



profu

CIT Energy Management AB
A Chalmers Industriteknik Company



Fallstudier till HEFTIG

Juni 2016

Åsa Wahlström, Agneta Persson
Karin Glader, Katarina Westerbjörk
Anders Göransson



Förord

CIT Energy Management, Profu och WSP Sverige AB utvecklar tillsammans, på uppdrag av Energimyndigheten, en programvara kallad HEFTIG. Programvarans syfte är att användas för att simulera hur stor påverkan olika energiåtgärder i Sveriges bebyggelse får på bebyggelsens totala energianvändning.

Till programvaran har dels en användarguide utvecklats om handhavande av HEFTIG, vilken redovisas i separat rapport, dels ett antal fallstudier som har tagits fram för att underlätta utveckling av fortsatta scenarier. Framtagandet av fallstudierna redovisas i denna rapport.

Fallstudier för småhus och flerbostadshus har tagits fram av Agneta Persson och Katarina Westerbjörk, WSP Sverige AB, och för skolor och kontor av Karin Glader och Åsa Wahlström, CIT Energy Management. Användarguiden (som redovisas i en separat rapport) har tagits fram av Anders Göransson, Profu, och de utvecklingar som gjorts av programmet HEFTIG har genomförts av Tommy Sundström, CIT Energy Management. Hela arbetet har haft stöd av experterna Per-Erik Nilsson CIT Energy Management, Göran Werner WSP Sverige AB, och av beställaren Energimyndigheten där Sandra Lennander och Emma Thornberg varit huvudansvariga. Tomas Berggren på Energimyndigheten är initiativtagare till projektet.

Göteborg juni 2016

Åsa Wahlström

CIT Energy Management

Agneta Persson

WSP Sverige AB

Anders Göransson

Profu

CIT Energy
Management AB
A Chalmers Industriteknik Company

WSP

 profu

Sammanfattning

HEFTIG 2.0 är ett webb-baserat verktyg, som på ett visuellt sätt kan redovisa inverkan på energianvändning i hela Sveriges bebyggelse av olika åtgärder. HEFTIG är ett simuleringsprogram där användaren själv definierar alla åtgärders egenskaper vad gäller energiminskning, utrullningstakt, energipriser, kostnad per åtgärd etc. Dessa indata behöver användaren ta fram och lägga in i HEFTIG för att kunna skapa scenarier för åtgärders samlade effekter i bebyggelsen.

För att dels demonstrera hur HEFTIG kan användas och dels ta fram grunddata för några byggnadskategorier har fem fallstudier genomförts. De fördelas på ett vardera för småhus och flerbostadshus samt två för lokaler, där det ena avser kontor och det andra avser skolor, och slutligen en fallstudie för solenergi. I föreliggande rapport redovisas hur fallstudierna har byggts upp med tillhörande åtgärdspaket och vilka resultat det leder till i HEFTIG.

I samband med utvecklingen av fallstudierna har flera förbättringar genomförts i själva programmet HEFTIG. Bl.a. har en användargemensam area skapats där fallstudier som tas fram kan sparas. Avsikten är att det ska vara enkelt att i fortsatta analyser testa andra antaganden eller förutsättningar för varje fallstudie genom att använda och utveckla de fallstudier som redan har lagrats i HEFTIG.

Fallstudierna för flerbostadshus baseras på energieffektiviseringsåtgärder som har identifierats i ett antal tidigare projekt inom Hållbara städer och Halvera mera. Två åtgärdspaket har tagits fram, ett som når cirka 30 procent energibesparing per byggnad och ett mer ambitiöst paket, ”Extra allt”, som når ca 50 procent energibesparing per byggnad. Den antagna utrullningstakten för åtgärdspaketen varierar för olika byggnadsår, t.ex. antas husen från miljonprogrammet renoveras och energieffektiviseras i en snabbare takt än nyare byggnader. Fasadisolering har till följd av bevarandekrav antagits vara möjligt att genomföra på endast 70 procent av flerbostadshusen. Simuleringen i HEFTIG visar att 30-procentspaketet har en potential att ge en lönsam energibesparing på 27 procent i hela flerbostadshusbeståndet, med en ökad elanvändning på 35 procent och en minskad värmeanvändning på 51 procent till år 2050. För Extra allt-paketet gjordes tre simuleringar. Skillnaden dem emellan utgjordes av valet av ventilationsåtgärd: en simulering där FTX installerades vid all renovering, en simulering där frånluftsvärmepump installerades vid all renovering och en där FTX eller frånluftsvärmepump installeras beroende på antal våningar i flerbostadshusen. Det sista alternativet bedöms vara mest rimligt, och beräknas ge en lönsam energibesparing i hela flerbostadshusbeståndets på 44 procent till år 2050. Elanvändningen beräknas i detta fall öka med 24 procent medan värmebehovet beräknas minska med 77 procent till år 2050.

Fallstudien för småhus baseras på energieffektiviseringsåtgärder hämtade från Energimyndighetens verktyg Energikalkylen. Tre åtgärdspaket identifierades, ett som når en minskad energianvändning på 27 procent, ett på 30 procent och ett mer ambitiöst åtgärdspaket, ”Extra allt”, som når ca 50 procent energibesparing per byggnad. Utrullningstakten för åtgärderna antas motsvara omsättningstakten på småhus där två fall har simulerats, ett där åtgärdspaketet antas genomföras i sin helhet vid varje ägarbyte och ett där åtgärderna antas genomföras individuellt med en lägre utrullningstakt för vissa åtgärder. För den lägre utrullningstakten, när åtgärderna genomförs enskilt, beräknas en lönsam energibesparing i hela småhusbeståndet på 21 procent med 27-procent-paketet och en olönsam energibesparing på 29 procent med Extra allt-paketet till år 2050. För den högre utrullningstakten, dvs där åtgärdspaketet antas genomföras i sin helhet vid varje ägarbyte, beräknas en lönsam energibesparing på 25 procent för 30-paketet och en olönsam energibesparing på 40 procent för Extra allt-paketet till år 2050. I samtliga fall ökar elanvändning vid energieffektiviseringen, medan värme- och vattenanvändning minskar.

Fallstudierna för skolor och kontor baseras på energieffektiviseringsåtgärder som har identifierats i ett antal tidigare genomförda totalmetodikprojekt. Från dessa har representativa energieffektiviseringsåtgärder sammanställts i åtgärdspaket. Investeringskostnader för varje åtgärd

inkluderar byggherrekostnader men exkluderar projekteringskostnader (anses ingå i renoveringen). Notera att hela renoveringskostnaden ingår i beräkningarna, dvs. ingen uppdelning har gjorts för underhåll respektive energiåtgärder.

För skolor har en uppdelning gjorts mellan stenskolor och träskolor. Beräkningsresultaten visar att om hela åtgärds paketet genomförs så motsvarar det 46 respektive 42 procent besparing för varje enskild stenskola respektive träskola i genomsnitt. Utrullningstakten för införandet av åtgärds paketet har antagits ske i samband med renovering. Vidare antas att renovering sker i samma takt som för flerbostadshus. Scenarierna visar att elanvändningen för byggnadskategorin skolor har en potential att minska med 3 procent och värmeanvändningen med 50 procent fram till 2050 för stenskolor respektive en potential att minska värmeanvändning med 26 procent men en ökad elanvändning på tre procent för träskolor. Det sammanlagda nuvärdet för fallstudierna är inte lönsamma då hela renoveringskostnaden beaktas. Om enbart merinvesteringen för energieffektiviseringsåtgärderna beaktas blir fallstudierna lönsamma. Detsamma gäller om energipriset ökar.

För kontor visar beräkningsresultatet att om hela åtgärds paketet genomförs så motsvarar det 30 procent besparing av energianvändningen för varje enskilt kontor i genomsnitt. Utrullningstakten för införandet av åtgärds paketet har antagits ske i samband med renovering, samt att renovering antas ske i 10 procent av byggnaderna varje år. De framtagna scenarierna för byggnadskategorin kontor visar på en potential att minska elanvändningen med 21 procent och värmeanvändningen med 39 procent fram till år 2050. Det sammanlagda nuvärdet för fallstudien är nästan lönsamt. Om enbart merinvesteringen för energieffektiviseringsåtgärder beaktas blir fallstudien lönsam. Detsamma gäller vid en ytterst marginell ökning av energipriset.

I samtliga analyser har andelen som redan är renoverat från startåret 2015 och som inte genomförs några åtgärder uppskattats från fastighetsregistreringsregistret för flerbostadshus inom olika åldersklasser.

För solenergi har analyser tagits fram där byggnaders tillgängliga takarea kan användas till antingen solceller eller solfångare eftersom de två solenergiteknikerna är konkurrerande med varandra. Branschorganisationen Svensk Solenergi diskuterar ett långsiktigt mätbart mål att solel ska täcka 10 procent (drygt 10 TWh) av Sveriges totala elanvändning och att solvärme ska täcka 10 procent (knappt 10 TWh) av värmeanvändningen i bostäder och service.

De genomförda analyserna med HEFTIG visar att Svensk Solenergis målsättning är ambitiös men tekniskt möjlig om målet ska nås 2050 enbart genom att installera solenergi på tak. Då behöver ca 50 procent av tillgänglig takarea användas för solel och 25 procent för solvärme. För att uppnå potentialen bör den övervägande andelen av solenergiinstallationerna ske på småhus eftersom de har betydligt större andel tillgänglig takarea. Installation av solenergi är inte lönsamma investeringar med antagna energipriser. En känslighetsanalys visar dock att en liten ändring i energipris kan förändra det resultatet. Det bör noteras att installationskostnader inte ingår i analysen.

Sammanfattning	2
1 Introduktion.....	5
2 Metod	6
2.1 Flerbostadshus	6
2.2 Småhus	7
2.3 Skolor	7
2.4 Kontor.....	8
2.5 Solenergi.....	9
3 Framtagning av åtgärder och åtgärds paket.....	10
3.1 Flerbostadshus	10
3.2 Småhus	17
3.3 Skolor	24
3.4 Kontor.....	29
3.5 Solenergi.....	32
4 Resultat från HEFTIG	36
4.1 Flerbostadshus	36
4.2 Småhus	44
4.3 Skolor	54
4.4 Kontor.....	60
4.5 Solenergi.....	62
Bilaga A - Begrepp och definitioner	68
Bilaga B - Flerbostadshus och småhus.....	71
Bilaga C - Lista över totalprojekt.....	73
Lista över totalprojekt som legat till grund för typskolorna.....	73
Lista över totalprojekt som legat till grund för typkontoret	73

1 Introduktion

HEFTIG 2.0 är ett webb-baserat verktyg, som på ett illustrativt sätt kan redovisa inverkan av energiåtgärder på hela Sveriges bebyggelse:

- Inverkan år för år av enstaka åtgärder eller åtgärdspaket
- För Sveriges alla småhus, flerbostadshus och lokaler
- Eller för urval av vissa lokaltyper och byggårsklasser

HEFTIG passar bäst för att visa inverkan av åtgärder som har ganska stor omfattning, eftersom inverkan visas i relation till all energi i den valda byggnadskategorin.

HEFTIG kan redovisa bebyggelsen och energin för åren 1995 – 2050. Basdata (såväl historikdata som prognoser) utgår från uppgifterna i Energimyndighetens datalager respektive Energimyndighetens långsiktprognoser eller scenarier, samt egna nedbrytningar på åldersklasser etc.

HEFTIG är ett simuleringsprogram där användaren själv definierar alla åtgärders egenskaper vad gäller energiminskning, utrullningstakt, energipriser, kostnader per åtgärd etc. Dessa indata behöver användaren ta fram och lägga in i HEFTIG för att kunna genomföra scenarier. Det har identifierats ett behov av stöd för användaren att genomföra scenarier och därför har i detta projekt en användarguide utvecklats som beskriver handhavandet med programmet HEFTIG. Vidare har ett antal fallstudier genomförts för att visa hur HEFTIG kan användas. Användarguiden redovisas i separat rapport medan genomförande av fallstudier med tillhörande åtgärdspaket redovisas i denna rapport.

Vid utvecklandet av fallstudier identifierades och genomfördes för HEFTIG, förutom några mindre förbättringar, också förbättringar avseende dels ekonomiska beräkningar och dels struktur för lagring. HEFTIG har därför utvecklats med följande funktioner:

- Utveckling av nuvärdesberäkning enligt metoden:

$$\text{Nuvärde} = \frac{\text{investering}}{(1 + \text{ränta})^{\text{år}}}$$

- Det är möjligt att definiera återinvestering med en procentsats för varje åtgärd.
- Beståndet som kallas ”renoverat” har lagrats med en renoverad takt enligt uppgifter som Energimyndigheten har fått från SCB för flerbostadshus baserat på fastighetsregistreringsregistret som visar kostnader för renovering inom olika åldersklasser av flerbostadshus. Samma andel har även definierats som ”renoverat” för lokaler.
- En gemensam area där skapade generella fallstudier kan sparas (här lagras de fallstudier som redovisas i föreliggande rapport).

Vidare har i inledningen av projektet ett antal begrepp och definitioner som används inom energiområdet identifierats och mer tydligt definierats, se *bilaga A*.

De fallstudier som genomförts är två kategorier av bostäder som finns i HEFTIG (flerbostadshus och småhus) och två kategorier av lokaler (skolor och kontor). Där de sistnämnda kategorierna valts eftersom de är vanligt förekommande i lokalbeståndet och att det finns relativt mycket information om energieffektiviseringsåtgärder tillgängligt för dessa kategorier. Dessa fallstudier består av paket av representativa energieffektiviseringsåtgärder för varje byggnadskategori. Ytterligare en fallstudie har genomförts för installation av solenergi (som en enskild åtgärd) för samtliga byggnadskategorier.

Avsikten är att det ska vara enkelt att i fortsatta analyser testa andra antaganden eller förutsättningar för varje fallstudie genom att använda och utveckla de fallstudier som lagrats i HEFTIG. Till exempel

är det möjligt att kombinera fallstudier med energieffektiviseringspaket för en enskild byggnadskategori med installation av solenergi.

2 Metod

I detta projekt har vi valt att visa fem olika fallstudier. De fördelas på en för småhus, en för flerbostadshus, två för lokaler, där det ena avser skolor och det andra avser kontor och en fallstudie för solenergi.

Nedan beskrivs de metoder som använts för att ta fram fallstudierna. Då varje kategori byggnader har sina specifika egenskaper samt underlag skiljer sig tillvägagångssättet något.

2.1 Flerbostadshus

Energimyndighetens beställargrupp för flerbostadshus, Bebo, har tagit fram ett typiskt flerbostadshus från miljonprogramperioden. Detta hus har använts som typhus vid bedömningar av energibesparingspotential och kostnader för olika åtgärder. Huset presenteras i *bilaga B*.

Arbetet inleddes med att en Excel-fil som innehöll alla potentiella energieffektiviseringsåtgärder för flerbostadshus skapades. Uppgifter om energieffektivisering och kostnader för de olika åtgärderna hämtades från Stockholms stads rapport *Hållbara städer – Ekonomi och energisatsningar*¹, *Stockholms stads färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050*², examensarbetet *Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus*³, Repab⁴ samt från erfarenheter från Bebos projekt *Halvera mera*⁵.

*Hållbara städer – Ekonomi och energisatsningar*¹ är en sammanställning av erfarenheter från fyra projekt inom Delegationen för Hållbara städer; Hållbara Järva i Stockholm, Hållbara Hilda i Malmö, Hållbara Ålidhem i Umeå samt Mitt Gröna Kvarter i Örebro. Erfarenheter från Hållbara Järva (Kvarnseglet 2, Nystad 7, Nystad 8 och Trondheimsgatan 30) har studerats närmare, och används som underlag i fallstudien.

Stockholms stads färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm år 2050 innefattar bl.a. tre energieffektiviseringsnivåer för befintliga byggnader. Underlaget för dessa tre nivåer har också använts i denna utredning.

Halvera mera är ett projekt inom Bebo där 53 förstudier har genomförts för att visa på hur energianvändningen kan halveras vid renovering av flerbostadshus. Förutom de summerade erfarenheterna från projektet har information från följande förstudier också använts:

- Knivstabostäder
- Kalmarhem
- Västgötagatan 22
- Gamla byn
- Kvalitetsbostäder
- Brf Tosterö
- Bollnäsostäder
- Chalmers studentbostäder
- Väsbyhem
- Falkenberg bostäder
- Klackvägen

¹ Stockholms stads Miljöförvaltning, *Hållbara städer - Ekonomi och energisatsningar*, 2015

² Stockholms stad, *Färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050*, 2013

³Jonasson, J. Nilsson, *Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus*, 2011

⁴ REPAB Fakta 2015 – Underhållskostnader

⁵ Bebo, *Halvera Mera 1+2 - analys*, 2015

- Orrholmen
- Gröna gatan

*Repab*⁶ är en samling med aktuella kostnader, tidsåtgång och intervall för ca 4500 åtgärder. Den tas fram regelbundet av företaget Incit. Repab-sammanställningen är tänkt att användas som stöd vid planering och budgetering av underhåll i en fastighet.

Baserat på de sammanställda uppgifterna har minskat energibehov och investeringskostnader för de olika åtgärderna tagits fram. Kostnaderna är uppdelade på totalkostnad och energikostnad, där energikostnaden avser merkostnaden för att energieffektivisera, jämfört med den alternativåtgärd som annars skulle ha genomförts. På samma sätt har energieffektiviseringen uppskattats som den ytterligare effektivisering som har uppnåtts jämfört med den som ändå hade gjorts med alternativåtgärden.

Åtgärds paket som minskar energianvändningen med 30 procent respektive 50 procent har identifierats. I HEFTIG har åtgärderna lagts in som åtgärds paket, dvs. att fastighetsägaren antas genomföra alla åtgärder i de fall det är praktiskt möjligt.

2.2 Småhus

Typhuset för småhus har hämtats från Boverkets rapport *Teknisk status i den svenska bebyggelsen*. Det aktuella typhuset presenteras i *bilaga B*. Med detta hus som bas har åtgärder, med energieffektiviseringar och kostnader, hämtats från Energimyndighetens beräkningsverktyg Energikalkylen.

Alla kostnader har i detta fall antagits vara energiåtgärdsrelaterade. Åtgärds paket som minskar energianvändningen med 30 procent respektive 50 procent har identifierats. I HEFTIG har åtgärderna lagts in både som åtgärds paket och som enskilda åtgärder. Småhusägare antas oftare än flerbostadshusägare genomföra enskilda åtgärder snarare än stora åtgärds paket, men åtgärds paket har ändå simulerats för småhus för att visa på potentialen.

2.3 Skolor

Inom ramen för BELOKs (Energimyndighetens beställargrupp för lokaler) arbete med totalmetodik och EU- projektet Total Concept har ett flertal energiutredningar genomförts på skolor i Sverige. 16 av dessa projekt har legat till grund för ett energiförbättringsscenario för en typisk svensk skola. Se listan med ingående projekt i *bilaga C*.

Efter en genomgång av det nämnda underlaget kan det konstateras att Sveriges skolor är väldigt lika varandra men samtidigt väldigt olika. Två typer av skolbyggnader är dominerande, skolbyggnader med tegel- eller stenfaser och skolbyggnader med träfaser. Antalet byggnader som utgör en skola varierar i det studerade underlaget från en till åtta. Generellt omfattar träskolorna fler byggnader än stenskolorna. Majoriteten av de svenska skolorna är byggda mellan 1950 och 1980. För att bättre spegla verkligheten har två typskolor skapats: en stenskola och en träskola.

De ovan nämnda rapporterna har studerats och information om byggnadens klimatskal samt energisystem har sammanställts tillsammans med byggår och annan relevant information. I sammanställningen har alla förekommande åtgärder en beskrivning med åtgärdens påverkan på el och värmeanvändning samt teknisk livslängd och investeringskostnad. För de åtta fall där uppgifter om byggherrekostnader saknats har tillägg gjorts med 10 procent medan projekteringskostnader anses ingå i renoveringen ändå och har därför inte tagits med. Osäkerhetspåslag har heller inte tagits med utan

⁶ REPAB Fakta 2015 – Underhållskostnader

anses bli beaktade vid genomförande av känslighetsanalyser. Alla angivna kostnader är exklusive moms.

Energieffektiviseringsåtgärderna i skolorna har sedan delats upp i två olika fallstudier, en för stenskolor och en för träskolor. Där har åtgärderna sedan grupperats i kategorierna ventilation, värme, klimatskal, varmvatten, belysning samt övrigt. Sådana åtgärdsförslag som har ansetts vara för specifika för just den skola de presenterats för har sorterats bort. Åtgärderna har sedan analyserats och de åtgärder som har ansetts vara relevanta har lett till ett konkret åtgärdsförslag. Se mer i *kapitel 3.3*. Åtgärderna för varmvatten och belysning har antagits gälla för alla skolor, oavsett fasadtyp.

Många av de i projektet genomförda beräkningarna bygger på uppskattningar. Den enda viktning som har använts för att ta hänsyn till skolornas varierande storlek är att alla energibesparingar och investeringskostnader har dividerats med A_{temp} . Undantaget är ventilationen där ett försök att uppskatta antalet aggregat av en viss typ har gjorts, se avsnitt *3.3.1*.

Alla kostnader har antagits vara energiåtgärdsrelaterade. I praktiken är det brukligt att dela upp investeringskostnader i underhållskostnad och energikostnad. Underhållskostnad är den del av kostnaden som ändå hade behövt tas vid renovering enligt underhållsplaner och planderade byten medan energikostnaden är den merinvestering som behöver göras för att nå en önskad energiminskning

2.4 Kontor

Inom ramen för BELOKs (Energimyndighetens beställargrupp för lokaler) arbete med totalmetodik och EU- projektet Total Concept har ett flertal energiutredningar genomförts på kontor i Sverige. 13 av dessa projekt har legat till grund för fallstudien som representerar ett typiskt svenskt kontor. Se listan med ingående projekt i *bilaga C*.

De ovan nämnda rapporterna har studerats och information om byggnadens klimatskal samt energisystem har sammanställts tillsammans med byggår och annan relevant information. I sammanställningen har alla förekommande åtgärder en beskrivning med åtgärdens påverkan på el och värmeanvändning samt teknisk livslängd och investeringskostnad. För de fall där uppgifter om byggherrekostnader saknats har tillägg gjorts med 10 procent medan projekteringskostnader anses ingå i renoveringen ändå och har därför inte tagits med. Osäkerhetspåslag har heller inte tagits med utan anses bli beaktade vid genomförande av känslighetsanalyser. Alla angivna kostnader är exklusive moms.

Sedan har energieffektiviseringsåtgärderna grupperats i kategorierna ventilation, värme, klimatskal, varmvatten, belysning samt övrigt. Generella åtgärder har valts för att representera typkontoret medan åtgärdsförslag som ansetts vara specifika för just det kontoret de presenterats för har sorterats bort. Se mer i *kapitel 3.4*.

Många av de i projektet genomförda beräkningarna bygger på uppskattningar. Den enda viktning som har använts för att ta hänsyn till kontorsbyggnadernas varierande storlek är att alla besparingar och kostnader har dividerats med A_{temp} .

Alla kostnader har antagits vara energiåtgärdsrelaterade. I praktiken är det brukligt att dela upp investeringskostnader i underhållskostnad och energikostnad. Underhållskostnad är den del av kostnaden som ändå hade behövt tas vid renovering enligt underhållsplaner och planderade byten medan energikostnaden är den merinvestering som behöver göras för att nå en önskad energiminskning

HEFTIG saknar stöd för fjärrkyla vilket ca 20 procent av Sveriges kontor har.⁷ I de studerade projekten är andelen något högre men för de presenterade åtgärderna har antagits att ca 20 procent av

⁷ Förbättrad energistatistik för lokaler – ”Stegvis STIL” ER 2007:34, Statens energimyndighet 2007

kontoren har fjärrkyla. Notera att detta innebär att besparingen av el överskattas för vissa kylåtgärder i fjärrkylade fastigheter och att lönsamheten underskattas på motsvarande sätt.

2.5 Solenergi

Två scenarier har tagits fram för vardera solel- och solvärmeanläggningar. Det första visar den maximala potentialen för solenergi om all praktiskt tillgänglig takarea på Sveriges lokalbyggnader och bostadshus skulle nyttjas för solceller respektive solvärmeanläggningar. Notera att de två maxscenarierna i praktiken inte går att genomföra samtidigt eftersom de konkurrerar om samma takarea.

Det andra scenariot är ett mer realistiskt scenario där det antas att 25 procent av takarean kommer att användas för solceller respektive solvärmeanläggningar. Minskningen har gjorts med antaganden om inverkan av framtida konkurrens från andra ändamål t.ex. gröna tak eller val av andra förnyelsebara energikällor. I scenarierna har det inte beaktats vilken inverkan eventuella bidrag för installation, elcertifikat eller skatt på producerad el skulle kunna ha. I scenariot med 25 procent kan både solceller och solvärme installeras men då kommer 50 procent av arean användas istället för 25 procent.

Takarean som kan vara lämplig för installation av solenergianläggningar har beräknats. Huvudunderlag för beräkningarna har varit BeBo-rapporten *Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet*⁸. För maxscenariot antas att den arean utnyttjas för antingen solceller för elgenerering eller solfångare för varmvattenproduktion. Vid modulering i fallstudien i HEFTIG redovisas energitillförsel från solenergi som en minskning av fastighetsel för solceller och minskning av varmvatten för solfångare.

⁸ Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet -en nulägesanalys, BeBo-rapport, december 2012, Å. Wahlström, J-O. Dalenbäck, J. Paradis och C. Winkler,

3 Framtagning av åtgärder och åtgärdspaket

3.1 Flerbostadshus

3.1.1 Val av åtgärder

Ventilation

Värmeåtervinning från ventilationen har i flera studier visat sig vara en av nyckelåtgärderna för att nå stora energibesparingar i flerbostadshus. I denna potentiellbedömning har antagits att alla flerbostadshus installerar någon typ av värmeåtervinning på ventilationen, antingen som frånluftsvärmepump (FVP) eller FTX (balanserad från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning).

Klimatskal

Klimatskalet består av tak, fasader, fönster samt dörrar. Tilläggsisolering för att minska värmeförlusterna kan göras av fasader, fönster samt tak/vind. Fönster kan även bytas ut till nya, energieffektiva varianter, liksom dörrar/portar.

Att byta fönster har ur ett livscykelkostnadsperspektiv ofta visat sig vara mer lönsamt än tilläggsisolering av fönster. Därför har inte alternativet att tilläggsisolera fönster inkluderats i något av åtgärdspaketet.

Tilläggsisolering av vinden är en åtgärd som ofta är lönsam, då en väsentlig energieffektivisering kan nås med en förhållandevis låg investeringskostnad. Tilläggsisolering av fasaden är en åtgärd som ofta är dyr, och endast är motiverad att genomföra i samband med att fasaden ändå behöver renoveras av underhållsskäl. I ca 30 procent av byggnaderna finns bevarandekrav som gör en fasadisolering omöjlig.⁹

Värme

En majoritet av de svenska flerbostadshusen värms med fjärrvärme. Aktuella åtgärder på värmesystemet är främst byte av termostatventiler och injustering, samt värmeåtervinning ur frånluften. Även värmeåtervinning ur spillvattnet har tagits med i det mer omfattande åtgärdspaketet.

Vid värmeåtervinning ur frånluften väljer man antingen FVP eller FTX. Frånluftsvärmepumpar är vanligare i högre byggnader, medan FTX oftare installeras i lägre byggnader med upp till 4 våningar.¹⁰

Varmvatten

Installation av snålspolande tappvattenarmaturer bedöms vara en vattenbesparande åtgärd som genomförs vid de flesta renoveringar. Individuell mätning och debitering av varmvatten är inte en lika vanligt förekommande åtgärd, men genomförs vid vissa mer omfattande renoveringar.

Belysning

Belysningen i flerbostadshus är av varierande typ och kvalitet. Att installera närvarostyrning på belysningen i gemensamma utrymmen och att byta ut ljuskällorna mot LED minskar behovet av fastighetsel. Dock är det ofta en ganska hög investering med begränsad ekonomisk vinst.

⁹ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*, 2010

¹⁰ Bebo, *Halvera Mera 1+2 – analys*, 2015

3.1.2 Kostnadsanalys

I Tabell 1 visas den bedömda investeringskostnaden och merkostnaden för de olika åtgärderna. Kostnaderna är angivna i SEK/m² A_{temp}, inklusive moms, då fastighetsbolag inte får dra av momsen för åtgärder på bostäder.

Tabell 1. Investeringskostnad för energiåtgärder i flerbostadshus, SEK/m² A_{temp}, inkl. moms

Åtgärd	Total kostnad	Bedömd merkostnad	Förklaring av merkostnad	Källa
Målning/tätning fönster/dörrar	129	19	Tätning	Repab, ¹¹ Hållbara Järva ¹²
Tilläggsisolering fönster (U=1,7)	493	322		Diana Avasoo, WSP
Fönsterbyte (U=1,0)	1058	275	Jämfört med att byta till U=1,5	Repab, Hållbara Järva, Halvera mera, Info från leverantörer
Nya entré-/källardörrar	58	48		Repab, Hållbara Järva
Fasadisolering, 100 mm	686	520	Isolering + justeringar av fönster/taksprång	Repab, Hållbara Järva
Vindsisolering, 300 mm	42	42		Webbkalkyl ¹³
FTX 85 %	800	565	Borträknat nytt F-aggregat och rengöring kanaler	Hållbara Järva, Halvera mera
Tryckstyrda fläktar	55	55		Halvera mera
Injustering ventilationssystem	10	0	Underhållsåtgärd	Repab, Halvera mera
FVP, COP 3,0	296	296		Färdplanen, ¹⁴ Halvera mera
Värmeväxlare spillvatten	56	56		Hållbara Järva, Halvera mera
Byte termostater/ventiler + injustering av värmesystemet	73	73	Underhållsåtgärd	Repab, Färdplanen, Halvera mera
Snålspolande armaturer	18	18		Repa, Hållbara Järva
IMD varmvatten	56	56		Hållbara Järva, Halvera mera
Lågenergilampor	5	0	Underhållsåtgärd	Repab, Färdplanen
Närvarostyrd LED	26	23	Jämfört med att byta till lågenergilampor	Repab, Färdplan, Halvera mera

3.1.3. Energibesparingar

I Tabell 2 beskrivs hur stor energieffektivisering som en åtgärd beräknas ge, samt ”merbesparingen”, dvs. den energieffektivisering som sker utöver alternativinvesteringen. Effektiviseringen är angiven i kWh/m² A_{temp} och avser den uppskattade energibesparingen om åtgärder genomförs som en enskild åtgärd.

¹¹ REPAB Fakta 2015 – Underhållskostnader

¹² Stockholms stads Miljöförvaltning, *Hållbara städer - Ekonomi och energisatsningar, 2015*

¹³ Energirådgivningen, <http://iis.energiradgivningen.se/misc/www/kalkyler/isolera/isolera.html>

¹⁴ Stockholms stad, *Färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050, 2013*

Tabell 2. Energibesparingar i flerbostadshus, kWh/m²Atemp

Åtgärd	Total besparing	Bedömd merbesparing	Förklaring av merbesparing	Källa
Målning/tätning fönster/dörrar	Värme: 2	Värme: 2		Färdplanen
Tilläggsisolering fönster (U-värde: 3>1,5)	Värme: 15	Värme: 15		WSP kalkyl
Fönsterbyte (U-värde: 3>0,9)	Värme: 23	Värme: 6	Jämfört med att byta till U=1,5	WSP kalkyl
Nya entré-/källardörrar	Värme: 5	Värme: 5		Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus ¹⁵ BeBo strategistudie, ¹⁶ Hållbara Järva
Fasadisolering, 100 mm	Värme: 12	Värme: 12		Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus BeBo strategistudie, Halvera mera
Vindsisolering, 300 mm	Värme: 7	Värme: 7		BeBo strategistudie, Färdplanen, Halvera mera
FTX 85 %	Värme:34 El: -4	Värme:34 El: -4		Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus, BeBo strategistudie, Halvera mera
Tryckstyrda fläktar	El: 4	El: 4		Halvera mera
Injustering ventilationssystem	Värme: 5	Värme: 5		Halvera mera
FVP, COP 3,0	Värme:48 El: -16	Värme:48 El: -16		Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus Färdplanen, BeBo strategistudie, Halvera mera
Värmeväxlare spillvatten	Värme: 5	Värme: 5		BeBo strategistudie Stockholms stads färdplan, Halvera mera
Byte termostater/ventiler + injustering värmesystemet	Värme: 13	Värme: 13		Färdplanen, Halvera mera
Snålspolande armaturer	Varmvatten: 6	Varmvatten: 6		Färdplanen, Halvera mera
IMD varmvatten	Varmvatten: 5	Varmvatten: 5		BeBo strategistudie, Hållbara Järva, Halvera mera
Lågenergilampor	El: 1	El: 1		Färdplanen
Närvarostyrd LED	El: 2	El: 1	Jämfört med att byta till lågenergilampor	BeBo strategistudie, Halvera mera

¹⁵ Jonasson, J. Nilsson, T. *Energieffektivisering av rekordårens flerbostadshus*, 2011

¹⁶ Bebo *Strategistudie – Kartläggning av teknikområden*, 2012

3.1.4 Lönsamhetsberäkningar

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts som LCC-beräkningar med verktyget EdKalkyl.¹⁷ Energifpriserna är hämtade från Energimyndighetens och Boverkets Kontrollstation 2015 och inkluderar moms. Livslängderna är i enlighet med EBPR och (EU) 2012/C 115/01, där livslängder för fasta konstruktioner sätts till 40 år och livslängder för installationer sätts till 20 år. Indata till lönsamhetsberäkningarna redovisas i *Tabell 3* nedan.

Tabell 3. Indata till lönsamhetsberäkningar för flerbostadshus.

Kalkylränta	4 %
Elpris	1,46 SEK/kWh
Fjärrvärmepris	0,89 SEK/kWh
Energifprisökning	0 %
Livslängder	
<i>Fönsterbyte, Vinds- och Fasadisolering</i>	40 år
<i>Byta dörrar</i>	40 år
<i>Tätning fönster/fasad</i>	20 år
<i>Tilläggsisolering fönster</i>	40 år
<i>FTX (inkl. tilluftskanaler)</i>	40 år
<i>Värmeväxlare spillvatten</i>	20 år
<i>Frånluftsvärmepump</i>	20 år
<i>Tryckstyrd fläktmotor</i>	20 år
<i>Varvtalsstyrd cirkulationspump</i>	20 år
<i>Termostatventiler och injustering</i>	20 år
<i>Snålspolande armatur, IMD varmvatten</i>	20 år
<i>Närvarostyrd LED</i>	20 år
<i>Lågenergibelysning</i>	20 år

Vid lönsamhetsberäkningarna har endast merkostnaden för energieffektiviseringen använts. I *Tabell 4* nedan ses nuvärdet för respektive åtgärd.

¹⁷ EdKalkyl, Energimyndigheten, www.energimyndigheten.se

Tabell 4. Nuvärde för energieffektiviseringsåtgärder i flerbostadshus

Åtgärd	Nuvärde, inkl moms (kSEK)
Målning/tätning fönster/dörrar	9
Tilläggsisolering fönster	-34
Fönsterbyte	-279
Nya entré-/källardörrar	67
Fasadisolering, 100 mm	-509
Vindsisolering, 300 mm	135
FTX 85 %	-39
Tryckstyrda fläktar	40
Injustering ventilationssystem	100
FVP, COP 3,0	-176
Värmeväxlare spillvatten	7
Byte termostater/ventiler + Injustering värmesystem	259
Snålspolande armaturer	69
IMD varmvatten	29
Lågenergilampor	33
Närvarostyrd LED	-4

3.1.5 Åtgärdspaket

Åtgärdspaken har tagits fram för dels en lönsam energieffektivisering, som uppnår ca 30 % energibesparing, och dels en energieffektivisering ”Extra allt” som visar på den maximala besparingspotentialen. Den totala energieffektiviseringen för paketen är summerad så att energibesparingen för respektive åtgärd är nedräknad efter hur stor procentuell besparing tidigare genomförda åtgärder inneburit.

Paket för 30 procent energieffektivisering

- Vindsisolering, 300 mm lösull
- Målning + tätning fönster
- Nya entré-/källardörrar
- Byte termostater/ventiler + Injustering värmesystem
- Injustering ventilationssystem
- Snålspolande armaturer
- Närvarostyrd LED
- FVP, COP 3,0

Energieffektivisering: 30 procent

Total renoveringskostnad: 6 000 SEK/m² (Enligt Hem för miljoner)¹⁸

Varav merkostnad för energieffektivisering: 520 SEK/m² (9 procent)

Nuvärde: 460 kSEK

Paket ”Extra allt”

- Fasadisolering 100 mm
- Vindsisolering, 300 mm lösull
- Byte av fönster, U=1,0
- Nya entré-/källardörrar
- Byte termostater/ventiler + Injustering värmesystem
- Injustering ventilationssystem

¹⁸ SABO, Hem för miljoner – förutsättningar för upprustning av rekordårens bostäder, 2009

- IMD VV
- Avlopps-VVX
- Snålspolande armaturer
- Närvarostyrd LED
- FVP, COP 3,0 *eller* FTX 85 procent

Energieffektivisering:

- Åtgärds paket med FTX: 53 procent
- Åtgärds paket med FVP 51 procent

Total renoveringskostnad: 12 000 SEK/m² (Enligt Hem för miljoner)

Varav merkostnad för energieffektivisering: FTX: 1 650 SEK/m² (14 procent)

FVP: 1 450 SEK/m² (12 procent)

Nuvärde: FTX: -120 kSEK

FVP: -255 kSEK

3.1.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar

Ombyggd andel

Effektiviseringstakten enligt *business as usual*-fallet antas kunna likställas med att en viss andel av den totala bebyggelsen redan är renoverad, och att de renoverade byggnaderna inte är aktuell för renovering på nytt före år 2050. Denna andel antas vara samtliga byggnader som enligt fastighetsregeringsregistret år 2014 har renoverats till en kostnad motsvarande 70 procent av nybyggnadspris, 75 procent av de byggnader som renoverats till en kostnad motsvarande 20-69 procent av nyproduktionspris, och 25 procent av de byggnader som renoverats till en kostnad motsvarande 1-19 procent av nyproduktionspris.^{19,20} Andel renoverade byggnader visas i *Tabell 5* nedan.

Tabell 5. Andel flerbostadshus som antas vara renoverade

Byggår	Andel renoverad (%)
Före 1940	12,4
1941-60	12,4
1961-70	16,9
1971-80	11,6
1981-90	1,8
1991-2000	1,8
2001-10	1,8
Efter 2011	1,8

Utrullningstakt

En utrullningstakt för åtgärderna har beräknats baserat på antagandet att byggnader från 1950-talet renoveras under den kommande 20-årsperioden, byggnader från miljonprogrammet (1961-1975) renoveras under den kommande 10-årsperioden och övriga byggnader har en renoveringscykel på 40 år. Detta medför att byggnader uppförda 1981 eller senare inte kommer att börja renoveras förrän efter 2020.

¹⁹ SABO, Hem för miljoner – förutsättningar för upprustning av rekordårens bostäder, 2009

²⁰ Värderingsenheter (flerbostadshus) med typkoderna 320 (Hyreshusenhet, huvudsakligen bostäder) och 321 (Hyreshusenhet, bostäder och lokaler). De taxeringsenheter som är under byggande är exkluderade i denna sammanställning.

Fasadisolering antas kunna utföras i endast 70 procent av byggnaderna. Denna begränsning motiveras med bevarandekrav (underlag hämtat från Boverkets BETSI-utredning)²¹. Detta har lagts in som en begränsad utrullning, dvs. att utrullningen av åtgärden fasadisolering slutar när 70 procent i respektive årskategori har tilläggsisolerat fasaden. Det medför att utrullningstakten blir något långsammare än om fasadisolering hade genomförts i samtliga byggnader.

Den antagna utrullningstakten redovisas i *Tabell 6*.

Tabell 6. Utrullningstakt för fasadisolering för flerbostadshus.

Byggnadsår	Utan hänsyn till bevarandekrav	Med hänsyn till bevarandekrav
Före 1940	2,50 %	1,70 %
1941-60	3,75 %	2,60 %
1961-70	10,00 %	7,00 %
1971-80	7,38 %	5,15 %
1981-90	2,50 %	1,70 %
1991-2000	2,50 %	1,70 %
2001-10	2,50 %	1,70 %
Efter 2011	2,50 %	1,70 %

FVP eller FTX

Vid en analys av Halvera mera-projekten har det framkommit att fastighetsägare oftare väljer FTX i lägre byggnader och i större utsträckning väljer FVP högre byggnader. I *Tabell 7* nedan ses fördelningen.

Tabell 7. Andel av projekten i Halvera mera som installerar FVP respektive FTX, i relation till antal våningar.

	1-4 våningar	5 våningar el. fler
FVP	40 %	73 %
FTX	60 %	27 %

Genom att korrelera detta med hur många våningar ett flerbostadshus har kan man räkna fram hur många byggnader som kan antas installera FVP respektive FTX.^{22, 23} Detta visas i *Tabell 8* nedan.

Tabell 8. Fördelning av flerbostadshusbeståndet efter antal våningar, samt antagande om hur många som väljer FVP respektive FTX.

	1-4 våningar	5 våningar el. fler	FVP	FTX
Före 1940	71 %	29 %	49 %	51 %
1941-60	82 %	18 %	46 %	54 %
1961-70	62 %	38 %	53 %	47 %
1971-80	65 %	35 %	52 %	48 %
1981-90	66 %	34 %	51 %	49 %
1991-2000	63 %	37 %	52 %	48 %
2001-07	38 %	62 %	60 %	40 %

Fördelningen mellan FVP och FTX blir enligt antagandet ovan cirka 50/50 för alla år. Fördelningen för byggnader uppförda under perioden 2001-2007 antas kunna förlängas till 2010. Efter år 2011 antas alla nybyggda flerbostadshus redan ha någon form av värmeåtervinning installerat. Detta ger en ungefärlig utrullningstakt enligt *Tabell 9* nedan.

Tabell 9. Utrullningstakt för FTX respektive FVP i flerbostadshus.

²¹ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI, 2010*

²² Reppen, L. Björk, C. Kallstenius, P. *Så byggdes husen 1880- 2000*

²³ SCB, *Bostads- och byggnadsstatistik årsbok 2010*

	FTX	FVP
Före 1940	1,25 %	1,25 %
1941-60	2,03 %	1,68 %
1961-70	4,70 %	5,30 %
1971-80	3,69 %	3,69 %
1981-90	1,25 %	1,25 %
1991-2000	1,25 %	1,25 %
2001-10	1,0 %	1,5 %
Efter 2011	0,0 %	0,0 %

3.2 Småhus

3.2.1 Val av åtgärder

Ventilation

De flesta småhus byggda före år 1975 har självdragsventilation, medan de som är byggda efter 1975 i större utsträckning har mekanisk frånluftsventilation. Boverket redovisade i projektet BETSI att många småhus har undermålig ventilation, och installation av mekanisk frånluft kommer troligtvis att vara aktuell i en stor andel av småhusen med självdrag.²⁴ Detta kommer att medföra en ökad energianvändning, något som emellertid inte har medräknats i denna simulering.

Klimatskalet

Klimatskalet är byggnadens yttre skydd och innefattar främst tak, fasader, fönster samt dörrar. Tilläggsisolering för att minska värmeförlusterna kan göras av fasader, fönster samt tak/vind. Fönster kan även bytas till nya, energieffektiva varianter, liksom dörrar/portar.

Åtgärder på klimatskalet är ofta kostsamma, och bedöms därför genomföras relativt sällan som enskild åtgärd. I ca 25 procent av byggnaderna finns bevarandekrav som gör en fasadisolering omöjlig.²⁴

Tilläggsisolering av fönster är enligt Energimyndighetens beräkningsprogram Energikalkyl mycket mindre lönsamt än att byta fönster.²⁵ Därför har endast alternativet att byta fönster inkluderats i åtgärds paketet.

Värme

Småhusen värms framförallt med el, i vissa fall i kombination med biobränsle. Cirka hälften av småhusen har en värmepump av någon typ.²⁶ Dessa kommer inte att installera någon ytterligare värmepump. Övriga byggnader antas komma att installera en luft/luftvärmepump, eller en bergvärmepump.

Varmvatten

Installation av snålspolande tappvattenarmaturer bedöms vara en vattenbesparande åtgärd som genomförs vid de flesta renoveringar. I de byggnader som har mekanisk frånluftsventilation antas en frånluftsvärmepump för varmvattnet installeras.

Belysning

Belysningen i småhus är av varierande typ och kvalitet. Att byta ut lampor till mer energieffektiva varianter antas genomföras på de 10 lampor som används mest.

3.2.2 Kostnadsanalys

Investeringskostnaden för de olika åtgärderna redovisas i *Tabell 10* nedan.

²⁴ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI 2010*

²⁵ www.energikalkylen.energimyndigheten.se

²⁶ ES2015:06 Energistatistik för småhus 2014

Tabell 10. Investeringskostnad för energiåtgärder i småhus, SEK/m² A_{temp}, inkl. moms.

Åtgärd	Total kostnad	Källa
Isolering väggar	300	Energikalkylen, typhus
Isolering tak	90,6	Energikalkylen, typhus
Isolerglas i befintlig båge	150	Energikalkylen, typhus
Byte fönster, U<1,2	87,5	Energikalkylen, typhus
Reglersystem för innetemp.	78,1	Energikalkylen, typhus
Kyl/frys	56,3	Energikalkylen, typhus
Diskmaskin	34,4	Energikalkylen, typhus
Snålspolande dusch	37,5	Energikalkylen, typhus
FVP varmvatten	250	Energikalkylen, typhus
Luft/luft-VP	140,6	Energikalkylen, typhus
Glödlampor > lågenergilampor	4,1	Energikalkylen, typhus
Bergvärmepump	875	Energikalkylen, typhus

3.2.3. Energibesparingar

I *Tabell 11* nedan beskrivs hur stor energieffektivisering som en åtgärd beräknas ge. Effektiviseringen är angiven i kWh/m² A_{temp}.

Tabell 11. Energibesparingar i småhus, kWh/m²A_{temp}.

Åtgärd	Total besparing	Källa
Isolering väggar	Värme: 7,0	Energikalkylen, typhus
Isolering tak	Värme:3,5	Energikalkylen, typhus
Isolerglas i befintlig båge	Värme:2,6	Energikalkylen, typhus
Byte fönster, U<1,2	Värme:10,4	Energikalkylen, typhus
Reglersystem för innetemp.	Värme:4,6	Energikalkylen, typhus
Kyl/frys	El: 1,1	Energikalkylen, typhus
Diskmaskin	El: 0,6	Energikalkylen, typhus
Snålspolande dusch	Varmvatten: 7,3	Energikalkylen, typhus
FVP varmvatten	Varmvatten:14,4 El: -4,8	Energikalkylen, typhus Egen beräkning
Luft/luft-VP	Värme:41,1 El: -13,8	Energikalkylen, typhus Egen beräkning
Glödlampor > lågenergilampor	El: 1,4	Energikalkylen, typhus
Bergvärmepump	Värme:65 Varmvatten:10; El: -25	Energikalkylen, typhus Egen beräkning

3.2.4 Lönsamhetsberäkningar

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts som LCC-beräkningar med Energimyndighetens verktyg EdKalkyl. Indata till lönsamhetsberäkningarna redovisas i *Tabell 12* nedan. Energipriserna är hämtade från Energimyndighetens och Boverkets Kontrollstation 2015 och inkluderar moms. Livslängderna är i enlighet med EBPR och (EU) 2012/C 115/01²⁷, där livslängder för fasta konstruktioner sätts till 40 år och livslängder för installationer sätts till 20 år.

²⁷ [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012XC0419\(02\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012XC0419(02))

Tabell 12. Indata till lönsamhetsberäkningar för småhus.

Kalkylränta	4 %
Elpris	1,46 SEK/kWh
Fjärrvärmepris	0,89 SEK/kWh
Energiprisökning	0 %
Livslängder	
<i>Isolering väggar</i>	40 år
<i>Isolering tak</i>	40 år
<i>Isolerglas i befintlig båge</i>	20 år
<i>Byte fönster, U<1,2</i>	40 år
<i>Reglersystem för innetemp.</i>	20 år
<i>Kyl/frys</i>	20 år
<i>Diskmaskin</i>	20 år
<i>Snålspolande dusch</i>	20 år
<i>FVP varmvatten</i>	20 år
<i>Luft/luft-VP</i>	20 år
<i>Glödlampor > lågenergilampor</i>	20 år
<i>Bergvärmepump</i>	20 år

Vid lönsamhetsberäkningarna har antagits att både uppvärmning av huset och av varmvatten sker med direktverkande el. I *Tabell 13* nedan ses nuvärdet för respektive åtgärd.

Tabell 13. Nuvärde för energiåtgärder i småhus.

Åtgärd	Nuvärde, inkl. moms (kSEK)
Isolering väggar	- 16
Isolering tak	2
Isolerglas i befintlig båge	- 12
Byte fönster, U<1,2	34
Reglersystem för innetemp.	40
Kyl/frys	- 6
Diskmaskin	- 4
Snålspolande dusch	17
FVP varmvatten	- 60
Luft/luft-VP	65
Glödlampor > lågenergilampor	4
Bergvärmepump	12

3.2.5 Åtgärdspaket

För småhus har två åtgärdspaket tagits fram. Ett för energibesparing på ca 30 procent och ett åtgärdspaket ”Extra allt” som visar på den maximala besparingspotentialen. Utrullningstakten för åtgärderna antas motsvara omsättningstakten på småhus där två fall har simulerats, ett där åtgärdspaketen antas genomföras i sin helhet vid varje ägarbyte och ett där åtgärderna antas genomföras individuellt med en lägre utrullningstakt för vissa åtgärder. Fallstudien med 30-procent-paketet och en lägre utrullningstakt (enskilda åtgärder genomförs separat) mellan 2015 och 2050 visade sig inte vara lönsamt. Därför togs ytterligare ett åtgärdspaket fram med färre åtgärder (27 procents energibesparing) som med den lägre utrullningstakten under perioden 2015 till 2050 når lönsamhet.

I samtliga fall är den totala energieffektiviseringen för paketen är summerad så att energibesparingen för respektive åtgärd är nedräknad efter hur stor procentuell besparing tidigare genomförda åtgärder inneburit.

Paket: 30 procent energibesparing

- Reglersystem för innetemperatur
- Snålspolande dusch (energieffektiv tappvattenarmatur dusch/bad)
- Byte till lågenergilampor
- Energieffektiv kyl/frys
- Energieffektiv diskmaskin
- FVP varmvatten
- Luft/luft-VP

Energibesparing: 31 procent

Total investeringskostnad: 580 SEK/m²

Nuvärde: 56 kSEK per småhus

Paket: 27 procent energibesparing - lönsamt

Detta är en reduktion av ovanstående paket, anpassat för att bli lönsamt med den lägre utrullningstakten då åtgärderna genomförs som enskilda åtgärder och inte i paket.

Paketet innehåller:

- Reglersystem för innetemperatur
- Snålspolande dusch (energieffektiv tappvattenarmatur dusch/bad)
- Byte till lågenergilampor
- Energieffektiv kyl/frys
- Luft/luft-VP

Energibesparing: 27 %

Total investeringskostnad: 320 SEK/m²

Nuvärde: 120 kSEK per småhus

Paket: ”Extra allt”

- Tilläggsisolering tak
- Tilläggsisolering fasad
- Byte till energieffektiva fönster
- Reglersystem för innetemperaturstyrning
- Snålspolande dusch (energieffektiv tappvattenarmatur dusch/bad)
- Byte till lågenergilampor
- Energieffektiv kyl/frys
- Energieffektiv diskmaskin

- Bergvärmepump

Energibesparing: 52 procent

Total investeringskostnad: 800 SEK/m²

Nuvärde: 84 kSEK per småhus

3.2.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar

Småhusägare antas oftare genomföra åtgärder en åt gången, snarare än stora åtgärds paket. Dels för att de ofta saknar kapital men även för att de kan känna en oro eller osäkerhet inför att göra större investeringar. I denna simulering visas även den potentiella energibesparingen om småhusägare skulle genomföra åtgärds paket snarare än enskilda åtgärder.

Utrullningstakt – genomförande av enskilda åtgärder

Med utgångspunkten att småhusägare fattar beslut om enskilda åtgärder har antaganden gjorts att utrullningstakten av olika energieffektiviserande åtgärder genomförs i stor utsträckning kopplat till försäljning och köp av småhus.

År 2013 var försäljningen av småhus 55 000, vilket ger en omsättningstakt på ca 3 procent per år.²⁸ Några av dessa småhus kan antas säljas flera gånger under en förhållandevis kort tidsperiod, utan att energieffektiviseringsåtgärder genomförs varje gång. Men detta antas vägas upp av att vissa småhusägare genomför åtgärder utan koppling till överlåtande av huset. Nedanstående antaganden har gjorts angående utrullningen av olika åtgärder.

- Klimatskalsåtgärder och installation av värmepumpar antas genomföras vid en tredjedel av småhusköpen. Detta uppräknas till hälften av småhusköpen, för att även täcka in de småhus som inte säljs men där dessa åtgärder ändå genomförs.
- Övriga åtgärder antas genomföras vid två tredjedelar av småhusköpen. Detta uppräknas till alla småhusköp, för att även täcka in de småhus som inte säljs men där åtgärderna ändå genomförs.
- Småhus byggda före 1975 antas ha självdrag, och kommer därför inte att installera frånluftsvärmepump. Enligt BETSI-rapporten framkommer dock att dessa småhus ofta har undermålig ventilation, varför installation av mekanisk frånluft kommer att vara aktuell vid större renovering.²⁹ Detta kan komma att medföra en ökad energianvändning som inte har medräknats i denna analys.
- Småhus byggda efter 1975 har mekanisk frånluft utan värmeåtervinning, och antas installera frånluftsvärmepump för varmvattnet.
- Hälften av småhusen antas ha installerat någon typ av luftvärmepump³⁰, och kommer därför inte att genomföra installation av värmepump.
- Bergvärmepump antas installeras i de byggnader som har el för uppvärmning, dvs. i cirka hälften av småhusen som installerar någon typ av värmepump.
- Fasadisolering antas kunna genomföras på endast 75 procent av de aktuella småhusen med hänsyn till. bevarandekrav.³¹

I *Tabell 14* nedan ses den antagna utrullningstakten.

²⁸ Svenska mäklarhuset, *Ny statistik – Privatbostäder till ett värde av 274 miljarder bytte ägare under 2013*, 2013, <http://svenskamaklarhuset.se/ny-statistik-privatbostader-till-ett-varde-av-274-miljarder-bytte-agare-2013/>

²⁹ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*

³⁰ ES2015:06 Energistatistik för småhus 2014

³¹ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*

Tabell 14: Antagen utrullningstakt för åtgärder av olika ålder i småhus-fallstudien.

Byggår	Klimatskal	Fasadisolering	Luft/Luft-VP	FVP, varmvatten	BVP	Övriga åtgärder
Före 1940	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0 %	0,7 %	3 %
1941-1960	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0 %	0,7 %	3 %
1961-1970	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0 %	0,7 %	3 %
1971-1980	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0,35 %	0,7 %	3 %
1981-1990	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	3 %
1991-2000	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	3 %
2001-2010	1,4 %	1,05 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	3 %

Utrullningstakt – genomförande av åtgärds paket

Beroende på hur ett renoveringsstöd utformas kan fler småhusägare uppmuntras till att istället genomföra åtgärds paket, och på så vis genomföra fler energieffektiviserande åtgärder. Därför har även detta alternativ analyserats med beräkningsverktyget HEFTIG. I följande avsnitt presenteras de antaganden som gjorts om småhusägare genomför hela åtgärds paket där samtliga av de energieffektiviserande åtgärdena antas genomföras vid varje småhusköp. Fortfarande gäller nedanstående antaganden.

- Småhus byggda före år 1975 antas ha självdagsventilation, och kommer därför inte att installera frånluftsvärmepump. Enligt BETSI-rapporten framkommer dock att dessa småhus ofta har undermålig ventilation, varför installation av mekanisk frånluft kommer att vara aktuellt. Detta kan komma att medföra en ökad energianvändning som inte har medräknats i denna analys.
- Småhus byggda efter år 1975 har mekanisk frånluft utan värmeåtervinning, och antas installera frånluftsvärmepump för varmvattnet.
- Hälften av småhusen antas ha installerat någon typ av luftvärmepump, och kommer därför inte att genomföra installation av värmepump.³²
- Fasadisolering antas kunna genomföras på endast 75 procent av de aktuella småhusen med hänsyn till bevarandekrav.³³

Det ger en utrullningstakt enligt *Tabell 15* nedan.

Tabell 15: Antagen utrullningstakt vid åtgärds paket i småhus-fallstudien.

Byggår	Klimatskal	Fasad-isolering	Luft/Luft-VP	FVP, varmvatten	BVP	Övriga åtgärder
Före 1940	3 %	2,15 %	1,45 %	0 %	1,45 %	3 %
1941-1960	3 %	2,15 %	1,45 %	0 %	1,45 %	3 %
1961-1970	3 %	2,15 %	1,45 %	0 %	1,45 %	3 %
1971-1980	3 %	2,15 %	1,45 %	0,7 %	1,45 %	3 %
1981-1990	3 %	2,15 %	1,45 %	1,45 %	1,45 %	3 %
1991-2000	3 %	2,15 %	1,45 %	1,45 %	1,45 %	3 %
2001-2010	3 %	2,15 %	1,45 %	1,45 %	1,45 %	3 %

³² ES2015:06 Energistatistik för småhus 2014

³³ Boverket; *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*

3.3 Skolor

Av de 16 studerade projekten klassas nio som stenskolor, dvs de har en fasad som till huvuddelen utgörs av sten och/eller tegel samt betong medan sju klassas som träskolor, dvs har en fasad som till huvuddel utgörs av träpanel. Fallstudien för en typskola har därför delats upp i stenskola och träskola. Nedan följer en kort beskrivning av skolornas klimatskal och energisystem, samt vilka åtgärder som är aktuella.

3.3.1 Val av åtgärder

Ventilation

Vid genomgången konstaterades att typskolan har en blandade ventilation där antingen FTX, FT eller F systemen dominerar. FTX finns främst i kök och motionshallar men vissa av byggnaderna har enbart FTX. För två av skolorna ingår inga åtgärder för ventilationen med i underlaget.

För stenskolorna finns totalt 19 åtgärder där FTX aggregat uppgraderas, 14 åtgärder där FT-system ersätts och uppgraderas till FTX samt två där samma sak gjorts för F-system. Med hänsyn tagen till aggregatens fördelning i skolorna fås att stenskolan har tre FTX aggregat som kan uppgraderas, samt två FT-system och ett F-system som kan ersätts och uppgraderas till FTX.

För träskolorna finns totalt 15 åtgärder där FTX aggregat uppgraderas, 11 åtgärder där FT-system ersätts och uppgraderas till FTX samt sex där samma sak görs för F-system. Om sedan hänsyn tas till aggregatens fördelning i skolorna kommer träskolan att ha två FTX aggregat som kan uppgraderas, samt två FT-system och ett F-system som kan ersätts och uppgraderas till FTX.

Klimatskal

Klimatskalet är byggnadens yttre skydd och innefattar främst tak, väggar, fönster samt dörrar. Tilläggsisolering för att minska värmeförlusterna kan göras av väggar samt tak/vind. I sju av de nio stenskolorna lämnas förslag på att tilläggsisolera taken. Därför har åtgärden inkluderats i åtgärds paketet för stenskolan. För träskolorna är det bara två av sju rapporter som lämnar förslag på att tilläggsisolera taken. Därför har åtgärden inte tagits med i åtgärds paketet för träskolan.

I skolorna förekommer allt från 1-glas fönster till 3-glas. Vanligast är 2-glasfönster eller kopplad 1+1-glasfönster. För att minska värmeförlusterna kan en åtgärd vara att byta ut alla 1 och 2-glas mot moderna 3-glas fönster. Ett alternativ är att i stället sätta in en extra isolerruta. Här väljs det första alternativet för båda sten- och träskolor, då många fönster ändå behöver bytas på grund av ålder.

Värme

I stenskolorna är den dominerade värmekällan fjärrvärme även om pellets pannor förekommer och direktverkande el används i vissa delar. I träskolorna är variationen av värmekällor stor även om de i de studerade fallen finns en dominans av direktverkande el och elpannor. Värmen distribueras sedan via radiatorer och/eller ventilationssystemet. Radiatorens termostater är ofta gamla med dålig funktionalitet. Som åtgärd rekommenderas att alla termostater byts ut samt att värmesystemet justeras.

Andra åtgärder som skulle kunna vara aktuella är utbyte eller frekvensstyrning av pumpar samt i förekommande fall utbyte av kulvertrör. För träskolorna förekommer även många förslag som rör förändringar i värmeproduktionen, men eftersom underlaget är för begränsat för att ta fram en åtgärd lämplig för HEFTIG inkluderas inte en konvertering.

Belysning

Belysningen i de studerade skolorna är av varierande typ och kvalitet. Ofta förekommer en mix av glödljus, lågenergi, T8-lysrör samt T5-lysrör. I klassrum, korridorer m.m. dominerar armaturer med T8-lysrör. Många av de befintliga systemen saknar närvaro- och/eller behovsstyrning.

Utomhusbelysningen är ofta bestyckad med kvicksilverljuskällor eller ljuskällor med äldre högtrycksnatrium teknik.

Belysningen behöver i många skolor bytas ut på grund av ålder och det är en bra energieffektiviseringsåtgärd antingen genom att välja lågenergiarmaturer så som LED-ljuskällor och/eller genom styrning så har detta ändå beaktats. I både sten- och träsolan inkluderas en åtgärd där man byter till modern belysning med styrning samt en där utomhusbelysningen uppgraderas.

Varmvattenanvändning

Bland de ingående skolprojekten finns framförallt två åtgärdsstyper som påverkar varmvattenanvändningen. Antingen så byter man ut armaturerna mot nya snålspolande varianter eller så installerar man strålsamlare i befintliga armaturer. Då den senare åtgärden är mer lönsam, tack vare lägre investeringskostnad, har den inkluderats i åtgärdspaketet.

3.3.2 Kostnadsanalys

I tabellerna nedan presenteras åtgärderna samt deras totalkostnad. Kostnaderna beräknas enligt den metod som beskrevs i *kapitel 2.3*. I tabellerna nedan presenteras åtgärderna samt deras totalkostnad. Som presenterades i *kapitel 2.3* anses åtgärderna för belysning samt varmvatten gälla både för sten- och träsolorna. Samma kostnader har antagits gälla för konvertering från F-ventilation till FTX-ventilation för båda skoltyperna.

Tabell 16: Åtgärds-kostnader Stenskola i SEK/m²A_{temp}, exkl. moms

Åtgärd	Total kostnad	Förklaring	Källa ³⁴
Byte av FT till FTX	295	FTX 80 %, SFP<2	S3, S5, S6, S9, S14
Byte av F till FTX	688	FTX 80 %, SFP<2	S2, S5, S11, S15
Byte av FTX	235	FTX 80 %, SFP<2	S6, S12, S14, S16,
Behovsstyrd ventilation	120		S3, S5, S8, S9, S12, S14
Byte till energieffektivare fönster	307	U=1W/m ² K	S5, S6, S8, S14, S16
Tilläggsisolering tak/vind	100	Totalt 500mm	S3, S4, S5, S6, S8, S12, S16
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	180	3,8W/m ²	S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S11, S12, S14, S15, S16
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	18	Max 20 ⁰ C	S5, S6, S9, S12, S14
Installation av strålsamlare	3,5	Minskning med 10 %	S1, S5, S6, S7, S10, S11, S14
Modern utomhusbelysning	33		S12, S15, S16

³⁴ Källa visar vilka rapporter som använts. Se bilaga C: Lista över totalprojekt.

Tabell 17: Åtgärdskostnader träskola, SEK/m² A_{temp}, exkl. moms

Åtgärd	Total kostnad	Förklaring	Källa ³⁴
Byte av FT till FTX	272	FTX 80 %, SFP<2	S1, S7, S10, S13, S15
Byte av F till FTX	688	FTX 80 %, SFP<2	S2, S5, S11, S15
Byte av FTX	65	FTX 80 %, SFP<2	S1, S10, S13,
Behovsstyrd ventilation	72		S1, S10, S13, S15
Byte till energieffektivare fönster	532	U=1W/m ² K	S1, S10, S13, S15
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	180	3,8W/m ²	S1, S7, S10, S11, S13, S15
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	25	Max 20 ⁰ C	S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S11, S12, S14, S15, S16
Installation av strålsamlare	3,5	Minskning med 10 %	S1, S2, S7, S11, S13, S14
Modern utomhusbelysning	33		S12, S15, S16

3.3.3. Energibesparingar

I Tabell 18 och

Tabell 19 nedan beskrivs hur stor energibesparing som den presenterade åtgärderna beräknas ge. Varje åtgärds besparing gäller i själva åtgärds paketet där de enskilda åtgärderna genomförs i samma ordning som i de två tabellerna, dvs hänsyn har tagits till att åtgärderna påverkar varandra, vilket har kontrollerats med beräkningar i programmet BV2.

Tabell 18: Energibesparingar i stenskolor, kWh/m² A_{temp}.

Åtgärd	Energibesparing	Källa ³⁵
Byte av FT till FTX	Värme: 22	S3, S5, S6, S9, S14
Byte av F till FTX	Värme: 30 Fastighetsel: -2,5	S2, S5, S11, S15
Byte av FTX	Värme: 10 Fastighetsel: 3,5	S6, S12, S14, S16,
Behovsstyrd ventilation	Värme: 15 Fastighetsel: 4	S3, S5, S8, S9, S12, S14
Byte till energieffektivare fönster	Värme: 12	S5, S6, S8, S14, S16
Tilläggsisolering tak/vind	Värme: 6	S3, S4, S5, S6, S8, S12, S16
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	Värme: -3 Verksamhetsel: 5	S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S11, S12, S14, S15, S16
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	Värme: 7	S5, S6, S9, S12, S14
Installation av strålsamlare	Värme till VV: 0,5	S1, S5, S6, S7, S10, S11, S14
Modern utomhusbelysning	Verksamhetsel: 1	S12, S15, S16

³⁵ Källa visar vilka rapporter som använts. Se bilaga C: Lista över totalprojekt.

Tabell 19: Energibesparingar i träsolor, kWh/m² Atemp.

Åtgärd	Energibesparing	Källa ³⁵
Byte av FT till FTX	Värme: 17 Fastighetsel: 1	S1, S7, S10, S13, S15
Byte av F till FTX	Värme: 30 Fastighetsel: -2,5	S2, S5, S11, S15
Byte av FTX	Värme: 5 Fastighetsel: 3	S1, S10, S13,
Behovsstyrd ventilation	Värme: 6,5 Fastighetsel: 2	S1, S10, S13, S15
Byte till energieffektivare fönster	Värme: 16 Fastighetsel: 1	S1, S10, S13, S15
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	Värme: -3 Verksamhetsel: 5	S1, S7, s10, S11, S13, S15
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	Värme: 9	S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S11, S12, S14, S15, S16
Installation av strålsamlare	Värme till VV: 0,5	S1, S2, S7, S11, S13, S14
Modern utomhusbelysning	Verksamhetsel: 1	S12, S15, S16

Om samtliga åtgärder i paketet genomförs så innebär det en energibesparing i genomsnitt på 46 och 42 procent för varje enskild trä- respektive stenskola om man utgår från en typisk kontorsbyggnad enligt STIL2³⁶.

3.3.4 Lönsamhetsberäkningar

De ovan presenterade kostnaderna samt besparingen kommer från redan genomförda projekt, därför görs direkt utvärdering av lönsamhet i HEFTIG. Nuvärden för åtgärderna presenteras i *kapitel 4* Resultat från HEFTIG.

3.3.5 Åtgärds paket

Två åtgärds paket skapas ett för stenskolor och ett för träsolor.

Stenskola

- Å1: Byte av FT till FTX
- Å2: Byte av F till FTX
- Å3: Byte av FTX
- Å4: Behovsstyrd ventilation
- Å5: Byte till energieffektivare fönster
- Å6: Tilläggsisolering tak/vind
- Å7: Modern belysning i klassrum/grupprum/korridorer mm
- Å8: Byte av termostater samt injustering av värmesystemet
- Å9: Installation av strålsamlare
- Å10: Modern utomhusbelysning

³⁶ Energini våra lokaler - resultat från Energimyndighetens STil2-projekt, ET2010:08, Statens energimyndighet 2010

Träskola

- Å1: Byte av FT till FTX
- Å2: Byte av F till FTX
- Å3: Byte av FTX
- Å4: Behovsstyrd ventilation
- Å5: Byte till energieffektivare fönster
- Å6: Modern belysning i klassrum/grupprum/korridorer mm
- Å7: Byte av termostater samt injustering av värmesystemet
- Å8: Installation av strålsamlare
- Å9: Modern utomhusbelysning

3.3.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar

Ekonomiska aspekter

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts med HEFTIG. För lönsamhetsberäkningarna har värdena i *Tabell 20* använts.

Tabell 20: Indata för lönsamhetsberäkningar

Kalkylränta	4 %
Elpris	1,1 SEK/kWh*
Fjärrvärmepris	0,67 SEK/kWh*
Energiprisökning	0 %
Livslängder	
<i>Byte av FT till FTX</i>	40 år
<i>Byte av F till FTX</i>	40 år
<i>Byte av FTX</i>	40 år
<i>Behovsstyrd ventilation</i>	10 år
<i>Byte till energieffektivare fönster</i>	40 år
<i>Tilläggsisolering tak/vind</i>	40 år
<i>Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm</i>	15 år
<i>Byte av termostater samt injustering av värmesystemet</i>	10 år
<i>Installation av strålsamlare</i>	20 år
<i>Modern utomhusbelysning</i>	15 år

*Energipriset är exklusive moms

Vid beräkningarna har hela kostnaden tagits med.

Ombyggnad andel

De värden som har räknats fram för andel ombyggda flerbostadshus i avsnitt *3.1.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar*, antas gälla även för fallstudien för skolorna.

Utrullningstakt

En utrullningstakt för åtgärderna har beräknats baserat på antagandet att byggnader från 1950-talet renoveras under den kommande 20-årsperioden, byggnader från miljonprogrammet (1961-1975) renoveras under den kommande 10-årsperioden och övriga byggnader har en renoveringscykel på 40 år. Det ger samma värden som för flerbostadshusen. Slutligen antas att 70 procent av skolorna i Sverige ingår i kategorin stenskolor och 30 procent i kategorin träskolor. Antagandet baseras på att lokalförvaltningen i Göteborgs och Skolfastigheter i Stockholm har övervägande stenskolor men att förskolor oftare har träfasader.

3.4 Kontor

3.4.1 Val av åtgärder

Ventilation

Jämfört med ventilationen i de svenska skolorna så är ventilationssystemen i kontorslokaler mer homogena. De flesta kontor har ett eller flera större ventilationssystem med någon form av återvinning. De ventilationsåtgärder som föreslås för fallstudien för kontor går ut på att byta ut FT-system till FTX eller att byta fläktar och värmeväxlare i FTX-system. I vissa fall föreslås även att flera aggregat slås ihop till ett nytt. I åtgärds paketet har det antagits att ett typiskt kontor har tre ventilationsaggregat där fläktar byts ut och värmeväxlare uppgraderas eller installeras.

Andra vanliga åtgärder för ventilation i kontor är behovsanpassning både i form av flödesreduktioner och driftidsförändringar. Därför inkluderas också en åtgärd för att behovsanpassad ventilationen i åtgärds paketet för typkontoret. Noterbart är att den andra ventilationsåtgärden ovan är kopplad till utbytet/upprustningen av aggregat vilken påverkar energibesparingen.

Klimatskal

Klimatskalet är byggnadens yttre skydd och innefattar främst tak, väggar, fönster samt dörrar. Tilläggsisolering för att minska värmeförlusterna i kontor kan göras av väggar samt tak/vind. Då tilläggsisolering av tak endast föreslås i tre av de studerade rapporterna och väggar i två, har dessa åtgärder inte inkluderats i typskolans åtgärds paket.

Kontorsbyggnadernas fönster har till stor del två eller tre glas. För att minska värmeförlusterna kan en åtgärd vara att byta ut alla 2-glasfönster och äldre 3-glasfönster till moderna 3-glasfönster. Ett alternativ är att i stället sätta in en extra isolerruta. Fönsterbyte har valts för typskolans åtgärds paket.

Värme

I svenska kontor är den dominerade uppvärmningsformen fjärrvärme. Värmen distribueras sedan via radiatorer och/eller ventilationssystemet. I fem av de studerade projekten föreslås förändringar som påverkar värmeproduktionen eller distributionen, men de är av väldigt varierande typ och har därför inte inkluderats för typkontoret.

Vidare är det troligt är att radiatorernas termostater ofta är gamla med dålig funktionalitet och att värmesystemen även är i behov av injustering, precis som i skolorna. Dock återfinns sådana åtgärder enbart för ett av de 13 studerade kontoren och inte heller denna åtgärd har inkluderats för typkontoret.

Kyla

Klimatkyla står för en stor andel av energianvändningen i svenska kontor. Kyla köps antingen in som fjärrkyla eller produceras från el i kylmaskiner i den aktuella byggnaden. Av de studerade 13 kontoren har sju stycken fjärrkyla medan snittet i Sverige är ca 20 procent³⁷. HEFTIG saknar i dagsläget stöd för scenarier med fjärrkyla. Det innebär att energibesparingar av fjärrkyla inte syns i ett scenario till skillnad från om kylan är producerad med hjälp av el. Tvärr medför det att en stor del av den besparingspotential för klimatkyla som finns i svenska kontor inte kan visualiseras i HEFTIG.

För de kontor som redan har egen elproducerad klimatkyla installerad finns en besparingspotential i HEFTIG i form av driftoptimering. Åtgärden anses inte gälla för alla kontorslokaler, varför en lägre antagen utrullningstakt har använts för just denna åtgärd för typkontoret.

Belysning

Belysningssystemen på kontoren i de studerade rapporterna håller en god standard. Många av dem har T5-lysrörssystem, men det finns utrymme för att förbättra styrningen. Eftersom större delen av belysningen antas tillhöra kontorens hyresgäster görs åtgärder till största del som en hyresgästanpassning. I simuleringarna presenteras två separata belysningsåtgärder, en för

³⁷ Förbättrad energistatistik för lokaler – ”Stegvis STIL” ER 2007:34, Statens energimyndighet 2007

gemensamma utrymmen där elen klassas som fastighetsel och en för hyresgästernas areor där elen klassas som verksamhetsel.

Varmvattenanvändningen

Tre av de studerade rapporterna presenterar åtgärder för att minska vattenanvändningen, och endast för två av projekten är informationen fullständig. Eftersom varmvattenanvändningen är en så liten del av ett kontors energianvändning presenteras inget åtgärdsförslag inom denna kategori i åtgärds paketet för typkontor.

3.4.2 Kostnadsanalys

Kostnaderna beräknas enligt metoden beskriven i *avsnitt 2.4*. I tabellen nedan presenteras åtgärderna i typkontoret samt deras totalkostnad.

Tabell 21: Åtgärds kostnader Kontor, SEK/m² A_{temp}, exkl. moms

Åtgärd	Total kostnad	Förklaring	Källa ³⁸
Uppgradering av ventilationssystemen	276	FTX 80 %, SFP<2	K3, K4, K5, K6, K9, K10, K12
Behovsanpassad och styrning av ventilation	19,5		K1, K2, K5, K7, K8, K10, K11, K12, K13
Byte till energieffektivare fönster	411	U=1W/m ² K	K1, K3, K5, K6, K7 K9, K10
Driftoptimering av kylan	11		K2, K3, K7, K8, K10, K11
Uppgradering av belysningen i allmänna utrymmen	85	Minska till ca 2 W/m ²	K2, K3, K4, K5, K6, K12
Uppgradering av belysningen i kontorsytor	161	Minska till ca 3,8W/m ²	K2, K5, K6

3.4.3. Energibesparingar

I *tabell 22* nedan beskrivs hur stor energieffektivisering som den presenterade åtgärderna beräknas ge.

Tabell 22: Energibesparingar kontor

Åtgärd	Värme	Källa ³⁸
Uppgradering av ventilationssystemen	Värme: 15 Fastighetsel: 4	K3, K4, K5, K6, K9, K10, K12
Behovsanpassad och styrning av ventilation	Värme: 9 Fastighetsel: 5	K1, K2, K5, K7, K8, K10, K11, K12, K13
Byte till energieffektivare fönster	Värme: 13 Fastighetsel: 3	K1, K3, K5, K6, K7 K9, K10
Driftoptimering av kylan	Värme: 0,5 Fastighetsel: 1	K2, K3, K7, K8, K10, K11
Uppgradering av belysningen i allmänna utrymmen	Värme: -0,5 Fastighetsel: 4	K2, K3, K4, K5, K6, K12
Uppgradering av belysningen i kontorsytor	Värme: -5 Verksamhetsel: 10	K2, K5, K6

Om samtliga åtgärder i paketet genomförs så innebär det en energibesparing i genomsnitt på 30 procent för varje enskild byggnad om man utgår från en typisk kontorsbyggnad enligt STIL2³⁹.

³⁸ Källa visar vilka rapporter som använts. Se kapitel: Lista över totalprojekt.

³⁹ Energini våra lokaler - resultat från Energimyndighetens STil2-projekt, ET2010:08, Statens energimyndighet 2010

3.4.4 Lönsamhetsberäkningar

De ovan presenterade kostnaderna samt besparingen kommer från redan genomförda projekt, därför görs direkt utvärdering av lönsamhet i HEFTIG. Nuvärden för åtgärderna presenteras i *kapitel 4* Resultat från HEFTIG.

3.4.5 Åtgärdspaket

Ett åtgärdspaket skapas för kontoren med följande åtgärder:

- Å1: Uppgradering av ventilationssystemen
- Å2: Behovsanpassad och styrning av ventilation
- Å3: Byte till energieffektivare fönster
- Å4: Driftoptimering av kylan
- Å5: Uppgradering av belysningen i allmänna utrymmen

3.4.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar

Ekonomiska aspekter

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts med HEFTIG. För lönsamhetsberäkningarna har värden i *Tabell 23* använts.

Tabell 23: Indata för lönsamhetsberäkningar

Kalkylränta	4 %
Elpris	1,1 SEK/kWh*
Fjärrvärmepris	0,67 SEK/kWh*
Energiprisökning	0 %
Livslängder	
<i>Uppgradering av ventilationssystemen</i>	40 år
<i>Behovsanpassad och styrning av ventilation</i>	10 år
<i>Byte till energieffektivare fönster</i>	40 år
<i>Driftoptimering av kylan</i>	10 år
<i>Uppgradering av belysningen i allmänna utrymmen</i>	15 år
<i>Uppgradering av belysningen i kontorsytor</i>	15 år

*Energipriset är exklusive moms

Vid beräkningarna har hela kostnaden för åtgärden tagits med, dvs ingen uppdelning på underhåll eller att renovering ändå ska ske har gjorts.

Ombyggnad andel

De värden som har räknats fram för andel ombyggda flerbostadshus i *kapitel 3.1.6 Antaganden för HEFTIG-beräkningar* antas gälla även för fallstudien för kontorsfastigheter.

Utrullningstakt

En utrullningstakt för åtgärderna har beräknats baserat på antagandet att kontorsfastigheterna renoveras vart tionde år vilket medför att 10 procent renoveras varje år. För åtgärden för kyla används en utrullningstakt på 8 procent, då 80 procent av fastigheterna anses ha elbaserad kyla⁴⁰.

⁴⁰ Förbättrad energistatistik för lokaler – ”Stegvis STIL” ER 2007:34, Statens energimyndighet 2007

3.5 Solenergi

3.5.1 Åtgärder för solenergi

Tillgänglig area

BeBo-rapporten Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet⁴¹ redovisar andelen takarea i Sverige som kan vara lämplig för antingen installation av solceller eller solvärme. Totalt finns enligt rapporten 459 Mm² meter takarea på Sveriges bebyggelse. Av den anses 330 Mm² vara lämplig för solenergi. I *Tabell 24* nedan redovisas takarean inom kategorierna småhus, flerbostadshus samt lokaler.

Tabell 24: Taktytor lämplig för solceller eller solvärme i Mm²

	Bruttoarea	Nettoarea	Andel av total area	Area lämplig för solenergi
Småhus	290	186	0,41	135,3
Flerbostadshus	45	25	0,05	16,5
Lokaler	44	18	0,04	13,2
Summa	379	229	0,5	165
Totalt Sverige	670	459		330

Innan de angivna areavärdena i *Tabell 24* kan användas för ett solenergiscenario måste justeringar göras för att ta hänsyn till den area som redan idag används för solenergianläggningar.

Hur mycket solenergi finns i Sverige idag?

Uppgifter om installerad kapacitet för solel finns men det är svårt att hitta underlag om hur dessa ska fördelas enligt kategorierna ovan. Därför har registret över utdelande elcertifikat använts för att ta fram ett korrigerat underlag⁴².

I elcertifikatregistret är det enkelt att hitta privatpersoner, vilka alla antas vara småhusägare. Därefter har alla bostadsrättsföreningar och fastighetsbolag sorterats ut, och de antas vara flerbostadshus. En felkälla är att det inte går att avgöra om ett fastighetsbolag har en anläggning på ett bostadshus, lokalbyggnad eller inte alls på taket. Samma sak gäller för lokalbyggnaderna. Certifikat som här helt har exkluderats är energibolag samt kända industriföretag. I registret saknas även sådana anläggningar som inte har något elcertifikat. I *Tabell 25* redovisas resultatet från genomgången. Arean är beräknad med antagandet att 1kW_p behöver en yta på 7m².^{41,43}

Tabell 25: Uppskatning av area på dagens solceller

	Effekt [kW]	Area [m ²]
Småhus	24 800	174 000
Flerbostadshus	5 200	36 600
Lokaler	13 800	96 800
Summa	43 800	307 000
Totalt certifikat i Sverige	47 600	

För att beräkna hur stor area med solfångare det finns i Sverige har det grovt antagits att dagens alla solfångare är installerade på småhus. År 2014 hade ca 21 000 småhus solfångare, som i genomsnitt var 9 m² stora.⁴⁴ Det ger en total area på 189 000 m².

⁴¹ Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet, BEBO 2012

⁴² Rekommendation av Daniel Fridberg på Energimyndigheten och professor Jan-Olof Dalenbäck på Chalmers Tekniska Högskola

⁴³ Solceller - En Snabbguide och anbudsformulär, Svensk Solenergi 2011

⁴⁴ ES2015:06 Energistatistik för småhus 2014

Den framräknade arean för dagens solex samt solvärme tas sedan bort från värdena i *Tabell 24*.

Maxkapacitet solex

Av Bebo-rapporten⁴⁵ framgår att endast 80 procent av arean kan användas till aktiva solceller. Det kombinerat med en kapacitet^{45,46} på $1\text{kW}_p/7\text{m}^2$ beräknas ge maxkapaciteten, om all area används för solceller, vilket redovisas i *Tabell 26* samt att en solcell i Sverige antas generera $125\text{ kWh}/\text{m}^2\cdot\text{år}$ ⁴⁷.

Tabell 26: Ytor för solceller samt maximal elgenerering.

	Lämplig area [Mm ²]	Kvarvarande area [Mm ²]	Aktiv solcellsarea [Mm ²]	Max effekt [GW]	Max elgenerering [TWh/år]
Småhus	135,30	134,72	107,95	15,42	13,5
Flerbostadshus	16,50	16,43	13,17	1,88	1,6
Lokaler	13,20	13,09	10,48	1,50	1,3
Summa	165,0	164,24	131,60	18,8	16,4

Maxkapacitet solvärme

Av Bebo-rapporten⁴⁵ framgår att endast 50 procent av solfångararean är aktiv för värmeproduktion. Detta sammanvägt med en värmeproduktionskapacitet på $400\text{ kWh}/\text{m}^2\cdot\text{år}$ ⁴⁵, beräknas ge maxkapaciteten, om all area används för solvärme, vilket redovisas i *Tabell 27*.

Tabell 27: Ytor för solfångare samt maximal värmeproduktion.

	Lämplig area [Mm ²]	Kvarvarande area [Mm ²]	Area för solfångare [Mm ²]	Aktiv solfångararea [Mm ²]	Max värmeproduktion [TWh/år]
Småhus	135,30	134,72	67,65	67,65	27,1
Flerbostadshus	16,50	16,43	8,25	8,25	3,3
Lokaler	13,20	13,09	6,60	6,60	2,6
Summa	165,0	164,24	82,50	82,50	33,0

3.5.2 Antaganden för HEFTIG-beräkningar

Elgenerering och värmeproduktion registreras i HEFTIG som en elbesparing respektive varmvattenbesparing. Men för att kunna använda HEFTIG behövs andelen lämplig takarea i förhållande till A_{temp} . Uppgifter om total A_{temp} finns i HEFTIG för de tre kategorierna: småhus, flerbostadshus samt lokaler.

Ett antagande har gjorts där andel lämplig takarea inom varje kategori divideras med respektive kategoris totala A_{temp} . Dessa faktorer har sedan använts för att beräkna en elbesparing per $\text{m}^2 A_{temp}$ vid installation av solceller. På samma sätt har beräkning för installation av solfångare där åtgärden har registrerats som minskat varmvattenbehov. Resultatet redovisas i *Tabell 28*.

⁴⁵ Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet, BEBO 2012

⁴⁶ Solceller - En Snabbguide och anbudsformulär, Svensk Solenergi 2011

⁴⁷ Snitt i Sverige baserat på källa: Rapport från Svensk solenergi

Tabell 28: Möjlig solcellsarea per $m^2 A_{temp}$

	A_{temp} i HEFTIG 2015 [Mm ²]	Faktor [m ² Solcell/m ² A_{temp}]	Faktor [m ² Solfångare/m ² A_{temp}]
Småhus	293,3	0,37	0,24
Flerbostadshus	209,2	0,06	0,04
Lokaler	133,8	0,08	0,05

Därmed kan producerad energi per $m^2 A_{temp}$ beräknas, vilken presenteras i Tabell 29.

Tabell 29: Energi från solanläggningar per $m^2 A_{temp}$

	Solceller [kWh/m²A_{temp}]	Solfångare [kWh/m²A_{temp}]
Småhus	46	95
Flerbostadshus	8	16
Lokaler	10	20

För vidare simulering i HEFTIG behövs kostnader för energi, livslängd för installationen samt kalkylränta. Energipriserna är hämtade från Energimyndighetens och Boverkets Kontrollstation 2015 och inkluderar moms⁴⁸. Indata återfinns i Tabell 30.

Tabell 30: Indata för kostnadsberäkningar

Kalkylränta	4 %
Elpris	1,46 SEK/kWh
Fjärrvärmepris	0,89 SEK/kWh
Energiprisökning	0 %

Utrullningstakt

I maxscenariot där antas hela den presenterade potentialen täckas med solceller till år 2050. Det gör att 0,13 GW, 0,03 GW respektive 0,04 GW ska installeras på 35 år. I den första simuleringen antas att installationen sker med en linjär utrullningstakt. Samma utrullningstakt väljs för solfångarna.

Tabell 31: Utrullningstakt för solenergi

	Utrullning [GWp/år]	Utrullning [m ² cell/år]	Utrullning [m ² A_{temp} /år]	Andel A_{temp} per år
Småhus	0,13	923 805	8 378 571	3 %
Flerbostadshus	0,03	187 735	5 978 000	3 %
Lokaler	0,04	269 330	3 821 429	3 %

Då aren i 25 procent scenariot redan är minskad under uträkningen används samma utrullningstakt även där.

⁴⁸ Energimyndighetens och Boverkets Kontrollstation 2015.

3.5.3 Kostnadsanalys

Energimyndigheten har uppskattat att installationskostnaden för ett Villasystem på högst 5 kW ligger på 16 000 SEK/kW och att system större än 50 kW på 14 000 SEK/kW exklusive moms.⁴⁹ Baserat på detta har det antagits att systemen för småhus ha en investeringskostnad på 20 000 SEK/kW medan övriga har en investeringskostnad på 17 500 SEK/kW inklusive moms. För solfångarna används en investeringskostnad på 5 000 SEK/kW inklusive moms.⁴⁹ Kostnaderna för både solceller och solfångare är utan någon form av investeringsstöd. Dessutom ingår inte installationskostnader eftersom de gäller per anläggning och inte är direkt proportionellt mot takarea. Använda kostnader återfinns i *Tabell 32*.

Tabell 32: Kostnader för solenergianläggningar, SEK/m² A_{temp}, inkl. moms

	Kostnad per A _{temp} Solceller	Kostnad per A _{temp} Solfångare
Småhus	1 052	1 048
Flerbostadshus	157	174
Lokaler	196	221

3.5.4 Åtgärds paket

Två olika åtgärds paket har skapats. Det ena indikerar den maximala potentialen för solceller och solvärme på taken till Sveriges lokalbyggnader samt bostadshus. Det andra är ett mer realistiskt scenario där det antas att en fjärdedel av arean kommer att användas för solenergianläggningar. Scenariot för 25 procent installation har genererats på samma sätt som beskrivits ovan men med skillnaden att den aktiva arean i *Tabell 26* och *Tabell 27* har minskats till 25 procent. Indata till HEFTIG-beräkningarna redovisas i *Tabell 33*.

Tabell 33: Indata till åtgärds paketerna i HEFTIG

	Solceller-max			Solfångare-Max		
	Elbesparing [kWh/m ² A _{temp}]	Kostnad [SEK/ A _{temp}]	Livs-längd	Värmebesparing [kWh/m ² A _{temp}]	Kostnad [SEK/ A _{temp}]	Livs-längd
Småhus	46	1 052	20	95	1 191	20
Flerbostadshus	8	157	20	16	198	20
Lokaler	10	196	20	20	251	20

	Solceller-25 %			Solfångare-25 %		
	Elbesparing [kWh/m ² A _{temp}]	Kostnad [SEK/ A _{temp}]	Livslängd	Värmebesparing [kWh/m ² A _{temp}]	Kostnad [SEK/ A _{temp}]	Livslängd
Småhus	18	421	20	38	476	20
Flerbostadshus	3	63	20	6	79	20
Lokaler	4	78	20	8	100	20

3.5.5 Lönsamhetsberäkningar

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts direkt med HEFTIG. Nuvärden för åtgärderna presenteras i *kapitel 4* Resultat från HEFTIG.

⁴⁹ Energimyndigheten: Uppföljning av utvecklingen för investeringar i solenergi (ER 2014:29)

4 Resultat från HEFTIG

4.1 Flerbostadshus

4.1.1 Åtgärds paket 30 procent

- Investeringskostnad, hela beståndet: 84 400 MSEK
- Energieffektivisering, hela beståndet: 27 procent
- Nuvärde, hela beståndet: 23 700 MSEK

Elanvändning

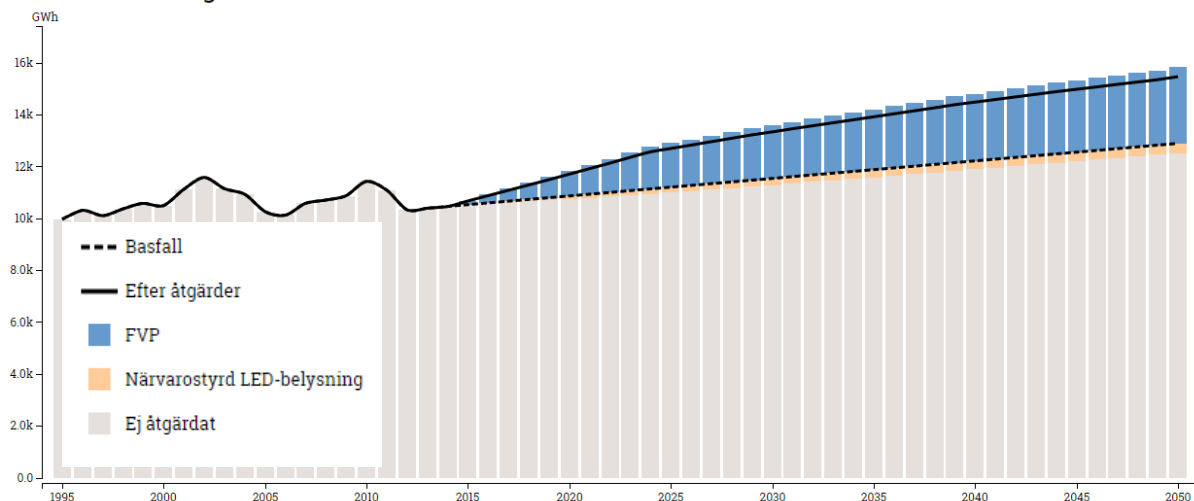


Diagram 1: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

All köpt värme

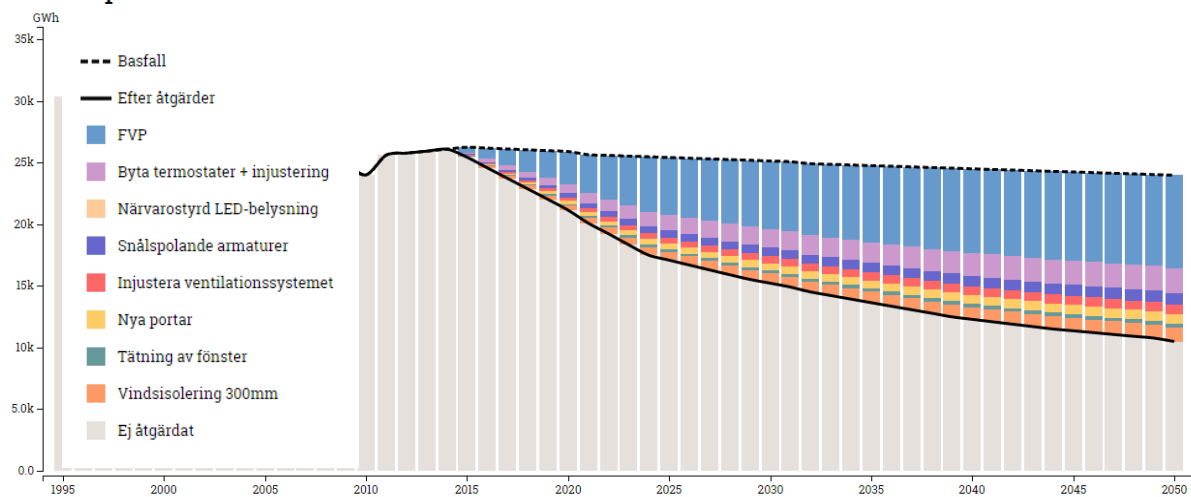


Diagram 2: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet mellan år 2015 och 2050

Diagram 1 och 2 visar att om samtliga åtgärder genomförs, det vill säga 27 procent besparing av energianvändning i flerbostadshusen, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 35 procent och samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 51 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

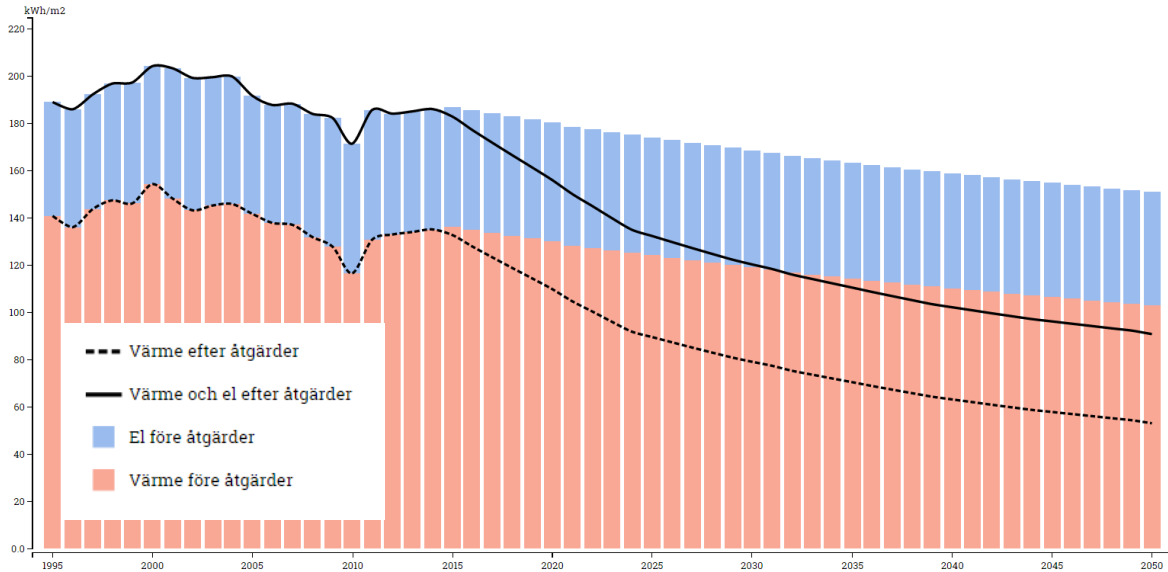


Diagram 3: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

Kostnader

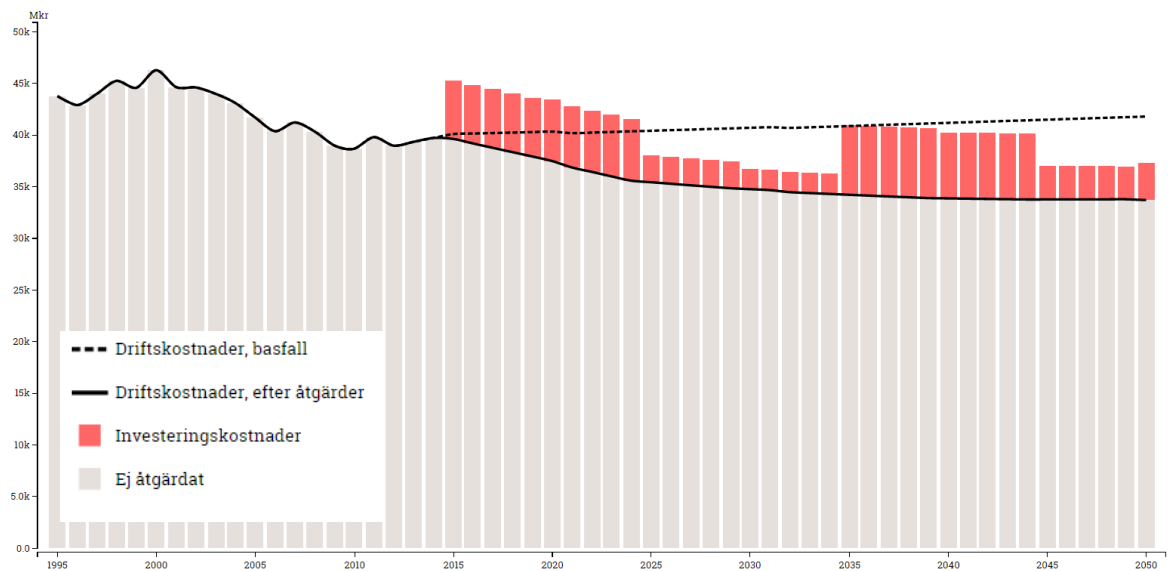


Diagram 4: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

4.1.2 Åtgärds paket "Extra allt" - FTX och FVP

- Investeringskostnad, hela beståndet: 176 000 MSEK
- Energieffektivisering, hela beståndet: 44 procent
- Nuvärde, hela beståndet: 8 500 MSEK

Elanvändning

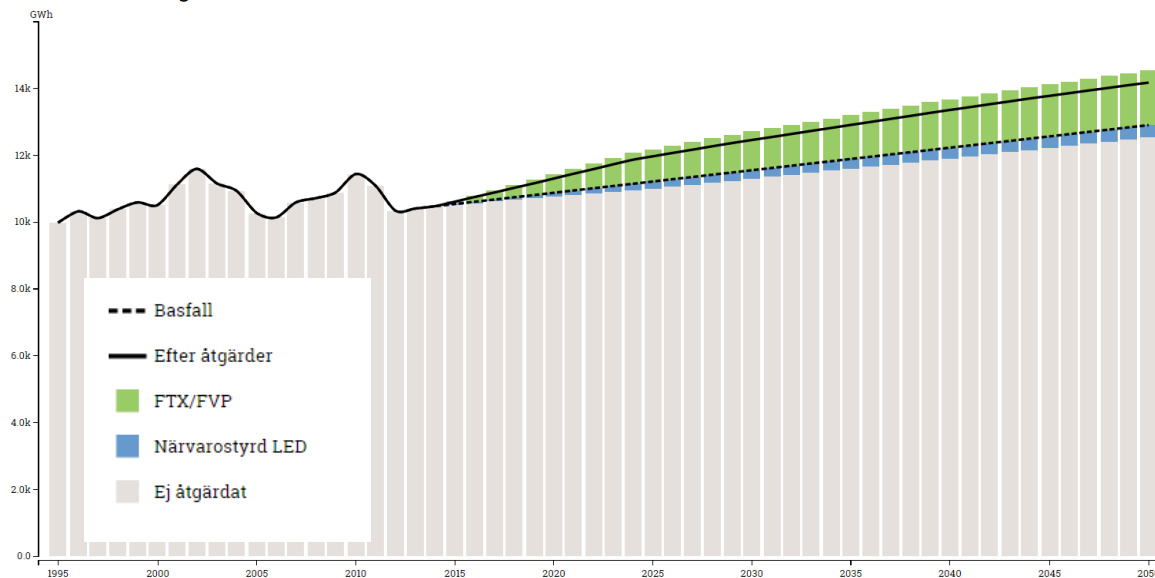


Diagram 5: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

All köpt värme

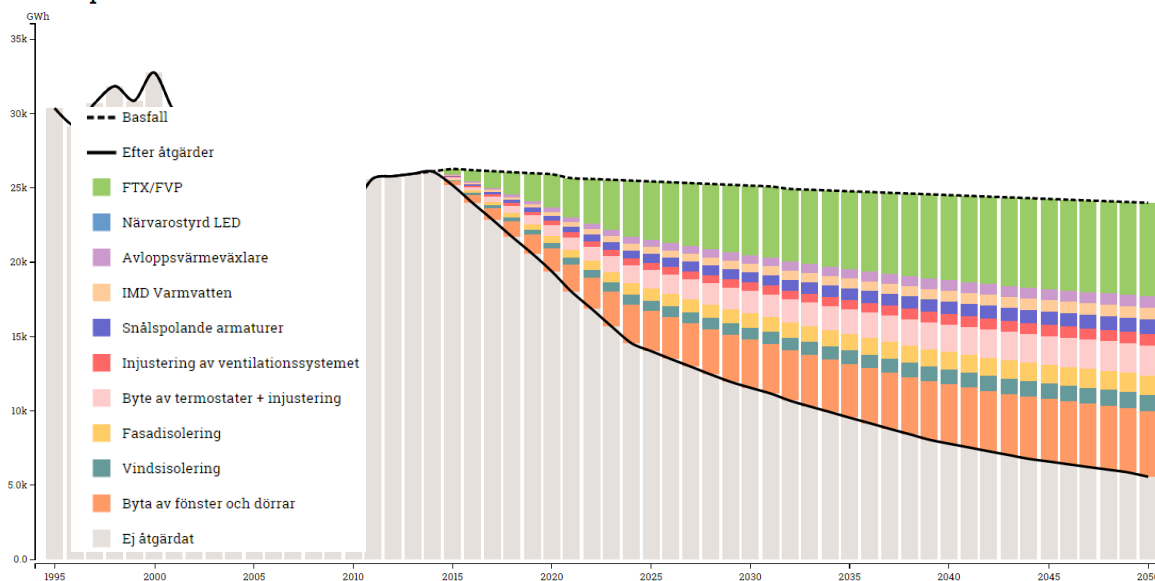


Diagram 6: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 5 och 6 visar att om samtliga åtgärder genomförs, dvs 44 procent total besparing av energianvändning i flerbostadshusen, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 24 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 77 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

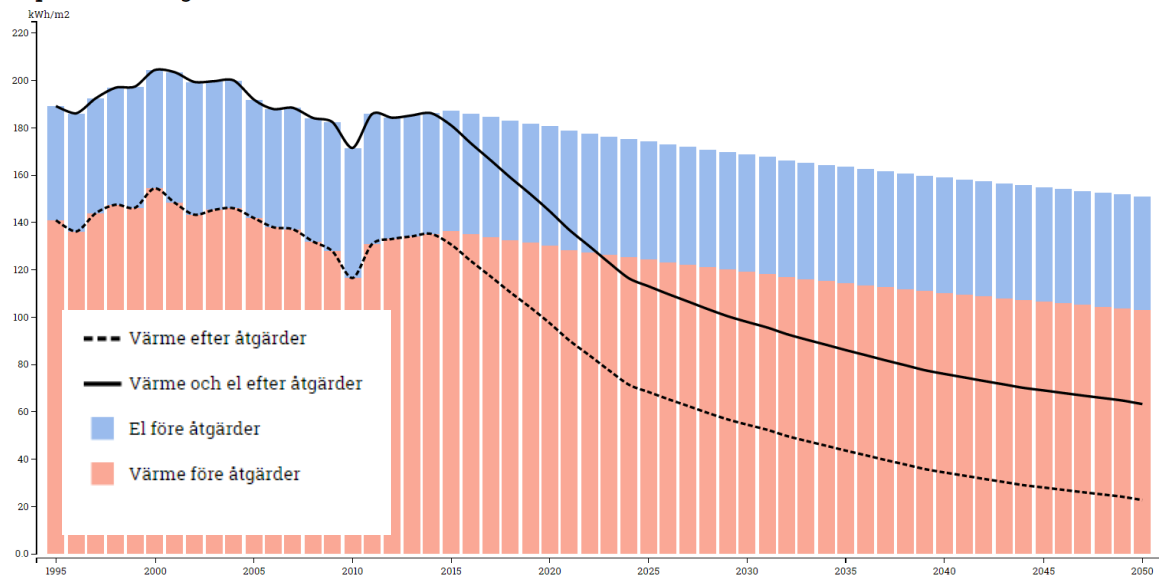


Diagram 7: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

Kostnader

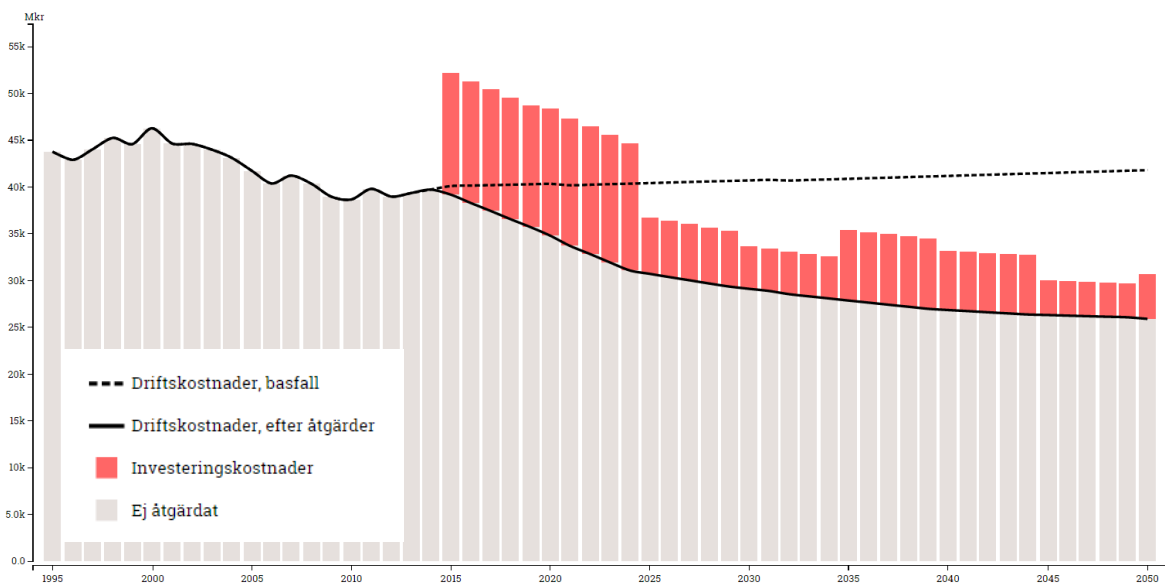


Diagram 8: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

4.1.3 Åtgärds paket "Extra allt" - bara FVP

- Investeringskostnad, hela beståndet: 163 400 MSEK
- Energieffektivisering, hela beståndet: 39 procent
- Nuvärde, hela beståndet: -15 800 MSEK

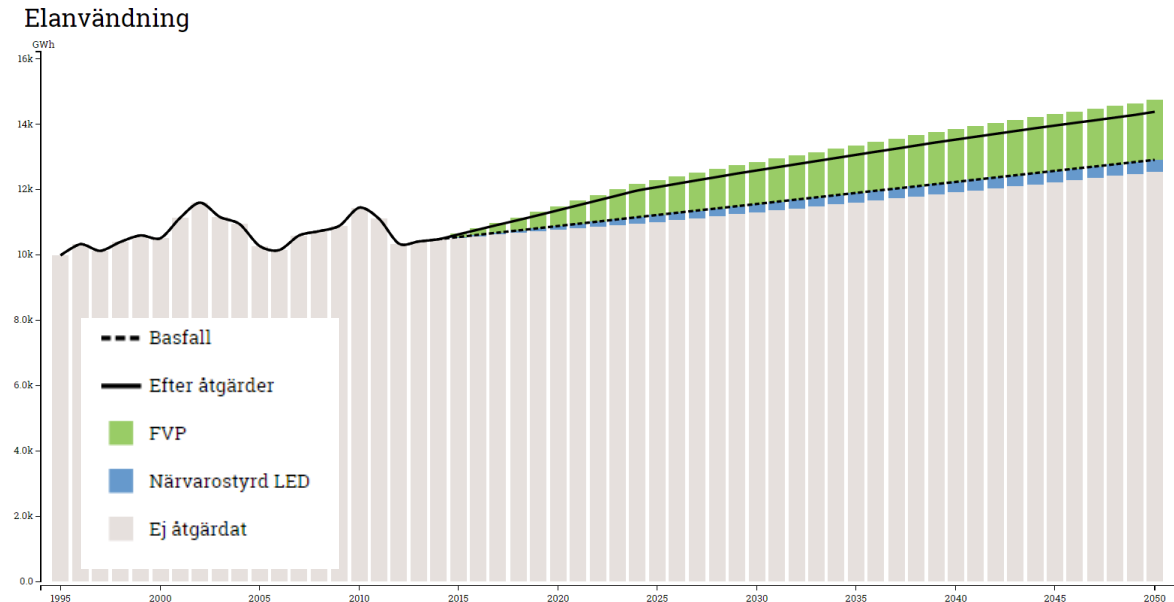


Diagram 9: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

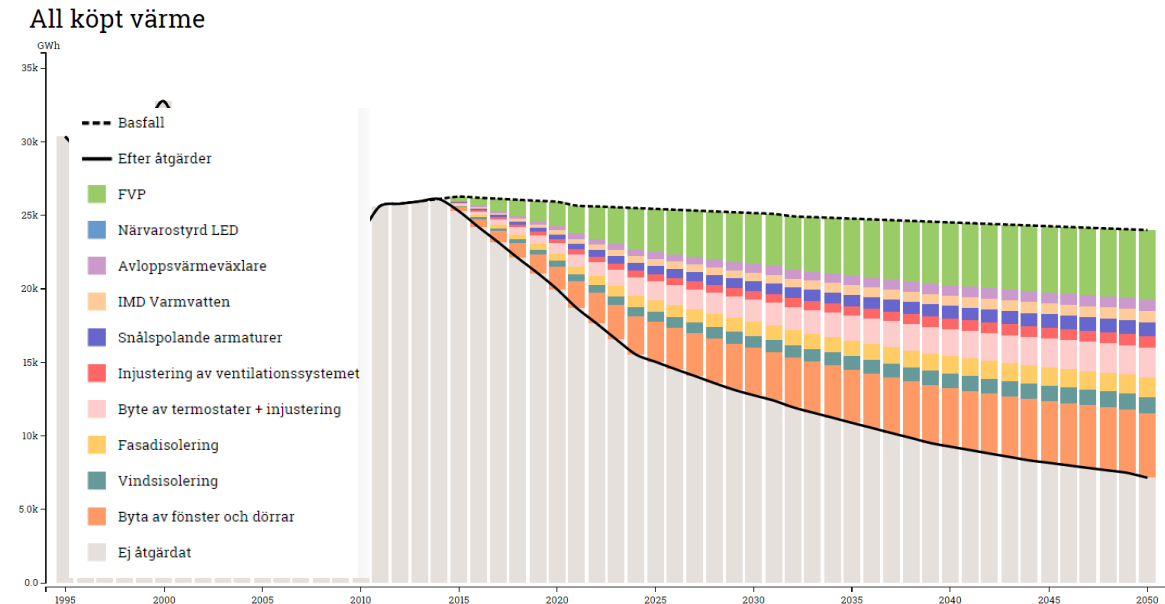


Diagram 10: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

Diagram 9 och 10 visar att om samtliga åtgärder genomförs, det vill säga 39 procent total besparing av energianvändning i flerbostadshusen, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 18 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 44 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

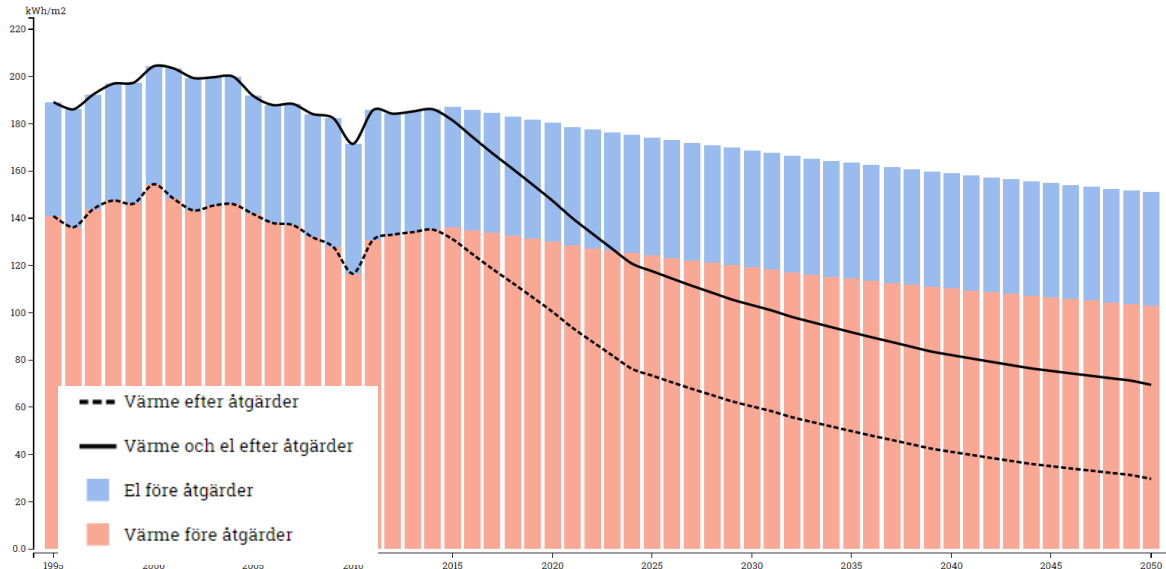


Diagram 11: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

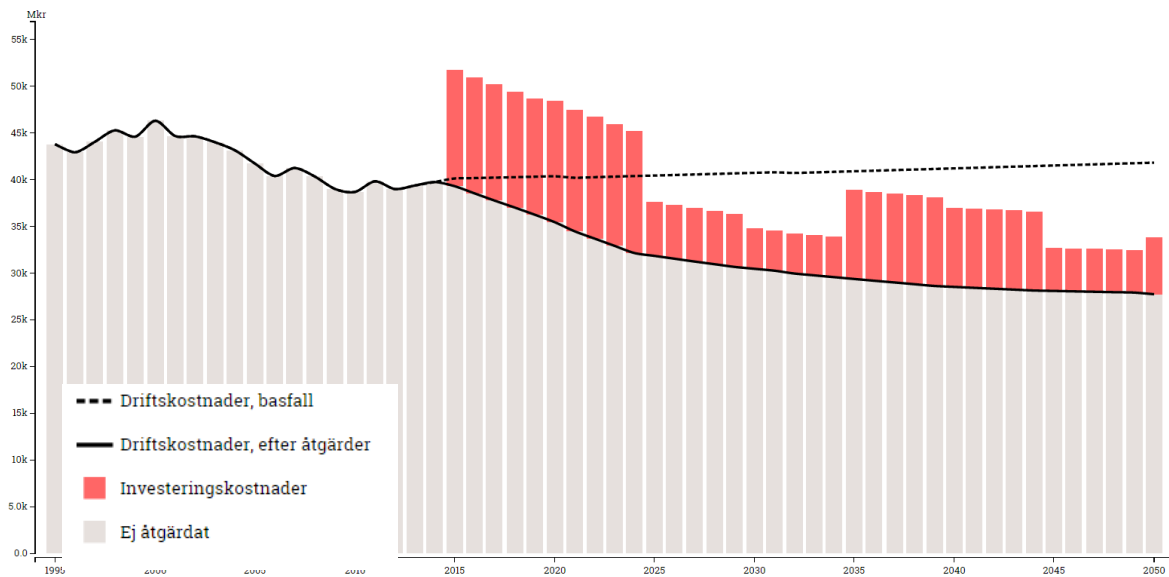


Diagram 12: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050

4.1.4 Åtgärds paket "Extra allt" - bara FTX

- Investeringskostnad, hela beståndet: 192 600 MSEK
- Energieffektivisering, hela beståndet: 45 procent
- Nuvärde, hela beståndet: 6 600 MSEK

Elanvändning

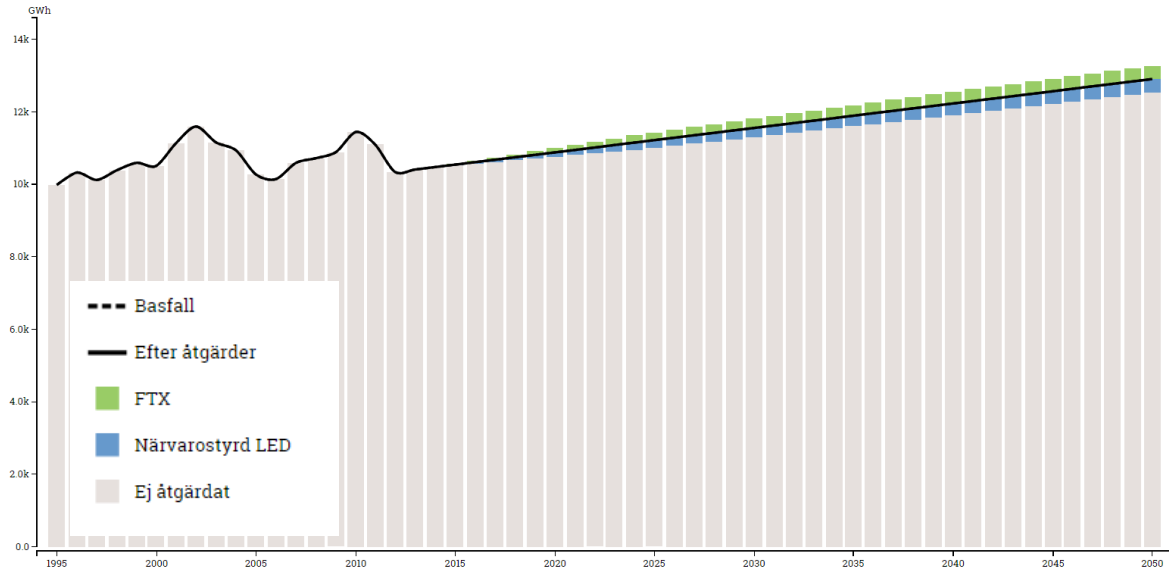


Diagram 13: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

All köpt värme

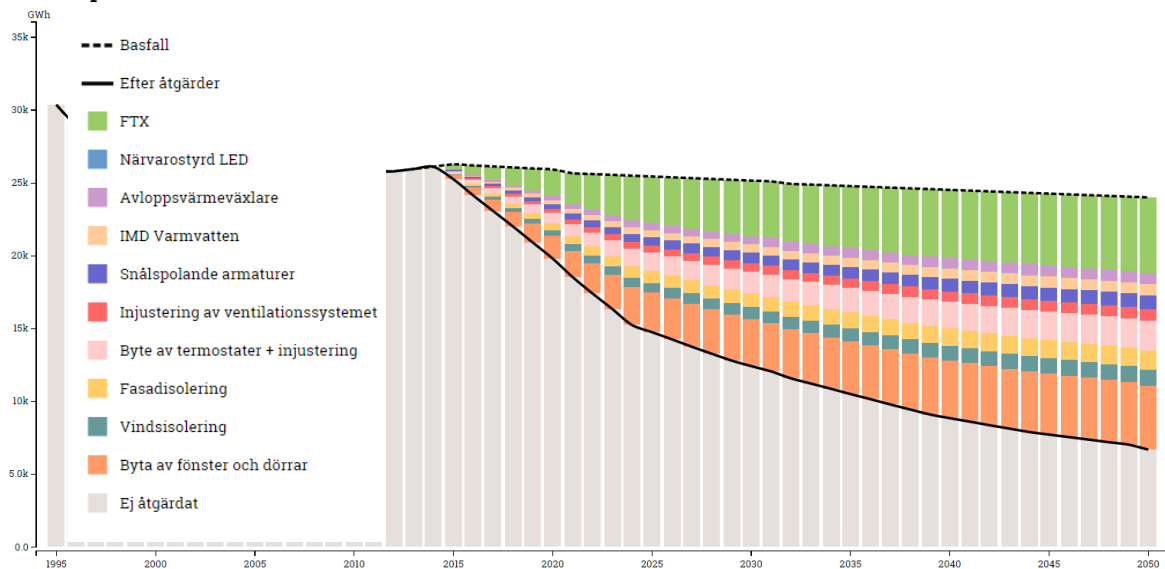


Diagram 14: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 13 och 14 visar att om samtliga åtgärder genomförs, dvs 45 procent total besparing av energianvändning i flerbostadshusen, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 13 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 72 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

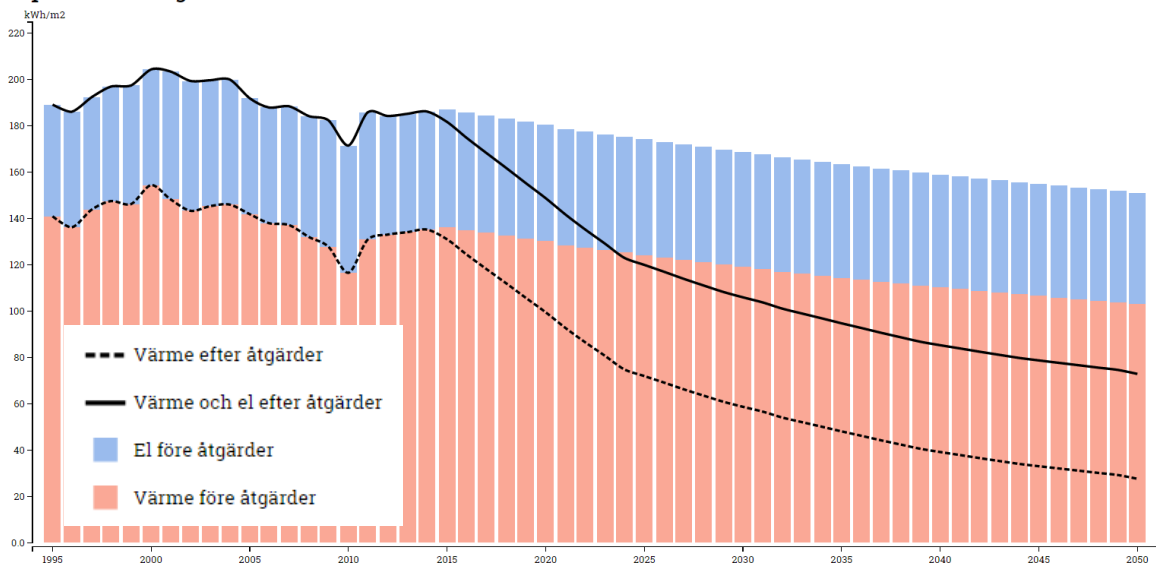


Diagram 15: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

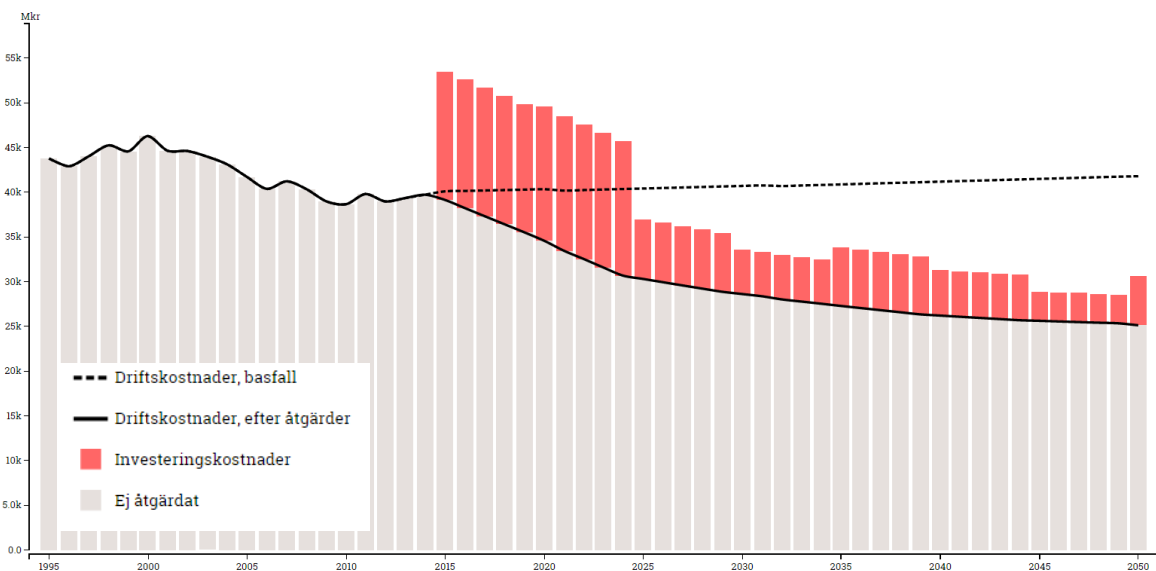


Diagram 16: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet i flerbostadshus mellan år 2015 och 2050.

4.2 Småhus

4.2.1 Enskilda åtgärder ur 30 procents-paketet

- Investeringskostnad, hela beståndet: 55 000 MSEK
- Energibesparing, hela beståndet: 22 procent
- Nuvärde, hela beståndet: -3 000 MSEK

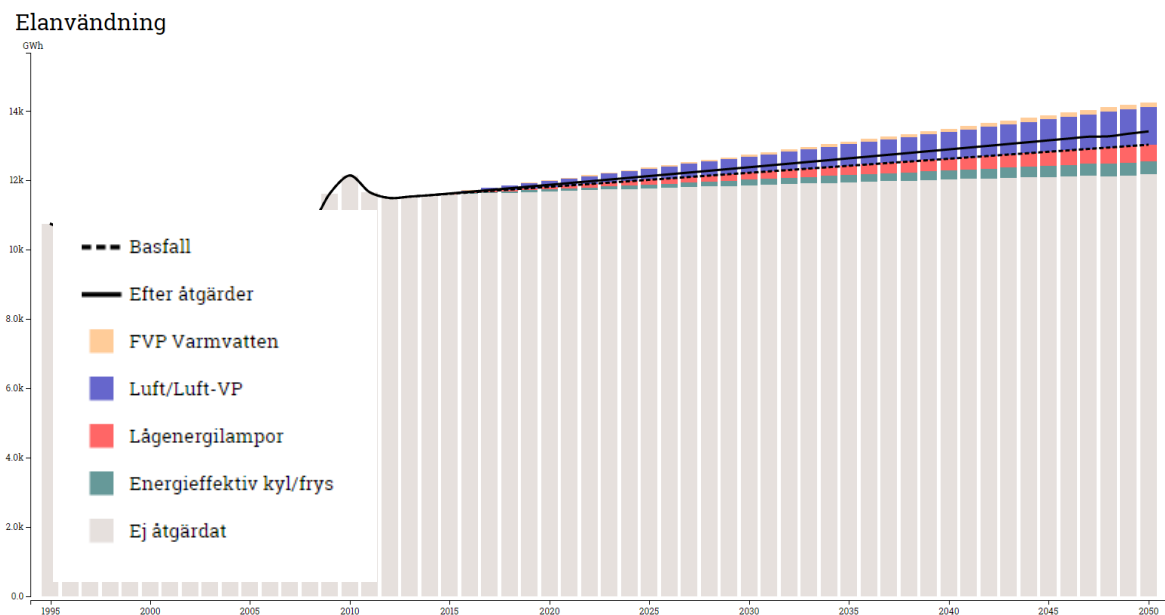


Diagram 17: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

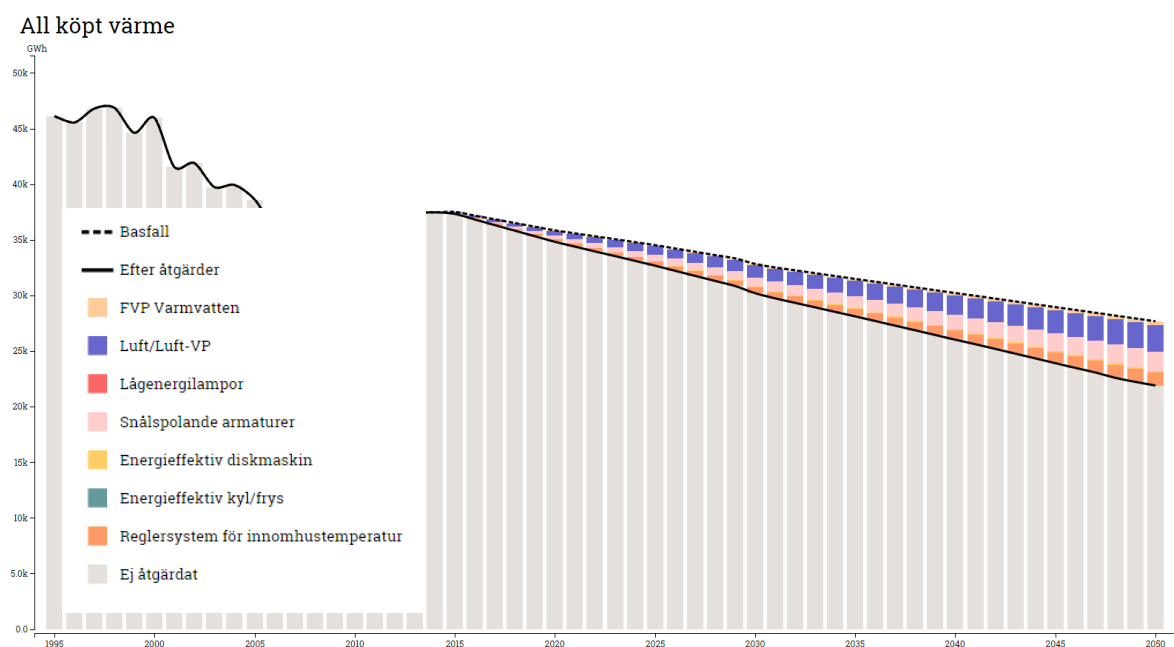
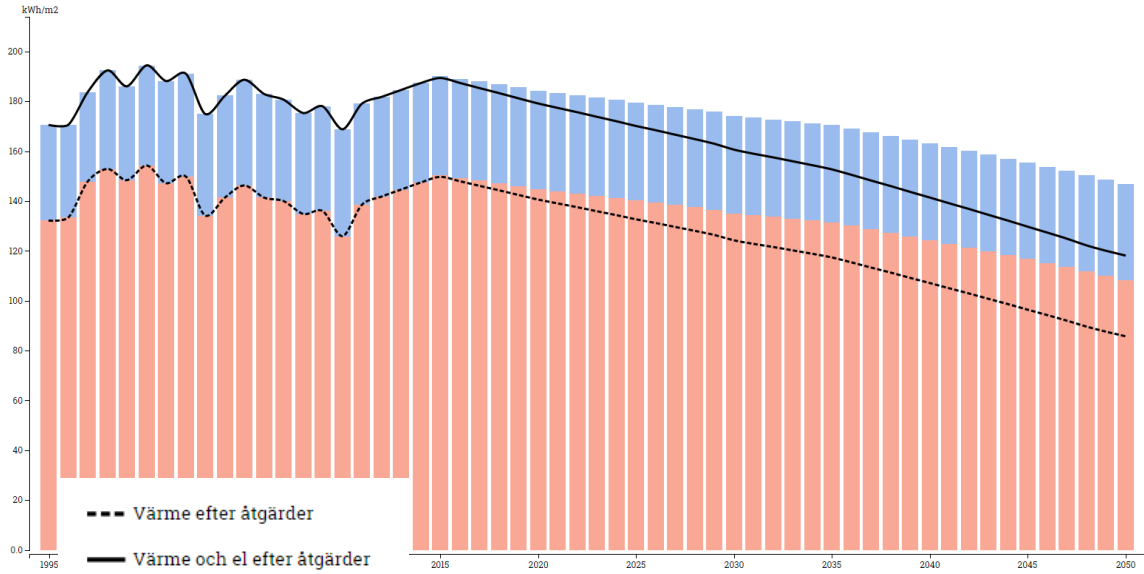


Diagram 18: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 17 och 18 visar att om samtliga åtgärder genomförs, det vill säga 22 procent total besparing av energianvändning i småhus, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 10 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 34 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

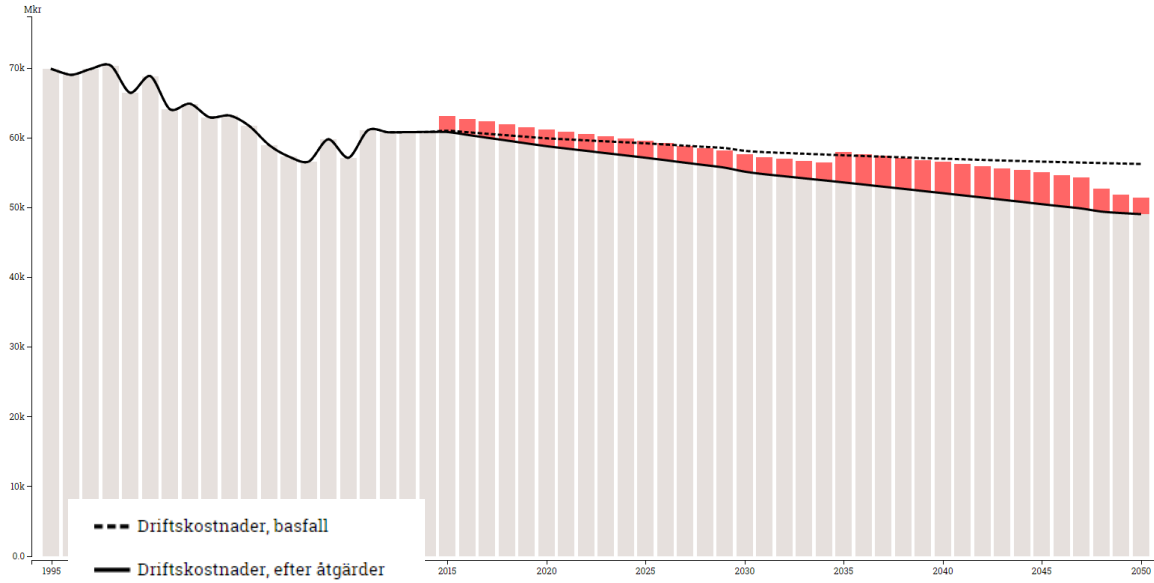


Diagr.

- El före åtgärder
- Värme före åtgärder

vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Kost



Diagr.

- Investeringskostnader
- Ej åtgärdat

av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

4.2.2 Enskilda åtgärder ur 27 procents-paketet

Investeringskostnad, hela beståndet: 44 100 MSEK

Energibesparing, hela beståndet: 21 %

Nuvärde, hela beståndet: 5 400 MSEK

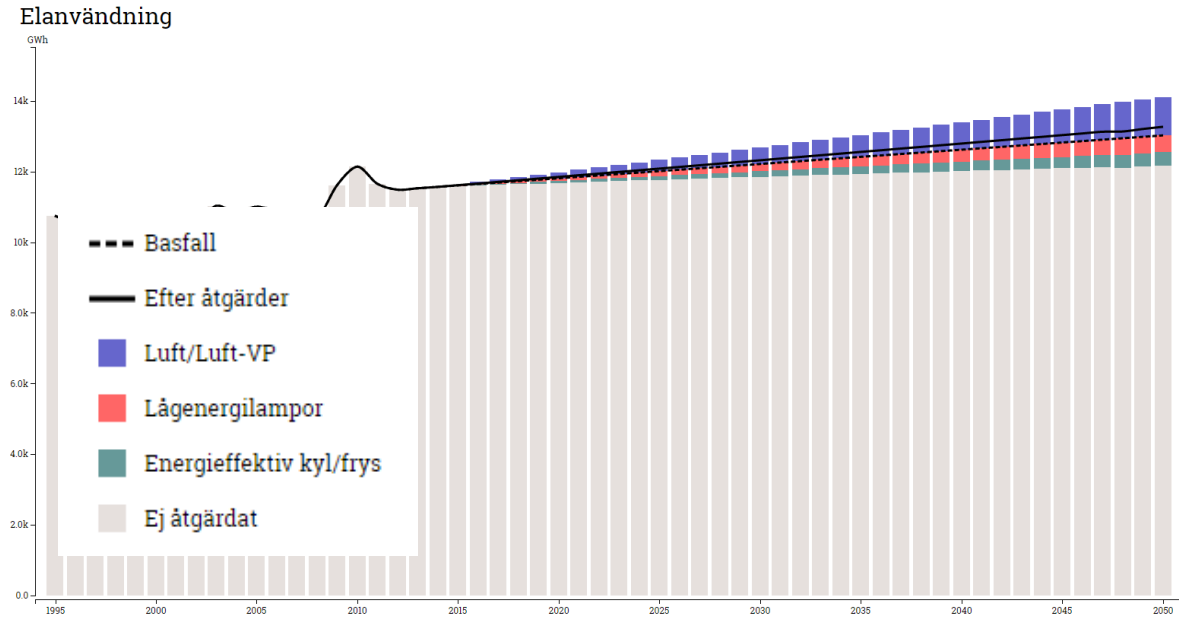


Diagram 21: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

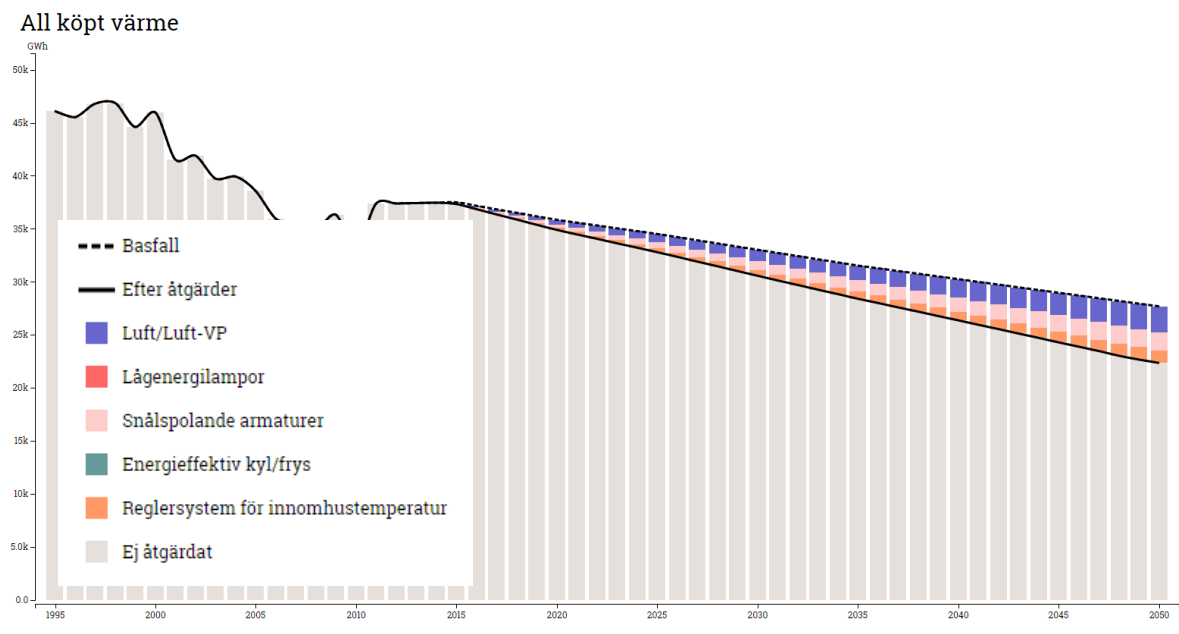


Diagram 22: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 21 och 22 visar att om samtliga åtgärder genomförs, det vill säga 21 procent total minskning av energianvändningen i småhus, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 9 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 33 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

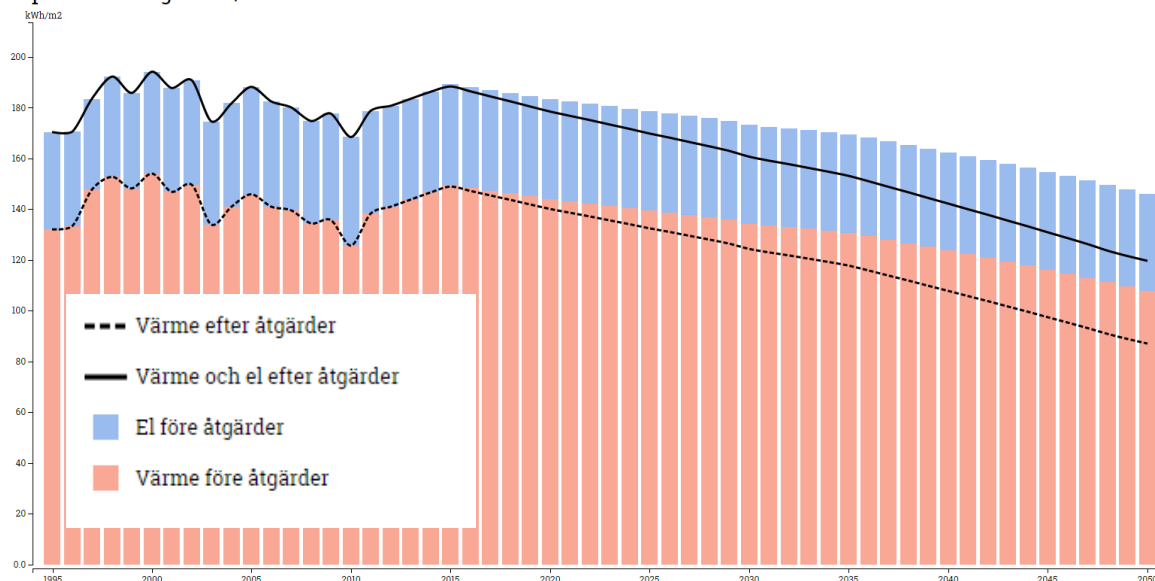


Diagram 23: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

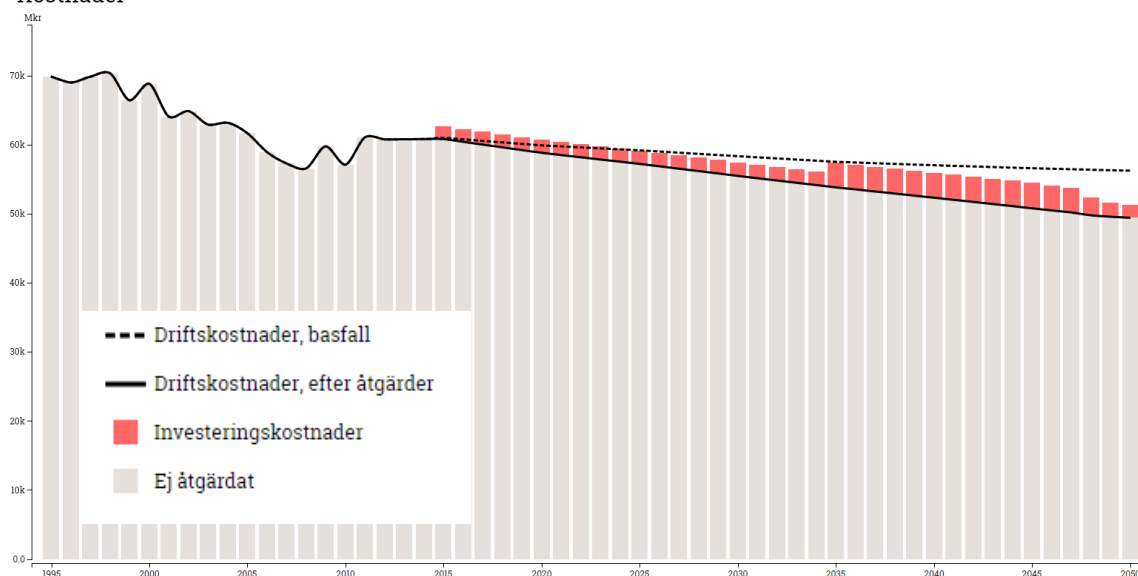


Diagram 24: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

4.2.3 Enskilda åtgärder ur "Extra allt"-paketet

- Investeringskostnad, hela beståndet: 124 000 MSEK
- Energibesparing, hela beståndet: 29 procent
- Nuvärde, hela beståndet: - 40 200 MSEK

Elanvändning

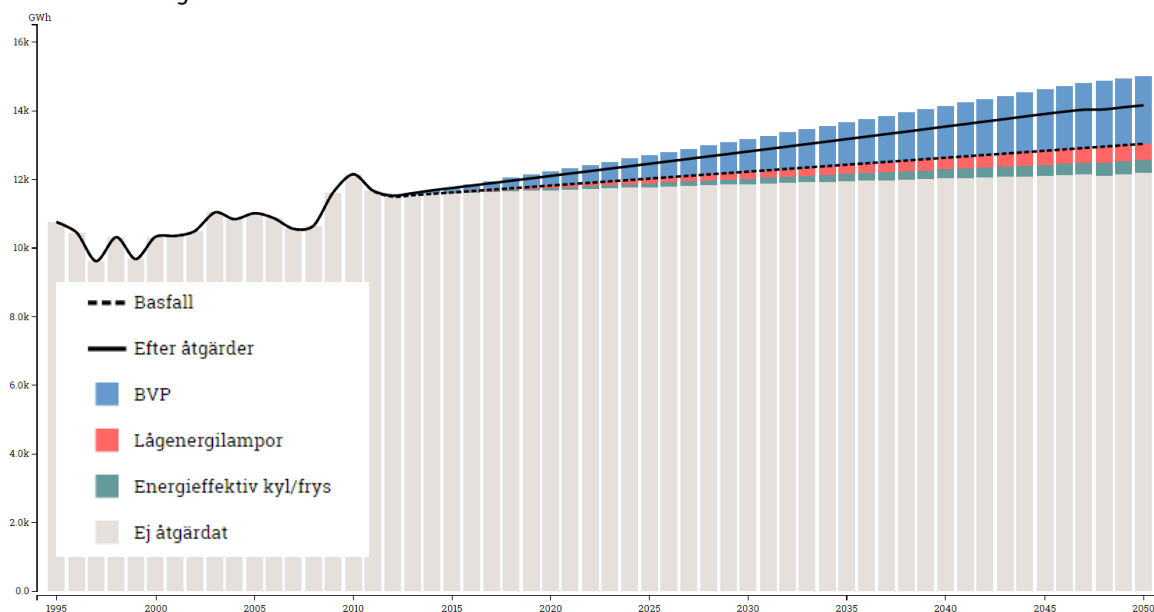


Diagram 25: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

All köpt värme

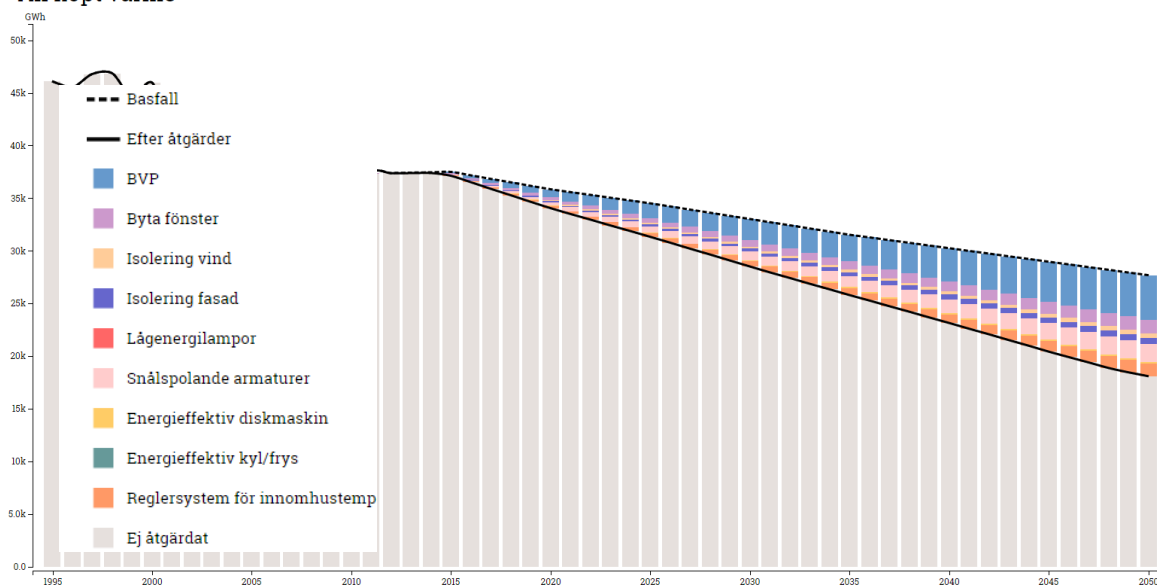


Diagram 26: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 25 och 26 visar att om samtliga åtgärder genomförs, dvs 29 procent minskning av den totala energianvändningen i småhus, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 16 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 43 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

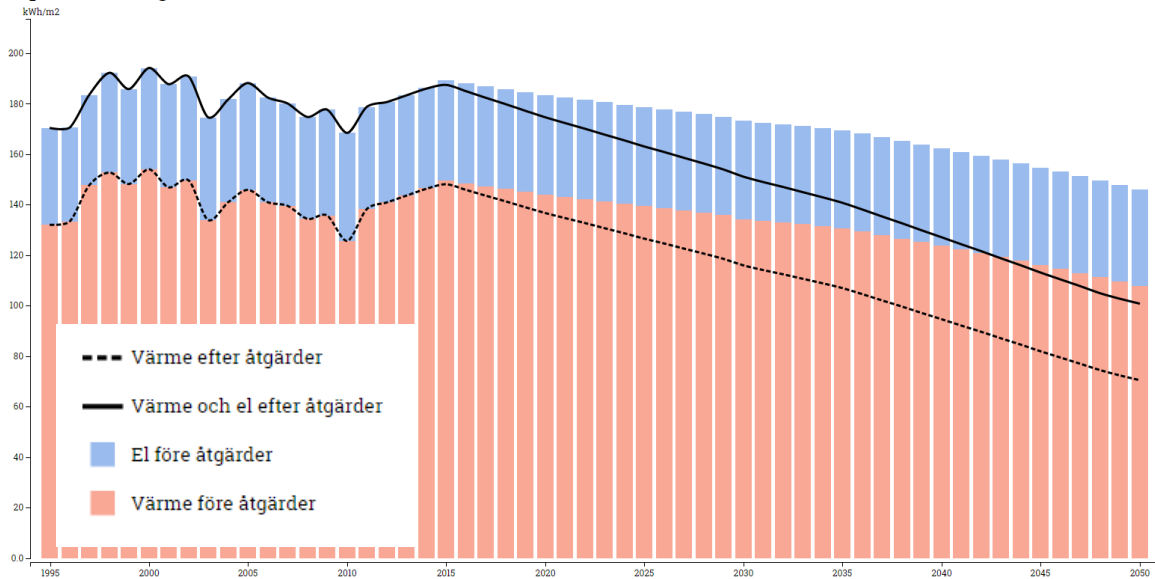


Diagram 27: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

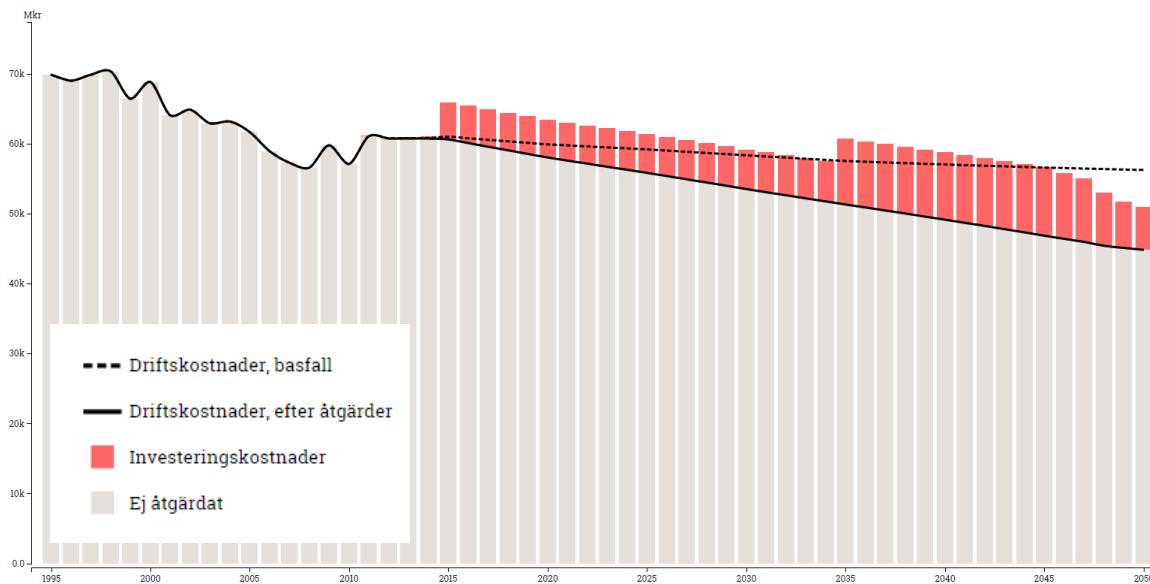


Diagram 28: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

4.2.3 30 procents-paketet

- Investeringskostnad, hela beståndet: 63 200 MSEK
- Energibesparing, hela beståndet: 25 procent
- Nuvärde, hela beståndet: 1 900 MSEK

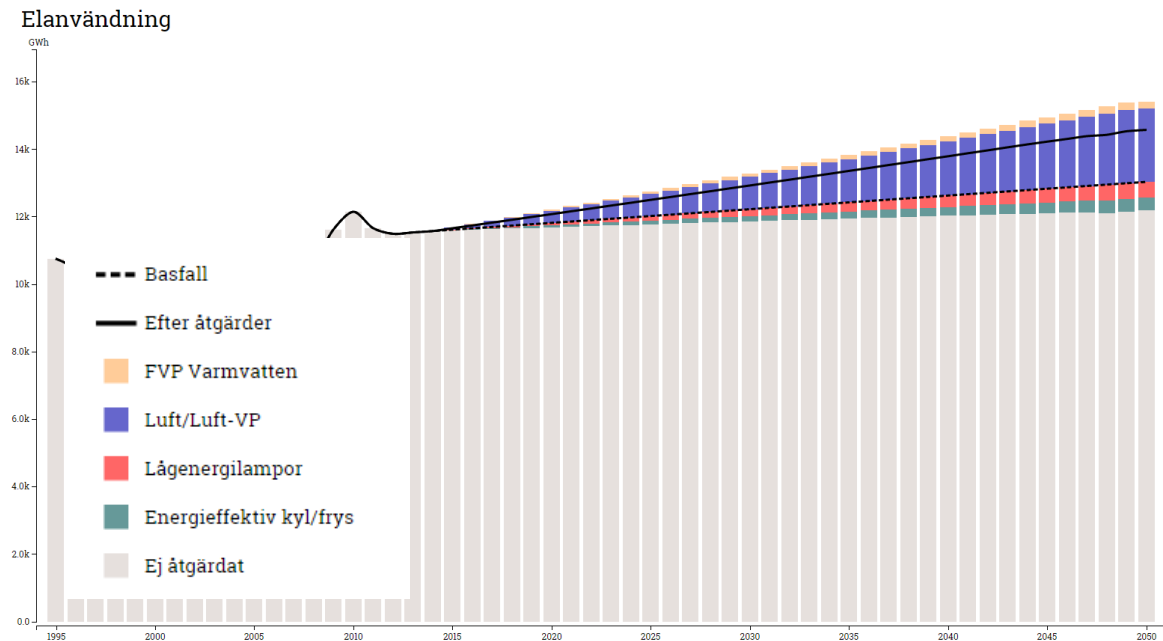


Diagram 29: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

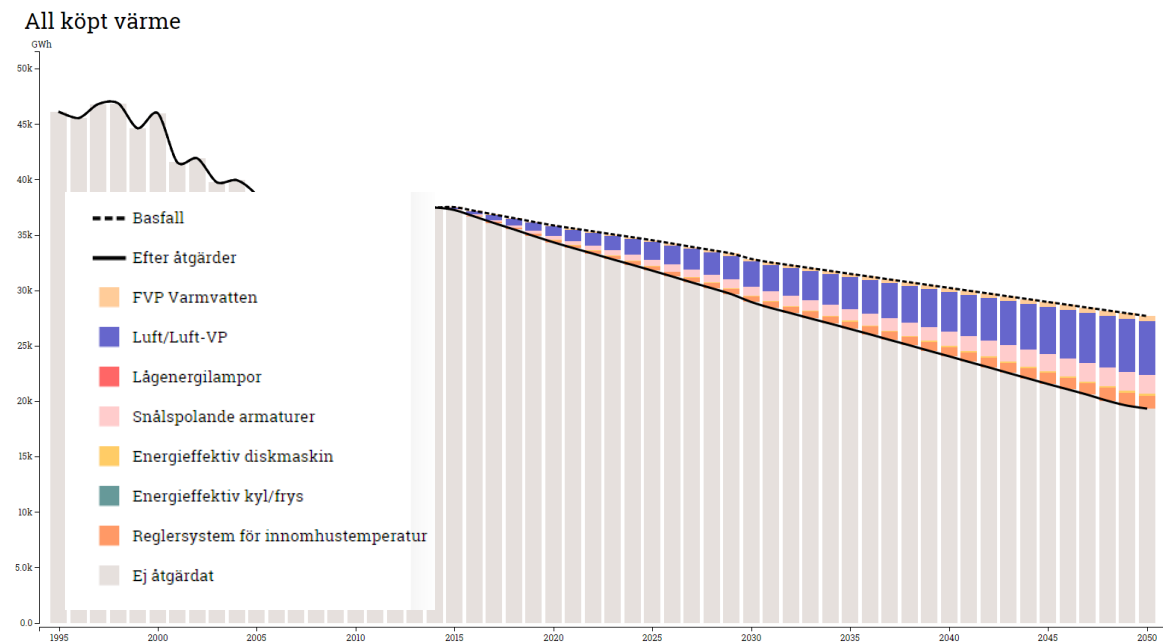


Diagram 30: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 29 och 30 visar att om samtliga åtgärder genomförs, dvs 25 procent minskning av den totala av energianvändning i småhus, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 20 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 42 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

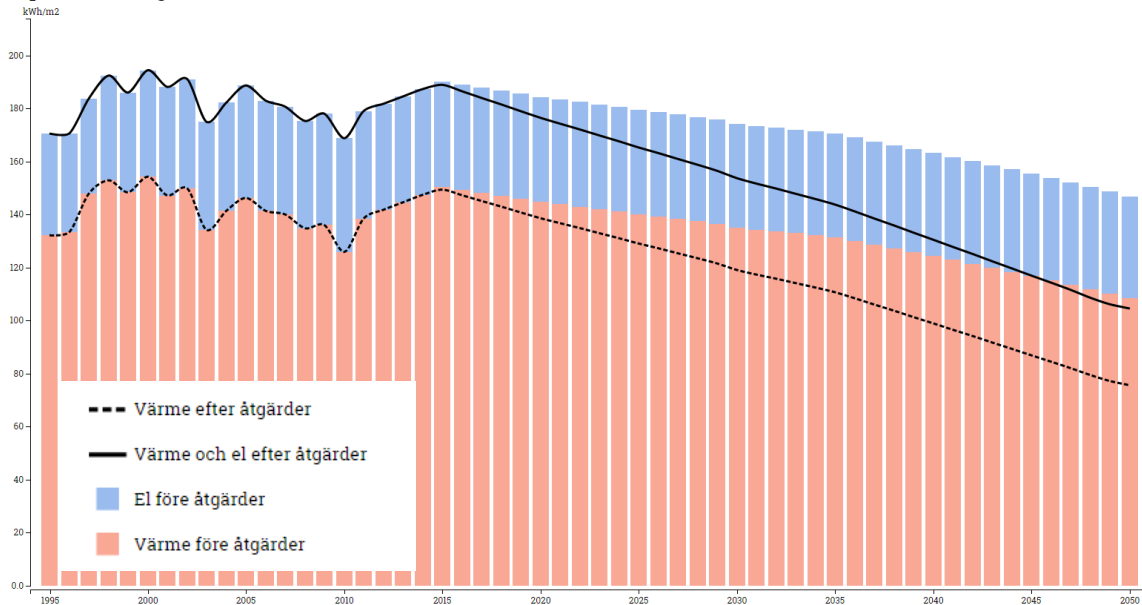


Diagram 31: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

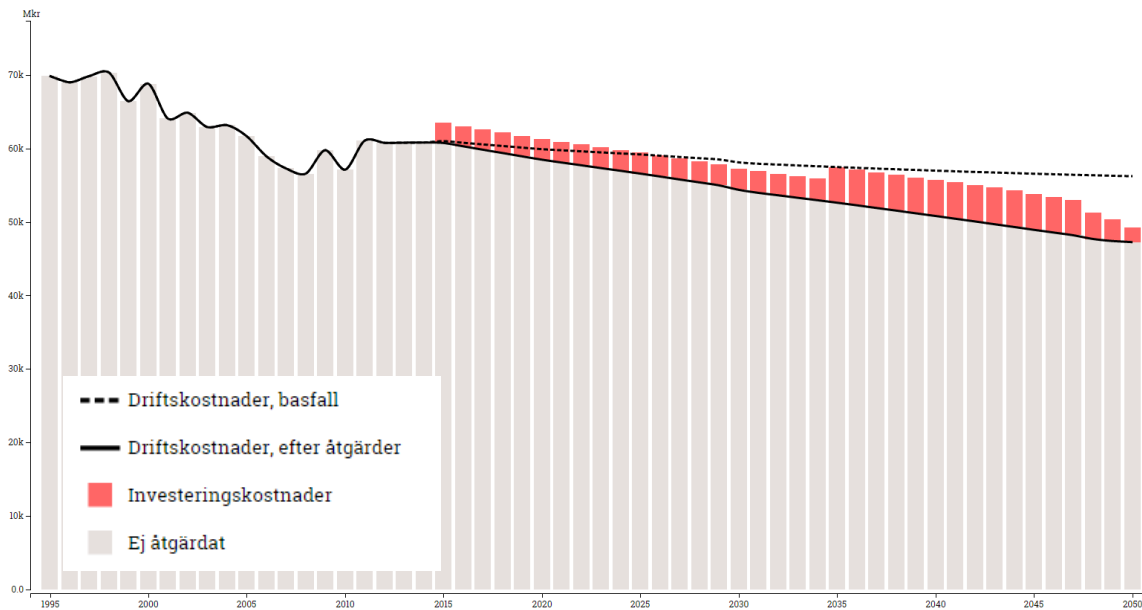


Diagram 32: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

4.2.4 "Extra allt"-paketet

- Investeringskostnad, hela beståndet: 204 600 MSEK
- Energibesparing, hela beståndet: 40 procent
- Nuvärde, hela beståndet: -75 900 MSEK

Elanvändning

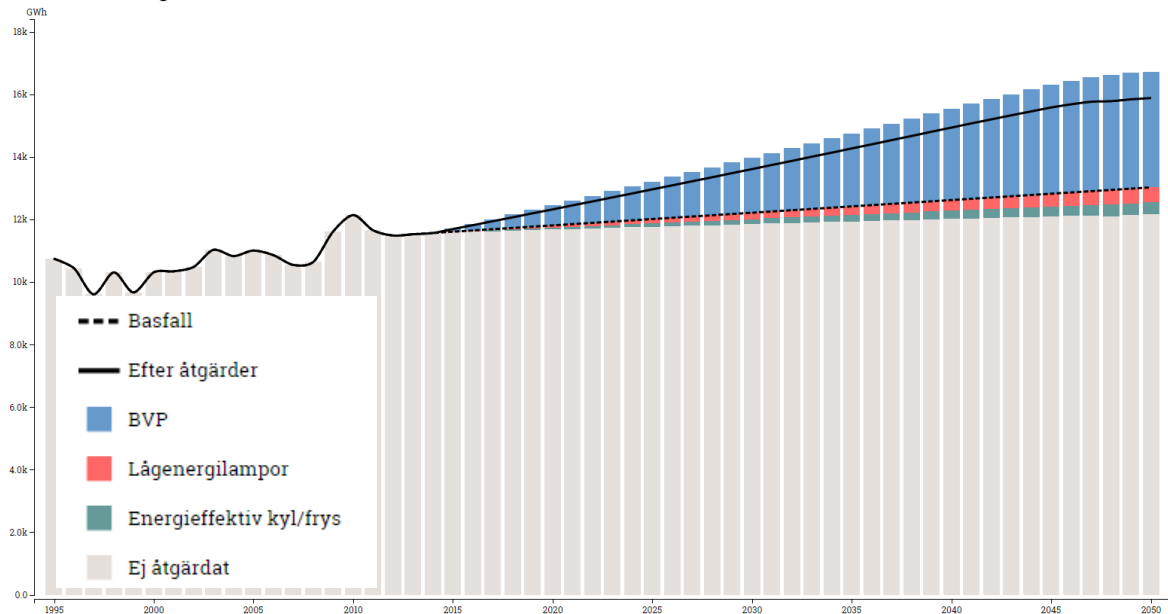


Diagram 33: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

All köpt värme

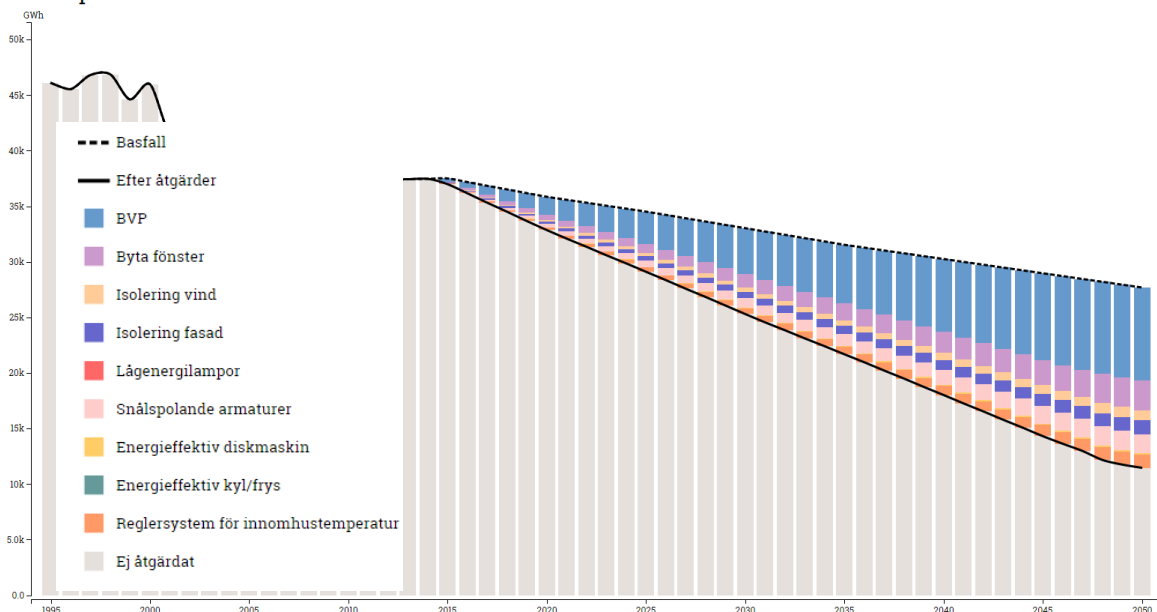


Diagram 34: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Diagram 33 och 34 visar att om samtliga åtgärder genomförs, dvs 40 procent minskning av den totala energianvändningen i småhus, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin att öka med 31 procent samtidigt som värmeanvändningen kommer att minska med 65 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

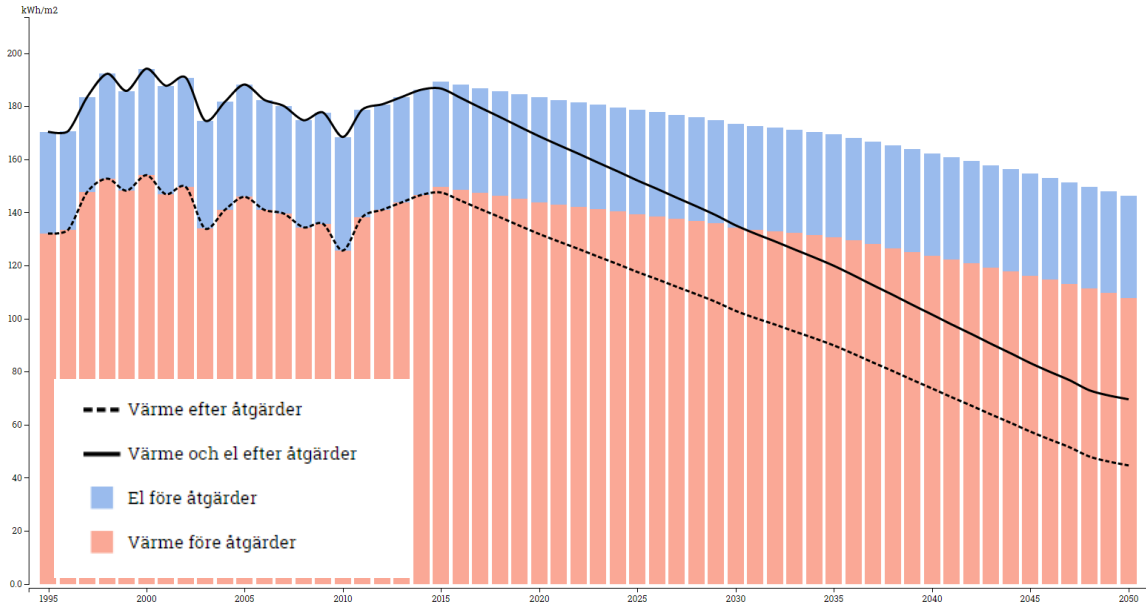


Diagram 35: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

Kostnader

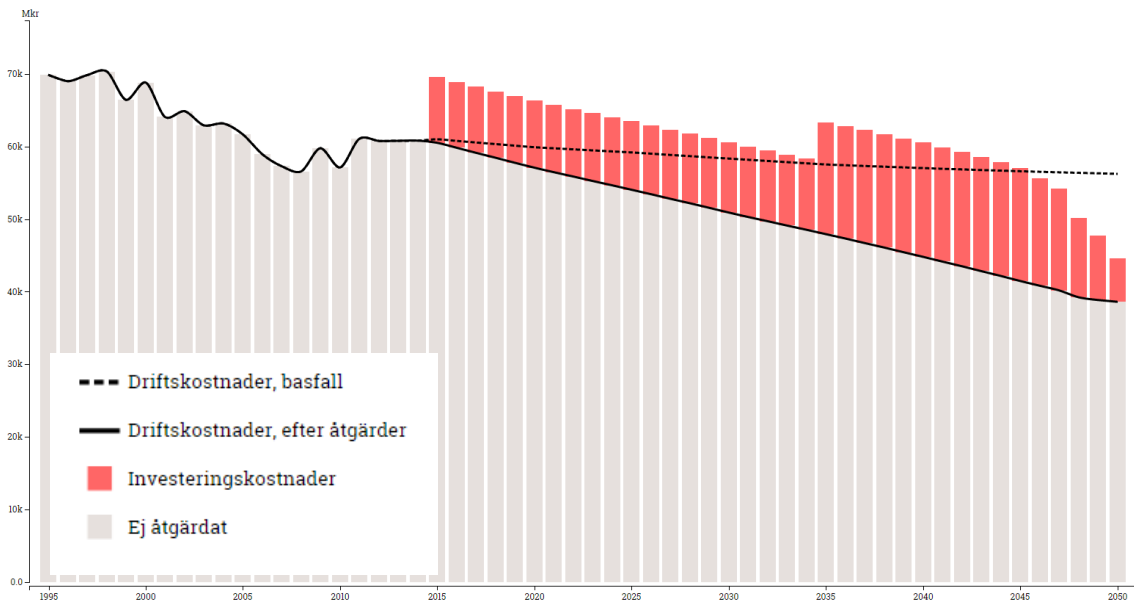


Diagram 36: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet för småhus mellan år 2015 och 2050.

4.2.5 Reflektion avseende skillnaden mellan genomförande av åtgärds paket respektive enskilda åtgärder

I Tabell 34 nedan presenteras de investeringskostnader och den energieffektivisering som de olika scenarierna har beräknats medföra för hela småhusbeståndet.

Tabell 34: Jämförelse mellan åtgärds paket och genomförande av individuella åtgärder för småhus-fallstudien.

	Investeringskostnad (MSEK)	Energibesparing (%)	Nuvärde (MSEK)
Enskilda åtgärder – 30 % - paket	55 000	22 %	– 3 000
Enskilda åtgärder – 27 % - paket	44 100	21 %	5 400
Åtgärds paket – 30 % -paket	63 200	25 %	1 900
Enskilda åtgärder – Extra allt-paket	124 000	29 %	– 40 200
Åtgärds paket – Extra allt-paket	204 600	40 %	– 75 900

Den största skillnaden vid genomförande av åtgärds paket jämfört med enskilda åtgärder är att klimatskalsåtgärder antas genomföras och värmepumpar antas installeras vid varje småhusförsäljning. Detta medför att dessa åtgärder genomförs i ungefär dubbelt så många småhus när hela åtgärds paket genomförs jämfört med då bara enskilda åtgärder genomförs.

Åtgärds paket medför automatiskt ökade investeringskostnader, men de ger även större energibesparingar. I 30 procent-paketet, där inga klimatskalsåtgärder ingår, ses att dessa större energibesparingar från värmepumparna täcker upp den ökade investeringskostnaden, och ger ett positivt nuvärde. I ”Extra allt”-paketet, med klimatskalsåtgärder och bergvärme, är den ökade energibesparingen inte tillräckligt stor för att täcka de större investeringskostnaderna.

4.3 Skolor

4.3.1 Stensskolor

Elanvändning

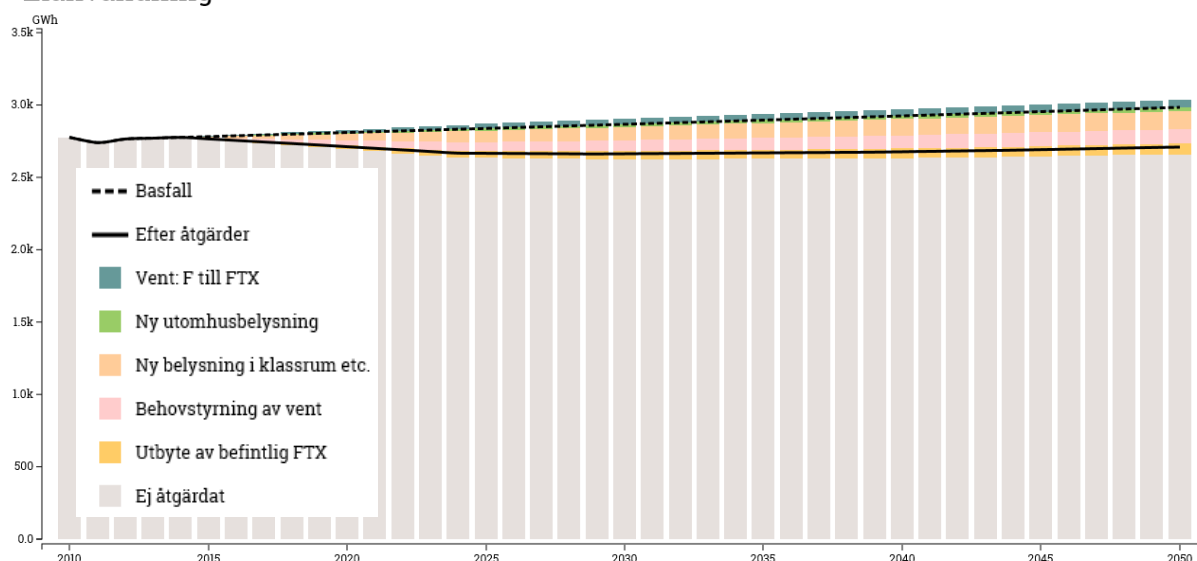


Diagram 37: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för stensskolor mellan år 2015 och 2050.

Nettovärme

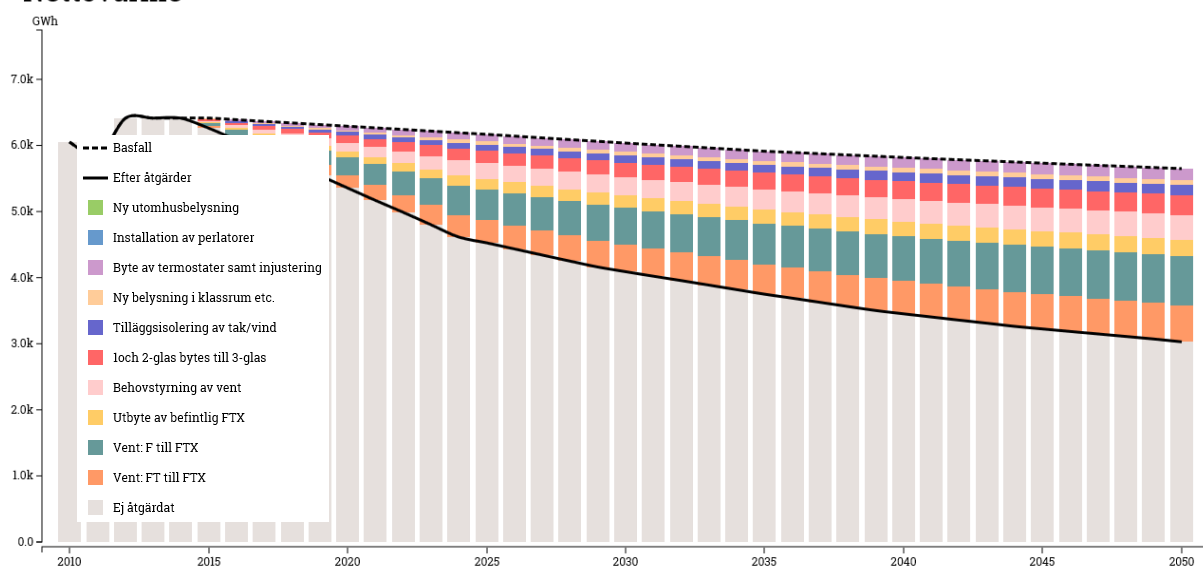


Diagram 38: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för stenskolor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 37 och 38 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, dvs 46 procent besparing av energianvändning i stenskolorna, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin skolor att minska med 3 procent och värmeanvändningen med 50 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

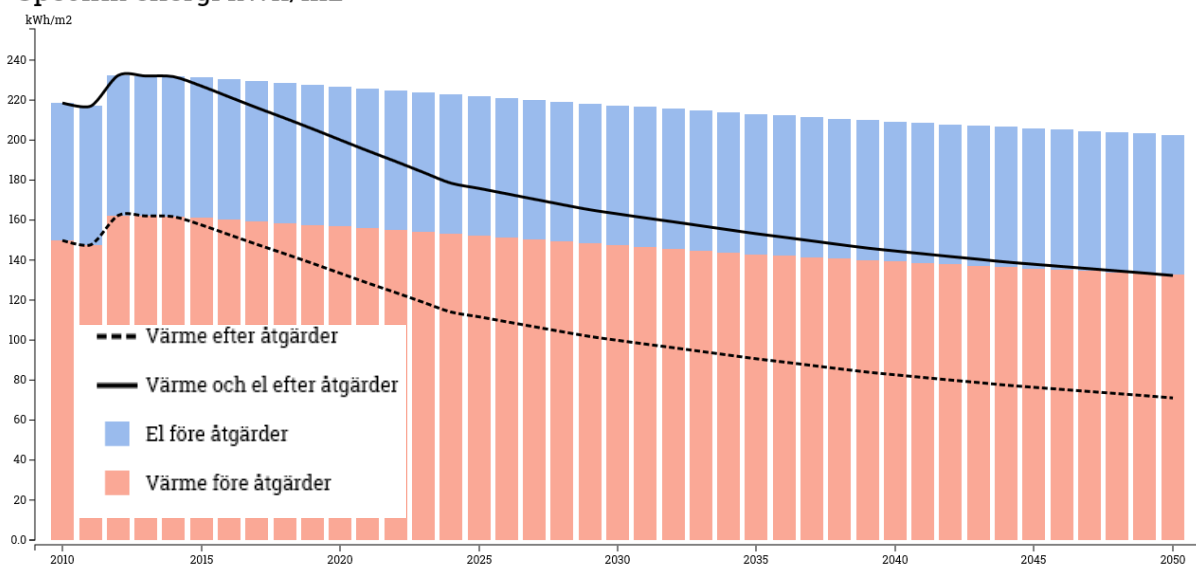


Diagram 39: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för stenskolor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 39 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, dvs 46 procent besparing av energianvändning i varje byggnad som åtgärdas, så kommer den genomsnittliga specifika energianvändningen minska med 37 procent fram till 2050.

Uppskattning av lönsamhet

Vid beräkningarna har hela investeringskostnaden tagits med. Det är brukligt att fördela en del av investeringskostnaden mellan nödvändig renovering och investering för energieffektiviseringsåtgärder, vilket skulle förbättra lönsamheten, men har inte gjorts här. För behovsstyrd ventilation antas att

endast 25 procent av investeringen behövs vid en återinvestering då alla tekniks installation har en längre livslängd än 10 år.

Kostnader

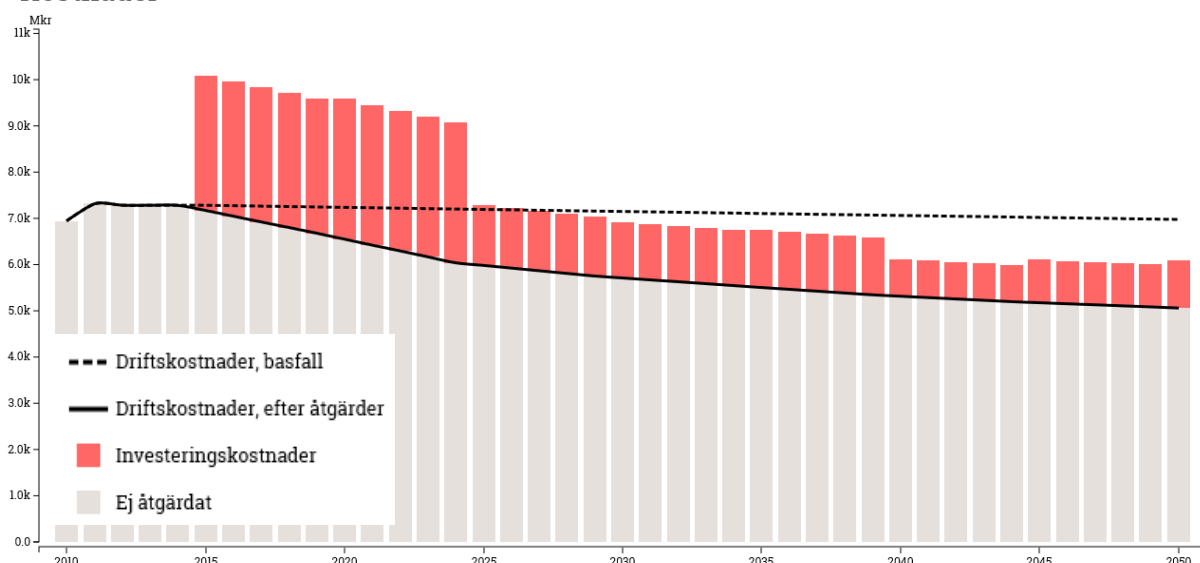


Diagram 40: Kostnader vid genomförande av åtgärdspaketet för stenskolor mellan år 2015 och 2050

Tabell 35: Nuvärde för stenskolor efter simulering i HEFTIG 2015-2050

Åtgärd	Nuvärde, exkl. moms (MSEK)
Byte av FT till FTX	- 862
Byte av F till FTX	- 6 787
Byte av FTX	- 1 176
Behovsstyrd ventilation	1 499
Byte till energieffektivare fönster	- 3 008
Tilläggsisolering tak/vind	-575
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	- 4 126
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	675
Installation av strålsamlare	- 72
Modern utomhusbelysning	- 623
Nuvärde för paketet	- 15 054

Nuvärdet för hela fallstudien blir negativt, men som presenterats ovan ingår då alla renoveringskostnader i åtgärdspaketet. Om enbart den del av investeringen som klassas som investering för energieffektiviseringsåtgärder tas med blir fallstudien lönsam. Ett högre energipris skulle medföra att investeringen blir lönsam. Det är även relevant att överväga om fler åtgärders reinvesteringskostnader borde minska på samma sätt som det gjorts för behovsstyrd ventilation.

4.3.2 Träskolor

Elanvändning

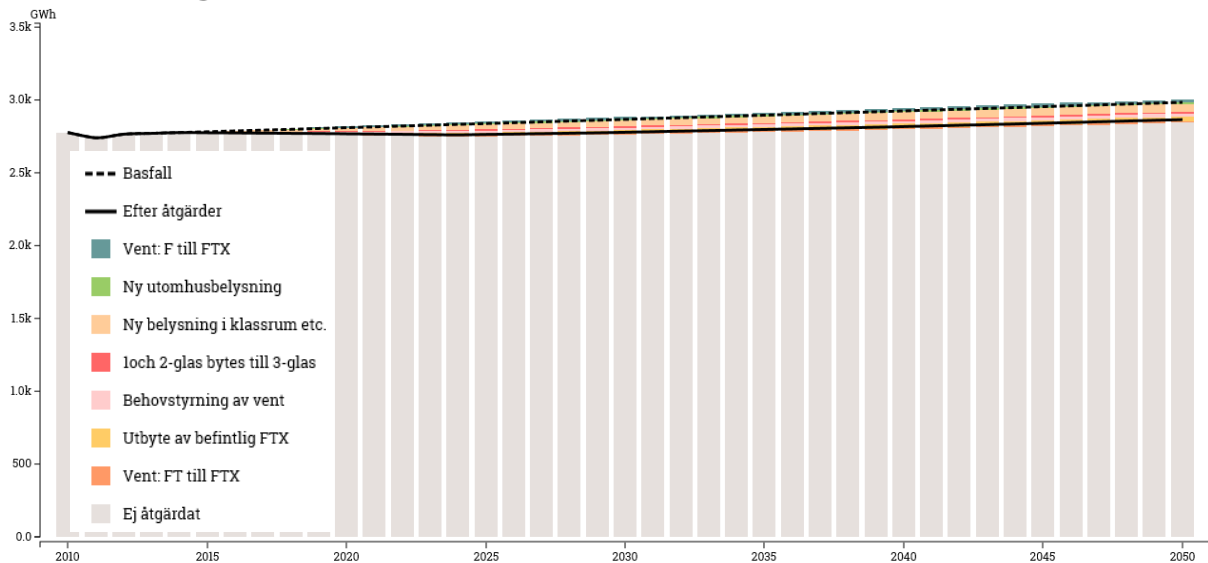


Diagram 41: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet för träskolor mellan år 2015 och 2050.

Nettovärme

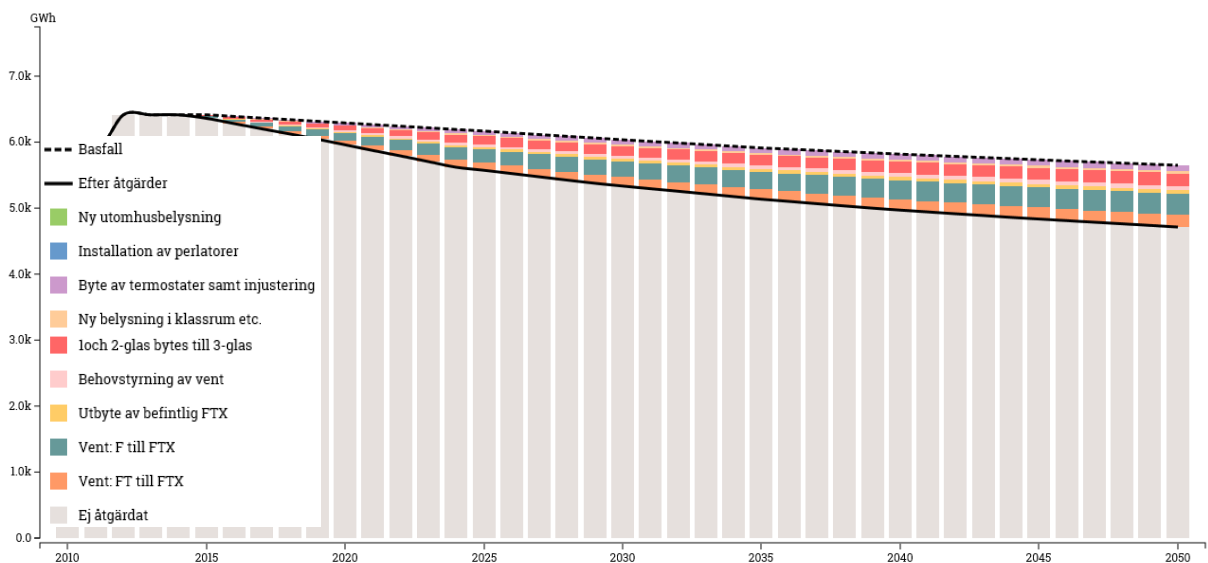


Diagram 42: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet för träskolor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 41 och 42 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, dvs 42 procent besparing av energianvändning i träskolorna, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin skolor att öka med 3 procent och värmeanvändningen minska med 23 procent fram till 2050. (Notera dock att den specifika elanvändningen minskar med 3 procent.)

Specifik energi kWh/m²

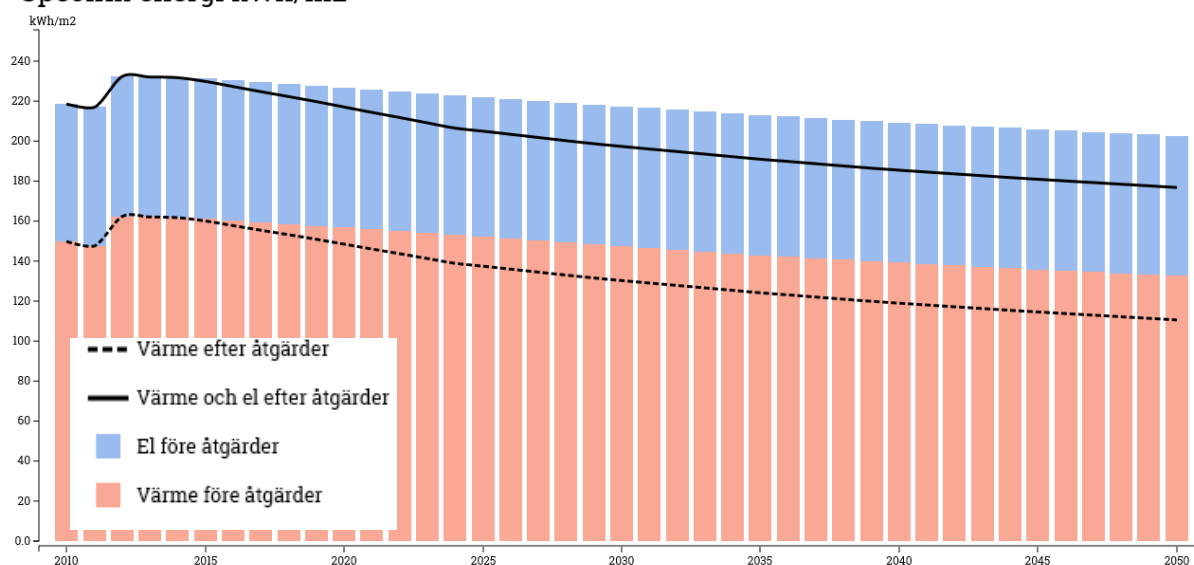


Diagram 43: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet för träsolor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 43 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, dvs 42 procent besparing av energianvändning i varje byggnad som åtgärdas, så kommer den genomsnittliga specifika energianvändningen att minska med 23 procent fram till 2050.

Uppskattning av lönsamhet

Vid beräkningarna har hela investeringskostnaden tagits med. Det är brukligt att fördela en del av investeringskostnaden mellan nödvändig renovering och investering för energieffektiviseringsåtgärder, vilket skulle förbättra lönsamheten, men har inte gjorts här. För behovsstyrd ventilation antas att endast 25 procent av investeringen behövs vid en återinvestering då alla tekniks installation har en längre livslängd än 10 år.

Kostnader

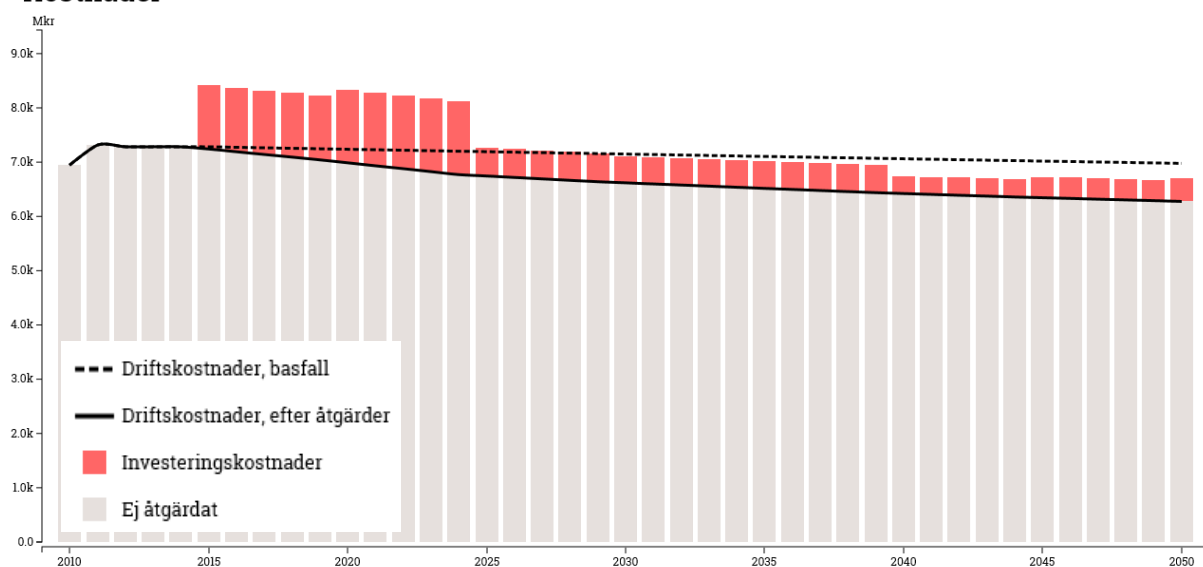


Diagram 44: Kostnader vid genomförande av åtgärdspaketet för träskolor mellan år 2015 och 2050.

Tabell 36: Nuvärde för träskolor efter simulering i HEFTIG 2015-2050.

Åtgärd	Nuvärde, exkl. moms (MSEK)
Byte av FT till FTX	-474
Byte av F till FTX	- 2 907
Byte av FTX	346
Behovsstyrd ventilation	81
Byte till energieffektivare fönster	- 2 781
Modern belysning i klassrum/ grupprum/korridorer mm	- 1 767
Byte av termostater samt injustering av värmesystemet	341
Installation av strålsamlare	- 31
Modern utomhusbelysning	- 267
Nuvärde för paketet	- 7 461

Nuvärdet för hela fallstudien blir negativt, men som presenterats ovan ingår då alla renoveringskostnader i åtgärdspaketet. Om enbart merinvesteringen för energieffektiviseringsåtgärderna tas med skulle nuvärdet bli positivt. Ett högre energipris skulle också medföra att investeringen blir lönsam. Det är även relevant att överväga om fler åtgärders reinvesteringar borde minskas på samma sätt som har gjorts för behovsstyrd ventilation.

4.4 Kontor

Elanvändning

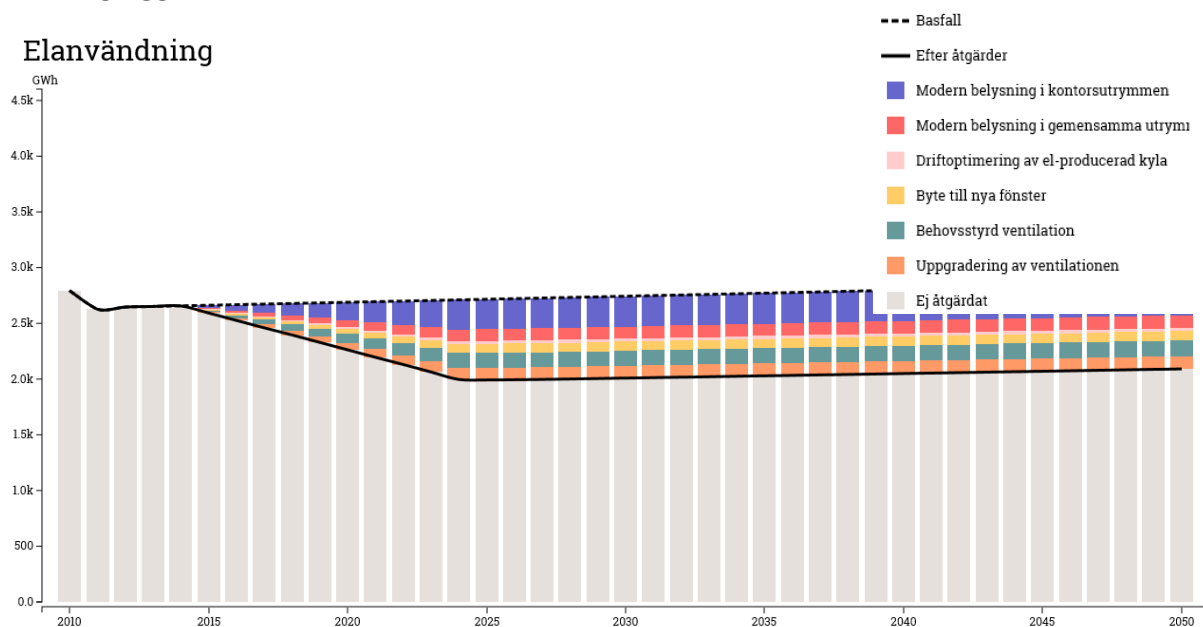


Diagram 45: Elbesparing vid genomförande av åtgärds paketet i kontor mellan år 2015 och 2050.

Nettovärme

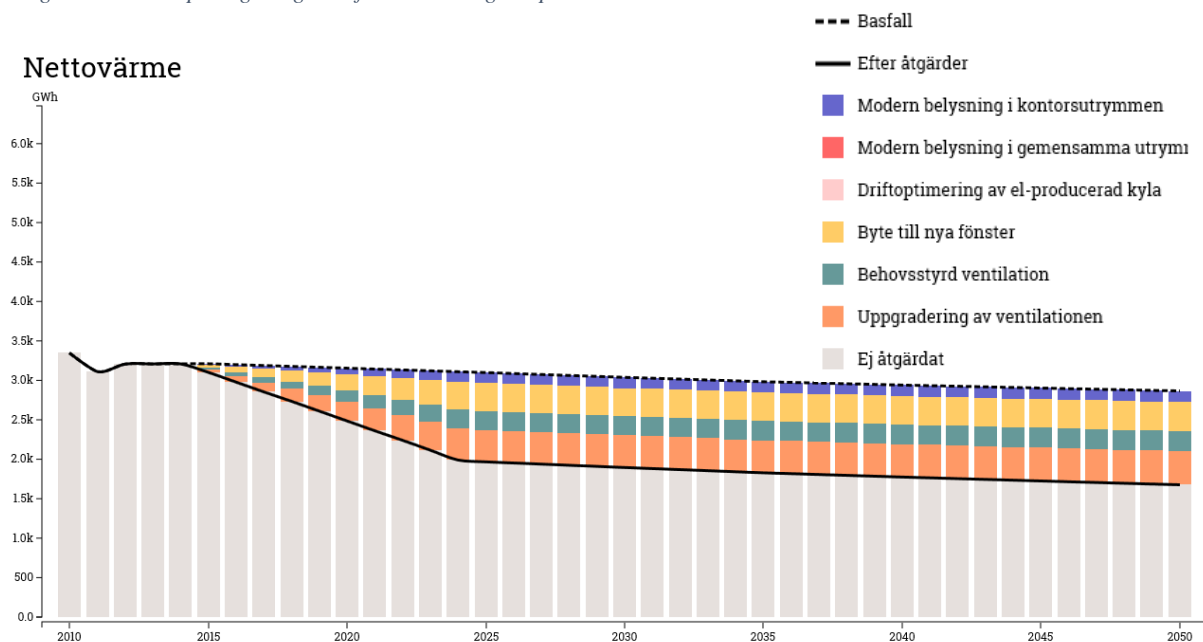


Diagram 46: Värmebesparing vid genomförande av åtgärds paketet i kontor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 45 och 46 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, det vill säga 30 procent besparing av energianvändning, så kommer elanvändningen för byggnadskategorin kontor att minska med 21 procent och värmeanvändningen med 39 procent fram till 2050.

Specifik energi kWh/m²

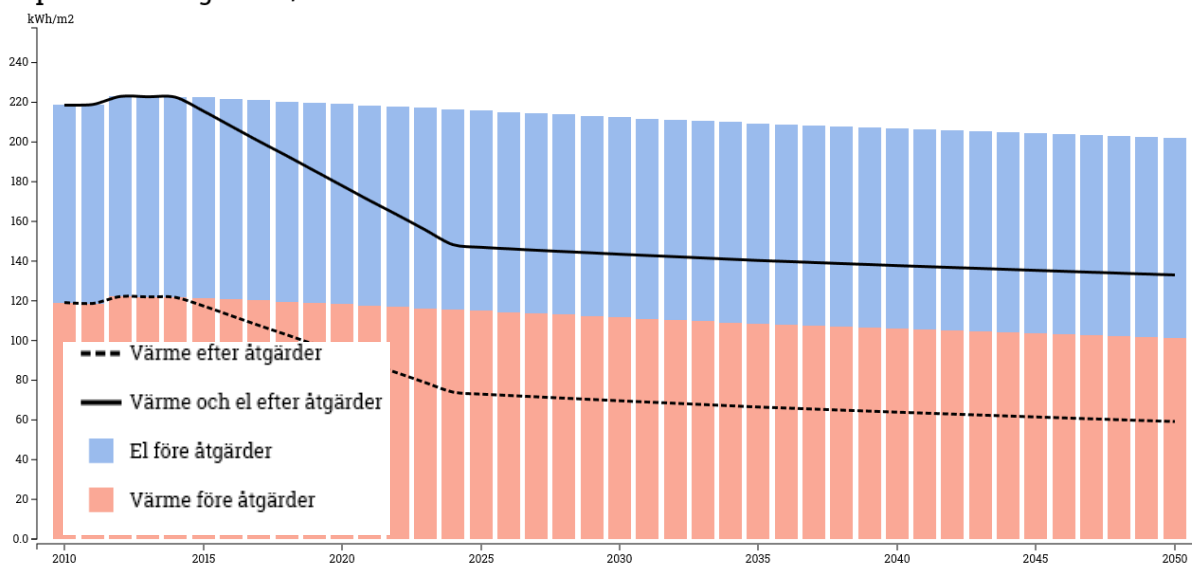


Diagram 47: Förändring i specifik energi vid genomförande av åtgärds paketet i kontor mellan år 2015 och 2050.

Diagram 47 visar att om samtliga åtgärder genomförs i åtgärds paketet, dvs 26 procent besparing av energianvändning i varje byggnad som åtgärdas, så kommer den specifika energianvändningen i snitt att minska med 36 procent fram till 2050.

Uppskattning av lönsamhet

Vid beräkningarna har hela investeringskostnaden tagits med. Det är vanligt att fördela investeringskostnaden mellan nödvändig renovering och investering för energieffektiviseringsåtgärder. Detta skulle förbättra lönsamheten i exemplet, men har inte gjorts här. Nuvärdet för respektive åtgärd presenteras i *Tabell 36*.

Kostnader

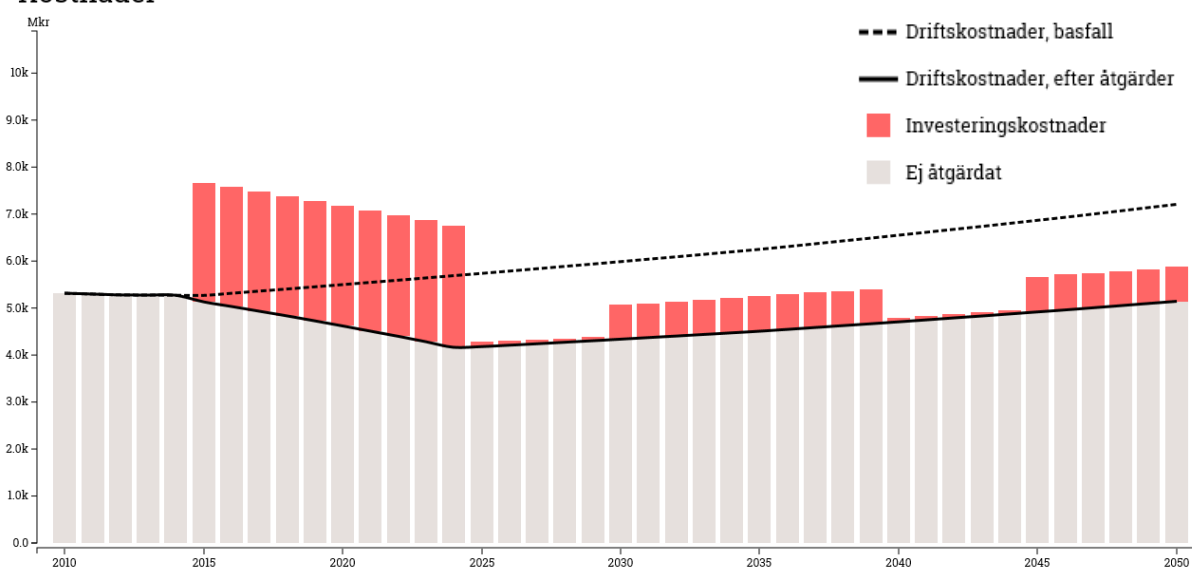


Diagram 48: Kostnader vid genomförande av åtgärds paketet i kontor mellan år 2015 och 2050.

Tabell 37: Nuvärde för kontor efter simulering i HEFTIG 2015-2050

Åtgärd	Nuvärde, exkl. moms (MSEK)
Uppgradering av ventilationssystemen	1 299
Behovsanpassad och styrning av ventilation	4 889
Byte till energieffektivare fönster	-2 992
Driftoptimering av kylan	- 20
Uppgradering av belysningen i allmänna utrymmen	- 1 138
Uppgradering av belysningen i kontorsytor	- 2 579
Nuvärde för paketet	- 543

Nuvärdet för hela fallstudien blir negativt. Som presenterats ovan ingår då alla renoveringskostnader i åtgärden. Om enbart den del av investeringen som klassas som investering för energieffektiviseringsåtgärder tas med blir nuvärdet positivt. Ett högre energipris skulle också det medföra att nuvärdet av investering blir lönsam.

4.5 Solenergi

4.5.1 Sol-maxpotential

Elanvändning

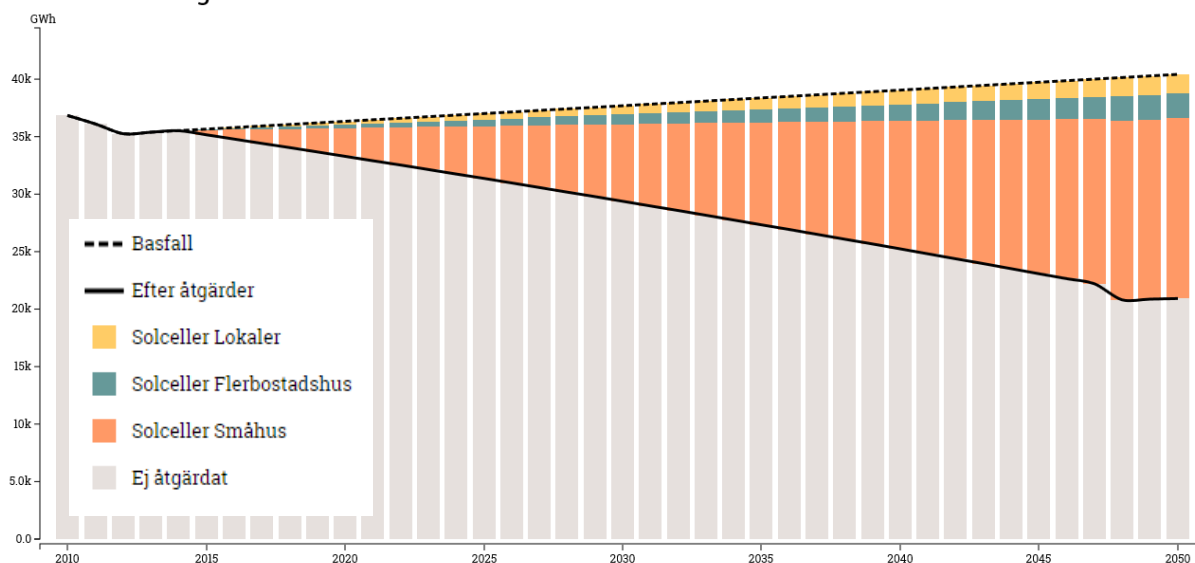


Diagram 49: Maximal andel av byggnadssektorns elanvändning som kan förse genom installation av solceller.

Diagram 49 visar att om installation av solceller skulle ske på samtliga tillgängliga takareor så kan 40 procent av byggnadssektorns totala elanvändning förse med hjälp av solceller fram till år 2050.

Nettovärme

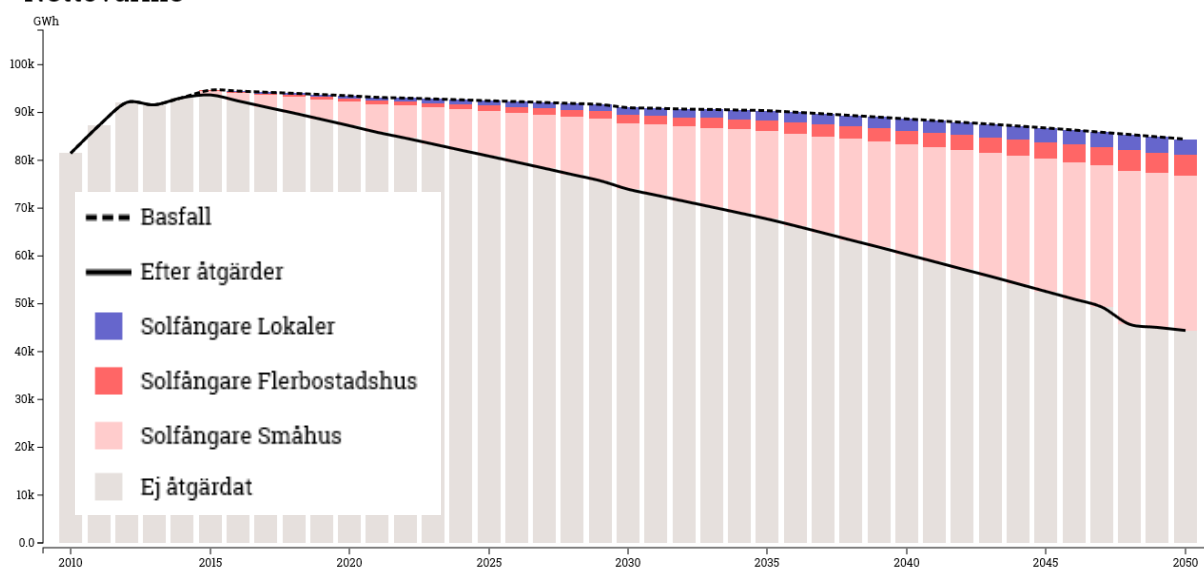


Diagram 50: Maximal energieffektivisering för varmvatten tillika värmeproduktion vid installation av solfångare.

Diagram 50 visar att om installation av solfångare skulle ske på samtliga tillgängliga takareor så kan en besparing av värme ske med 53 procent av det totala nettovärmebehovet för byggnadssektorn fram till år 2050.

Ekonomiska värden från HEFTIG

I tabell 38 och 39 visas nuvärdet för alternativen att maximalt installera solceller respektive solfångare mellan åren 2015 till 2050.

Tabell 38: Numvärde för maxpotentialfallet med installation av solceller under åren 2015-2050

Åtgärd	Nuvärde, inkl. moms (MSEK)
Solcellsanläggning småhus	- 62 989
Solcellsanläggning flerbostadshus	- 3 738
Solcellsanläggning lokaler	- 3 248
Totalt nuvärde för solceller	- 69 975

Tabell 39: Numvärde för maxpotentialfallet med installation av solfångare under åren 2015-2050

Åtgärd	Nuvärde, inkl. moms (MSEK)
Solfångaranläggning småhus	- 52 995
Solfångaranläggning flerbostadshus	- 6 950
Solfångaranläggning lokaler	- 4 623
Totalt nuvärde för solfångare	- 64 568

Installation av solceller eller solfångare är inte lönsamma investeringar med ett elpris på 1,46 SEK/kWh respektive ett fjärrvärmepris på 0,89 SEK/kWh utan någon form av investeringsstöd. En känslighetsanalys visar dock att en endast liten ändring i energipriser kan ändra resultatet. Ett bidrag motsvande momsen skulle göra alla installationer utom solceller på småhus lönsamma. Det bör noteras att installationskostnader också tillkommer.

Kostnader

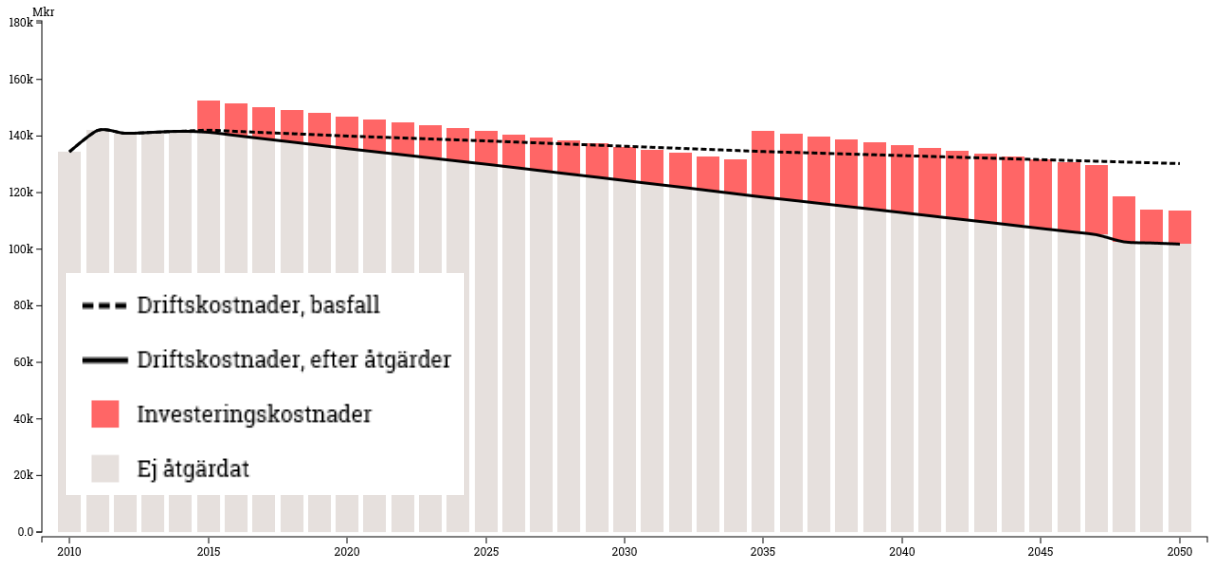


Diagram 51: Investeringsskostnad för installation av solceller på taken med en utrullningstakt på tre procent av alla fastigheter per år mellan 2015 och 2050.

Kostnader

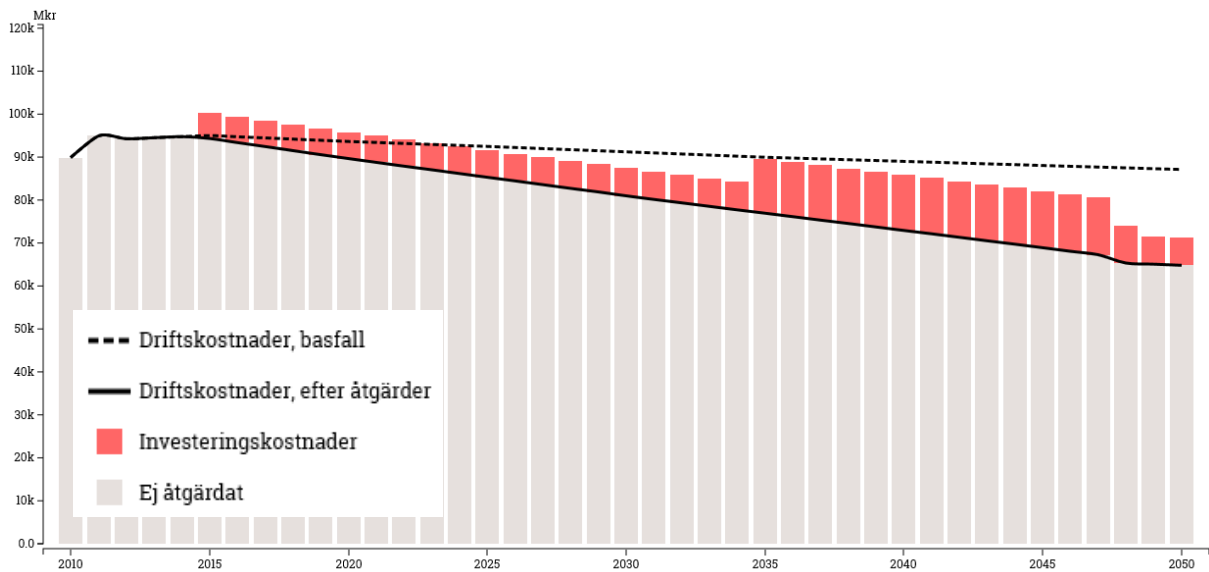


Diagram 52: Investeringsskostnad för installation av solfångare på taken till 3 procent av alla fastigheter per år mellan 2015 och 2050.

4.5.2 Sol-25 procent-potential

Elanvändning

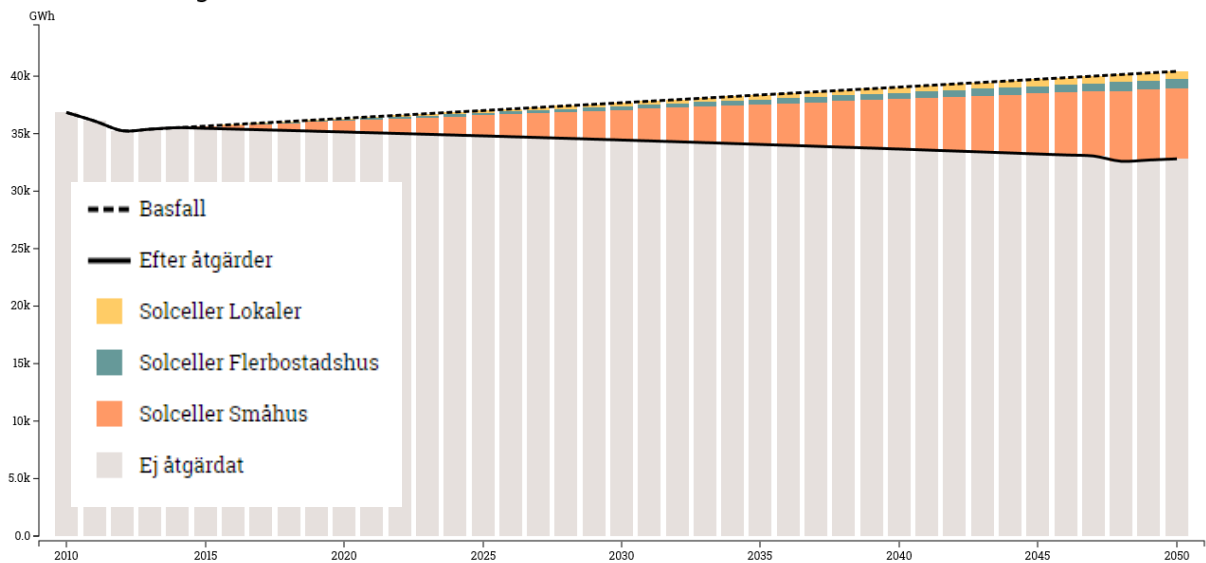


Diagram 53: Andel av byggnadssektorns elanvändning som kan förse genom installation av solceller på 25 % av den lämpliga takytan och med en utrullningstakt på 3 % per år.

Diagram 53 visar att om installation av solceller skulle ske på 25 procent av tillgängliga takareor så kan 8 procent av byggnadssektorns totala elanvändning förse med hjälp av solceller fram till år 2050.

Nettovärme

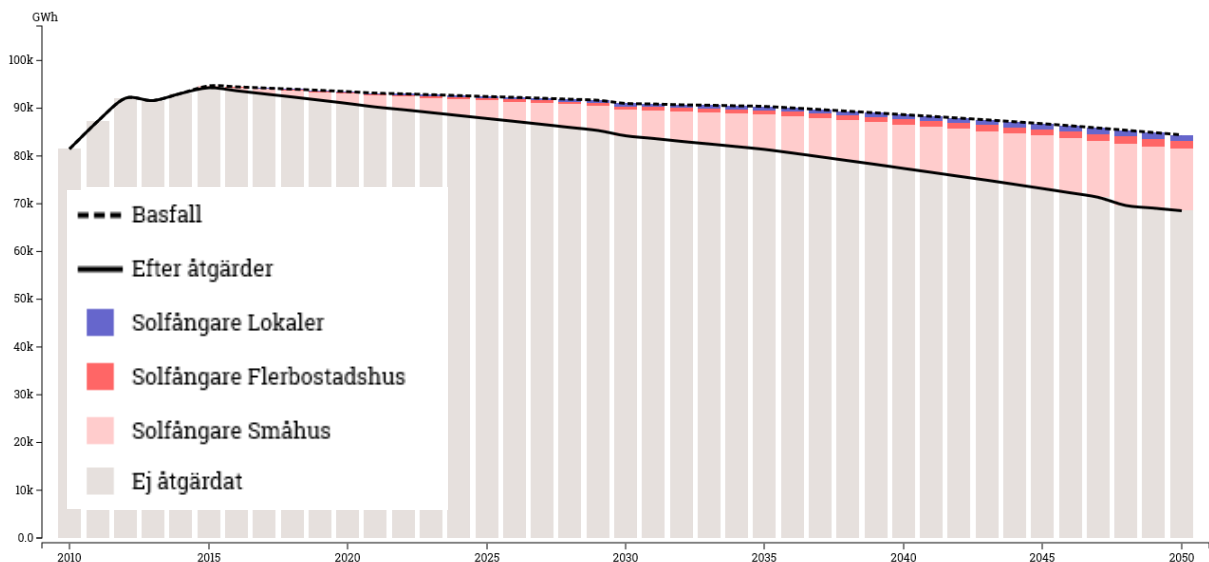


Diagram 54: Energieffektivisering för varmvatten tillika värmeproduktion vid installation av solfångare på 25 % av den lämpliga takytan med en utrullningstakt på 3 % per år.

Diagram 54 visar att om installation av solfångare skulle ske på 25 procent av tillgängliga takareor så kan en besparing av värme ske med 28 procent av det totala nettovärmebehovet för byggnadssektorn fram till 2050.

Ekonomiska värden från HEFTIG

Tabell 40: Numvärde för 25-procentfallet med installation av solceller under åren 2015-2050.

Åtgärd	Nuvärde, inkl. moms (MSEK)
Solcellsanläggning småhus	- 26 767
Solcellsanläggning flerbostadshus	- 2 096
Solcellsanläggning lokaler	- 1 252
Totalt nuvärde för solceller	- 30 115

Tabell 41: Nuvärde för 25-procentfallet med installation av solfångare under åren 2015-2050.

Åtgärd	Nuvärde, inkl. moms (MSEK)
Solfångaranläggning småhus	- 21 108
Solfångaranläggning flerbostadshus	- 3406
Solfångaranläggning lokaler	- 1 803
Totalt nuvärde för solfångare	- 22 711

Investeringar i installation av solceller eller solfångare är inte lönsamma med ett elpris på 1,46 SEK/kWh respektive ett fjärrvärmepris på 0,89 SEK/kWh utan någon form av investeringsstöd. En känslighetsanalys visar dock att en endast liten ändring i energipriser kan förändra resultatet. Ett bidrag motsvande momsen skulle göra alla installationer utom solceller på småhus lönsamma. Det bör noteras att installationskostnader också tillkommer.

Kostnader

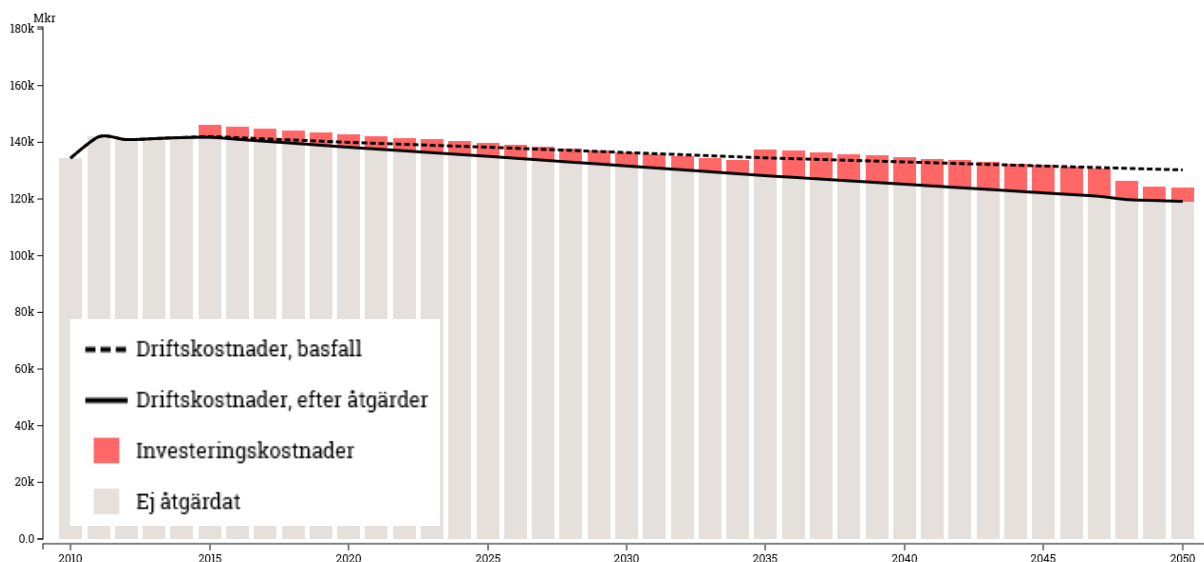


Diagram 55: Investeringskostnad för installation av solceller på taken till 3 procent av alla fastigheter per år mellan 2015 och 2050 när 25 procent av lämplig area utnyttjas.

Kostnader

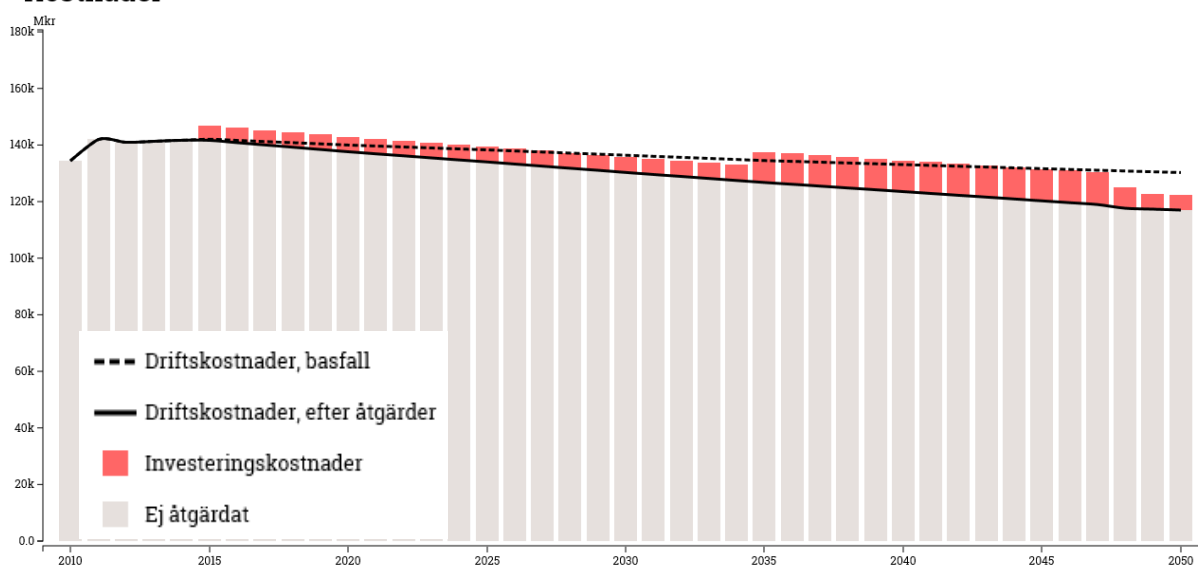


Diagram 56: Kostnad för installation av solfångare på taken till 3 procent av alla fastigheter per år mellan 2015 och 2050 när 25 procent av lämplig area utnyttjas.

4.4.1 Potential för solenergi jämfört med Svensk Solenergis målsättningar

Resultatet av analyserna är att Max-fallet kan ge en energitillförsel av 9,3 TWh från solet eller 19 TWh från solvärme år 2030 respektive 19,5 TWh för solet eller 40 TWh för solvärme år 2050. I det mer realistiska fallet (25 procent av lämplig takarea nyttjas) kan en energitillförsel på 3,6 TWh solet eller 7,6 TWh solvärme nås år 2030. Motsvarande siffror för 2050 är 7,6 TWh solet eller 15,9 TWh solvärme.

Branschorganisationen Svensk Solenergi diskuterar ett långsiktigt mätbart mål att solet ska täcka 10 procent (drygt 10 TWh) av Sveriges totala elanvändning och att solvärme ska täcka 10 procent (knappt 10 TWh) av värmeanvändningen i bostäder och service⁵⁰.

Solceller och solfångare konkurrerar om tillgänglig takarea, så den totala energitillförseln från solet och solvärme beror på hur den tillgängliga arean fördelas mellan solceller och solfångare. Den nu genomförda HEFTIG-analysen visar att Svensk Solenergis målsättning är ambitiös men tekniskt möjlig om målet ska nås 2050 enbart genom att installera solenergi på tak. Då behöver ca 50 procent av tillgänglig takarea användas för solet och 25 procent för solvärme. För att uppnå potentialen bör den övervägande andelen av solenergiinstallationerna ske på småhus eftersom de har betydligt större andel tillgänglig takarea.

⁵⁰ Personlig kommunikation med Jan-Olof Dalenbäck, Svensk Solenergi.

Bilaga A - Begrepp och definitioner

Begrepp	Definition
Företagsekonomisk lönsamhet	<p>En finansiell kalkyl som visar om en åtgärd är ekonomiskt lönsam för en viss aktör (privat eller företag). En åtgärd är ekonomiskt lönsam om intäkterna är högre än kostnaderna.</p> <p>Alla intäkter och kostnader som åtgärden medför ska ingå i kalkylen men bara de intäkter och kostnader som är en följd av åtgärden. Om en åtgärd exempelvis innebär att ett tillägg görs till något redan existerande, som minskade/ökade underhållskostnader, är det viktigt att bara räkna de intäkter och kostnader som kan hänföras till själva åtgärden.</p>
Samhällsekonomisk lönsamhet	<p>En finansiell kalkyl som visar om en åtgärd är samhällsekonomisk lönsam för alla aktörer i samhället och för alla typer av konsekvenser. En åtgärd är samhällsekonomisk lönsam om framtida samhällsekonomiska intäkter är högre än framtida samhällsekonomiska kostnader. Här tas inte bara finansiella konsekvenser med, utan även t.ex. sociala konsekvenser som kan röra hälsa, konsumentintresse eller utbildning; ekonomiska konsekvenser som kan röra sysselsättning, teknisk utveckling (innovationer) eller import-export; miljökonsekvenser etc.</p> <p>Den samhällsekonomiska kalkylen går längre än en finansiell analys och beräknar den totala effekten på välfärden i samhället.</p>
Teknisk livslängd	Teknisk livslängd avses den tid som en åtgärd är funktionsduglig, d.v.s. så länge som åtgärden fungerar på ett tillfredsställande sätt.
Ekonomisk livslängd	Ekonomisk livslängd avser den tid som en åtgärd är ekonomiskt meningsfullt att använda. Till exempel under den tidsperiod under vilken en byggnad är lönsam.
Tekniskt energieffektiviseringsgap	Skillnaden mellan den tekniskt tillgängliga potentialen av energieffektiviserande åtgärder och den nivå som tekniska åtgärder faktiskt genomförs på.
Ekonomiskt energieffektiviseringsgap	Skillnaden mellan den lönsamma potentialen av energieffektiviserande åtgärder och den nivå som tekniska åtgärder faktiskt genomförs på.
Acceptans	Den tekniska nivå som åtgärder genomförs på, oavsett teknisk eller ekonomisk potential. (Den ena delen i energieffektiviseringsgapet.)
Kostnadseffektiv	Den eller de åtgärder som innebär lägre framtida kostnader i jämförelse med framtida kostnader som finns om inget görs.
Lönsam	Den eller de åtgärder som är företagsekonomiskt eller samhällsekonomiskt lönsamma att genomföra.
Utrullningstakt	Andel i byggnadsbeståndet som en viss åtgärd genomförs i.
Tekniksprång	Sker vid en ökad utrullningstakt, då en åtgärds energibesparing ökar eller då en ny åtgärd blir marknadsanpassad.
Investeringskostnader	Kostnad för en åtgärd uttryckt i kronor per m ² (alltså räknat per m ² uppvärmd area).
Driftskostnader	Totala kostnader för energi per år uttryckt i kronor per m ² (alltså räknat per m ² uppvärmd area).
Kalkylränta	<p>Ränta med ett påslag som investeraren ser som nödvändigt för att en investering skall vara ekonomiskt försvarbar.</p> <p>Real kalkylränta \approx Real ränta + Investerarens påslag</p>

Byggnadsbestånd – nybyggt, renoverat, bestående	<p>Byggnadsbeståndet kan indelas på dessa grupper:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nybyggt: Den del av beståndet som är nybyggt. Allt som byggs efter ett visst år. • Renoverat: Den del av beståndet som har renoverats. Gäller alla byggnader som byggs innan nybyggnadsåret. • Bestående: Den återstående, ej renoverade, delen av all byggnader som byggs före nybyggnadsåret. Benämns det ”bestående” beståndet. (Med avsikt kallas det inte det befintliga beståndet, i vilket ju också det ”renoverade” ingår).
Småhus	Permanentbebodda småhus, dvs hus med en eller två bostadslägenheter och med någon folkbokförd på huset.
Flerbostadshus	Byggnad med minst tre bostadslägenheter. Främst bostadslägenheterna, men även gemensamhetsutrymmen såsom trapphus, tvättstuga etc. Därutöver kan det finnas uthyrningslokaler i ett flerbostadshus (exempelvis affärslokaler i bottenvåningen).
Lokaler	<p>Lokaler för kommersiell, ideell och offentlig verksamhet. Lokaler i fastigheter taxerade som industri ingår inte *).</p> <p>*) Utöver tillverkningsindustri, så finns också några andra typer av lokaler som skattemässigt klassas som industri, nämligen logistikbyggnader (grossistlager, distributionscentraler, speditjonslager etc), reparationsverkstäder och bensinstationer. Dessa ingår alltså inte i redovisningen av ”Lokaler”.</p>
Lokaltyper	<p>Lokalerna finns också indelade på lokaltyper. (Texterna inom parentes är de förtydliganden som finns på enkätblanketten till ledning för uppgiftslämnaren):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontor och förvaltning • Livsmedelshandel (Butiks- och lagerlokaler för livsmedelshandel) • Övrig handel (Butiks- och lagerlokaler för övrig handel) • Vård, dygnet runt • Vård, dagtid (serviceboende, frisersalong o.d.) • Skolor (dagis/förskolor – universitet) • Bad-, sport-, idrottsanläggningar (ej utomhusarenor) • Kyrkor, kapell • Teater, konsert, biograf (samt övriga samlingslokaler) • Hotell, restaurang (Hotell, restaurang, pensionat, elevhem) • Övriga lokaler (Specificeras av uppgiftslämnaren) • Varmgarage (minst 10° C)
Area. Uppvärmd area	All area som redovisas i HEFTIG syftar till att vara med definitionen Atemp, dvs area fram till ytterväggarnas insidor, uppvärmd till minst 10° C.
Uppvärmningssätt, energislag	<p>Tillförd energi för uppvärmning och varmvatten är uppdelad på</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fjärrvärme • El för uppvärmning • Olja • Gas • Biobränslen
Elanvändning	<p>El för uppvärmning och varmvatten (till värmepumpar, elpannor, elradiatorer etc) redovisas alltid under rubrik ”Uppvärmning” eller ”Värme”.</p> <p>Övrig el är fördelad på</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hushållsel

- Fastighetsel
- Verksamhetsel

Fastighetsel avser el för byggnadens drift, såsom pumpar, fläktar, belysning i allmänna utrymmen och hissar. Även för småhus redovisas en post för fastighetsel, som avser cirkulationspumpar, ventilationsfläktar o likn.

Källor till bilaga A

Trafikverket	http://www.trafikverket.se/contentassets/81dcc49542364c39a084c867737d4bf8/pm_2012_01_introduktion_till_samhallsekonomisk_analys.pdf http://www.trafikverket.se/contentassets/13c6f625c3324bc4b34a59c9f4594703/02_kalkylteknik_a52.pdf
Naturvårds-verket	https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/5300/91-620-5314-0/
Svenskt Vatten (beslutstöd inför stora investeringar inom VA)	http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2014-13.pdf
Energimarknadsinspektionen	http://ei.se/Documents/Forhandsreglering_naturgas/Int%C3%A4ktsrarm%202015-2018/Gemensamma%20bilagor/Bilaga_1_Reglermassiga_avskrivningstider_naturgasforetag_2015_2018.pdf
BELOK	http://belok.se/download/Totalprojekt%20handbok-utbildningsmaterial%20jan%202014.pdf
Energi-myndigheten	https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwjnrpqbTHAhXGjiwKHa0JAok&url=https%3A%2F%2Fenergimyndigheten.a-w2m.se%2FFolderContents.mvc%2FDownload%3FResourceId%3D2885&ei=q1vUVaetIsadsgGt4jICA&usg=AFQjCNFkhiytrY81XXav0rQqia2jflJ9nA&sig2=4tl2Fk1P2tnLABmuQHcX9g&bvm=bv.99804247,d.bGg
KTH	Bejrums, H., (1995), Livscykeleconomiska kalkyler för byggnader och fastigheter, Meddelande 5:33, Avdelningen för Bygg- och fastighetsekonomi, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm

Bilaga B - Flerbostadshus och småhus

I SABO:s rapport *Hem för miljoner – förutsättningar för upprustning av rekordårens bostäder* beskrivs renoveringskostnader för tre olika renoveringsnivåer: fullständig, begränsad och minimal upprustning.

Typhus - Flerbostadshus

Byggnadstyp:	Lamellhus
Våningar:	3 stycken + källare
Tak:	Betong (plant)
Stomme:	Betong
Balkonger:	Indragna (placerade på huset ena sida)
Fasad:	Tegel
Fönster:	2-glas
Ventilation:	Frånluft



Energianvändning: 185 kWh/m² A_{temp} och år

Varav uppvärmning: 125 kWh/m² A_{temp} och år

Varav varmvatten: 40 kWh/m² A_{temp} och år

Varav fastighetsel: 20 kWh/m² A_{temp} och år

Typhus - Småhus

Det genomsnittliga småhuset byggdes 1953 och är ett 1,5-plans hus med källare.

Fasaden är av trä och taket är ett sadeltak med betongtakpannor.

Den uppvärmda arean, A_{temp}, är 160 m² och yterväggarnas U-värde är 0,334 W/(m²·K).

Det bor 2,3 personer i huset.



Foto: Conny Fridh/Johnér

Energianvändning: 149kWh/m² A_{temp} och år
Varav uppvärmning: 84kWh/m² A_{temp} och år
Varav varmvatten: 28 kWh/m² A_{temp} och år
Varav el: 37 kWh/m² A_{temp} och år

Bilaga C - Lista över totalprojekt

Lista över totalprojekt som legat till grund för typskolorna

	Skola	Ort	Genomförare	År
S1	Bergumsskolan	Olofstorp	Energitriangeln AB	2010
S2	Byttorpsskolan	Borås	CIT Energy Management	2014
S3	Fristadsskolan	Borås	CIT Energy Management	2011
S4	Forssklackskolan	Borlänge	Borlänge Energi	2013
S5	Johannebergsskolan	Göteborg	CIT Energy Management	2010
S6	Kevingeskolan	Danderyd	SKANSKA	2015
S7	Nymilsgatans förskola	Göteborg	CIT Energy Management	2010
S8	Nytorpsskolan	Stockholm	CIT Energy Management	2009
S9	Segevångsskolan	Malmö	CIT Energy Management	2015
S10	Skinteboskolan	Göteborg	CIT Energy Management	2010
S11	Smultronvägens förskola	Göteborg	CIT Energy Management	2010
S12	Sotenässkolan	Kungshamn	TH Energiteknik	2015
S13	Torslanda	Göteborg	Bengt Dahlgren	2009
S14	Tynnered	Göteborg	CIT Energy Management	2010
S15	Valåsskolan	Mölnådal	ÅF	2015
S16	Åsaka skolan	Trollhättan	Energitriangeln AB	2015

Lista över totalprojekt som legat till grund för typkontoret

	Fastighet	Fastighetsägare	Ort	Genomförare	År
K1	Altona	Stena Fastigheter	Malmö	Energy Concept in Sweden	2013
K2	Byggnad 74	Trollhättan tomt AB	Trollhättan	Energitriangeln AB	2013
K3	Chalmers Teknikpark	Chalmersfastigheter	Göteborg	Bengt Dahlgren	2014
K4	Getholmen	Castellum	Stockholm	CIT Energy Management	2008
K5	Glaven 8	Locum AB	Stockholm	Energo Retea AB	2010
K6	Gårda 18:23	Vasakronan	Göteborg	CIT Energy Management	2015
K7	Heden 42:1	Vasakronan	Göteborg	CIT Energy Management	2015
K8	Hägern Mindre 7	Fabege	Stockholm	Energo Retea AB	2011
K9	Högsbo 20-22	Castellum	Göteborg	CIT Energy Management	2014
K10	Pennfåktaren 11	AP Fastigheter	Stockholm	Bengt Dahlgren/Allmänna VVS byrå AB	
K11	Stampen 26:2	Stena Fastigheter	Göteborg	S. Örjenfelt, F. Olsson	2013
K12	Tobaksmonopolet 6	AMF Fastigheter	Stockholm	Incoord	2015
K13	Tre Vapen 2	Vasakronan	Stockholm	CIT Energy Management	2015