

Ett hus, fem möjligheter

Demonstrationsprojekt för energieffektivisering i
befintliga flerbostadshus från miljonprogramstiden

Projektrapport för
HSB Riksförbund

Utarbetad av
Emma Karlsson, WSP
Roland Jonsson, HSB Riksförbund

Slutrapport V1.0

Malmö, Maj 2014

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
Förord	3
1. Inledning	4
Bakgrund	4
BeBo-projektet	5
Syfte och Mål	6
Metodik	6
Förväntat resultat	7
2. Objektsbeskrivning	8
Beskrivning av byggnaden	9
Byggnadsteknik	10
Installationsteknik	11
Uppmätt energiprestanda	11
3. Planerade åtgärder	13
Byggnadsvolym	13
Klimatskal, fönster, täthet	14
Tappvarmvatten och VVC	15
Ventilationssystem, luftflöden	16
Uppvärmning och inomhustemperatur	18
Fastighetsenergi utöver fläktar och pumpar	20
Tillskott från hushållsenergi och personvärme	20
Övrigt	21
Fuktanalys	21
4. Energiberäkningar av planerade åtgärder	22
Energiklasser	22
Beräknad specifik energi	23
Effektsignaturer	24
5. Kostnadsbedömningar	25
6. Lönsamhetskalkyler	25
7. Uppvärmningskostnader	28
8. Komfort	32
9. Miljöbelastning	33
10. Slutsats	34
11. Förslag till vidare arbete	35
Källförteckning	37
El- och fjärrvärmesaxor	37

Förord

Beställargruppen för Energieffektiva flerbostadshus, BeBo, har varit verksam sedan 1989 och är ett samarbete mellan Energimyndigheten och några av Sveriges mest framträdande fastighetsägare inom energiområdet. BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte får försämrats utan snarare förbättras.

BeBos verksamhet har bedrivits inom bl.a. områdena kyl/frysar, tvätt- och torkutrustning, ventilationssystem, trapphusbelysning, elmotorer samt individuell mätning och debitering av värme och varmvatten. Reduceringar av energi och årskostnader på 30-50 procent har uppnåtts för enskilda produkter, vilket i hög grad inspirerat till nyutveckling.

Energianvändningen i bebyggelsen måste minskas för att minska dess negativa miljöpåverkan. Behovet av köpt energi ska enligt Riksdagsbeslut halveras till år 2050 i förhållande till 1995. Energimyndigheten har i uppdrag att "driva på" energieffektiviseringen i bostadssektorn. Av erfarenhet vet man att demonstrationsprojekt är en verkningsfull metod för att sprida goda idéer och få fler att våga gå i samma spår.

En stor del av bostadsbeståndet är byggt under åren 1965 – 1975 inom miljonprogrammet. Dessa byggnader är intressanta för energieffektiviseringsprojekt, eftersom de är mycket lika vad gäller energistatus, byggnads- och installationsteknik och de ligger nu i tur för upprustning. Dessutom är de många, totalt omfattas 700 000 till 800 000 lägenheter.

Energimyndigheten stöttar med resurser inom ramen för konceptet "Rekorderlig Renovering", för att demonstrera vilka energiåtgärder man ska satsa på och vilka konsekvenser de får på inomhusmiljö, beständighet och varsamhet. Resultaten från Rekorderlig Renovering ska kunna underlätta uppreparing i andra byggnader.

Projektet Ett hus, fem möjligheter anknyter till konceptet Rekorderlig Renovering genom att sammanställa en överblick över möjligheterna till energieffektivisering, och även belysa hur olika åtgärder ger olika effekt, inte bara på energianvändningen. Projektet är dock ett helt teoretiskt projekt, alla lösningar är fristående från enskilda leverantörer.

Vi har krav från EU om att vi skall minska energianvändningen. Det är inte alltid så att en minskad energianvändning leder till en miljövinst som alla är betjänta av. 2°C målet betyder ju inte en sänkt innetemperatur.

Projektets avsikt var att engagera branschen. Ett stort tack riktas till dem som medverkat under projektets gång, under seminarier, workshops, och i diskussioner mellan möten.

1. Inledning

Bakgrund

För en bostadsrättsförening eller fastighetsägare med bostäder, som vill halvera byggnadens energianvändning finns idag ett relativt stort utbud av komponenter och lösningar på marknaden. Många fastighetsägare har svårt att sätta sig in i olika lösningars prestanda, kostnader och funktion, speciellt om de ska jämföras- eller kombineras med andra lösningar. Förutom de tekniska egenskaperna skall hänsyn tas till fjärrvärmes- taxor och dess konstruktioner med flöde, effekt och säsongspriser. Till detta tillkommer elpriser med timmätning och elöverföringen och dess effektproblematik.

Genom att sätta både lång- och kortsiktiga mål för hur en fastighetsägare ska spara energi, miljö och pengar blir arbetet mer strukturerat och effektivt. Ett hjälpmedel för att arbeta fram en målsättningsstrategi som HSB erbjuder sina medlemmar är 5K-modellen, där K står för:

- Kilowattimmar (kWh)
- Kronor
- Komfort
- Koldioxid (CO₂)
- Köpa prylar

Med 5K-modellen som stöd kan fastighetsägaren eller bostadsrättsföreningen sätta upp ett mål baserat på ett eller flera av dessa faktorer. Inget alternativ är mer rätt eller fel. Det viktiga är att tänka efter före, att arbeta igenom de olika alternativen och att välja det mål man ska fokusera på som passar den enskilda fastighetsägaren eller bostadsrättsföreningen bäst.

Om målet är att spara **Kilowattimmar** kWh ligger fokus på åtgärder som syftar till att minska den köpta energimängden. Det kan vara åtgärder som att förbättra klimatskalet genom att byta eller renovera fönstren. Tilläggsisolera fasaden, finreglera värmesystemet, minska mängden varmvatten genom att montera resurseffektiva blandare. Även att komplettera huset med en värmepump ger en minskad mängd köpt energi. Även åtgärder för att minska fastighetsel, genom bättre belysning, energisnåla fläktar och cirkulationspumpar. . Fördelen med att sätta upp mål som styr mot ett minskat antal kWh är att det är förhållandevis enkelt att följa upp. Det är dock inte alltid så att en minskad energianvändning leder till en kostnadsänkning eller minskad miljöbelastning.

Om målet är att spara **Kronor**, vilket troligen är det vanligaste målet, då, är det viktigt att titta på de specifika förhållandena för den aktuella fastighetsägaren och byggnaden. Företagsekonomiska aspekter spelar in, och förutsättningarna skiljer sig även stort mellan olika kommuner eftersom det är skillnader på kostnader som elöverföring, elskatter, och fjärrvärmepriser. I minskade kostnaderna ingår självklart att optimera fastigheten så att de fasta kostnaderna sänks.

Om målet är att spara på miljön och minska **Koldioxidutsläppen** är en viktig del att köpa miljömärkt el, och se hur husets effektsignatur ser ut. Det gäller att minimera effektbehovet när det är kallt och fjärrvärmeleverantören behöver spetsa med olja eller att importera smutsig el från kolkraft. Många fjärrvärmeverk är av typen kraftvärmeverk där restavfall eldas till värme och grön el. Då är åtgärder som att minska varmvattenanvändningen sommartid när kraftvärmeprocessen behöver kylas inte den optimala ur

klimatsynpunkt, då leder detta till en minskad elproduktion. Samma sak gäller om det är restvärme i fjärrvärmesystemet. Den värmen produceras ändå och kan den inte värma hus eller varmvatten så går den värmen till spillo. Till exempel kan ett montage av solfångare på en byggnad i fjärrvärmenätet leda till en ökad miljöbelastning. Samma sak gäller frånluftsvärmepumpar som producerar varmvatten under sommaren. Det minskar kylningen i fjärrvärmenätet och ger en minskad elproduktion samtidigt som värmepumpen behöver el för sin drift.

Målet kan också vara att öka **Komforten** i byggnaden, t.ex. genom behagliga inomhus-temperaturer, korta väntetider på varmvattnet, god luftkvalitet och en trygg boendemiljö. Komfort kan innefatta många aspekter och är svårare att mäta än kWh, kronor och koldioxidbelastning.

Rubriken **Köpa prylar** används för att sätta fokus på att tydliggöra målsättningen med en investering, och att det är viktigt att jämföra olika alternativa lösningar. Att köpa prylar kan likaställas med att handla planlöst. Man vill ha något som varken är bra för miljön, plånboken eller leder till minskad energianvändning. Det är som nya aluminiumfälgar till bilen. De förbättrar inte prestandan, sänker inte bränsleförbrukningen eller sänker bilens totala driftskostnad. Ett klart köpa prylar fall.

BeBo-projektet

I Sverige har vi en kultur inom bygg- och fastighetssektorn som innebär att man ofta vill se goda exempel och höra om positiva erfarenheter innan man själv är mogen att ta steget till nya lösningar. Det är därför önskvärt att presentera demonstrationsexempel med en fullständig utvärdering av reduktion av energianvändning, kostnadseffektivitet, samt förvaltarnas och brukarnas tillfredsställelse med lösningen. Det finns exempel där man har uppnått stor energibesparing där kostnaden inte minskat, utan tvärtom ökat. Med de taxeförändringar som under de senaste åren har skett och de som nu är aviserade tyder på att effekt blir mycket dyrare. Det innebär att åtgärder som sänker värmebehovet blir mer intressanta än att spara varmt vatten. Det finns då en mycket stor risk att många projekt som har genomförts kommer att uppvisa dålig lönsamhet vilket gör att intresset för energieffektivisering avtar och de uppsatta målen inte nås, även om man har gjort "rätt" åtgärder. Många kan då tycka att energieffektivisering inte är lönsamt.

BeBo har en rad pågående projekt med teknikupphandlingar av specifika energieffektiviseringslösningar. Teknikupphandlingarna syftar till att få fler konkurrenskraftiga systemlösningar på marknaden, och möjliggör för fullskaliga provinstallationer av utvalda lösningar. Dessa projekt tar dock inte hänsyn till taxekonstruktioner och dess påverkan. En viktig anledning till detta är att taxekonstruktionerna varierar över landet och det saknas en överblick över dessa variationer. För att avgöra om en åtgärd är lönsam eller inte krävs både en djup kompetens och ett brinnande intresse inom energiområdet, men även en insikt i aktuella lokala taxeförhållanden, en kompetens som inte är vanligt förekommande. Det är mycket viktigt att bredda denna kompetens. Det bygger på mer saker än bara dialog med energileverantörerna utan tätt samarbete och god kommunikation. Det är bland annat det vi försöker visa med detta projekt, och som redovisas i rapporten.

Teknikupphandlingarna belyser mkt noggrant de tekniska egenskaperna hos en specifik lösning, men de saknar den breda bilden. Det finns andra detaljer som intresserar fastighetsägare, bostadsrättsföreningar, installatörer, tillverkare, energileverantörer, förvaltare, myndigheter och andra beslutsfattare. Tillfrågade aktörer i branschen ser

stor relevans i ett projekt som sammanfattar alla dessa aspekter, som har betydelse vid t.ex. planering av underhåll och framtida investeringar.

Syfte och Mål

Avsikten med projektet är göra det enklare för bostadsrättsföreningar och fastighetsägare att välja vilken väg de vill ta för att uppnå sina mål. Rekordårens byggnadsbestånd har en genomsnittlig energianvändning av ca 180 kWh/m². Vid en renoveringsåtgärd i detta bestånd gäller BBR kap 9.9, där målet är att uppfylla nybyggnadsreglerna vilket alltså innebär 90 – 130 kWh/m² (beroende på byggnadens geografiska läge). För att förenkla resonemanget fokuserar projektet på att minska energianvändningen i ett för perioden typiskt hus, med minst 50 %.

Målet är att presentera fem alternativa paket med åtgärder, som alla halverar energianvändningen. Förutom detta påverkas en rad andra faktorer av åtgärdspaketen; inneklimat och komfort, miljöpåverkan, effektprofil, hyresintäkter och drift- och förvaltningskostnader. När det gäller driftskostnad och miljöpåverkan är det även till stor del beroende av vilken el- och fjärrvärmeleverantör som är aktuell.

Sätter man andra mål än att spara energi så kan det finnas andra lösningar som både ger en miljövinst och/eller sänkta kostnader. Det finns många sätt att nå de uppställda målen. Några av de redovisade åtgärderna sänker energianvändningen men ökar samtidigt kostnaderna eller miljöbelastningen, och tvärtom.

Metodik

En viktig aspekt av projektet är att få igång en bredare diskussion kring frågan. För detta syfte är det viktigt att få branschen engagerad i projektet.

Projektet presenterades för första gången på ett Energiseminarie i HSBs regi i Almedalen, sommaren 2013. Därefter bjöds intresserade in till att medverka vid uppstartsmöte, en workshop och ett avslutningsmöte under sept. 2013 till och med mars 2014.

Fem parallella spår diskuterades vid dessa tillfällen. Gruppdiskussioner resulterade i förslag på åtgärder som för de olika alternativen åstadkom en halvering av energianvändningen i typbyggnaden (till ca 90 kWh/m²).

1. Ersätt det befintliga bostadshuset med ett nybyggt
2. Superrenoveringen med fokus på klimatskalet
3. Det gröna alternativet: förnyelsebar energiproduktion och andra gröna lösningar
4. Renovering med installationsfokus
5. Den "enkla vägen" med byte från fjärrvärme till värmepump

Därefter bearbetades och beräknades de fem alternativen.

De fem alternativen jämförs utifrån HSB-modellen 5K; kWh, kronor (driftskostnad, investeringskostnad), komfort, koldioxid.

Utgångspunkt i projektet är ett bestämt typhus från ca 1970-tal. Typhuset skulle vara en vanligt förekommande geometri, t.ex. trevåningshus med två trapphus. Typhuset skulle vara väl utrett och samtlig fakta ska sammanställas för projektets deltagare.

Typhuset valdes utifrån förutsättningen att det skulle vara ett representativt miljonprogramshus byggt under perioden 1965-1975. Valet föll på Pilängen, en byggnad i medlemsföretaget AB Landskronahems bestånd, byggt 1970. Byggnaden har utretts i ett annat BeBo-projekt, vilket innebär att projektet kunde effektiviseras genom att utnyttja befintligt underlag. Eftersom projektet redovisades på Nordbygg 2014 på Älvsjömässan, är byggnaden beräkningstekniskt flyttat till Stockholm och Mälardalen.

Dokumentationsarbetet innehåller följande moment:

- Beskrivning av arbetsmetoden
- Beskrivning av byggnadens förutsättningar, enligt mall för Halvera Mera
- Beskrivning av resultat

Analysarbetet innehåller följande moment:

- Energiberäkningar genomförs på samma sätt för de fem alternativen
- Kostnad för energianvändning anges av tillfrågade fjärrvärmelieferantörer i tio kommuner, baserat på årsenergianvändning (fjärrvärme och el) från projektet.
- Lönsamhetskalkyler utförs baserat på BeBos kalkylförutsättningar. Endast merkostnader för energibesparande åtgärder tas med i kalkylen.
- Komfortbedömningar genomförs på samma sätt för de fem alternativen
- Koldioxidbelastning genomförs på samma sätt för de fem alternativen, baserat på uppgifter från fjärrvärmelieferantörerna och miljöbelastningen på el.

Informationsspridning:

- Workshops och arbetsmöten med branschen
- Pressbevakning av projektet i diverse media
- Medverkan på Nordbygg 2014
- Presentation av projektet i lämpliga energiforum

Förväntat resultat

Genom att göra de fem alternativen jämförbara, då de appliceras på samma byggnad och analyseras utifrån samma parametrar, ska en bostadsrättsförening eller fastighetsägare genom att definiera vilket mål (ur 5K-modellen) som är viktigast, kunna få hjälp med att välja väg.

BeBo har redan genomfört ett antal projekt som tar upp olika aspekter av denna frågeställning. Ett förväntat resultat med projektet är att kunna samla denna information och göra den jämförbar med andra motsvarande alternativ. Exempel på BeBo-projekt som förväntas kunna användas är:

- Teknikupphandling Värmeåtervinning
- Teknikupphandling Rationell isolering av klimatskal
- Teknikupphandling Energisnål torkning i tvättstugor
- Teknikupphandling Värmeåtervinning system för spillvatten
- Rekorderlig renovering och Halvera Mera
- Lönsamhetskalkylering

Ett annat förväntat resultat är att öka debatten om frågan. Att belysa hur de olika alternativen inte är mer rätt eller fel än det andra, men att de resulterar i olika besparingar eller förtjänster, beroende dels på vilken taxemodell aktuell fjärrvärmelieferantör använder sig av, samt på vilket mål bostadsrättsförening eller fastighetsägare har med sin insats.

2. Objektsbeskrivning

För projektet har en faktisk byggnad i AB Landskronahems bestånd använts, i området Pilängen. Denna byggnad har tidigare utretts i ett BeBo-projekt, och tillgängligt underlag finns samlat hos utförande konsult. Energiberäkningsmodellen bygger på förutsättningarna i detta praktiska projekt.

Byggnaden har teoretiskt placerats i Mälardalen (klimatort Stockholm).

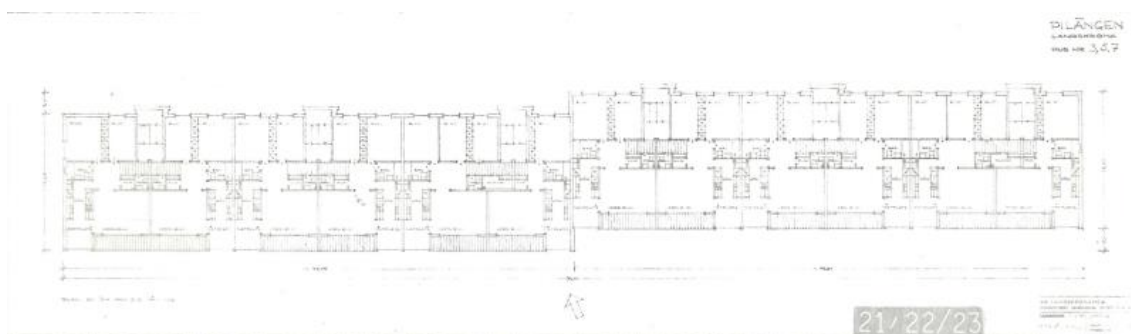


Figur 1 Bilder ursprungsbyggnad, Landskrona

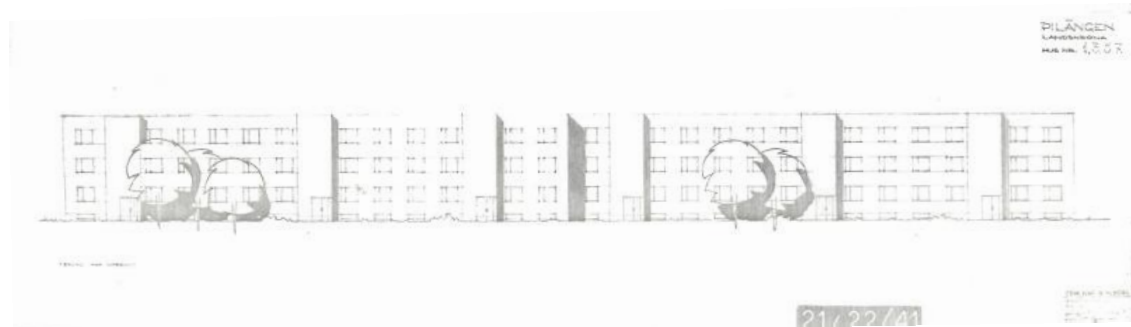
Beskrivning av byggnaden

Byggnadsår	1970
Antal lägenheter	36
Antal våningar ovan mark	3
Antal källarvåningar	1
Antal trapphus	6
Antal hissar	0
Antal tvättstugor i byggnad	2
Antal fristående tvättstugor	0
Antal motorvärmare	0
Antal belysningsstolpar	0
Area BOA, m ²	2874 m ²
Area A _{temp} , m ²	4255 m ²

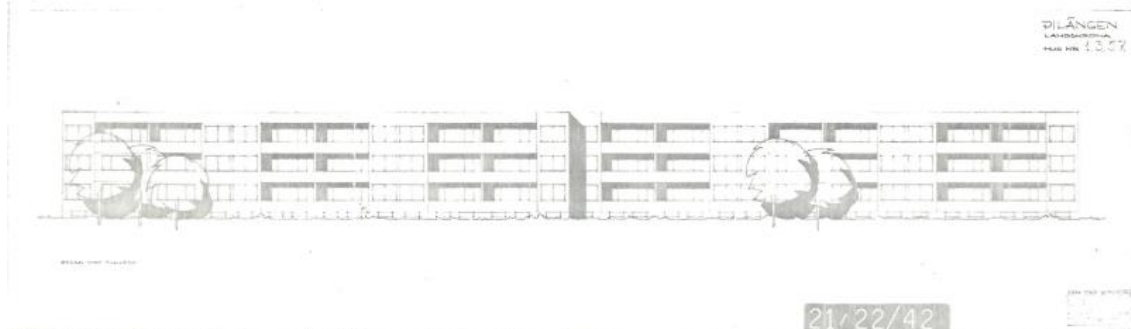
Skillnaden mellan BOA och A_{temp} utgörs av källare och trapphus.



Figur 2: Normalplan



Figur 3: Fasad mot norr



Figur 4: Fasad mot söder

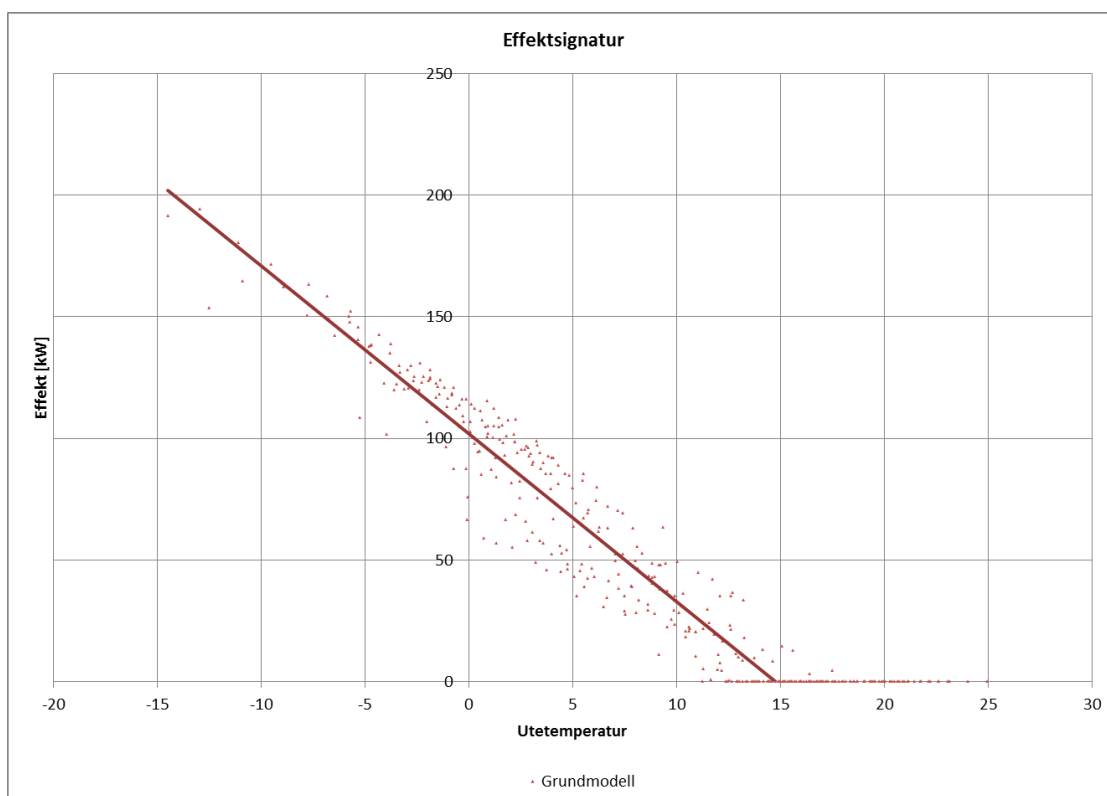
Installationsteknik

Ventilation	Frånluftsventilation. Ventilationsflöde 1850 l/s (~ 0,43 l/s,m ²). Baserat på OVK-protokoll.
Uppvärmning	Fjärrvärme, radiatorer 65°C-50°C. Inomhustemperatur 22 °C.
Tappvarmvatten	Fjärrvärmeväxlare, normalt isolerad VVC
Undercentral	Fjärrvärmeväxlare.

Uppmätt energiprestanda

Totalt	164 kWh/m²,år
Uppvärmning	114 kWh/m ² ,år
Tappvarmvatten	40 kWh/m ² ,år
Fastighetsel	10 kWh/m ² ,år

El till tvättstugor och utebelysning på gården är inte medräknat i specifik energi vilket inte heller görs i energideklarationen.



Figur 7: Effektsignatur grundmodell, exklusive tappvarmvatten

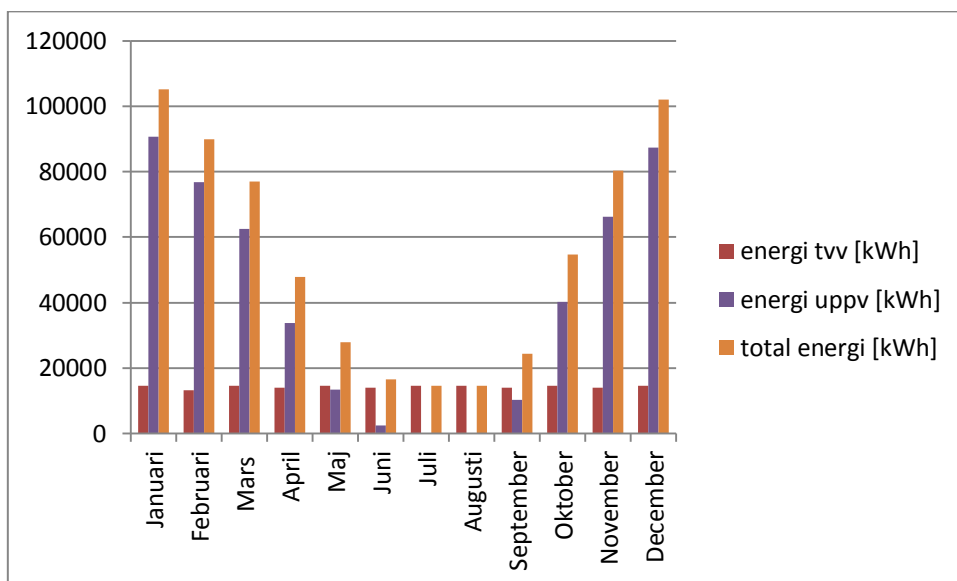
Effektsignaturer för grundmodellen och de fem åtgärdsalternativen har tagits fram ur beräkningsmodellen. Grundfallets effektsignatur är alltså inte baserad på uppmätta siffror. Effektsignaturerna visar endast effekt för uppvärmning, d.v.s. inte baslasten av tappvarmvatten eller VVC (varmvattencirkulationsförluster).

Ur effektsignaturen framgår att byggnadens maximala effektbehov är ca 220 kW, vid ca - 14°C (inklusive varmvatten). Byggnaden har ett uppvärmningsbehov från en utetem-

peratur vid ca 17 °C, vilket stämmer överens med hur en byggnad av denna årgång kan antas fungera.

Effektsignaturerna är baserade på dygnsmedelvärden, och visar alltså inte t.ex. variationen av tillgodogjord solenergi över dygnet, som antas tas upp av byggnadens värmetröghet.

Fjärrvärmebehovet fördelat över året, uppdelat på uppvärmning till rum respektive till uppvärmning av tappvarmvatten och VVC, samt total energi.



Figur 8: Fjärrvärmebehov över året; totalt samt fördelat på uppvärmning respektive tappvarmvatten

3. Planerade åtgärder

Grundförutsättningen inför identifiering av åtgärder inom projektet är en halverad energianvändning, vilket för aktuell byggnad ger ett energiprestandamål på 80 kWh/m²år.

Alternativ 5 har avgränsats till att enbart ta upp installation av värmepump, inga övriga åtgärder genomförs i alternativet. Detta motsvarar det hanteringssätt som är vanligt förekommande i branschen idag. Det ska sägas att värmepumpslösningen bör genomföras i kombination med åtgärder från övriga alternativ, för att få ett så bra resultat som möjligt, både vad gäller energianvändning, kostnader och miljöpåverkan.

Byggnadsvolym

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
A _{temp} 4255 m ²	Nytt hus med oförändrat yttermått, A _{temp} minskar: 4122m ² .	Indragna balkonger byggs in, nya fribärande balkonger. A _{temp} ökar: 4524m ² (269m ²)	Ny takvåning, inredd vind, A _{temp} ökar: 5039m ² (784m ²).	Oförändrat. A _{temp} 4255 m ²	Oförändrat. A _{temp} 4255 m ²

Grundmodellen är en typisk miljonprogramsbyggnad i tre våningar samt källare. Sex trapphus med 2 lägenheter per plan, 2-4 rum och kök. Indragna balkonger.

Den nya byggnaden i alternativ 1 uppförs på samma byggrätt som den befintliga, med oförändrade yttermått. Byggnadens utformning lika den befintliga. Med ökad isolertjocklek i väggarna blir konsekvensen att A_{temp} i den nya byggnaden blir något mindre än i den befintliga byggnaden.

I alternativ 2 byggs de indragna balkongerna in, och ersätts med nya fribärande balkonger utvändigt. Åtgärden blir bygglovspliktig och förutsätter att byggnadens utformning inte är bevarandemärkt. A_{temp} ökar något.



Figur 9: Illustrationsexempel tillbyggt takvåning. Källa: HSB.

I alternativ 3 kompletteras den befintliga byggnaden med en takvåning med 12 lägenheter med terrass. Tillgänglighetskravet innebär att byggnaden även kompletteras med hiss, som placeras utvändigt, med tillgänglighet till det översta planet. I övrigt inga förändringar på den befintliga byggnaden. A_{temp} ökar med den nya våningen.

Alternativ 4 och 5 innebär inga förändringar i byggnadsvolym.

Klimatskal, fönster, täthet

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
$U_m = 0,739$ W/m^2K $UxA=3\ 452$ W/K	Modernt "normalbra" klimatskal, $U_m = 0,28$ $W/m^2 K$ $UxA=1\ 318$ W/K	Tilläggsisolering fasad: 100 mm mineralull Tilläggsisolering källarvägg, Nytt tak: Fribärande balkonger $U_m = 0,34$ $W/m^2 K$ $UxA=1\ 577$ W/K	Oförändrat i det befintliga, förbättrat tak. Ny takvåning, YV 0,12 $W/m^2 K$ Tillbyggnad lik alt 1. $U_m = 0,50$ $W/m^2 K$ $UxA=2\ 605$ W/K	Tätade spaltventiler. $U_m = 0,54$ $W/m^2 K$ $UxA=2\ 531$ W/K	Oförändrat. $U_m=0,74$ W/m^2K $UxA=3\ 452$ W/K

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
2-glas fönster $U = 2,8$ $g = 76\ %$	Nya fönster 3-glas fönster $U = 0,8$ $g = 46\ %$	Nya fönster 3-glas fönster $U = 1,1$ $g = 46\ %$	Renoverade fönster 3-glas fönster $U = 1,4$ $g = 62\ %$	Nya fönster 3-glas fönster $U = 1,2$ $g = 46\ %$	Oförändrat 2-glas fönster $U = 2,8$ $g = 76\ %$

Solenergi till fönster 190 558 kWh 44,8 kWh/m ²	Solenergi till fönster 114 335 kWh 27,7 kWh/m ² - 40 %	Solenergi till fönster 114 335 kWh 25,3 kWh/m ² - 40 % (absolut)	Solenergi till fönster 184 623 kWh 36,6 kWh/m ² - 3 %	Solenergi till fönster 116 019 kWh 27,3 kWh/m ² - 39 %	Oförändrat Solenergi till fönster 190 558 kWh 44,8 kWh/m ²
------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Alternativ 1 motsvarar normal nyproduktion, i nivå med Miljöbyggnad Silver och klass B i Energideklarationerna.

I alternativ 2 genomförs en omfattande renovering av byggnaden där bärande yttreväggar och källarväggar tilläggsisoleras och icke bärande yttreväggar byts mot nya, med motsvarande U-värde. Balkongerna byggs in och ersätts med fribärande balkonger utvändigt, vilket ger ett effektivare klimatskal med mindre köldbryggor.

I alternativ 3 utförs den nya takvåningen med U-värden lika de i alternativ 1. Fönstermängd i takvåningen motsvarar 20 % av A_{temp} , med lika mkt fönster mot norr och söder. De befintliga väggarna förändras inte, takbjälklaget förstärks och tilläggsisoleras i och med tillbyggnaden. Befintliga fönster renoveras och kompletteras med energiglas.

I alternativ 4 byts fönstren ut, en vanlig kompletterande åtgärd till FTX-installationen. Alternativ 5 innebär inga förändringar.

Tätheten antas hög i alternativ 1, i varierande grad förbättrad i övriga alternativ.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
0,8 l/s,m ²	0,3 l/s,m ²	Nytt klimatskal,	Pga fönster-	Pga fönsterbyte	Oförändrat.

		förbättrad täthet. 0,5 l/s,m ² .	renov 0,7 i bef. I ny del 0,3.	0,6 l/sm ² .	
--	--	------------------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--

Tappvarmvatten och VVC

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
<p>Totalt 40 kWh/m²,år.</p> <p>Tappvarmvattenanvändning 30 kWh/m².</p>	<p>Nya installationer; snålspolande armaturer och VVC.</p> <p>25 kWh/m²</p>	<p>Allt byts ut. Nya installationer; snålspolande armaturer, välisolerad VVC.</p> <p>25 kWh/m²</p>	<p>”HSB Fixx” – lokal beredning av tappvarmvatten i varje lägenhet. Vägghängd värmepump återvinner värme ur frånluft, samt avloppsvärmeväxlare i respektive badrum.</p> <p>Tappvarmvattenanvändning motsvarande 25 kWh/m².</p> <p>El till värmepumpen 6 kWh/m².</p>	<p>Allt byts ut. Nya installationer; snålspolande armaturer och välisolerad VVC förlagd rör-i-rör.</p> <p>Central spillvattenvärmepump med 80 % energiåtervinningsgrad.</p> <p>Tappvarmvattenanvändning motsvarande 25 kWh/m².</p> <p>El till spillvattenvärmepumpen 8 kWh/m². Fjärrvärmebehov 6 kWh/m² (täcker även VVC-förluster).</p>	<p>Oförändrat.</p> <p>Tappvarmvattenanvändning motsvarande 30 kWh/m²,år.</p> <p>Se separat redovisning för olika alternativ på värmepumpslösningar. under rubriken Uppvärmning och inomhus-temperatur.</p>
<p>VVC-förluster 10 kWh/m². Inga handduks-torkar kopplade på VVC</p>	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	Inga VVC-förluster eftersom denna har utgått	4 kWh/m ² Rör i rör. VVC röret ligger i varmvattenröret	Oförändrat ca 10 kWh/m ²

Ventilationssystem, luftflöden

Byggnaden är i grundmodellen teoretiskt överventilerad, 1850 l/s motsvarar ca 0,43 l/s,m². Luftflödet avser flöde över fåktar, uppmätt i OVK-besiktning, ingen kontroll från-luftslöden över don är utförd.

Då lägenheterna generellt sätt är stora, är BBR-kravet på 0,35 l/s,m² i bostadsytor dimensionerande. För övriga ytor, trapphus och källare där de boende inte vistas mer än tillfälligt, har dimensionerande flöde av 0,15 l/s,m² använts.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
F-system med 3 gamla från-luftsläktar.	Centralt FTX. Motströms VX. Återvinning 82 %. Minskad återvinning vid <-5.	Centralt FTX. Motströms VX. Återvinning 82 %. Minskad återvinning vid <-5.	F-ventilation. I hela byggnaden.	HSB FTX: förvärmad utelufts-temp, inte under -5. Motströms VX. Återvinning 100 %.	Oförändrat.
	Ny ventilation, SFP 1,6	Ny ventilation, SFP 1,6	Nya motorer i fläktar, SFP 0,8.	Ny ventilation, SFP 2,0. Högre tryckfall över förvärmningsbatteriet.	
Luftflöde från OVK-protokoll 1850 l/s.	Normenligt flöde, 1180 l/s	Normenligt flöde, 1310 l/s	Grundfall 1850 l/s. Vid -14 80 % av flödet (1490 l/s). Flödesreduc vid under -14 grader. 50% vid -20. Fördel klimat sommardid. Möjlighet till fuktstyrning av frånluftslöde.	Normenligt flöde, 1210 l/s	Oförändrat, 1850 l/s (0,43 l/s,m ²).

I alternativ 1 och 2 byggs nya ventilationssystem, centralt FTX med motströmsvärmväxlare och hög återvinningsgrad. De nya ventilationssystemen dimensioneras med normenliga flöden. Totalflödena skiljer mellan de två alternativen eftersom ytan i de två alternativen är olika (se rubrik Byggnadsvolym).

I alternativ 3 ansluts den nya takvåningen till det befintliga F-systemet, som uppdateras med nya eleffektiva motorer och styrning. Det befintliga flödet bibehålls sommardid. Flödesreducering styrd på utetemperatur, med linjär reducering ned till normenligt flöde vid -14 °C. Ett variabelt flöde med högre flöden sommardid innebär att inneklimatet blir bättre under sommardid, utan att förlora onödig värme under vintertid. Det högre luftflödet behövs för att kunna kompensera det högre vatteninnehållet i luften sommardid men ändå få det torrare snabbare i våtutrymmena. Det gör att behovet av golvvärme minskar.

I alternativ 4 installeras HSB FTX, en kombination av ett centralt FTX av samma typ som i alternativ 1 och 2, kompletterat med en energibrunn för förvärmning av uteluft. Med hjälp av en cirkulationspump som tar värme ur borrhål och överför till uteluften kan denna hållas över -5°C året runt, och därmed ge 100 % återvinning över året. Sommardid kyls uteluften vilket därmed återladdar borrhålet med värme. El till cirkulationspumpen tillkommer, och SFP blir något högre. När energibrunnen återladdas sommardid så görs det genom att luften in till huset kyls. I samband med detta så avfuktas luften och ventilationsbehovet behöver inte ökas sommardid för att uppnå samma torkeffekt som

under vintern. Minskar behovet av golvvärme. Luften kan avfuktas rejält eftersom den inbyggda värmeväxlaren i ventilationsaggregatet kan värma på luften in till lägenheterna. Detta för att luften inte skall bli kall utan bara vara torr och sval.

I alternativ 5 behålls befintlig ventilation som den är.

Uppvärmning och inomhustemperatur

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Radiatorsystem 65 – 50 °C med gamla termostatventiler. Gammal cirkulationspump.	Nya radiatorer med termostatventiler. Radiatorsystem 55 – 35 °C Energieffektiv cirkulationspump.	Nya radiatorer med termostatventiler. Radiatorsystem 55 – 35 °C Energieffektiv cirkulationspump.	Befintligt 65 - 50 °C värmesystem injusteras, ny cirkulationspump, nya termostatventiler i lgh	Befintligt värmesystem samt ny energieffektiv cirkulationspump, nya termostatventiler i lgh.	Befintligt 65 - 50 °C värmesystem påverkas inte, ingen injustering, utöver byte till ny cirkulationspump.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
22 grader	21 grader	21 grader.	Sänks till 21 grader av "miljöskäl"	Sänks till 21 grader.	22 grader

För alternativ 5 har totalt sex olika värmepumpsalternativ studerats.

5.1 BVP	5.2 BVP	5.3 FVP	5.4 FVP	5.5 BVP	5.6 BVP
Bergvärmepump Max tillförd effekt 54 kW. VF i snitt 3,0 – både värme, VV och VVC. Elspets. Bra energi- och effekttäckning.	Bergvärmepump Max tillförd effekt 54 kW. VF 3,0 – både värme, VV och VVC. Fjärrvärmespets. Bra energi- och effekttäckning.	Frånluftsvärmepump, kylvärme ned till +2 °C. Max tillförd effekt 37 kW. VF 3,0 – både värme, VV och VVC. Fjärrvärmespets.	Frånluftsvärmepump, kylvärme ned till +2 °C. Max tillförd effekt 34 kW. VF 3,3 – endast värme. Fjärrvärme för VV och VVC samt för spetsbehov.	Optimerad bergvärmepump (max 10W/m ² A _{temp}). Max tillförd effekt 40 kW. VF 3,0 – både värme, VV och VVC. Fjärrvärmespets	Optimerad bergvärmepump (max 10W/m ² A _{temp}). Max tillförd effekt 40 kW. VF 3,3 – endast värme. Fjärrvärme för VV och VVC samt för spetsbehov.

Ursprunglig plan var att presentera ett alternativ: bergvärmepump med elspets. Bergvärmepumpen var det alternativ som ansågs lämpligast för den specifika byggnaden med tanke på geometri och planlösning. Vid installation av värmepump hörs inte sällan diskussionen om önskan om att vara fristående från fjärrvärmeleverantören, varför elspets valdes.

Då det är viktigt att belysa flera varianter av lösningar och att införa lite nytt tänk kring inkopplingen av värmepumpar beslöts efter diskussion med branschen att redovisa 6 alternativ i hus 5.

Värmepumpar förekommer även i hus 3 där som lokal varmvattenproduktion samt i hus 4 som värmepump för att återvinna energin ur spillvattnet. Det hade varit frestande att även räkna på en lösning med en värmepump för frånluft kombinerat med energiåtervinning ur spillvatten. Fördelen med denna kombination är att varmvattenbehovet är direkt kopplat till mängden varmt spillvatten. Värmepumpen får högre temperaturer att jobba med på den kalla sidan och värmefaktorn (VF) ökar. Eftersom det nu pågår ett annat BeBo projekt där det är fokus på återvinning ur spillvatten kommer den lösningen att redovisas där i stället.

Tendensen vid dimensionering av bergvärmeanläggningar är att man vill ha en så stor värmepump som möjligt för att nå höga energitäckningsgrader. Spetsvärmebehovet blir litet och kalkylen visar på bra energivärden och husets energianvändning minskar mycket med hjälp av värmepump.

I dagens energideklarationer som gäller från 1 jan 2014 har man infört att det befintliga huset som energideklareras skall jämföras mot samma nivåer som ett nyproducerat hus. Det finns det nu 2 skalor för att gradera i vilken energiklass huset hamnar i, ett för byggnader som värms huvudsakligen utan el samt en skala för byggnader som räknas som eluppvärmda. En tillförd effekt på över 10 watt/m² A_{temp} medför att huset räknas som elvämt. Effektkravet avser tillförd energi, inklusive pumpar. För information om energiklasserna, se kapitel 4.

I aktuellt hus som är på 4255 m² A_{temp} ger det en maxeffekt tillförd på 42,55 kW, vilket hanteras som max 40 kW på värmepumpen för att även ta höjd för pumparna.

Oftast når värmepumpen sin högsta tillförda effekt under februari/mars då berget är kallt och under varmvattenproduktion/VVC. Typskyltarna brukar ange normaltvarmt berg och ett drifffall som är mot lågtempererad radiatorkrets. 0°C brine och 35°C vattenkrets. Här är värmefaktorn (VF) hög och effekten låg. Värmepumpens sämsta driftläge är vid varmvattenproduktion och för att kompensera för VVC förlusterna. Här kan värmefaktorn vara så låg som 2,3. Skall man få värmepumpen att gå så bra som möjligt skall den arbeta med låga temperaturlyft. Det vill säga inte värma varmvatten eller VVC förluster. Ändå är det många värmepumpstillverkare som prioriterar varmvattnet. Det gör att värmepumpen slits hårdare och att den genomsnittliga värmefaktorn blir lägre samt att livsländan minskar.

Av denna anledning visas i hus 5:4 och Hus 5:6 ett alternativ där värmepumpen inte hanterar varmvatten och kompensera för VVC förlusterna.

För frånluftsvärmepumparna så räknar vi med att luften kyls till +2°C. Detta görs med värmepumpar som har direktförångning. Det innebär att förångaren sitter direkt i luftströmmen. Det ger en bättre värmefaktor eftersom man slipper en växling. Det är naturligtvis frestande att kyla luften mer men då får vi påfrysning i värmepumpen som måste avfrostas. Avfrostningen kan då ske på 2 sätt. Värmepumpen stannar och den varma frånluften tinar isen. Under avfrostningen levererar värmepumpen ingen energi. Det andra alternativet är att man reverserar värmepumpens funktion med en växelventil. Värmepumpen tar då energi från huset eller varmvattnet och värmer förångaren så att den smälter isen. Denna lösning är mer vanlig hos uteluftvärmepumpar som inte har någon varm luft att tina med. Hur ofta värmepumpen behöver avfrostas beror på många faktorer men främst frånluftens vatteninnehåll. Den är som högst under sommaren.

Kör man med reversering så kan det lätt bli ett mätfel i energimätningen. Många energimätare klarar inte av att backa räkneverket. Det får till följd att när värmepumpen avfrostas och tar värme från huset står mätaren still. Temperaturdifferensen är negativ. När sedan värmepumpen växlar tillbaka och temperaturdifferensen blir positiv så börjar den räkna kWh igen. Så när den lämnar tillbaka den lånade värmen så räknas det som tillförd och inte återförd. Värmepumpen ser ut att leverera mer energi än vad den i verkligheten gör. Vi har varit i kontakt med flera fastighetsägare för att kunna ta del av deras mätresultat när man kör värmepumpen så lågt i temperatur så att det fryser på för att kunna se vilken energimängd som man kan spara extra på detta (eller förlorar). Men det har inte lyckats ännu.

Vilket flöde skall man räkna med i huset vid frånluftsvärmepump? Detta har varit en av de stora diskussionspunkterna i projektet. Huset är i original lite överventilerat och har ett frånluftsflyde på 1850 liter/sekund eller 1,85 m³/sekund. Normenligt behov för byggnaden är 1210 liter/sekund eller 1,21 m³/sekund, se tidigare redovisning. Frågeställningen har varit om man skall sänka flödet i samband med att en frånluftsvärmepump

installeras för att huset skall använda mindre energi eller om man skall bibehålla den högre luftvolymen för att värmepumpen skall gå så bra som möjligt.

Det finns ytterligare värmepumpsalternativ som skulle kunna redovisas, men i presentationen är antalet begränsat till följande:

Hus	Lösning
5:1	Bergvärmepump med elspets (elpanna)
5:2	Bergvärmepump med bibehållen fjärrvärme som spets
5:3	Frånluftsvärmepump med bibehållen fjärrvärme som spets. Värmepumpen ger värme till radiatorerna, producerar varmvatten och värmer VVC:n för att kompensera för isolerförluster. När värmepumpen inte längre orkar värms resten med fjärrvärme
5:4	Frånluftsvärmepump med bibehållen fjärrvärme som spets och produktion av varmvatten samt värmer VVC:n för att kompensera för isolerförluster. Värmepumpen ger värme till radiatorerna enbart. När värmepumpen inte längre orkar värms resten med fjärrvärme.
5:5	Bergvärmevärmepump med bibehållen fjärrvärme som spets. Värmepumpen ger värme till radiatorerna, producerar varmvatten och värmer VVC:n för att kompensera för isolerförluster. När värmepumpen inte längre orkar värms resten med fjärrvärme
5:6	Bergvärmevärmepump med bibehållen fjärrvärme som spets och produktion av varmvatten samt värmer VVC:n för att kompensera för isolerförluster. Värmepumpen ger värme till radiatorerna enbart. När värmepumpen inte längre orkar värms resten med fjärrvärme.

Fastighetsenergi utöver fläktar och pumpar

Till denna post räknas belysning i allmänna utrymmen som trapphus och källare, samt utomhusbelysning på fasaden. El till central tvättstuga och utebelysning på gården är inte medräknat i specifik energi, inga åtgärder för dessa har beräknats.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
2 kWh/m ² Ingen hiss. Normal belysning.	Lågenergibelysning 1,8 kWh/m ²	Lågenergibelysning 1,8 kWh/m ²	Närvarostyrd belysning. 1,7 kWh/m ² . Tillkommande el till hiss, ca 1,3 kWh/m ² .	Oförändrat. 2 kWh/m ²	Oförändrat. 2 kWh/m ²

Tillskott från hushållsenergi och personvärme

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
30 kWh/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 30 kWh/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 30 kWh/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 30 kWh/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 30 kWh/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 30 kWh/m ² (kontinuerligt)

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
1 W/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 1 W/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 1 W/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 1 W/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 1 W/m ² (kontinuerligt)	Oförändrat. 1 W/m ² (kontinuerligt)

Övrigt

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
	Inga åtgärder.	Inga åtgärder.	Solcellsanläggning 350 m ² (på tak) samt 108 m ² (i balkongfronter). Total produktion 58 500 kWh, till fastighetsel.	Inga åtgärder.	Inga övriga åtgärder.

I alternativ 3 installeras solceller på taket till tillbyggnaden, samt i balkongfronterna på plan 2-3 mot söder. På takets 700 m² installeras 350 m² solceller. I balkongfronterna installeras 108 m² solceller på plan 2 och 3. Plan 1 undantas på grund av risk för skadegörelse och skuggning.

Toppeffekt för solcellerna på taket antas till 52 kW, årlig produktion ca 47 MWh/år. Årlig produktion i balkongfronterna 11 5 MWh/år. Total produktion 58,5 MWh (motsvarar ca 12 kWh/m²,år). Solcellerna används till fastighetsel, där balkongfronterna går till drift av värmepumpen i HSB Fixx-lösningen i respektive lägenhet. All el förutsätts kunna användas i byggnaden, ingen el levereras ut på nätet.

På grund av att elproduktionen är så varierande över året, kan dock inte avdraget på specifik energi göras för hela produktionen. Ett avdrag på 6 kWh/m²,år görs från specifik energi. Teoretiskt kan även tänkas att solcellsproduktionen balanseras ut mot tvättstugan och på så sätt ökas andelen solcellsel till huset, även om det inte räknas av mot specifik energi.

De olika alternativen innebär olika möjligheter till kvarboende, vilket påverkar kostnaden för åtgärden.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
	Boende måste evakueras till annat boende under genomförande.	Boende måste evakueras till annat boende under genomförande.	Möjlighet till kvarboende.	Möjlighet till kvarboende.	Möjlighet till kvarboende.

Energibehov till central tvättstuga är inte med i beräkningen och därmed inte heller i driftskostnaden. Att göra energibesparande åtgärder som minskar framförallt elanvändningen i tvättstugan är i stort sett alltid lönsamt.

Fuktanalys

Fuktrisker med respektive åtgärdsalternativ har inte detaljstuderats. För de alternativ som innebär större ingrepp i det befintliga förutsätts att lösningen utförs på ett fuktsäkert sätt.

Speciellt alternativ 4, då befintligt frånluftssystem byts ut mot mekanisk till- och frånluft, innebär fuktrisker, då byggnadens förutsättningar i så stor grad förändras.

4. Energiberäkningar av planerade åtgärder

Energiklasser

Från och med den 1 januari 2014 gäller att energideklarationen skall visa byggnadens energiklass, på ett sätt som gör det lättare att jämföra befintlig bebyggelse med nyproduktion.

Skalans sju energiklasser utgår från det krav på energianvändning som ställs på nya byggnader som uppförs idag. Dessa krav finns i Boverkets byggregler (BFS 2011:6) och är beroende av typ av byggnad, om den är elvärd eller inte, och var i Sverige byggnaden är belägen. Energiklass C motsvarar just det krav som skulle gälla för den byggnad som har energideklarerats om den skulle uppföras idag. Nedan beskrivs vad varje energiklass står för.

En tillförd effekt på över $10 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp}}$ medför att huset räknas som elvärdt.

Energiklass ¹	Effekt under $10 \text{ watt/m}^2 A_{\text{temp}}$	Effekt över $10 \text{ watt/m}^2 A_{\text{temp}}$
A	$< 45,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 27,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
B	$< 67,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 41,25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
C	$< 90,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 55,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
D	$< 121,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 74,25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
E	$< 162,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 99,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
F	$< 211,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$< 129,25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
G	Över $211,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	Över $129,25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$

¹ <http://www.boverket.se/Bygga-forvalta/Energideklaration/Gamla-energideklarationen1/Den-nya-sammanfattningen-med-energiklasser/Energiklasser/>

Beräknad specifik energi

	Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4
Fjärrvärme till upp- värmning	114 kWh/m ² ,år	17,2 kWh/m ² ,år	22,3 kWh/m ² ,år	62,1 kWh/m ² ,år	37,3 kWh/m ² ,år
Fjärrvärme till tapp- varmvatten	40 kWh/m ² ,år	30,2 kWh/m ² ,år	30,2 kWh/m ² ,år		5,8 kWh/m ² ,år
Fastighetsel	10 kWh/m ² ,år	6 kWh/m ² ,år	6 kWh/m ² ,år	14 kWh/m ² ,år	16 kWh/m ² ,år
Avdrag för produce- rad el				(-) 6,0 kWh/m ² ,år	
Resultat specifik energi	164 kWh/m²,år	54 kWh/m²,år	59 kWh/m²,år	70 kWh/m²,år 74 kWh/m²,år (utan solceller)	59 kWh/m²,år

Energiklass



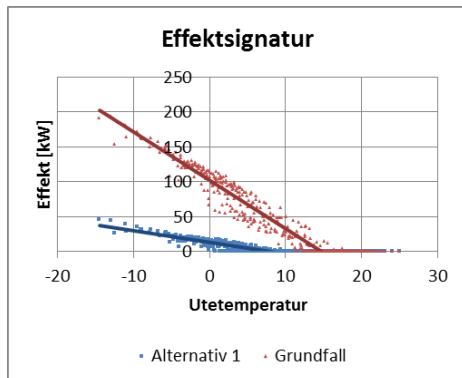
	Alt 5.1	Alt 5.2	Alt 5.3	Alt 5.4	Alt 5.5	Alt 5.6
El till värmepump	52 kWh/m ² ,år	49 kWh/m ² ,år	47 kWh/m ² ,år	33 kWh/m ² ,år	45 kWh/m ² ,år	31 kWh/m ² ,år
Fjärrvärme till spetsbehov²		3 kWh/m ² ,år	22 kWh/m ² ,år	43 kWh/m ² ,år	15 kWh/m ² ,år	43 kWh/m ² ,år
Övrig fastighetsel	10 kWh/m ² ,år	10 kWh/m ² ,år	10 kWh/m ² ,år	10 kWh/m ² ,år	10 kWh/m ² ,år	10 kWh/m ² ,år
Resultat specifik energi	62 kWh/m²,år	62 kWh/m²,år	79 kWh/m²,år	87 kWh/m²,år	70 kWh/m²,år	84 kWh/m²,år
Räknas som eluppvärmt Energiklass	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ



² För alternativ 5.4 och 5.6 även tappvarmvatten och VVC

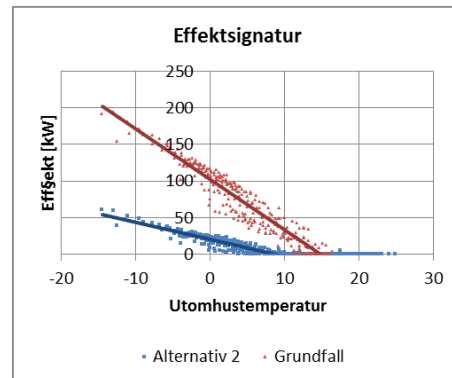
Effektsignaturer

De fem alternativen har plottats som effektsignaturer, i jämförelse med grundfallet. Plottad effekt avser uppvärmningsbehov exklusive tappvarmvatten.



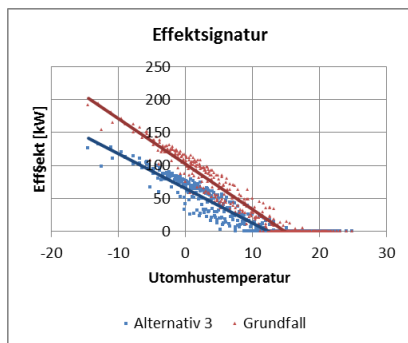
Hus 1

Toppeffekt för uppvärmning, exkl. tappvarmvatten: ca 45 kW
Uppvärmningsbehov vid < 10 °C



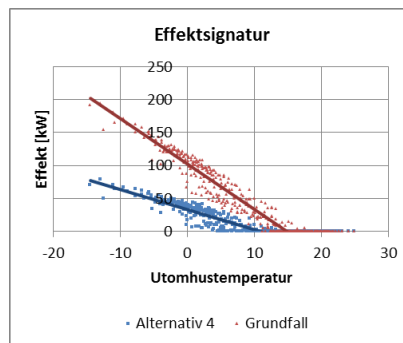
Hus 2

Toppeffekt för uppvärmning, exkl. tappvarmvatten: ca 60 kW
Uppvärmningsbehov vid < 10 °C



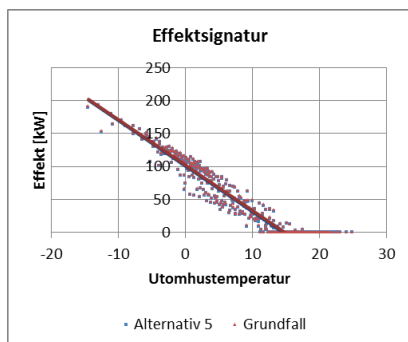
Hus 3

Toppeffekt för uppvärmning, exkl. tappvarmvatten: ca 135 kW
Uppvärmningsbehov vid < 12 °C



Hus 4

Toppeffekt för uppvärmning, exkl. tappvarmvatten: ca 80 kW
Uppvärmningsbehov vid < 11 °C



Hus 5

Toppeffekt för uppvärmning, exkl. tappvarmvatten: ca 200 kW, förändras inte.
Uppvärmningsbehov vid < 15 °C

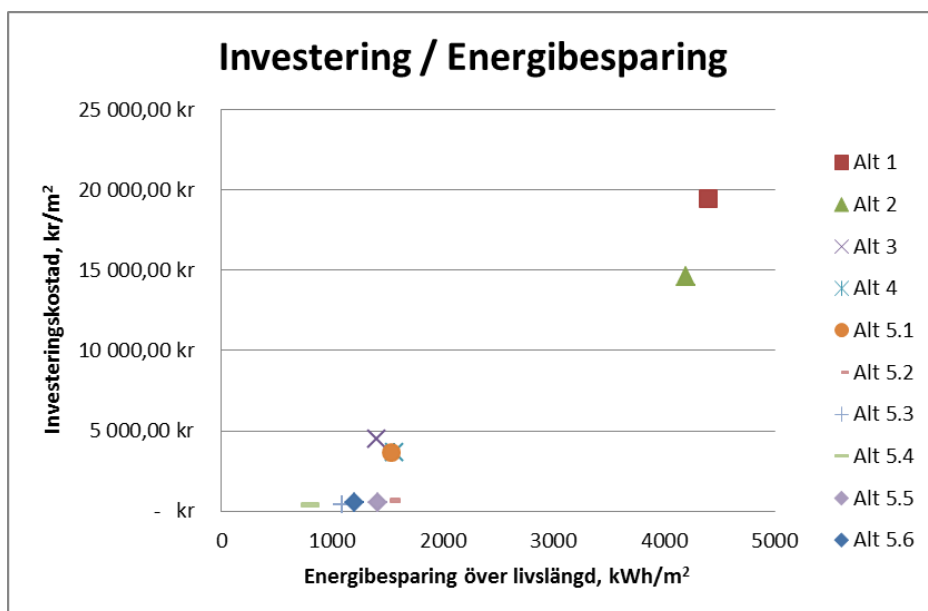
5. Kostnadsbedömningar

Investeringskostnader för de fem åtgärdsalternativen har baserats främst på erfarenheter från andra projekt eller teoretiska kostnader för investeringar. Kostnader är inte förknippade med specifika leverantörer, och skall ses som ungefärliga.

Nedanstående tabell visar total kostnadsbedömning av åtgärdsalternativ, inklusive moms.

	Åtgärder	Totalkostnad	Kostnad/Atemp
Alt 1	Rivning, nybyggnation. Markpris ingår inte.	80,3 Mkr	19,5 kkr.
Alt 2	Totalombyggnad.	66,1 Mkr	14,6 kkr.
Alt 3	Tillbyggnad på tak, hiss, solcellsanläggning, fönsterrenovering, närvarostyrning belysning, injustering värmesystem, HSB Fixx-värmepump, nya fläktmotorer.	22,6 Mkr	4,5 kkr.
Alt 4	HSB FTX inklusive borrhål, avloppsvärmeväxlare, fönsterbyte ³ .	6,4 Mkr	1,5 kkr.
Alt 5.1	Bergvärmepump, borrhål, elpanna. ⁴	2,8 Mkr	0,67 kkr.
Alt 5.2	Bergvärmepump, borrhål.	2,7 Mkr	0,64 kkr.
Alt 5.3	Frånluftsvärmepump (direktförångningsmodell), inklusive varmvattenberedare i undercentral.	1,8 Mkr	0,42 kkr.
Alt 5.4	Frånluftsvärmepump (direktförångningsmodell).	1,7 Mkr	0,40 kkr.
Alt 5.5	Mindre bergvärmepump, borrhål (färre), inklusive varmvattenberedare i undercentral.	2,4 Mkr	0,56 kkr.
Alt 5.6	Mindre bergvärmepump, borrhål (färre).	2,3 Mkr	0,55 kkr.

Åtgärdsalternativens investeringskostnad jämfört med deras potentiella energibesparing. På x-axeln total energibesparing i kWh/m² räknat på åtgärdsalternativens livslängd. Enligt BeBo:s riktvärden har livslängd för byggnadstekniska åtgärder (alt 1 och 2) antagits till 40 år, och livslängd för installationsåtgärder (övriga alt) 15 år.



Figur 10: Jämförelse investeringskostnad och energibesparing per alternativ.

6. Lönsamhetskalkyler

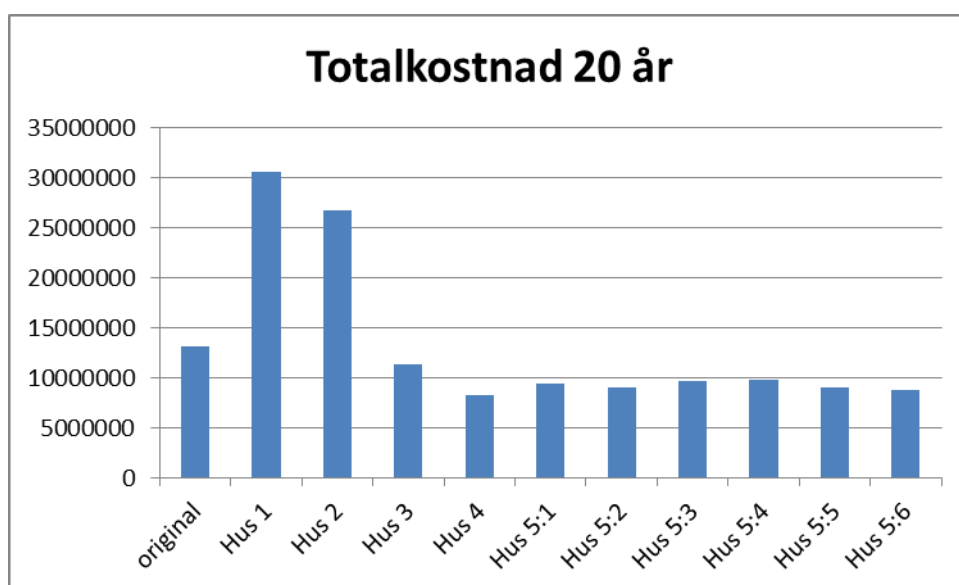
³ Kostnad avser merkostnader för energiåtgärder utöver stamrenovering.

⁴ Elmatning kan tillkomma.

Att göra lönsamhetskalkyler i ett teoretiskt projekt kan anses onödigt, då kalkylförutsättningar sällan är allmängiltiga och därmed inte säger så mkt. Alla fastighetsägare har sina specifika förutsättningar för vad som blir lönsamt eller inte.

För överskådlighet har nedan diagram över totalkostnad för de olika alternativen, investering och driftskostnad över 20 år, satts samman. Avskrivningstiden för alternativ 1 och 2 har satts till 100 år, för alternativ 3 och 4 till 40 respektive 50 år. För värmepumpsalternativen är avskrivningstiden 25 år för BVP (5.1, 5.2, 5.5 och 5.6) och 20 år för FVP (5.3 och 5.4).

Kostnaderna baseras på el- och fjärrvärmekostnader för Stockholm (Fortum). Driftskostnaden är baserad på kostnader från 2014, utan energiprisökning.



Figur 21: Alternativens totalkostnad över 20 år (investering och drift).

Den teoretiska beräkningen kommer ofta i konflikt med den ekonomiska verkligheten och bostadsföretagets/bostadsrättsföreningens företagsekonomiska kalkyler. Det finns flera faktorer som inverkar på de förslag som kan ge de bästa besparingarna, som t.ex.

- Hyrestak/avgiftstak mot möjlig investering
- Ekonomi, räntor, avskrivningstider mm.
- Bidragsmöjligheter och bokföringsalternativ
- Personal, förändring av projektledare
- Förändring i företagsledning/medverkan från ledning
- Kulturminnesmärkning
- Fokus i projekt ansiktslyftning (status) mot energifrågor.

De olika alternativen möjliggör i olika utsträckning en hyres- eller avgiftshöjning, som till viss del kan finansiera åtgärden. Här spelar också ägandeformen roll, om det är hyreslägenheter eller en bostadsrättsförening. Givetvis har byggnadens läge och hur eftertraktat detta är på bostadsmarknaden också stor betydelse för vilka åtgärder som blir lönsamma.

Grundmodell	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
	Nya hyror baserade på nybyggnadspris, ca 60 % ökning. Bygger på att det finns en efterfrågan på lägenheter.	Hyreshöjningar till följd av standardhöjning möjligt, ca 50 % ökning. Kräver att det finns efterfrågan på lägenheter och betalformåga.	Nya hyror i tillbyggnad, möjlighet till försäljning av lgh. Befintliga lägenheter får en avgiftssänkning då varmvattenkostnaden lyfts bort, och en hyresökning på ca 5 % i samband med detta.	Hyreshöjning till följd av standardhöjning möjligt, ca 20 % ökning.	Ingen hyreshöjning.

I den företagsekonomiska kalkylen behöver hänsyn tas till fler faktorer än bara energibesparing, t.ex. de faktorer som nämns i inledningen till detta avsnitt eller "mjuka" faktorer som kvarboende m.m. I BeBos webbkalkylmodell (finns på www.bebostad.se) kan hänsyn tas till sådana faktorer. Resultatet från en webbkalkylberäkning redovisas i slutrapport.

7. Uppvärmningskostnader

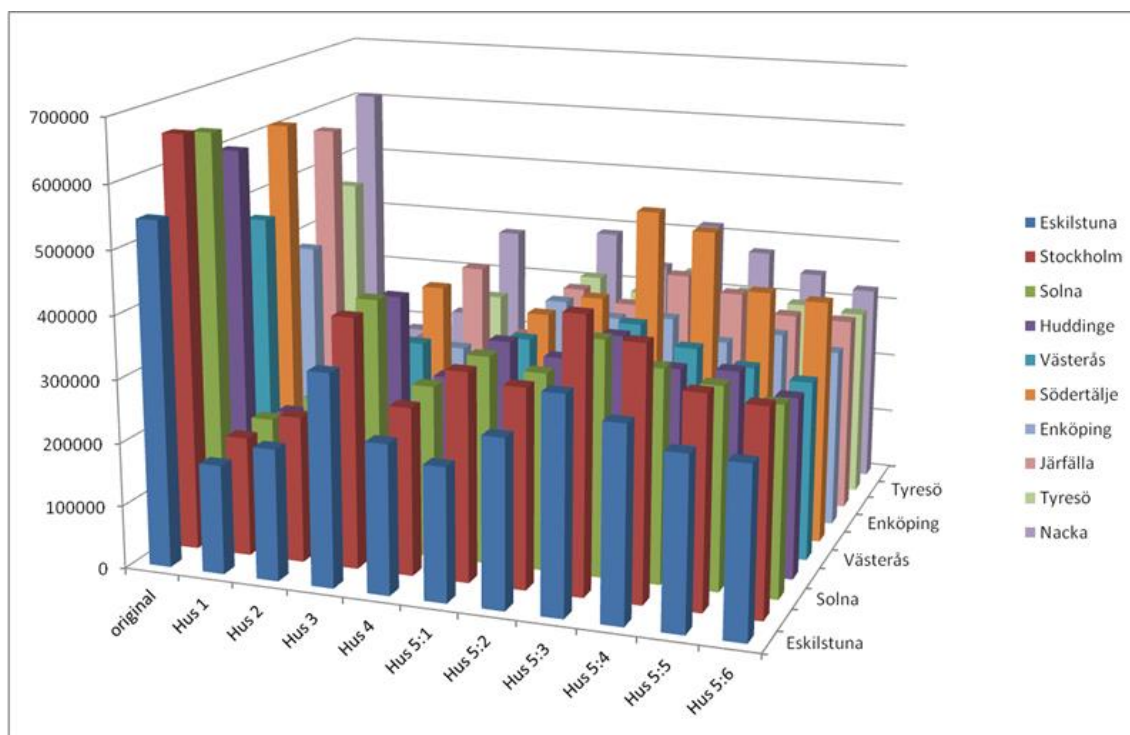
Uppvärmningskostnaden för de olika åtgärdspaketen kan variera beroende på i vilken kommun byggnaden ligger, fjärrvärme- och elnätsbolagen har stor påverkan på hur lönsam en investering blir. Elpriset har för samtliga alternativ antagits till 0,72 kr/kWh exkl. moms. För jämförbarhetens skull tillfrågades fjärrvärmeleverantörer i tio kommuner i Mälardalen.

Anledningen till att driftkostnaderna varierar, och därmed även hur lönsamt ett åtgärdspaket blir, är att fjärrvärmeleverantörer och nätägare har olika taxekonstruktioner över landet. Ett fåtal leverantörer har ett rörligt pris, vissa även med en fast del. Det vanligaste är idag en differentierad taxa, vilket innebär att fjärrvärmepriserna varierar stort över året. Skillnaden i pris beror på hur fjärrvärmerna produceras, och om det finns tillgång till kraftvärme i nätet. På sommaren då efterfrågan är låg är priset lågt. På vintern när efterfrågan ökar, ökar även priserna. Det är också under årets kallaste del som effektpriset för den aktuella byggnaden avgörs. Beroende på taxemodell är olika åtgärder lönsamma.

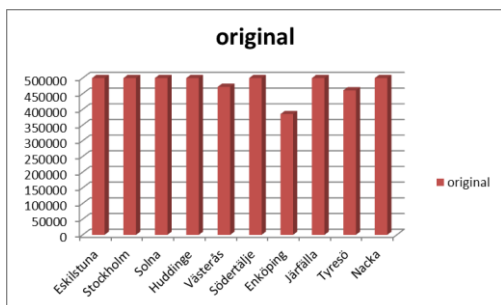
Fjärrvärmepriset är ofta indelat i tre delar, energi, effekt och flöde, och kostnaden för samtliga delar bör beaktas vid utvärdering av lönsamhet vid energibesparing. Det samma gäller för elnätsbolagens prissättning.

Ytterligare förändringar i fjärrvärmeprissättningen är annonserade för 2015, vilket ytterligare förstärker vikten av att ha en dialog med aktuell fjärrvärmeleverantör om framtida prisstruktur vid planering av åtgärder. För information om hur respektive leverantör tar betalt, se källförteckning med länkar till fjärrvärmebolagen i rapportens slut.

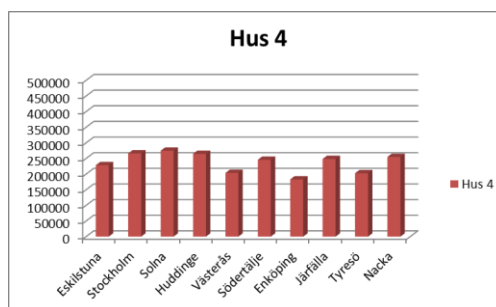
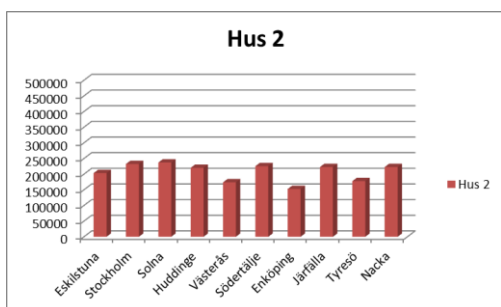
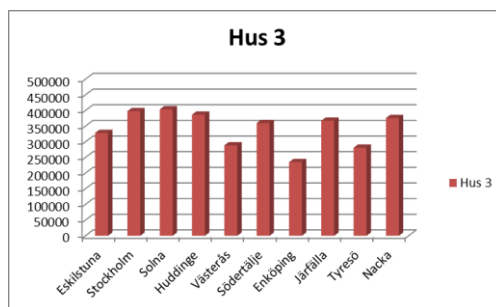
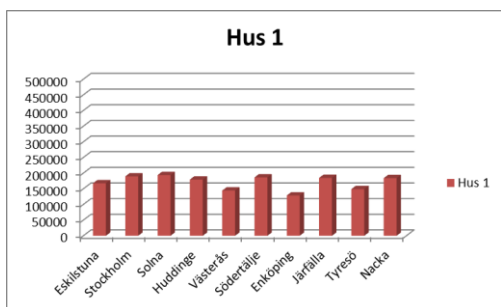
Överblicksbilden nedan visar vilken variation i kostnader som erhålls.

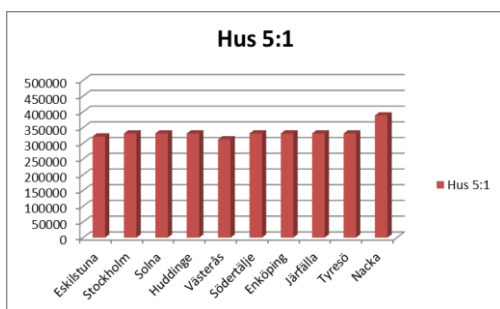


Figur 32: Jämförelse alla alternativ, 10 kommuner.



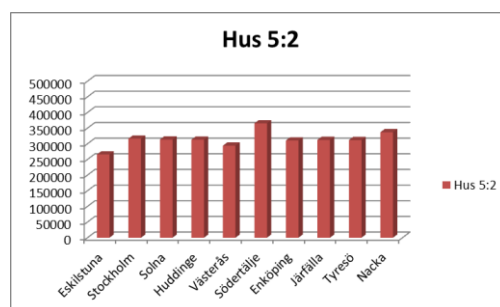
Driftskostnaden i grundmodellen är relativt konstant i jämförelse mellan de olika kommunerna, med några få undantag där fjärrvärmepriset är lägre.





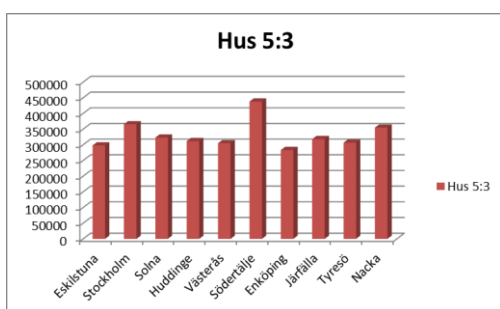
Bergvärmepump med elspets.

Priserna skiljer relativt lite mellan leverantörerna. Elnätskostnaden är en mindre komponent i prisbilden, än elpriset



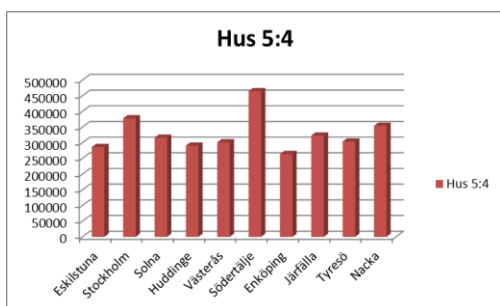
Bergvärmepump med fjärrvärmespets.

Fjärrvärmepreiserna är generellt lägre än elpriserna, driftskostnaden blir lägre med fjärrvärmespets.



Frånluftsvärmepump med fjärrvärmespets.

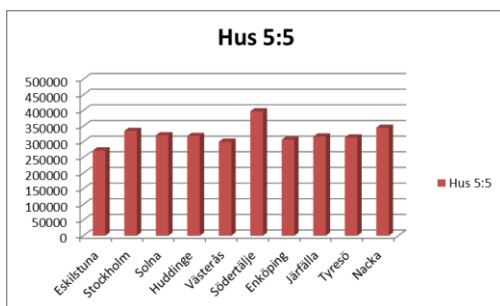
VV och VVC prioriterat.



Frånluftsvärmepump med fjärrvärmespets.

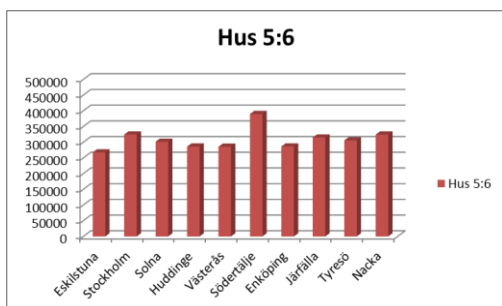
VV och VVC på fjärrvärme istället.

Driftskostnaden blir genomgående lägre om värmepumpen inte gör varmvatten.



Liten bergvärmepump med fjärrvärmespets.

VV och VVC prioriterat.

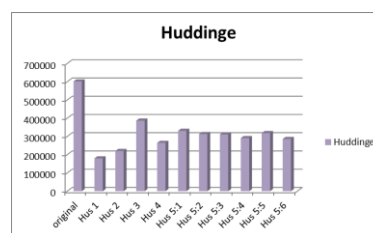
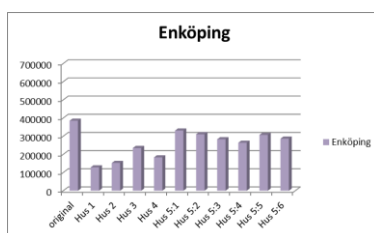
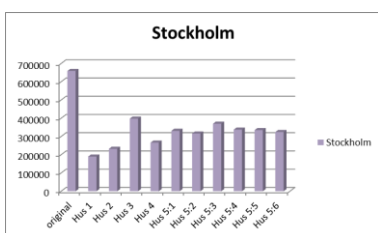


Liten bergvärmepump med fjärrvärmespets.

VV och VVC på fjärrvärme istället.

Driftkostnaden blir genomgående lägre om värmepumpen inte gör varmvatten men energi-användningen ökar

Vid genomlysning av de olika alternativens driftskostnad per kommun blir det också tydligt hur lönsamheten varierar beroende på byggnadens placering.



8. Komfort

Vilka komfortkrav en fastighetsägare vill ställa spelar också in i vilka åtgärder som är lämpliga att genomföra. De fem alternativen ger olika påverkan på den upplevda komforten i byggnaden.

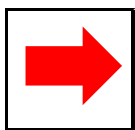
Hur vi upplever inneklimat varierar från person till person. Vår inomhusmiljö präglas av en rad klimatfaktorer som exempelvis akustiskt klimat (buller), luftens kvalitet och innehåll, belysningens styrka och kvalitet och termiskt klimat. Tillsammans inverkar de på hur vi uppfattar inomhusklimatet och vårt välbefinnande.

Termisk komfort innebär att en byggnad ska erbjuda ett klimat inomhus som inte medför obehag för människor eller skadar inventarier eller byggnaden i sig själv. Vi bor i ett land som större delen av året har lägre utomhustemperatur än den som vi önskar att vistas i. Av den anledningen måste husen värmas upp och tillföras ventilationsluft på sådant sätt att vi tycker att det är behagligt att vistas inomhus.

Faktorer som påverkar vår upplevelse av innemiljön, utöver luftens kvalitet är:

- Lufttemperatur
- Yttemperatur
- Luftrörelser (drag)
- Luftfuktighet

För att illustrera påverkan på komfort används indikerande pilar:



Grundmodell

Tilluften tas in genom spaltventiler i fönstren, följer utetemperaturen. Kan upplevas som dragigt, speciellt under vintern då de termiska drivkrafterna är höga. Dåliga U-värden på väggarna ger låga yttemperaturer, speciellt vid fönster kan detta ge upphov till kalldrag. Luftfuktigheten följer utomhusklimatet.



Alt 1

Ny byggnad, betydligt bättre komfort. Tilluften förvärms i FTX-aggregatet och håller alltid en jämn komfortabel nivå. Bra U-värden ger behagliga yttemperaturer till och med på fönster, kalldrag skall inte uppstå. Ett väl injusterat luftbehandlingssystem ger inga upplevda problem med drag.



Alt 2

Ny byggnad, betydligt bättre komfort. Tilluften förvärms i FTX-aggregatet och håller alltid en jämn komfortabel nivå. Bra U-värden ger behagliga yttemperaturer till och med på fönster, kalldrag skall inte uppstå. Ett väl injusterat luftbehandlingssystem ger inga upplevda problem med drag.



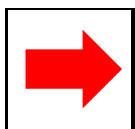
Alt 3

Tilluftens temperatur följer utetemperaturen, kan upplevas som dragigt vintertid. Fönstren renoveras och får en bättre yttemperatur, men inte övrigt klimatskal. I den tillbyggda våningen med bra U-värden har behagliga yttemperaturer. Högre ventilationsflöde sommardag mildrar problemen med hög luftfuktighet.



Alt 4

Tilluften förvärms i FTX-aggregatet och håller alltid en jämn komfortabel nivå. Fönsterbyte ger bättre yttemperatur i fönstren, men inte övrigt klimatskal. Ett väl injusterat luftbehandlingssystem ger inga upplevda problem med drag. Sommardag ger energibrunnen möjlighet att kyla och avfukta tilluften.



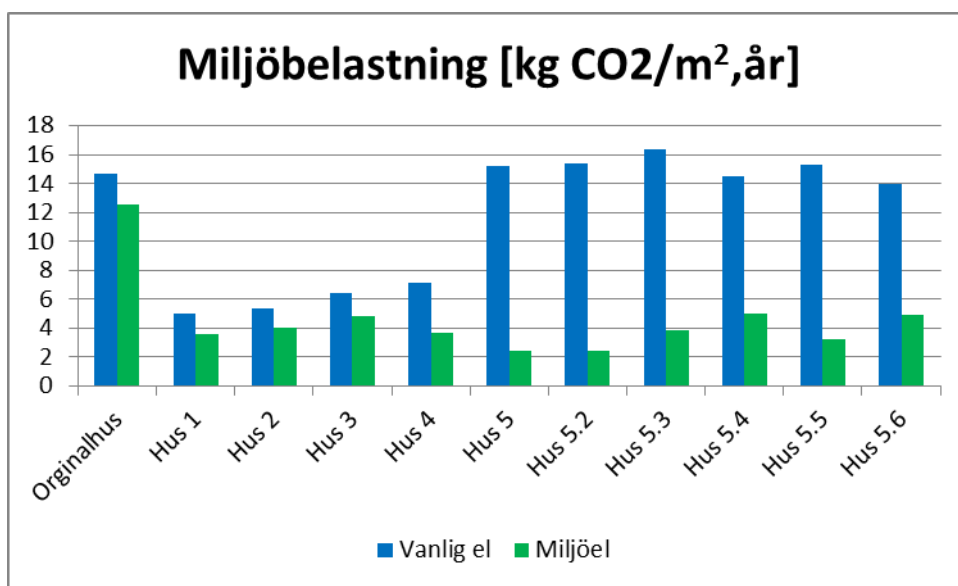
Alt 5

Byggnaden som sådan förändras inte, upplevd komfort motsvarar grundmodellen.

9. Miljöbelastning

Även miljöbelastningen varierar beroende på var byggnaden är placerad. Olika el- och fjärrvärmelieferantörer genererar olika utsläpp av koldioxid.

I monterpresentationen var miljöbelastningen beräknad som koldioxidutsläpp för uppvärmning, fördelat per kvadratmeter A_{temp} . Miljöbelastningen baseras på Stockholm, Fortums fjärrvärme och för fastighetsen en recidual mix.



Skillnaden blir större ju större andel el som används, vilket blir tydligt i de olika värmepumpsalternativen.

10. Slutsats

Att arbeta med lönsam energieffektivisering är den åtgärd som ger mest klimatnytta för pengarna. Den inte använda kilowattimmen är den miljövänligaste.

Driftkostnader är ofta en stor utgiftspost i fastighetsägare och bostadsrättsföreningars ekonomi. Här ingår energi som används för värme, belysning, hissar, ventilation och varmvattnet. Om fastighetsägaren eller föreningen lägger tid på att kartlägga driftkostnaderna finns det stora möjligheter att hitta kostnadsbesparingar. Med rätt åtgärder kan vi öka komforten i inomhusmiljön och samtidigt bidra till en minskad miljöbelastning.

En annan positiv effekt av energieffektiviseringsarbete är att det ofta har negativa kostnader, det vill säga att det är lönsamt. Många gånger är det ganska små åtgärder och investeringar som behövs för att sänka energianvändningen i fastigheten. Då betalar åtgärden sig själv och vi sparar in mer än vad den kostar. Istället för att fokusera på ett lågt pris för en åtgärd bör fokus vara en låg kostnad för driften.

Olika fastighetsägare har olika förutsättningar för energieffektiviseringsarbete. Ett mål med detta projekt är att belysa vikten av att här inte enbart tänka på de företagsekonomiska förutsättningarna, utan även ha med prisstrukturen på fjärrvärme och el. En sparad kilowattimme som inte ger någon effekt i kassan är förvisso miljövänlig, men om förväntningen även innebar minskade kostnader ger det energieffektiviseringsåtgärden ett dåligt rykte.

Fastighetsägare och fjärrvärmeleverantörer behöver ha en aktivare kommunikation, om hur prisstrukturen kommer utvecklas. Det är viktigt för fastighetsägaren att ha koll på inför sin åtgärd, för att veta om energibesparingen också sparar sådana kilowattimmor som kostar mkt och därmed ger en kostnadsbesparing. Det är också viktigt för fjärrvärmeleverantören, som i sin tur har olika kostnader för sin produktion.

Att äga ett framtidssäkert hus är att äga en byggnad som är energisnål och inte påverkas så mycket av prishöjningar på energi. Det i sin tur innebär att fastighetsägare eller förening kan hålla månadsavgiften lägre och bostadens värde högre än vad som annars skulle vara fallet.

11. Förslag till vidare arbete

Projektet Ett hus, fem möjligheter har fått stor uppmärksamhet, både i fackpress och i flertalet seminarium, konferenser och mässor. HSB använder erfarenheterna från projektet i andra pågående projekt för att visualisera för bostadsrättsföreningar vikten av att sätta upp mål och klargöra förutsättningarna, innan arbetet startas.

Projektet har förstärkt den etablerade kontakten mellan HSB och både branschorganisationen svensk fjärrvärme och enskilda fjärrvärmeleverantörer. Projektet ingår i det kontinuerliga arbetet med att få fjärrvärmeleverantörerna att vara tydligare i redovisningen av priser uppdelat på värme, varmvatten och VVC.

HSB har ett i relaterat projektförslag tagit tanken vidare till en förstudie kring Lönsam energieffektivisering i fjärrvärmevärmda flerbostadshus. Ansökan har bordlagts av BeBos styrelse i väntan på kompletterande beskrivning av projektiden, och en tydligare koppling skulle till exempel kunna göras till projektet Ett hus fem möjligheter.

Det är av stor vikt att informationen om hur fjärrvärmesystemets konstruktion påverkar lönsamheten i energieffektiviseringsåtgärder sprids ytterligare, till de kommunala energirådgivarna, leverantörer av energieffektiviseringsåtgärder och andra aktörer inom branschen. För att förhindra att energieffektiviseringsåtgärder får ett negativt rykte som olönsamma, måste kostnaderna för uppvärmning analyseras och vikten av dialog om prisutvecklingen betonas, i alla projekt. En möjlig fortsättning på projektet skulle kunna vara en sådan informationskampanj, som då kunde baseras på Ett hus, fem möjligheter och det nya projektet.

En annan möjlig vidareutveckling av projektet skulle kunna vara att utveckla en webplattform baserad på metoden, som gör det enklare för fastighetsägare att ta beslut baserat på befintlig kunskap, åskådliggjord på ett enkelt sätt, med kvalitetsäkrade värden bakom.

HSB Malmö har tagit beslut på att utveckla en slags tjänst som delvis fyller denna funktion. Medlemmarna önskar ett sätt att ta del av andras goda exempel och dela erfarenheter av renoveringsarbete på ett smidigt sätt. En idé Annika Mattson på HSB Malmö driver i detta är att i en erbjuda detta som ett Case för Demola (<http://www.demola.se/>), som då skulle resultera i att en prototyp till en app tas fram. Eventuellt skulle Ett hus, fem möjligheter kunna ingå som underlag till studenternas arbete.

En möjlig samarbetspartner i detta skulle vara Energirådgivarna. Niklas Renfro som är energi och klimatrådgivare på Malmö stad arbetar med att utveckla en plattform för bostadsrättsföreningar som underlättar energirådgivarens arbete. Tjänsten är under utveckling och genomgår en betatest bland ett tiotal bostadsrättsföreningar i Malmö under försommaren 2014. Bostadsrättsföreningen knappar in den information om byggnaden som finns tillgänglig, samt energistatistik och energikostnader per månad. Tillsammans med denna bakgrundsinfo och ett frågeformulär där bostadsrättsföreningen anger vilka energirelaterade problem som upplevs i byggnaden, har energirådgivaren sedan mkt lättare att hjälpa till med riktad rådgivning. Tanken är att när tjänsten utvecklas, att rådgivningen skall falla ut automatiskt ur portalen, och bostadsrättsföreningen får hjälp med vem de ska vända sig till för att gå vidare. Eventuellt skulle Ett hus, fem möjligheter kunna ingå som underlag till åtgärdsförslagets kvalitetssäkring och även bredda tjänsten till att även belysa vikten av fjärrvärmesystemets konstruktion.

Samarbete ses positivt från Energirådgivarnas håll, men formen för samarbetet måste givetvis diskuteras vidare.

Källförteckning

El- och fjärrvärmesaxor

Eskilstuna

Elnät <http://www.eem.se/foretag/elnat/priser-2014/sakringsabonnemang/>

Elnät <http://www.eem.se/foretag/elnat/priser-2014/effekttariffer/>

Fjärrvärme <http://www.eem.se/foretag/fjarrvarme/nya-priser-2013/>

Stockholms Stad

Elnät

http://www.fortum.com/countries/se/SiteCollectionDocuments/Prislista_Eff_Sth_LSP_HSP_140101.pdf

Fjärrvärme Trygg <http://www.fortum.com/countries/se/foretag/fjarrvarme/priser-2014/vara-abonnemang/pages/default.aspx>

Huddinge

Elnät http://www.vattenfall.se/sv/file/Eln_t_S_der_f_retag_fr_n_2013-04-01.pdf_31925016.pdf

Fjärrvärme <http://www.sodertomsfjarrvarme.se/Fjarrvarme/Priser/Foretag/>

Västerås

Elnät säkring <http://www.malarenergi.se/sv/foretag/elnat/priser-elnat/sakringsabonnemang/>

Elnät effekt <http://www.malarenergi.se/sv/foretag/elnat/priser-elnat/effektabonnemang/>

Fjärrvärme <http://www.malarenergi.se/sv/foretag/varme-och-kyla/priser-fjarrvarme/vasteras/>

Enköping

Elnät http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/foretagskund/produkter_priser/el/priser-avtal/2014/Prislista-F%C3%B6retag_Sthlm_140101.pdf

Fjärrvärme

https://mk.quicknet.se/20336b/upload/bilder/0/Nyahemsidan/prisexempel_20140101.pdf

och https://mk.quicknet.se/20336b/upload/bilder/0/Nyahemsidan/taxa_20130101.pdf

Jakobsberg

Elnät http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/foretagskund/produkter_priser/el/priser-avtal/2014/Prislista-F%C3%B6retag_Sthlm_140101.pdf

Fjärrvärme http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/foretagskund/produkter_priser/varme/Prislistor_2014/Ftg%20Stockholm%20prislista%202014.pdf

Tyresö

Elnät http://www.vattenfall.se/sv/file/Eln_t_S_der_f_retag_fr_n_2013-04-01.pdf_31925016.pdf

Fjärrvärme

http://www.vattenfall.se/sv/file/VATT2629_Prislista_f_retag_HanTyr_It_Webb.pdf_44192004.pdf

Solna

Elnät http://www.vattenfall.se/sv/file/Elnät_Solna_för_retag_för_n_2013-04-01.pdf_31925016.pdf

Fjärrvärme

http://www.norrenergi.se/NE_hemsida/kundservice_priser_varme14_prislista.aspx

Södertälje

Elnät <http://www.telge.se/EI/Elnattjanster/Priser-och-avtal/Sakring-35-A-63-A/>

Elnät <http://www.telge.se/EI/Elnattjanster/Priser-och-avtal/Anlaggningar-och-foretag/>

Nacka

Elnät

<http://www.nackaenergi.se/images/downloads/dokumentarkiv/Elnät%20Skrymskunder%20Nattavgift%202014.pdf>

Elnät

<http://www.nackaenergi.se/images/downloads/nattavgifter/Elnät%20Lågspänning%20Nattavgift%202014.pdf>

Fjärrvärme Trygg <http://www.fortum.com/countries/se/foretag/fjarrvarme/priser-2014/pages/default.aspx>