



PAKETRENOVERING I SMÅHUS MED BELOK TOTALMETODIK

Beslutsunderlag vid finansiering med
energilån

LÅGAN Rapport december 2014

Johan Heier, Martin Bergdahl och Petter Börjesson

Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik

Beslutsunderlag vid finansiering med energilån



Johan Heier, Högskolan Dalarna/Byggdialog Dalarna
Martin Bergdahl, Högskolan Dalarna
Petter Börjesson, Energiexpertis

December 2014

Förord

Denna rapport är resultatet från Lågan-projektet 2014:12 ”BELOK S – exempel på tillämpning i befintliga småhus”. Projektet är finansierat av Lågan¹, Energimyndigheten, ByggDialog Dalarna samt Högskolan Dalarna genom Energi- och miljökompetenscentrum, EMC. Även tre banker har bidragit med egen tid i form av deltagande i intervjuer samt synpunkter och dessa är Swedbank Falun, Länsförsäkringar bank Dalarna samt Leksands sparbank. Syftet med rapporten är att visa på realistiska exempel på användningen av BELOK Totalprojekt i befintliga småhus (BELOK S), samt involvera banker i en diskussion kring verktygets nytta vid finansiering av lönsamma energieffektiviseringspaket.

Rapporten består i grunden av tre delar: energianalys av småhus, framtagande och presentation av åtgärds paket med hjälp av BELOK Total samt diskussion med banker om finansiering. Energianalysen samt delar av bakgrunden är utförd/skriven av Petter Börjesson, Energiexpertis², diskussioner med banker samt delar av inledningen är genomförda av professor Martin Bergdahl vid Högskolan Dalarna och delen om BELOK samt sammansättningen av hela rapporten har utförts av tekn. Lic. Johan Heier vid Högskolan Dalarna/EMC.

Som referensgrupp har gruppen för Energieffektivisering inom nätverket ByggDialog Dalarna använts. Detta branschnätverk är en ideell förening med ca 100 medlemmar från Dalarnas bygg- och fastighetssektor. Rapporten kommer därvid att presenteras på relevanta möten inom nätverket och därmed spridas till relevanta grupper.

¹ **LÅGAN-programmet** (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett nationellt program som drivs av Sveriges Byggindustrier med ekonomiskt stöd av Energimyndigheten. LÅGAN syftar till att stimulera energieffektiv ny- och ombyggnad, synliggöra marknaden för byggnader med låg energianvändning och bidra till ett brett utbud av aktörer som erbjuder produkter eller tjänster för lågenergihus och trygga beställare av sådana produkter och tjänster.

www.laganbygg.se

² energiexpertis.se

Sammanfattning

Syftet med denna studie är att illustrera en metod för att hjälpa ägare av mindre fastigheter att nå en högre energieffektiviseringsgrad vid renovering genom paketering av åtgärder. Metoden som används, BELOK Totalprojekt, utvecklades ursprungligen för användning i lokaler och kommersiella byggnader, men vår ambition i Dalarna är att visa metodens tillämpning även för mindre fastigheter som småhus. Det som avgör fastighetsägarens beslut om åtgärdspaket är ofta dels osäkerheten kring vad som är rätt åtgärder men också kring kostnaden och lönsamheten med investerat kapital. Metoden som visas i denna rapport kan avsevärt minska dessa osäkerheter och på så vis även underlätta vid kreditgivares bedömning när eventuella lån ska beviljas.

I den här studien har fyra typiska småhus av olika ålderskategori genomgått en energianalys för att identifiera tekniskt möjliga åtgärder för att minska energianvändningen. Dessa åtgärder har sedan satts samman till ett antal åtgärdspaket för att slutligen lönsamhetsberäknas med hjälp av BELOK Totalverktyg. Resultaten presenteras i form av internräntediagram, vilket ger ett mått på paketets lönsamhet, årsbehov av köpt energi och primärenergi före och efter åtgärderna samt slutligen årlig energikostnad för varje paket.

Resultatet visar att det går att göra lönsamma åtgärdspaket som når en halvering av energianvändningen (både köpt energi och primärenergi) i 2 av 4 studerade hus. De två hus som klarar av att lönsamt halvera energianvändningen är båda uppvärmda med el utan värmepump eller energiåtervinning på ventilationen. Det ena huset där en lönsam halvering inte är möjlig är uppvärmt med fjärrvärme och det andra är ett nyare hus som är utrustat med värmeåtervinning på ventilationsluften. Om man har ett relativt billigt uppvärmningssätt (fjärrvärme kontra el) eller om byggnaden redan har en låg energianvändning är det svårt att nå en lönsam halvering. Det går dock att hitta mindre åtgärdspaket som är lönsamma och samtidigt innebär en betydande energieffektivisering.

En annan slutsats från resultaten är att det är relativt enkelt att göra stora besparingar i både köpt energi och primärenergi i ett eluppvärmt hus genom att installera någon form av värmepump. Att installera en värmepump i ett hus uppvärmt med fjärrvärme kan ge en stor besparing i köpt energi, men ger enbart en måttlig besparing i primärenergi. Att byta från el till förnyelsebar energikälla (pellets i detta fall) ger i ett av exemplen en nästan oförändrad användning av köpt energi medan man når en halvering av primärenergianvändningen. Det är alltså viktigt att poängtera att en kostnadseffektivisering med de metoder som används i rapporten inte nödvändigtvis leder till en energieffektivisering i ett större sammanhang, där primärenergi vägs in.

Innehåll

1.	Inledning och bakgrund	4
1.1.	Förutsättningar för energieffektivisering i småhussektorn.....	4
1.2.	Belok Totalmetodik som beslutsunderlag.....	5
2.	Energianalys av befintliga småhus	7
2.1.	Beräkningar	7
2.2.	Studerade byggnader	8
2.2.1.	Villor från 1940 och äldre	9
2.2.2.	Villor från 1940-60.....	11
2.2.3.	Villor från 1970-1980	13
2.2.4.	Villor från 1990-talet	15
3.	Åtgärdspektering med BELOK Totalmetodik	17
3.1.	Förutsättningar och indata för beräkningar.....	17
3.2.	Åtgärders påverkan på varandra	17
3.3.	Åtgärdspaket för ”Villa från 1940 och äldre”	19
3.3.1.	Energianvändning och energikostnad.....	21
3.4.	Åtgärdspaket för ”Villa från 1940-1960”	22
3.4.1.	Energianvändning och energikostnad.....	25
3.5.	Åtgärdspaket för ”Villa från 1970-1980”	26
3.5.1.	Energianvändning och energikostnad.....	29
3.6.	Åtgärdspaket för ”Villa från 1990 och senare”	30
3.6.1.	Energianvändning och energikostnad.....	33
3.7.	Känslighetsanalys.....	34
3.7.1.	Energipriser.....	35
3.7.2.	Investeringskostnad	35
3.7.3.	Åtgärdspaket med sänkt inomhustemperatur	35
3.8.	Sammanfattande kommentarer	36
4.	Finansiering av energieffektiviseringspaket	37
4.1.	Samtal med lokala banker.....	37
5.	Slutsatser.....	40
	Referenser	41

1. Inledning och bakgrund

Befintliga småhus står för en stor del av bygnadsbeståndet, i Dalarna för så mycket som 75 % av den totala energianvändningen i sektorn [1]. Att minska energianvändningen i dessa byggnader är en strategisk åtgärd för att nå en halvering av energianvändningen till 2050. Ett problem är hur energieffektiviseringsmålet ska förmedlas till alla småhusägare och ännu svårare, hur får vi småhusägarna att halvera sin energianvändning eller mer? Ett vanligt hinder är den stora investering som ofta krävs för att utföra större energieffektiviseringspaket. Här i inledningen till rapporten diskuteras dels vilka förutsättningar som finns för energieffektivisering och dels vilken metod som kan användas för att visa den ekonomiska vinsten med att utföra större åtgärds paket.

1.1. Förutsättningar för energieffektivisering i småhussektorn

Varje år genomförs ett stort antal energieffektiviserande åtgärder inom småhussektorn. Åtgärderna rör såväl själva byggnaden som uppvärmnings- och hushållstekniker. Enligt en rapport från IVA [2] uppskattas att cirka 15 % av småhusen i landet har genomfört en eller flera typer av energieffektiviserande åtgärder enbart under året 2010. Från referensåret 1995 till år 2010 har den specifika energianvändningen minskat från cirka 165 kWh/m²,år till 126 kWh/m²,år [2]. Det motsvarar en minskning med hela 23 %. Om samma minskningstakt kunde bibehållas skulle en halvering ske redan före 2035. Minskningen verkar fortfarande hålla i sig då energianvändningen 2013 hade minskat till 110 kWh/m²,år [3]. Mycket av åtgärderna under de senaste 10 – 15 åren har dock haft politiskt stöd, såsom konverteringsstöd, skattereduktion m.m. En stor del av den minskade energianvändningen kan tillgodoräknas den stora mängden installerade värmepumpar som med rådande energipriser och byggnormer haft god lönsamhet. Även eko-design-direktivet har haft en god effekt genom besparing av hushållsel till följd av nya typer av belysning, vitvaror m.m.

Det är bekräftat, att det finns en teknisk potential för att uppnå en lönsam halvering av 1995 års specifika energianvändningsnivåer i småhussektorn fram till måläret 2050 [1]. Det är däremot långt ifrån någon säkerställd utveckling. För att nå en halvering krävs omfattande ingrepp och åtgärder i det befintliga småhusbeståndet. Småhusägare saknar ofta ingående kunskap om sin byggnads potential och behov, och de konsulttjänster som finns för att brygga över detta kunskapsgap är främst riktade till och prissatta för professionella fastighetsägare. Även andra, enklare konsulttjänster inom energi har idag kostnader som ligger bortom det som är möjligt att beställa för småhusägare med begränsad budget. Kommunernas energi- och klimatrådgivare har å andra sidan begränsad möjlighet att hinna ge enskild rådgivning till småhusägare och är även begränsade i hur långt rådgivningen kan sträcka sig.

Vid småhusförsäljning är det ännu svårt att få värdeavkastning för genomförda energieffektiviserande åtgärder. Energideklarationen förhandlas ibland bort och blir ingen självklarhet. I praktiken besitter säljaren mycket mer kunskap om ett hus energiprestanda än köparen. Det är då svårt att veta för en köpare hur bra eller dåligt ett hus är ur energisynvinkel, vilket gör att man oftast från mäklare och köpare förutsätter ett pessimistiskt scenario. Detta leder i sin tur till att hus prissätts som om de hade låg energiprestanda, även om så inte är fallet (om det inte uppenbart rör sig om ett lågenergihus t.ex. ett passivhus). En miljöklassning av småhusen borde diskuteras, vilket dock ligger utanför denna rapport.

1.2. Belok Totalmetodik som beslutsunderlag

I detta läge är behovet av enkla, kvalitetssäkrade metoder för värdering av olika energisparåtgärder ändamålsenliga och nödvändiga. Metoden som granskas i denna rapport, har klara förutsättningar för detta.

Högskolan Dalarna tillsammans med branschföreningen ByggDialog Dalarna vill med detta utvecklingsprojekt illustrera en metod för fastighetsägarnas beslut om energisparåtgärder. Den metod som prövas är utvecklad inom BELOK-gruppen och kallas BELOK Totalmetodik³. Metoden utvecklades ursprungligen för användning i lokaler och kommersiella byggnader, men vår ambition i Dalarna är att visa metodens tillämpning även för småhus, som är den dominerande boendeformen i Dalarna och stora delar av landet. Detta har redan visats principiellt i en tidigare förstudie från Högskolan Dalarna/EMC, där metodens användbarhet bekräftades [4]. BELOK Totalmetodikens tillämpning i småhus gavs då namnet BELOK S. Metoden är också användbar för mindre hyreshus och bostadsrättsföreningar, vilket bland annat visas i ett projekt av Länsstyrelsen Gävleborg [5].

Det som avgör fastighetsägarens beslut om åtgärds paket är dels ofta osäkerheten för vad som är rätt åtgärder men också kostnaden och lönsamheten med investerat kapital. Att genomföra lönsamma energisparåtgärder kommer väsentligt att påverka husets driftkostnad och driftnetto och därmed också värdet. Genom att använda BELOK S som beslutsunderlag kommer fastighetsägarens osäkerhet att elimineras och också väsentligt underlätta vid kreditgivarens riskbedömning av föreslagna energiinvesteringar. Detta borde då påverka bankens räntemarginal som belastar energilånet och ökar därmed fastighetsägarens incitament för åtgärd.

Genom metodens princip om paketering av åtgärder, där de mest lönsamma åtgärderna hjälper till att finansiera de mindre lönsamma, kommer också sparpaketen ge betydligt större effekt på husets totala energianvändning än det traditionella arbetssättet ”att plocka russinen ur kakan”. Denna traditionella metod blir ofta resultatet efter konsulters samanställningar, där enbart åtgärder med enskilt kort pay-off tid väljs ut. Totalpaketeringsmetoden bidrar alltså väsentligt till att de nationella målen om halvering av energianvändningen i den byggda miljön kan uppfyllas.

Själva förutsättningarna i BELOK Totalmetodik är att åtgärderna som en helhet är lönsamma. Att en åtgärd är lönsam betyder däremot inte automatiskt att man minskar sitt behov att köpa energi. Man kan till exempel få en lika stor minskning i energikostnad både genom att använda en värmepump, där en del av energin hämtas gratis från omgivningen men resterande del är dyr elenergi, eller elda med ett billigt biobränsle där man får förluster genom skorstenen. Med biobränsle ökar man alltså sitt köpta energibehov men får en lägre driftkostnad, vilket gör att konvertering till biobränsle kan vara lönsamt i en åtgärds paketering.

I BELOK Totalmetodik beror alltså en åtgärds lönsamhet på förändring i köpt energi samt dess energipris i relation till investeringskostnaden, vilket gör att köpt energi blir central. Sett ur ett större energieffektiviseringsperspektiv kan det dock bli missvisande och i denna rapport visas även primärenergianvändningen för de presenterade åtgärds paketen. Redovisning av primärenergi ingår normalt inte i BELOK Totalmetodik. De primärenergifaktorer som använts i denna rapport visas i Tabell 1.

³ www.belok.se/totalmetodiken

Tabell 1 Viktningsfaktor till primärenergi vid effektivisering för några energibärare [9].

Energibärare	Viktningsfaktor vid effektivisering
El	2,5
Fjärrvärme	1,0
Fjärrkyla	0,4
Oljeprodukter	1,2
Biobränsle	1,2

2. Energianalys av befintliga småhus

Som ett första steg vid paketering av energisparåtgärder med BELOK Totalmetodik genomförs en grundlig besiktning samt energianalys av den byggnad som ska studeras. Målet med denna analys är dels att identifiera vilka energieffektiviseringsåtgärder som är tekniskt möjliga på den aktuella byggnaden och dels att kvantitativt ta fram energibesparingspotential samt kostnad för varje åtgärd.

Inom ramen för detta projekt har energianalys utförts på fyra befintliga småhus. Husen har valts ut utifrån de 11 typiska småhus som presenterades i det tidigare Lågan-projektet ”Energieffektivisering i typhys” [10]. Husen representerar fyra olika kategorier:

- Villa från 1940 och äldre
- Villa från 1940-1960
- Villa från 1970-1980
- Villa från 1990-talet och framåt

Byggnaderna har besiktats på plats och dokumenterats. Energibesparingspotentialen för de olika åtgärderna har tagits fram genom simulering, se avsnitt 2.1 nedan. I beräkningarna har husen anonymiserats för att det ska vara en likartad utgångspunkt för beräkningarna. Alla hus antas alltså från början ha antingen el eller fjärrvärme som värmekälla samt används på samma sätt, d.v.s. att alla husen bebos av en normal familj. I enlighet med BBR avsnitt 9:2 används en innetemperatur på 22 °C då man utgår från allmänna förutsättningar. I detta arbete har inte besparingar i hushållsel beaktats.

2.1. Beräkningar

En modell av byggnaderna gjordes i beräkningsprogrammet VIP-energy [11]. Dels den ursprungliga byggnaden dels en modell per åtgärd. Vissa åtgärder påverkar varandra, till exempel lönsamheten i en åtgärd på ventilationssystemet (addera värmeåtervinning) blir inte lika stor om man utgår från en innetemperatur på 20°C istället för 22°C. Några kontrollberäkningar gjordes för att studera samverkan mellan kombinerade åtgärder, vilka visas i åtgärdstabellerna för varje byggnadstyp. De kombinationer av åtgärder som inte visas har använts var för sig vid följande beräkningar. Det innebär att vissa åtgärdspaket kan vara något överskattade i sin lönsamhet.

Kostnaderna för åtgärderna har bedömts med utgångspunkt med data från Wikells Sektionsfakta [12] samt i enstaka fall ATON, Metoder för besiktning och beräkning [13].

2.2. Studerade byggnader

I detta avsnitt presenteras de fyra byggnadstyper som valdes ut för energianalys. Tabell 2 visar en kort sammanfattning av de befintliga småhus som ligger till grund för de typhus som presenteras framöver.

Tabell 2 Kort sammanfattning av de fyra småhus som ligger till grund för typhusen i denna studie.

Bild	Byggår och ort	Grund och fasad	Värmekälla och ventilation
	Ursprungligen början av 1900-talet, Avesta	Grund: Krypgrund, fasadmaterial: Trä	Värmekälla: Direktverkande el, Ventilation: Självdrag
	1966 Leksand	Grund: Källare, fasadmaterial: Tegel	Värmekälla: Fjärrvärme, Ventilation: Självdrag
	1977 Bjursås	Grund: källare, fasadmaterial: Trä	Värmekälla: Pellets, solfångare, solceller, Ventilation: Frånluft
	1990 Säter	Grund: Krypgrund, fasadmaterial: Trä	Värmekälla: Luftburen el + ved Ventilation: FTX

2.2.1. Villor från 1940 och äldre

Dessa hus är ofta om- och tillbyggda i flera omgångar. Ursprunget i äldre byggnader kan vara timmerstomme eller annan mindre byggnad. Eventuellt är det källare under den nyare delen. Man kan ofta se att grunden är kompletterad, natursten på äldsta delen och kanske en murad del på utbyggnaden. Vid de större renoveringarna har ofta hela huset fått lika fasad och fönster. Oftast finns skorstenen kvar där man eventuellt har någon form av eldstad. Huset har ofta värmts med först kakelugn, en period direktel och om det skett någon renovering efter 2000 så är det ofta vattenburet system. Pannrummet eller varmvattenberedaren kan man hitta i en garderob eller under trappan.



Det finns få undantag men i stort sett är det självdragsventilation i alla husen kompletterat med köksfläkt som används ibland och på något sätt styrd frånluftsventilation i badrummet. Eftersom husen varierar så mycket i detaljer kan det av en bred repertoar av olika åtgärdsförslag bara vara något enstaka som är lämpligt. Ingångsdata för detta typhus visas i Tabell 3. De åtgärder som här bedömdes möjliga visas i Tabell 4.

Faktorer som påverkar energibesparing

Byggnader av den här typen har oftast renoverats med olika krav och ambitioner. En del av åtgärderna åtgärder är, med dagens kunskap, bara gjorda till en del. Lönsamheten på kommande åtgärder kan på detta vis bli dåliga. Till exempel en tilläggsisolering gjord på 1970-talet är inte så bra som dagens krav men ändå inte så dålig att det är värt att komplettera. Framförallt har man troligen inte reflekterat över byggnadens täthet vid renoveringen. Alternativt är det just det man gjort och medvetet byggt lite otätt för att ”ett hus ska andas”. Man har ofta bytt fönster i någon period och som i detta hus kan det vara en blandning av tvåglas- och treglasfönster från olika tidsperioder. Den ursprungliga värmen var vanligen kaminer och kakelugnar som bytts till direktverkande elvärme. Vill man ha friheten att välja värmekälla krävs ett vattenburet system, vilket dock är en omfattande åtgärd.

Tabell 3 Uppgifter om data för typhuset ”Villa från 1940 och äldre”.

Del	Mängd/typ	Enhet
Uppvärmd area	210	m ²
Vindsisolering	300	mm
Väggisolering	120	mm
Isolering i golvbjälklag (torpargrund)	200	mm
Fönster	Blandat, U 2,7-1,4	W/m ² ,K
Täthet	ca 2	l/s vid 50 Pa
UA medel	0,309	W/m ² K
Värmedistribution	Direktverkande el	
Värmekälla	Direktverkande el	
Ventilationssystem	Självdrag	
Innetemperatur	22	°C

Effektbehov för uppvärmning vid DVUT	11,5	kW
Hushållsel	4000	kWh/år
Behov att tillföra för uppvärmning	28 400	kWh/år
Behov tillföra för varmvatten	4 800	kWh/år
Behov till fläktar och pumpar	0	kWh/år
Summa energibehov	37 200	kWh/år

Åtgärder

Alla åtgärder utgår från ursprungsläget och är alltså räknade var för sig. Energikostnaden bygger på att huset är eluppvärmt till en kostnad av 1,25 kr/kWh.

Tabell 4 Energi- och kostnadsbesparande åtgärder för typhuset ”Villa från 1940 och äldre”.

	Summa minskat energibehov, kWh/år	Summa minskade kostnader kr/år	Investering, kr	Livslängd på investering	Payoff
Åtgärd för minska behov i huset					
Komplettera med centralstyrd värme (”KomfortEl”), antagen besparing 5 %	1 400	1 750	15 000	15	9
Komplettering energiglas, U-värde från 2,7 till 1,8	1 500	1 875	20 000	20	11
Installera FTX och täta alla lister	9 200	11 500	250 000	20	22
Byta tvåglasfönster till treglas, U-värde från 2,7 till 1,0	2 500	3 125	80 000	25	26
Täta alla lister	1 200	1 500	60 000	30	40
Gjuta platta istället för torpargrund	2 000	2 500	150 000	30	60
Byta alla ytterdörrar, U-värde från 1,5 till 1,0	500	625	50 000	25	80
Täta och isolera yttervägg med 70 mm (utvändigt)	1 000	1 250	200 000	30	160
Sänka innetemperaturen två grader (simulerat)	4 000	5 000	1 000	15	0
Åtgärd för att ändra behovet att köpa energi					
Komplettera med luft/luft VP	8 000	10 000	40 000	15	4
Byta till vattenburet system med bergvärmepump	19 200	24 000	270 000	30	11
Komplettera med solfångare till VV	2 000	2 500	80 000	25	32

2.2.2. Villor från 1940-60

Ofta är det tegelfasad på byggnaderna med det förekommer elementhus med andra alternativ. Gemensamt är de små byggnader, ca 70m² på markplan och ofta källare.

Eventuellt har de byggts ut och utbyggnaden har sällan källare med ofta en avvikande fasad och originalfönstren kan sitta kvar i gamla delen. Oavsett fasadmateriäl är det lite isolering och ofta ligger det fortfarande bara sågspån på vindsbjälklaget.



Källaren är tänkt att vara just källare utan värme det finns ofta en matkällare och ett garage som man kommer åt via en ganska brant nedfart. Med skiftande ambitioner har man inrett källaren och har det oftare varmare än vad som var tänkt från början. Källaren är ofta fuktig, alltså man kan se att färgen flagar på en del ställen. Som kan ses i Tabell 5 är den uppvärmda arean för det studerade huset stor i och med att källaren också är uppvärmd.

Det är ett vattenburet värmesystem i huset, de äldsta kan ha eldat med koks och det börjar vara dags för andra pannbytet. Alltså den ursprungliga pannan är borta och det står en oljepanna i källaren. Hustypen finns ofta i städer och då kan man ha blivit ansluten till fjärrvärmen någon gång under de senaste 20-30 åren. Det finns få undantag men i stort sett är det självdragsventilation i alla husen kompletterat med köksfläkt som används ibland och på något sätt styrd frånluftsventilation i badrummet.

Faktorer som påverkar energibesparing

Generellt är klimatskalet inte så bra vad gäller isolering, men ändå inte så dåligt att det är lönsamt att göra åtgärder. Till exempel är isoleringen i väggarna oftast bara runt 10-15 cm men tilläggsisolering på fasader är dyrt och ofta har huset tegel eller putsad fasad som gör åtgärder än dyrare. Att tilläggsisolera på vinden är en enkel åtgärd som oftast är lönsam men det gäller att se till att kallvinden har en tillräcklig ventilation. En tilläggsisolering leder till sänkt temperatur på vinden och risk för kondensskador. Ofta har som sagts värmekällan bytts och inte sällan till fjärrvärme eller värmepump. Detta gör att lönsamheten på eventuella åtgärder blir sämre. De åtgärder som bedömdes möjliga för det studerade huset i denna kategori visas i Tabell 6.

Tabell 5 Uppgifter om data för typhuset "Villa från 1940-1960".

Del	Mängd/typ	Enhet
Uppvärmd area	210	m ²
Vindsisolering	300	mm
Väggisolering	120	mm
Källarisolerling, lättbetong	300	mm
Fönster	Tvåglasfönster, U 2,7	W/m ² ,K
Täthet	1,3	l/s vid 50pa
Värmedistribution	Vattenburen värme	
Värmekälla	Fjärrvärme	
Ventilationssystem	Självdrag	

UA medel	0,331	W/m ² K
Innetemperatur	22	°C
Effektbehov för uppvärmning vid DVUT	10,5	kW
Hushållsel	4000	kWh/år
Behov att tillföra för uppvärmning	25 100	kWh/år
Behov tillföra för varmvatten	5200	kWh/år
Behov till fläktar och pumpar	220	kWh/år
Summa energibehov	34 520	kWh/år

Åtgärder

Alla åtgärder utgår från ursprungsläget och är alltså räknade var för sig. Energikostnaden bygger på att huset är uppvärmt med fjärrvärme till en kostnad av 0,75 kr/kWh.

Tabell 6 Energi- och kostnadsbesparande åtgärder för typhuset ”Villa från 1940-1960”.

	Summa minskat energibehov [kWh/år]	Summa minskade kostnader [kr/år]	Investering [kr]	Livslängd på investering [år]	Payoff
Åtgärd för minska behov i huset					
Komplettera med innegivare, antagen besparing 5 %	1 200	1 500	5 000	15	3
Tilläggsisolering av källarväggar	1 500	1 125	155 000	30	138
Komplettera med energiglas, U-värde från 2,7 till 1,8	3 000	2 250	45 000	20	20
Byte av fönster till isolerglas, U-värde från 2,7 till 1,0	4 000	3 000	144 000	25	48
Byta ytterdörrar, U-värde från 1,5 till 1,0	700	525	40 000	25	76
Installera FTX-aggregat och nya luftkanaler	8 300	5 875	200 000	20	34
Sänka innetemperaturen två grader (simulerat)	3 500	2 625	1 000	15	0
Åtgärd för att ändra behovet att köpa energi					
Komplettera med solfångare	5 200	3 900	120 000	25	31
Byta till bergvärmepump	8 700	9 225	180 000	20	20
Byta till frånluftsvärmepump	3 700	6 100	150 000	20	25
Komplettera med luft/luft vp	4 000	2 000	35 000	15	18
Två åtgärder och dess resultat då de kombineras i VIP energy					
Energiglas och FTX	11 300	7 600	245 000	25	32

2.2.3. Villor från 1970-1980

Under 70-80-talet byggdes många hus. De här byggnaderna finns ofta i bostadsområden med flera likadana som radhus. Det är inte mycket isolering, ca 10 cm i väggar och 20 cm på vinden. Platta på mark eller källare kan sakna isolering eller ha runt 10 cm. De flesta har tvåglasfönster i bruna bågar även om en del treglasfönster börjar dyka upp. Treglasfönster från denna tid är tyvärr inte lika bra som dagens utan har U-värden som är mer lik tvåglasfönster.



1 ½-planshusen har ofta kattvind med drag i hörn vägg/golv.

Har man garage ligger det i markplan och kan vara hopbyggt med boningshuset. Vägg och dörr mellan dessa är vanligen enkla trots att det kan vara betydligt kallare i garaget. Alternativt har man det varmt i garaget trots att garagedelen inte är isolerad för att ha 20°C, plattan är till exempel sällan särskilt isolerad i ett garage. Bland de undersökta byggnaderna fanns inget 1,5 plans hus från denna period utan typen får representeras av ett enplanshus vars indata visas i Tabell 7.

Vanlig uppvärmning är fjärrvärme eller direktverkande el. Värmen kan distribueras i ett-rörssystem med lite besvärliga möjligheter till reglering. Ventilation är ofta ren frånluft men även självdrag förekommer och enstaka byggnader med FTX system. Byggnader med direktverkande el har ofta kompletterats med luft/luftvärmepump eller kamin.

Faktorer som påverkar energibesparing

Generellt är klimatskalet, precis som äldre byggnader inte så bra vad gäller isolering, men ändå inte så dåligt att det är lönsamt att göra åtgärder. Att tilläggsisolera med 15 cm fasadisolering är inte lönsamt. Att tilläggsisolera på vinden skulle kunna vara en enkel åtgärd men ofta ligger det skivor ovanpå vindsisoleringen och utrymmet används som förråd. Byggnader med direktverkande el har ofta kompletterats med luft/luftvärmepump eller kamin. De åtgärder som bedömdes möjliga för det studerade huset i denna kategori visas i Tabell 8.

Tabell 7 Uppgifter om data för typhuset "Villa från 1970-1980".

Del	Mängd/typ	Enhet
Uppvärmd area	220	m ²
Vindsisolering	300	mm
Väggisolering	200	mm
Källarisolering	100	mm
Fönster	Treglasfönster, U 1,2	
Täthet	ca 1,2	l/s vid 50pa
Värmedistribution	Vattenburen värme	
Värmekälla	Elpanna*	
Ventilationssystem	frånluftsventilation	
UA medel	0,331	W/m ² K

Innetemperatur	22	°C
Effektbehov för uppvärmning vid DVUT	11,5	kW
Hushållsel	4000	kWh/år
Behov att tillföra för uppvärmning	28 500	kWh/år
Behov tillföra för varmvatten	5 600	kWh/år
Behov till fläktar och pumpar	450	kWh/år
Summa energibehov	38 550	kWh/år

* I verkligheten pellets men för exemplet börjar vi med elpanna

Tabell 8 Energi- och kostnadsbesparande åtgärder för typhuset, Villor från 1970-1980.

	Summa minskat energiebehov, kWh/år	Summa minskade kostnader kr/år	Investering, kr	Livslängd på investering	Payoff
Åtgärd för minska behov i huset					
Komplettera med innegivare, antagen besparing 5 %	1 400	1 750	5 000	15	3
Byta till frekvensstyrd fläkt	150	188	8 000	15	43
Tidsstyrning på frånluft, miniflöde dagtid	3 000	3 750	10 000	15	3
Tilläggsisolering av källare	3 500	4 375	155 000	30	35
Byta till FTX-aggregat och nya ventilationskanaler	8 550	10 688	150 000	20	14
Sänka innetemperaturen 2 grader (simulerat)	4 100	5 125	1 000	15	0
Åtgärd för att ändra behovet att köpa energi					
Byta till bergvärmepump	25 000	31 250	180 000	15	6
Byta till frånluftsvärmepump	22 500	26 250	130 000	15	5
Komplettera med solfångare	5 500	6 875	150 000	20	22
Byta till pelletspanna	-6 820	18 073	150 000	20	8
Två åtgärder och dess resultat då de kombineras i VIP energy					
FTX och sänka två grader	11 500	14 400	150 000	20	10
FTX och bergvärmepump	26 100	32 700	330 000	20	10
Solfångare och pellets	- 1 300	25 400	300 000	20	12

2.2.4. Villor från 1990-talet

Byggnader från 90-talet och framåt är ofta mycket bra. Väggisoleringen är ca 20 cm, Vindsisoleringen är 30 cm eller mer och även grunden brukar vara välisolerad. Det är bra dörrar även om altandörrar fortsätter att ha en sämre nederdel om än inte lika dålig. Fönstren har bra tätningslister och treglasfönster med isolerglas.



Ventilationen sker oftast med FTX eller frånluftsvärmepump. Uppvärmningskällan är oftast någon form värmepump eller fjärrvärme. Det studerade huset som får representera denna typ är något annorlunda och är utrustat med ett luftburet värmesystem. Luftburna system var vanligast i början av 90-talet innan diskussionerna om tveksamheter med uppvärmning med el. Ofta finns, som i det besiktade huset, en kompletterande billigare värmekälla som en kamin eller luft/luftvärmepump. Som kan ses i Tabell 9 antas dock att huset enbart är uppvärmt med direktel i luftkanalen. Möjliga åtgärder som identifierats visas i Tabell 10. Dessa byggnader kan ofta ha en energiprestanda som är i nivå med eller under nybyggnadskraven.

Faktorer som påverkar energibesparing

Som nämnts ovan är klimatskalet bra och det finns redan värmeåtervinning på ventilationsluften. Den tekniska utrustningen börjar dock vara gammal och elmotorer, styrutrustning osv. är effektivare idag.

Tabell 9 Uppgifter om data för typhuset "Villa från 1990-talet".

Del	Mängd/typ	Enhet
Uppvärmd area	140	m ²
Vindsisolering	400	mm
Väggisolering	250	mm
Platta på mark	200	mm
Fönster	Treglasfönster, U 1,2	
Täthet	ca 1,0	l/s vid 50pa
Värmedistribution	Luftburen värme	
Värmekälla	Direktverkande el i luftkanal	
Ventilationssystem	FTX	
UA medel	0,223	W/m ² K
Innetemperatur	22	°C
Effektbehov för uppvärmning vid DVUT	5,5	kW
Hushållsel	4000	kWh/år
Behov att tillföra för uppvärmning	12 000	kWh/år
Behov tillföra för varmvatten	3 500	kWh/år
Behov till fläktar och pumpar	1 300	kWh/år
Summa energibehov	30 800	kWh/år

Tabell 10 Energi- och kostnadsbesparande åtgärder för typhuset ”Villa från 1990-talet”.

	Summa minskat energibehov, kWh/år	Summa minskade kostnader kr/år	Investering, kr	Livslängd på investering	Payoff
Åtgärd för minska behov i huset					
Minska drifttider på ftx med 10 timmar vardag, byta reglercentral	600	750	10 000	20	13
Byta till frekvensstyda fläktar, 3 st	450	560	20 000	15	36
Sänka innetemperaturen 2 grader (simulerad)	2 100	2 625	1 000	15	0
Åtgärd för att ändra behovet att köpa energi					
Komplettera med luft/luft VP	3 500	4 400	35 000	15	8
Byta till Mark/berg VP	10 000	12 500	200 000	15	16
Komplettera med solfångare, för VV	1 800	2 250	80 000	25	36
Byta till pelletseldad panna	-3 100	8 215	180 000	25	22
Två åtgärder och dess resultat då de kombineras i VIP energy					
Byta till frekvensstyrda fläktar, 3 st och minska drifttiderna	1 000	1250	30 000	20	24

3. Åtgärdspaketering med BELOK Totalmetodik

I detta kapitel presenteras ett antal åtgärds paket för varje byggnad som presenterades i kapitel 2. Dessa paket används sedan i BELOK Totalverktyg [14] för att ta fram internräntediagram över åtgärds paketen och på så sätt visa lönsamheten. För åtgärds paketen visas även energianvändning (köpt energi), primärenergianvändning samt driftkostnad. I dessa beräkningar har inte hushållselen räknats med eftersom inga åtgärder som påverkar denna är utförda. För varje typhus har fyra åtgärds paket tagits fram, vilka presenteras i kapitel 3.3-3.6.

3.1. Förutsättningar och indata för beräkningar

När man utför energieffektiviserande åtgärder på större fastigheter så är det viktigt att skilja på vilka delar som är renoveringsåtgärder som i vilket fall måste göras och vilka delar som är åtgärder riktade mot energieffektivisering. Detta eftersom man ska kunna visa på en lönsamhet i själva energieffektiviseringen och att inte den ska dras ner av normala underhållsåtgärder då dessa kanske ligger på olika budgetkonton. En småhusägare har dock normalt inte en specifik investeringsbudget för energieffektivisering, utan dessa överlappar oftast varandra. Man kan förstås göra ett val att ta fönster med ett bättre U-värde som kostar mer men i slutändan hamnar allt i samma budget. I dessa åtgärds paket har det därför inte gjorts någon indelning under energianalysen vilka åtgärder som kan räknas som normalt underhåll och vilka som enbart är energieffektiviserande. I åtgärds paketeringen har det heller inte tagits någon hänsyn till eventuella ROT-avdrag.

Indata till själva beräkningsprogrammet, utöver byggnadsspecifika data samt data för åtgärds paketen (som visas i kapitel 2) är dels energipriser men även antagen energiprisökning samt vald kalkylränta. De energipriser som har använts vid beräkningarna är 1,25 kr/kWh för el, 0,75 kr/kWh för fjärrvärme samt 0,60 kr/kWh för pellets. I kalkylen har det antagits en årlig energiprisökning om 2 % utöver inflationen (för alla energislag). Hur energipriser samt energiprisökning påverkar utfallet diskuteras mer i känslighetsanalysen i avsnitt 3.7. Kalkylräntan, vilken i det här fallet enbart är en markering i internräntediagrammen för vilken lägsta lönsamhet som anses rimlig, är satt till 4 %. I internräntediagrammen som följer visas även internräntan för varje åtgärd, vilken då är ett mått på just den åtgärds lönsamhet i paketet. De faktorer som använts vid beräkning av primärenergianvändning visas i Tabell 1.

3.2. Åtgärds påverkan på varandra

Vid åtgärds paketering är inte den totala energibesparingen summan av alla ingående enskilda besparingar. Vissa åtgärder påverkar varandra ”negativt” och energibesparingen blir totalt sett lägre. Ett sådant exempel visas i Tabell 8 där kombinationen av sänkt innetemperatur och FTX ger 11 500 kWh/år besparing på uppvärmningen medan summan av åtgärds paketen var för sig skulle vara 12 650 kWh/år. En lägre inomhustemperatur gör att det inte går att återvinna lika mycket energi i frånluften. I detta arbete har inte alla kombinationer av åtgärder simulerats för att få fram denna siffra för alla paket. Istället har i de flesta fall siffrorna för de enskilda åtgärds paketen använts som indata till BELOK Totalverktyg. Detta innebär att besparingen för vissa paket kan vara något överskattad. Några specialfall som det dock konsekvent har tagits hänsyn till presenteras nedan.

Värmepumpar

Eftersom metoden lönsamhetsmässigt tittar på den köpta energin är värmepumpar ett specialfall eftersom en del av den levererade energin tas från marken/luften. Hur stor andel denna energi är beskrivs av värmepumpens årsvärmefaktor, eller COP för hela året. Varje energieffektiviserande åtgärd som görs efter att en värmepump installerats ger en mindre minskning i köpt energi vilket alltså försämrar lönsamheten på ytterligare åtgärder. Som ett exempel installeras en värmepump med COP 3 vilket direkt minskar husets köpta energibehov med två tredjedelar (dessa tas från omgivningen). Om man sedan tilläggsisolerar källaren, en åtgärd som för sig själv kanske ger en energibesparing på 3000 kWh/år, sparar man bara en tredjedel av detta som köpt energi d.v.s. 1000 kWh/år i detta fall. Som konsekvens av detta har vid inmatning i BELOK Totalverktyg, till åtgärds paket som innehåller värmepump, övriga åtgärders energibesparing (som påverkas av värmepumpen) dividerats med värmepumpens COP. Investeringskostnaden för värmepumparna som används i rapporten har inte korrigerats vid kombinationen med andra åtgärder. Detta innebär att kostnaden kan vara något överskattad i vissa paket då det eventuellt hade räckt med en mindre värmepump.

Pellets pannor

I likhet med värmepumpar påverkas åtgärders besparing av köpt energi när en pellets panna, eller annan typ av förbränningsanläggning, installeras. Detta beror på pannans verkningsgrad som innebär att behovet av köpt energi blir större. En åtgärd ger alltså en högre besparing av köpt energi då en pellets panna installeras. I paket med pellets panna har andra åtgärders energibesparing dividerats med pannans verkningsgrad.

Sänkt inomhustemperatur

Att sänka inomhustemperaturen är en mycket lönsam åtgärd eftersom den ger en stor energibesparing (i storleksordningen 5 % per grad) till en mycket ringa kostnad, om någon. En sänkning av inomhustemperaturen påverkar dock övriga åtgärder, kanske speciellt FTX-ventilation samt frånluftsvärmepumpar. En sänkning av inomhustemperaturen är även väldigt relaterad till personligt tycke och utgångsläge samtidigt som det är en åtgärd som mycket enkelt kan "nollställas" vid behag. Av dessa anledningar har inte sänkning av inomhustemperaturen tagits med i något av åtgärds paketen, även om den potentiella besparingen av en 2-gradig temperatursänkning utifrån utgångsscenarioet på 22 °C visas i tabellerna i kapitel 2. Ett exempel där sänkt inomhustemperatur tas med i ett åtgärds paket illustreras även i känslighetsanalysen (avsnitt 3.7).

3.3. Åtgärdspaket för "Villa från 1940 och äldre"

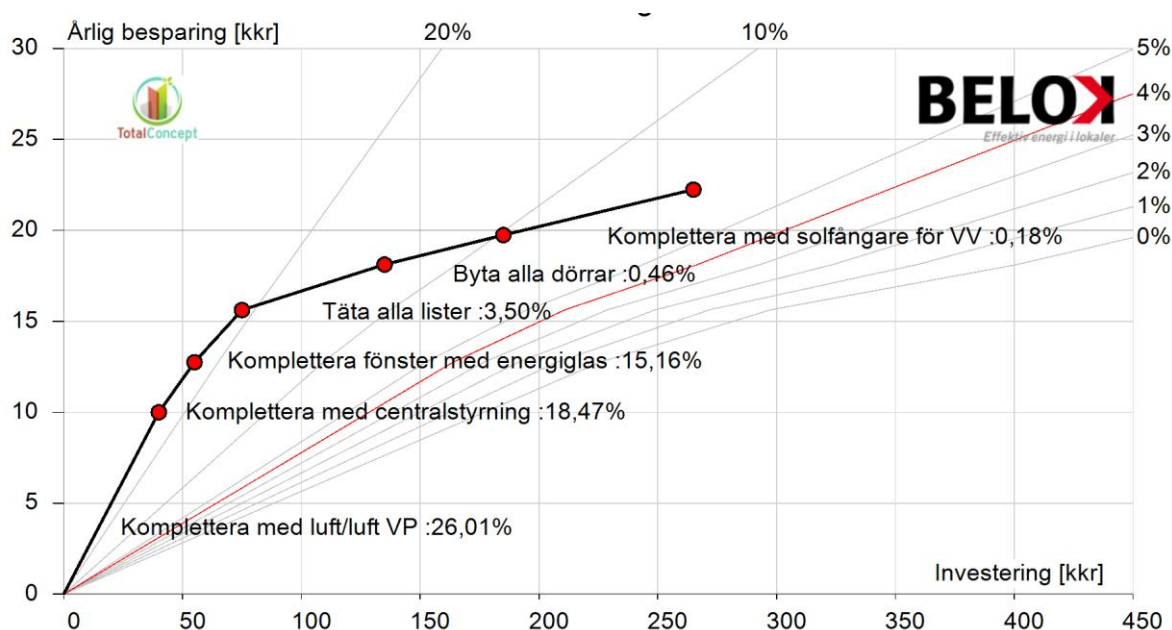
För denna typbyggnad har de fyra åtgärdspaket som visas i Tabell 11 tagits fram. Internräntediagram för de fyra åtgärdspaketen visas i Figur 1-Figur 4. För data om ingående åtgärder, se vidare Tabell 4. Detta hus antas vara uppvärmt med direktverkande el.

Tabell 11 Åtgärdspaket för "Villa från 1940 och äldre".

Paket 1	Paket 2	Paket 3	Paket 4
Komplettera med luft/luft VP	Komplettera med luft/luft VP	Byta till vattenburet system med bergvärmepump	Komplettera med centralstyrd värme (KomfortEl)
Komplettera fönster med energiglas	Komplettera fönster med energiglas	Byta tvåglasfönster till nya treglas	Komplettera fönster med energiglas
Täta alla lister	Täta alla lister	Täta alla lister	Installera FTX och täta alla lister
Byta alla dörrar	Gjuta platta istället för torpargrund	Täta och isolera yttervägg med 70 mm	
Komplettera med centralstyrd värme (KomfortEl)		Byta alla dörrar	
Komplettera med solfångare för vv			

Paket 1

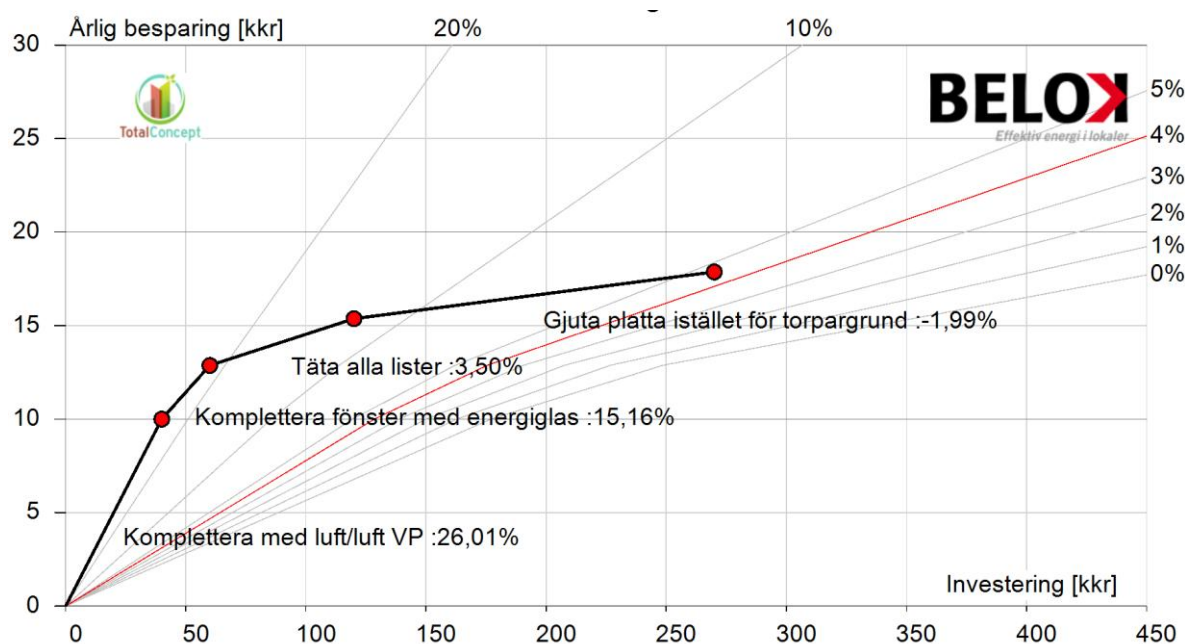
Det första paketet innebär en komplettering av uppvärmningen med både en luft/luftvärmepump samt ett mindre solvärmesystem för varmvattenproduktion. Utöver detta utförs även en del mindre åtgärder på klimatskal samt styrning. Renoveringspaketet kan utföras med en god lönsamhet om 7 %.



Figur 1 Internräntediagram för Paket 1 "Villa från 1940 och äldre".

Paket 2

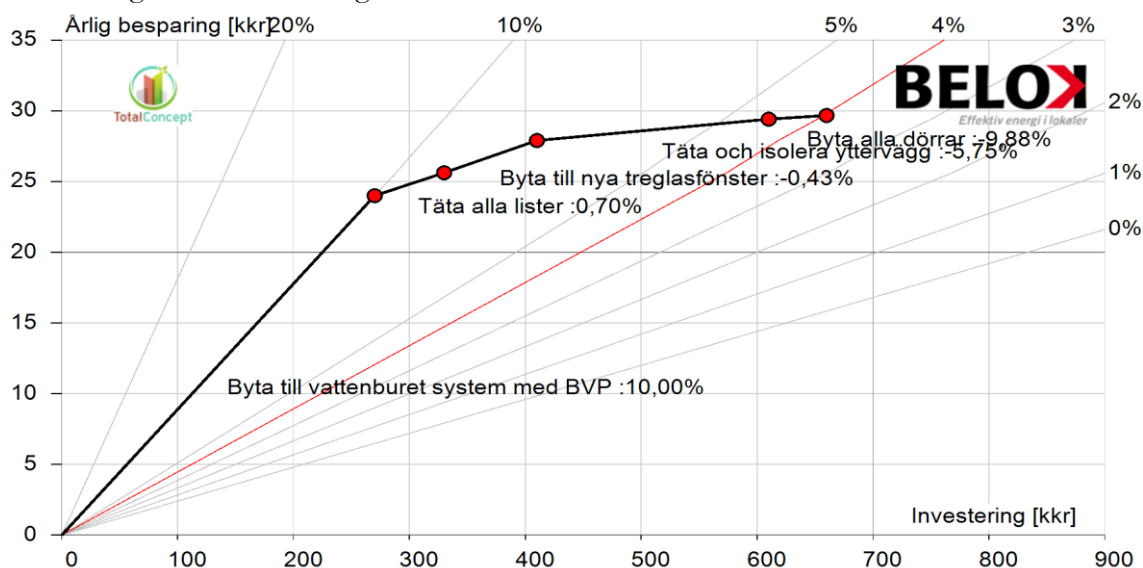
Även det andra paketet har med en luft/luft-värmepump som komplettering till uppvärmningen. Tillsammans med ett antal mindre åtgärder gör det att den större åtgärden att ersätta torpargrunden med en isolerad, gjuten platta kan utföras med en lönsamhet på över 4 %.



Figur 2 Internräntediagram för Paket 2 "Villa från 1940 och äldre".

Paket 3

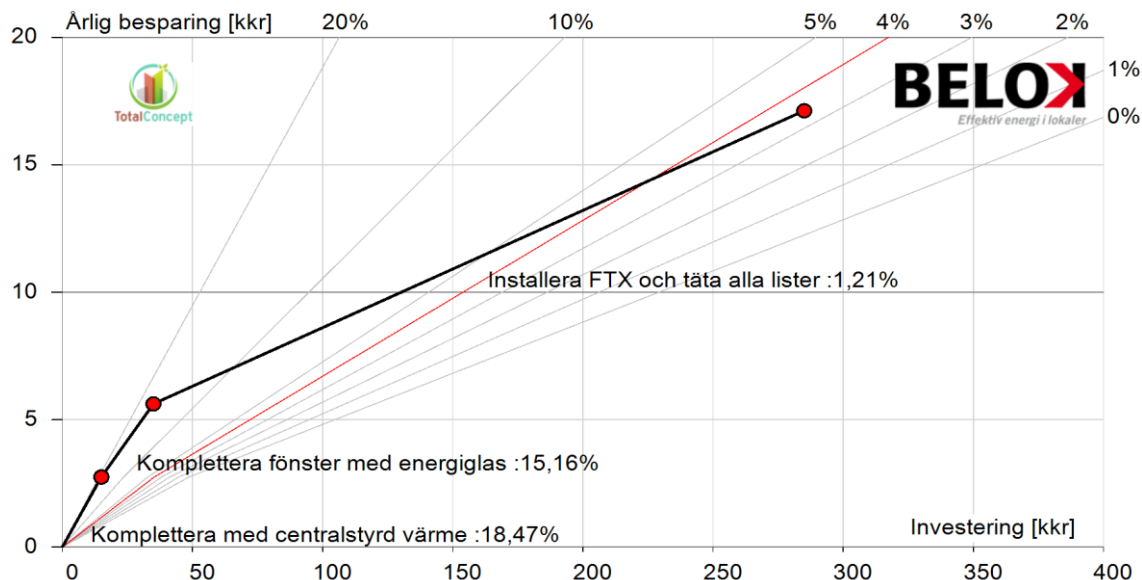
I paket 3 byts hela uppvärmningssystemet ut mot en bergvärmepump vilket innebär komplettering med ett vattenburet system. I det här paketet hjälper bytet till att finansiera åtgärder på det yttre klimatskalet som här byts ut mer eller mindre helt (nya fönster, dörrar samt tilläggsisolerad yttervägg). Hela paketet kan utföras till en lönsamhet av 4 % men investeringskostnaden är hög.



Figur 3 Internräntediagram för Paket 3 "Villa från 1940 och äldre".

Paket 4

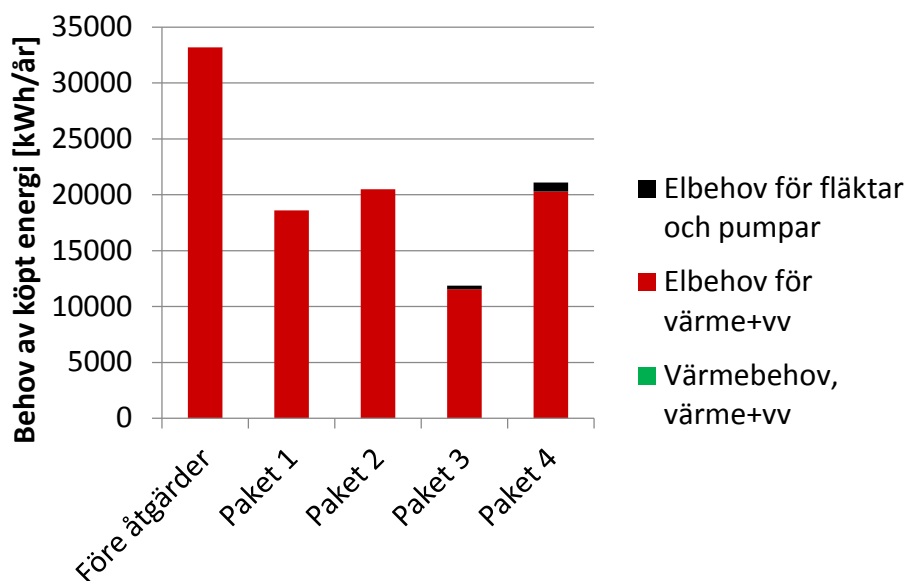
En stor åtgärd i det fjärde paketet är att göra om ventilationssystemet till ett FTX-system. Då huset från början har självdragsventilation är det både dyrt och omständigt att byta till FTX. Då huset är äldre med relativt stort luftläckage är det även nödvändigt att tätat huset i samband med installationen vilket fördyrar denna. Den låga lönsamheten och höga investeringskostnaden gör att paketet endast får en internränta på 3,4 %.



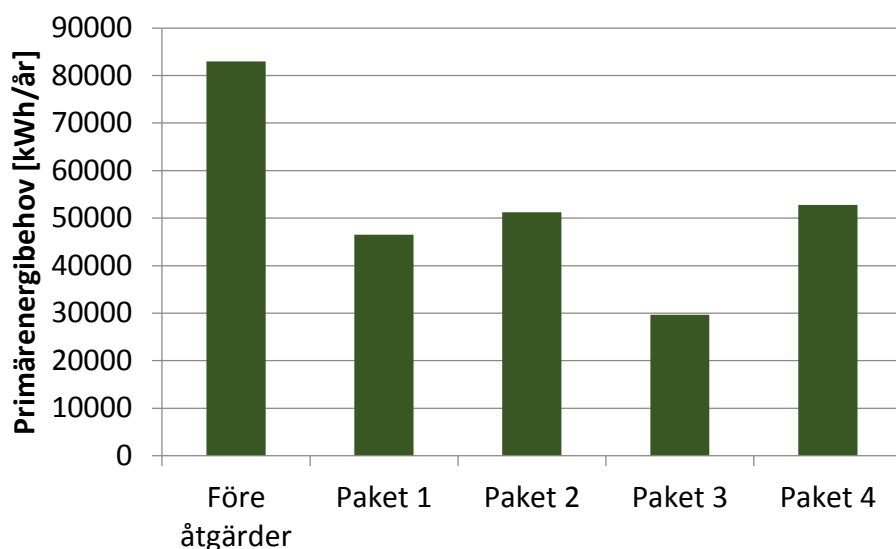
Figur 4 Internräntediagram för Paket 4 "Villa från 1940 och äldre".

3.3.1. Energianvändning och energikostnad

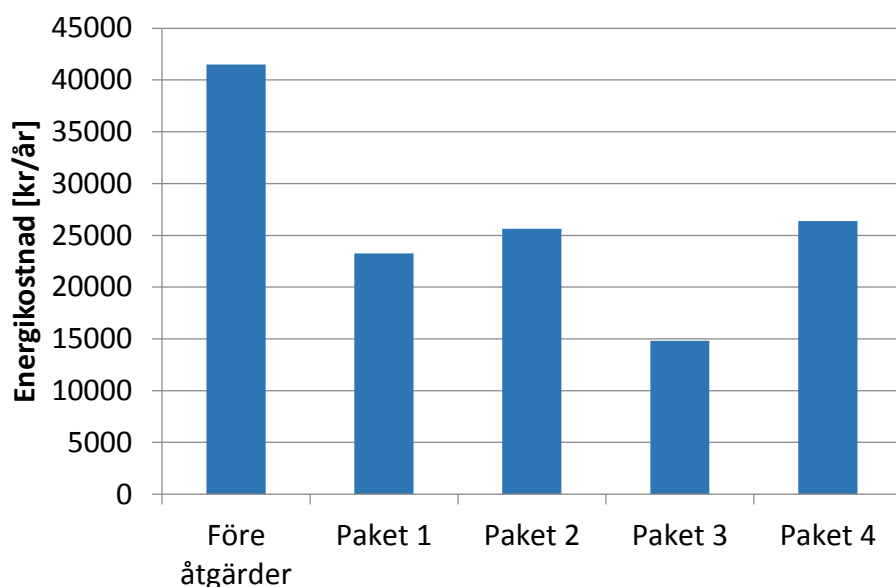
Energianvändning (köpt energi samt primäre energi) samt energikostnad för typhuset visas nedan i Figur 5-Figur 7. Eftersom huset i alla paket enbart värms upp med el så är förhållandena i alla diagram lika mellan paketen. Enbart med det största paketet, paket 3, lyckas man mer än halvera energianvändningen i byggnaden.



Figur 5 Behov av köpt energi för "Villa från 1940 och äldre".



Figur 6 Primärenergibehov för "Villa från 1940 och äldre".



Figur 7 Årlig energikostnad för "Villa från 1940 och äldre".

3.4. Åtgärdspaket för "Villa från 1940-1960"

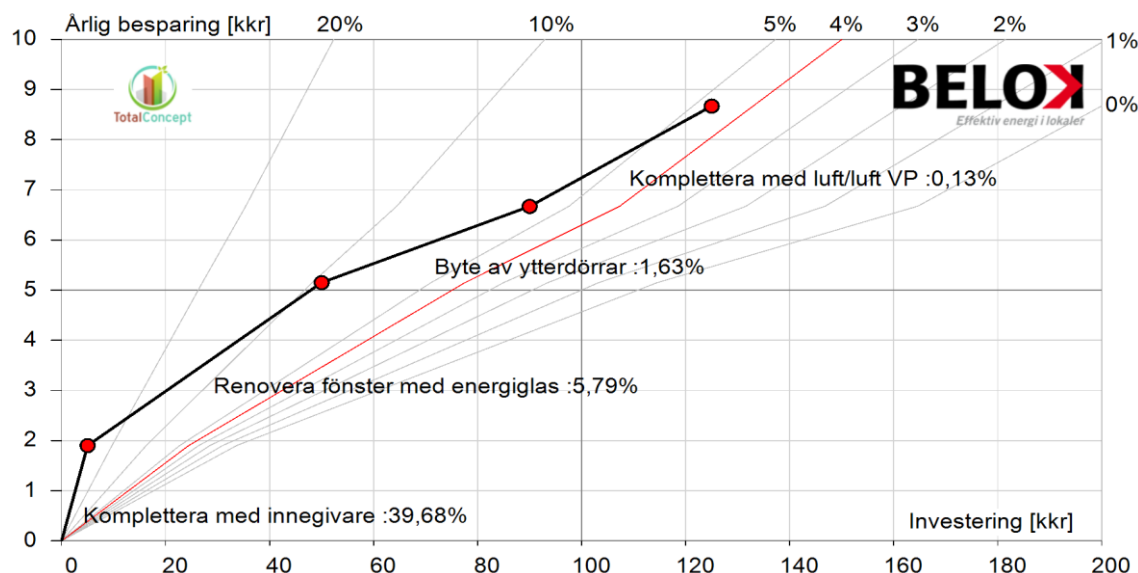
För denna typbyggnad har de fyra åtgärdspaket som visas i Tabell 12 tagits fram. Internräntediagram för de fyra åtgärdspaketen visas i Figur 8-Figur 11. För data om ingående åtgärder, se vidare Tabell 6. Detta hus antas vara uppvärmt med fjärrvärme, vilket innebär ett sämre utgångsläge för lönsamma besparingar.

Tabell 12 Åtgärdspaket för "Villa från 1940-1960".

Paket 1	Paket 2	Paket 3	Paket 4
Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare
Komplettera med energiglas	Komplettera med energiglas	Komplettera med energiglas	Komplettera med energiglas
Byta ytterdörrar	Byta ytterdörrar	Byte till BVP	Byta ytterdörrar
Komplettera med luft/luft vp	Installera FTX		Byte till FVP
	Komplettera med solfångare		Komplettera med solfångare
			Tilläggsisolera källaren

Paket 1

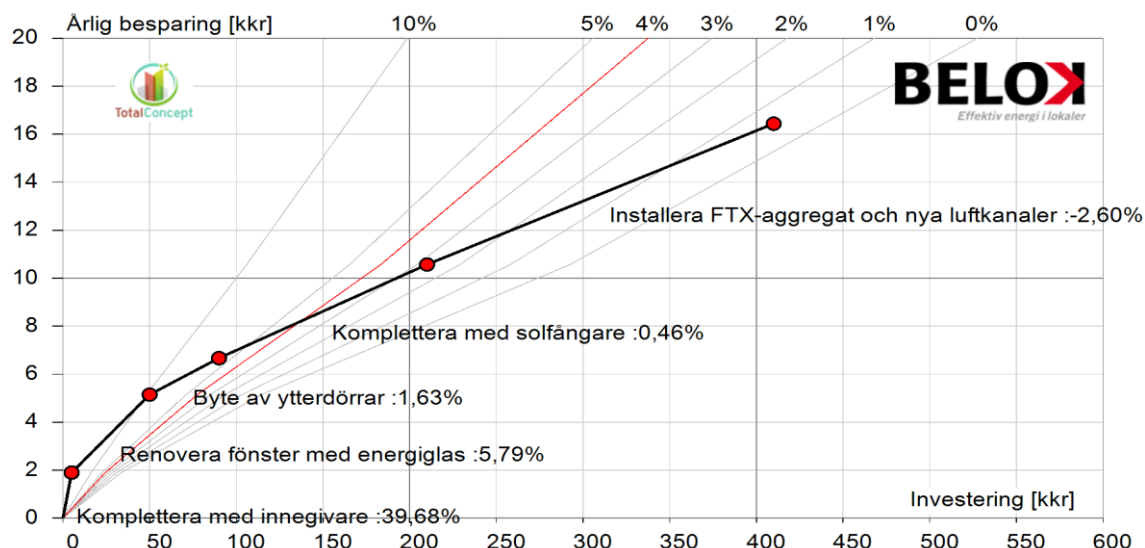
Det första paketet för denna typbyggnad kompletterar värmesystemet med bättre styrning samt en kompletterande luft/luft-värmepump. Paketet kan, som ses i Figur 8, genomföras med en internränta på 4,7 %.



Figur 8 Internräntediagram för paket 1 "Villa från 1940-1960".

Paket 2

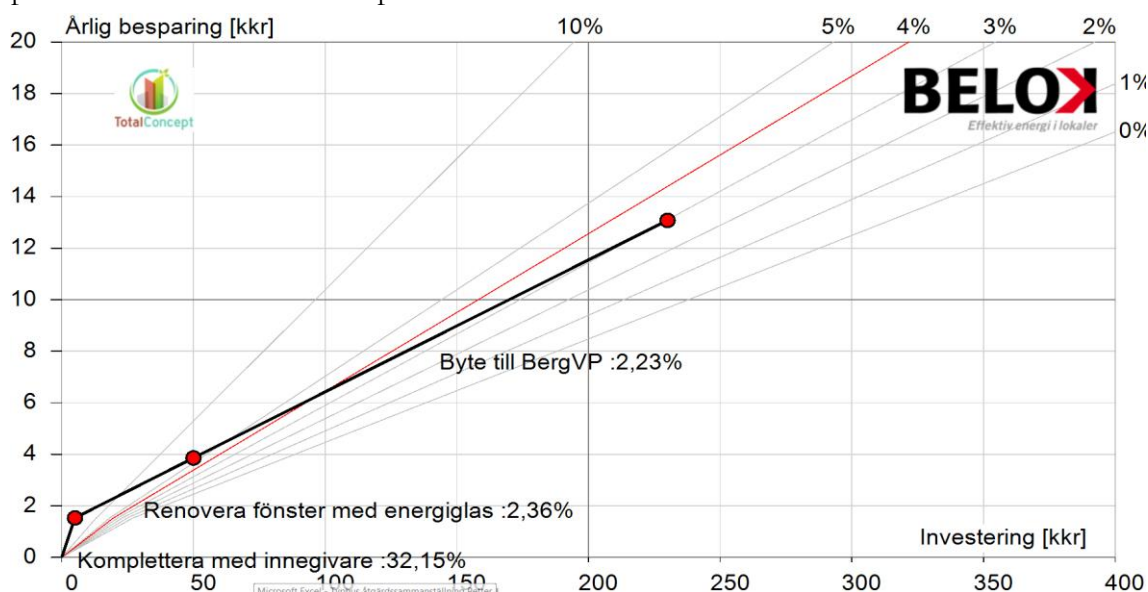
Det andra paketet är ett större paket med FTX och solfångare. Paketet i sin helhet ger en mycket bra energibesparing men är inte lönsamt att genomföra och slutar på en internränta på 0,6 %. Det beror delvis på att huset enbart har självdrag vilket ger en dyr installation av FTX.



Figur 9 Internräntediagram för paket 2 "Villa från 1940-1960".

Paket 3

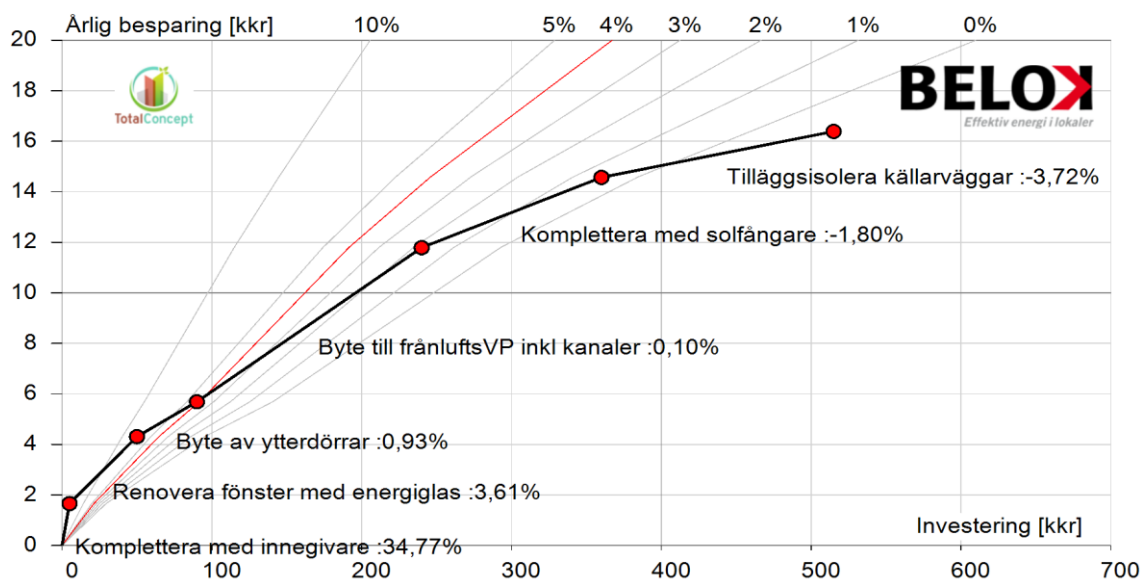
Detta paket innebär ett byte av uppvärmning från fjärrvärme till bergvärmepump. Paketet ger en stor besparing i köpt energi men på grund av fjärrvärmens relativt låga pris får paketet endast en internränta på 3 %.



Figur 10 Internräntediagram för paket 3 "Villa från 1940-1960".

Paket 4

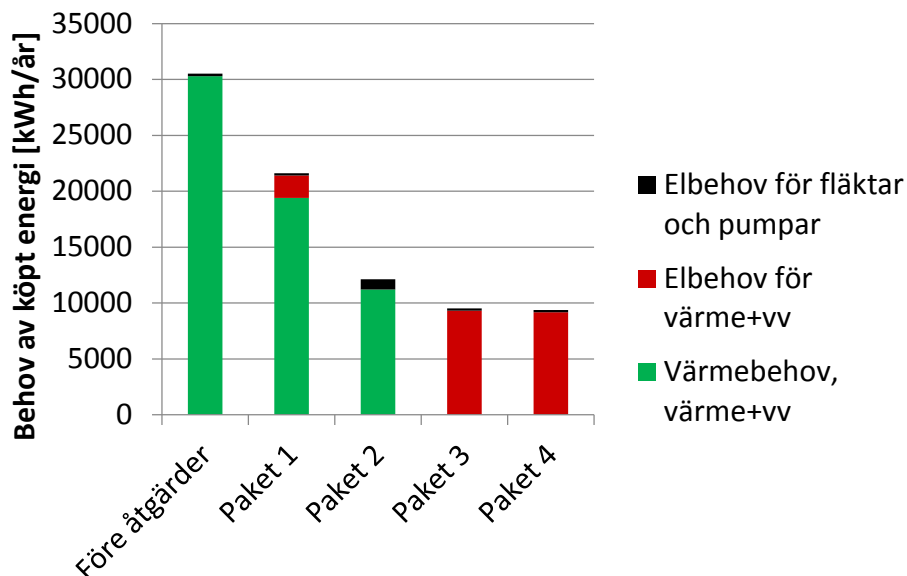
Det här paketet i sin helhet ger ungefär samma besparing i köpt energi som paket 3. Paketet innefattar bl.a. en frånluftsvärmepump, solfångare samt tilläggsisolering av källaren. Paketet är dock inte lönsamt utan får en negativ internränta (-0,8 %). Frånluftsvärmepumpen får en hög investeringskostnad delvis eftersom huset saknar frånluftskanaler.



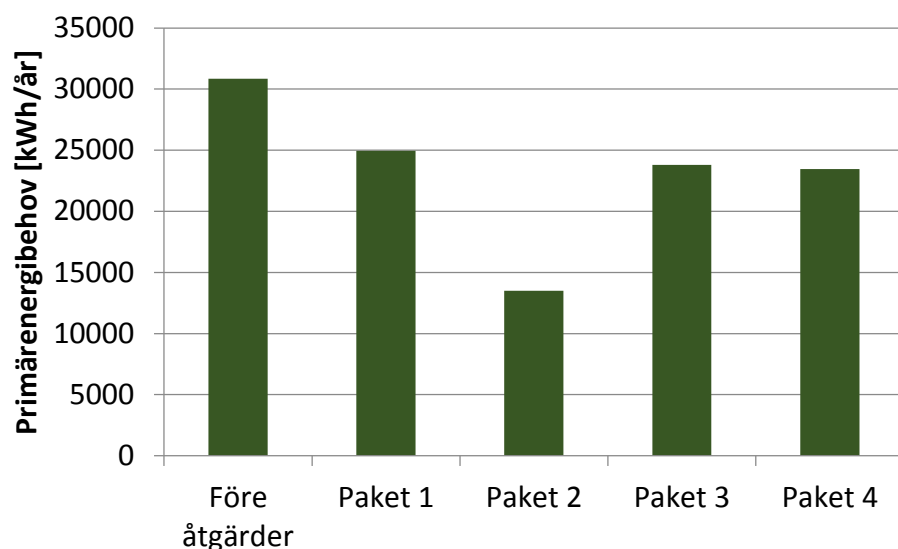
Figur 11 Internräntediagram för paket 4 "Villa från 1940-1960".

3.4.1. Energianvändning och energikostnad

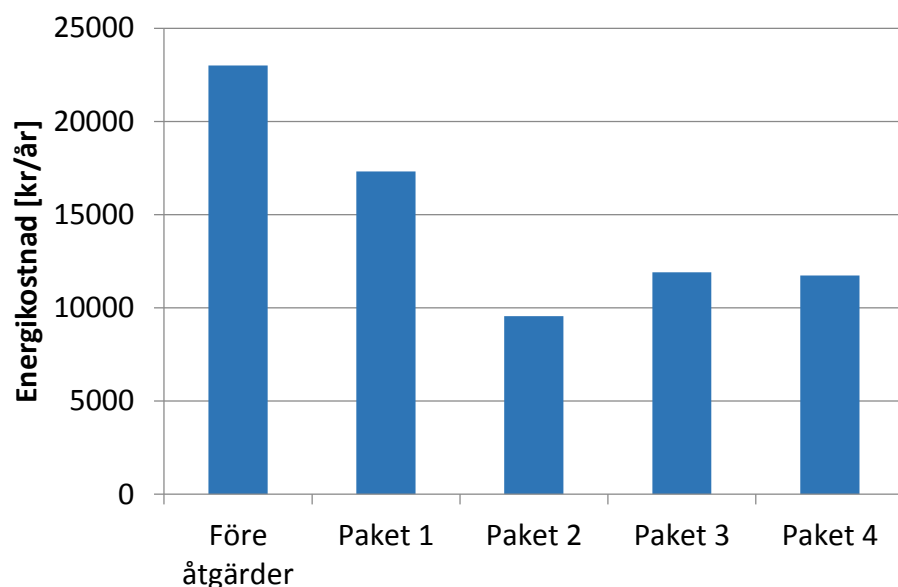
Huset har från början fjärrvärme som uppvärmning och tittar man på den köpta energin i Figur 12 kan man se att paket 2, 3 och 4 minskar energianvändningen med mer än hälften (till en tredjedel med paket 3 och 4). Av dessa är det dock endast paket 3 som är något så när lönsamt. Om man däremot ser till paketens primärenergianvändning i Figur 13 så är det bara paket 2 som klarar av en halvering. Sett till primärenergi är paket 3 och 4 ungefär lika bra som paket 1. Sett till energikostnaden hamnar paket 2 bäst till, dock har paketet som sagt mycket tveksam lönsamhet.



Figur 12 Behov av köpt energi för "Villa från 1940-1960".



Figur 13 Primärenergi för "Villa från 1940-1960".



Figur 14 Energikostnad för "Villa från 1940-1960".

3.5. Åtgärdspaket för "Villa från 1970-1980"

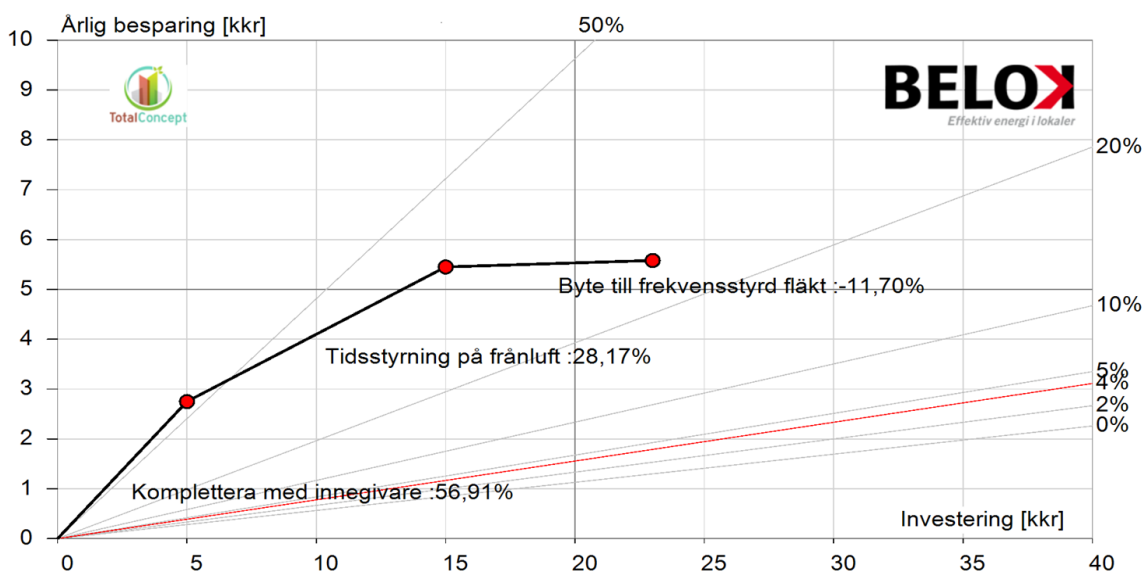
För denna typbyggnad har de fyra åtgärdspaket som visas i Tabell 13 tagits fram. Internräntediagram för de fyra åtgärdspaketen visas i Figur 15-Figur 18. För data om ingående åtgärder, se vidare Tabell 8. Detta hus antas vara uppvärmt med elpanna i ett vattenburet system.

Tabell 13 Åtgärdspaket för "Villa från 1970-1980".

Paket 1	Paket 2	Paket 3	Paket 4
Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare	Komplettera med innegivare
Byta till frekvensstyrd fläkt	Byta till frånluftsvärmepump	Byta till bergvärmepump	Tilläggsisolering av källare
Tidsstyrning på frånluft, minflöde dagtid	Tilläggsisolera källaren	Installera FTX och nya tilluftskanaler	Installera FTX och nya tilluftskanaler
		Tilläggsisolera källare	Byta till pelletspanna
			Komplettera med solfångare

Paket 1

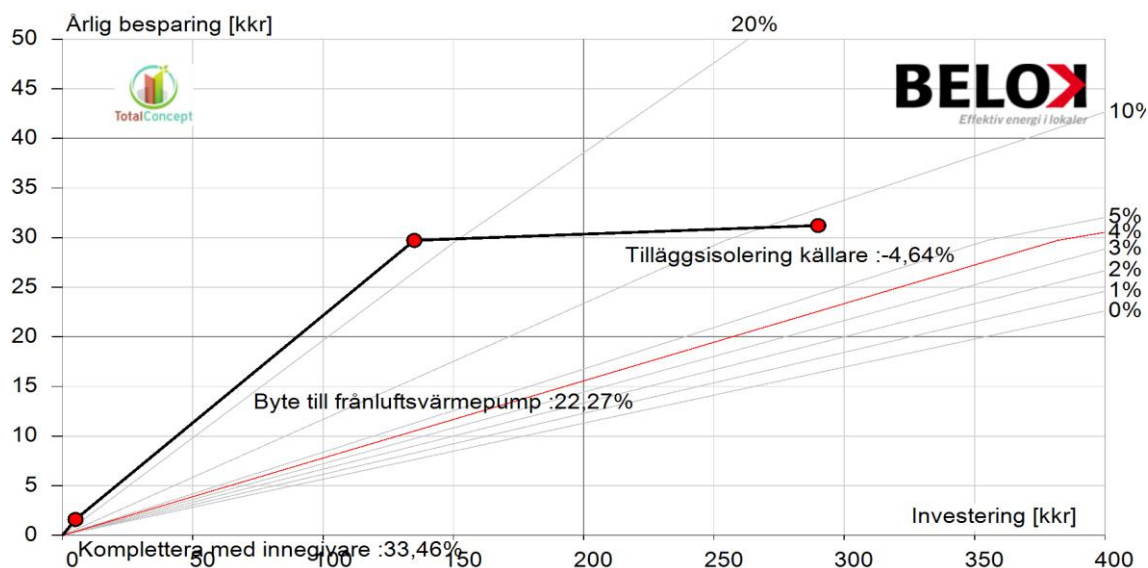
Det första paketet är ett mindre paket med enklare åtgärder på styrning av värme/ventilationssystem. Paketet kan genomföras med mycket god lönsamhet, med en internränta på drygt 30 % enligt Figur 15. Paketet sparar dock inte mycket energi och utnyttjar heller inte fördelen med paketrenovering fullt ut.



Figur 15 Internräntediagram för paket 1 "Villa från 1970-1980".

Paket 2

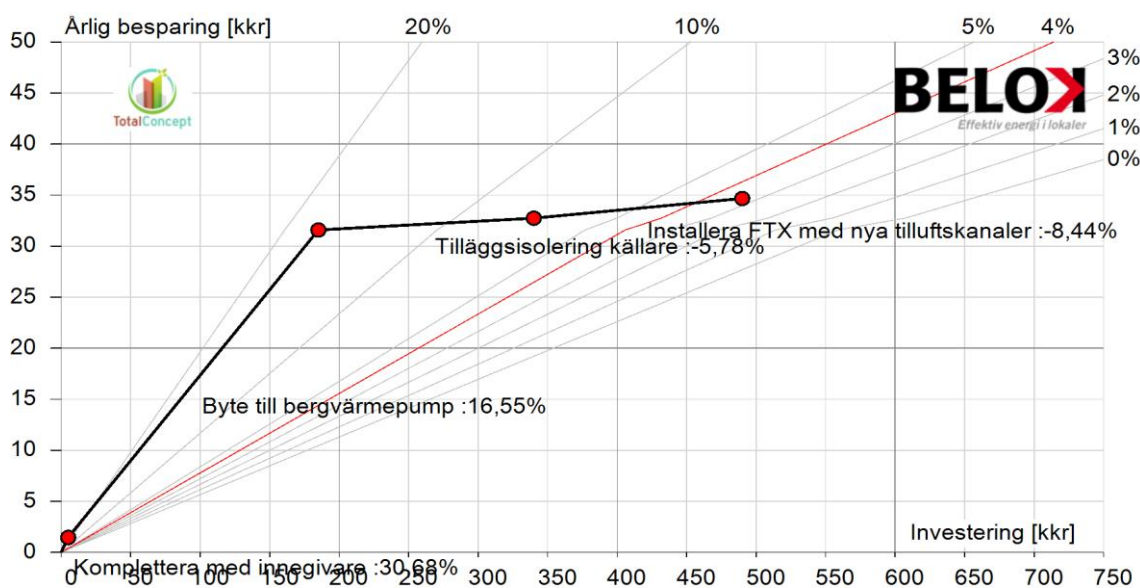
I paket 2 byts elpannan ut mot en frånluftsvärmepump, vilket ger utrymme för att tilläggsisolera källaren i ett paket där internräntan slutar på 9 % (Figur 16).



Figur 16 Internräntediagram för paket 2 "Villa från 1970-1980".

Paket 3

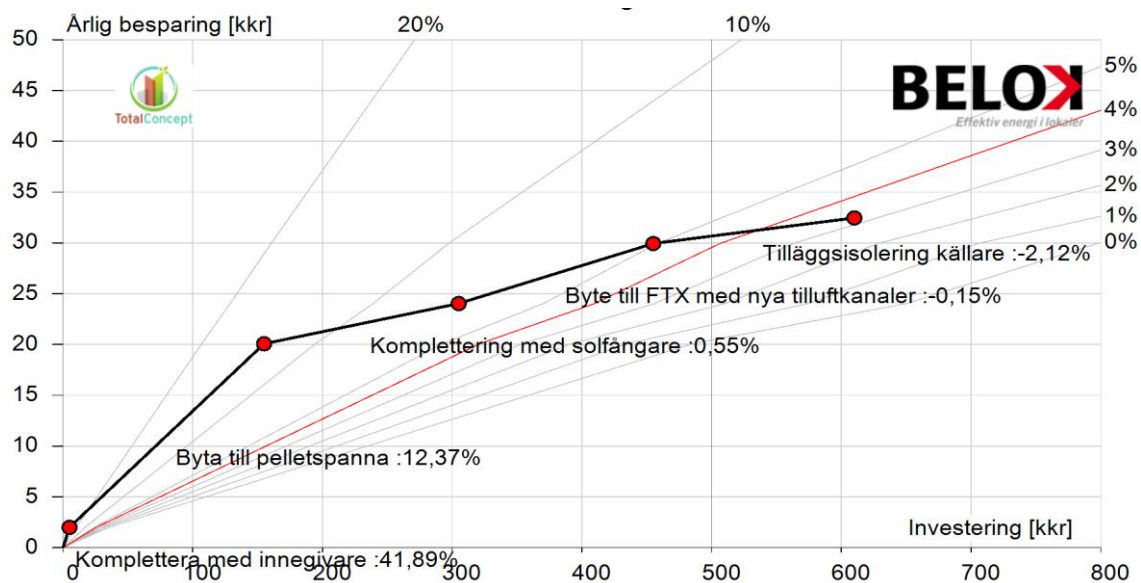
I paket 3 paketeras både bergvärmepump och FTX vilket ger en mycket stor besparing i köpt energi. För FTX-systemet behöver dock tilluftskanaler läggas till vilket ger en något dyrare installation. Totalt får paketet en lönsamhet på 3,3 %.



Figur 17 Internräntediagram för paket 3 "Villa från 1970-1980".

Paket 4

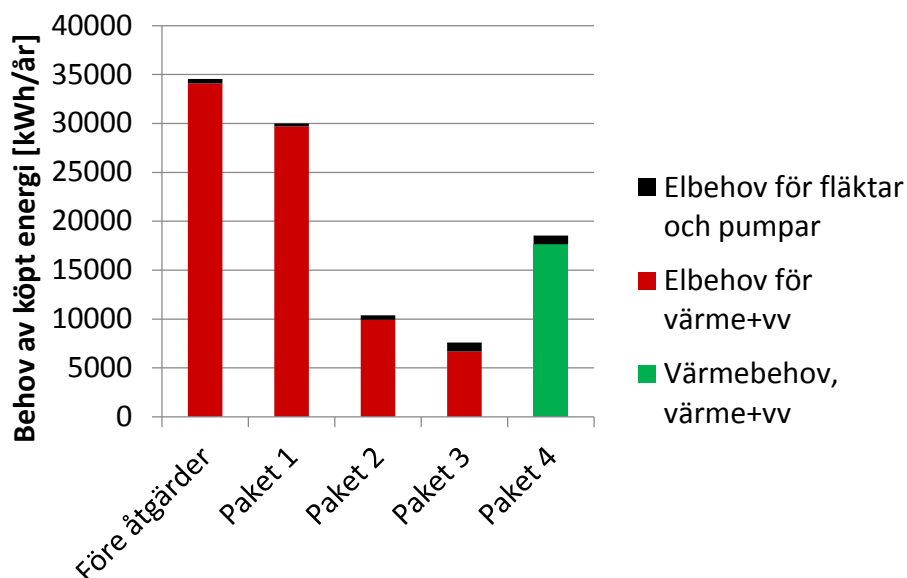
Det fjärde paketet för det här typhuset är ett mycket investeringstunt paket där elpannan byts ut mot en pelletspanna och solfångare. Paketet tar även med byte till FTX samt tilläggsisolering av källaren. Paketet medför en stor energibesparing men internräntan hamnar på samma siffra som paket 3, d.v.s. något tveksamma 3,3 % (Figur 18).



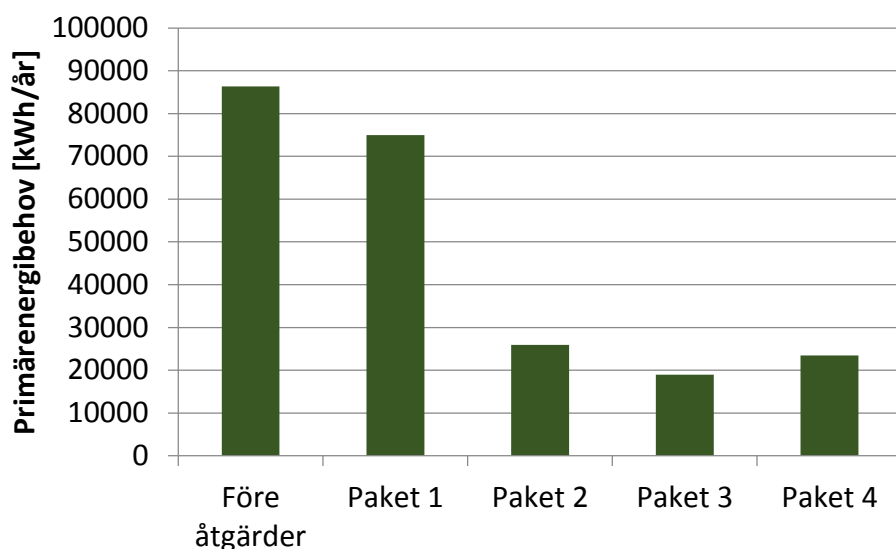
Figur 18 Internräntediagram för paket 4 "Villa från 1970-1980".

3.5.1. Energianvändning och energikostnad

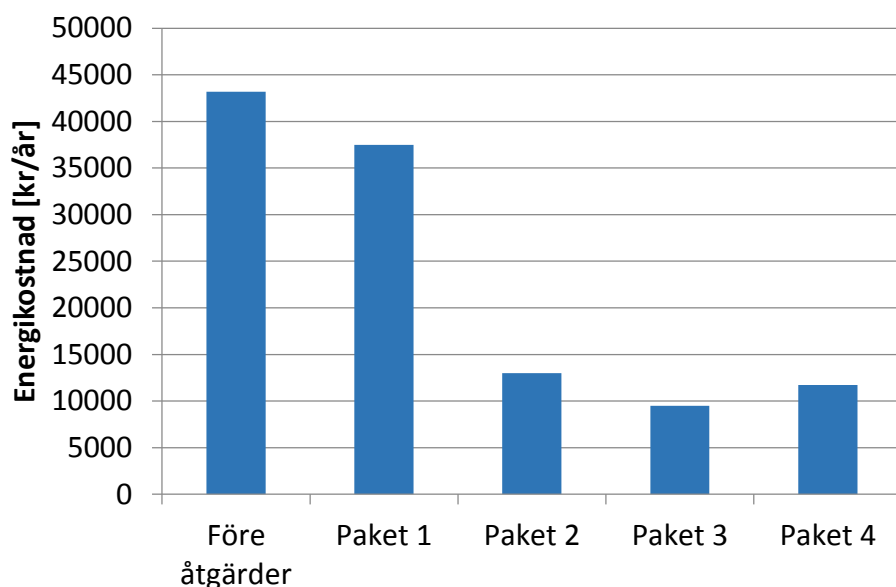
Nedan i Figur 19-Figur 21 visas behovet av köpt energi och primäreenergi samt driftkostnaden för typhuset "Villa från 1970-1980". Det lilla paketet med god lönsamhet (paket 1) får endast en liten besparing i energianvändning och driftkostnad, medan de andra tre paketen ger betydligt högre energibesparing. Paket 3 med bergvärmepump får bäst resultat men innebär en hög investeringskostnad och en något tveksam lönsamhet på 3,3 %. Paket 4 innebär en övergång till förnyelsebart bränsle, men har en ännu högre investeringskostnad till samma lönsamhet som paket 3. Paket 2 med frånluftsvärmepump får däremot en bra lönsamhet samtidigt som energibesparingen är mycket stor (långt över 50 % i både köpt energi och primäreenergi för paket 2-4).



Figur 19 Behov av köpt energi för "Villa från 1970-1980".



Figur 20 Primärenergibehov för "Villa från 1970-1980".



Figur 21 Energikostnad för "Villa från 1970-1980".

3.6. Åtgärdspaket för "Villa från 1990 och senare"

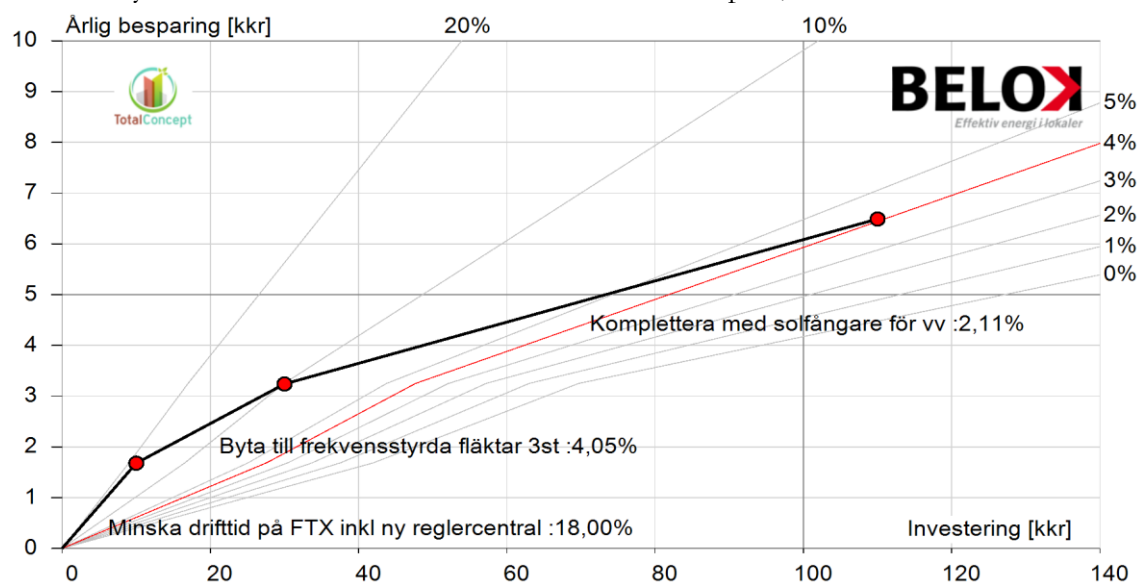
För denna typbyggnad har de fyra åtgärdspaket som visas i Tabell 14 tagits fram. Internräntediagram för de fyra åtgärdspaketen visas i Figur 22-Figur 25. För data om ingående åtgärder, se vidare Tabell 10. Detta hus antas vara uppvärmt med direktel i tilluftskanalen. Åtgärderna som ingår i dessa paket och som normalt kräver ett vattenburet system (markvärmepump och pelletspanna) kopplas i detta fall istället till ett vatten/luft värmeväxlarbatteri i tilluftskanalen. Detta ger en något dyrare installation än till befintligt vattenburet system, men är betydligt billigare än att byta till vattenburet system.

Tabell 14 Åtgärds paket för "Villa från 1990 och senare".

Paket 1	Paket 2	Paket 3	Paket 4
Minska drifttider på FTX, byta reglercentral	Minska drifttider på FTX, byta reglercentral	Minska drifttider på FTX, byta reglercentral	Minska drifttider på FTX, byta reglercentral
Byta till frekvensstyrda fläktar, 3 st	Byta till frekvensstyrda fläktar, 3 st	Byta till frekvensstyrda fläktar, 3 st	Byta till frekvensstyrda fläktar, 3 st
Komplettera med solfångare för vv	Komplettera med luft/luft VP	Byta till mark/berg VP	Byta till pelletseldad panna
	Komplettera med solfångare för vv		Komplettera med solfångare för vv

Paket 1

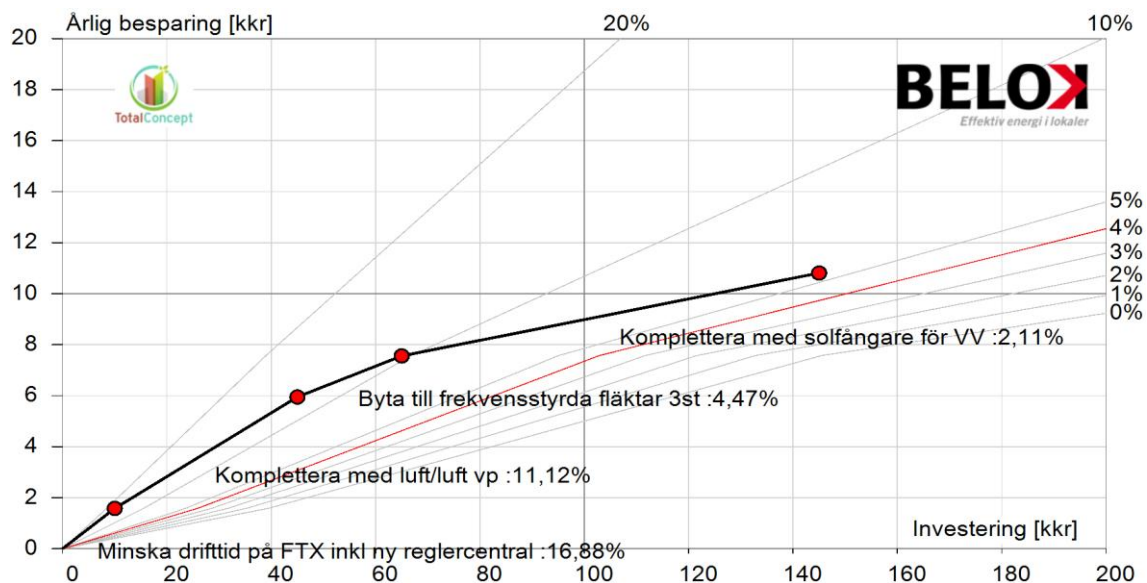
I ett nyare hus finns det färre åtgärder att göra på själva klimatskalet. Det första paketet har åtgärder som förbättrar styrningen av värme/ventilationssystemet samt även ett mindre solvärmesystem för varmvatten. Paketet får en lönsamhet på 4,1 %.



Figur 22 Internräntediagram för paket 1 "Villa från 1990 och senare".

Paket 2

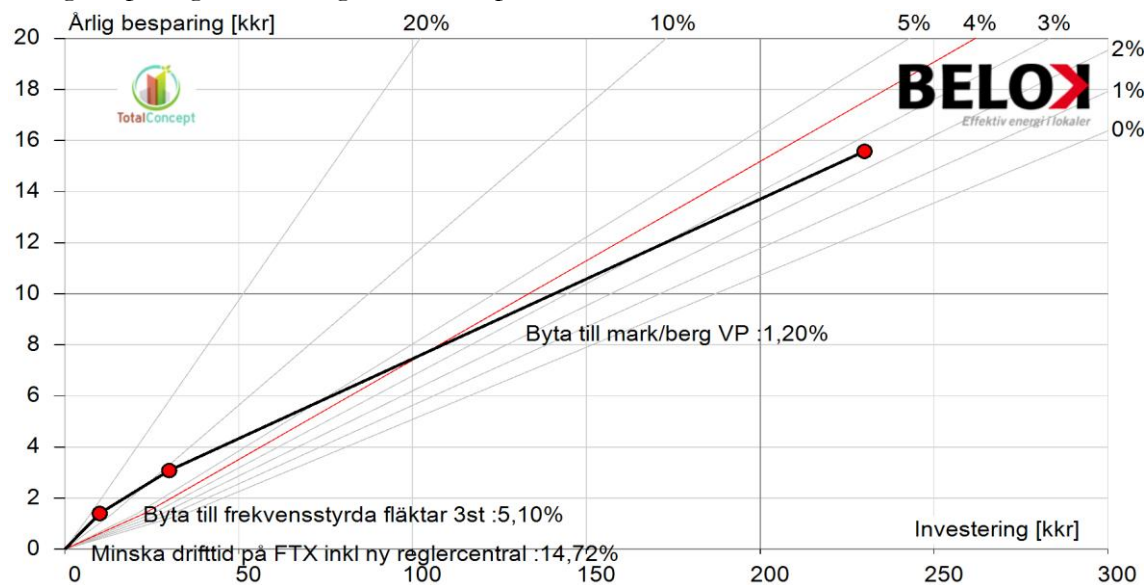
Det andra paketet kompletterar värmesystemet med en luft/luft-värmepump utöver solfångaren, vilket ger en större energibesparing och också en bättre lönsamhet på 5,5 %.



Figur 23 Internräntediagram för paket 2 "Villa från 1990 och senare".

Paket 3

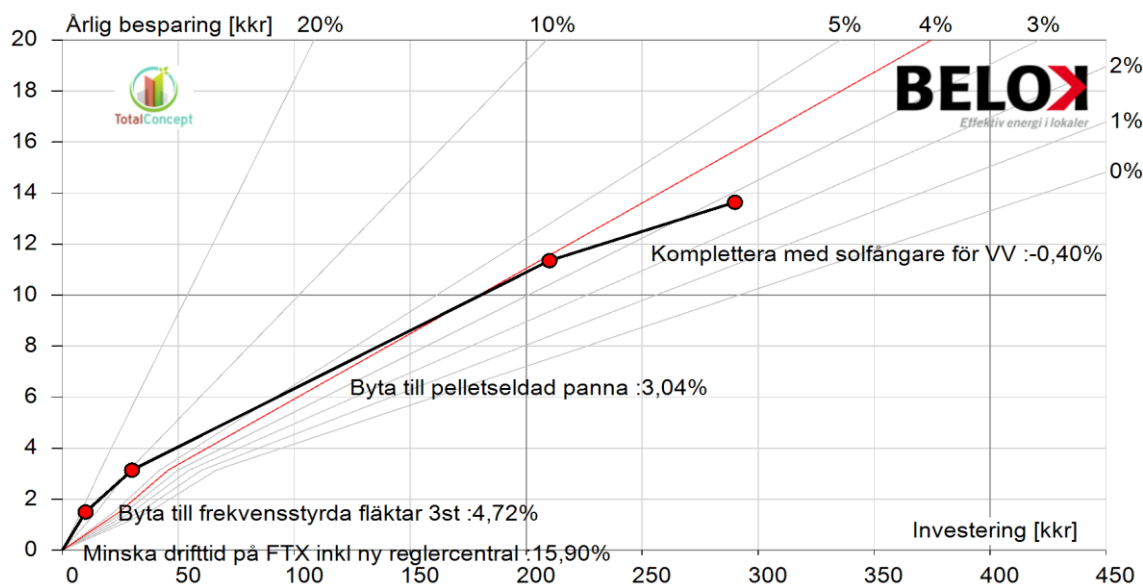
I det tredje paketet byts direkteluppvärmningen ut mot mark/bergvärmepump med vatten/luft-värmeväxlare i ventilationskanalen. Detta ger en betydligt större energibesparing men får låg lönsamhet på 2,6 %.



Figur 24 Internräntediagram för paket 3 "Villa från 1990 och senare".

Paket 4

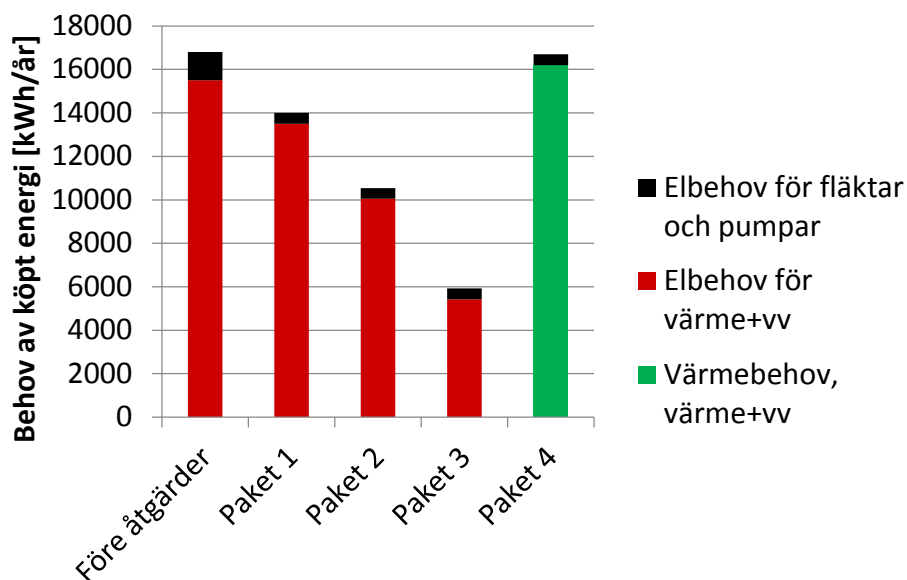
I det fjärde paketet byts eluppvärmningen ut mot ett förnyelsebart alternativ i form av pelletspanna och solfångare för varmvatten. Även detta paket får en låg lönsamhet på 2,7 %.



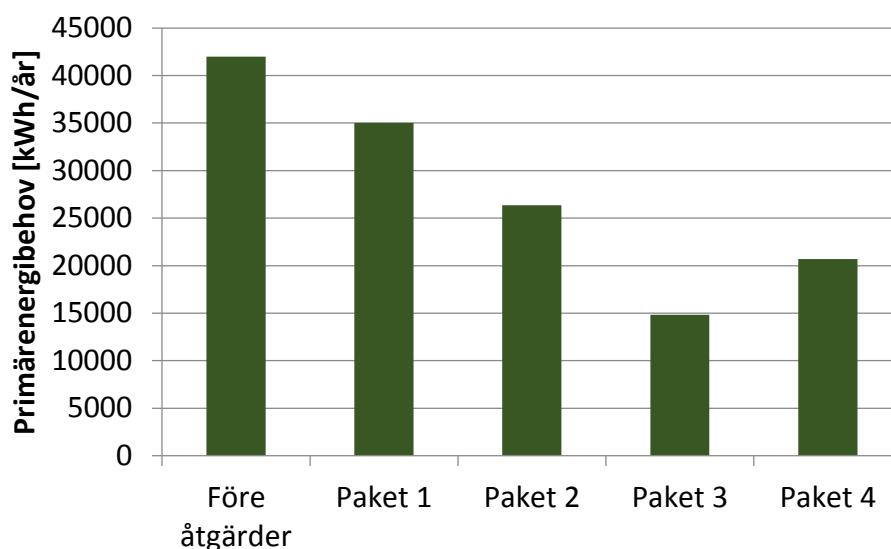
Figur 25 Internräntediagram för paket 4 "Villa från 1990 och senare".

3.6.1. Energianvändning och energikostnad

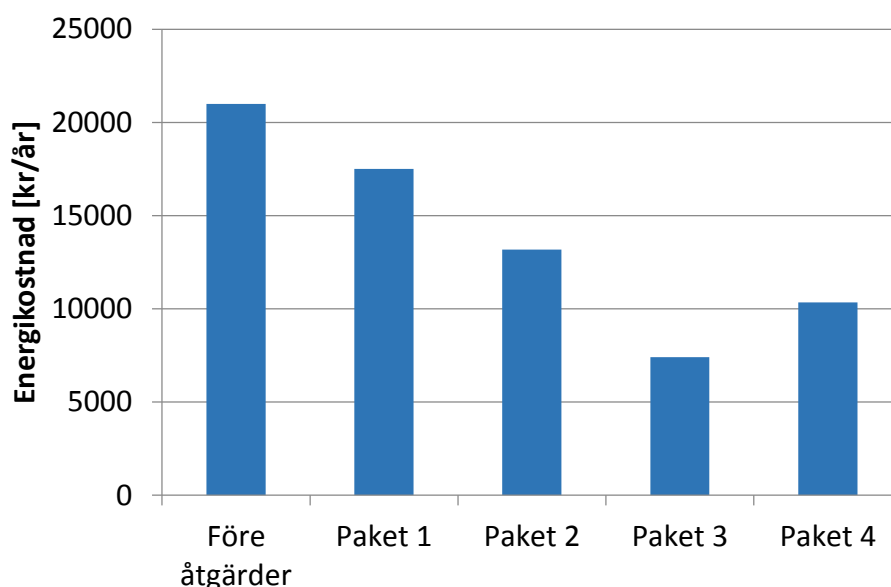
De tre första åtgärds paketen för detta typhus minskar elanvändningen på uppvärmningen och ger därför alla lägre behov av köpt energi (Figur 26) och primärenergi (Figur 27) samt lägre driftkostnad (Figur 28) i motsvarande storleksordning. För paket 3 har den köpta energin samt primärenergin mer än halverats. Paket 4 innebär en övergång till pellets vilket i det här fallet ger en i princip identisk mängd köpt energi som ursprungsfallet utan åtgärder. Primärenergianvändningen med detta paket har dock minskat betydligt och har mer än halverats, vilket även återspeglas i driftkostnaden då pellets är billigare än el.



Figur 26 Behov av köpt energi för "Villa från 1990 och senare".



Figur 27 Primärenergibehov för "Villa från 1990 och senare".



Figur 28 Energikostnad för "Villa från 1990 och senare".

3.7. Känslighetsanalys

En av fördelarna med metoden som används i denna rapport är att man väldigt enkelt kan göra en känslighetsanalys genom att förändra indata till beräkningsverktyget. Det är förstås många faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet, men två parametrar som undersöks lite närmare i detta avsnitt är valda energipriser samt energiprisökningen över tid.

Energipriset är intressant att göra en känslighetsanalys på eftersom det dels är osäkert över tid och dels varierar väldigt mycket i landet (speciellt fjärrvärme). Uppskattningen av energiåtgärdernas investeringskostnad är även den väldigt central för metodens utfall och även här görs en känslighetsanalys. Som nämdes tidigare i rapporten har sänkning av inomhustemperaturen inte tagits med i åtgärdspaketen, men ett exempel visas i detta avsnitt.

3.7.1. Energipriser

För att illustrera hur skillnader i antagna energipriser påverkar resultatet valdes ett antal åtgärds paket där nya indata matades in i BELOK Totalverktyg. Följande fall testades för dessa paket:

- Samtliga energipriser +/-10 %
- Elpris +/-10 %, övriga priser oförändrade
- Fjärrvärme- eller pelletspris +/-10 %, elpris oförändrat
- Antagen årlig energiprisökning +/- 2 % (alltså 0 eller 4 % ökning utöver inflation)

Resultaten presenteras nedan i Tabell 15.

Tabell 15 Internränta i % för fyra åtgärds paket vid energiprisförändringar.

	Villa -40 paket 2	Villa 40-60 paket 4	Villa 70-80 paket 2	Villa 70-80 paket 4
Startvärde	4.61	-0.84	8.97	3.25
Energipriser +10 %	se elpris	-0.3	se elpris	4.12
Energipriser -10 %	se elpris	-1.39	se elpris	2.35
Elpris +10 %	5.47	-1.18	10.41	4.34
Elpris -10 %	3.72	-0.5	7.45	2.14
Pellets/Fjärrvärmepris +10 %	-	0.02	-	3.05
Pellets/Fjärrvärmepris -10 %	-	-1.75	-	3.47
Energiprisökning 4 %	6,61	1.15	10.97	5.25
Energiprisökning 0 %	2,61	-2.84	6.97	1.25

3.7.2. Investeringskostnad

För samma paket som i 3.7.1 gjordes även beräkningar för internräntan när investeringskostnaden för ingående paket förändras +/-10 %. Resultatet visas i Tabell 16.

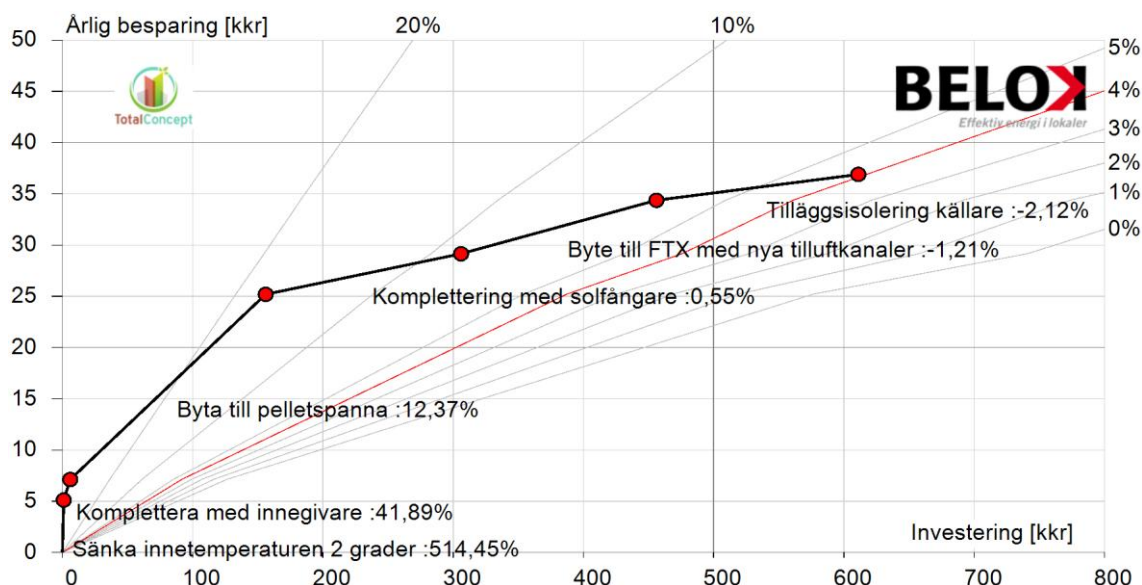
Tabell 16 Internräntan i % för fyra åtgärds paket vid förändring i investeringskostnaden

	Villa -40 paket 2	Villa 40-60 paket 4	Villa 70-80 paket 2	Villa 70-80 paket 4
Ursprungsvärde	4,61	-0,84	8,97	3,25
Investeringskostnader +10 %	3,68	-1,52	7,54	2,41
Investeringskostnader -10 %	5,72	-0,05	10,61	4,24

3.7.3. Åtgärds paket med sänkt inomhustemperatur

För att illustrera hur en sänkt innetemperatur kan påverka lönsamheten för ett paket valdes paket 4 för typhuset 1970-1980. Som kan ses i Figur 18 får paketet en internränta på 3,3 %. Om man som tillägg i paketet anser att man kan sänka innetemperaturen 2 grader, d.v.s. från 22 till 20 °C, blir istället paketets internränta 4,1 % (Figur 29) med de förutsättningar som använts i denna rapport. Paketet skulle då gå från att ligga under lönsamhetskravet på 4 % och istället anses vara lönsamt. Det har då antagits att den sänkta inomhustemperaturen minskar energibesparingen i FTX-aggregatet enligt siffrorna i Tabell

8. För att uppnå lönsamheten krävs det då att man faktiskt bibehåller den nya temperaturnivån under åtgärdens valda livslängd (i det här fallet 15 år).



Figur 29 Internräntediagram för paket 4 "Villa från 1970-1980" där även en sänkt inomhustemperatur är inkluderad.

3.8. Sammanfattande kommentarer

Paketrenoveringarna visar att det är möjligt att nå en halvering av energianvändningen med många av paketen, även om lönsamheten är tveksam för vissa. Det är dock stor skillnad på om man väljer att jämföra den köpta energin eller primärenergianvändningen. För byggnader som idag är eluppvärmda är det möjligt att nå en stor, kostnadseffektiv minskning i både köpt energi och primärenergi genom att genomföra ett renoveringspaket som innehåller någon typ av värmepump. Man kan även se att en konvertering från ett eluppvärmt hus till ett hus uppvärmt med t.ex. pellets i många fall ger en relativt liten reduktion (eller till och med ett oförändrat behov) av köpt energi, medan primärenergianvändningen minskas avsevärt. Ett sådant paket får alltså en mycket tveksam nytta om man enbart tittar på husets specifika energibehov (dvs. den köpta energin) medan det sett i ett större sammanhang ger en väldigt bra energieffektivisering. Omvänt så kan ett lönsamt renoveringspaket med en värmepump som appliceras på ett hus som är uppvärmt med fjärrvärme ge en mycket god besparing i köpt energi, samtidigt som minskningen i primärenergianvändning blir relativt liten.

Ser man sedan till hur känsligt resultatet är till förändringar i indata så gör en 10-procentig förändring i energipriset eller investeringskostnaden att internräntan förändras i storleksordningen 0,5-1,5 procentenheter beroende på paket. Antagandet om årlig energiprisökning kan direkt översättas till samma förändring i internränta. Om man som exempel antar en årlig ökning av energipriser med 4 % blir alltså internräntan 4 procentenheter högre jämfört med fallet utan energiprisökning. Man skulle även kunna tänka sig en differentierad energiprishöjning (t.ex. 1 % på fjärrvärme och 2 % på el) men BELOK Totalverktyg har inte stöd för detta i nuvarande version. Sammanfattningsvis ger ändå verktyget en bra möjlighet att illustrera osäkerhet i indata och skapa underlag för t.ex. finansiärens riskbedömning.

4. Finansiering av energieffektiviseringspaket

Som beskrevs i inledningen kan BELOK S vara en metod för att minimera de osäkerheter som finns mellan låntagare och kreditgivare kring besparingspotentialen vid större energieffektiviseringspaket. En större säkerhet kring vinster och marginaler skulle kunna förmå banker att erbjuda bättre räntor på energilån vilken även skulle ge ökade incitament för småhusägare att göra större energieffektiviseringar. Fler och fler större byggobjekt kvalitetssäkras även idag med miljövärdering typ Miljöbyggnad, LEED eller BREEAM. Ytterligare en fråga till finansiärerna är om dessa certifikat och byggherrens hållbarhetsstrategier på något sätt påverkar kreditförsörjningen för byggobjekten. Det sistnämnda är inte särskilt relevant för småhusägare, men kan däremot vara av vikt för t.ex. mindre bostadsrättsföreningar.

4.1. Samtal med lokala banker

Med de påståenden kring finansiering och åtgärdspektering som presenteras i denna rapport har följande banker kontaktats för en diskussion:

- Swedbank Falun, länets största bank, rikstäckande koncern
- Länsförsäkringar bank Dalarna, nischbank med ökad marknadsandel
- Leksands sparbank, lokal fristående sparbank med avgränsad geografisk marknad.

Nedan presenteras de frågor som bankerna fick ta ställning till, samt deras svar och inställning till dessa:

- 1 *Tillämpar er bank någon form av energilån idag? Vad är i så fall strategin avseende dessa krediter?*

Enbart Swedbank kan visa att denna typ av produkt finns som erbjudande. Swedbank erbjuder på sin hemsida ett privatlån upp till 350 000 för energibesparande åtgärder och investering i hållbart uppvärmningssystem. Detta lån erbjuds över telefonbanken som sedvanligt konsumtionslån t.o.m. med högre ränta än lån till bilköp! För lånet behövs ingen säkerhet.

Med BELOK S som verktyg skulle istället fastighetsägaren kunna få ett lån med fastigheten som säkerhet och erbjudas sedvanligt hypotekslån. Med de lönsamma åtgärder som metoder illustrerar, är räntan klart förhandlingsbar och fastighetens lånetak kan höjas. Det ökade driftnettot med dessa åtgärder påverkar värderingen av fastigheten vid bankens prövning av låneansökan.

- 2 *Vilken information behöver banken från låntagaren för att kunna besluta om denna typ av kredit?*

Varje låntagare och lånetillfälle är unikt och erforderlig information är baserad på kreditens storlek.

- 3 *Kan beskriven metod, BELOK S, för redovisning av avkastning genom den så kallade Totalmodellen vara till er hjälp vid dessa tillfällen?*

Metoden tycks ge en gott underlag för att illustrera dels nyttan och lönsamheten med respektive sparåtgärd. Metoden hjälper kreditgivaren att bedöma inverkan på brukarens kostnader och hushållets ekonomi.

I dagsläget saknar bankerna information om verktyget. Man behöver vedertagna, kvalitetssäkrade instrument för att kunna bedöma risker med kredittagarens investering. Detta påverkar den marginal som är en del av erbjuden ränta. BELOK Totalmetodik behöver spridas och förmedlas inom fastighetsbranschen. Opartisk objektiv kompetens bör finnas. Kanske på högskolan, bland energirådgivare eller hos mäklare. Metoden synes ha potential att överbrygga kunskapsluckor för ägare och beslutsfattare.

- 4 *Är det möjligt att differentiera räntan baserat på åtgärdernas omfattning? Lägre ränta vid lönsam paketering kontra enskilda åtgärder. Vilket incitament ges till fastighetsägaren för att nå maximal energibesparing?*

För kunden lönsamma investeringar är också bra för banken. BELOK Totalmetodikens möjlighet att paketera ett antal åtgärder i lönsamhetsordning är klart intressant. Tvivel kring de enskilda åtgärdernas lönsamhet eller totala paketets lönsamhet kan i metoden enkelt illustreras med att riskscenarier visar konsekvens för hela paketet.

- 5 *Hur ser ni på amorteringskraven för dessa lån?*

Amortering ska ske och motsvara investeringens livslängd.

- 6 *Sannolikt skulle ett annuitetslån bättre motsvara den årliga besparingen för dessa investeringar – håller ni med och hur ställer ni er till det?*

Sannolikt behövs någon form av hypotekslån med byggnaden som säkerhet. Kostnaden för fastighetägaren bör ju motsvara och följa den energikostnadsbesparing som uppnås. En koppling till energiprisutveckling kan vara möjlig.

- 7 *Påverkar husets Energideklaration på något sätt kreditgivning vid dagens fastighetsaffärer?*

Dagens Energideklarationer har ingen påverkan på kreditgivningen. Möjligen påverkar den attraktionsvärdet för en presumtiv köpare. Deklarationerna skulle ha nytta av en metod som denna som redovisar potentiella lönsamma åtgärder som kan öka byggnadens energiklass och värdepotential.

- 8 *Spelar miljöklassning av en byggnad någon roll vid finansieringen av byggnaden?*

Långsiktig hållbarhet är en aktuell och viktig fråga och dess betydelse torde komma att öka över tiden.

Sammantaget visar dessa spontana dialoger på ett stort intresse från bankerna att få tillgång till ett verktyg som relevant kan bidra till kreditgivning för energisparåtgärder och gärna i samband med renoveringar. Här måste branschens aktörer ta ett ansvar att erbjuda ett beslutsunderlag baserat på denna metodik. Detta åvilar primärt byggherrar och deras konsulter, men också offentliga rådgivare såsom energirådgivare i kommuner och länsstyrelse. Mäklare behöver generalisera och utveckla sina objektsbeskrivningar så att Energideklarationer tillhandahålls vid alla fastighetsförsäljningar och försäljningsobjektets energisparpotential värderas vid prissättning.

Någon av dessa banker uttrycker också ett klart intresse att vara med i utvecklingsprojekt i denna avsikt för att stimulera bebyggelsens omställning till ökad energieffektivisering i Dalarna.

Baserad på en kompetent, tvärfacklig energikartläggning av byggnadens installationer samt klimatskal paketeras de åtgärder som tillsammans uppfyller fastighetsägarens avkastningskrav. Genom att därigenom låta de mest lönsamma åtgärderna finansiera de mindre lönsamma kan målet om halverad energianvändning nås. Om traditionell beslutsprocess används som innebär att enbart de åtgärder som enskilt uppfyller avkastningskravet genomförs, kommer inte halveringsmålet att nås och heller sannolikt aldrig bli genomförda.

Vi uppskattar väldigt mycket bankernas offensiva medverkan i denna analys. Avsikten är att söka metoder för beslutsfattares ställningstagande till åtgärder för att reducera energianvändningen av i första hand länets bebyggelse. Bankerna tycks vara beredda att bidra till denna utveckling.

5. Slutsatser

Som småhusägare inför valet att göra en stor renovering och energieffektivisering är det många val som måste göras. Slutsatsen i denna samt tidigare rapport är att BELOK S kan vara en användbar metod för att hjälpa småhusägare dels att identifiera tekniskt möjliga åtgärder på sitt hus och dels att bedöma lönsamheten i åtgärds paket. En diskussion med banker visar också att bankerna är intresserade och ser metoden som en hjälp i bedömningen av ränteläge och storlek på lån som kanske måste tas i samband med större renoveringar. För en banks ställningstagande till trovärdigheten i resultaten är det dock viktigt att energianalysen samt framtagande av åtgärds kostnader sker på ett riktigt vis. De som utför den här typen av energibesiktningar ska därför vara väl förtrodda med metoden för att på så vis kunna generera rimliga resultat i slutändan. En känslighetsanalys visar att ett fel på 10 % i t.ex. kostnadsuppskattningen för ett åtgärds paket eller i antaget energipris gör att internräntan (lönsamheten) förändras mellan 0,5-1,5 procentenheter beroende på åtgärds paket.

Energianalysen samt åtgärds paketeringen i BELOK Totalverktyg visar att det är möjligt att nå en betydande energieffektivisering som samtidigt är lönsam för alla studerade hus. För två av husen går det att i ett lönsamt åtgärds paket mer än halvera användningen av både köpt energi och primärenergi. Båda dessa hus är äldre hus som antas vara uppvärmda med elvärme direkt eller via elpanna. Ifall huset redan har utrustats med någon form av värmepump är det mycket svårt att göra ytterligare lönsamma åtgärds paket om man inte ser den installerade värmepumpen som en del i åtgärds paketet. För hus som idag är uppvärmda med billigare energislag än el, som fjärrvärme eller biobränsle, är det också svårare att göra lönsamma åtgärds paketeringar. Ser man ur ett primärenergiperspektiv är det dock viktigast att åtgärda eluppvärmda hus i första hand, i synnerhet sådana som värms upp med direktel. Att byta från t.ex. fjärrvärme till eluppvärmning med värmepump i någon form kan visa på en stor minskning i mängden köpt energi och kanske en avsevärd minskning i energikostnad men sett till mängden primärenergi är det inte säkert att åtgärden innebär en lika bra energieffektivisering.

Slutligen så visar resultaten i rapporten att metoden BELOK-S för paketrenovering i småhus skulle kunna bli ett viktigt instrument för att minska energianvändningen i småhusbeståndet, bland annat genom att möjliggöra för småhusägare att låna pengar på fördelaktiga villkor genom att kunna visa på konkreta resultat vid bankkontakt. Kännedomen om metoden är tyvärr låg i dagsläget. Ett problem i att skapa spridning av metoden är att få konsulter som i dagsläget har kompetens att utföra energibesiktningen ligger i en prisnivå som är rimlig för en småhusägare.

Referenser

1. Weiss, P. 2014. Simple Question, Complex Answer : Pathways Towards a 50% Decrease in Building Energy Use. Uppsala, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper: 104.
2. IVA. 2012. Energieffektivisering av Sveriges bebyggelse - Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050. ISBN 978-91-7082-859-1
3. Energimyndigheten. 2014. Energistatistik för småhus 2013. ID-no ES2014:05
4. Heier, J. 2013. Högskolan Dalarna. Paketering av energisparåtgärder i småhus. EMC rapport 2013:3
5. Länsstyrelsen Gävleborg. 2012. Energieffektivisering av flerbostadsfastigheter - Elva lokala exempel år 2012. Rapport 2012:16
6. IVA. 2012. Energieffektivisering av Sveriges flerbostadshus - Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050. ISBN: 978-91-7082-845-4
7. Boverket. 2014. Boverkets byggregler BBR 21. BFS 2014:3
8. Hägerby, D. and Persson, T. 2012. Vägar och irrvägar till energieffektivisering : vägvalet är politiskt
9. Statens Offentliga Utredningar. 2008. Ett energieffektivare Sverige - Delbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen. SOU 2008:25
10. Börjesson, P. 2014. Energiexpertis. Energieffektivisering i typhus
11. StruSoft AB. 2014. VIP Energy version 3.0.0
12. Wikells Byggberäkningar AB. 2013. Sektionsfakta-VVS, Wikells byggberäkningar AB, Växjö, Sweden, <http://www.wikells.se>.
13. ATON Teknikkonsult AB. 2007. Energideklarering av bostadsbyggnader - Metoder för besiktning och beräkning, version 2 rev. jan 2007
14. CIT Energy Management AB. 2014. BELOK Totalverktyg version 2.3.6



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges Byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se

