ansågs som positivt av kommunen. Som mest höghus byggdes det under 1960-talet, 16 % av det totala antalet lägenheter som byggdes var höghus. Det blev vanligare att använda betong som bärande konstruktion, de förtillverkade betongelementen effektiviserade byggnadsmetoderna. Detta var något som utvecklades i syfte att sänka byggnadskostnaderna, sättet att bygga husen på förändrades till att montera istället för att producera på plats. Det var inte alla som tyckte positivt om höghus, Byggnadsstyrelsen och Bostadsstyrelsen var två utmärkande grupper av kritiker till denna typ av byggnader och vad det kunde resultera i för sorters bostadsmiljöer. (Waern m.fl., 2005) (Tykesson, 2002) (Tykesson & Magnusson Staaf, 2009)

2.2 Malmö Stad

I Malmö byggdes ungefär 2800 nya bostäder per år mellan 1955-1965, omkring 300 var radhus eller småhus. Det var i huvudsak fyra byggherrar som dominerade i Malmö under tiden, HSB, Svenska Riksbyggen, MKB och BGB.

Åren efter 1955 planerades byggnaderna med prioritering av ekonomi utifrån aktuella normer för hisskrav och brandsäkerhet. Därför blev fastigheternas antal våningar mestadels tre, fyra, åtta eller sexton eftersom det var mest effektivt. Tegel var mycket vanligt byggmaterial under tiden 1955-65, omkring 90 % av alla hus som byggdes hade tegelfasader. Typiska drag under miljonprogrammet var gult tegel för de högre fastigheterna och rött för de lägre. Färgerna på teglet för de olika fastigheterna bestämdes inte i stadsplanerna utan var något som arkitekter, byggherrar och stadsplaneraren kom överens om tillsammans. Innan 1955 var det vanligast med tegelklädda sadeltak men därefter blev taken pappklädda och låglutande. Områdena delades ofta in i kvarter där flera fastigheter med lika våningshöjder placerades parallellt med eller utan förskjutning. Lägre byggnader placerades vanligen vinkelrätt varandra för att bilda gårdar mellan husen där grönområden anlades. Man strävade även efter enkla byggnadsvolymer med likadana lägenheter på de olika våningsplanen och strikt placerade fönster med kvadratisk form.

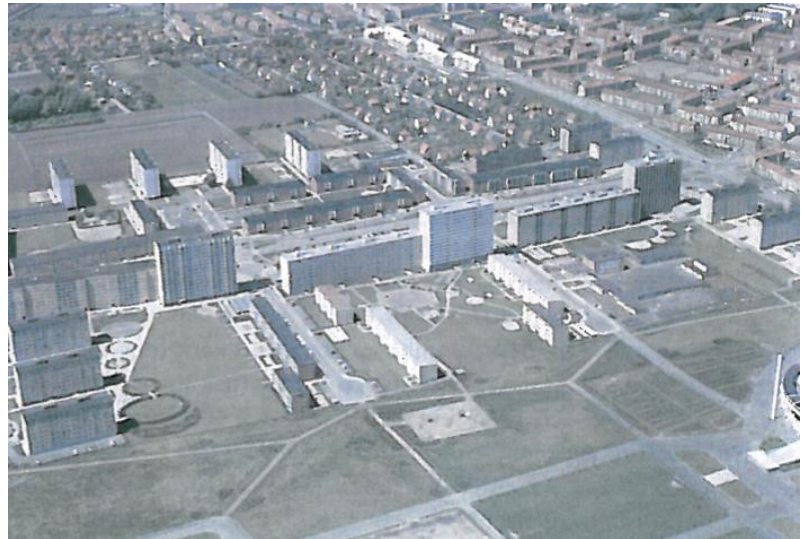
Det gjordes flera standardiseringar och förenklingar av byggnadsutformningen och byggnadsmetoderna, vilket bl.a. resulterade i att byggnaderna placerades enbart parallellt varandra. Det infördes också fasta mått i stadsplanerna, t.ex. så skulle det vara 18 meter mellan trevåningshus och 40 meter mellan åttavåningshus. Något som också förändrades var att istället för att placera byggnaderna omkring ett centrerat grönområde så anlades grönområden bredvid bebyggelsen.

På grund av förändringen och standardiseringen av byggnadsmetoderna blev byggnadernas formspråk mindre detaljrika efter 1950-talet. De hantverksmässiga byggnadsmetoderna fick ge plats för det industrialiserade byggandet med en mer enhetlig och standardiserad arkitektur. Men något som oftast tilldelades lite extra omsorg trots allt kunde vara entréer, fönsterbröstning, burspråk och socklar. (Waern m.fl., 2005) (Tykesson & Magnusson Staaf, 2009) (Tykesson, 2002)

*Lorensborg från norr
Malmö, 1965*



*Lorensborg från öster
Malmö, 1962*



*Segevång från väster
Malmö, 1962*



2.3 Hermodsdal

Kvarteret Docenten ligger tillsammans med Kv. Laboratorn och Kv. Hermodsdal i Hermodsdalsområdet vilket är beläget i södra Malmö. Hermodals stadsplan utformades 1959 utav stadsplanechefen Gabriel Winge. Bostadsbebyggelsen för området bestod av tre-, fyra-, åtta- och trettonvåningshus där de högre husen placerades i centrum runt ett grönområde. Mitt i området ligger Hermodalsskolan medan de lägre bostadshusen placerades i ytterkanterna med kringbyggda gårdar.

Det var många men enbart privata byggherrar som byggde bostadshusen i Hermodalsområdet. Däremot var antalet arkitekter betydligt mindre, höghusen ritades av Svenivar Ekstrand, Tage Jansson och Per W Persson medan alla de lägre husen ritades av Svenivar Ekstrand själv.

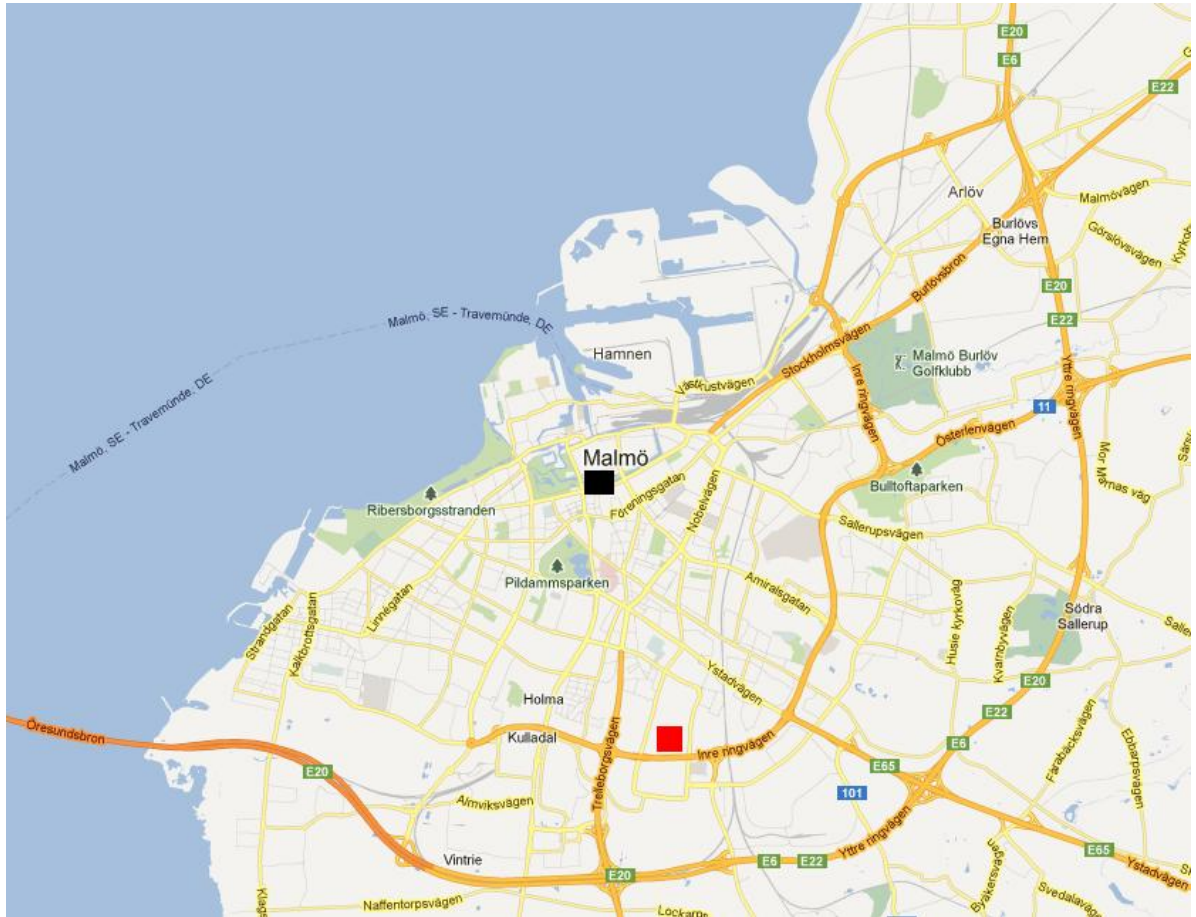
2.3.1 Kv. Docenten

I kvarteret ligger lamellhus som är tre och fyra våningar höga, samtliga är ritade av arkitekten Svenivar Ekstrand. Uppförandet av byggnaderna i Kv. Docenten skedde i början av 1960-talet, innan dess bestod marken enbart av jordbruksmark. Byggnaderna som ligger kring gårdar eller som långsträckta huskroppar i kvarteret Docenten är uppförda av flera olika byggherrar. Utformningen av husen är nästintill identisk och det finns flera utmärkande arkitektoniska drag som speciellt kan identifieras med arkitekten Svenivar Ekstrand.

2.3.2 Kv. Laboratorn


Fem åttavåningshus ligger parallellt placerade i kvarteret Laboratorn med en viss förskjutning, byggnaderna är ritade av Svenivar Ekstrand, Tage Jansson och Per W Persson. Kvarteret Laboratorn byggdes mellan 1960-1963 av flera byggherrar, bl.a. Harald Nilsson och BGB.

Husen är av typen skivhus och har vissa variationer i utformningen av fasader och balkonger. Eftersom husen är relativt höga har de gula tegelfasader samt låglutande sadeltak klädda med papp. Balkongerna är utanpåliggande och inklädda med sinusformad kopparplåt, detta var ovanligt på högre hus men det var också unikt överhuvudtaget under 1960-talet. Utanpåliggande balkonger var däremot vanligt i Göteborg, Per W Persson kan ha hämtat inspirationen därifrån då han under en längre tid arbetat i Göteborg. (Tykesson, 2002)



Karta över Malmö Stad

 *Markering för Malmö Centrum*

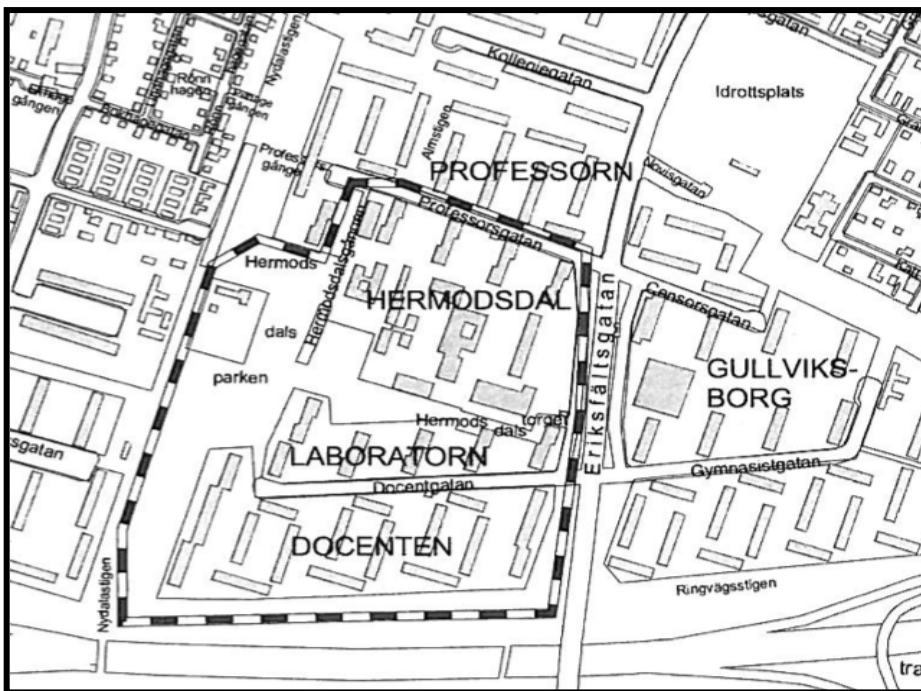
 *Markering för området Hermodsdal*

2.3.3 Kv. Hermodsdal

Kvarteret Hermodsdal ligger längst norrut i Hermodsdalsområdet och innehåller skolbyggnader, butiker, parkområde, församlingsplats och ett torg. Hermodsdalstorget som ligger bredvid kvarteret Laboratorn är en stor asfalterad yta som enbart är avsedd för bilparkering. Vid torget ligger en lägre byggnad med dagligvarubutik som byggdes av Scan 1964 i samarbete med arkitekten Thorsten Roos.

I Kvarteret Hermodsdal uppfördes flera lägre byggnader avsedda för skolverksamhet med intilliggande rastgårdar som till största delen består av asfalterade områden. Skolan som fick namnet Hermodsdalsskolan ligger placerad i centrum mellan de högre bostadshusen och församlingshuset. Skolbyggnaderna ritades av Sture Frölén 1966 och består av fyra byggnader som alla har olika höjder, rött tegel samt vitgrå eternit som fasadmaterial.

Församlingshuset S:t Thomasgården sticker ut från mängden med sin speciella utformning. Arkitekterna Thorsten Roos och Bror Thornberg skapade 1968 en byggnad med unika särdrag jämfört med omkringliggande byggnader. Det branta taket och utformningen utav de två sammankopplade huskropparna som skapar ett atrium karakteriserar byggnaden. De vitmålade betongelementen som utgör det exteriöra materialet sluter sig kring en byggnad som består av samlingslokaler. (Tykesson, 2002)



Karta över området Hermodsdal

*Kv. Laboratorn 1
Malmö 2000*



*Kv. Docenten 3
Malmö 2000*



*Kv. Docenten 7
Malmö 2000*



3 Beskrivning av Docenten 8

Docenten 8 är en existerande fastighet som vi analyserar och åtgärdar.

3.1 Arkitektur

Den arkitektoniska utformningen av Docenten 8 går helt i linje med hur byggnaderna generellt sett utformades på under perioden då Miljonprogrammet var aktuellt. Byggnaden är inte avvikande eller uppseendeväckande utan flyter in i sin omgivning som består av andra liknande fastigheter utformade enligt dåtidens föreskrifter.

Fastigheten Docenten 8 är byggd år 1960 av byggherren Ivan Nilsson och ritad av arkitekten Svenivar Ekstrand. Fastigheten är utav typen lamellhus och består av tre våningar samt källare. Utmärkande är de stora fasadytorna av rött tegel med kvadratiska vita fönster symmetriskt utplacerade över huskroppen. Ett typiskt inslag från arkitekten Svenivar är de utvinklade burspråken, andra viktiga detaljer är de markerade fönsterbröstningarna samt de sammanhängande balkongpartierna mellan fasadytorna av tegel.

Betongelementtekniken var något som blev allt vanligare under 1960-talet men mellan 1955 och 1965 uppfördes 90 % av byggnaderna med tegelfasader. Tegel var det dominerande materialet för fasadbeklädnad i Malmös nya bostadsområden. (Tykesson, 2002)



Östra fasaden av fastigheten Docenten 8



Västra fasaden av fastigheten Docenten 8

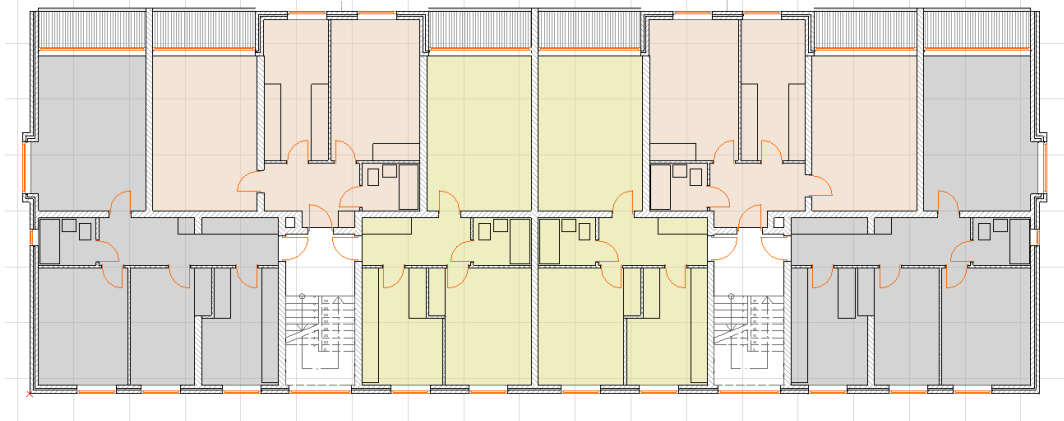


Norra fasaden av fastigheten Docenten 8

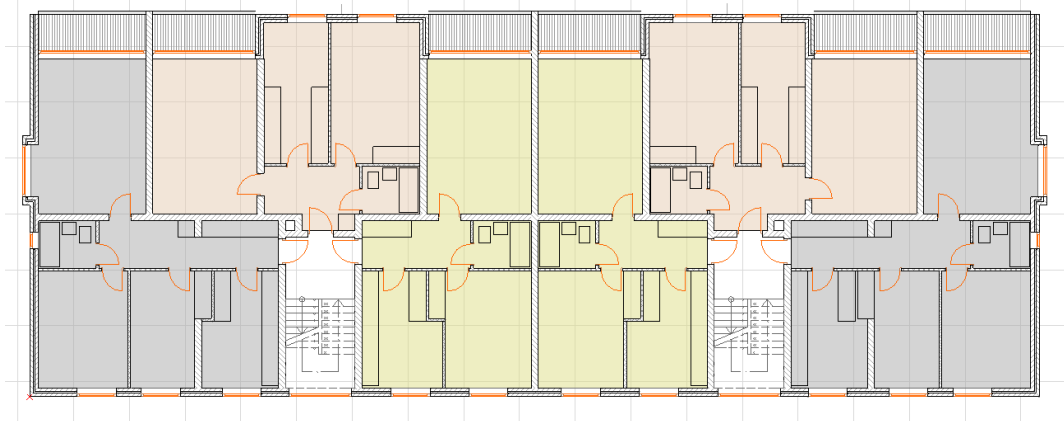
3.2 Planlösning

Fastigheten består av fyra våningar varav tre innehåller lägenheter och en våning är källare vilken ligger delvis under marken. Alla tre våningar med lägenheter är identiska och består av lägenheter om två eller tre rum och kök, varje våning består av tre typer av lägenheter. Lägenheterna är 74, 62 eller 59 kvm. Det är utformat på ett sätt som inte används idag, t.ex. så är köket relativt litet, det är placerat nära ingången och alltid försett med en dörr för att separera köket från övriga rum i lägenheten. De flesta sovrummen är placerade på östra långsidan medan vardagsrummen ligger på andra långsidan som vetter mot väst.

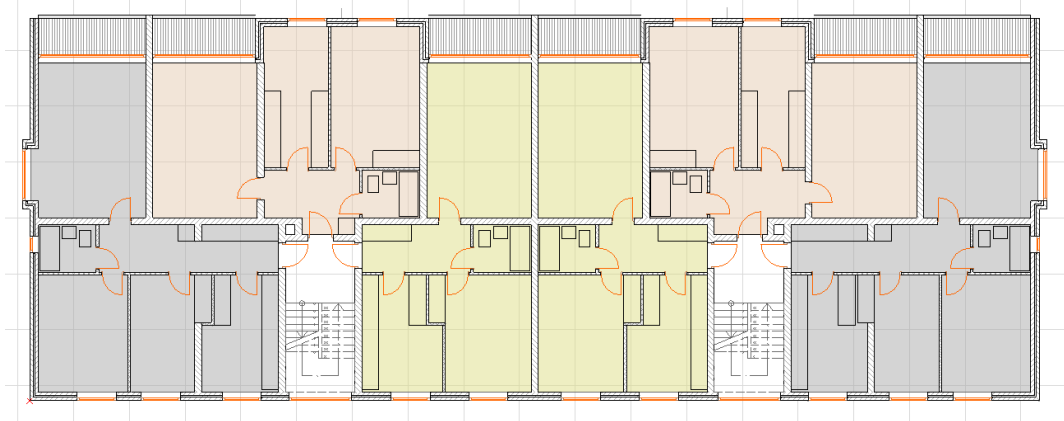
Planlösningarna som kom till under 1960-talet är ett resultat av byggnormerna och ekonomin under den aktuella tiden. Byggnaderna projekterades på ett sätt vilket skulle ge maximal kostnadseffektivitet, tid och pengar var då som nu två viktiga faktorer. Arkitekterna fick inte släppa lös sin verkliga kreativitet på grund av specifika ramar, formgivningen av byggnaderna skapades till stor del av normer. (Kiss, Z., Abaji, M) (Tykesson, 2002)



Plan 1



Plan 2



Plan 3

3.3 Material

3.3.1 Yttervägg

Byggnaden har en väggkonstruktion som kallas för skalmur/kanalmur och är uppbyggd utav två separata tegelskikt som omsluter ett lager med 70 mm isolering. Det yttersta lagret av tegel fungerar som ett klimatskydd medan det innersta skiktet av 120 mm tegel är den bärande konstruktionen i ytterväggen. De två separata tegelskikten är sammankopplade med stålkramlor för att den yttersta tegelmuren ska bli förankrad. (Kiss, Z., Abaji, M) (Sandin, 2009)

3.3.2 Innervägg

Väggarna invändigt har olika egenskaper, det finns bärande och icke bärande väggar. De bärande väggarna är kraftigare och kan bära mer vikt. Alla invändiga väggar består av lättbetongblock, de bärande väggarna är 200 mm breda medan de icke bärande är 100 mm breda. (Kiss, Z., Abaji, M)

3.3.3 Tak & Vindsbjälklag

Taket är ett så kallat kallt tak vilket betyder att yttertaket inte är isolerat. Fastigheten har alltså ett oisolerat tak över ett ventilerat vindsutrymme med värmeisolerat vindsbjälklag. Yttertaket är ett låglutande sadeltak med en takkonstruktion utav trä som skyddas av ett tätskikt bestående av papp. Vindsbjälklaget består av en betongstomme som omsluts av 150 mm mineralull och 20 mm puts. (Kiss, Z., Abaji, M)

Det så kallade kalla taket karakteriseras av unika egenskaper, speciellt avgörande är hur isoleringen är placerad och det ventilerade utrymmet. Det är vindsbjälklaget som innehåller värmeisoleringen och håller värmen instängd i huset. Men det förekommer alltid en liten mängd tillförsel av värme upp igenom vindsbjälklaget, men värmen kommer knappt att påverka temperaturen i det uteluftsventilerade utrymmet. Resultatet blir att det kalla yttertaket får samma temperatur som uteluften vilket innebär att takfoten och takytan också har samma temperatur. På grund av detta så smälter endast snö vid plusgrader och då kan inte smältvattnet frysa vid takfoten, därför ska utvändiga stuprör fungera för kalla tak. Ett problem som är känt för kalla tak är kondens på yttertaketets insida. Detta sker oftast vid klara kalla nätter men för att det ska uppstå allvarliga problem krävs det att fukt tillförs inifrån eller från betongen i vindsbjälklaget, dålig ventilation kan också bidra till problemet. (Nevander & Elmarsson, 2009)

Yttervägg:

UT

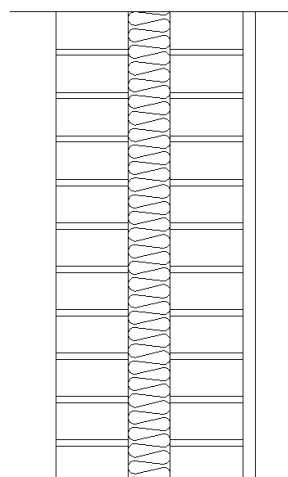
120 mm Tegel

70 mm Mineralull

120 mm Tegel

20 mm Puts

IN



Vindsbjälklag:

UT

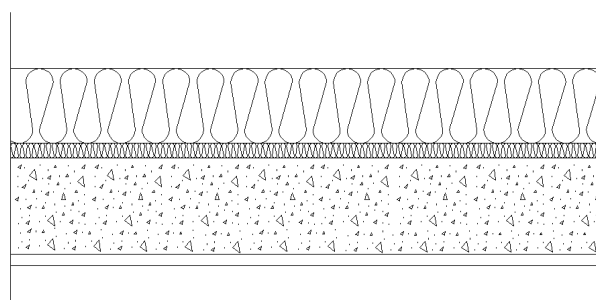
125 mm Mineralull

25 mm Mineralullsmatta

160 mm Betong

20 mm Puts

IN

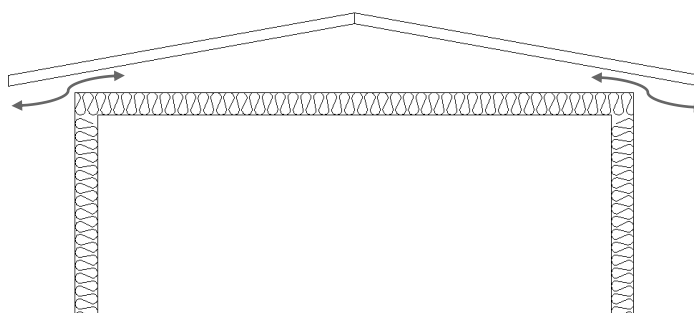


Takkonstruktion:

- Kallt yttertak

- Uteluftsventilerat

- Isolerat vindsbjälklag



3.3.4 Mellanbjälklag

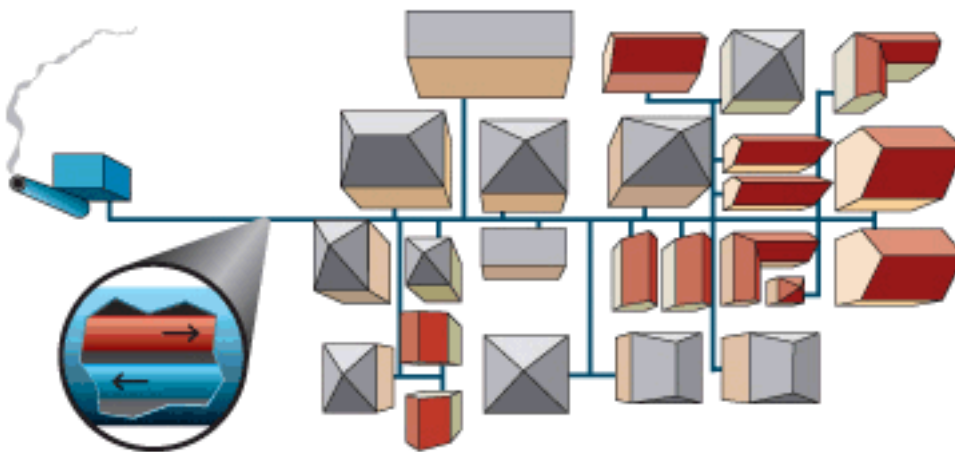
Bjälklagen mellan lägenheterna består av 150 mm betong som är putsad på undersidan. Ovan betongen ligger det ett lager av 60 mm tjock mineralullsmatta och därefter parkettgolv. Bjälklaget ovan källaren har istället för mineralullsmatta 60 mm stenull ovan det 150 mm tjocka betonglagret. (Kiss, Z., Abaji, M)

3.3.5 Fönster

Byggnadens fönster består av vanliga två-glas fönster med ett U-värde på $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. De är slitna och gamla fönster med höga U-värden vilket bidrar till ett försämrat inomhusklimat. Fönster är en mycket viktig del av en byggnad där det är av stor betydelse för husets energianvändning vilka fönster som monteras i byggnaden, omkring 20 % av värmeförlusterna sker genom fönstren. (Kiss, Z., Abaji, M) (Olsson-Jonsson, A)

3.4 Energi

Fastighetens värmesystem är fjärrvärme, värmen distribueras till radiatorer runt omkring i byggnaden. Detta är ett system som är mycket vanligt och har många fördelar. Byggnadens totala energianvändning är omkring $230 \text{ kWh/m}^2 \text{ BoA/år}$ enligt Zoltan Kiss, vilket omfattar uppvärmning, varmvatten samt elektricitet. Omkring $130 \text{ kWh/m}^2 \text{ BoA/år}$ används för uppvärmning. (Kiss, Z., Abaji, M)



Beskrivning av ett fjärrvärmesystem

3.4.1 Fjärrvärme

Genom att producera värme i stora produktionsanläggningar som senare fördelar värmen ut till kunderna via rörledningar skapas systemet för fjärrvärme. I en central anläggning produceras varmt vatten, detta fördelas ut via rörledningar till användarnas värmeväxlare som finns i fastigheten. Värmeväxlarens uppgift är därefter att förse fastigheten med värme med hjälp av radiatorer samt att förse tappvattensystemet med varmvatten.

Det hela bygger på att storskaligt skapa en smidig och effektiv värmekälla som många användare kan ta del av. Fjärrvärme är tack vare sina goda egenskaper den vanligaste uppvärmningsformen, 90 % av alla flerbostadshus och omkring 50 % av alla bostäder i Sverige använder fjärrvärme.

Till en början användes fossila bränslen för att producera värme i produktionsanläggningarna men detta ansågs ändå positivt. Själva idén bakom fjärrvärme betonade de positiva aspekterna med att koncentrera utsläppen utanför staden istället för att varje enskild fastighet skulle släppa ut föroreningar. Trots att det alltså har drivits utav fossila bränslen var resultatet positivt och bidrog till en förbättrad luftkvalitet i städerna. När det numera går att använda förnybara bränslen blir fjärrvärme en mycket god uppvärmningsform som kan ses som miljövänlig på grund av mycket låga utsläpp. (Svensk Fjärrvärme)

3.5 Ventilation

Byggnadens befintliga ventilationssystem är ett så kallat balanserat system, ett mekaniskt från- och tilluftssystem. Hjärtat i systemet är fläktarna som styr både från- och tilluften. På grund av att fläktarna styr systemet kan man som fastighetsägare kontrollera allt i hela systemet. (Kiss, Z., Abaji, M)

Via luftintagen kan luften renas genom filter för att skapa ett så bra inomhusklimat som möjligt. I en byggnad som är tät kommer endast uteluften in i huset via tilluftsdonen vilket gör att all tilluft blir filtrerad innan den kommer in i byggnaden. Systemet är också flexibelt tack vare möjligheterna att styra luftflödet vilket kan vara praktiskt när det vistas fler eller färre personer i byggnaden än normalt. För att systemet ska bli effektivt så krävs värmeåtervinning också, kombinationen kommer då minska energianvändningen och driftkostnaderna kommer att bli lägre. (Svensk ventilation)

4 Åtgärder för Docenten 8

I detta kapitel beskrivs de förslag på åtgärder som görs för byggnaden.

4.1 Arkitektur

Byggnadens ursprungliga form är i stort sätt oförändrad bortsett från att den ena långsidan är tillbyggd med en inglasad utbyggnad som inkluderar alla våningarna. Tillbyggnaden sträcker sig 2 m ut från den ursprungliga fasaden och löper parallellt med den ursprungliga fasaden. Glasfasaden ger byggnaden ett helt nytt utseende vilket också kommer att påverka inomhusklimatet på ett positivt sätt.

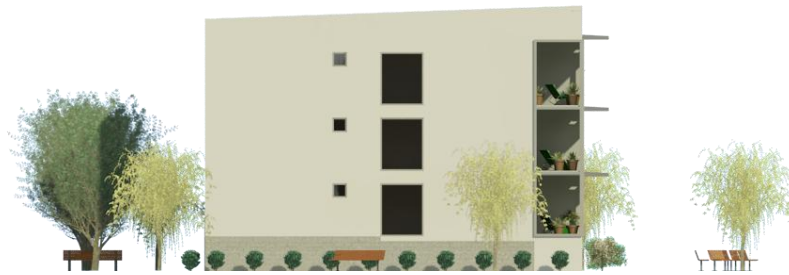
Övriga fasader är vitputsade vilket kommer att ge byggnaden ett ljust och friskt utseende samtidigt som ytterväggarna kommer att fungera på ett mycket mer effektivt sätt. Fastigheten har fortfarande kvar stora delar av sin ursprungliga form men förpackningen av byggnaden är omgjord.

Det är viktigt att vid första ögonkastet fångas av husets arkitektur och därmed fortsätta att intressera sig för byggnaden. Det är också betydelsefullt för omgivningen att känna tillfredsställelse och belåtenhet med byggnaden vilket bidrar till en bättre utemiljö.

4.2 Planlösning

Fastigheten har kvar sina fyra våningar, en källarvåning och resten av våningarna är lägenheter. Precis som tidigare så finns det tre typer av lägenheter per våning. Det som förändrats är utformningen av lägenheterna på respektive våningar. Fler målgrupper kommer att bli lockade till att flytta in pga. fler typer av lägenheter. Rummen har blivit större och öppnats upp. De bärande väggarna är i stort sett orörda förutom att vissa dörrar har ersatts med större öppningar. En del av sovrummen har även tagits bort för att göra plats åt t.ex. matplats. Kök och toalett har däremot samma placering som i det gamla på grund av rörplaceringar. Vardagsrummen ligger placerade som tidigare utmed den västra fasaden, undantag är två lägenheter vilka har sovrum på västra sidan istället.

Den nya påbyggnaden som domineras av glas kommer skapa en närhet till naturen och släppa in mycket ljus till lägenheterna (Se avsnitt 4.4). Påbyggnaden genererar såklart mer utrymme vilket i sin tur kommer att skapa mer intäkter. Men de nya ytorna kommer att variera i storlek eftersom lägenheterna också gör det.



Norra fasaden av fastigheten Docenten 8



Södra fasaden av fastigheten Docenten 8



Östra fasaden av fastigheten Docenten 8



Västra fasaden av fastigheten Docenten 8

4.2.1 Plan 1

Första våningsplanet består av sex lägenheter, alla lägenheterna har två rum och ett kök. Två av lägenheterna hade från början tre rum och kök, men för att skapa mer utrymme ersattes ett rum med en öppen matsal. Det till en början instängda och mörka köket har nu öppnats upp och kopplats samman med matsalen.

De två lägenheterna som endast har fönster mot väster har också genomgått en förändring angående hur köket är sammansatt med resten av rummen. Den ena långsidan av köket har öppnats upp mot vardagsrummet och dörren som leder till hallen har tagits bort. De två kvarstående lägenheterna är i stort sätt oförändrade, det är fortfarande två rum och ett kök som det var ursprungligen. Speciellt fokus har lagts på att undvika dörrar och på så sätt skapa mer ljus i rummen, samt att skapa fri väg för luftrörelse i lägenheterna.

4.2.2 Plan 2

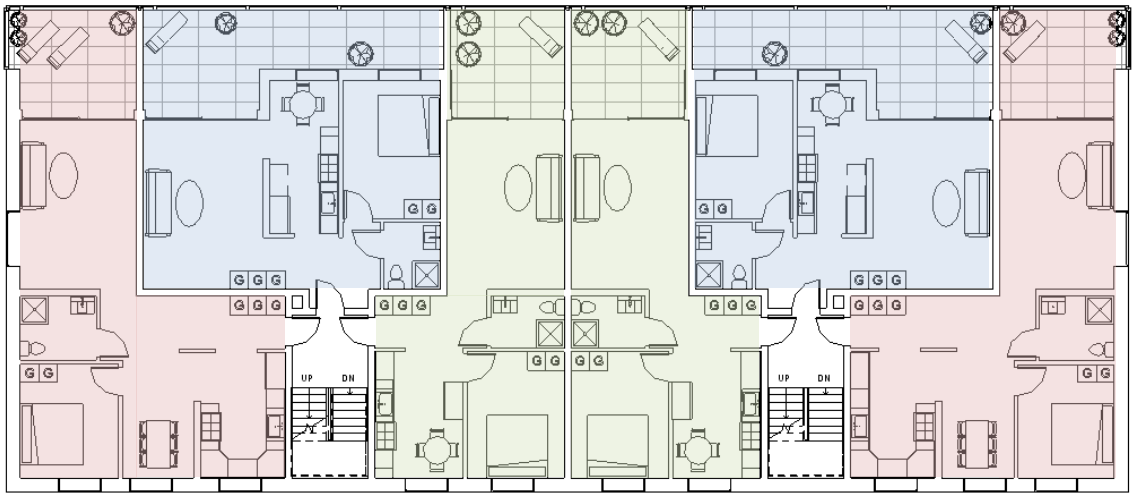
Även andra våningsplanet består av sex lägenheter men här finns det plats för fler sovplatser. De två största lägenheterna har kvar sina tre rum och ett kök men toaletterna är större samt mindre förändringar i form av borttagna dörrar.

Lägenheterna mot väster hade tidigare två rum och ett kök men för att kunna erbjuda en mindre lägenhet med fler sovplatser placerades en sovalkov i anslutning till vardagsrummet.

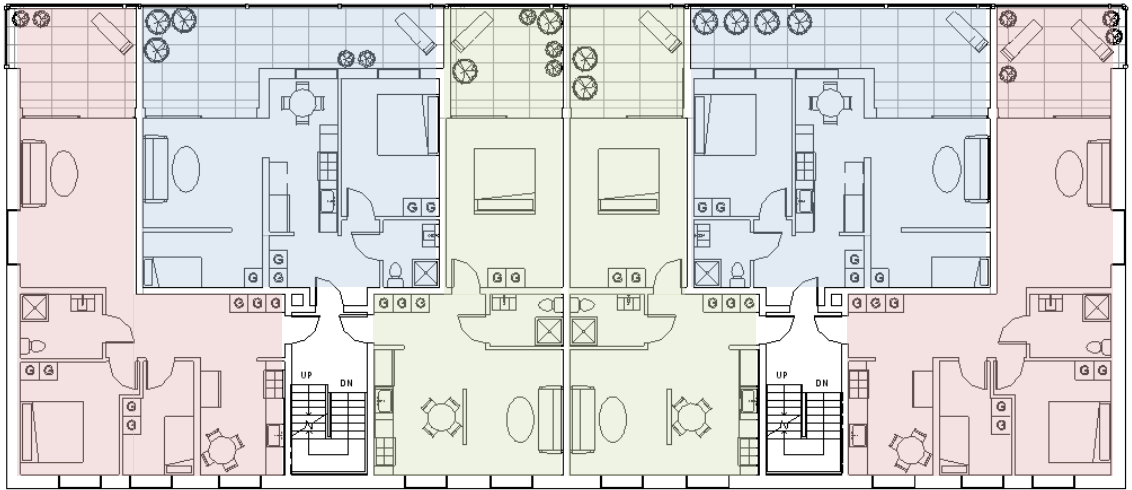
De mittersta lägenheterna är de minsta och har numera sovrummen mot väst istället för öst. Sovrummen är uppdelade med hjälp av en vägg som är likt en sänggavel som sträcker sig upp till taket, detta skapar utrymme för en klädkammare eller arbetsplats. Lägenheten har fortfarande två rum och ett kök, men köket och vardagsrummet är sammankopplade till ett stort rum med endast en mindre avskiljande vägg.

4.2.3 Plan 3

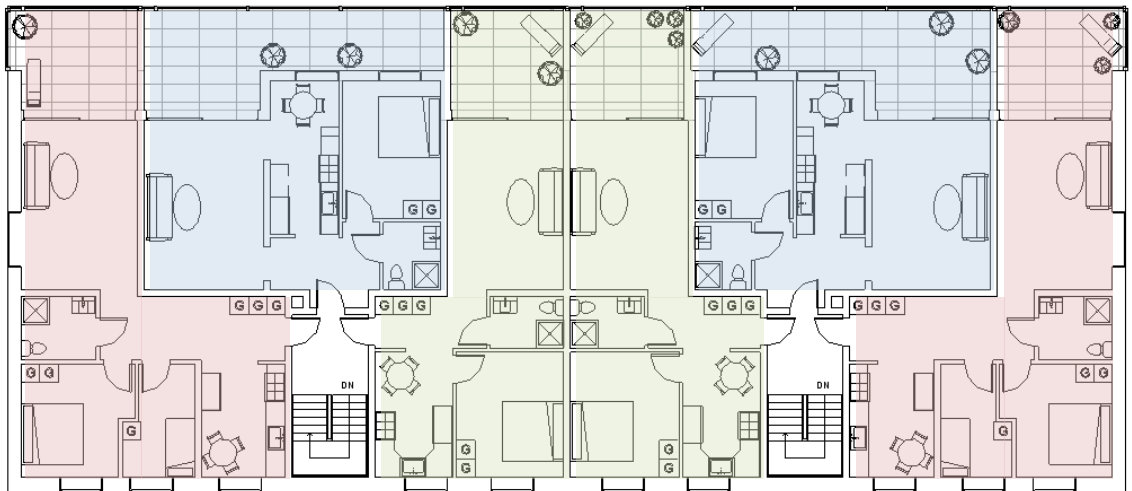
Den översta våningen är i stort sätt likadan som den ursprungliga planlösningen. Mindre förändringar har gjorts precis som på de andra våningarna, som t.ex. borttagna dörrar, större toaletter och dusch istället för badkar.



Plan 1



Plan 2



Plan 3

4.3 Material

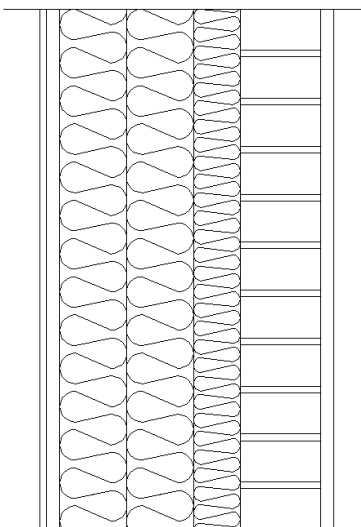
4.3.1 Yttervägg

För att uppnå ett bättre inomhusklimat som också genererar mindre energianvändning krävs ett bra klimatskal. Ytterväggarna var endast isolerade med ett 70 mm tunt lager av mineralull ursprungligen vilket gav ett u-värde på $0,413 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Byggnaden har därför tilläggsisolerats med 200 mm samt försetts med ett ventilerat putssystem. Denna förbättring av klimatskalet har bidragit till att U-värdet nu är så lågt som $0,116 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ enligt programmet Derob LTH.

Den yttersta tegelväggen har tagits bort på grund av risk för ras och opålitlig hållbarhet. Riskerna har uppstått eftersom de icke rostfria stålkramlorna med stor sannolikhet har rostat vilket försämrar förankringen av den yttersta tegelmuren. På den yttersta tegelmuren finns det även andra skador i form av frostsador och försämrade fogar.

Isover Fasadskiva 31
(Isover 1 & 3).

Glasull: $55 \text{ kg/m}^3 - 0,031 \text{ W/mK}$



UT

10 mm	Ventilerat putssystem
20 mm	Luftspalt
100 mm	Glasull, Isover Fasadskiva 31
100 mm	Glasull, Isover Fasadskiva 31
70 mm	Mineralull
120 mm	Tegel
20 mm	Puts

IN

4.3.2 Innervägg

Innerväggarna är delvis orörda vilket betyder att det kommer finnas kvar innerväggar som består av lättbetongblock. Dimensionerna är 200 mm för bärande och 100 mm för icke bärande innerväggar. Nyttillkomna innerväggar utgörs istället av lättare och billigare material, trä och gips.

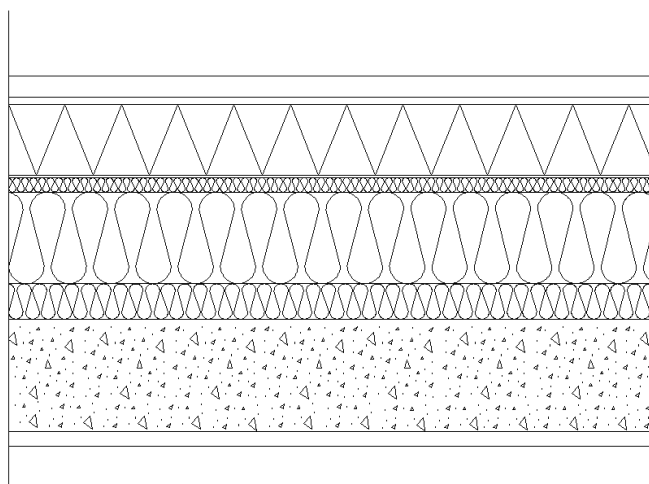
(Kiss, Z., Abaji, M)

4.3.3 Tak & Vindsbjälklag

Den gamla takkonstruktionen som omfattar ett kallt sadeltak har ersätts med ett nytt pulpettak. Taket som är av typen pulpettak har ett ensidigt takfall. Takkonstruktionen har modifierats kraftigt men på ett effektivt sätt. Ursprungligen hade taket 150 mm isolering vilket gav ett U-värde på $0,245 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, nu har isoleringen fördubblats. Med 300 mm isolering har taket nu ett U-värde på $0,112 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ enligt programmet Derob LTH.

UT

30 mm	Sedumväxt
10 mm	Fibermatta
100 mm	Cellplast
4 mm	Tätskikt
20 mm	Takboard
130 mm	Takunderskiva
50 mm	Takfallsskiva 1:20
0,2 mm	Plastfolie
160 mm	Betong
20 mm	Puts



IN

4.3.3.1 Takisolering

Tilläggsisoleringen i taket består delvis av cellplast, resten är glasull. Mer exakt så är det 100 mm cellplast och 200 mm glasull. Sammansättningen av de olika isoleringslagren har ett syfte, på grund av de olika egenskaperna och tänkta ändamål. Takfallsskivan ska ligga under takelement av glasull och skapa en taklutning genom sin kilformade utformning. Därefter ligger det ett 130 mm tjockt lager av glasull, en takunderskiva som kan kombineras med takboard. Ovan takunderskivan placeras därför en 20 mm tjock takboard för att fungera som en lastfördelande skiva.

Isover Takboard 33

Isover Takunderskiva 37

Isover Takfallsskiva 37

(Isover 2 & 3).

Glasull: $120 \text{ kg/m}^3 - 0,033 \text{ W/mK}$

Glasull: $80 \text{ kg/m}^3 - 0,037 \text{ W/mK}$

Glasull: $90 \text{ kg/m}^3 - 0,037 \text{ W/mK}$

Glasull är en mycket effektiv och miljövänlig produkt för isolering av byggnader med många positiva kvaliteter. Omkring 75 % av den glasull som tillverkas för Isover är återvunnet hushållsglas. Materialet är också klassat som obrännbart material. Genom att använda glasull som isolering väljs också en ergonomisk arbetsmetod, den låga vikten gör arbetet med produkterna mycket lättare. (Isover 2)

4.3.3.2 Duo-tak

Duo-tak är en kombination av konstruktionen för det traditionella taket och det omvända taket. Alla takkonstruktioner har fördelar och nackdelar och med duo-taket har man strävat efter att föra ihop de båda taktypernas fördelar. Jämfört med de andra taken där tätskiktet är placerat överst i det traditionella och underst i det omvända taket så har det placerats mellan två värmeisoleringskikt. På grund utav att tätskiktet ligger mellan två lager isolering blir det undre lagret skyddat, därför kan man utan att riskera kvaliteten på taket använda en billigare isolering och undvika en del av isoleringspåslaget för överliggande isolering. En annan fördel med placeringen av tätskiktet mellan två material är att det ligger varmt och detta kommer bidra till att riskerna blir mindre för kondens inifrån av byggfukt, diffusion eller konvektion. En nackdel som kan uppstå är uttorkningen av fukten som under arbetets gång kan tränga igenom tätskiktet och in i den underliggande isoleringen. Det medför extra noggrannhet vid just det stadiet eftersom solstrålningen inte kommer kunna bidra med så mycket hjälp. (Nevander & Elmarsson, 2009)

4.3.3.3 Sedumtak

Ett tak som kallas för Sedumtak innebär att taket består av olika sorters vegetationer. Det typiska sedumtaket innehåller en blandning av lättskötta torktåliga sedum- och mossarter, fetblads- och fetknoppsarter. Vikten samt höjden på själva vegetationen är relativt låg, vegetationsmattan är endast 30 mm tjock. Under vegetationen läggs en speciell filt som är vattenhållande och samtidigt har en dränerande funktion vilket är viktigt för att taket ska fungera.

Sedumtaket kommer att få ett varierande utseende beroende på takets ålder och årstid. Det kan skifta från grönt till rött, vitt och gult. För sedumtak rekommenderas det att tillföra näring för att växa och förbli ett tätt och fint tak. Speciellt under våren kan de vara bra med extra bevattning för att främja tillväxten. (VegTech 1 & 2) (Ekologiska Byggvaruhuset)

Tryggt med Veg Techs tak!

- Svenska växter för skandinaviskt klimat
- Produktion på egna odlingar i Småland
- Vindsäkrad uppbyggnad
- Brandgodkänt $B_{ROOF}(t^2)$
- Erosionsskyddat växtskikt



Veg Tech

Sedumtak är bra för byggnaden och staden

- Bättre stadsklimat
- Avdunstar och magasinerar dagvatten
- Växterna isolerar taket
- Tätskiktet skyddas
- Byggs med säkra system
- Låg vikt $\leq 50 \text{ kg/m}^2$

(VegTech 1).



Exempel på företag som erbjuder bl.a. Sedumprodukter, VegTech.

4.3.4 Mellanbjälklag

Bjälklagen är fortfarande uppbyggda av samma typ av material som tidigare. Mellan lägenheterna består bjälklagen av 150 mm betong som är putsad på undersidan. Ovan betongen ligger det ett lager av 60 mm tjock mineralullsmatta och därefter parkettgolv. Bjälklaget ovan källaren har istället för mineralullsmatta 60 mm stenull ovan det 150 mm tjocka betonglagret. (Kiss, Z., Abaji, M)

4.3.5 Fönster

En relativt stor mängd av byggnadens värmeförluster sker genom dess fönster och därför har en stor del av renoveringen innefattat utbyte utav fönster. Den höga energiförbrukningen skall sänkas, därför ersätts de ursprungliga fönstren med mycket välisolerade treglasfönster med ett U-värde på 1,1 W/m² K. För att undvika köldbryggor är det viktigt att placera fönstren på ett fördelaktigt sätt.

De nya fönstren består av trä med aluminiumbeklädnad. Genom att utföra fönstren med aluminium ökas livslängden på fönstren avsevärt och underhållet minskar också. (Elitfönster)

4.4 Påbyggnad

För att effektivisera och modernisera byggnaden har det byggts en påbyggnad utanpå den västra fasaden. Utbyggnaden är 2 meter bred och löper längs hela fasaden. Utbyggnaden kommer medverka till nya uthyrbara ytor på ca 215 kvadratmeter. Detta kommer ge den befintliga byggnaden en nyare och modernare karaktär. Hela fasaden är av glas som är indelat i olika partier. Många delar av glaset kommer att vara öppningsbart på grund av att det kan bli för varmt och för att ventilation är viktigt. Glasfasaden ska fungera som ett växthus, naturligt uppvärmd som tar tillvara på solenergin (Se sidan 31, avsnitt 4.4.1). Denna värme ska utnyttjas till uppvärmning av lägenheterna. Allt ljus utifrån ska även bidra till mindre elanvändning.

Fördelar:

- *Estetisk förbättring*
- *Gratis solenergi*
- *Nya uthyrbara ytor*
- *Utsiktsmöjligheter förbättras*
- *Dagsljus utnyttjas*
- *Bättre termisk komfort vintertid*
- *Ljudisolering*



Översiktsbild av fastigheten efter renoweringen

4.4.1 Passiv solvärme

Med passiv solvärme menas den värme som fås av solstrålarna. Det innebär att solenergin kommer att lagras i golv och väggar under dagen som senare under natten hjälper till med uppvärmningen. Förbrukningen av energi för uppvärmning kommer på detta sett att minska radikalt.

Värme fördelningen kan dock bli ojämn och variera i byggnadens olika delar och rum. Den varma luften stiger och den kalla sjunker till golv nivå och det uppstår turbulens vilket i sin tur orsakar drag. Men med den öppna planlösningen så kommer luftcirkulationen att förbättras och denna nackdel kommer att undvikas. (Ekobyggportalen)

4.4.2 Solavskärmning

För att undvika överskottsvärme och samtidigt bortse från att öka ventilationen används solavskärmning. Genom att inte öka ventilationen undviks en energikrävande och dyr metod. Det finns olika typer av solavskärmningar där placeringen är varierande beroende på hur mycket solinstrålning och värme man vill ha in. Placeringen är antingen på fönstrets utsida, mellan fönsterglasen eller på fönstrets insida. Avskärmningen ska inte bara motverka den direkta solvärmens utan även den sekundära värmeavgivningen, som absorberas i fönstret och sedan avges utåt eller inåt. (Fastighetsägarnas energiakademi 2)

4.4.2.1 Utvändig solavskärmning

Utvändig solavskärmning finns i framför allt två typer, fast och rörlig. Denna utvändiga avskärmning är effektivast mot värmeinstrålning då solen står högt på himlen. När det är som viktigast att utnyttja solvärmens står solen faktiskt lågt vilket gör att solavskärmningarna inte kommer att påverka solinstrålningen. På vinterhalvåret behövs solvärme, då står solen lågt på himlen och kan alltså skina in i rummen utan hinder. Fasta skärmar kan vara takutsprång, skärmtak eller lameller och rörliga skärmar är markiser, utvändiga solskyddsgardiner eller persienner. (Fastighetsägarnas energiakademi 2)

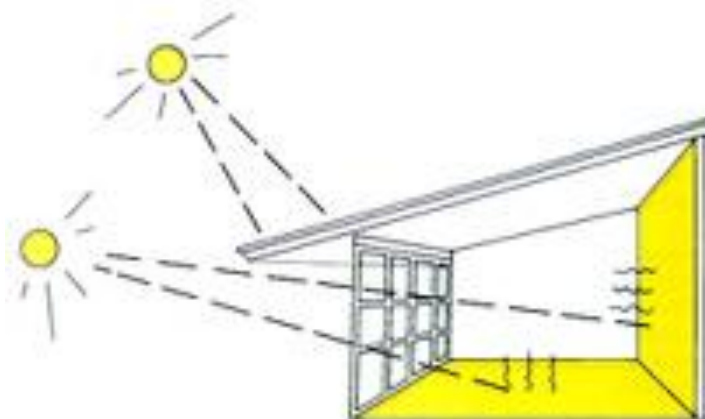


Illustration av solavskärmningens inverkan på solen under olika tidpunkter.

4.4.2.2 Invändig solavskärmning

Det finns även invändig solavskärmning i form av gardiner, rullgardiner eller invändiga persienner men ger inte något bra skydd mot värmeinstrålningen. Orsaken är att gardinerna absorberar nästan hela den transmitterade strålningen genom fönstret och tillför rumsluften ännu mer värme. (Fastighetsägarnas energiakademi 2)

4.4.2.3 Integrerad solavskärmning

Solskyddsglas kan även monteras i fönster som har tilluppgift att hindra värmen från att komma in från utsidan och in i byggnaden. Detta skydd reducerar värmeinstrålningen med upp till 70 %. Annat alternativ på fönsterglas är glas med både sol- och värmeavskärmning som funktion. Den direkta och långvågiga strålningen kommer i så fall att stoppas. Värmetillskottet kommer att minska vid användning av sådana fönster och även värmeförlusterna avtar inifrån och ut. (Fastighetsägarnas energiakademi 2)

4.4.2.4 Val av solavskärmning

På den västra fasaden monteras utvändiga solskärmar med integrerade solceller dvs. en avskärmning med två funktioner, solavskärmning och elproduktion. Solcellerna ska monteras i lamellprofilerna och de ska omvandla solljuset direkt till el i form av likström. Solcellerna kommer att skydda byggnaden från solvärme samtidigt som energi produceras för elektroniska apparater. (Byggekatalogen)

För att ytterligare kunna stänga ute solvärmen vid varma dagar installeras även utvändiga solskyddsgardiner. Solskyddsduken reflekterar upp till 85 % av solvärmeinstrålningen. Manövreringen av solskyddsgardinerna kan göras manuellt eller med hjälp av motorer. (Alusol)

Ett alternativ skulle kunna vara att låta solcellerna försörja de elektriska motorerna som opererar solskyddsgardinerna.



Utvändig solavskärmning med integrerade solceller.

Fördelar med solceller:

- Ett förnybart och miljövänligt energislag, inga utsläpp av växthusgaser*
- Mycket pålitlig teknik, inga rörliga delar.
- Extremt låga driftkostnader.
- Minimal påverkan på naturen.
- Kan integreras i husets tak eller väggar.

Nackdelar med solceller:

- Dyr investering.
- Kräver en solig yta

(Energi- och klimatrådgivning).

* Elproduktionen i solceller ger inga växthusgaser, men under produktion, montering, service och återvinning blir det ett visst utsläpp.

4.5 Energi

4.5.1 Uppvärmning

Byggnadens uppvärmningssystem är oförändrat, målet är att sänka energianvändningen och därmed sänka kostnaderna. Genom att tilläggsisolera byggnaden har vi lyckats sänka energi användningen för uppvärmning, resultatet finns i kapitel 5.4.

4.5.1.1 Beskrivning av simulering

Programmet heter Derob LTH och är utvecklat på avdelningen för Energi och ByggnadsDesign, institutionen för Arkitektur och Byggd Miljö, Lunds Tekniska Högskola. Derob LTH är ett verktyg som använder sig av dynamiska beräkningar för att bestämma byggnadens termiska prestanda, t.ex. energiförbrukning, termisk komfort osv (Derob LTH).

I programmet Derob LTH bygger vi upp byggnaden enligt den information vi har angående konstruktionen. Byggnaden genomgår simuleringar i programmet för att få reda på energiförbrukningen. Vi gör simuleringar för byggnaden före och efter renoveringen för att kunna se skillnaden.

Modellerna på byggnaderna är förenklade för att underlätta arbetet i programmet. T.ex. så är flera fönster sammanslagna till en fönsteryta per vägg enhet och våningsplanen har inga innerväggar. Dessa förenklingar har obetydlig inverkan på energiförbrukningen.

I programmet finns U-värdena för varje konstruktion tillgänglig, på sidan 40 finns U-värdena redovisade i en tabell.

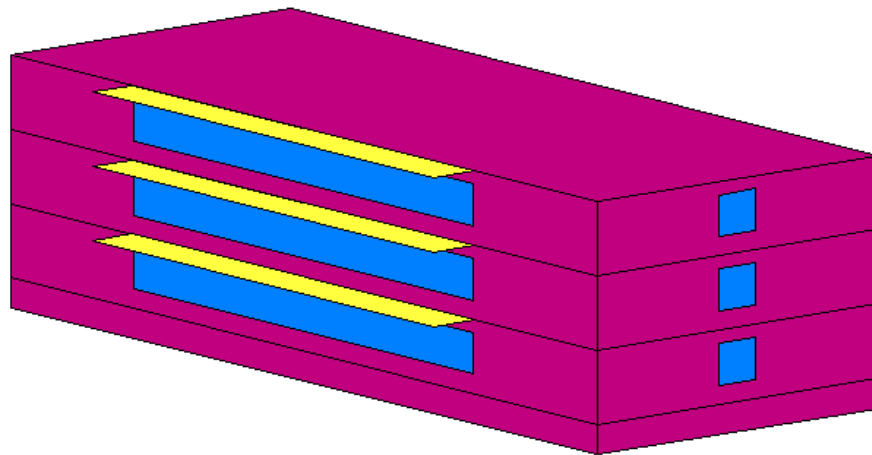
Viktiga parametrar: Före renoveringen

- Väggarnas luftläckage vid en tryckskillnad, $dP = 50 \text{ Pa}$: 6 l/s m^2
- Värme från personer och elektriska apparater (Jansson, 2008): 4 W/m^2
- Inomhustemperatur: $21 \text{ }^\circ\text{C}$

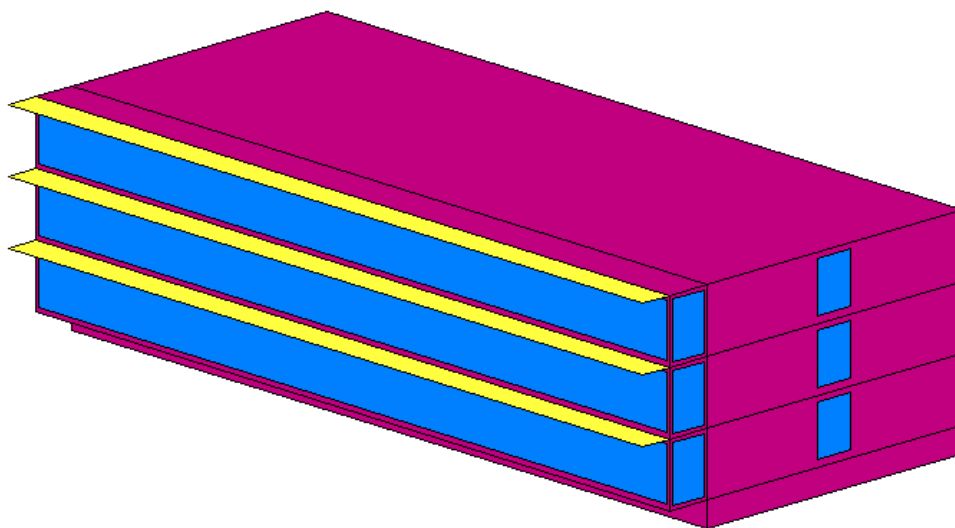
Viktiga parametrar: Efter renoveringen

- Luftläckage vid $dP = 50 \text{ Pa}$: 6 l/s m^2
- Värme från personer och elektriska apparater: 4 W/m^2 för lägenheterna, 2 W/m^2 för påbyggnaden
- Inomhustemperatur: $21 \text{ }^\circ\text{C}$ för lägenheterna

Ett luftläckage på 6 l/s m^2 gav en ventilation på ca 0,5 luftomsättningar per timme.



Modell av byggnaden före renoveringen.



Modell av byggnaden efter renoveringen.

4.5.1.2 Uppgradering

Det aktuella uppvärmningssystemet behöver ses över för att effektiviseras. Genom att uppdatera hela systemet kan kostnaderna minskas och effektiviteten ökas markant. Injustering och byte av styr- och reglerutrustning är de viktigaste åtgärderna för att uppdatera och modernisera värmesystemet. (Fastighetsägarnas energiakademi 5)

Cirkulationspumpen är också en mycket viktig komponent, den pumpar vattnet från värmeväxlaren till värmeelementen och tillbaka. Cirkulationspumpen använder elektricitet, genom att uppdatera pumpen till en modern och effektiv pump så sänks driftkostnaderna och verkningsgraden ökar. Genom att stänga av pumpen under de månaderna då det inte behövs någon uppvärmning av fastigheten kan elanvändningen minskas med upp till 30 %. (Fastighetsägarnas energiakademi 3)

4.5.2 Solenergi

Fastigheten har genom den nya påbyggnaden en naturlig och kostnadsfri uppvärmningsform från solen. Med hjälp av utformningen och mängden glas i påbyggnaden skapas det en växthuseffekt som kommer att medverka till att sänka energianvändningen i byggnaden. Solavskärmningen medverkar till att undvika övertemperaturer men även genom att bidra med energi. Solavskärmningen har solceller monterade ovanpå vilket genererar elektricitet som kan förbrukas kostnadsfritt.

4.6 Ventilation

Det befintliga ventilationssystemet är kvar i byggnaden, det är ett fullgott system för byggnaden även efter reoveringen av hela fastigheten. För att kunna fortsätta att använda det mekaniska från- och tilluftssystemet krävs det en uppdatering.

4.6.1 Uppgradering

Uppgradering och injustering av ventilationssystemet kommer att leda till ett bättre inomhusklimat, lägre driftkostnader och bättre verkningsgrad. Ett ventilationssystem som är dåligt injusterat blir dyrt, ineffektivt och energislukande. En viktig del av systemet är fläktmotorerna, för att kunna effektivisera systemet är det av stor vikt att fläktmotorerna byts ut. (Fastighetsägarnas energiakademi 4 & 6)

5 Resultat

5.1 Arkitektur

Uppgraderingen har resulterat i att byggnadens utformning numera är modern och attraktiv. Från att vara en sliten, tråkig och ineffektiv byggnad till att vara en energieffektiv och miljövänlig fastighet. För de boende ska denna uppgradering bidra med framförallt glädje och trivsel. Men fokus ligger också på de numera låga uppvärmningskostnaderna och det förbättrade inomhusklimatet. Det dåliga ryktet är glömt, fastigheten kommer att betraktas som en helt ny byggnad. Hela området kommer på detta sätt att bli mer attraktivt, statusen i området har höjts.

Den vita putsen på byggnadens fasader har medfört att byggnaden blivit ljusare och fräschare. Västra fasadens förändring är det som mest står för byggnadens estetiska uppgradering. En utbyggnad av bara glas vilket bl.a. kommer ge nya uthyrbara ytor, mer ljus i lägenheterna, solvärme mm. För att framhäva fasaden ännu mer så har glasets spröjs lagts i ett mönster. Den före detta ytterväggen i väst har målats grön för att skapa kontraster. Färgen grönt förknippas med miljövänliga produkter/ lösningar vilket är vad byggnaden står för. Taket har ersatts med ett pulpettak av sedum vilket kommer ge ett vackert utseende med varierande färger genom årstiderna. Fönsterutbytet kommer ge byggnaden ett modernare intryck med de nya aluminiumkarmarna och även storleksförändringen på gavlarna. Den nya planlösningen resulterar i bättre luftflöde, större rum och mer öppna ytor i lägenheterna.



Västra fasaden av fastigheten Docenten 8

5.2 Miljöpåverkan

Byggnaden har förvandlats till en bättre fastighet som är mer miljövänlig och mer energieffektiv än förut. För att uppfylla målen som en energieffektiv byggnad har vi även använt miljövänliga material och material som bidrar till en miljövänlig användning.

Hela fastigheten har blivit en byggnad som samverkar och utnyttjar naturen och klimatet för att fungera. Resultatet av alla åtgärder har bidragit till en bättre byggnad ur många aspekter. Något som vi har fokuserat på är just att uppnå en bättre energieffektivitet och det har vi gjort med hjälp av material som är miljövänliga.

Installationerna i byggnaden, värmesystemet och ventilationssystemet, har inte ersatts med nya system. Eftersom systemen är utmärkta för byggnaden även efter renoveringen krävs därför enbart mindre renoveringar av systemen. Genom att injustera och byta ut viktiga komponenter innebär det att systemen blir mycket effektivare samt billigare i drift. Även oljud och andra störande iakttagelser försvinner i samband med genomgången av systemen.

- Tilläggsisolering – Glasull – Återvunnet hushållsglas
- Yttertak – Sedumväxter – Lokalt odlade mossarter
- Solceller – Producerar el – Inga utsläpp

5.3 Konstruktion

Fastighetens konstruktion har inte påverkats drastiskt, icke bärande områden har renoverats men stommen i byggnaden är densamma. Vi har kommit fram till de effektivaste, mest ekonomiska och mest estetiskt tilltalande lösningarna. Resultatet av utvändig tilläggsisolering är betydligt bättre än invändig tilläggsisolering. Utvändig isolering leder till att den ursprungliga ytterväggen blir varmare och torrare samt att köldbryggor reduceras.
(Fastighetsägarnas energiakademi 1) (Sandin, 2009)

5.3.1 Yttervägg

Ytterväggarnas renovering har bidragit till en termiskt bättre vägg och utgör nu ett mycket bättre klimatskal än förut. U-värdet har sänkts avsevärt vilket bidrar till en lägre energianvändning samtidigt som otätheter och läckage i väggen har åtgärdats. Vägghonstruktionen har även ett ventilerat putssystem vilket gör väggen mycket hållbar och vatten resistent.

5.3.2 Tak

Takets konstruktion är den delen som är mest förändrad utseendemässigt, det är numera ett pulpettak istället för ett sadeltak. Genom att riva det gamla sadeltaket och istället tilläggsisolera vindsbjälklaget för att skapa ett pulpettak sparar vi tid och pengar. Det hade blivit mer tidskrävande och kostsamt att tilläggsisolera hela det ursprungliga taket och korrigera alla fel som taket har ådragit sig, det hade t.ex. krävts en höjning av taket för att få plats med mer isolering över vindsbjälklaget.

5.3.3 Fönster

Eftersom fönstren har en stor påverkan på inomhusklimatet samt energianvändningen har vi ersatt alla fönster i byggnaden med treglasfönster. De nya fönstren har ett lägre U-värde vilket gör att den termiska komforten ökar och värmeförlusterna genom fönstret blir mindre. Genom att byta fönster erhålls många positiva följder som kommer att sänka energianvändningen i huset. På grund av att fönstren skyddas av aluminium bidrar det till att förlänga livslängden och underlätta skötseln av fönstret.

Tabell. U-värde ($W/m^2 K$) enligt Derob LTH

Byggnadsdel	Före upprustningen	Efter upprustningen
Yttervägg	0,413	0,116
Tak	0,245	0,112
Fönster	2,500	1,100

5.4 Energi

Simuleringarna i programmet Derob LTH visar att energianvändningen för uppvärmning av byggnaden har sänkts, före renovering använde byggnaden 75 kWh/m²/år för att värma upp byggnaden och efter renoveringen 50 kWh/m²/år.

Den låga energiförbrukningen före renoveringen kan bero på följande faktorer:

- Ventilationen är troligen högre än 0,5 luftomsättningar per timme.
- Fönstervädring under uppvärmningssäsongen förekommer troligen.
- Effekten av köldbryggor är inte med i beräkningen.
- Inomhustemperaturen kan vara högre än 21 °C.

Målet med renoveringen var bl.a. att sänka energianvändningen vilket vi också har åstadkommit. Användningen av energi för uppvärmning har sänkts på grund av tilläggsisolering, på grund av mindre värmeförluster genom klimatskalet. Tack vare utformningen av och anslutningen till byggnadens påbyggnad kan solvärme utnyttjas mycket effektivt vilket också bidrar till att sänka uppvärmningskostnaderna. Påbyggnaden själv är inte uppvärmd och använder därmed ingen energi alls. Med hjälp av solen kan energi också utvinnas via solcellerna som är monterade på solavskärmningarna.

Enligt våra uträkningar baserat på resultaten från programmet Derob LTH har vi kommit fram till att energianvändningen för uppvärmningen av byggnaden har sänkts med drygt 30 %.

Byggnadens ursprungliga uppvärmningssystem är gammalt och slitet, har en låg verkningsgrad, är dåligt underhållet och är inte injusterat.

Energianvändningen i övrigt som tillhör fastigheten är inte kalkylerad. Men injustering och renovering av andra system som t.ex. ventilationssystemet kommer också bidra till en ytterligare sänkning av energianvändningen.

Verkningsgraden på ventilations- och värmesystemen kommer också att öka markant efter injustering och renovering.

Även andra produkter som t.ex. nya energieffektiva hushållsapparater kommer att medverka till en sänkning av energianvändningen i form av elektricitet.

Belysningen är också en viktig energikälla att se över, genom att byta alla lampor till LED samt att använda rörelsestyrd belysning minskas elförbrukningen markant och dessutom håller lamporna mycket längre.

Solcellerna som är monterade på den utvändiga solavskärmningen kommer att producera energi som kan fördelas till lägenheterna och användas till elektriska apparater helt gratis. Solcellerna utgör en yta på omkring 40 kvadratmeter per våning.

5.4.1 Sammanfattning av åtgärder

- **Renovering av klimatskalet**
 - *Tilläggsisolering av väggar*
 - *Tilläggsisolering av taket*
 - *Byte av fönster*

- **Påbyggnad med glasfasad**
 - *Naturligt uppvärmd*
 - *Passiv solvärme*
 - *”Grönt mellanrum”*

- **Utvändig solavskärmning med integrerade solceller**
 - *Undviker övertemperaturer*
 - *Gratis energi från solcellerna*

- **Renovering av värmesystemet**
 - *Injustering*
 - *Byte av styr- och reglerutrustning*
 - *Ny cirkulationspump*

- **Renovering av ventilationssystemet**
 - *Injustering*
 - *Nya fläktmotorer*

5.4.2 Sammanfattning energiförbrukning

	Före: (kWh/m ² /år)	Efter: (kWh/m ² /år)
Uppvärmning:	130	85
Tappvarmvatten:	35	35
Fastighetsel:	20	*(15)
Hushållsel:	45	*(30)
Totalt:	230	*(165)

*Siffrorna som står inom parantes är enbart antaganden.

5.5 Ekonomi

Energiförbrukningen är ursprungligen omkring 130 kWh/m²/år. En sänkning med drygt 30 % resulterar i en energianvändning på omkring 85 kWh/m²/år.

Exempel på årskostnad för uppvärmning av byggnaden (Eon):

- Före: 130 kWh/m²/år
 - 195 000 kWh = 120 000 kr/år
- Efter: 85 kWh/m²/år
 - 127 000 kWh = 80 000 kr/år
- Sparar **40 000 kr/år**

Den nya påbyggnaden resulterar i att det blir mer yta per lägenhet som kommer att generera mer intäkter till fastighetsägaren. Totalt är det drygt 210 kvadratmeter ny uthyrbar yta. Den aktuella hyresnivån är 920 kr/m²/år vilket betyder att de aktuella hyresintäkterna per år blir drygt 1200 000 kr. Med de nya uthyrbara ytorna blir hyresintäkterna nästan 1400 000 kr/år.

- Nya uthyrbara ytor: + **200 000 kr/år**

Solcellerna som är monterade på de utvändiga solavskärmningarna producerar el som kan användas av respektive lägenhet. Under ett år kan solcellerna tillsammans producera omkring 13 000 kWh vilket kan jämföras med medelsvenssons årliga elanvändning på ca 15 000 kWh. (Energimyndigheten) (Svensk energi)

- Elproduktion från solceller: + **13 000 kWh/år**

Med uppskattade priser på diverse material som har använts för renoveringen av byggnaden uppgår den totala kostnaden för materialet till omkring 2.000.000 SEK.

6 Diskussion

6.1 Energiberäkningar - Derob LTH

Simuleringarna i programmet Derob LTH gick inte riktigt som vi förväntade oss. Redan efter första simuleringen märkte vi att något inte stämde, våra siffror var mycket låga jämfört med vad det realistiska värdet borde vara. I flera veckor försökte vi titta igenom alla faktorer som skulle kunna bidra till problemet men vi kunde inte hitta något som var fel. På grund av problemen förlorade vi mycket tid och simuleringarna blev inte så utförliga som vi hade tänkt. Vi använde programmet helt enligt anvisningarna och byggnaden som vi analyserar är inte på något sätt komplicerad.

Läs mer om de troliga orsakerna till den låga beräknade energiförbrukningen i avsnitt 5.4, sidan 42.

Resultatet visar en sänkning på omkring 30 % vilket användes för att visa skillnaden, med utgångspunkt från den ursprungliga energianvändningen på 130 kWh/m²/år.

Vi blev instruerade av vår examinator Erik Johansson om hur programmet Derob LTH fungerar. Under arbetets gång har vi haft kontakt med både vår handledare och examinator, speciellt eftersom vi fick så märkligt låga siffror. Men ingen kunde riktigt förstå vad som var fel och kunde inte till en början förklara felet.

6.2 Ekonomi & Energi

Vi har fokuserat på uppvärmningen av byggnaden vilket vi också har redovisat i resultatet. Vi har även vidtagit åtgärder i form av injustering av ventilations- och värmesystem, tagit bort och uppdaterat befintliga elektriska apparater. Eftersom vi inte har kunnat få fram några siffror på hur mycket sådana åtgärder skulle sänka energianvändningen så kan vi inte redovisa några siffror på just det.

Kostnaderna för materialet till renoveringen har vi uppgett till omkring 2Mkr vilket är realistiskt tror vi. Siffran har vi fått fram genom att översiktligt addera priser på diverse material och kommit fram till en summa. Därefter har vi lagt på en del extra för att täcka oväntade utgifter.

Arbetskostnaderna har vi inte redovisat eftersom vi inte vet hur mycket detta kommer att uppgå till. Vi har fokuserat på energianvändningen för uppvärmningen av huset och därför inte kunnat redovisa andra siffror mer detaljerat.

6.3 Konstruktionslösningar

Under arbetets gång har vi såklart diskuterat flera olika lösningar när det gäller konstruktionslösningar för främst väggar och taket. Följderna av att förändra en mindre detalj i konstruktionen kan bli stora, hela byggnadens konstruktionsdelar måste samspela för att helheten ska bli bra. En viktig faktor som har påverkat våra val är såklart tiden, vissa lösningar har blivit ett resultat av kompromisser mellan tid och andra parametrar.

Som exempel så är taket förenklat och renoverat på ett sätt som minimerar arbetstiden och även prioriterar de ekonomiska aspekterna. Under en tid hade vi på förslag att behålla sadeltaket och tilläggsisolera. Men för att få plats med mer isolering krävdes det att taket höjdes vilket i sin tur för med sig mer arbete med ytterväggarna, takstolarna osv. Men det är absolut en tänkbar lösning som även gör det möjligt att installera ett FTX-system vilket kräver mer utrymme.

Ett annat exempel är konstruktionen för ytterväggarna. Efter ett samtal med Lars Sentler och mycket efterforskning kunde vi konstatera att hans påstående stämmer. Påståendet var att den yttersta tegelmuren inte längre är ordentligt förankrad på grund av att de icke rostfria stålkramlorna har korroderat och inte kan ses som hållbara. För att kunna montera tilläggsisoleringen på ett säkert sätt utan risk för ras beslutade vi med ovan beskrivna rekommendationer att riva den yttersta tegelmuren.

6.4 Byggnadens tillstånd

Den aktuella byggnaden har många brister, bland annat otätheter i väggar, fönster. Byggnadens tillstånd är försämrat på grund av åldern, dåligt underhåll, väder och vind. Ett fönster som har ett teoretiskt U-värde på 2,5 W/m² K har egentligen ett högre U-värde eftersom det är gammalt. Alla byggnadsdelar i fastigheten har ett teoretiskt U-värde enligt programmet Derob LTH men vi anser att de inte kan ses som realistiska på grund av åldern osv.

6.5 Områdets utformning

För att kunna erbjuda en bättre uppfattning om hur vi tänker att det ska se ut så har vi som ni har sett arbetat med ytorna runt omkring byggnaden. Det är viktigt att arbeta fram en sammanhängande röd tråd i området som samspelar med byggnaden.

I vårt förslag som illustreras här innefattar en renovering av utomhusmiljön. Vi valde att flytta parkeringsytan till andra sidan av byggnaden för att skapa en trevligare miljö framför den västra fasaden. På grund av att västra fasaden består av glas innebär det att utsikten ifrån lägenheterna är väldigt stor och därför uppskattas en bättre utsikt än en parkeringsyta.

7 Slutsats

Vi har uppnått vårt mål, byggnaden har genomgått en förändring och vi kan redovisa positiva resultat. Genomförandet av hela projektet har fungerat ungefär som vi tänkte, bortsatt ifrån de problem och förseningar med programmet Derob LTH.

Det nya utseendet på byggnaden är vi väldigt nöjda med, den utstrålar verkligen en känsla av miljövänlighet och nymodighet. Hela konceptet utnyttjar och fungerar tillsammans med naturen, det ändrar även färg efter årstiderna. Planlösningen har också blivit lyckad och bidrar till att komma närmare naturen, lägenheterna har förändrats till det som människor efterfrågar i ett modernt samhälle. Byggnaden har blivit attraktiv, förbrukar mindre energi och består av många ”gröna” lösningar.

Siffrorna angående energiförbrukningen har sänkts och det var vårt mål, att det blev drygt 30 % enligt programmet Derob LTH är enbart ett simulerat resultat från ett av många datorprogram.

Vi tycker att vi har lyckats komma fram till något konkret och positivt med tanke på den korta tiden som vi har haft, det krävs mycket tid att skapa sig förkunskaper och information. Tyvärr förlorade vi mycket tid för att lösa problemen vi hade med programmet Derob LTH.

Erfarenheterna som vi har fått under projektets gång har bidragit till en stor mängd kunskap. Det har varit intressant och givande att arbeta under en längre tid med ett projekt självständigt. Vi tycker också att det har varit kul att arbeta med de fyra viktigaste aspekterna, arkitektur, konstruktion, energi och miljö. Enligt oss är det betydelsefullt att tänka på helheten och skapa en röd tråd genom arbetet.

8 Referenser

8.1 Litteratur

Janson, U. (2008). *Passive houses in Sweden: Experiences from design and construction phase*. Lund: KFS AB.

Nevander, L-E., Elmarsson, B. (2009). *Fukt handbok: praktik och teori*. Mölnlycke: Elanders Sverige AB.

Sandin, K. (2009). *Praktisk Husbyggnadsteknik*. Lund: Studentlitteratur AB.

Tykesson, T., Magnusson Staaf, B. (2009). *Malmö i skimmer och skugga: stadsbyggnad & arkitektur 1945-2005*. Kristianstad: Kristianstads Boktryckeri.

Tykesson, T. (2002). *Bostadsmiljöer i Malmö: Inventering Del 2: 1955-1965*. Länsstyrelsen i Skåne län och Malmö Kulturmiljö. Malmö: Team Offset & Media

Waern, R., Caldenby, C., Hultin O., Linde Bjur, G., & Märtelius, J. (2005). *Sveriges arkitekter: byggnadskonst under 1000 år*. Emmaboda: Åkessons Tryckeri.

Wall, M. (1996). *Climate and Energy Use in Glased Spaces*. Lund: Wallin & Dalholm Boktryckeri AB.

8.2 Elektroniska källor

Alusol. *Alusol screen*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.alusol.se/Screen.htm>> (2012-05-20)

Byggkatalogen. *Alusol solavskärmning integrerat med solceller*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://byggkatalogen.byggstjanst.se/alusol_ab/solfangare/alusol_solavskarmning_integrerat_med_solceller/i240682/> (2012-05-09).

Derob LTH. *Simuleringsprogram*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.ebd.lth.se/program/derob_lth> (2012-05-30)

Ekologiska Byggvaruhuset. *Sedumtak/Gröna tak*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.ekologiskabyggvaruhuset.se/706/sedumtak-grona-tak>>
(2012-05-03)

Ekobyggportalen. *Passiv solvärme*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.ekobyggportalen.se/varme/passiv-solvarme/>> (2012-05-08)

Elitfönster. *Att montera och sköta fönster*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.elitfonster.se/sv/Fonsterbyte/Att-kopa-montera--skota-fonster/Att-montera-och-skota-fonster/#ContentStart>> (2012-04-20)

Energimyndigheten. *Producera din egen el*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Producera-din-egen-el/Producera-el-fran-solen/>> (2012-05-22)

Energi- och klimatrådgivning. *Solceller: producerar el med hjälp av solen*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.radgivningvast.se/page/26828/elfransolensolceller.htm>>
(2012-05-09)

Eon. *Fjärrvärme priser*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.eon.se/privatkund/Produkter-och-priser/Fjarrvarme/Priser/>>
2012-05-22

Fastighetsägarnas energiakademi 1. *Klimatskärm: Utvändig isolering*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/byggteknik/utvändig_isolering> (2012-04-10)

Fastighetsägarnas energiakademi 2. *Solavskärmning*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/byggteknik/solavskarmning>> (2012-05-08)

Fastighetsägarnas energiakademi 3. *Åtgärdsbeskrivningar: installationer, byte av cirkulationspump*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/byte_av_cirkulationspump> (2012-05-09)

Fastighetsägarnas energiakademi 4. *Åtgärdsbeskrivningar: installationer, byte av fläktmotor*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/byte_av_flaktmotorer> (2012-05-09)

Fastighetsägarnas energiakademi 5. *Åtgärdsbeskrivningar: installationer, injustering av vattenburen värme.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/injustering_av_vattenburen_varme> (2012-05-09)

Fastighetsägarnas energiakademi 6. *Åtgärdsbeskrivningar: installationer, injustering av ventilationssystem.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://energiakademin.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/injustering_av_ventilationssystem> (2012-05-09)

Isover 1. *Produkter: byggisolering.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://isover.se/produkter/byggisolering>> (2012-03-15)

Isover 2. *Produkter: takisolering.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://isover.se/produkter/takisolering>> (2012-03-15)

Isover 3. *Tilläggsisolering.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://isover.se/till%c3%a4ggsisolering>> (2012-03-15)

Kiss, Z., Abaji, M. *Ett förslag till hållbarhetsuppgradering av miljonprogrammets byggnader.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.energiradgivarna.com/uploaded/pdfarkiv/Kongress/Kongress_2011/Mikael_Abaji_och_Zoltan_Kiss.pdf> (2012-03-10)

Olsson-Jonsson, A. *Fakta om fönster.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www-v2.sp.se/energy/ffi/fakta_fonster.asp> (2012-05-01)

Svensk energi. *Elanvändning.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Elanvandning/>> (2012-05-22)

Svensk Fjärrvärme. *Fjärrvärme.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.svenskfjarrvarme.se/Fjarrvarme/>> (2012-05-01)

Svensk ventilation. *Från- och tilluftssystem.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.svenskventilation.se/index.php3?use=publisher&id=1252>>
(2012-05-05)

VegTech 1. *Produktblad: Tak vegetation från VegTech.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_Takvegetation_low.pdf>
(2012-04-26)

VegTech 2. *Sedumtak: Gröna tak*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://www.vegtech.se/sv/grona-tak---gardar/sedumtak---grona-tak.aspx>>
(2012-04-24)

Wikipedia. *Miljonprogrammet*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://sv.wikipedia.org/wiki/Miljonprogrammet>> (2012-03-30)

8.3 Bilder

Sidan 9. Foto. *Lorensborg från norr Malmö, 1965*. Tykesson, T. (2002).
Bostadsmiljöer i Malmö: Inventering Del 2: 1955-1965. Länsstyrelsen i Skåne län och Malmö Kulturmiljö. Malmö: Team Offset & Media

Sidan 9. Foto. *Lorensborg från öster Malmö, 1962*. Tykesson, T. (2002).
Bostadsmiljöer i Malmö: Inventering Del 2: 1955-1965. Länsstyrelsen i Skåne län och Malmö Kulturmiljö. Malmö: Team Offset & Media

Sidan 9. Foto. *Segevång från väster Malmö, 1962*. Tykesson, T. (2002).
Bostadsmiljöer i Malmö: Inventering Del 2: 1955-1965. Länsstyrelsen i Skåne län och Malmö Kulturmiljö. Malmö: Team Offset & Media

Sidan 11. Foto. *Karta över Malmö stad*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<www.eniro.se> (2012-05-17)

Sidan.12. Foto. *Karta över området Hermodsdal*. Tykesson, T. (2002).
Bostadsmiljöer i Malmö: Inventering Del 2: 1955-1965. Länsstyrelsen i Skåne län och Malmö Kulturmiljö. Malmö: Team Offset & Media

Sidan 14. Foto. *Östra fasaden av fastigheten Docenten 8*. (Elektronisk)
Tillgänglig: <www.eniro.se> (2012-05-17)

Sidan 15. Foto. *Västra fasaden av fastigheten Docenten 8*. (Elektronisk)
Tillgänglig: <www.eniro.se> (2012-05-17)

Sidan 15. Foto. *Norra fasaden av fastigheten Docenten 8*. (Elektronisk)
Tillgänglig: <www.eniro.se> (2012-05-17)

Sidan 20. Foto. *Beskrivning av ett fjärrvärmesystem*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme/>>
(2012-05-01)

Sidan 29. Foto. *Exempel på företag som erbjuder bl.a. Sedumprodukter, VegTech.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<<http://mormorstradgard.blogspot.se/2010/07/sedumtak-pa-lekstugan.html>>
(2012-04-26)

Sidan 33. Foto. *Illustration av solavskärmningens inverkan på solen under olika tidpunkter.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.e.kth.se/~e98_rre/solenergi/> (2012-05-08)

Sidan 34. Foto. *Utvändig solavskärmning med integrerade solceller.* (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://byggkatalogen.byggtjanst.se/alusol_ab/solfangare/alusol_solavskarmning_integrerat_med_solceller/i240682/> (2012-05-09)