

HEFTIG

Bedömning av framtida energireduktion
-
Beräkningsmodell och presentationssätt

Förstudie

December 2012

Per-Erik Nilsson, CIT Energy Management
Åsa Wahlström, CIT Energy Management
Anders Göransson, PROFU
Agneta Persson, WSP
Göran Werner, WSP

Förord

Föreliggande arbete har bedrivits som en förstudie i en arbetsgrupp bestående av:

Per-Erik Nilsson, CIT Energy Management (projektledare)

Åsa Wahlström, CIT Energy Management

Anders Göransson, PROFU

Agneta Persson, WSP

Göran Werner, WSP

I gruppens möten har även Tomas Berggren, Energimyndigheten, deltagit. I det övergripande arbetet har en viss uppdelning skett så att Anders Göransson vidareutvecklat en modell för att passa syftet med denna studie, Per-Erik Nilsson och Åsa Wahlström har försett modellen med data för lokalbyggnader samtidigt som Agneta Persson och Göran Werner försett modellen med data för flerbostadshus. Samtliga projektdeltagare har också varit med i utformningen av de olika ingående delarna i modellen för att den ska fylla det syfte som eftersträvats – att på ett tillräckligt tillförlitligt vis ge användaren möjlighet att bedöma inverkan av genomförda energieffektiviserande åtgärder på längre sikt.

Gruppen har valt att ge modellen namnet HEFTIG, vilket är en förkortning hämtad ur *Husens EnergiFramTid I Genomlysning*.

Arbetet har finansierats av Energimyndighetens grupper BELOK och BeBo.

Göteborg i december 2011

Per-Erik Nilsson

1 Inledning

Vid uppstart av projekt inom BELOK och BeBo, såväl som inom andra Energimyndighetsprogram, diskuteras frågeställningar kring hur stor energibesparingspotentialen kan anses vara. Både i det enskilda projektet och uppväxlat på nationell nivå. Denna fråga är olika svår att besvara beroende på projektens karaktär. Effekten av projekt som exempelvis har till uppgift att utveckla metodiker eller programvara kan vara särskilt vanskliga att bedöma.

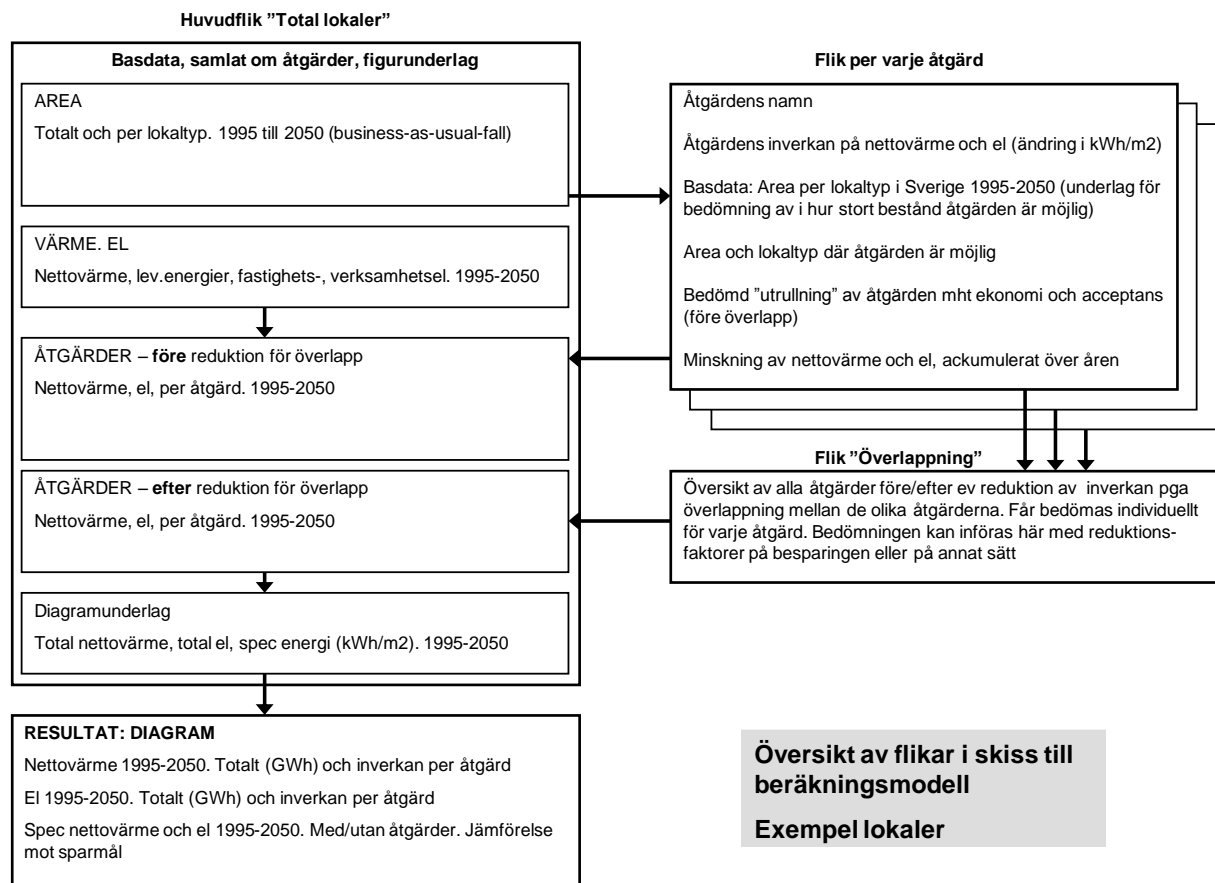
Oavsett hur svårt det är att bedöma potentialen för ett planerat så behöver det göras. Dels som en del av beslutsunderlaget när beslut om projekt ska fattas inom de enskilda programmen, dels hos Energimyndigheten vid rapportering till Näringsdepartementet och andra berörda aktörer. Vid tilldelning av medel till olika projekt har myndigheten behov av att kunna göra kvalificerade bedömningar av projektens energinytta.

Den nu genomförda förstudien har det övergripande målet att ta fram underlag som kan ge vägledning vid bedömning av energipotentialer i Energimyndighetsprojekt, som även omfattas av projekt bedrivna inom ramen för BELOK och BeBo. Utöver dessa två nätverk har synpunkter även inhämtats från Energimyndighetens nätverk LÅGAN, vilken hanterar nyproduktion av byggnader med mycket låg energianvändning. Det är viktigt att observera att arbetet har bedrivits som en förstudie i den meningen att behovet av framtida utveckling av en modell ska anges snarare än att en färdig modell ska utvecklas. Det är således inte en detaljerad slutgiltig modell som eftersträvs, utan grundprinciperna för en modell som har provats och bedömts. Dessutom har idéer prövats om hur man *presenterar* utfallet av energiåtgärder, också sett i jämförelse med en basutveckling av bebyggelsens energianvändning under lång tid framåt. Som ett resultat av förstudien ska också anges vilka ytterligare insatser som måste genomföras för att skapa den detaljerade och användarvänliga modell som framgent eftersträvas.

2 Föreslagen modell

Den modell som utvecklats i föreliggande förstudie baseras på en tidigare påbörjad Excelmodell, utvecklad av Anders Göransson, Profu. Den vidareutvecklade modell som nu tagits fram har som syfte att vara ett hjälpmedel i bedömningen av hur en framtida modell kan byggas upp. Det kan redan här slås fast att en framtida modell bör byggas upp med en annan bas än Microsoft Excel. Den bör också utvecklas betydligt vad gäller överskådlighet och användbarhet.

Övergripande består modellen av följande delar.



Figur 1 Översikt modelluppbyggnad. Exemplifierat med lokalbyggnader.

Behovet av indata, flödet av data i modellen samt resulterande utdata kan översiktligt beskrivas enligt följande:

- I modellen ska först ett antal "basdata" anges såsom areor fördelat på olika byggnadstyper. Här ingår exempelvis byggnadsbeståndets bedömda utveckling över tid, vilket även omfattar nyproduktion och rivning av byggnader.
- Tillgänglig statistik för energianvändningen hittills anges, samt en bedömd framtida basutveckling av värme- och elanvändning innan de åtgärder införs, vilka modellen ska hantera.
- Åtgärder som ska bedömas anges i egna flikar där bl.a. en bedömning av hur stor del av byggnadsbeståndet som kan bli aktuellt för åtgärden ska göras.
- En bedömning av i vilken takt åtgärden kan "rullas ut" behöver också anges.

- Siffervärden beräknas för effekten från genomförda åtgärder, före och efter överlappning mellan olika åtgärder.
- Som resultat erhålls i diagramform en redovisning av hur utvecklingen bedöms bli med och utan åtgärder. Fallet utan åtgärder benämns basfall och redovisar bedömd utveckling utan genomförande av åtgärder. Resultaten kan redovisas i ett antal olika diagram där det är möjligt att särskilja el och värme, samt i sammanslagna diagram som redovisar totala energimängder. Samtliga resultat kan fås som absoluta siffror och per m² golvarea.
- För användning inom Energimyndigheten bör givetvis alla basdata om areor och energianvändning i nuvarande och framtida bebyggelsestock harmoniera med vad myndigheten använder i sitt analys- och prognosarbete. (Detta har eftersträvat även i denna förstudie, men allt detta behöver ses över före en skarp användning). Vi har i förstudien valt startåret 1995 och slutåret 2050, eftersom detta är årtal ingående i det nationella miljö kvalitetsmålet om bebyggelsens energianvändning.

2.1 Indatahantering

Nedan visas exempel på hur indata till modellen anges i ett Excelark.

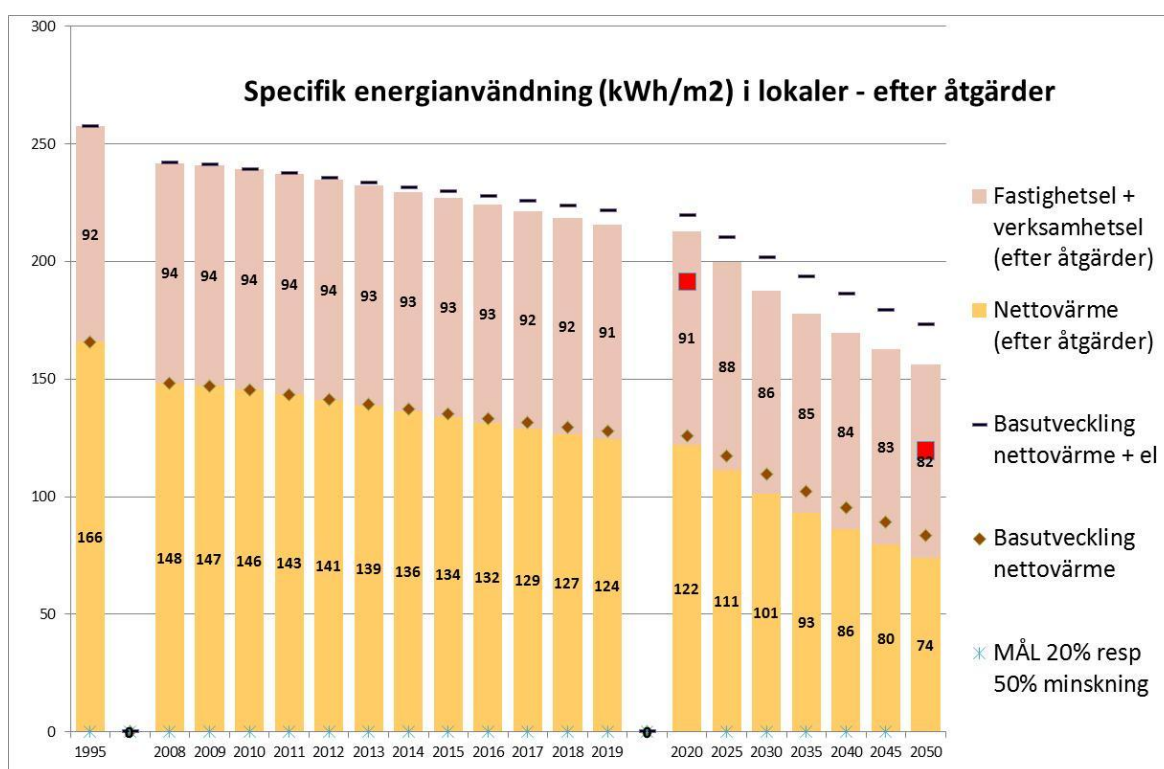
| HERLIG * LOKALER* TOTALA DATA FÖR SVERIGE | | | | | | |
|---|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| AREA (Mm2 Atemp) | 1995 | 1996-2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Alla lokalbyggnader (i slutet av året/perioden) | 151,8 | 159,6 | 160,5 | 161,4 | 162,4 | 163,4 |
| Därav area med användning för.... | | | | | | |
| Kontor och förvaltning | 39,4 | 31,6 | 37,8 | 38,0 | 38,3 | 38,5 |
| Livsmedelshandel | 5,1 | 4,6 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 |
| Övrig handel | 10,1 | 11,8 | 13,5 | 13,6 | 13,7 | 13,8 |
| Vård, dygnet runt | 19,7 | 15,1 | 17,6 | 17,7 | 17,8 | 17,9 |
| Vård, övrig | 10,4 | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 5,5 |
| Skolor | 33,8 | 58,0 | 50,6 | 50,9 | 51,2 | 51,5 |
| Bad, sport, idrott | 6,2 | 7,1 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,6 |
| Kyrkor, kapell | 2,7 | 2,7 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| Teater, konsert, biograf | 5,5 | 4,1 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Hotel, restaurang | 5,9 | 6,9 | 8,7 | 8,8 | 8,8 | 8,9 |
| Övriga lokaler | 13,1 | 10,5 | 9,0 | 9,0 | 9,1 | 9,2 |
| Varmgarage | 0,0 | 1,7 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| Fördelning på nybyggande etc | | | | | | |
| Kvarstående i början av året/perioden | | 151,8 | 159,6 | 160,5 | 161,4 | 162,4 |
| Nybyggande | | 11,8 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| Rivning, omvandling | | -4,0 | -0,1 | -0,1 | -0,16 | -0,16 |
| Bestånd i slutet av året/perioden | 151,8 | 159,6 | 160,5 | 161,4 | 162,4 | 163,4 |
| * därav stor renovering under året/perioden | | 62,2 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 4,9 |

Figur 2 Exempel på indata i Excelmodellen. Indatafilen är beskuren och innehåller uppgifter endast till 2012. I modellen ingår verkliga statistiska data så långt de finns tillgängliga, medan bedömd utveckling fram till 2050 görs utifrån data för basfallet.

Övriga indata anges på motsvarande vis. Viktiga indata är givetvis beskrivningen av de olika aktuella åtgärderna och den besparing de kan ge upphov till. En korrekt beskrivning är en förutsättning för att korrekt kunna bedöma storleken på besparingar över tid, uppväxlade till nationell nivå.

2.2 Utdata – resultat

Resultat anges i diagramform, där ett antal olika utseenden kan erhållas. Avsikten med resultatdiagrammen är att de ska ge användaren en direkt och, så långt det är möjligt, tydlig bild av den påverkan den eller de aktuella åtgärderna kan ha på energianvändningen på nationell nivå. Notera att sifferunderlaget som används för att illustrera hur resultatet kan redovisas inte är komplett, utan i vissa fall har relativt grova antaganden gjorts



Figur 3 Total energianvändning i lokalbyggnader angiven som nettovärme tillfört lokalerna samt fastighets- och verksamhetsel. Det som benämns *Basutveckling nettovärme + el* motsvarar fallet basfallet, dvs den utveckling man skulle haft utan de undersökta åtgärderna. Kvadraterna markerade åren 2020 och 2050 motsvarar en reduktion med 20 % till 2020 respektive 50 % till 2050, jämfört med år 1995, motsvarande nationella miljökvalitetsmålet.

På motsvarande vis kan utvecklingen för elanvändning respektive värmeanvändning redovisas separat, för att få en tydlig bild av var effektiviteten hos olika åtgärder blir störst. Vissa åtgärder kan ge en stor besparing av värme medan de ger upphov till en måttlig ökning av el. En typisk sådan åtgärd återfinns i luftbehandlingssystem där exempelvis tryckfall ökar vid införande av värmeåtervinning. Återvinning av värme ur ventilationsluften kommer med största sannolikhet att öka kraftigt i flerbostadshusbeståndet.

Ett exempel på åtgärd som reducerar behovet av el samtidigt som behovet av värme ökar är effektivisering av belysningsystem.

I utvecklingen av modellen har åtgärder för flerbostadshus och lokalbyggnader studerats, för att ge en övergripande bild av hur de sammanlagda resultaten kan illustreras.

2.3 Känslighetsstudie

Som nämnts tidigare är de val av data för basfallet som antas av avgörande betydelse för utvecklingen och genomslaget hos enskilda åtgärder. För lokalbyggnader har en känslighetsanalys gjorts för två alternativa scenarier för basfallet, enligt tabell 1. För de respektive scenarierna har parametrarna justerats dels i en riktning som ger en större total energieffektivisering (scenario 1), dels i motsatt riktning (scenario 2).

Tabell 1 Basfall och två alternativa scenarier, där ändring både av beståndets och energibehovets utveckling (utan åtgärder) har studerats.

| | Basfall | Scenario 1 | Scenario 2 |
|--|---|---|---|
| Rivningstakt | 0,5 %/5 år | 0,7 %/5 år | 0,3 %/5 år |
| Nybyggnadstakt | 1,16 Mm ² /år | 1,46 Mm ² /år | 0,86 Mm ² /år |
| Energiprestanda i nybyggnation | 2010: 70 kWh/m ² år 2050: 30 kWh/m ² år (1 kWh/m ² år sänkning per år) | 2010: 60 kWh/m ² år 2050: 20 kWh/m ² år (1 kWh/m ² år sänkning per år) | 2010: 80 kWh/m ² år 2050: 50 kWh/m ² år (1 kWh/m ² år sänkning per år) |
| Kontinuerliga förbättringar i befintligt bestånd | Värmebehovet sjunker med 5,5 %/5år | Värmebehovet sjunker med 7,0 %/5år | Värmebehovet sjunker med 4,0 %/5år |

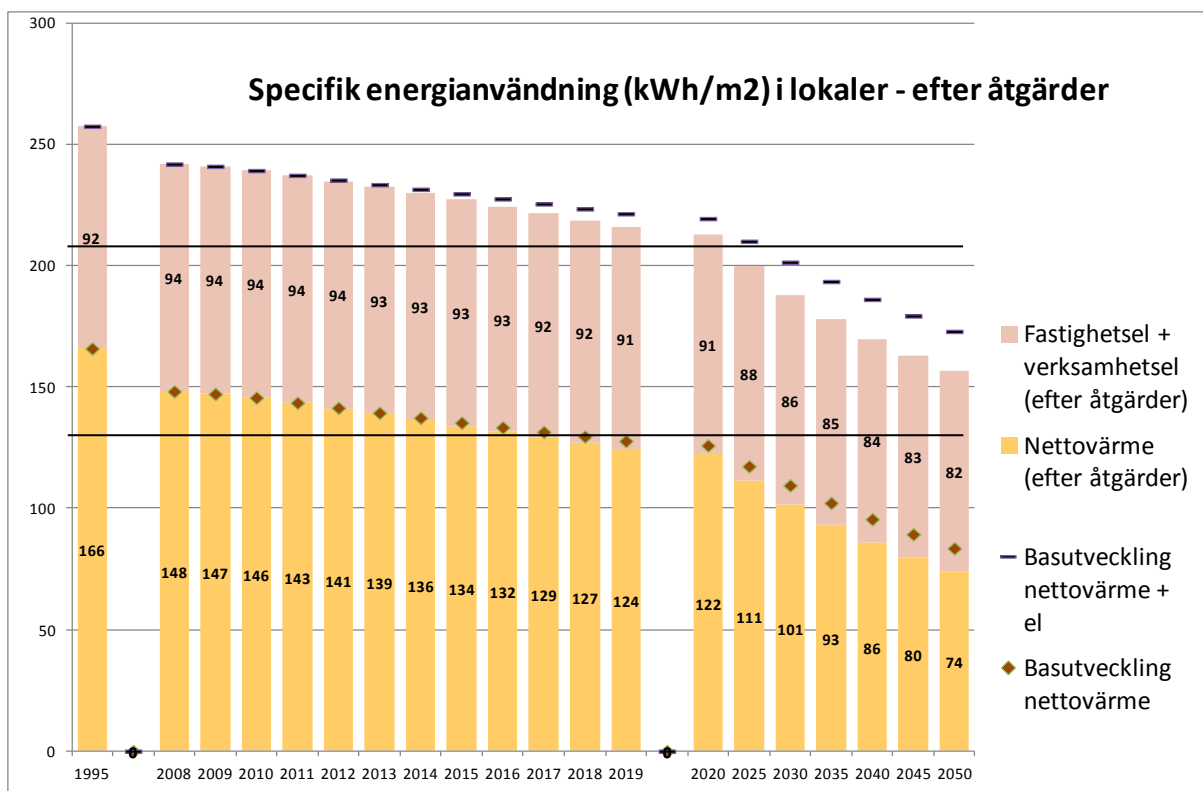
Jämfört med basfallet har således ändringar av landets bestånd av lokalbyggnader gjorts avseende:

- Rivningstakt
- Nybyggnadstakt

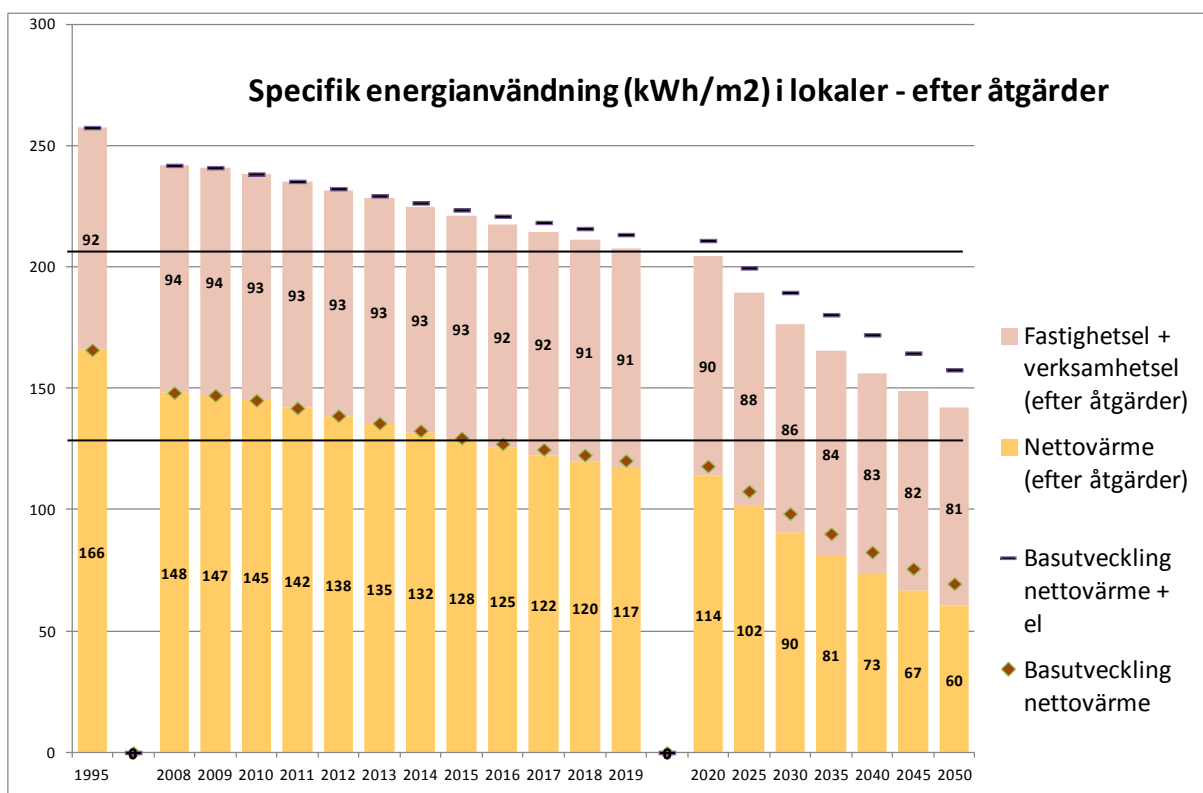
Jämfört med basfallet har ändringar även gjorts för energibehovet avseende:

- Energiprestanda i nybyggnation
- Kontinuerliga förbättringar (effektivisering som sker utan hjälp av det som kallas åtgärder i modellen)

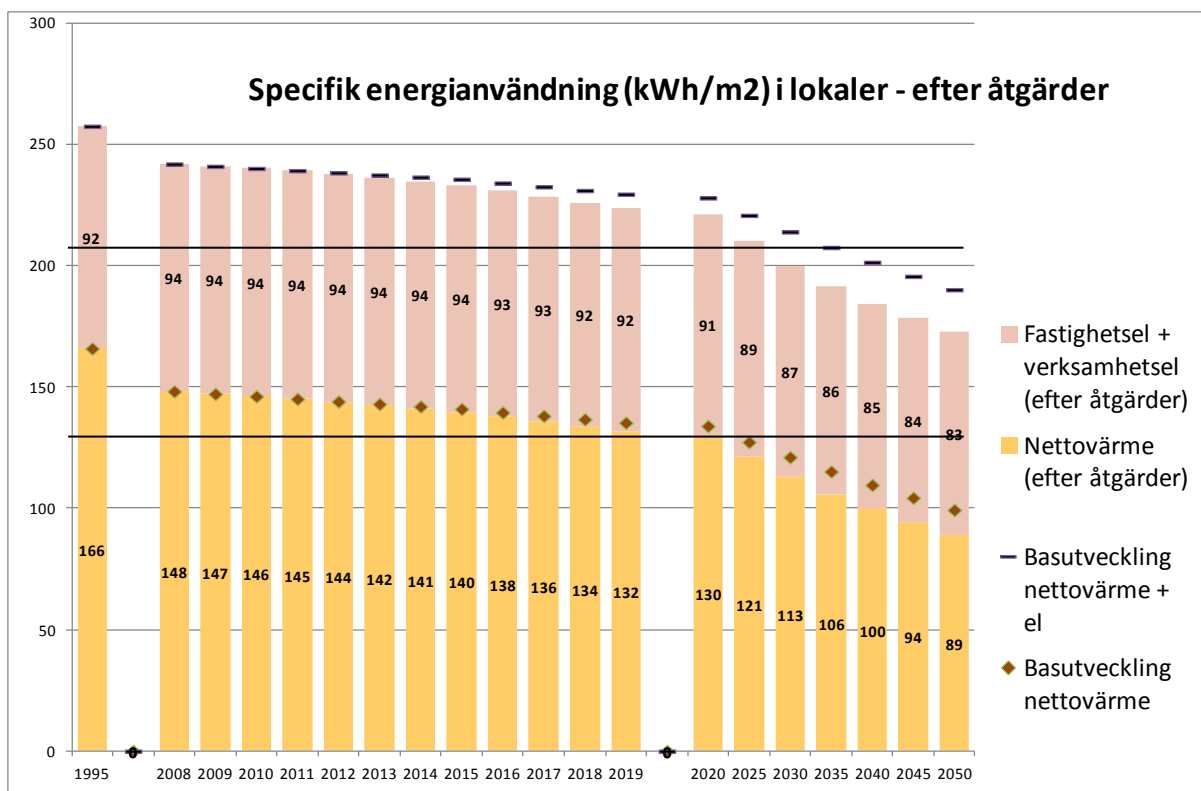
I figurerna 4-6 redovisas resultatet från de två scenarierna samt utfallet för basfallet.



Figur 4 Basfall (de två horisontella strecken motsvarar 20 och 50 % energieffektivisering jämfört med 1995).



Figur 5 Scenario 1 (de två horisontella strecken motsvarar 20 och 50 % energieffektivisering jämfört med 1995).



Figur 6 Scenario 2 (de två horisontella strecken motsvarar 20 och 50 % energieffektivisering jämfört med 1995).

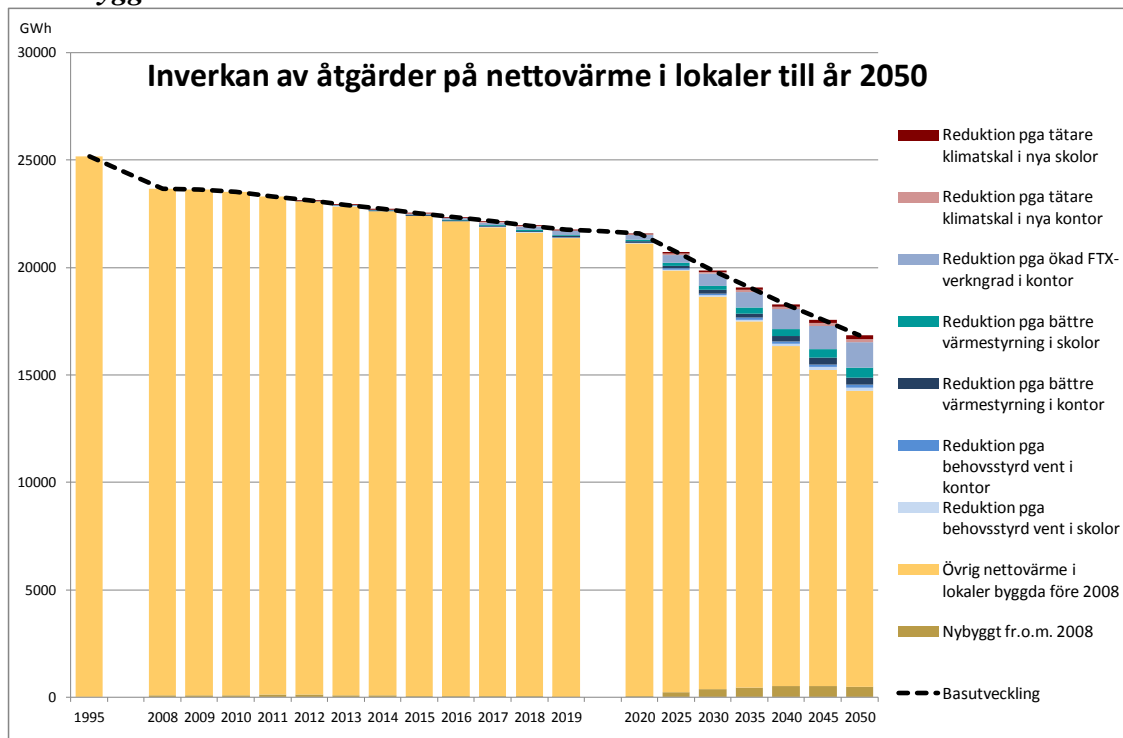
Genomslaget för åtgärder, baserat på alternativa scenarier, kan således relativt enkelt studeras med hjälp av modellen. Samtidigt som det är viktigt att studera genomslaget hos enskilda åtgärder eller sammantaget för ett antal åtgärder, i relation till landets hela energianvändning, kan det finnas anledning att studera åtgärder på alternativa vis. En åtgärd som fungerar väl för en viss kategori byggnader kan bli svår att urskilja om det alltid är hela landets energianvändning man relaterar till.

2.4 Energiåtgärder uppdelade på lokalbyggnader och flerbostadshus

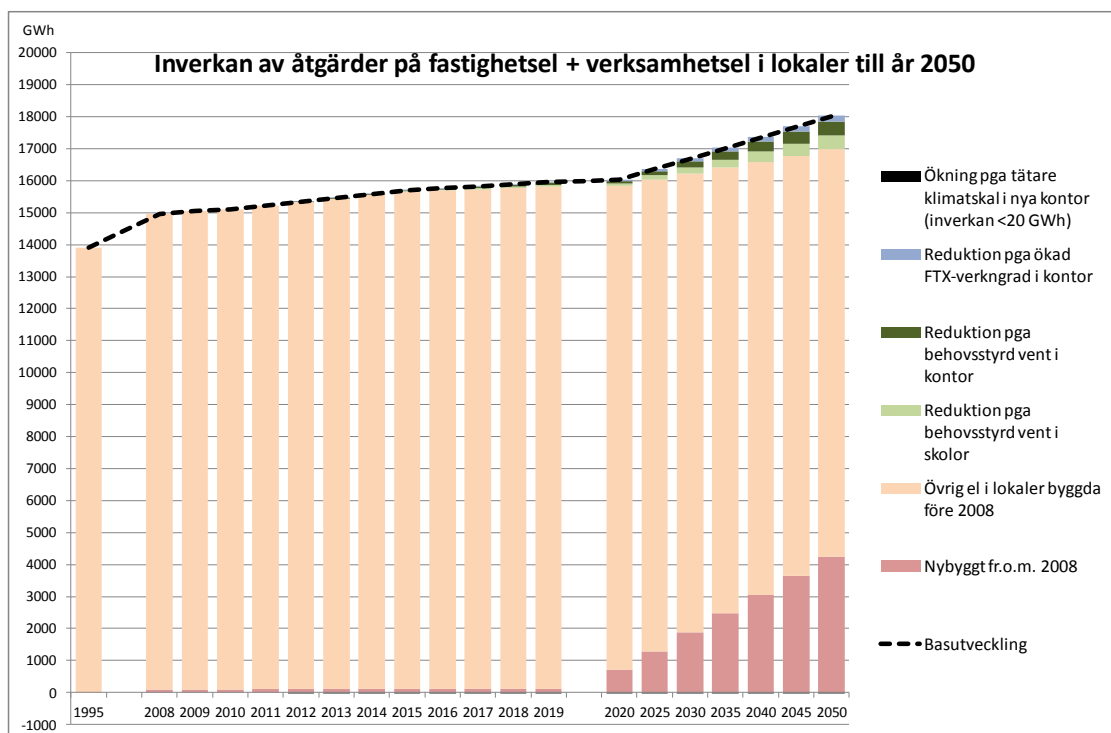
För att få en uppfattning om hur väl åtgärder kan representeras i olika typer av resultatdiagram har i förstudien studerats lokalbyggnader respektive flerbostadshus. Nedan redovisas resultatet för båda byggnadskategorierna, med några få åtgärder inlagda. Energianvändning har delats upp för nya byggnader respektive befintliga byggnader. Detta för att det ska vara möjligt att tydligt redovisa åtgärder som görs på nybyggnation utöver basfallet, även om de exempel som visas nedan gäller för befintliga byggnader. Det bör även här påpekas att studierna av åtgärdenas inverkan framför allt har syftet att se hur modellen kan användas, snarare än att göra anspråk på noggrannhet i utfallet.

Figureerna 7, 8 och 9 visar energieffektiviseringsåtgärderna i förhållande till den totala energi användningen i lokalsektorn medan figureerna 10 och 11 visar den faktiska förändringen i energianvändning vid energieffektiviseringen.

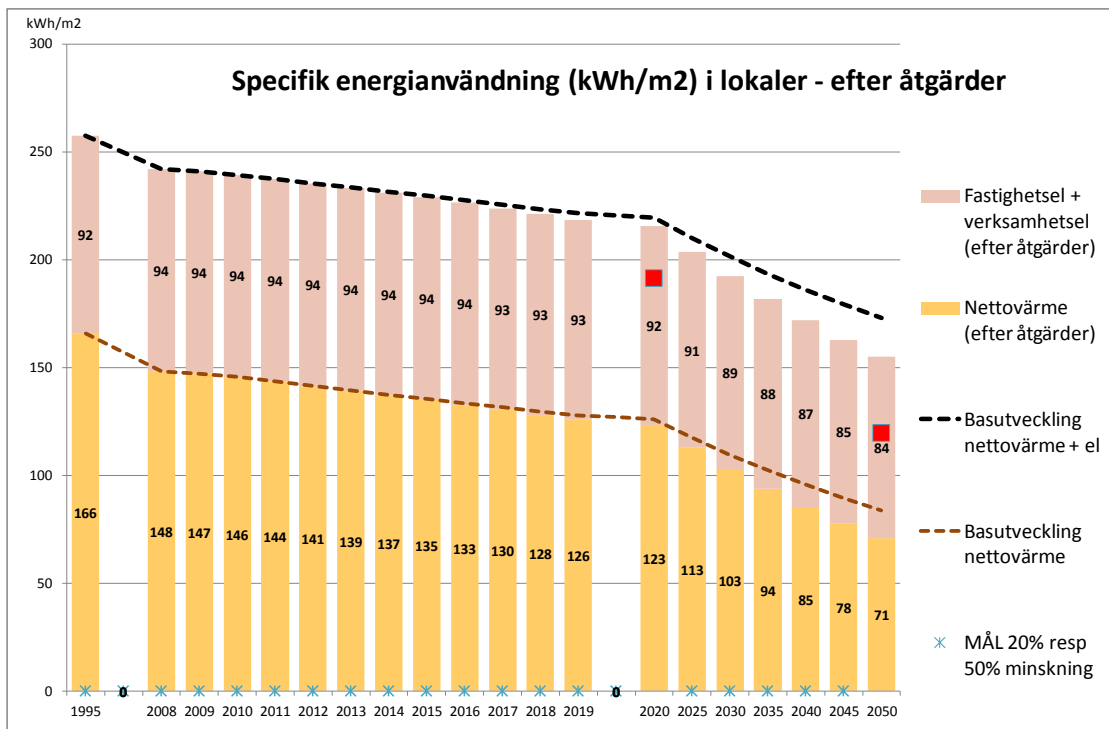
Lokalbyggnader



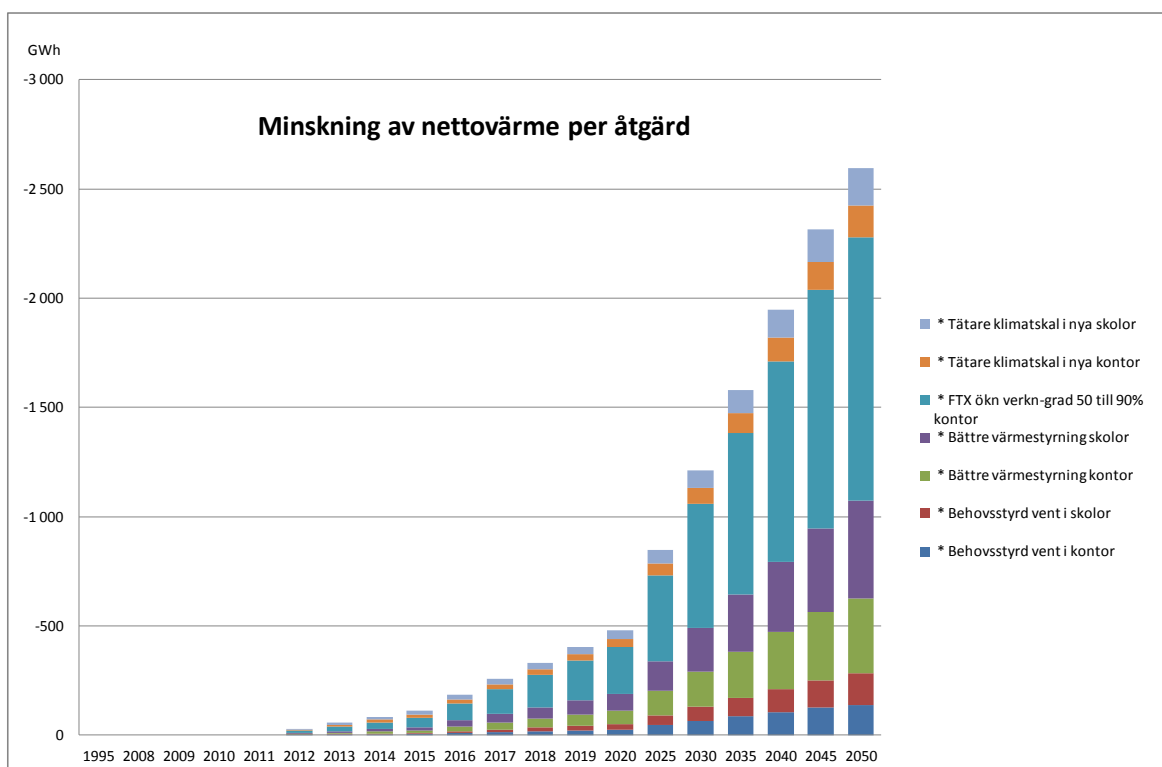
Figur 7 Total nettovärme tillförd till lokalbyggnader.



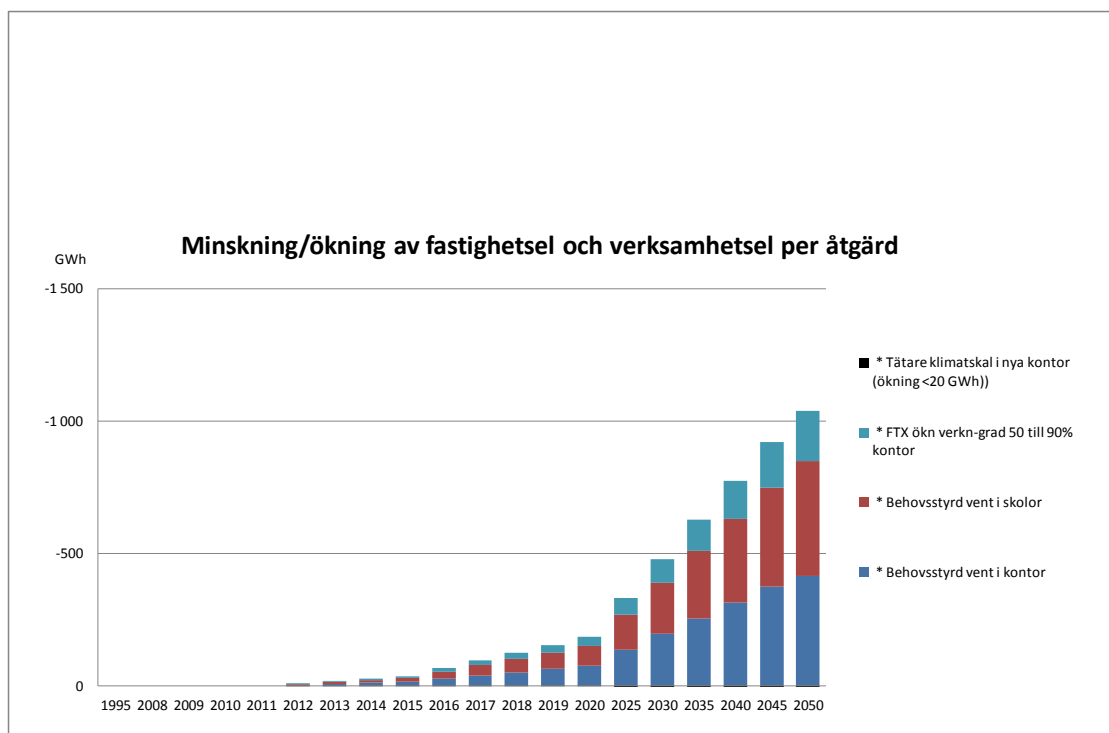
Figur 8 Total användning av fastighetsel och verksamhetsel i lokalbyggnader.



Figur 9 Total energianvändning i lokalbyggnader angiven som nettovärme tillfört lokalerna samt fastighetsel och verksamhetsel. Kvadraterna markerade för åren 2020 och 2050 motsvarar en reduktion med 20 % till 2020 respektive 50 % till 2050, jämfört med år 1995.



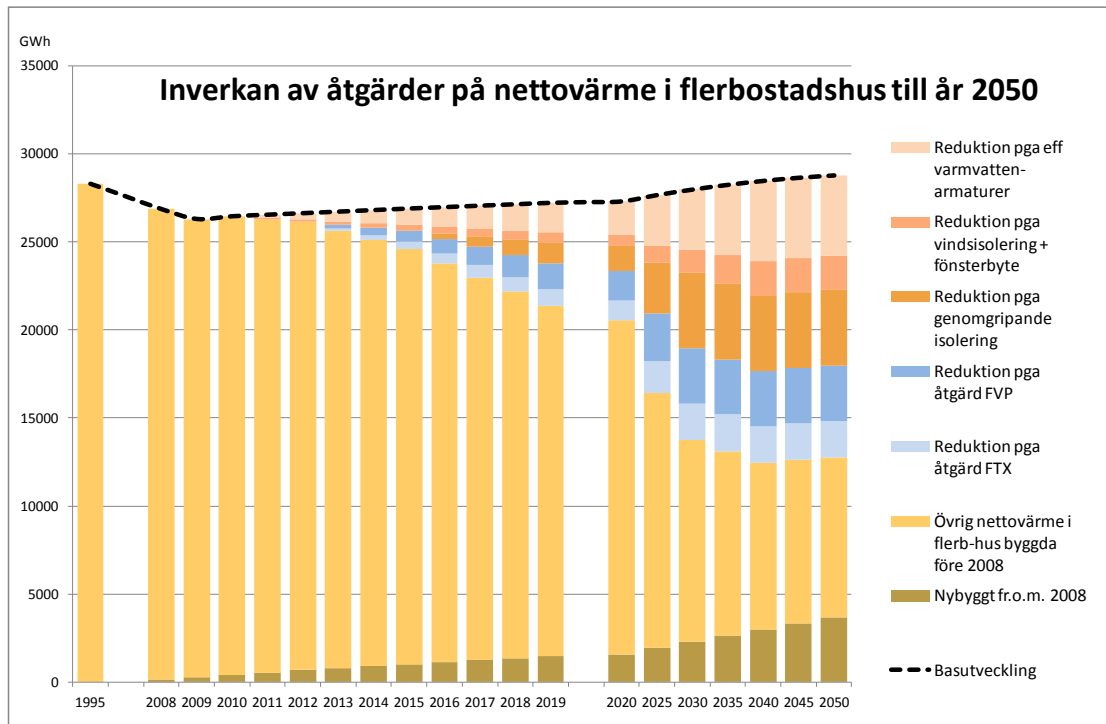
Figur 10 Total minskning av nettovärme för olika energieffektiviseringsåtgärder i lokalbyggnader.



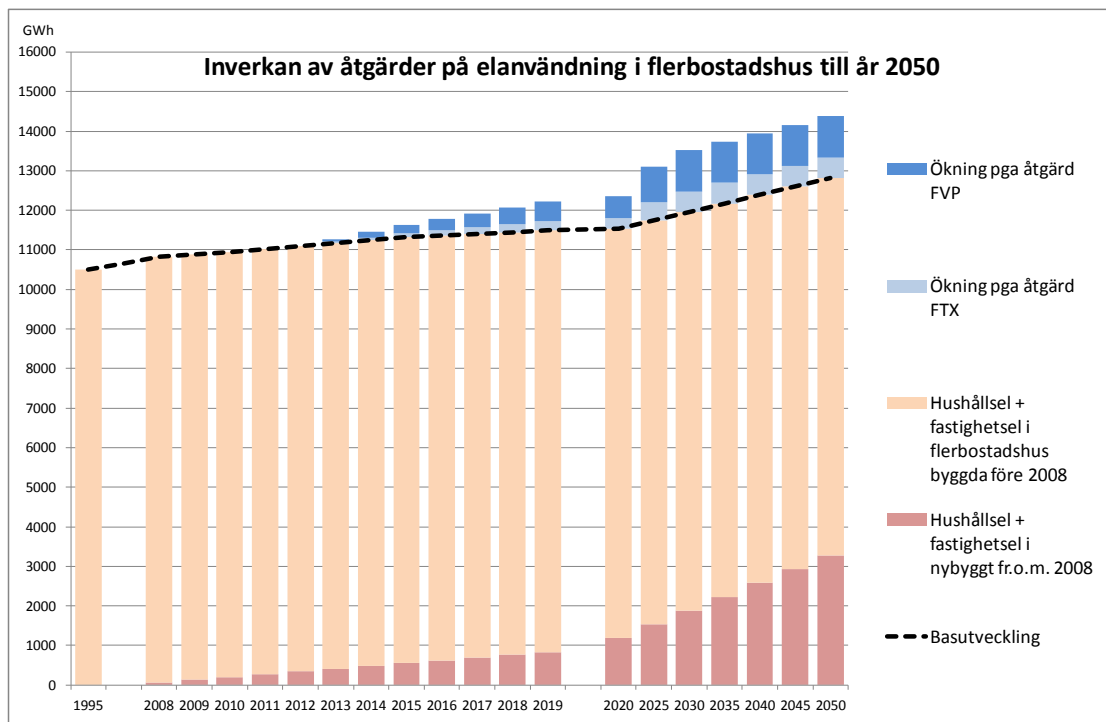
Figur 11 Total förändring av fastighets- och verksamhetsel för olika energieffektiviseringsåtgärder i lokalbyggnader. Åtgärden "tätare klimatskal" som ger en ökad elanvändning illustreras av de svarta staplarna för respektive år som ligger under noll-strecket (mycket små) medan minskning av elanvändning är illustrerade positivt över noll-strecket.

På samma sätt visar figurerna 12, 13 och 14 energieffektiviseringsåtgärder i förhållande till den totala energi användningen i flerbostadshussektorn medan figurerna 15 och 16 visar den faktiska förändringen i energianvändning vid energieffektiviseringen.

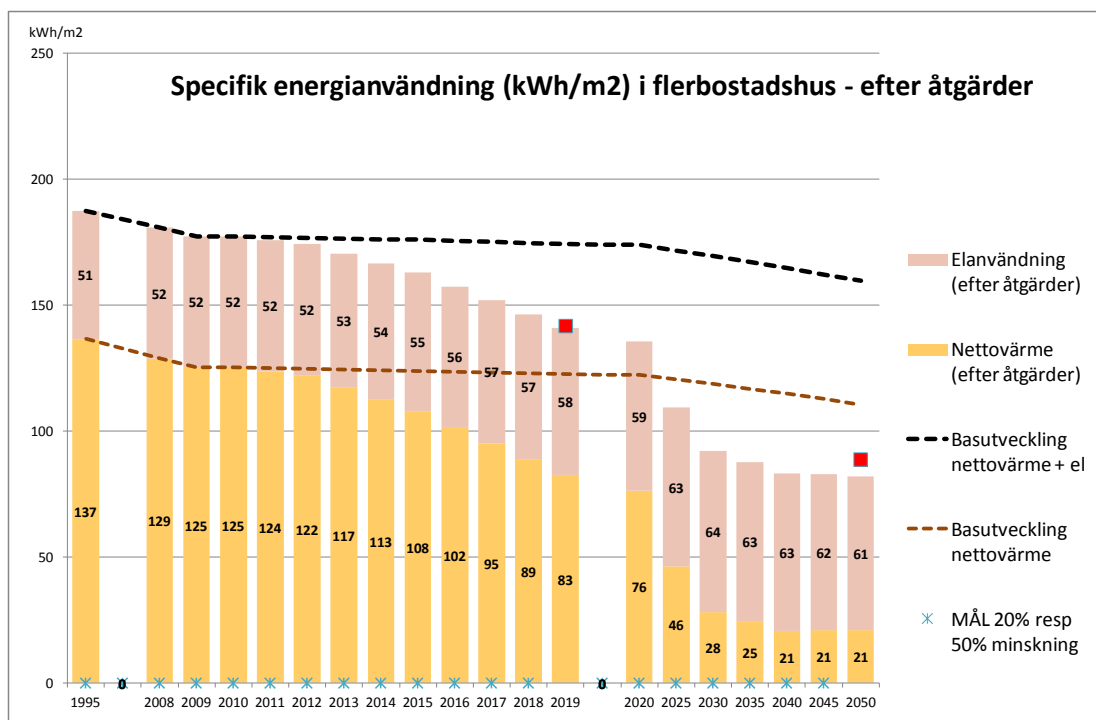
Flerbostadshus



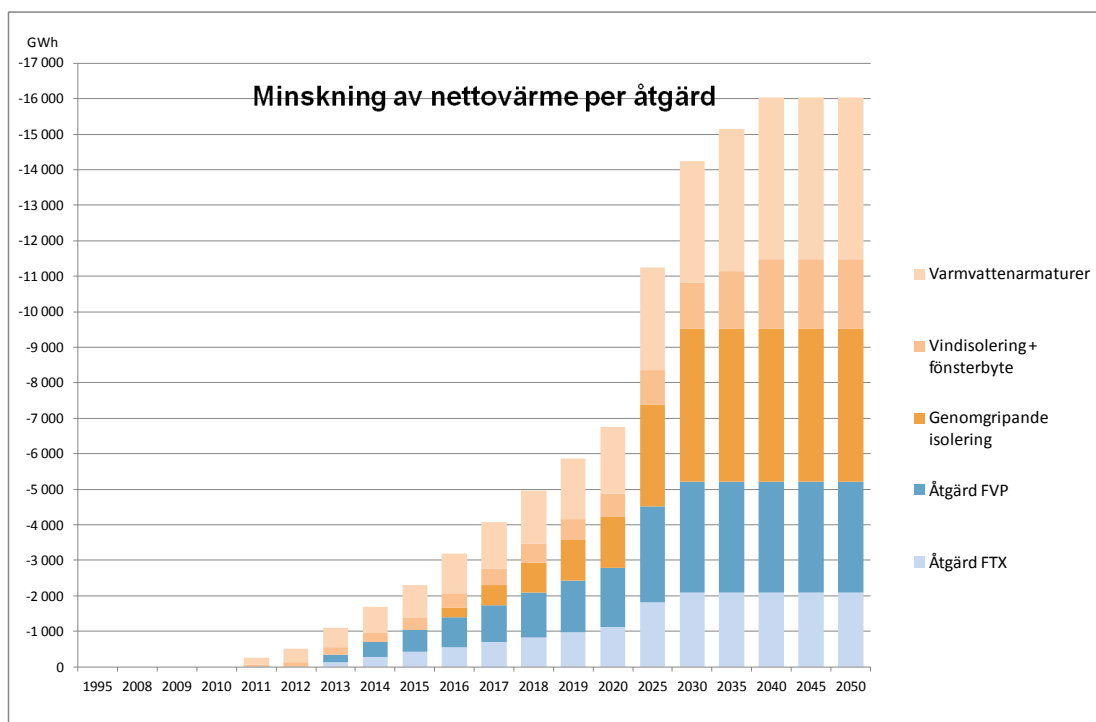
Figur 12 Total nettovärme tillfört till flerbostadshussektorn.



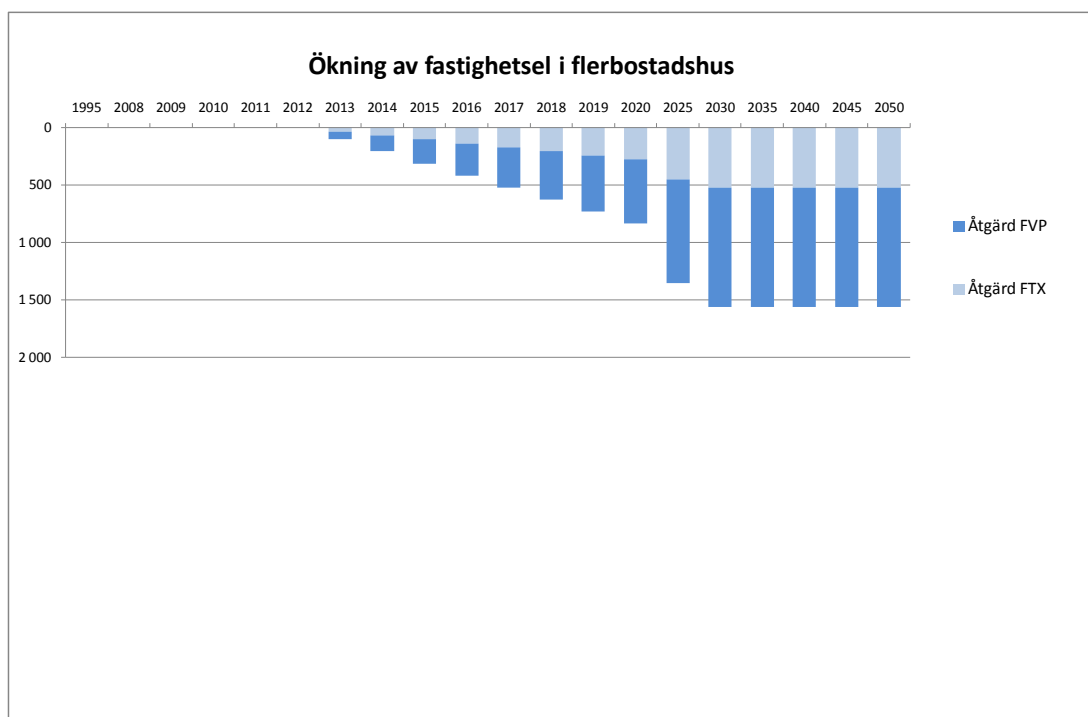
Figur 13 Total användning av fastighetsel och hushållsel i flerbostadshussektorn. Eftersom inga elminskningsåtgärder redovisas här kommer hela stapeln att visa behov av fastighets- och hushållsel i flerbostadshussektorn för respektive år.



Figur 14 Total energianvändning i flerbostadshussektorn angiven som tillfört nettovärme samt fastighetsel och hushållsel. Kvadraterna markerade för åren 2020 och 2050 motsvarar en reduktion med 20 % till 2020 respektive 50 % till 2050, jämfört med år 1995.



Figur 15 Total minskning av nettovärme för olika energieffektiviseringsåtgärder i flerbostadshus.



Figur 16 Total förändring av fastighetsel för olika energieffektiviseringsåtgärder i flerbostadshus. De två exemplifierade åtgärderna ger båda en ökning av elanvändning vilket illustreras av att de ligger under noll-strecket.

3 Slutsatser och förslag till fortsatt utveckling

Arbetsgruppen har gemensamt kommit fram till att en modell med den uppbyggnad som finns i den relativt grova Excelmodellen är bra. Här avses bra ur aspekten att modellen ger möjlighet att testa vilken effekt olika åtgärder kan ge på lång sikt och på nationell nivå, med hänsyn tagen till ett antal parametrar såsom byggnadsstockens förändring, inbördes påverkan av olika åtgärder på varandra, etc. Det vill säga just det en modell av denna karaktär måste kunna hantera.

Modellens karaktär är således korrekt för att ge svar på de frågeställningar som var utgångspunkt för förstudien. I ett framtidsperspektiv behöver modellen utvecklas och göras användarvänlig. Utvecklingsbehovet samt frågeställningar som det är nödvändigt att ta ställning till inför en utveckling redovisas nedan i punktform.

- Innan utveckling sker är det nödvändigt att ta ställning till frågan om vem som är målgrupp för modellen och vem som ska vara dess huvudman. Vad gäller målgrupp syns det naturligt att se Energimyndighetens nätverk som en av de främsta. Nätverken har ett behov att dels inför beslut om nya projekt kunna bilda sig en uppfattning om vad projekten kan bidra till i ett större perspektiv, dels att kunna redovisa för Energimyndigheten vad verksamheterna i nätverken åstadkommer. Även Energimyndigheten själv är en potentiell viktig framtida användare. Det är hos myndigheten en sammanhållen bild av landets energianvändning finns både för dagsläget och för framtida utveckling. För det senare är det viktigt att ha ett hjälpmedel som tydliggör vilket genomslag insatser inom olika områden får på landets energianvändning. Modellen kan även komma att fungera som ett instrument för att både bedöma och utvärdera kostnadseffektiviteten hos olika energieffektiviseringsinsatser och styrmedel.

Vad gäller huvudmannaskap, dvs vem som har ansvaret för modellen och dess framtida utveckling, anser arbetsgruppen att Energimyndigheten utgör en naturlig hemvist.

- Modellen behöver utvecklas vidare. Den nu relativt grova modellen är utvecklad i Microsoft Excel och den är inte användarvänlig för nya användare. För att på sikt få ett verktyg som är bättre anpassat efter användarens behov bör en modell utvecklas i ny programvara. Modellen bör utvecklas så att de studier som efterfrågas enkelt kan göras av en bredare krets av användare. Således bör indatahantering, känslighetsanalyser (olika scenarier) och möjlighet till ett flertal resultatredovisningar utvecklas.
- Trovärdigheten i en modell och hos de resultat som tas fram med den är givetvis avhängiga av att de indata som används är tillförlitliga. Det är därför viktigt att se över indata för byggnadsbeståndet tillsammans med parametrar som ingår i basfallet, dvs det jämförelsescenario som åtgärder alltid ställs i relation till. Eventuellt kan modellen behöva ha flera jämförelsescenarier, t.ex. bästa respektive värsta fall.
- För att ytterligare definiera utformning av en framtida modell och utformning av ett huvudprojekt föreslås en workshop tillsammans med Energimyndigheten.

