

# Energikrav för NäraNollEnergi- byggnader

Tekniska möjligheter och ekonomiska  
konsekvenser

Komplettering

Beställd av:  
Dag Lundblad  
Energimyndigheten

Genomförd av:  
Peter Filipsson  
Catrin Heincke  
Per-Erik Nilsson  
Åsa Wahlström  
CIT Energy Management AB

Göteborg, Augusti 2011



## Förord

Föreliggande studie har genomförts på uppdrag av Energimyndigheten. Studien är en komplettering av ett tidigare uppdrag, *Energikrav för NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*. Det tidigare uppdraget genomfördes via Energimyndighetens nätverk BELOK. Föreliggande studie kompletterar det tidigare uppdraget genom utveckling av ett par frågeställningar samt känslighetsanalyser av parametrar. Det aktuella uppdraget har genomförts hos CIT Energy Management AB.

Energimyndighetens kontaktpersoner har varit Dag Lundblad och Tomas Berggren.

Göteborg i augusti 2011  
Per-Erik Nilsson



## Sammanfattning

Föreliggande rapport utgör ett komplement till rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, nedan benämnd ursprungsrapporten, genom att besvara kompletterande frågeställningar samt genomföra känslighetsanalyser.

Fyra områden har studerats närmare:

- Alternativa livslängder för effektiviserande åtgärder
- Alternativ metod för bedömning av energibesparingarnas lönsamhet
- Olika förhållande mellan fasta och rörliga energipriser
- Samhällsekonomisk analys

När alternativa livslängder studerats har utgångspunkten varit åtgärders ekonomiska livslängd. Vid genomgången av litteratur som används på europeisk nivå har konstaterats att mest relevant för svenska förhållanden är standarden *SS-EN 15459:2007 Energy Performance of Buildings – Economic Evaluation Procedure for Energy Systems in Buildings*, vilken även hänvisas till i det reviderade direktivet för *Byggnaders Energiprestanda (2010/31/EU)*. De värden standarden rekommenderar för ekonomisk livslängd stämmer väl överens med de värden som användes i ursprungsrapporten. Analysen visar att en ändring av ekonomisk livslängd har marginell inverkan på resultatet, när åtgärdens livslängd är lång. Så har exempelvis en ändring av ekonomisk livslängd från 40 år till 30 för byggnadstekniska åtgärder endast liten inverkan på slutresultatet.

I ursprungsrapporten användes en lönsamhetsmodell benämnd Totalprojekt, där lönsamheten bestämdes för paket av åtgärder. Här har en alternativ lönsamhetsmodell använts som jämförelse, baserat på att varje åtgärd i sig skall uppfylla en förutbestämd lönsamhet. Detta senare benämns Marginalmetoden. Oavsett vilken av metoderna som används finns möjlighet att nå betydligt lägre i energianvändning än de nivåer som föreslås i BBR 2011, med uppfyllande av en förutbestämd lönsamhet. Längst när man om man väljer att investera efter metoden Totalprojekt.

Lönsamheten i olika åtgärder påverkas av hur energiprisets taxekonstruktion ser ut. En känslighetsanalys har genomförts för tre olika kombinationer av fasta och rörliga priser, utöver den ursprungliga med helt rörliga priser. Oavsett kombination av fasta och rörliga priser ger samtliga resultatet att det för nyproduktion finns ett stort utrymme att med lönsamhet komma betydligt längre än de krav som ställs enligt BBR 2011. Lönsamhetskravet är här satt till 8 % förräntning på investerat kapital. Med samma lönsamhetskrav är det däremot svårt för ombyggnation att nå kraven enligt BBR 2011. Det görs endast i undantagsfall. Här är det viktigt att observera att den erhållna energibesparingen fullt ut skall bekosta åtgärderna. Ingen hänsyn tas till om en åtgärd, exempelvis tilläggsisolering, sker i samband med fasadrenovering. I praktiken har därför vissa åtgärder en bättre lönsamhet än den som redovisas i denna studie. Dessutom har ingen hänsyn

tagits till att man i lokalbyggnader med behov av stora ventilationsflöden får räkna upp kravet enligt BBR 2011. Jämförelserna för olika taxesammansättningar har genomgående gjorts mot BBR 2011 utan ventilationstillägg.

Den samhällsekonomiska analysen har gjorts för scenariot att 50 % besparing av energianvändning i bebyggelsen skall nås till 2050, jämfört med användningen 1995. I analysen används 8 % avkastning på investerat kapital som en gräns för att fastighetsägare skall genomföra en investering baserat på en lönsamhetskalkyl, medan en avkastning på 3 % skulle vara tillräcklig ur ett samhällsperspektiv. Differensen i krav på avkastning representerar ett mått på det behov av stöd som måste till för att fastighetsägare i praktiken skall genomföra åtgärderna i befintliga byggnader. Resultatet visar att med dagens ombyggnadstakt och utan någon form av stöd kommer endast 32-37 % besparing av energianvändning i bebyggelsen att nås till 2050. För att nå 50 % -målet utan stöd för flerbostadshus och kontor behöver renoveringstakten mer än fördubblas , Med någon form av stöd kan 50 % -målet nås med en mer begränsad ökning av renoveringstakten för flerbostadshus och kontor, medan skolor behöver mer än en fördubbling av renoveringstakten.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Uppdraget</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Genomförande</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>9</b>
3.1	Konsekvenser av alternativa livslängder för åtgärder	9
3.1.1	Översikt av dokument med rekommenderade ekonomiska livslängder	9
3.1.2	Konsekvenser av kortare ekonomisk livslängd för byggnadstekniska åtgärder	11
3.2	Marginalkostnadsanalys	14
3.2.1	Totalmetod vs Marginalmetod	15
3.2.2	Resultatjämförelse Totalmetod vs Marginalmetod	17
3.3	Konsekvenser av olika förhållande mellan fasta och rörliga energipriser	21
3.3.1	Nybyggnation	22
3.3.2	Ombyggnation	24
3.4	Samhällsekonomisk analys	26
3.4.1	Flerbostadshus	28
3.4.2	Skolor	30
3.4.3	Kontor	31
3.4.4	Sammanfattning	33
 <b>Bilagor</b>		
<b>A</b>	<b>Detaljerad resultatredovisning-Marginalkostnadsanalys</b>	<b>A1</b>
A.1	Sammanställning	A2
A.2	Flerbostadshus	A4
A.3	Skolor	A5
A.4	Kontor	A6
<b>B</b>	<b>Detaljerad resultatredovisning-Fasta och rörliga energipriser</b>	<b>B1</b>
B.1	Flerbostadshus	B2
B.2	Skolor	B6
B.3	Kontor	B9





## 1 Uppdraget

I det reviderade EU-direktivet för byggnaders energiprestanda (2010/31/EU) införs begreppet Nära Noll Energi (NNE) byggnader. Varje medlemsstat skall ta fram nivåer anpassade för de nationella förutsättningarna.

I slutet av april 2011 fick Energimyndigheten i uppdrag av Näringsdepartementet att ta fram ett underlag som senare kan komma att användas för lagstiftning om nivåer för NNE-byggnader. Myndigheten har i sin tur anlitat CIT Energy Management AB, genom myndighetens nätverk BELOK, för att göra en genomlysning av tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser av att ställa olika framtida krav på NNE-byggnader.

Resultatet av det arbetet redovisades i en rapport som överlämnades till Näringsdepartementet den 17 maj 2011. Efter att nämnda studie överlämnats har några ytterligare frågeställningar identifierats relaterade till det arbetet. Frågorna har föranlett ett kompletterande uppdrag till Energimyndigheten för att besvara frågorna. Energimyndigheten har därefter gett CIT Energy Management AB i uppdrag att belysa och besvara frågeställningarna.

De frågeställningar studien behandlar är:

1. Vilka effekter får de livslängder som kommissionen hänvisar till i relevanta EU-direktiv, jämfört med de data som CIT Energy Management använt i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*? En känslighetsanalys genomförs.
2. En kompletterande ekonomisk analys baserad på en marginalanalys så långt det är möjligt (ibland är åtgärder komplementära respektive supplementära vilket försvårar en marginalanalys, vilket också tas i beaktande). Med andra ord en analys som visar upp till vilken nivå som det är fastighetsekonomiskt effektivt att energieffektivisera. Det som kommer att genomlysas är ett alternativ till den jämförelse av totala kostnader och totala nyttor som man gör med det sk Totalverktyget.
3. Beaktande av rörlig och fast del i priser för el- och fjärrvärmeenergi – vad får det för effekter för resultaten?
4. Utveckling av samhällsekonomisk analys som kan ge en bild av möjliga effekter för hushållen av skärpta energikrav.



## 2 Genomförande

I rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, studerades tre byggnadskategorier – flerbostadshus, skolor och kontor. Samma tre kategorier bildar underlag för de känslighetsanalyser som görs i denna studie. Känslighetsanalyserna genomförs dessutom för samtliga kombinationer av klimatzoner och energieffektiviserande åtgärder som gjordes tidigare. De känslighetsanalyser som genomförs beskrivs översiktligt i kapitel 1.

Konsekvenserna vid val av olika livslängder för åtgärder belyses i avsnitt 3.1, tillsammans med en genomgång av de dokument inom EU som kan bidra med underlag till beräkningar av det ekonomiska utfallet.

Marginalkostnadsanalysen genomförs för att utröna i hur stor utsträckning resultaten från ovan nämnda rapport påverkas. I den tidigare rapporten användes en metodik, Totalprojekt, som utvecklats inom Energimyndighetens nätverk BELOK. I föreliggande rapport benämns de två metoderna *Marginalmetod* respektive *Totalmetod*, för att tydligt skilja dem åt. I samband med genomgången av hur resultaten påverkas av använd metod, förs också ett resonemang som tydliggör skillnaden mellan de två metoderna.

När konsekvenserna av olika förhållanden mellan fasta och rörliga delar i energipriset studeras används fyra fall:

- Grundfallet vilket är identiskt med föregående rapport
- Fall 1 där totalpriset fördelas med 50 % vardera för fast och rörlig kostnad, för både el och fjärrvärme.
- Fall 2 där totalpriset fördelas med 33 % fast och 66 % rörlig kostnad, för både el och fjärrvärme.
- Fall 3 där totalpriset för el är 100 % rörligt, samtidigt som totalpriset för fjärrvärme är 20 % rörligt och 80 % fast.

Den samhällsekonomiska analysen görs för scenariot att 50 % effektivisering av energianvändning i bebyggelsen skall nås till 2050, jämfört med användningen 1995. I analysen används 8 % avkastning på investerat kapital som en gräns för att fastighetsägare skall genomföra en investering baserat på en lönsamhetskalkyl, medan en avkastning på 3 % skulle vara tillräcklig ur ett samhällsperspektiv. Differensen i krav på avkastning representerar ett mått på det behov av stimulanser som måste till för att fastighetsägare i praktiken skall genomföra åtgärderna.



## 3 Resultat

I kaptitel 3 redovisas resultaten för de olika frågeställningar som presenterades under uppdragsbeskrivningen i kapitel 1. Resultaten är uppdelade i 4 underkapitel i samma ordning som de presenterades i kapitel 1.

### 3.1 Konsekvenser av alternativa livslängder för åtgärder

#### 3.1.1 Översikt av dokument med rekommenderade ekonomiska livslängder

Vid ekonomiska studier av energieffektiviserande åtgärder är beroende av den kalkyltid som används och vilken ekonomisk livslängd som tillskrivs de enskilda åtgärderna som provas.

I rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, testades ett antal olika effektiviserande åtgärder där varje åtgärd tilldelades en ekonomisk livslängd. De ekonomiska livslängder som valdes var sådana som normalt används vid bedömning av lönsamheten i energieffektiviserande åtgärder inom fastighetssektorn i Sverige. I detta avsnitt görs en utblick mot EU och vilka ekonomiska livslängder som rekommenderas där och i vilken mån de eventuellt skiljer från de tidigare använda.

Man kan konstatera att det finns olika förslag till ekonomisk livslängd angiven i olika EU-dokument. Det är framför allt två som är aktuella. Det ena hänvisas till i *Sveriges andra nationella handlingsplan för energieffektivisering (N2010/6219/E; N2011/1506/E)*. I handlingsplanen återges en del av värdena i tabell B1-A, utan att referensen fullständigt anges. Genom att studera EU-dokument kan dock konstateras att sammanställningen av ekonomiska livslängder som värdena är hämtade ur återfinns i dokumentet (*Preliminary Draft Excerpt*) *Recommendations on Measurement and Verification Methods in the Framework of Directive 2006/32/EC on Energy End-Use Efficiency and Energy Services*.

Det andra EU-dokumentet som tydligt hänvisas till är den europeiska standarden *SS-EN 15459:2007 Energy Performance of Buildings – Economic Evaluation Procedure for Energy Systems in Buildings*. Värderna från den senare hänvisas till i förarbetena till *the Comparative Methodology for Cost Optimal Minimum Energy Performance Requirements*, vilket är den metod som omnämns i det nyligen reviderade direktivet för *Byggnaders Energiprestanda (2010/31/EU)*. Med denna metod skall medlemsländerna framgent beräkna kostnadsoptimala åtgärder för olika byggnadskategorier, uppdelade på nyproduktion och existerande byggnader. Resultatet av beräkningarna skall även tillställas kommissionen.

Med ledning av vad som sagts ovan syns det riktigt att utgå ifrån standarden *SS-EN 15459:2007* när jämförelser görs mellan de ingångsdata som använts för ekonomisk livslängd i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, samt de indata som förespråkas av EU. I tabell 3.1 ges en översikt av ekonomisk livslängd enligt

rekommendation i standarden *SS-EN 15459:2007*, i (*Preliminary Draft Excerpt*) *Recommendations on Measurement and Verification Methods in the Framework of Directive 2006/32/EC on Energy End-Use Efficiency and Energy Services* samt de som använts i rapporten *Nära-Noll-Energi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*.

Utöver ovan nämnda dokument finns ett *Workshop Agreement* från 2007: *Saving Lifetimes of Energy Efficiency Improvement Measures in Bottom-up Calculations*, framtaget av CEN, där livslängd för ett antal produkter och system anges. De värden som återfinns i dokumentet stämmer väl med de som anges för *SS- EN 15459:2007*, när värden för samma åtgärd återfinns i båda dokumenten. Noterbart är att *Workshop Agreement* anger livslängd för åtgärder på arkitektur och klimatskal som >25 år.

Tabell 3.1 visar tydligt på svårigheterna med användande av olika källor. Standarden har endast med vissa av de åtgärder som använts i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* och rekommendationer för byggnadstekniska åtgärder saknas helt (exempelvis tilläggsisolering). Standarden är i mycket fokuserad på åtgärder i tekniska system eller produkter. Samtliga åtgärder som finns i standarden har samma värde (eller ligger inom angivet intervall) som de använda i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, med ett undantag – individuell tappvarmvattenmätning. Här skall dock nämnas att i standarden består denna åtgärd av ”mätare” i allmänhet, inte direkt individuell tappvarmvattenmätning, varför jämförelsen haltar något. Begreppet mätare kan innefatta vilken typ av mätare som helst. När det gäller tappvarmvatten kommer flödesmätare för vatten att användas, vilka har en livslängd som är betydligt högre än 10 år (under förutsättning att kalibrering genomförs med korrekta intervall). Insatta i ett system, syns en ekonomisk livslängd av 15 år därför vara väl avvägd.

**Tabell 3.1** Jämförelse mellan livslängder enligt rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, SS-EN 15459:2007 samt (Preliminary Draft Excerpt) *Recommendations on Measurement and Verification Methods in the Framework of Directive 2006/32/EC on Energy End-Use Efficiency and Energy Services*.

Åtgärd	Ekonomisk livslängd [år]		
	Använd i "Energikrav för NäraNoll-Energi-byggnader"	SS-EN 15459:2007	2006/32/EC
Fasadisolering	40	(40) <sup>*)</sup>	25 – 30
Takisolering	40	(40) <sup>*)</sup>	25
Grundisolering	40	(40) <sup>*)</sup>	25
FTX	20	15 – 20	17 – 20
Energieffektiva fönster	40	(30) <sup>*)</sup>	30
Behovsstyrd ventilation	15	15	15
Individuell tappvarmvattenmätning	15	10	-
Solvärme	20	15 – 25	20
Solceller	20	-	23
Tätare klimatskal	40	-	5 <sup>**)</sup>
Frånluftsvärmepump	15	15 – 20	15
Bättre styrning värme	15	15 – 25	10
Byte av tappvarmvattenarmatur	15	-	15
Energieffektiv belysning	15	-	10 – 15
Fastighetselåtgärder (belysning och SFP)	15	-	-

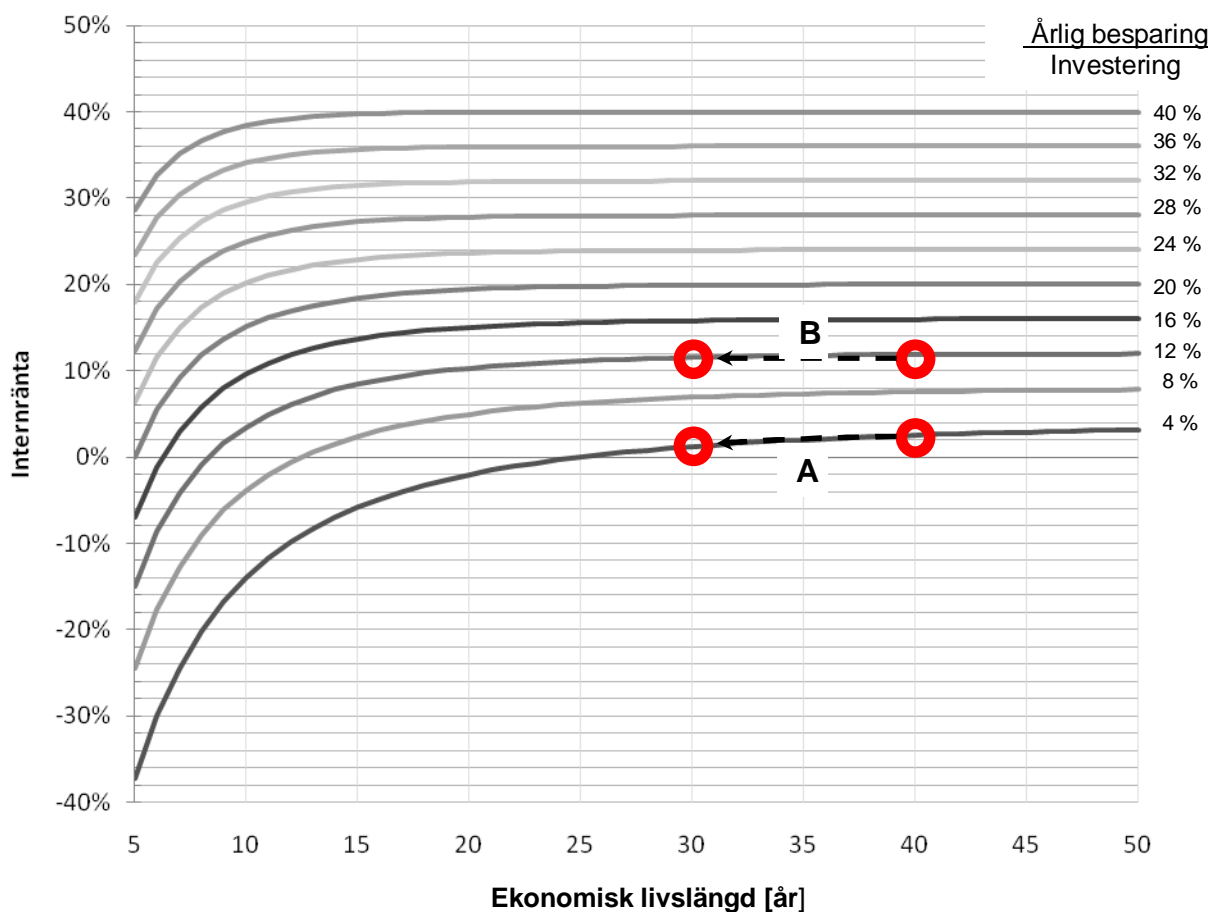
<sup>\*)</sup> Som nämnts ovan saknas i SS-EN 15459:2007, angivelser för ekonomisk livslängd för byggnadstekniska åtgärder. Däremot finner man i en bilaga (Bilaga E) räkneexempel där livslängd för olika byggnadsdelar finns med, exempelvis används 40 år för isolering och 30 år för fönster. Här bör observeras att de inte anges i grundtexten i standarden, utan finns med endast i exemplet.

<sup>\*\*)</sup> Otydligt vad denna parameter egentligen beskriver. I Sverige har exempelvis SP mätt lufttätheten i de sk Lindåshuset efter 10 års drift och visat att den är i stort sett densamma som då husen var nya ("Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen - innemiljö, beständighet och brukarvänlighet", *Energiteknik, SP Rapport 2011:26*).

En jämförelse med 2006/32/EC visar att använda ekonomiska livslängder i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* är något längre, 40 år jämfört med 25-30 år. Vad har då detta för inverkan på resultat och slutsatser från rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*.

### 3.1.2 Konsekvenser av kortare ekonomisk livslängd för byggnadstekniska åtgärder

Vilken skulle konsekvensen blivit om den ekonomiska livslängden för byggnadstekniska åtgärder istället för 40 år valts till 30 i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*? För att exemplifiera kan det vara lämpligt att utgå ifrån figur 3.1.



**Figur 3.1** Internränta som funktion av ekonomisk livslängd för olika årliga kostnadsbesparingar i relation till gjord investering.

Exempel: Vilken blir skillnaden i internränta om livslängden för en åtgärd är 30 år istället för 40?

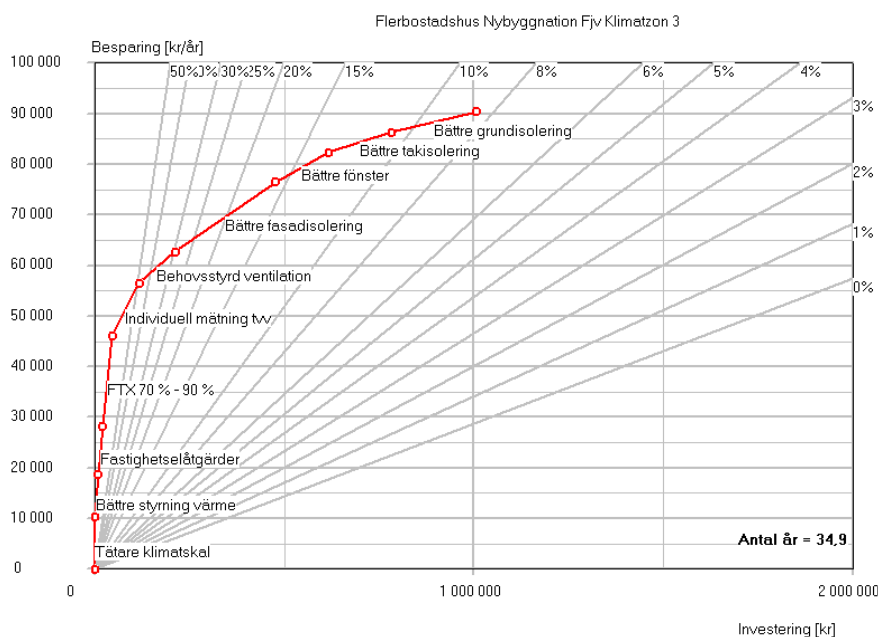
A) Antag att årlig besparing motsvarar 4 % av investeringen. I figuren avläses att internräntan ändras från ca 2,5 % till ca 1,2 %.

B) Om istället den årliga besparingen motsvarar 12 % av investeringen avläses i figuren att internräntan ligger kvar på strax under 12 % även efter ändrad ekonomisk livslängd.

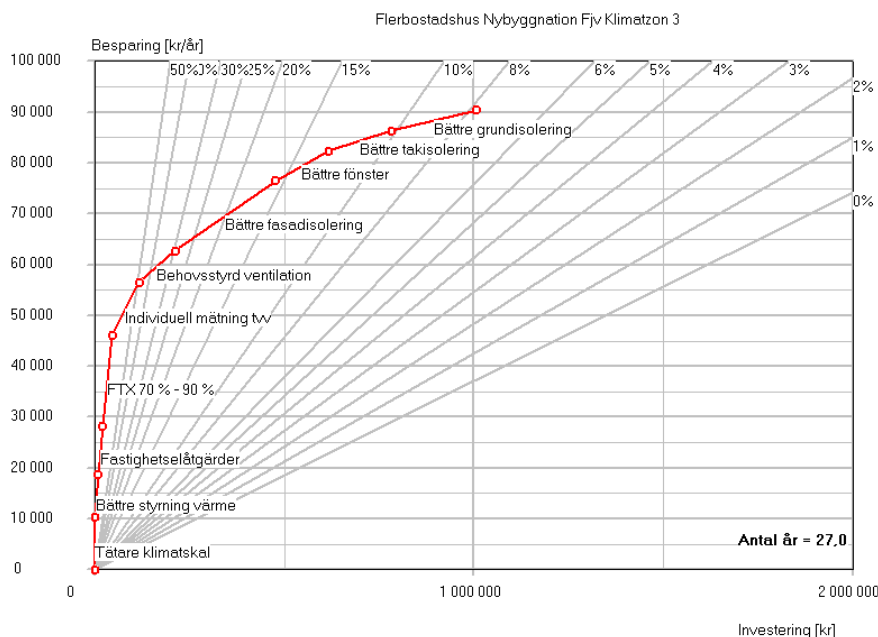
Som figur 3.1 tillsammans med exempel visar sker endast små förändringar av internräntan vid förändring av ekonomiska livslängder, när livslängderna är tillräckligt stora. Ju större årlig besparing är i förhållande till investeringen, desto mindre känslig blir lönsamheten för den ekonomiska livslängden.

Om motsvarande studie av ändrad ekonomisk livslängd görs för ett fall ur studien *NäraNollEnergibygnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, där ett paket av åtgärder genomförs och där de byggnadstekniska åtgärdernas ekonomiska livslängd ändras från 40 år till 30, fås följande resultat.





**Figur 3.2** Internräntediagram för ett nybyggt flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 3. Byggnadstekniska åtgärder antas ha en ekonomisk livslängd på 40 år.



**Figur 3.3** Internräntediagram för ett nybyggt flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 3. Byggnadstekniska åtgärder antas ha en ekonomisk livslängd på 30 år.

Jämförelsen visar att den resulterande förräntningen på investerat kapital förändras med mindre än 1 procentenhet, från ca 9 % till ca 8 %, om ekonomisk livslängd ändras från 40 år till 30 för samtliga byggnadstekniska åtgärder (isoleringsåtgärder och bättre fönster).

Slutsatsen blir att de ekonomiska livslängder som använts i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* stämmer väl överens med de angivna i SS-EN 15459:2007, dvs de av EU anvisade. Där angivelser saknas har svensk branschpraxis använts. Vidare har visats att en förändring av lång ekonomisk livslängd för åtgärder till något kortare, endast har marginell inverkan på internräntan, eller om man så vill – förräntning på investerat kapital. En känslighetsanalys av resultaten från rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* med korrigerad av ekonomisk livslängd för byggnadstekniska åtgärder från 40 år till, säg, 30 år, skulle visa endast små skillnader.

### **3.2 Marginalkostnadsanalys**

Många stora fastighetsägare, men även mindre, har tydligt uttryckt ambitionen att sänka energianvändningen i sina fastighetsbestånd. Man gör det genom att ange energipolicies, miljöolicies, energimål, och liknande. Ambitionen anges ofta i form av procentuella besparingar per år under ett antal år eller genom en procentuell reduktion som skall vara uppnådd efter ett antal år.

En reduktion av energianvändningen blir på detta sätt en angelägen fråga inom företagen och den kontrolleras och rapporteras normalt årligen till företagsledningen. Uppgifter om hur väl man lyckas kommuniceras också externt genom företagens årsredovisningar eller separata miljöredovisningar.

Således finns vanligen ett starkt tryck inom fastighetsföretagen att reducera användningen av energi. När det kommer till själva genomförandet av åtgärder finns flera alternativa sätt att gå tillväga. Ena ytterligheten är att helt sonika konstatera att väldigt mycket måste göras och att företaget tar det som en kostnad. Här finns ingen lönsamhetsaspekt med i bilden, utan åtgärder genomförs för att nå de mål som satts upp. I viss mån kan detta sätt att agera sägas maximera energibesparingarna på lönsamhetens bekostnad. Andra ytterligheten är att endast genomföra åtgärder som är enskilt lönsamma. Utifrån ett på förhand fastställt lönsamhetskrav bedöms samtliga föreslagna åtgärder för att reducera energianvändningen. Varje åtgärd, även den minst lönsamma, skall uppfylla lönsamhetskravet och inga ytterligare åtgärder genomförs - marginalinvesteringen skall uppfylla lönsamhetskravet. Detta sätt att agera kan sägas vara inriktat mot att maximera lönsamheten för åtgärderna.

En metodik som ligger mellan de två ovan beskrivna är den metodik som benämns Totalprojekt och som utvecklats av Energimyndighetens nätverk BELOK. Utgångspunkten för denna metodik är att maximera energibesparingen, men under ordnade ekonomiska former. Metodiken fungerar som den senare av de två ovan beskrivna, men med en avgörande skillnad. I Totalprojekt genomförs ett paket av åtgärder, där hela paketet skall uppfylla lönsamhetskravet. Det gör att åtgärder som enskilt inte uppfyller lönsamhetskravet ändå kan komma ifråga, om det samtidigt finns mycket lönsamma åtgärder som hjälper till att balansera upp totala lönsamheten. Metodiken har snabbt blivit mycket uppskattad, särskilt bland medlemsföretagen i BELOK, och den sprids även utanför BELOK. Med detta verktyg har man fått tillgång till en enkel, transparent metod som gör det möjligt

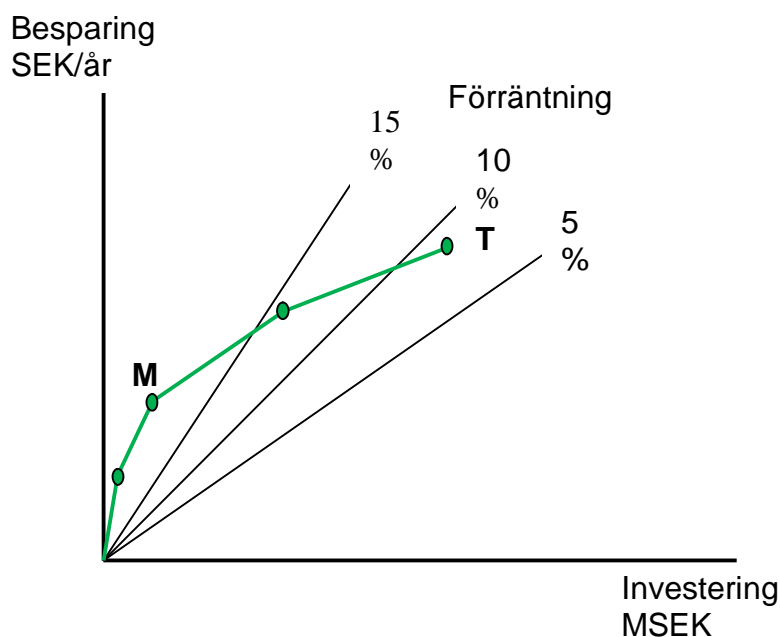
att nå ett steg längre i ambitionerna att på ett kraftfullt sätt reducera användningen av energi och samtidigt ekonomiskt kunna motivera insatserna.

### 3.2.1 Totalmetod vs Marginalmetod

I rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, användes metodiken enligt BELOKs Totalprojekt. Metodiken innebär att man utgår ifrån lönsamheten för ett paket av åtgärder, dvs de allra lönsammaste hjälper till att bekosta de som inte är lönsamma som enskilda åtgärder.

Som ett komplement till den tidigare analysen studeras här vilket utfallet blir om man använder sig av en marginalkostnadsmetod, dvs att varje energibesparande åtgärd enskilt skall uppfylla ett givet lönsamhetskrav. Genom att sortera åtgärderna i lönsamhetsordning blir den sista genomförda åtgärden den som uppfyller kravet som ställs på förräntning av investeringen. Schematiskt görs det enligt figur 3.4.

I fortsättningen kommer metoderna genomgående att benämnas *Totalmetod* respektive *Marginalmetod* för att tydligt skilja dem åt.

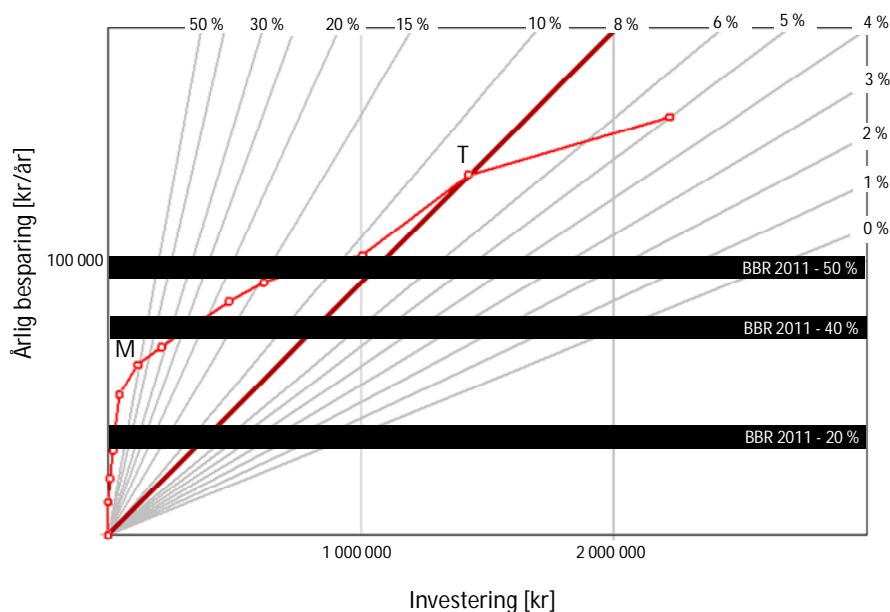


**Figur 3.4** Schematisk beskrivning av skillnaden mellan ett betraktelsesätt där marginalinvestering (M) skall uppfylla ställda lönsamhetskrav och där ett totalt paket (T) skall uppfylla samma krav.

I figur 3.4 utgår vi ifrån lönsamhetskravet 8 % på investerat kapital. När ett paket av åtgärder skall uppfylla kravet enligt Totalmetoden kan åtgärder fram till punkten T genomföras. Punkten T ligger över räntelinjen 8 %. Om däremot lönsamhetskravet är minst 8 % för varje individuell åtgärd, innebär det att den minst lönsamma åtgärden också skall ha en lönsamhet motsvarande minst 8 %. Eller, med andra ord, den sist investerade kronan, marginalinvesteringen, skall ha en avkastning som uppfyller lönsamhetskravet. Här kan endast åtgärder fram till

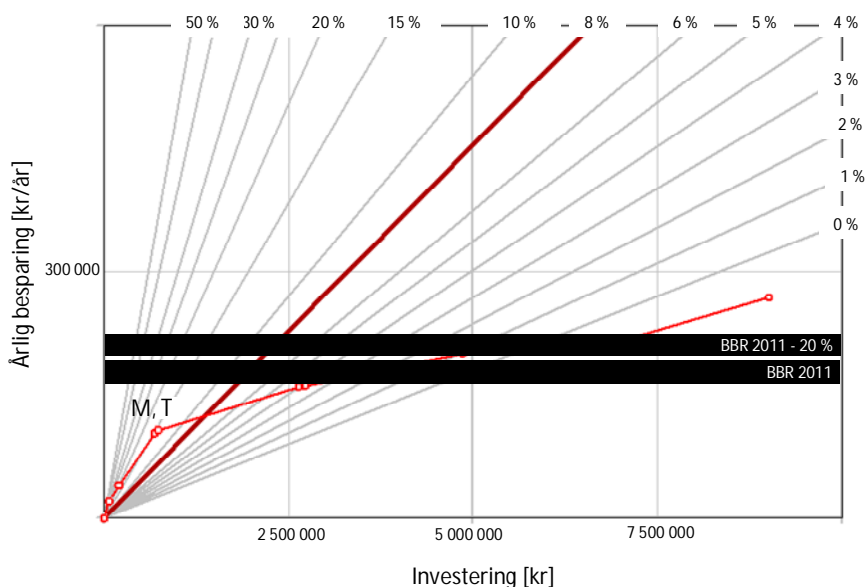
punkten **M** komma ifråga, enligt Marginalmetoden. Åtgärden därefter har i sig en avkastning som är lägre än 5 % (jämför lutningen för åtgärden med räntelinjerna).

För att ytterligare illustrera skillnader mellan *Marginalmetoden* och *Totalmetoden*, kan man betrakta internräntediagrammen för de två extremfallen. I figur 3.5, ett nybyggt flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 2, finns många mycket lönsamma åtgärder som ger utrymme att genomföra ett antal åtgärder med sämre lönsamhet. Här blir skillnaden betydande vad gäller storleken på energibesparingen, beroende på vilket betraktelsesätt som används.



**Figur 3.5** Internräntediagram för nybyggnation, flerbostadshus, fjärrvärme, klimatzon 2. Förklaring av M och T, se figur 3.4.

I figur 3.6, en ombyggd skola med fjärrvärme i klimatzon 3, saknas däremot de mycket lönsamma åtgärderna vilket gör att det inte blir någon skillnad om kravet ställs på åtgärds paketet eller på varje enskild åtgärd.



**Figur 3.6** Internräntediagram för ombyggnation, skola, fjärrvärme, klimatzon 3. Förklaring av M och T, se figur 3.4.

För samtliga övriga fall som redovisas i tabell 3.2 till 3.5 har samma tillvägagångssätt använts för att bedöma möjlig energireduktion.

### 3.2.2 Resultatjämförelse Totalmetod vs Marginalmetod

Data för byggnader, tekniska system, åtgärder och kostnad för åtgärder återfinns i rapporten *Nära-Noll-Energi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*.

I många fall är behovsstyrd ventilation lönsamt i totalmetoden men inte i marginalmetoden. Detta innebär att BBR 2011 blir olika beroende på metod eftersom olika luftflöden ger olika påslag. För att kunna jämföra bägge metoderna med samma BBR 2011 har det lägre påslaget gjorts i samtliga fall.

**Tabell 3.2** Sammanställning av resultat för nybyggnation dels med marginallönsamhet, dels med paketlönsamhet. Resultaten redovisas som procent lägre än BBR 2011, dvs hur långt under de krav som ställs i BBR 2011 man kan nå med ett krav på 8 % förräntning på investerat kapital.

Byggnad	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Totalmetoden Minst 8 % internränta på paket av åtgärder	Marginalmetoden Minst 8 % internränta på varje åtgärd
<i>Flerbostadshus – nytt</i>		
Fjärrvärme	47 - 66	28 - 34
Värmepump	57 - 74	41 - 57
<i>Skola – ny</i>		
Fjärrvärme	44 - 56	28 - 31
Värmepump	64 - 72	45 - 58
<i>Kontor – nytt</i>		
Fjärrvärme	34 - 62	25 - 44
Värmepump	63 - 75	53 - 67

**Tabell 3.3** Sammanställning av resultat för ombyggnation dels med marginallönsamhet, dels med paketlönsamhet. Resultaten redovisas som procent lägre än BBR 2011, dvs hur långt under de krav som ställs i BBR 2011 man kan nå med ett krav på 8 % förräntning på investerat kapital.

Byggnad	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Totalmetoden Minst 8 % internränta på paket av åtgärder	Marginalmetoden Minst 8 % internränta på varje åtgärd
<i>Flerbostadshus – bef.</i>		
Fjärrvärme	BBR 2011 nås ej (12 - 22 % högre)	BBR 2011 nås ej (22 - 77 % högre)
Värmepump	0 (gäller klimatzon 1) BBR 2011 nås ej i klimatzon 2 och 3 (1 - 18 % högre)	BBR 2011 nås ej (6 - 26 % högre)
<i>Skola – befintlig</i>		
Fjärrvärme	BBR 2011 nås ej (36 - 43 % högre)	BBR 2011 nås ej (37 - 44 % högre)
<i>Kontor – befintligt</i>		
Fjärrvärme	2 - 4 (gäller klimatzon 1 och 2) BBR 2011 nås ej i klimatzon 3 (12 % högre)	1 - 3 (gäller klimatzon 1 och 2) BBR 2011 nås ej i klimatzon 3 (14 % högre)

Resultaten från paket av åtgärder enligt BELOKs metodik Totalprojekt diskuterades detaljerat i rapporten *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*. I rapporten redovisades dock resultatet som den förräntning man kunde uppnå för olika nivåer på energibesparing (hur långt under BBR 2011 man önskade hamna). I jämförelsen här mellan *Marginalmetod* och *Totalmetod* läses istället den förräntning som krävs för lönsamhet i investeringen. Avkastningen är satt till 8 %.

Avkastningskravet 8 % valdes med utgångspunkt i studien *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* vilket motsvarar de krav som fastighetsägarna i BELOK använder. En lägre siffra på avkastningskravet ger större energibesparingar.

Som redovisas i tabell 3.2 så är det möjligt att med en avkastning på 8 % av investerat kapital, åstadkomma avsevärda energibesparingar i nyproducerade byggnader. Det gäller alla studerade kategorier. Där energibesparingar från 35 till 75 % jämfört med BBR 2011 kan uppnås vid användning av *Totalmetoden*, kan 25 till 67 % energibesparingar uppnås med *Marginalmetoden*. Största utrymmet finns i nyproducerade byggnader utrustade med bergvärmepump.

För befintliga byggnader är det svårt att komma upp i en avkastning på 8 % och samtidigt reducera energianvändningen till nivåer lägre än kraven enligt BBR 2011. Enligt redovisningen i tabell 3.3 är det endast i undantagsfall som krav enligt BBR 2011 kan nås. Som nämnts tidigare belastar alla investeringar i energieffektiviserande åtgärder fullt ut energibesparingen, dvs det är energibesparingen som skall bekosta hela investeringen. I praktiken görs ofta investeringar, särskilt i byggnadstekniska åtgärder såsom fönsterbyte eller tilläggsisolering av fasad, vid tidpunkter då fönster behöver bytas pga andra orsaker eller fasaden tilläggsisoleras då fasadarbeten ändå utförs. Här skulle det vara rimligt att ta av medel avsatta för underhåll, dvs att del av investeringen inte skall belasta energiåtgärden. Samma betraktelsesätt bör tillämpas vid byte av tekniska system eller delar av dessa, om dessa börjat tjäna ut och ändå snart faller för åldersstrecket.

Här bör en del av investeringen tillskrivas underhållsbudgeten och inte belasta energiåtgärden. Om endast marginalinvesteringen för energiåtgärden belastar energibesparingen blir denna typ av åtgärder lönsammare. Eftersom fördelningen är svår att generellt bedöma, bedömningen bör göras för varje enskild byggnad, har i denna studie valts att lägga hela investeringen på energibesparingen. Det är dock viktigt att hålla i minnet att, med detta förbehåll, de resultat som redovisas här om något underskattar möjligheterna till energibesparing med ett givet krav på förräntning på investeringen.

I förarbetena till *the Comparative Methodology for Cost Optimal Minimum Energy Performance Requirements*, vilket är den metod som omnämns i det nyligen reviderade direktivet för *Byggnaders Enerгийprestanda (2010/31/EU)*, rekommenderas kalkylräntan 3 %. Vid den nationella rapporteringen till kommissionen samt vid utformning av nationella regler kommer sannolikt denna räntesats att användas. Om en avkastning motsvarande 3 % på investerat kapital i energieffektiviserande åtgärder skulle vara tillräcklig som lönsamhetsmått, skulle resultaten från tabell 3.2 och 3.3 förändras enligt tabell 3.4 och 3.5.

**Tabell 3.4** Sammanställning av resultat för nybyggnation dels med marginallönsamhet, dels med paketlönsamhet. Resultaten redovisas som procent lägre än BBR 2011, vilket skall läsas som hur långt under de krav som ställs i BBR 2011 man kan nå med ett krav på 3 % förräntning på investerat kapital.

Byggnad	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Totalmetoden Minst 3 % internränta på paket av åtgärder	Marginalmetoden Minst 3 % internränta på varje åtgärd
<i>Flerbostadshus – nytt</i>		
- Fjärrvärme	70 - 72	54 - 59
- Värmepump	65 - 88	41 - 60
<i>Skola – ny</i>		
- Fjärrvärme	56 - 65	28 - 41
- Värmepump	89 - 91	45 - 58
<i>Kontor – nytt</i>		
- Fjärrvärme	47 - 64	25 - 53
- Värmepump	64 - 92	53 - 67

**Tabell 3.5** Sammanställning av resultat för nybyggnation dels med marginallönsamhet, dels med paketlönsamhet. Resultaten redovisas som procent lägre än BBR 2011, vilket skall läsas som hur långt under de krav som ställs i BBR 2011 man kan nå med ett krav på 3 % förräntning på investerat kapital.

Byggnad	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Totalmetoden Minst 3 % internränta på paket av åtgärder	Marginalmetoden Minst 3 % internränta på varje åtgärd
<i>Flerbostadshus – bef.</i>		
- Fjärrvärme	0 - 44	BBR 2011 nås ej (3 - 20 % högre)
- Värmepump	8 - 24 (gäller klimatzon 1 och 2) BBR 2011 nås ej i klimatzon 3 (8 % högre)	BBR 2011 nås ej (4 - 26 % högre)
<i>Skola – befintlig</i>		
- Fjärrvärme	12 (gäller klimatzon 1) BBR 2011 nås ej i klimatzon 2 och 3 (36 - 44 % högre)	BBR 2011 nås ej (37 - 46 % högre)
<i>Kontor – befintligt</i>		
- Fjärrvärme	0 - 16	2 - 4 (gäller klimatzon 1 och 2) BBR 2011 nås ej i klimatzon 3 (13 % högre)

Som förväntat blir det möjligt att komma ännu längre i reduktion av energianvändningen med ett avkastningskrav på 3 %, oavsett om marginalmetod eller totalmetod används. För vissa av de befintliga byggnaderna som tidigare inte kom ner till de nivåer som föreskrivs i BBR 2011 blir det nu möjligt att nå, men inte för alla. Särskilt om marginallönsamhet ställs på varje åtgärd i befintliga byggnader är det inte möjligt att nå BBR 2011 utom i undantagsfall. Med



metodikerna Totalprojekt blir det för de flesta fall med befintliga byggnader att möjligt att nå lönsamhet med och samtidigt komma längre än BBR 2011 föreskriver. I bilaga A återfinns en detaljerad redovisning av samtliga resultat för lönsamhetskraven 8 % och 3 %.

### **3.3 Konsekvenser av olika förhållande mellan fasta och rörliga energipriser**

I rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011*, studerades möjligheten till energieffektiviserande åtgärder och vilken lönsamhet dessa skulle få med antagandet att samtliga energipriser, el och värme, var fullständigt rörliga. Nedan görs en genomgång av vilka konsekvenserna skulle bli om totala energipriset var fördelat mellan en fast del och en rörlig del. Utöver det grundalternativ med fullständigt rörliga priser som ovan nämnda rapport baserades på studeras här tre fall med olika förhållanden mellan fast och rörlig andel av energipriserna.

Känslighetsanalysen syftar till att studera huruvida fasta och rörliga priser påverkar lönsamheten för energibesparingar. I rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* användes energipriser för 2020, baserade på Energimyndighetens långtidsprognos med priser från 2007 uppräknade till 2010 års nivå med KPI. Mellan 2010 och 2020 är den reala prisökningen enligt prognosen 0.5 % per år och efter 2020 är den 0.08 % per år. Dessa priser är grunden till den känslighetsanalys som genomförts.

För känslighetsanalysen har 3 fall, utöver grundfallet, studerats:

- Grundfallet med de 100 % rörliga fjärrvärme- och elpriserna
- Fall 1: 50 % rörliga och 50 % fasta priser för både el och fjärrvärme
- Fall 2: 66 % rörliga och 33 % fasta priser för både el och fjärrvärme
- Fall 3: 100 % rörliga elpriser samt 20 % rörliga och 80 % fasta fjärrvärmepriser

Som avkastningskrav har 8 % valts. Avkastningskravet 8 % valdes med utgångspunkt i studien *NäraNollEnergi byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, maj 2011* vilket motsvarar de krav som fastighetsägarna i BELOK använder. Om en lägre nivå väljs för avkastningskravet ger det större resulterande möjliga energibesparingar.

I vissa fall kan en ytterligare åtgärd i ett paket med åtgärder innebära att kalkylräntan ändras från 15 % till 6 %. Om gränsen är satt till 8 % innebär det att man här bryter vid 15 % förräntning. Det här innebär att vissa paket kommer att ha en mycket högre avkastningsränta än 8 %. I känslighetsanalysen har enbart hela åtgärdspaket analyserats, vilket i sig innebär att det är hela paketet av åtgärder som skall ha ett avkastningskrav på lägst 8 %.

En sammanfattning av resultaten för nybyggnation och ombyggnation redovisas under 3.3.1 och 3.3.2. I bilaga B återfinns en mer detaljerad redovisning.

## Kommentar

Lönsamhet vid effektivisering beroende av taxesammansättning med fasta och rörliga priser har tidigare studerats för den så kallade Nils Holgersson-fastigheten i studien *Lönsamhet vid effektivisering, så påverkas kostnaderna vid minskning av fjärrvärme-, el- och vattenanvändning samt hushållsavfall, 11 maj 2011*.

Rapporten analyserade hur mycket kostnaden för fjärrvärme och el minskar för den s.k. Nils Holgersson fastigheten (ett flerbostadshus på 1000 m<sup>2</sup>) vid en energieffektivisering på 25 %. Analysen har genomförts för landets 30 största kommuner vilket motsvarar ca 65 % av leveranserna av fjärrvärme i Sverige. Vid effektivisering har antagandena gjorts att energi och effekt minskats proportionerligt och att ingen säkring av elabonnemanget i fastigheten har gjorts.

Resultatet visar att om behovet av fjärrvärme minskar med 25 % kommer kostnaderna att minska med ett Sverigesnitt på 24%. Om el minskar med 25% kommer kostnaderna att minska med ett Sverigesnitt på 18%. Variationen i utfall mellan kommunerna är endast 3 %. Utifrån resultatet kan konstateras att idag har taxorna för fjärrvärme en liten fast del medan taxorna för el består av en större andel fast elnätsavgift.

### 3.3.1 Nybyggnation

För nybyggnation finns en sammanställning för samtliga tre klimatzoner i tabell 3.6. I tabellen redovisas min- respektive maxnivåerna av den specifika energianvändningen för varje studerat fall. Min- och maxnivåer representerar det högsta respektive lägsta värde som gäller för samtliga tre klimatzoner.

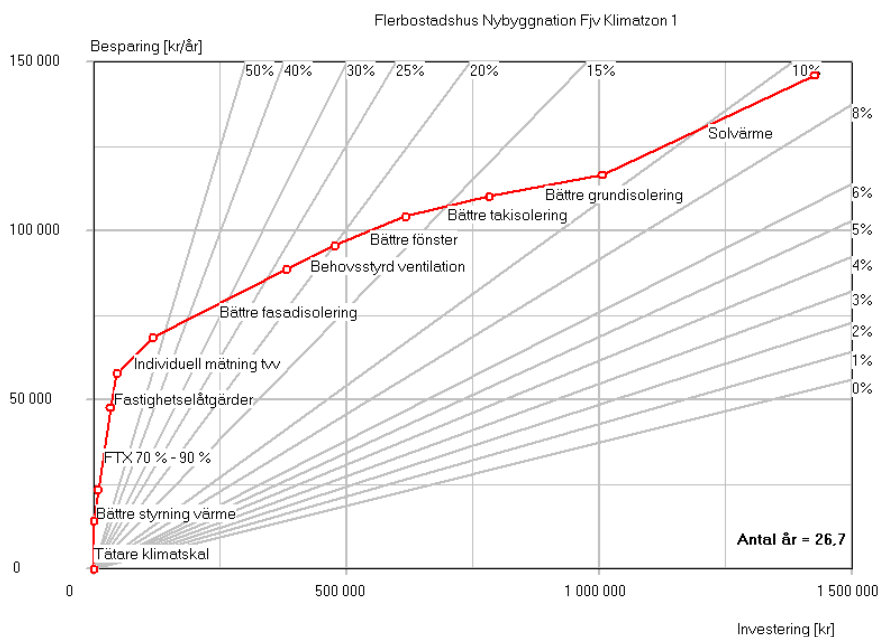
För nybyggnation klarar alla studerade fall kraven enligt BBR 2011 med god marginal. Det minst lönsamma fallet ligger 25 % lägre än BBR och detta gäller för kontor med fjärrvärme. Med bergvärmepump kan man komma ner så långt som 75 % lägre än BBR 2011, när priset på el är 33 % fast och 66 % rörligt. Kravnivåerna enligt BBR 2011 är satta till ett högsta tillåtna värde på energianvändning per m<sup>2</sup> golvarea ( $A_{temp}$ ). För lokaler är det tillåtet att göra ett tillägg till detta värde om man av luftkvalitetshänsyn behöver använda "höga" luftflöden. I den jämförelse med BBR 2011 som görs i denna studie har ingen hänsyn tagits till detta. Jämförelsen görs med "basnivån" i BBR 2011. I praktiken innebär det att man för vissa studerade fall kommer att hamna ännu längre under den nivå som anges i BBR 2011, med upprätthållande av 8 % förräntning på investerat kapital.

För grundfallet (100 % rörliga priser) i flerbostadshus innebär avkastningskravet på 8 % att man i många fall till och med skulle kunna installera solvärme, både i kombination med fjärrvärme och bergvärme.

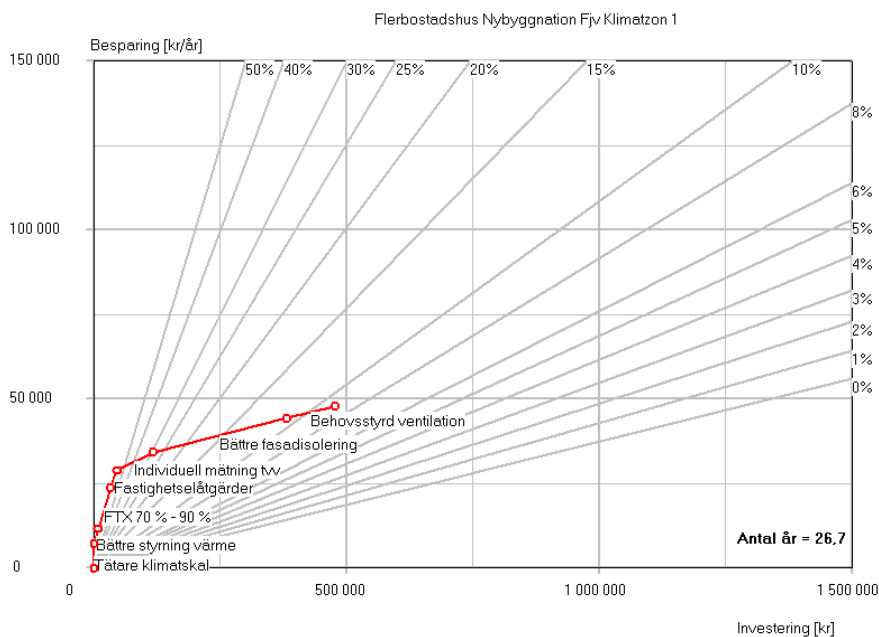
**Tabell 3.6** Sammanställning över resultat för nybyggnation med paketslösning. Min- och maxnivåer för energianvändning är det högsta respektive lägsta värde som beräknats för samtliga tre klimatzoner.

	Fall	Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år Klimatzon 1 - Klimatzon 3		% lägre än BBR 2011				
		Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år Klimatzon 1 - Klimatzon 3		% lägre än BBR 2011				
		Min	Max	Min	Max			
Fierbostadshus	FJV	Grund	100 %	100 %	38	48	47	66
		1)	50 %	50 %	63	67	31	48
		2)	66 %	66 %	52	64	42	51
		3)	100 %	20 %	63	83	31	36
	BVP	Grund	100 %	100 %	24	26	57	74
		1)	50 %	50 %	26	31	53	67
		2)	66 %	66 %	25	33	55	65
		3)	100 %	20 %	Samma som grundfall			
Skola	FJV	Grund	100 %	100 %	40	53	50	56
		1)	50 %	50 %	52	70	34	44
		2)	66 %	66 %	52	72	28	41
		3)	100 %	20 %	57	79	28	38
	BVP	Grund	100 %	100 %	20	26	64	72
		1)	50 %	50 %	24	31	56	67
		2)	66 %	66 %	23	27	59	71
		3)	100 %	20 %	Samma som grundfall			
Kontor	FJV	Grund	100 %	100 %	50	59	34	62
		1)	50 %	50 %	63	64	25	52
		2)	66 %	66 %	59	63	30	52
		3)	100 %	20 %	57	74	34	44
	BVP	Grund	100 %	100 %	21	25	63	75
		1)	50 %	50 %	27	31	53	70
		2)	66 %	66 %	26	30	53	75
		3)	100 %	20 %	Samma som grundfall			

För att visa utfallet enligt *Totalmetoden* ges ett exempel i figur 3.7 och 3.8 som visar hur lönsamheten förändras beroende på vilket prisscenario som gäller. Exemplet baseras på nybyggnation i klimatzon 1 med fjärrvärme.



**Figur 3.7** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 1. Gäller för grundfall med 100 % rörligt pris.



**Figur 3.8** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 1. Gäller för Fall 1 med 50 % rörligt pris och 50 % fast pris.

### 3.3.2 Ombyggnation

Vid ombyggnation klarar inte alla studerade fall kraven enligt BBR 2011. Lönsamhetskravet på 8 % innebär att FTX inte kan installeras för några av de studerade fallen i flerbostadshus.

Anledningarna till att nivåerna enligt BBR 2011 inte nås med de krav på förräntning av investerat kapital som eftersträvas är två. Dels är avkastningskravet högt ställt, dels används inte i jämförelsen det tilläggsutrymme som finns för lokaler med behov av ”höga” luftflöden för att klara luftkvalitetskrav (enligt BBR 2011 kan kraven på energianvändning per m<sup>2</sup> göras ”generösare” för lokalbyggnader där stora luftflöden krävs, vilket kan komma ifråga för både kontor och skolor). I praktiken innebär detta att möjligheterna att nå nivåer enligt BBR 2011 för befintliga byggnader i viss mån underskattas.

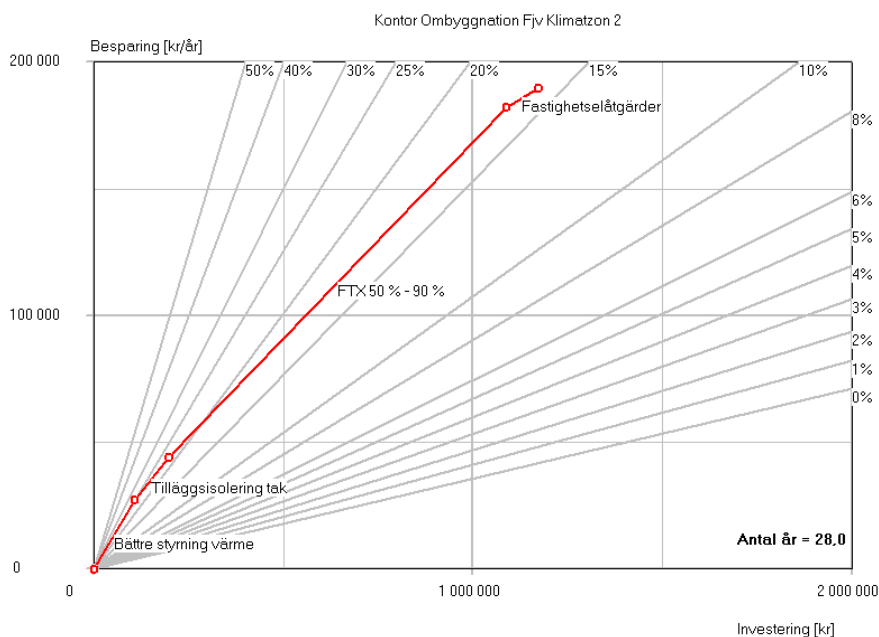
Att installera en frånluftsvärmepump med avkastningskravet 8 % ger en energianvändning på mellan 65 % lägre än BBR 2011 och 18 % högre än BBR 2011 beroende på klimatzon och prisscenario.

**Tabell 3.7** Sammanställning över resultat för ombyggnation med paketlösning. Min- och maxnivåer för energianvändning är det högsta respektive lägsta värde som beräknats för samtliga tre klimatzoner. Negativa värden visar att den specifika energianvändningen är högre än kraven enligt BBR 2011.

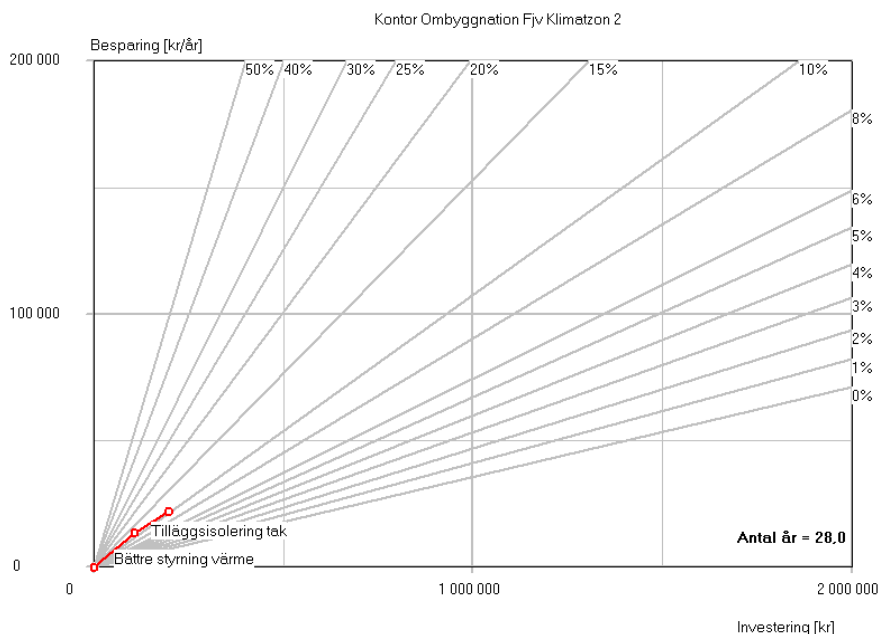
	Fall	Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år Klimatzon 1 - Klimatzon 3		% lägre än BBR 2011					
		EI	Fjv	Min	Max	Min	Max		
		Rörligt	Rörligt						
Fierbostadshus	FTX	Grund	100 %	100 %	108	149	-12	-20	
		1)	50 %	50 %	154	218	-62	-71	
		2)	66 %	66 %	154	218	-62	-71	
		3)	100 %	20 %	159	218	-67	-77	
	FVP	Grund	100 %	100 %	26	95	65	-18	
		1)	50 %	50 %	Klarar ej 8 %*				
Skola	FJV	Grund	100 %	100 %	134	198	-36	-43	
		1)	50 %	50 %	166	198	-40	-77	
		2)	66 %	66 %	145	198	-36	-54	
		3)	100 %	20 %	Klarar ej 8 %*				
	Kontor	FJV	Grund	100 %	100 %	116	124	16	-12
			1)	50 %	50 %	159	194	-33	-53
			2)	66 %	66 %	126	159	4	-53
			3)	100 %	20 %	Klarar ej 8 %*			

\*/ ingen åtgärd klarar kravet 8 % förräntning.

För att visa utfallet enligt *Totalmetoden* ges ett exempel i figur 3.9 och 3.10 som visar hur lönsamheten förändras beroende på vilket fall som gäller. Exemplet baseras på ombyggnation i klimatzon 2.



**Figur 3.9** Lönsamhetsdiagram över ombyggnation av ett kontor i klimatzon 2. Gäller för Grundfall med 100 % rörligt pris.



**Figur 3.10** Lönsamhetsdiagram över ombyggnation av ett kontor i klimatzon 2. Gäller för Fall 1 med 50 % rörligt pris och 50 % fast pris.

### 3.4 Samhällsekonomisk analys

För att få en indikation på vad minskad energianvändning i bebyggelsen får för samhällsekonomiska konsekvenser har en samhällsekonomisk analys genomförts. Ett centralt mål i analysen är att den totala energianvändningen, per uppvärmd

golvarea skall minska med 50 % till år 2050 jämfört med år 1995, i enlighet med propositionen *Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande* (Prop. 2005/06:145). Detta mål benämns fortsättningsvis *2050-målet*. Den totala energianvändningen per uppvärmd golvarea kommer fortsättningsvis benämnas *specifik energianvändning*.

Det har förutsatts att alla byggnadskategorier ska bidra proportionerligt till 2050-målet. Detta innebär att den specifika energianvändningen i flerbostadshus, villor, skolor, kontor o.s.v. skall samtliga halveras till 2050. Det har även antagits att andelen byggnader i respektive klimatzon är proportionerligt mot antal invånare, d.v.s. 7 %, 11 % och 82 % i klimatzon 1, 2 och 3.

Fastighetsägares lönsamhetskrav på investerat kapital har antagits vara en internränta på 8 %. Ur samhällsekonomisk synvinkel har 3 % använts som en lägsta nivå på internränta i enlighet med förarbetena till *The Comparative Methodology for Cost Optimal Minimum Energy Performance Requirements*, vilken är den metod som omnämns i det nyligen reviderade direktivet för *Byggnaders Energiprestanda (2010/31/EU)*. Detta innebär att analysen förutsätter att samhället kan tänka sig stödja investeringar som ger en internränta på 3 % så att fastighetsägaren får 8 % avkastning på investerat kapital.

För att veta hur mycket energieffektivisering som krävs framgent för att nå 2050-målet är det viktigt att ta hänsyn till att energianvändningen effektiviserats sen 1995. Boverket bedömer i rapporten *Så mår våra hus - Redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m., 2009* att energianvändningen blivit 3,7-9,7 % effektivare mellan 1995 och 2005. För att ta höjd för osäkerheten har 5 % energieffektivisering mellan 1995 och 2011 använts i denna analys.

Varje byggnadstyp har delats upp i tre kategorier

- Nya byggnader (byggda 2011 eller senare)
- Gamla byggnader (byggda före 2011)
- Renoverade byggnader (renoverade 2011 eller senare)

Resultaten från rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi-byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, 2011* har använts för att beräkna den genomsnittliga specifika energianvändningen för varje kategori av respektive byggnadstyp.

Tre scenarier har beräknats.

1. Åtgärds paket som ger minst 8 % avkastning genomförs (inget stöd från samhället).
2. Åtgärds paket som ger minst 3 % avkastning genomförs (stöd till både renovering och nybyggnation).
3. Åtgärds paket som ger minst 8 % avkastning för nybyggnation och åtgärds paket som ger minst 3 % avkastning för renovering genomförs (stöd till renovering).

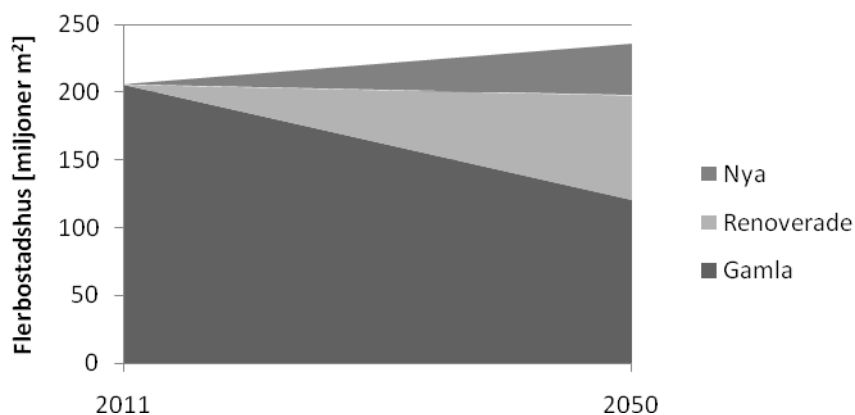
### 3.4.1 Flerbostadshus

Med energianvändningsnivåerna från rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi-byggnader - Tekniska möjligheter och ekonomiska konsekvenser, 2011* är den genomsnittliga specifika energianvändningen i ett svenskt flerbostadshus 176 kWh/m<sup>2</sup>år. Detta innebär att motsvarande siffra år 2050 skall vara 93 kWh/m<sup>2</sup>år.

Bostadsbeståndet och dess utveckling har tagits som genomsnittet under 1998-2007 enligt *Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2010*. För att beräkna arean har 84 m<sup>2</sup>(A<sub>temp</sub>)/lägenhet använts. Detta i enlighet med siffror i Boverkets rapport *Så mår våra hus - Redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m., 2009*. Detta presenteras i tabell 3.8 och illustreras i figur 3.11.

**Tabell 3.8** Bostadsbeståndet och dess utveckling

Befintligt bestånd	206 miljoner m <sup>2</sup>
Renoveringstakt	2,0 miljoner m <sup>2</sup> /år
Nybyggnadstakt	1,0 miljoner m <sup>2</sup> /år
Rivningstakt	0,21 miljoner m <sup>2</sup> /år



**Figur 3.11** Förändring av bostadsbeståndet

I analysen har antagits att hälften av nybyggda flerbostadshus väljer fjärrvärme och hälften bergvärmepump, och att hälften av de renoverade flerbostadshusen väljer FTX och hälften frånluftsvärmepump.

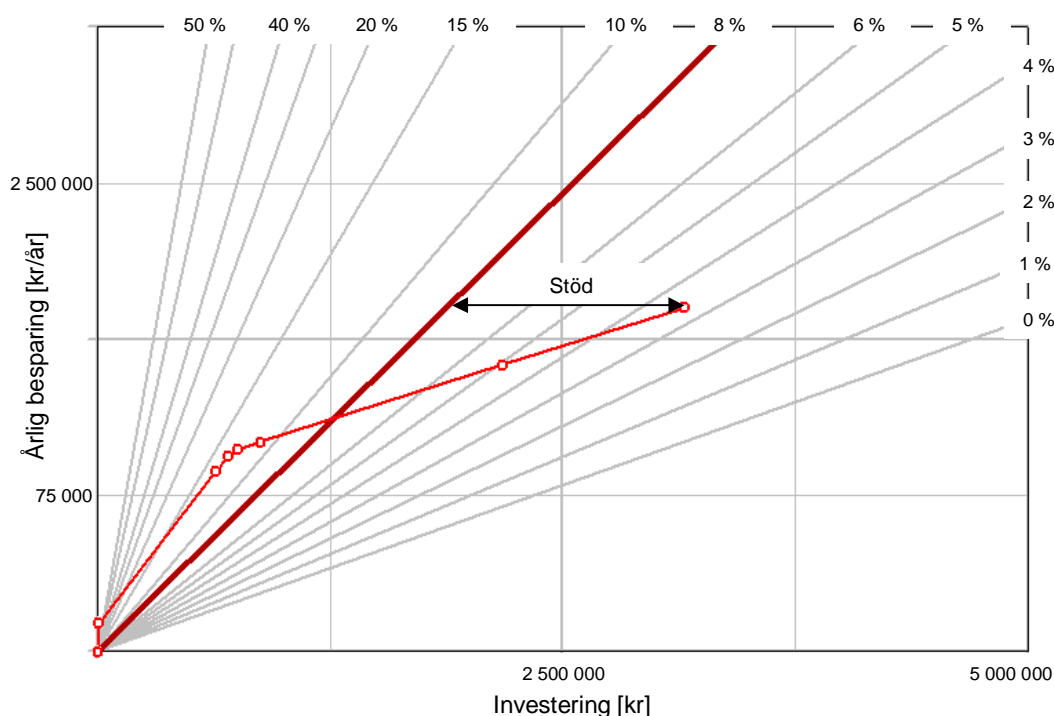
#### Scenario 1

Med ett internräntekrav på 8 % på åtgärds paket blir den genomsnittliga specifika energianvändningen hos nya byggnader 35 kWh/m<sup>2</sup>år och hos renoverade byggnader 91 kWh/m<sup>2</sup>år. Detta innebär att man år 2050 når en genomsnittlig specifik energianvändning på 125 kWh/m<sup>2</sup>år, vilket motsvarar 32 % energieffektivisering jämfört med 1995. För att nå 2050-målet kan man istället med olika instrument öka renoveringstakten (nybyggnadstakten antas vara svårare att påverka eftersom den mer eller mindre är låst till befolkningsutvecklingen). Genom att öka renoveringstakten till 4,3 miljoner m<sup>2</sup>/år kan 2050-målet nås.



## Scenario 2

Genom att sätta internräntekravet på åtgärds paket till 3 % erhålls en större energibesparing. Eftersom man inte kan förvänta sig att fastighetsägare genomför åtgärds paket som endast ger 3 % internränta krävs här någon form av stöd från samhället. Stödets storlek kan uppskattas genom att studera ett internräntediagram, se figur 3.12. Energibesparingen beräknas genom att ta med alla åtgärder som tillsammans ger en internränta över 3 %. Skillnaden i investering mellan det åtgärds paketets slutpunkt och internräntestrecket som motsvarar 8 % antas komma i form av ett stöd.



**Figur 3.12** Förklaring av uppskattning av erforderligt stöd

Med i övrigt samma antaganden som tidigare blir den genomsnittliga specifika energianvändningen hos nya byggnader 23 kWh/m<sup>2</sup>år och hos renoverade byggnader 76 kWh/m<sup>2</sup>år. Detta innebär att man år 2050 når en genomsnittlig specifik energianvändning på 118 kWh/m<sup>2</sup>år och 36 % energieffektivisering. Erforderlig renoveringstakt för att med stöd nå 2050-målet är 3,5 miljoner m<sup>2</sup>/år.

Storleken på stöd för nybyggnation är 176 kr/m<sup>2</sup>. Motsvarande siffra för renovering är 406 kr/m<sup>2</sup>.

## Scenario 3

Om man väljer att endast stödja renoveringar och inte nybyggnation så nås 120 kWh/m<sup>2</sup>år och 35 % energieffektivisering. För att nå 2050-målet ska 3,7 miljoner m<sup>2</sup>/år renoveras.

## Sammanfattningsvis

- Idag är renoveringstakten 2,0 miljoner m<sup>2</sup>/år

- Med en renoveringstakt på 4,3 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet utan stöd.
- Med en renoveringstakt på 3,5 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet om både renovering och nybyggnation ges stöd (1,7 miljarder kr/år)
- Med en renoveringstakt på 3,7 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet om endast renovering ges stöd (1,5 miljarder kr/år)

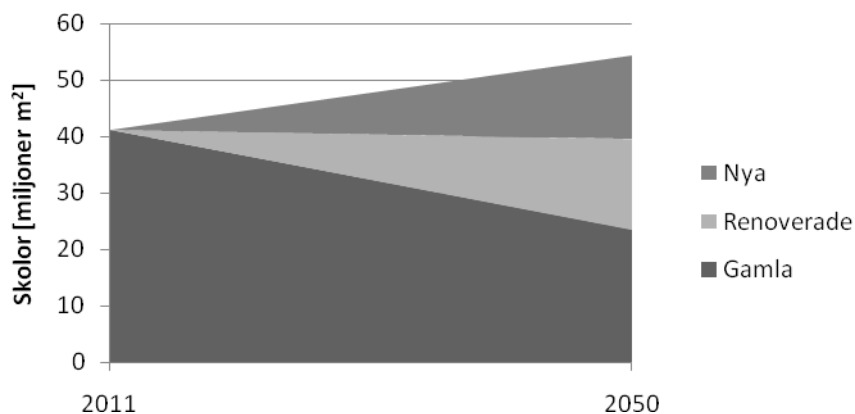
### 3.4.2 Skolor

Med energianvändningsnivåerna från rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi-byggnader* är den genomsnittliga specifika energianvändningen i en svensk skola 200 kWh/m<sup>2</sup>år. Detta innebär att motsvarande siffra år 2050 skall vara 105 kWh/m<sup>2</sup>år.

Enligt *Energistatistik för lokaler 2009 (ES 2011:03)* finns i Sverige 41 miljoner m<sup>2</sup> skolor. För att fastställa nybyggnadstakten har statistik från SCB för beviljade bygglov för skolor under 2007-2010 använts. Under antagandet att rivningstakten och renoveringstakten är proportionerliga mot förändringarna i flerbostadsbeståndet blir förutsättningarna enligt tabell 3.9 och figur 3.13.

**Tabell 3.9** Skolbeståndet och dess utveckling

Befintligt bestånd	41 miljoner m <sup>2</sup>
Renoveringstakt	0,41 miljoner m <sup>2</sup> /år
Nybyggnadstakt	0,38 miljoner m <sup>2</sup> /år
Rivningstakt	0,041 miljoner m <sup>2</sup> /år



**Figur 3.13** Förändring av skolbeståndet

I likhet med flerbostadshusen antas hälften av de nybyggda skolorna välja fjärrvärme och hälften bergvärmepump. Den genomsnittliga specifika energianvändningen för skolor presenteras i tabell 3.10.

**Tabell 3.10** Genomsnittlig specifik energianvändning i skolor [kWh/m<sup>2</sup>år]

	Internräntekrav	
	8 %	3 %
<b>Nya</b>	33	21
<b>Renoverade</b>	142	138
<b>Gamla</b>	200	200

### Scenario 1

Med en internränta på 8 % nås en genomsnittlig specifik energianvändning på 137 kWh/m<sup>2</sup>år år 2050. Detta motsvarar 35 % energieffektivisering istället för 50 % som 2050-målet innebär. Målet kan inte heller nås genom ökad renoveringstakt.

### Scenario 2

Med stöd till både renovering och nybyggnation blir energieffektiviseringen jämfört med 1995 istället 37 %. 2050-målet kan då uppnås genom att öka renoveringstakten till 1,0 miljoner m<sup>2</sup>/år. Detta innebär att nästintill hela dagens bestånd skall vara renoverat till 2050.

Storleken på stödet för nybyggnation är 306 kr/m<sup>2</sup> och för renovering 109 kr/m<sup>2</sup>.

### Scenario 3

Med stöd till enbart renovering blir energieffektiviseringen 35 % . Målet kan inte heller nås genom ökad renoveringstakt.

### Sammanfattningsvis

- Idag är renoveringstakten 0,41 miljoner m<sup>2</sup>/år.
- Det enda sättet att nå 2050-målet är att öka renoveringstakten till 1,0 miljoner m<sup>2</sup>/år och ge stöd till både renovering och nybyggnation (225 Mkr/år).

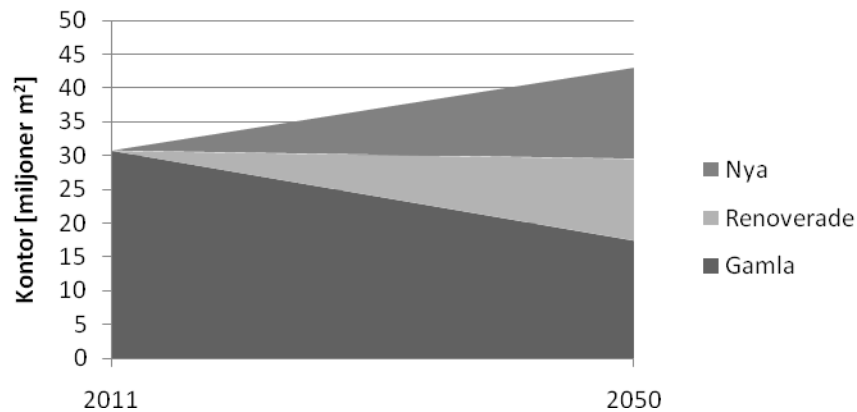
### 3.4.3 Kontor

Med energianvändningsnivåerna från rapporten *Energikrav för NäraNollEnergi-byggnader* är den genomsnittliga specifika energianvändningen i ett svenskt kontor 178 kWh/m<sup>2</sup>år. Detta innebär att motsvarande siffra år 2050 skall vara 94 kWh/m<sup>2</sup>år.

Kontorsbeståndet och dess utveckling har fastställts på samma sätt som för skolorna. Resultatet visas i tabell 3.11 och figur 3.14.

**Tabell 3.11** Kontorsbeståndet och dess utveckling

Befintligt bestånd	31 miljoner m <sup>2</sup>
Renoveringstakt	0,31 miljoner m <sup>2</sup> /år
Nybyggnadstakt	0,35 miljoner m <sup>2</sup> /år
Rivningstakt	0,031 miljoner m <sup>2</sup> /år



**Figur 3.14** Förändring av kontorsbeståndet

Precis som för skolorna antas hälften av de nybyggda kontoren välja fjärrvärme och hälften bergvärmepump. Den genomsnittliga specifika energianvändningen för kontor presenteras i tabell 3.12.

**Tabell 3.12** Genomsnittlig specifik energianvändning i kontor [kWh/m<sup>2</sup>år]

	Internräntekrav	
	8 %	3 %
<b>Nya</b>	39	32
<b>Renoverade</b>	119	106
<b>Gamla</b>	178	178

### Scenario 1

Med 8 % internränta blir den genomsnittliga specifika energianvändningen 118 kWh/m<sup>2</sup>år år 2050, vilket motsvarar 37 % energieffektivisering. 2050-målet kan istället nås genom att öka renoveringstakten till 0,74 miljoner m<sup>2</sup>/år.

### Scenario 2

Med stöd till både renovering och nybyggnation blir energieffektiviseringen jämfört med 1995 istället 40 %. 2050-målet kan då uppnås genom att öka renoveringstakten till 0,58 miljon m<sup>2</sup>/år.

Erforderligt stöd för nybyggnation är 169 kr/m<sup>2</sup> och för renovering 161 kr/m<sup>2</sup>.

### Scenario 3

Med stöd till enbart renovering blir energieffektiviseringen 39 %. För att nå 2050-målet måste 0,61 miljoner m<sup>2</sup>/år renoveras.

### Sammanfattningsvis

- Idag är renoveringstakten 0,31 miljoner m<sup>2</sup>/år.
- Med en renoveringstakt på 0,74 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet utan stöd.
- Med en renoveringstakt på 0,58 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet om både renovering och nybyggnation ges stöd (153 Mkr/år).
- Med en renoveringstakt på 0,61 miljoner m<sup>2</sup>/år nås 2050-målet om renovering ges stöd (98 Mkr/år).

### 3.4.4 Sammanfattning

I tabell 3.13 presenteras hur stor energieffektivisering jämfört med 1995 som uppnås 2050 med oförändrad renoveringstakt.

**Tabell 3.13** Energieffektivisering 2050 jämfört med 1995. Siffror inom parentes är kostnad för stöd.

	Utan stöd	Med stöd till renovering	Med stöd till både renovering och nybyggnation
<b>Flerbostadshus</b>	32 %	35 % (804 Mkr/år)	36 % (907 Mkr/år)
<b>Skolor</b>	35 %	35 % (45 Mkr/år)	37 % (161 Mkr/år)
<b>Kontor</b>	37 %	39 % (50 Mkr/år)	40 % (109 Mkr/år)

I tabell 3.14 presenteras vilken renoveringstakt som krävs för att nå 50 % energieffektivisering år 2050 jämfört med 1995.

**Tabell 3.14** Erforderlig renoveringstakt för att klara 2050-målet [miljoner m<sup>2</sup>/år]. Siffror inom parentes är kostnad för stöd.

	Utan stöd	Med stöd till renovering	Med stöd till både renovering och nybyggnation
<b>Flerbostadshus</b>	4,3	3,7 (1502 Mkr/år)	3,5 (1675 Mkr/år)
<b>Skolor</b>	-	-	1,0 (225 Mkr/år)
<b>Kontor</b>	0,74	0,61 (98 Mkr/år)	0,58 (153 Mkr/år)

Stödet kommer förutom att sänka den specifika energianvändningen i nya och renoverade byggnader sannolikt även öka renoveringstakten. Här görs inget försök att uppskatta i vilken grad det sker.

Förenklingen att alla ”gamla” byggnader har samma energiprestanda gör att resultatet kan vara något pessimistiskt. Man kan anta att byggnader med mycket dålig energiprestanda renoveras i första hand, vilket innebär en högre effektivisering.



# Bilaga A

Detaljerad resultatredovisning  
Marginalkostnadsanalys

## A.1 Sammanställning

Energibesparing i tabellerna A.1 och A.2 är i relation till hur mycket typbyggnaden använde innan åtgärder.

**Tabell A.1** Jämförelse av energibesparingen då avkastningskravet gäller varje enskild åtgärd respektive ett paket av åtgärder. 8 % avkastning krävs på investerat kapital.

		Uppvärmnings-system	Klimatzon	Energibesparing				Skillnad i energi-besparing [procent-enheter]
				Minst 8 % internränta på paket av åtgärder		Minst 8 % internränta på varje åtgärd		
				[kWh/m <sup>2</sup> år]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[%]	
Nybyggnation	Flerbostadshu	Fjärrvärme	1	74,0	62	33,6	28	34
			2	66,3	64	30,2	29	35
			3	44,3	48	27,2	30	18
		Bergvärmepump	1	40,6	62	23,7	36	26
			2	30,5	54	20,4	36	18
			3	26,3	53	17,6	35	18
	Kontor	Fjärrvärme	1	73,1	59	49,3	40	19
			2	47,2	45	38,3	36	9
			3	37,3	40	29,8	32	8
		Bergvärmepump	1	66,0	73	57,1	63	10
			2	54,3	71	46,9	61	10
			3	43,3	67	37,8	58	9
	Skola	Fjärrvärme	1	88,9	63	55,3	39	24
			2	69,9	61	46,5	40	21
			3	50,3	53	37,6	40	13
Bergvärmepump		1	68,8	72	54,7	58	14	
		2	58,7	72	46,7	58	14	
		3	51,3	72	40,7	57	15	
Ombyggnation	Flerbostadshu	Fjärrvärme (FTX-åtgärd)	1	80,3	35	71,0	31	4
			2	70,8	36	10,8	6	30
			3	59,3	35	9,8	6	29
		Fjärrvärme (FVP-åtgärd)	1	134,2	59	128,2	56	3
			2	118,0	61	112,9	58	3
			3	103,9	61	99,6	59	2
	Konto	Fjärrvärme	1	70,9	34	69,3	33	1
			2	64,1	34	62,5	33	1
			3	58,0	33	55,3	32	1
	Skola	Fjärrvärme	1	73,6	27	72,3	27	0
			2	64,2	29	62,9	28	1
			3	55,8	29	54,5	29	0
		Min	26	27	10	6	0	
		Max	134	73	128	63	35	
		Medel	65	52	50	39	13	



**Tabell A.2** Jämförelse av energibesparingen då avkastningskravet gäller varje enskild åtgärd respektive ett paket av åtgärder. 3 % avkastning krävs på investerat kapital.

		Uppvärmnings-system	Klimatzon	Energibesparing				Skillnad i energi-besparing [procent-enheter]
				Minst 3 % internränta på paket av åtgärder		Minst 3 % internränta på varje åtgärd		
				[kWh/m <sup>2</sup> år]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> år]	[%]	
Nybyggnation	Flerbostadshu	Fjärrvärme	1	80,5	68	64,7	54	13
			2	72,8	70	58,5	56	14
			3	66,6	72	50,4	55	18
		Bergvärmepump	1	53,4	82	26,7	41	41
			2	35,3	63	23,1	41	22
			3	30,9	62	17,6	35	27
	Kontor	Fjärrvärme	1	76,2	62	61,4	50	12
			2	60,5	57	43,2	41	16
			3	48,8	52	29,8	32	20
		Bergvärmepump	1	83	91	57,1	63	28
			2	70,3	91	46,9	61	30
			3	43,9	68	37,8	58	9
	Skola	Fjärrvärme	1	96,4	68	71,7	50	17
			2	79,8	69	59,1	51	18
			3	59,7	63	37,6	40	23
Bergvärmepump		1	86,3	91	54,7	58	33	
		2	73,7	91	46,7	58	33	
		3	64,7	91	40,7	57	34	
Ombyggnation	Flerbostadshu	Fjärrvärme (FTX-åtgärd)	1	155,6	68	95,1	42	26
			2	95,2	49	69,7	36	13
			3	78,6	47	61,2	36	10
		Fjärrvärme (FVP-åtgärd)	1	156,6	68	129,8	57	12
			2	125,3	65	112,9	58	6
			3	109,5	65	99,6	59	6
	Kont	Fjärrvärme	1	88,9	42	70,9	34	9
			2	79,1	42	64,1	34	8
			3	70	40	56,9	33	8
	Skola	Fjärrvärme	1	146,6	54	72,3	27	27
			2	64,2	29	62,9	28	1
			3	54,5	29	53,2	28	1
			Min	31	29	18	27	1
			Max	157	91	130	63	41
			Medel	80	64	59	46	18

## A.2 Flerbostadshus

I detta avsnitt studeras flerbostadshus separat, där resultaten för varje klimatzon redovisas separat. Här redovisas resultaten som den energibesparing som kan åstadkommas i jämförelse med BBR 2011, med avkastningskravet 8 %. Ett avkastningskrav på 3 % ger större möjliga energibesparingar och följer tidigare resonemang. En jämförelse görs även här mellan marginallönsamhet och lönsamhet med totala paketlösningar.

**Tabell A.3** Sammanställning av resultat för flerbostadshus.

	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Minst 8 % internränta på paket av åtgärder	Minst 8 % internränta på varje åtgärd
<u>Klimatzon 1</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	65	34
Värmepump	74	57
- Befintliga Fjärrvärme(FTX)	(14 % högre)	(22 % högre)
Fjärrvärme(FVP)	0	(6 % högre)
<u>Klimatzon 2</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	66	33
Värmepump	66	53
- Befintliga Fjärrvärme(FTX)	(12 % högre)	(67 % högre)
Fjärrvärme(FVP)	(1 % högre)	(8 % högre)
<u>Klimatzon 3</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	47	28
Värmepump	57	41
- Befintliga Fjärrvärme(FTX)	(22 % högre)	(77 % högre)
Fjärrvärme(FVP)	(18 % högre)	(26 % högre)

För samtliga byggnader i nyproduktion, i samtliga klimatzoner, kan nivåer avsevärt under BBR 2011 nås. För investeringar enligt Totalprojekt nås nivåerna ca 50 % eller mer under kraven i BBR 2011. Motsvarande siffror för marginallönsamhet varierar mellan knappa 30 % till nära 60 % under BBR 2011. För samtliga fall, utom ett, med åtgärder i befintliga byggnader nås inte BBR 2011 med ställda lönsamhetskrav.

### **A.3 Skolor**

I detta avsnitt studeras skolor separat, där resultaten för varje klimatzon redovisas separat. Resultaten redovisas som den energibesparing som kan åstadkommas i jämförelse med BBR 2011, med avkastningskravet 8 %. Ett avkastningskrav på 3 % ger större möjliga energibesparingar och följer tidigare resonemang. En jämförelse görs även här mellan marginallönsamhet och lönsamhet med totala paketlösningar.

I många fall är behovsstyrd ventilation lönsamt i totalmetoden men inte i marginalmetoden. Detta innebär att BBR 2011 blir olika beroende på metod eftersom olika luftflöden ger olika påslag. För att kunna jämföra bägge metoderna med samma BBR 2011 har det lägre påslaget gjorts i samtliga fall.

**Tabell A.4** Sammanställning av resultat för skolor.

	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Minst 8 % internränta på paket av åtgärder	Minst 8 % internränta på varje åtgärd
<u>Klimatzon 1</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	56	28
Värmepump	72	58
- Befintliga Fjärrvärme	(40 % högre)	(41 % högre)
<u>Klimatzon 2</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	55	31
Värmepump	70	54
- Befintliga Fjärrvärme	(36 % högre)	(37 % högre)
<u>Klimatzon 3</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	44	28
Värmepump	64	45
- Befintliga Fjärrvärme	(43 % högre)	(44 % högre)

För samtliga byggnader i nyproduktion, i samtliga klimatzoner, kan nivåer avsevärt under BBR 2011 nås. För investeringar enligt Totalprojekt nås nivåerna ca 45 % upp till drygt 70 % under kraven i BBR 2011. Motsvarande siffror för marginallönsamhet varierar mellan knappa 30 % till nära 60 % under BBR 2011. För samtliga fall med åtgärder i befintliga byggnader nås inte BBR 2011 med ställda lönsamhetskrav.

#### **A.4 Kontor**

I detta avsnitt studeras kontor separat, där resultaten för varje klimatzon redovisas separat. Resultaten redovisas som den energibesparing som kan åstadkommas i jämförelse med BBR 2011, med avkastningskravet 8 %. Ett avkastningskrav på 3 % ger större möjliga energibesparingar och följer tidigare resonemang. En jämförelse görs även här mellan marginallönsamhet och lönsamhet med totala paketlösningar.

På samma sätt som för skolor har det lägre påslaget beroende på olika luftflöden gjorts i samtliga fall för att kunna jämföra bägge metoderna med samma BBR 2011.

**Tabell A.5** Sammanställning av resultat för kontor.

	Procent lägre än BBR 2011 [%]	
	Minst 8 % internränta på paket av åtgärder	Minst 8 % internränta på varje åtgärd
<u>Klimatzon 1</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	62	44
Värmepump	75	67
- Befintliga Fjärrvärme	4	3
<u>Klimatzon 2</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	47	38
Värmepump	71	62
- Befintliga Fjärrvärme	2	1
<u>Klimatzon 3</u>		
- Nyproduktion Fjärrvärme	34	25
Värmepump	63	53
- Befintliga Fjärrvärme	(12 % högre)	(14 % högre)

För samtliga byggnader i nyproduktion, i samtliga klimatzoner, kan nivåer avsevärt under BBR 2011 nås. För investeringar enligt Totalprojekt nås nivåerna ca 35 % upp till 75 % under kraven i BBR 2011. Motsvarande siffror för marginallönsamhet varierar från 25 till nära drygt 65 % under BBR 2011. Vad gäller kontor så kan åtgärder genomföras med lönsamhet i befintliga byggnader, i klimatzonerna 1 och 2, samtidigt som nivåer på energianvändning strax under kraven enligt BBR 2011 kan nås. I Klimatzon 3 nås inte längre BBR 2011 med kravet på lönsamhet.



# Bilaga B

Detaljerad resultatredovisning  
Konsekvensanalys av fasta och rörliga energipriser

I denna bilaga redovisas mer detaljerat resultaten från känslighetsanalysen för fasta och rörliga energipriser. Bilagan är uppdelad i tre avsnitt; Flerbostadshus, Skolor och Kontor.

För känslighetsanalysen har 3 fall, utöver grundfallet, studerats:

- Grundfallet med de 100 % rörliga fjärrvärme- och elpriserna
- Fall 1: 50 % rörliga och 50 % fasta priser för både el och fjärrvärme
- Fall 2: 66 % rörliga och 33 % fasta priser för både el och fjärrvärme
- Fall 3: 100 % rörliga elpriser samt 20 % rörliga och 80 % fasta fjärrvärmepriser

## **B.1 Flerbostadshus**

Samtliga resultat för energinivåer i förhållande till BBR 2011 är givna under förutsättning att minst 8 % avkastning på investerat kapital kan nås.

I tabell B.1 redovisas resultaten från alla klimatzoner för flerbostadshusen. Nybyggnation i samtliga tre klimatzoner i nybyggnation inte bara uppfyller kraven enligt BBR 2011, utan ligger dessutom ca 40 % lägre eller mer. Med det minst fördelaktiga prisscenario och svåraste klimatzonen (klimatzon III), uppnås en nivå som hamnar ca 30 % under BBR 2011. Mest fördelaktiga prisscenario och bästa klimatzon för energieffektivisering, ger ett värde som ligger nära 75 % lägre än BBR 2011.

För ombyggnation går det inte att installera FTX i några av fallen bortsett från grundfallet, när lönsamhetskravet är 8 %. Ett lägre krav på lönsamhet öppnar givetvis för större energibesparingar.

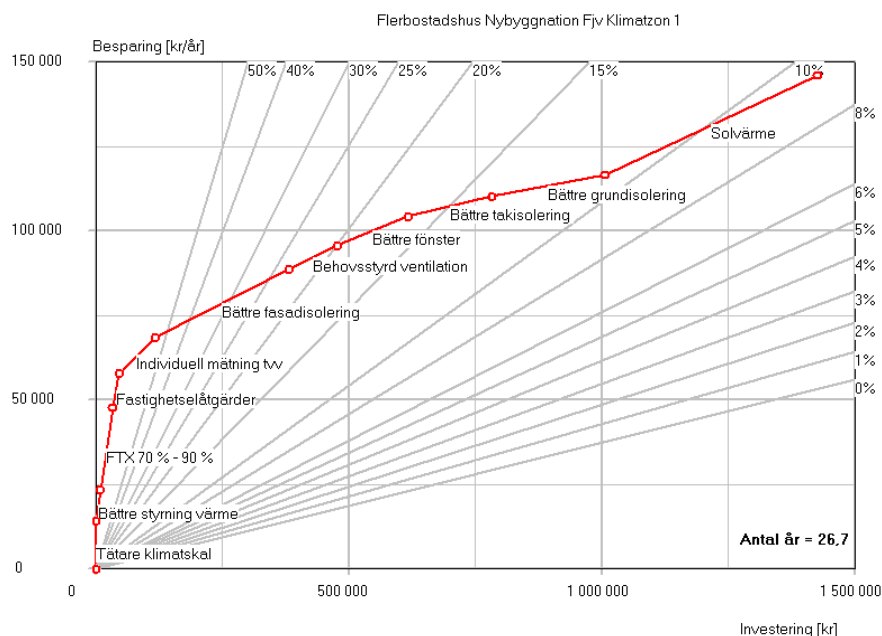


**Tabell B.1** Resultat från flerbostadshus med paketlösning där energiprestanda och nivå i relation till BBR 2011 redovisas. Negativa värden visar att energiprestanda är högre än BBR 2011.

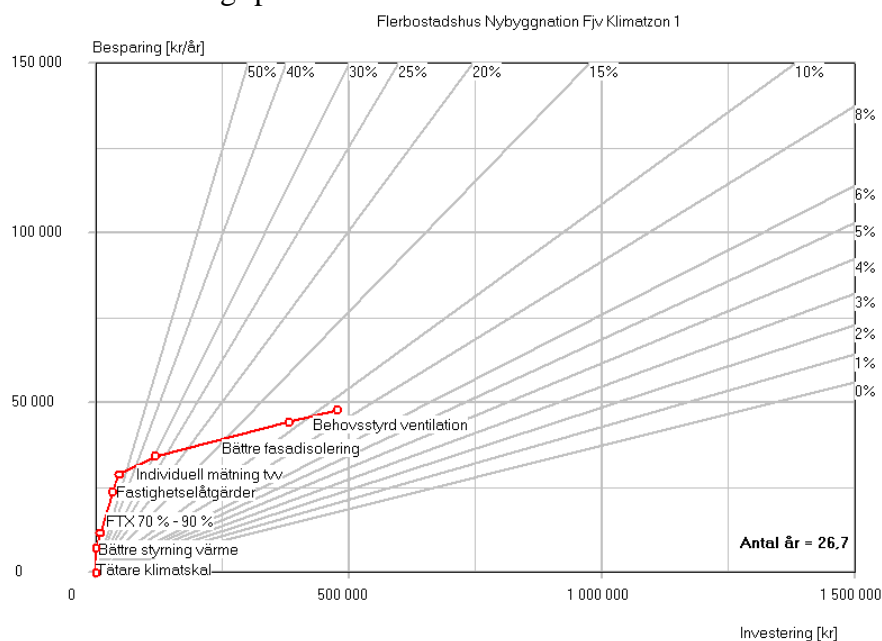
		Uppvärmnings system	Fall	Elpris Rörligt	Fjvpris Rörligt	Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år	% lägre än BBR 2011
Nybyggnation	Klimatzon I	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	45	65%
			1)	50%	50%	67	48%
			2)	66%	66%	64	51%
			3)	100%	20%	83	36%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	24	74%
			1)	50%	50%	31	67%
	2)		66%	66%	33	65%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon II	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	38	66%
			1)	50%	50%	63	43%
			2)	66%	66%	59	47%
			3)	100%	20%	71	35%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	26	66%
			1)	50%	50%	28	62%
	2)		66%	66%	27	64%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon III	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	48	47%
			1)	50%	50%	63	31%
2)			66%	66%	52	42%	
3)			100%	20%	63	31%	
Bergvärmepump		Grund	100%	100%	24	57%	
		1)	50%	50%	26	53%	
	2)	66%	66%	25	55%		
		3)	100%	20%	Samma som grundfall		
Ombyggnation	Klimatzon I	FTX	Grund	100%	100%	149	-14%
			1)	50%	50%	218	-68%
			2)	66%	66%	218	-68%
			3)	100%	20%	218	-68%
		Frånluftsvärmepump	Grund	100%	100%	95	0%
			1)	50%	50%	Klarar ej 8 % *	
			2)	66%	66%	83	12%
	Klimatzon II	FTX	Grund	100%	100%	123	-12%
			1)	50%	50%	178	-62%
			2)	66%	66%	178	-62%
			3)	100%	20%	184	-67%
		Frånluftsvärmepump	Grund	100%	100%	26	65%
			1)	50%	50%	Klarar ej 8 % *	
			2)	66%	66%	Klarar ej 8 % *	
	Klimatzon III	FTX	Grund	100%	100%	108	-20%
			1)	50%	50%	154	-71%
			2)	66%	66%	154	-71%
			3)	100%	20%	159	-77%
Frånluftsvärmepump		Grund	100%	100%	65	-18%	
		1)	50%	50%	Klarar ej 8 % *		
		2)	66%	66%	Klarar ej 8 % *		

\* innebär att ingen åtgärd klarar avkastningskravet 8 %

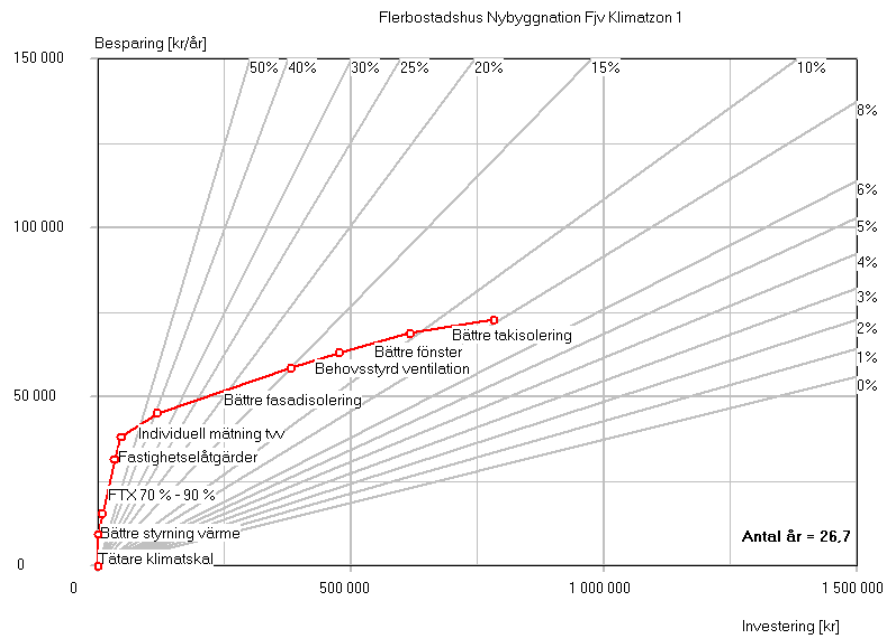
För att visa utfallet enligt *Totalmetoden* ges exempel, i Figur B.1 till B.4, på hur lönsamheten förändras beroende på vilket prisscenario som gäller. Exemplet i Figur B.1 till Figur B.4 baseras på nybyggnation i klimatzon I med fjärrvärme.



**Figur B.1** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon I. Gäller för grundfall med 100 % rörligt pris.

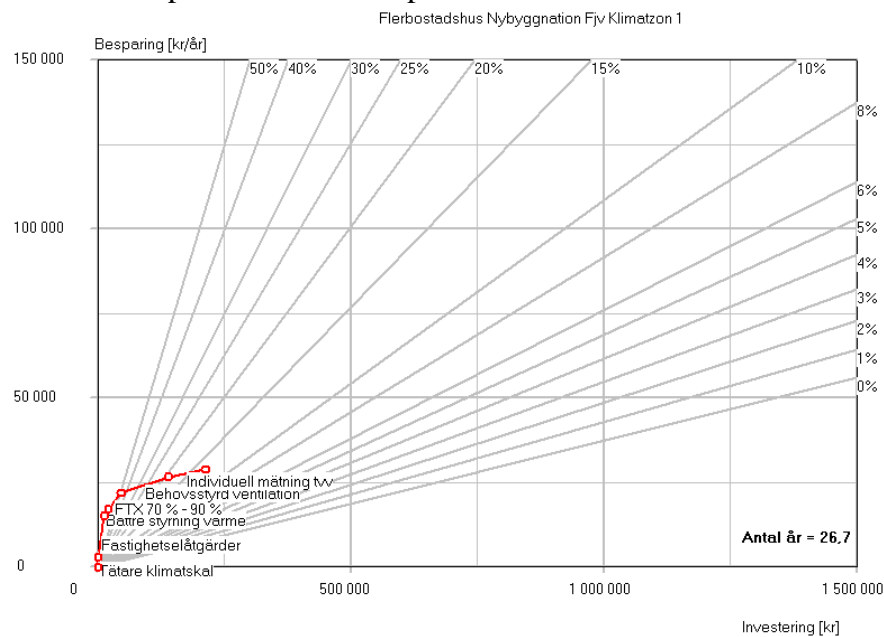


**Figur B.2** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon I. Gäller för Fall 1 med 50 % rörligt pris och 50 % fast pris.



**B.3**

Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon I. Gäller för Fall 2 med 66 % rörligt pris och 33 % fast pris.



**B.4**

Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av ett flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon 1. Gäller för Fall 3 för 100 % rörligt elpris samt 20 % rörligt och 80 % fast fjärrvärmepris.

## **B.2 Skolor**

Lönsamheten för genomförda åtgärder ökar i de flesta fall med kallare klimat. Åtgärder i klimatzon I har därför bättre lönsamhet än i klimatzon III. Resultaten för skolor i samtliga tre klimatzoner redovisas i Tabell B.2.

Minst utrymme för energieffektiviserande åtgärder i nyproduktion, för minst fördelaktiga prisscenario och svåraste klimatzon, ger en lönsamhetsnivå som ligger på knappa 30 % lägre än BBR 2011. Med bästa förutsättningar i prisscenario och klimatzon, finns lönsamt utrymme för att nå drygt 70 % under kraven enligt BBR 2011.

För ombyggnation är lönsamma åtgärds paket svårare att identifiera än för nybyggnation. Inget av fallen uppfyller kravet i BBR 2011. FTX och behovsstyrd ventilation går oftast inte att installera eftersom lönsamheten för paketet inte uppfyller kravet 8 %. För prisscenario enligt Fall 3 uppfyller inga effektiviserande åtgärder avkastningskravet på 8 %.

Vid nybyggnation av skolor går det bara att installera behovsstyrning i grundfallet och uppnå lönsamhetskravet på 8 %.

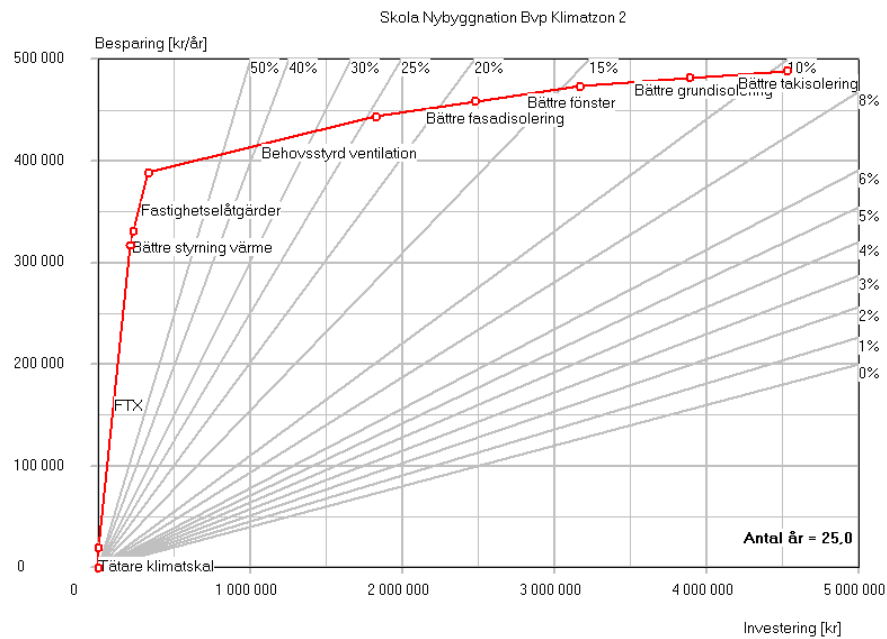
När det gäller skolor (och andra lokalbyggnader) är det enligt BBR 2011 tillåtet att med hänsyn till behov av höga luftflöden för att klara luftkvaliteten, vara generösare med nivån för energiprestanda. De jämförelser som görs här har inte tagit hänsyn till detta, utan beräknade värden jämförs med basnivån enligt BBR 2011.

**Tabell B.2** Resultat från skolor med paketslösning där energiprestanda och nivå i relation till BBR 2011 redovisas. Negativa värden visar att energiprestanda är högre än BBR 2011.

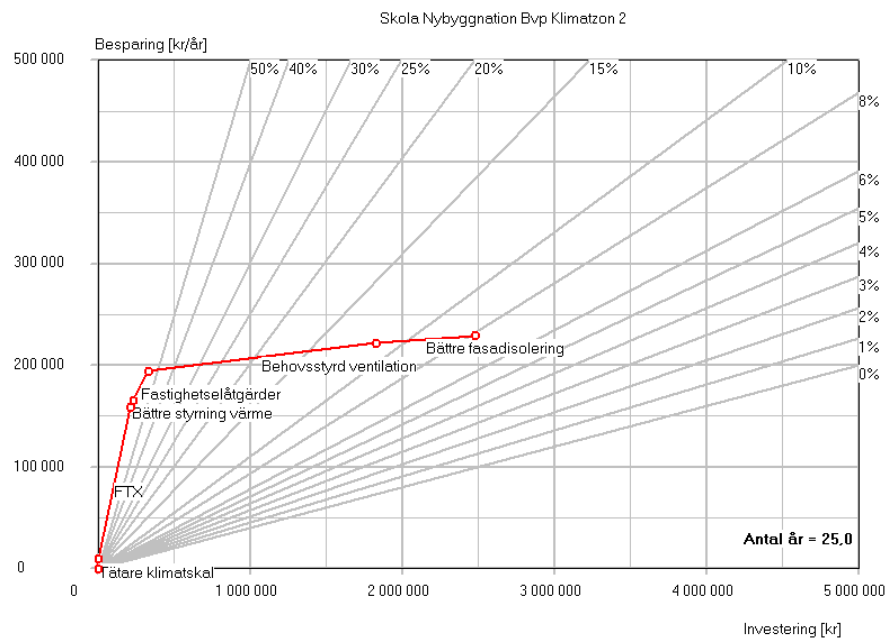
		Uppvärmnings system	Fall	Elpris Rörligt	Fjvpris Rörligt	Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år	% lägre än BBR 2011
Nybyggnation	Klimatzon I	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	53	56%
			1)	50%	50%	70	41%
			2)	66%	66%	70	41%
			3)	100%	20%	79	34%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	26	72%
			1)	50%	50%	31	67%
	2)		66%	66%	27	71%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon II	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	45	55%
			1)	50%	50%	56	44%
			2)	66%	66%	72	28%
			3)	100%	20%	62	38%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	22	70%
			1)	50%	50%	28	63%
	2)		66%	66%	24	68%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon III	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	40	50%
			1)	50%	50%	52	34%
2)			66%	66%	52	34%	
3)			100%	20%	57	28%	
Bergvärmepump		Grund	100%	100%	20	64%	
		1)	50%	50%	24	56%	
	2)	66%	66%	23	59%		
		3)	100%	20%	Samma som grundfall		
Ombyggnation	Klimatzon I	FJV	Grund	100%	100%	198	-40%
			1)	50%	50%	198	-40%
			2)	66%	66%	198	-40%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	
	Klimatzon II	FJV	Grund	100%	100%	161	-36%
			1)	50%	50%	198	-68%
			2)	66%	66%	161	-36%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	
	Klimatzon III	FJV	Grund	100%	100%	134	-43%
			1)	50%	50%	166	-77%
			2)	66%	66%	145	-54%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	

\*/ ingen åtgärd klarar avkastningskravet 8 %

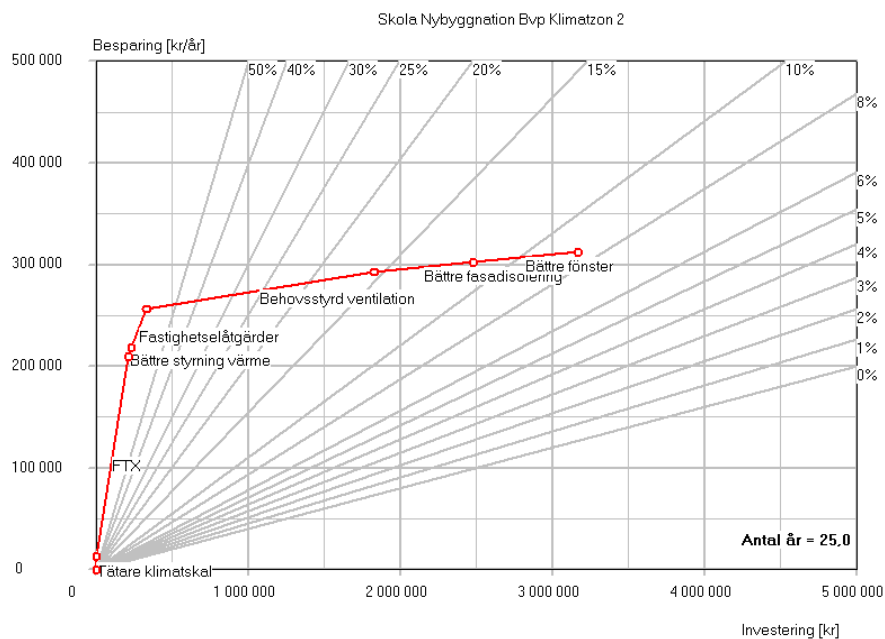
För att visa utfallet enligt *Totalmetoden* ges exempel, i Figur B.5 till B.7, på hur lönsamheten förändras beroende på vilket prisscenario som gäller. Exemplet i Figur B.5 till Figur B.7 baseras på nybyggnation i klimatzon II med bergvärme.



**Figur B.5** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av en skola med bergvärme i klimatzon II. Gäller för Grundfall med 100 % rörligt pris.



**Figur B.6** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av en skola med bergvärme i klimatzon II. Gäller för Fall 1 med 50 % rörligt pris och 50 % fast pris.



**Figur B.7** Lönsamhetsdiagram över nybyggnation av en skola med bergvärme i klimatzon II. Gäller för Fall 2 med 66 % rörligt pris.

### B.3 Kontor

Tabell B.3 visar resultaten för samtliga tre klimatzoner och de studerade prisscenariorna för kontorsbyggnader. Vid nybyggnation av kontor är det svårt att installera behovsstyrd ventilation med de avkastningskrav som gäller. Endast för ett fåtal fall klarar man detta. På samma sätt som för skolor ökar lönsamheten för energieffektiviserande åtgärder med ett kallare klimat. Åtgärder i klimatzon I har en bättre lönsamhet än klimatzon III.

Med det minst fördelaktiga prisscenariot och svåraste klimatzonen, uppnås en nivå som hamnar 25 % under BBR 2011. Mest fördelaktiga prisscenario och bästa klimatzon för energieffektivisering, ger ett värde som ligger 75 % lägre än BBR 2011.

Det bästa av de studerade fallen har en energiprestanda som är så låg som 75 % lägre än BBR-kraven.

På samma sätt som för skolor (och andra lokalbyggnader) är det enligt BBR 2011 tillåtet att med hänsyn till behov av höga luftflöden för att klara luftkvaliteten, vara generösare med nivån för energiprestanda. De jämförelser som görs här har inte tagit hänsyn till detta, utan beräknade värden jämförs med basnivån enligt BBR 2011.

För ombyggnation är det i klimatzon I och II som kraven enligt BBR 2011 uppfylls. I klimatzon III är det svårare att uppfylla kraven. På samma sätt som för skolor uppfylls inte lönsamhetskravet för ett paket med behovsstyrd ventilation som sista åtgärd.

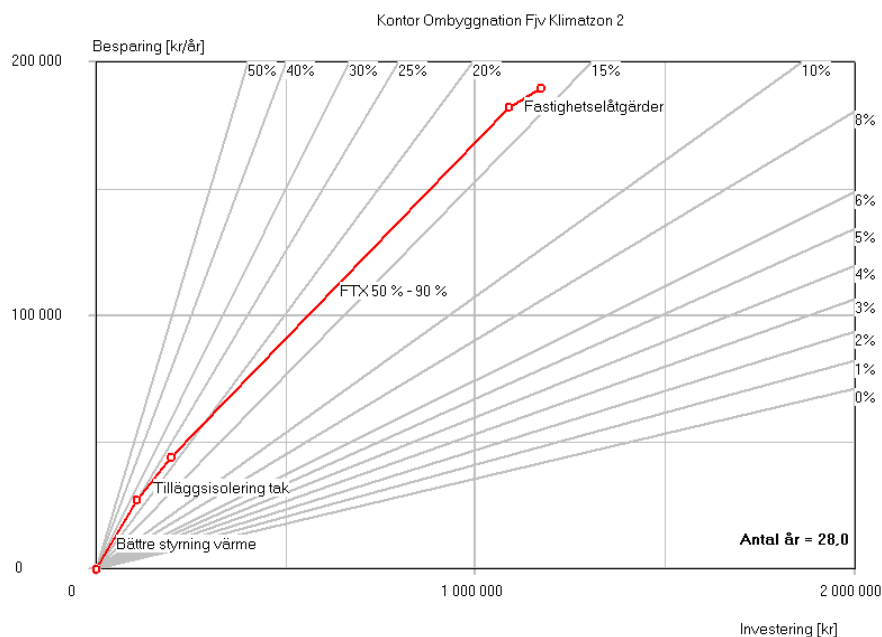
**Tabell B.3** Resultat från skolor med paketslösning där energiprestanda och nivå i relation till BBR 2011 redovisas. Negativa värden visar att energiprestanda är högre än BBR 2011. \*) innebär att ingen åtgärd klarar avkastningskravet 8 %.

		Uppvärmnings system	Fall	Elpris Rörligt	Fjvpris Rörligt	Energianvändning kWh/m <sup>2</sup> , år	% lägre än BBR 2011
Nybyggnation	Klimatzon I	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	50	62%
			1)	50%	50%	63	52%
			2)	66%	66%	63	52%
			3)	100%	20%	74	44%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	25	75%
			1)	50%	50%	31	70%
	2)		66%	66%	26	75%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon II	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	59	47%
			1)	50%	50%	63	43%
			2)	66%	66%	59	47%
			3)	100%	20%	68	38%
		Bergvärmepump	Grund	100%	100%	23	71%
			1)	50%	50%	30	62%
	2)		66%	66%	30	62%	
			3)	100%	20%	Samma som grundfall	
	Klimatzon III	Fjärrvärme	Grund	100%	100%	57	34%
			1)	50%	50%	64	25%
2)			66%	66%	61	30%	
3)			100%	20%	57	34%	
Bergvärmepump		Grund	100%	100%	21	63%	
		1)	50%	50%	27	53%	
	2)	66%	66%	27	53%		
		3)	100%	20%	Samma som grundfall		
Ombyggnation	Klimatzon I	FJV	Grund	100%	100%	123	16%
			1)	50%	50%	194	-33%
			2)	66%	66%	140	4%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	
	Klimatzon II	FJV	Grund	100%	100%	124	2%
			1)	50%	50%	172	-35%
			2)	66%	66%	126	1%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	
	Klimatzon III	FJV	Grund	100%	100%	116	-12%
			1)	50%	50%	159	-53%
			2)	66%	66%	159	-53%
			3)	100%	20%	Klarar ej 8 %*	

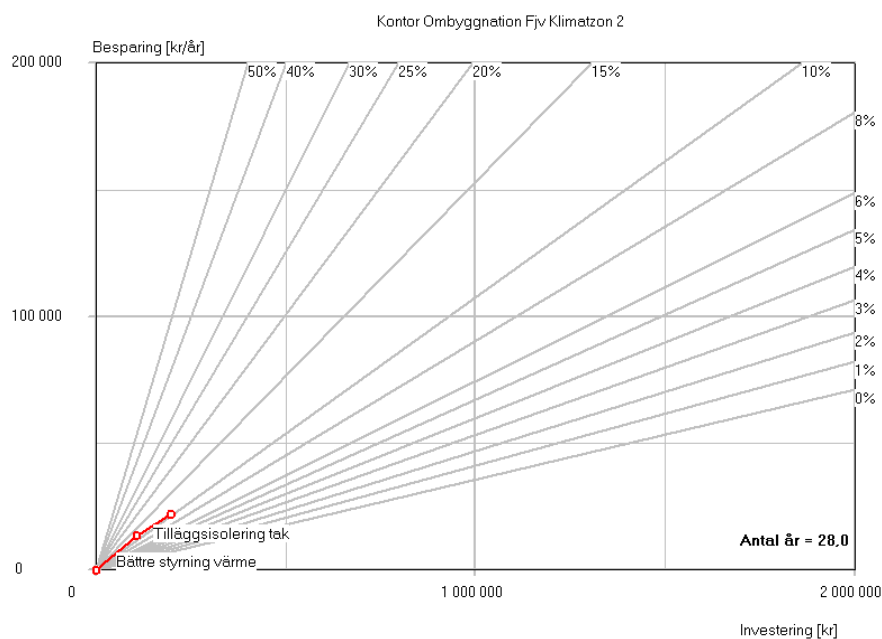
\*) ingen åtgärd klarar avkastningskravet 8 %

För att visa utfallet enligt *Totalmetoden* ges ett exempel, i Figur B.8 till B.10, på hur lönsamheten förändras beroende på vilket prisscenario som gäller. Exemplet i Figur B.8 till Figur B.10 baseras på ombyggnation i klimatzon II.

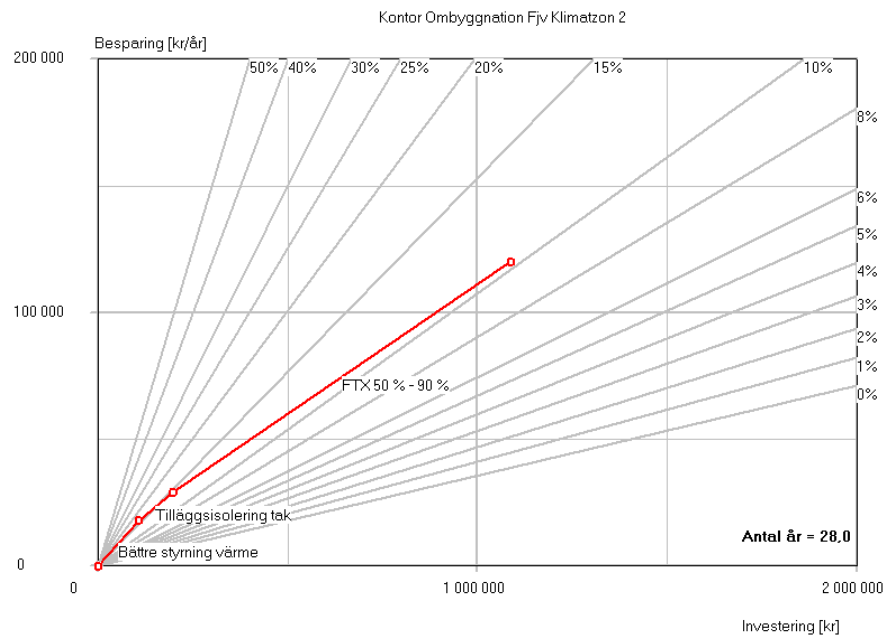




**Figur B.8** Lönsamhetsdiagram över ombyggnation av ett kontor i klimatzon II. Gäller för Grundfall med 100 % rörligt pris.



**Figur B.9** Lönsamhetsdiagram över ombyggnation av ett kontor i klimatzon II. Gäller för Fall 1 med 50 % rörligt pris och 50 % fast pris.



**Figur B.10** Lönsamhetsdiagram över ombyggnation av ett kontor i klimatzon II. Gäller för Fall 2 med 66 % rörligt pris och 33 % fast pris.