Energianvändning i flerbostadshus och lokaler

– Idag och i nära framtid

Elforsk rapport 08:32

Gunnar Bröms och Åsa Wahlström

april 2008

ELFORSK

Energianvändning i flerbostadshus och lokaler

– Idag och i nära framtid

Elforsk rapport 08:32

Gunnar Bröms och Åsa Wahlström april 2008

Förord

Föreliggande rapport är slutrapport i projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och lokaler –idag och i nära framtid” som har drivits av Elforsk och elföretagen. Huvudsyftet med projektet har varit att kartlägga hur el- och värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler ser ut idag och hur användningen kan komma att förändras.

Projektledare har varit Gunnar Bröms, Vattenfall Research and Development AB som tillsammans med Åsa Wahlström, SP Sveriges Tekniska Forsningsinstitut, har genomfört projektet. Projektet har utförts på uppdrag av Elforsk där ansvarig har varit Monika Adsten och med en styrgrupp bestående av:

Lars Holmqvist, Göteborgs Energi

Martin Magnusson, Växjö Energi

Torsten Olsson, Eon

Glenn Pettersson, Vattenfall

Edvard Sandberg, Svensk Energi

Johan Tjernström, Fortum Värme samägt med Stockholms stad

Projektet har finansierats av:

E.ON Sverige AB

Fortum Värme samägt med Stockholms stad

Göteborg Energi AB

Jämtkraft AB

Karlstads Energi AB

Mälarenergi AB

Skellefteå Kraft AB

Umeå Energi AB

Vattenfall AB

Växjö Energi AB

Februari 2008

Monika Adsten, Gunnar Bröms och Åsa Wahlström

Sammanfattning

Effektiv energianvändning, större andel av förnybar energi och minskade utsläpp av växthusgaser inom bebyggelsesektorn ligger högt upp på agendan både inom EU och nationellt vilket visas med en rad nya direktiv, lagar och förordningar. Om EU:s och Sveriges ambitioner att reducera energianvändningen inom byggnadssektorn genomförs kommer detta att påverka energibranschen genom lägre försäljningsvolymer troligen både för värme och el samtidigt som uttagsmönster förändras.

Elforsk och elföretagen har därför genomfört föreliggande projekt för att kartlägga hur el- och värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler ser ut idag och hur användningen kan komma att förändras fram till 2020 genom de politiska insatser som nu aviseras.

Under projektets genomförande har det konstateras att det skett en klar attitydförändring med ökat intresse för energifrågor både hos myndigheter, fastighetsbolag och byggbranschen samtidigt som de energipolitiska målen stramats åt. Den politiska dagordningen har under hela projektet varit levande med nya utspel och tydliggöranden. Den svenska utredningen om hur energitjänstedirektivet skall införas i Sverige håller på att slutföras.

I projektet har olika scenarier skapats för att kunna belysa framtida grövre uppskattningar av efterfrågenivåer för el och fjärrvärme i flerbostadshus- och lokalsektorn. Scenarierna utgår från underlag från:

- statistik om hur byggnadssektorns energianvändning ser ut idag,
- intervjuer med fastighetsägare och byggföretag för att få ett marknadsperspektiv på hur arbetet med energianvändning ser ut idag, samt hur, varför och i vilken hastighet det kan komma att förändras,
- goda exempel på nya byggnader och renovering av äldre byggnader för att belysa vad som är möjligt att göra,
- uppskattningar vad nya BBR 2006 kan innebära från praxis och beräkningar.

De scenarier som gjorts för framtida energieffektivisering har jämförts med de nationella mål som fastställts i ”Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande (Prop. 2005/06: 145)” och de reflekterar utifrån tre olika mål:

- energieffektivisering
- klimat
- resursanvändning

Scenarier för framtida energieffektivisering visar att det är mycket svårt att nå effektiviseringsmålet fram till 2020 trots en överraskande positiv attityd till energieffektivisering hos de som intervjuats. Många fastighetsbolag har fört upp frågan till styrelserummen där styrelsen beslutat om nivån på deras

effektiviseringsprogram och många byggföretag har beslutat att de skall bygga bättre än vad Byggnormen anger. För att klara målen krävs kraftfulla åtgärder både för effektivisering av det befintliga beståndet samt vid ny- och ombyggnation. Studier av goda exempel visar att det går att bygga till lågenergihusstandard både vid ny- och ombyggnad men en tillbakablick på tillväxten av lågenergihus och passivhus visar att det endast byggts några få fastigheter sedan år 2000. Om utvecklingen skulle ta rejäl fart, dvs att alla ny- och ombyggnader håller lågenergihusstandard till 2020 så går det att uppnå effektiviseringsmålen.

De beräkningar som genomförts för klimat och resursanvändningsmålen visar hur en framtid kan utveckla sig då alla förändringar (både vid ny- och ombyggnation) förutsätts ske till ett visst uppvärmningsalternativ som fjärrvärme eller bergvärmepumpar. Dessa huvudalternativ har också kombinerats med effektiviseringsåtgärder som värmeåtervinning ur frånluften och solvärme.

Resultatet visar att det inte är lika svårt att nå klimat- och resursanvändningsmålet vilket främst beror på att det fortfarande används en hel del oljeuppvärmning som kan konverteras både i flerbostadshus- och lokalsektorn. En slutsats från projektet i stort är att värmeåtervinning av frånluften kommer att vara en både nödvändig och väldigt viktig åtgärd för att de nationella målen skall nås. Värmeåtervinning kan dels ske genom värmeväxling från frånluft till tilluft (FTX) och dels med frånluftsvärmepump. Scenarierna visar att valet av värmeåtervinning med FTX eller frånluftsvärmepump kommer att få en stor inverkan på framtida lastprofil av både fjärrvärme och el. Även installation av solvärme som idag stimuleras av styrmedel kan ge framtida lastförändringar för främst fjärrvärme.

Slutligen kan det konstateras att projektet visar på att det är svårt att spara el (främst hushålls- och fastighetsel) medan det är betydligt lättare att spara på värmesidan. Skall sektorerna flerbostadshus och lokaler ta sitt ansvar för energieffektiviseringsmålen kommer därför värmesidan att behöva ta ett stort ansvar, vilket också medför att den palett av åtgärder som är tillgängliga också behöver användas fullt ut. Stora och ekonomiskt tunga åtgärder som byte av fönster, konvertering av uppvärmningssystem och installation av värmeåtervinning måste genomföras tillsammans med ett antal mindre åtgärder. För att skapa tillräckliga starka drivkrafter som medför att de politiska målen uppfylls behövs starka styrmedel.

Energy use in apartment buildings and non-residential premises
- today and in the near future

Efficient energy use, a greater proportion of renewable energy and reduced emissions of greenhouse gases from countries' building stock are all high on the agenda at both EU and national levels, as demonstrated by several new directives, laws and regulations. If the EU's and Sweden's ambitions to reduce energy use in the buildings sector are achieved, there will be effects on the energy sector in the form of reduced sales volumes of probably both heat and electricity, accompanied by changes in supply patterns.

The Swedish Association of Electrical Utilities and the electricity companies have therefore carried out this project in order to investigate the characteristics and patterns of use of electricity and heat in apartment buildings and non-residential premises today, and how they might change between now and 2020 as a result of the political measures that are now being flagged.

It has been noted during the progress of the project that there has been a clear change in attitudes, with greater awareness of energy aspects, on the parts of public authorities, property companies and the construction sector. At the same time, the energy policy objectives have been made more challenging. There has been constant political activity throughout the project period, with new measures and clarification of earlier actions. The Swedish investigation of how the Energy Services Directive is to be implemented in Swedish legislation is in its final stages.

This project has postulated a number of scenarios for future rough estimates of demand levels for electricity and district heating in apartment buildings and the non-residential premises sector, based on input and material from:

- statistics on present-day energy use in the buildings sector,
- interviews with property-owners and construction companies in order to obtain a market perspective view of energy use today, and of how, why and at what rate changes could occur,
- good examples of new buildings and renovation of older buildings in order to see what can be done,
- forecasts of what the effects of the new 2006 Building Regulations can be, in terms of practice and necessary support calculations.

The scenarios for future energy efficiency improvements have been compared with the national targets as set out in the National Programme for Energy Efficiency Improvements and Energy-smart Construction (Bill no. 2005/06:145), and their effects from three points of view:

- improvements in the efficiency of energy use
- climate
- use of resources.

Scenarios for future improvements in the efficiency of energy use show that it is very difficult to achieve the efficiency improvement target by 2020, despite a surprisingly positive attitude to energy efficiency improvement on the parts of those who were interviewed. Many property companies have considered their policies at board level, with the Board deciding the extent of their efficiency improvement programmes, and many construction companies have decided to deliver a higher level of performance than required by the Building Regulations. Achieving these objectives requires decisive actions in respect both of efficiency improvements of existing building stock and of achieving high efficiencies of energy use in new and converted buildings. Investigation of good examples shows that it is possible to build to low-energy-house standards both for new buildings and for conversions, but a look back at the growth of low-energy houses and passive houses shows that only a few have actually been built since 2000. If construction of such properties is really to take off - i.e. if all new and renovated buildings are to be of low-energy-house standard by 2020 - then it would be possible to achieve the energy efficiency improvement targets.

The target calculations for climate and resource use show what could be expected if all energy supply systems (in both new buildings and conversions) change to some particular alternatives, such as district heating or rock heat pumps. These main alternatives have also been combined with efficiency improvement measures such as heat recovery from ventilation exhaust air and solar heating.

The results show that it is not as difficult to achieve the climate and use of resources targets, which is due mainly to the fact that there is still quite a lot of oil heating that can be converted, both in apartment buildings and in the non-residential premises sector. One conclusion from the project as a whole is that heat recovery from ventilation exhaust air will become both necessary and very important as a means of achieving the national objectives. This can be done either by heat exchange from the exhaust air to the incoming fresh air, or by an exhaust air heat pump. The scenarios show that the choice of which method to use will have a considerable effect on the future load profiles of both district heating and electricity supply systems. Installation of solar heating, which is today encouraged by various forms of policy measures, can also have an effect, mainly on district heating.

Finally, it can be noted that the project shows that it is difficult to save electricity (mainly domestic electricity and that for building services systems), while it is considerably easier to save heat. If the apartment buildings and non-residential premises sectors are to play their parts in achieving the energy efficiency improvement targets, it will therefore be the heating side which will have to achieve most of the savings, which also means that it will be necessary to make full use of all of the range of measures that are available. Substantial and costly measures such as replacement of windows, conversion of heating systems and installation of heat recovery systems must be employed, as well as other lesser improvements. Effective policy measures will be needed in order to create sufficiently strong driving forces to achieve the political objectives.

Innehåll

1 Inledning 1
1.1 Energieffektivisering på agendan ... 1
1.2 Projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och lokaler –idag och i nära framtid” ... 2
1.3 Genomförande och läsanvisning ... 3

2 Intervjustudie 4
2.1 Sammanfattning av intervjustudien ... 4
2.2 Genomförande av intervjuer ... 5
2.2.1 Intervjumall ... 6
2.2.2 Urval av intervjuade personer ... 6
2.3 Roller och miljöarbete ... 8
2.3.1 Förvaltning och varmhyra ... 8
2.3.2 Ansvar för energiarbete ... 8
2.3.3 Energieffektiviseringens roll ... 8
2.4 Åtgärder på befintliga byggnader ... 9
2.4.1 Åtgärder på kort och lång sikt ... 9
2.4.2 Handlingsplan och potential för energieffektivisering ... 9
2.4.3 Individuell mätning ... 10
2.4.4 Information till brukare, hyresgäster och allmänheten ... 10
2.5 Framtidsaspekter ... 11
2.5.1 Trend för elanvändning ... 11
2.5.2 Komfortkyla ... 11
2.5.3 Energikostnadens betydelse ... 12
2.5.4 Ägande och drift av värmesystem samt färdigt klimat ... 12
2.6 Drivkrafter ... 13
2.6.1 Energiföretagens roll ... 13
2.6.2 Direktivet om deklarering av byggnaders energiprestanda ... 13
2.6.3 Tryck från myndigheter, samhälle och slutkund ... 14
2.6.4 Värdering mellan el och värme ... 14
2.7 Nybyggnation ... 15
2.7.1 Systemlösningar ... 15
2.7.2 Goda exempel ... 15
2.7.3 Eget engagemang ... 16

3 Åtgärder för effektivisering och konsekvenser i befintliga byggnader 17
3.1 Energianvändning idag i flerbostadshus ... 17
3.1.1 Energianvändning till uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus ... 17
3.1.2 Användning av fastighets- och hushållsel i flerbostadshus ... 21
3.1.3 Energianvändning till uppvärmning i lokaler ... 22
3.1.4 Användning av fastighets- och verksamhetsel i lokaler ... 25
3.1.5 Energianvändning till kylning av lokaler ... 28
3.2 Besparingsåtgärder och åtgärdskluster ... 28
3.3 Areor för flerbostadshus och lokaler ... 30
3.4 Energianvändning till uppvärmning och varmvattenberedning från 1995 till 2005 ... 32
3.5 Energianvändning till fastighets- hushålls- och verksamhetsel från 1995 till 2005 ... 35

4 Nya byggnaders behov av värme och kyla 36
4.1 Inledning ... 36
4.2 Revidering av byggreglerna ... 36

4.3 Avsnitt Energihushållning i BBR 2006 37
4.4 Kravnivåer i BBR 2006 39
4.5 Uppföljning av energianvändning i BBR 2006 39
4.6 Konsekvenser av nya Byggnorm 40
4.6.1 Ett byggföretags uppskattning av konsekvenser för ändrad energianvändning 41
4.6.2 Exempel på åtgärder och lösningar 43
4.7 Vad blir resultatet? 44
4.8 Morgondagens byggnader 44

5 Goda exempel 46
5.1 Utveckling av goda exempel 46
5.2 Goda exempel i befintlig bebyggelse 48
5.2.1 Gårdstensbostäder 48
5.2.2 Karlstads Bostads AB 49
5.2.3 Poseidons energiförvaltning 50
5.2.4 Brogården (pågående exempel) 51
5.3 Goda exempel på nya byggnader 52
5.3.1 Kvarteret Jöns-Ols i Lund 52
5.3.2 Energianvändning i Bo 01 54
5.3.3 Frillesås Kungsbacka 55
5.3.4 Oxtorget Värnamo 56
5.3.5 Seglet i Karlstad 57
5.3.6 Hamnshuset i Göteborg (pågående) 58
5.3.7 Portvakten Växjö (pågående) 59
5.3.8 Förskola Stadsskogen Alingsås (pågående) 60
5.3.9 Kontorshuset Kaggen Malmö (pågående) 60

6 Konsekvenser av effektivisering och energismart byggande 62
6.1 Målsättning för minskad energianvändning 62
6.1.1 Nationell målsättning 62
6.1.2 Total energianvändning i flerbostadshus från 1995 till 2005 62
6.1.3 Total energianvändning i lokaler från 1995 till 2005 62
6.1.4 Utgångspunkt för scenarier 63
6.2 Bedömning av energieffektivisering och energismart byggande i flerbostadshussektorn 63
6.2.1 Energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten 64
6.2.2 Energianvändning för fastighetsel 70
6.2.3 Energianvändning för hushållsel 72
6.3 Bedömning av energieffektivisering och energismart byggande i lokalsektorn 73
6.3.1 Energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten 74
6.3.2 Energianvändning för fastighetsel 80
6.3.3 Energianvändning för verksamhetsel 81

7 Energianvändningens påverkan på växthuseffekten och resursanvändning 83
7.1 Målsättning för minskad klimatpåverkan och användning av naturresurser 83
7.1.1 Nationell målsättning 83
7.1.2 Olika energislags påverkan på växthuseffekten 83
7.1.3 Olika energislags påverkan på användning av naturresurser 86
7.1.4 Energianvändningens påverkan på växthuseffekten och resursanvändning från 1995 till 2005 87

7.1.5 Utgångspunkt för målsättning vid scenarier 88
7.2 Förutsättningar vid en framtida bedömning av energianvändning 89
7.2.1 Studerade uppvärmningsalternativ och deras användning av el och fjärrvärme 89
7.2.2 Förutsättningar vid scenarier för flerbostadshus 91
7.2.3 Förutsättningar vid scenarier för lokaler 93
7.3 Klimatpåverkan från uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus 94
7.4 Användning av naturresurser från uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus 99
7.5 Känslighetsanalys av scenarier 101
7.6 Klimatpåverkan från uppvärmning och beredning av varmvatten i lokaler 101
7.7 Användning av naturresurser från uppvärmning och beredning av varmvatten i lokaler 105

8 Diskussion 107
8.1 Värmeåtervinning ur frånluften, - FTX-ventilation eller frånluftvärmepump 108
8.2 Lastförändringar av effektiviseringsåtgärder 109
8.3 Det går långsamt att införa ny teknik 110
8.4 2010 - kurvan 110
8.5 Koldioxidavskiljning och den handlande sektorn 110
8.6 Uppvärmning kommer att behöva ta ett stort ansvar 111
8.7 Effektiviseringsmål kontra klimatmål 111
8.8 Attitydförändringar 111
8.9 Solvärme 111

9 Fortsatt arbete 113
9.1 Förändring i användning av hushålls-, verksamhets- och fastighetsel ... 113
9.2 Analys av olika lokalkategorier 114
9.3 Framtida teknik och efterfrågan på klimatkyla 114
9.4 Utveckling för införande av värmeåtervinning på frånluften 114
9.5 Bemötande av kunder i ett energieffektiviseringsperspektiv 115
9.6 Användarvänligt program för scenarier 115

10 Referenser 116

Bilaga A. Frågeformulär 120

Bilaga B. Känslighetsanalys av scenarier 124

1 Inledning

1.1 Energieffektivisering på agendan

Effektiv energianvändning inom bebyggelsesektorn ligger högt upp på agendan både inom EU och nationellt och de första insatserna realiseras i och med implementeringen av EG-direktivet om deklarering av byggnaders energiprestanda. I och med direktiven om effektivare slutanvändning av energi och om energitjänster har EU:s länder kommit överens om att minska den totala energianvändningen med 1% per år, och effektivisering inom byggnadssektorn kommer att bli en viktig del i detta mål. I mars 2006 lade Sverige fram ett nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande. Där föreslås att energianvändningen i byggnader ska minska med 20% till 2020 och 50% till 2050, jämfört med år 1995. Samtidigt har vi fått en ny byggnorm (BBR, 2006) som numera har funktionskrav på energianvändning.

EU-kommissionen lade också fram ett energi- och klimatpaket i början av året. Förslaget innehåller nya mål för användning av förnybar energi inom EU, hur handelsystemet för utsläpp av växthusgaser ska reformeras och bördefördelning för EU:s klimatåtagande

Förnybarhetsdirektivet innebär för Sveriges del att andelen förnybar energi ska öka till 49 % av den slutliga energianvändningen (inklusive överföringsförluster) till 2020. Här bedömer Energimyndigheten att det behövs ytterligare styrmedel för att nå målet.

Uppvärmning av bostäder och lokaler

Sverige använder redan idag mycket förnybar energi för att värma bostäder och lokaler. Ökningen blir därför inte så stor fram till 2020. Ökningen av den upptagna värmen i värmepumpar väntas uppgå till ca 6 TWh år 2020. Användning av värmepumpar kommer enligt direktivförslaget att tillåtas om man uppfyller vissa kriterier, men det är ännu oklart vad det kommer att betyda i praktiken.

Bördefördelningen av EU:s klimatmål omfattar endast utsläppskällor som inte tillhör EU:s system för handel med utsläppsrätter, dvs. utsläpp från transporter, bostäder, areella näringar och utsläpp av de andra växthusgaserna. Eftersom handelssystemet även fortsättningsvis i första hand omfattar koldioxid så faller även övriga växthusgaser från anläggningar inom handelssystemet inom ramen för det klimatmål som delas upp mellan medlemsländerna.

För Sveriges del innebär EU:s bördefördelning att utsläppen från den icke-handlande sektorn ska reduceras med 17 % till år 2020 i jämförelse med 2005 års utsläpp. Direktivförslaget sätter vidare en gräns för i vilken utsträckning flexibla mekanismer kan användas för att uppfylla detta mål.

Energimyndigheten gör bedömningen att ytterligare styrmedelsförändringar behöver genomföras för att nå EU:s förslag till klimatmål.

Kopplingen till energieffektivisering

Eftersom målet är uttryckt som en andel av den slutliga energianvändningen kommer åtgärder som begränsar användningen av energi att spela roll för att nå målet. Varje sparad kWh är därför viktig för att nå målet.

Då EU:s och Sveriges ambitioner att reducera energianvändningen inom byggnadssektorn kommer detta att påverka energibranschen genom lägre volymer, troligen både för värme och för el, samtidigt som nuvarande uttagsmönster förändras.

1.2 Projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och lokaler –idag och i nära framtid”

Elforsk och elföretagen har därför samlats i ett projekt ”Energianvändning i flerbostadshus och lokaler –idag och i nära framtid” för att kartlägga hur el- och värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler ser ut idag och hur användningen kan komma att förändras genom de politiska insatser som nu aviseras. En viktig del i projektet är att visa på olika koncept och lösningar för ökad energieffektivisering i flerbostadshus och lokaler. Projektets syfte är att:

- Beskriva hur energianvändningen för flerbostadshus och lokaler ser ut idag (uppdelat i el och värme).

- Beskriva hur den kan komma att förändras i en energieffektivare riktning
  - utifrån de direktiv och initiativ som finns beslutade och som planeras
  - hur större fastighetsägare förväntas agera

Visa på olika koncept, lösningar och potential för ökad energieffektivitet i nya byggnader och vid renovering av befintliga byggnader.

- Visa på grövre uppskattningar av efterfrågenivåer för el och fjärrvärme
  - underlag för kraftvärme
  - förändrade utsläpp av växthusgaser (underlag till styrmedel)

De aspekter som studeras

- top/down perspektiv:
  Översiktliga bedömningar av konsekvenser utifrån politiska mål och styrmedel för att nå de energipolitiska målen. Förväntade resultat i form av effektivisering och konverteringar mellan olika system.

- bottom/up perspektiv:

Sammanställning och analys av olika energieffektiviseringskoncept och den energibesparing dessa kan åstadkomma. En bedömning av hur mycket som görs och vilka effekter och potentialer det kan ge.

- Fastighetsägares och byggföretags värderingar och förväntade agerande. Redovisningen omfattar hur några företag arbetar, deras målsättning, resultat mm.

1.3 Genomförande och läsanvisning

Projektet har genomförts med följande delmoment:

- Intervjuer av energiansvariga personer i fastighets- och byggföretag för att få ett marknadsperspektiv på hur arbetet med energianvändning ser ut idag, samt hur, varför och i vilken hastighet det kan komma att förändras. Hela intervjustudien beskrivs i kapitel 2.
- Litteraturundersökning av statistik och rapporter som visar hur flerbostadshus- och lokalsektorns energianvändning ser ut, åtgärder för effektivisering och analys av vad som teoretiskt kan göras. Resultatet presenteras i kapitel 3.
- Litteraturstudie samt intervjuer med myndigheter och byggföretag för att belysa konsekvenser av de nya byggreglerna som gäller vid nybyggnation (BBR, 2006). Resultatet presenteras i kapitel 4.
- Litteraturstudie samt intervjuer för att studera och analysera praktisk tillämpning av goda exempel av lyckade ny- och ombyggnadsprojekt. Ett flertal goda exempel redovisas i kapitel 5.
- Analys av den nationella målsättningen och uppskattningar av konsekvenser av effektivisering och energismart byggande. Ett flertal scenarier presenteras i kapitel 6.
- Analys av energieffektiviseringens minskning av emissioner av växthusgaser och minskning av resursanvändning. Analyser har gjorts dels för påverkan på växthuseffekten i form av emissioner av CO_2-ekvivalenter och dels med viktningsfaktorer för olika energislag. Scenarier redovisas i kapitel 7.
- Diskussion oh slutsatser från hela projektet beskrivs i kapitel 8.
- Förslag på fortsatt arbete i kapitel 9.

2 Intervjustudie

2.1 Sammanfattning av intervjustudien

En viktig del i projektet har varit att intervjua energiansvariga personer i olika företag och organisationer för att få ett marknadsperspektiv på hur arbetet med energianvändning ser ut idag, samt hur och varför och i vilken hastighet det kan komma att förändras. Sammanlagt har 25 fastighetsägare och byggföretag intervjuats för att projektet skall få en bild av deras värderingar och förväntande agerande. Studien har syftat till att ge en kvalitativ bild av marknadsperspektivet framför en kvantitativ. Därför har relativt ingående intervjuer genomförts där den intervjuade har haft chansen att svara ”brett”. De intervjuade personerna har valts ut efter att de representerar olika kategorier av byggnader, offentlig och privat verksamhet samt spridning över hela Sverige. De resultat och värderingar som anges nedan är helt baserade på resultatet av de 25 intervjuerna och gör inte anspråk på att ge en bild av lokal- och bostadssektorn som helhet. Intervjuerna är gjorda från februari till maj år 2007.

Sammanfattningsvis visar intervjustudien att energifrågan bara under det senaste året har tagit rejält fart i bygg- och fastighetsbranschen och att energianvändning har blivit ett krav som ställs både i förvaltning och i byggande. Orsaken anses vara högre energipriser, vilka också bedöms kunna stiga ytterligare. Det är numera tydligt vem som har det övergripande ansvaret för energianvändningen som helhet högt upp i organisationen medan det fortfarande kan vara mycket otydligt vem som är ansvarig för att åtgärder analyseras och genomförs längre ned i organisationen.

Utbildning och åtgärder för att höja kompetensnivån på förvaltare och driftpersonal lyfts fram som en av de viktigaste åtgärderna för energieffektivisering tillsammans med tekniska åtgärder. Bland de tekniska åtgärderna framhålls optimering av ventilations-, värme- och belysningssystem samt installation av centralt styr- och övervakningssystem.

Potentialen för energieffektivisering av värme uppskattas till 10-20 % i de byggnader där inte energieffektiviseringsåtgärder genomförts medan det bedöms finnas en årlig potential på ca 2 % i beståndet som helhet i några år framåt. Flera jämför sina fastigheter med SCB:s statistik och är ganska nöjda då deras byggnader har en energianvändning som är lägre än den medelnivå som statistiken anger. Potentialen för energieffektivisering av fastighetsel uppskattas som ringa. Hushålls- och verksamhetsel har en tendens att öka trots att apparater byts till nya energieffektiva.

Vid nybyggnation förbereds det för installation av individuell mätning av tappvarmvatten och hushållsel medan de intervjuade inte planerar för installation av individuell mätning av värme. Det råder en tveksamhet för om individuell mätning verkligen kan få kostnadstäckning, speciellt i befintliga byggnader.

I takt med att fokus på energifrågor och energikostnader ökar så ökar också informationsspridningen till hyresgäster med enkla energibesparingstips och information om lämpligt beteende och möjligheterna till effektivare energianvändning.

Efterfrågan på komfortkyla bedöms öka i alla typer av lokaler som gymnasieskolor, äldreboenden och butiker. Idag efterfrågas inte komfortkyla i bostäder utan det är andra aspekter som dominerar vid uthyrning. I nybyggda flerbostadshus förutsätter hyresgästerna att inomhusklimatet är gott.

De fastighetsägare som intervjuats vill behålla förvaltning i egen regi. De kan dock tänka sig att köpa vissa deltjänster men vill ha kvar en övergripande kontroll. De flesta intervjuade har höga förväntningar och krav på effektiviseringshjälp från fjärrvärmeföretagen medan motsvarande krav och förväntningar saknas på elföretagen idag. Några har redan idag ett mycket gott samarbete med sitt fjärrvärmeföretag medan andra föreslår en rad saker som fjärrvärmeföretagen skulle kunna förbättra sig på. Förbättringar gäller främst för ett ökat samarbete och kunskapsöverföring för effektiviseringar och för andra energilösningar.

Fastighetsägarna är i huvudsak positiva till direktivet om att deklarera byggnaders energiprestanda och tror att det kan underlätta det interna energiarbetet. För att få till stånd långsiktiga lösningar och stora energibesparingar anser fastighetsägarna att de behöver mer support och ökade drivkrafter från myndigheter och samhälle.

De flesta fastighetsägare lägger ingen värdering mellan el och värme i förvaltningen och effektiviseringsåtgärder sker i huvudsak av värmeanvändning. De intervjuade byggföretagen påpekar att det börjar bli mer vanligt att värdering görs mellan el och värme vid nybyggnation.

Vid nybyggnation anges att en systemsyn mellan klimatskärm och installationer blir allt vanligare samtidigt som livscykelkostnader beaktas i en ökande omfattning. Aspekter på en hållbar utveckling beaktas men är inte avgörande. Det blir mer och mer vanligt att fördelen med låga driftkostnader påverkar byggnadens marknadsvärde. Goda exempel är väldigt viktiga för att ny teknik skall kunna införas och provas.

2.2 Genomförande av intervjuer

Intervjuerna av fastighetsägare och byggföretag har genomförts med förbokade telefonintervjuer där intervjuaren har ställt frågor utgående från en förberedd intervjumall. I några fall har intervjuerna genomförts genom personligt möte.

Vid bokning av telefontid har intervjupersonen fått bakgrunden till projektet beskriven i skriftlig form samt garanti att både intervjupersonen och det företag han arbetar på kommer att vara anonyma i utredningen. Intervjupersonen har däremot inte fått se några frågor innan intervjun. Intervjuerna har utförts muntligen utan inspelning genom att intervjuaren har

antecknat svaren och gjort en omfattande renskrivning direkt efter intervjun. Var intervju har tagit från 1 till 2,5 timmar.

2.2.1 Intervjumall

Intervjumallen har tagits fram i projektgruppen i nära samarbete med projektets styrgrupp, se bilaga A. Intervjumallen har dessutom granskats av två doktorander med inriktning på teknik och beteendefrågor. Intervjumallen har frågor som är grupperade i följande huvudområden:

- Roller och miljöarbete
- Åtgärder på befintliga byggnader
- Nybyggnation
- Drivkrafter
- Framtidsaspekter
- Övrigt

I punkten övrigt finns frågor som styrgruppen gärna ville ha svar på men som hade lägre prioritet. Dessa frågor hör därmed fortfarande hemma under de andra rubrikerna och har flyttats dit under utvärderingen. Alla intervjuade har inte svarat på alla frågor utan enbart de som berör deras egen verksamhet.

2.2.2 Urval av intervjuade personer

De intervjuade har valts ut efter en önskad profil fördelad efter offentlig fastighetsägare, privat fastighetsägare eller byggföretag. En del fastighetsägare är bara ägare och förvaltare med en del även bygger nya fastigheter. Dessutom har de intervjuade valts så att de representerar olika kategorier av byggnader och är placerade för att ge en stor spridning över hela Sverige. Fastighetsägarna och byggarna varierar från små med ett fåtal fastigheter till stora med över 2,5 miljoner m^2. Följande tabeller beskriver spridningen av de intervjuade.

Tabell 2.1 Fördelning av de intervjuades organisationsform

Organisationsform	Antal intervjuade
Offentlig fastighetsägare	11
Privat fastighetsägare	10
Branschorganisation som representerar flera fastighetsägare	1
Byggföretag	3

Tabell 2.2 Fördelning av de intervjuades verksamhetsområden

Verksamhet	Antal intervjuade
Ägare och förvaltare	5
Ägare, förvaltare och byggherrar	17
Byggföretag	3

Tabell 2.3 Fördelning av de byggnadskategorier som de intervjuade representerar

Byggnadskategori	Representeras av antal intervjuade
Skolor	5
Vård	3
Butiker	3
Kontor	5
Flerbostadshus	9

Tabell 2.4 Fördelning av de intervjuades verksamhetsplacering

Placering	Antal intervjuade
Borås	3
Göteborg	4
Lerum	1
Luleå	1
Malmö	1
Oskarshamn	1
Växjö	4
Stockholm	5
Sundsvall	2
Uppsala	2
Hela landet	1

2.3 Roller och miljöarbete

2.3.1 Förvaltning och varmhyra

Samtliga intervjuade fastighetsägare har förvaltning i egen regi (med undantag av en liten fastighetsägare). En fastighetsägare har tidigare lejt ut förvaltningen men har gått tillbaka och använder åter egen personal för att få förvaltningsfrågorna högre upp på agendan. Detta har iakttagits av några av de som intervjuats vilka påpekar att de inte vill göra samma misstag utan vill behålla kontroll över förvaltningen. Branschorganisationen påpekar att nära 70 % av lokalerna har utländska ägare där upphandling av förvaltning är vanligt.

Flerbostadshus hyrs normalt ut med varmhyra medan ett fåtal lokaler (butiker, vård och kontor) hyrs ut med kallhyra. På lokalsidan ser några fastighetsägare och byggföretag en tendens mot att det går mer och mer mot kallhyra.

2.3.2 Ansvar för energiarbete

De intervjuade anser att det är tydligt vem som har det övergripande ansvaret för energiarbetet högt upp i organisationen dvs. beslutande av energieffektiviseringsåtgärder i ny teknik och/eller investeringar. När det gäller den dagliga driften är det mer otydligt vem som har ansvaret, dvs. beträffande arbetet med små energieffektiviseringsåtgärder som ligger utanför de ordinarie rutinerna. Vid nybyggnation ligger huvudansvaret tydligt hos byggherren men det är otydligt vem som bevakar i projekterings och byggskedet (kan se olika ut beroende av entreprenadform).

2.3.3 Energieffektiviseringens roll

Samtliga intervjuade anger att energianvändning och dess effektivisering har en ganska stor roll till mycket stor roll i företaget. Speciellt har frågan stor roll på central nivå i företagen medan den spelar mindre roll längre ned i organisationen. Flera påpekar att först måste de se till att de har ändamålsenliga byggnader därefter kommer energifrågorna allt mer och mer. Orsaken till att energifrågorna får ökat fokus är att energikostnaderna har ökat och att kunden börjar beakta energianvändning vid uthyrning. Flera påpekar att det blivit en markant förändring bara det senaste året där frågan lyfts mer och mer och bedömningen är att den har kommit för att stanna. Speciellt vid nybyggnation har energianvändning blivit ett av kraven som beaktas vid programskedet.

I förhållande till andra miljömål så är energianvändningen förmodligen det största tillsammans med god innemiljö, marksanering och kemikaliehantering.

Fastighetsägarna har ofta en miljöpolicy där energiarbete ingår och flera (speciellt offentliga fastighetsägare) har definierade energimål för 2010 och 2020. Det finns i de allra flesta fall ingen budget eller tid avsatt för energiarbetet utan det ingår i de vanliga rutinerna. I de fall då byggnaden snart skall säljas undviks investeringskostnader. Vid nybyggnation är det inte tid och pengar som felar utan att frågan kommer in för sent i processen, att

kunskap om hur man ska gå tillväga saknas eller att beslut om att det är ett viktigt krav saknas.

2.4 Åtgärder på befintliga byggnader

2.4.1 Åtgärder på kort och lång sikt

På frågan om vilka de tre till fem viktigaste energieffektiviseringsåtgärderna är på några års sikt (kort) och på 5-10 års sikt (lång) svarade de intervjuade enligt följande. Några påpekade att det ofta dröjer innan åtgärder genomförs även om de inte kostar något.

De viktigaste åtgärderna för energieffektivisering som görs på kort sikt är:

- injustering av ventilationssystem med översyn av kapacitet och tidsstyrning efter verksamhetens drifttider och behov samt översyn av värmeåtervinningsutrustningen
- personalens kompetens (utbildning)
- övergå till ett centralt styr- och övervakningssystem
- injustering av värmesystemet inklusive kontroll på inomhustemperaturer
- effektivisering av belysning med energieffektivare installationer och närvarosensorer för trapphus- och utomhusbelysning.
- rutiner med energiuppföljningsprogram

På lång sikt genomförs energieffektiviseringsåtgärder med fördel i samband med att byggnaden ändå rustas upp eller byggs om. De viktigaste åtgärderna för energieffektivisering som görs på lång sikt är:

- byte av fönster och tilläggsisolering av fasader etc.
- byte av installationer som fläktar, don, belysningsarmatur och tappvattenarmatur till mer energisnålare produkter.
- byte av oljepannor till främst fjärrvärme eller värmepump.
- installation av värmeåtervinning på ventilationssystemen
- installation av energieffektiv belysning

Vid nybyggnation beaktas främst fönster och solavskärmning, energieffektiv ventilation och värmeåtervinning.

2.4.2 Handlingsplan och potential för energieffektivisering

Fem av de offentliga fastighetsägarna och två av de privata har någon form av handlingsplan för hur energianvändningen skall minska på kort sikt medan handlingsplanen för lång sikt är mer en målsättning. De privata

fastighetsägarna anger förväntad effektivisering på kort sikt men ger ingen siffra på effektivisering på lång sikt.

Flera tror att en värmebesparing på 10 – 20 % är trolig. Oftast i fastigheter med hög förbrukning där de hittills inte har jobbat med detta eller långt fram i tiden för hela beståndet. De som jobbat med energi en längre tid tror på att de kan effektivisera med 1-2 % i ytterligare några år.

Endast en svarar att fokus finns på att minska elanvändningen med 2% per år. De flesta är nöjda med att bibehålla elanvändningen.

Flera jämför sig med SCB:s statistiska medelvärde och är ganska nöjda då de befinner sig under denna nivå.

På frågan om de som aktörer årligen kan minska energianvändningen med 1 % i nio år så tror de flesta att det går att minska värmeanvändning men att det blir svårt och att de kommer att använda tidigare nämnda åtgärder. Beträffande en minskning av elanvändning ser de intervjuade det som mycket svårt.

2.4.3 Individuell mätning

I befintliga byggnader används individuell mätning av el redan i många fall. När det gäller individuell mätning på värme och vatten så diskuteras frågan men inga beslut har fattats. Främst gäller detta offentlig verksamhet.

Vid nybyggnation har de intervjuade sett en trend till ökad användning av individuell mätning för vattenanvändning och hushållsel medan de även här är tveksamma till individuell mätning av värme. Vid nybyggnation förbereds det ofta så att mätare skall kunna installeras i ett senare skede.

Flera av de intervjuade tror att individuell mätning kan påverka energianvändningen och några har börjat fundera på belöningssystem. Till exempel att vinst från en lägre energianvändning i en skola skulle kunna gå tillbaka till samma skola i form av ökat anslag till böcker eller en studieresa. Däremot tror flera av de intervjuade att individuell mätning inte kommer att ge kostnadstäckning, dvs. att kostnadsbesparing av minskad energianvändning kan täcka kostnader för mätare, installation, avläsning och debitering. Det råder stor tveksamhet till mätning av värme eftersom det är svårt att få det rättvist, det är dyrt och det leder förmodligen inte till energibesparing eftersom de tror att kunden hellre väljer att betala för att ha lagom inomhusklimat än att spara energi.

På frågan om det är vanligt att ha centralt inköp av hushållsel i flerbostadshus där fastighetsägaren fördelar räkningen på hushåll med hjälp av undermätare så svarar fastighetsägaren att detta kräver för mycket administration för att vara aktuellt. Fastighetsägarna ser inte sig själva som någon mellanhand för att pressa energipriser eftersom deras verksamhet inte syftar till att sälja energi. Detta måste kunderna sköta själva, eventuellt som ideella föreningar för att det ska gå ihop. Däremot förekommer centrala avtal för driftel.

2.4.4 Information till brukare, hyresgäster och allmänheten

De flesta offentliga fastighetsägare informerar byggnadernas brukare om enkla tips om ett energieffektivt beteende medan det är mer ovanligt för

privata fastighetsägare. Flera informerar i tidningar och skrifter och med aktiva kampanjer. Det är svårt att värdera om denna information verkligen fungerar. Fastighetsägarna tycker att det är svårt att motivera hyresgästen eftersom han/hon inte ser någon direkt korrelation till kostnaden. Hyran sänks på sikt men hyresgästen ser inte det, det kan vara lättare i bostadsrättsföreningar.

En privat lokal-ägare har årligen en måldialog med hyresgäster där de informerar om åtgärder och miljöaspekter. Hyresgästerna uppskattar denna dialog men det är även här svårt att värdera om det leder till någon förändring.

Energiarbetet kommuniceras främst till de egna hyresgästerna. (Det finns inget större behov av att kommunicera energiarbete till allmänheten för att sprida företagets policy.) Här redovisas årets förbrukning i kronor och inte i kWh och målsättning för nästa år för att visa på användningens påverkan på hyran. Kommunikationen sker genom:

- träffar (måldialoger) där man t.ex. kan ta upp användningssiffror
- informationskampanjer
- hyresgästtidningar.

2.5 Framtidsaspekter

2.5.1 Trend för elanvändning

De offentliga fastighetsägarna med lokaler ser att verksamhetselen ökar trots att de har installerat flera energieffektiva apparater. Detta gäller även fastighetsel och i flera fall kan de inte skilja på fastighetsel och verksamhetsel.

De privata fastighetsägarna med lokaler har ingen insikt i hyresgästernas användning av verksamhetsel. När det gäller fastighetsel har ett ökat krav på komfortkyla de senaste varma somrarna gett något ökad elanvändning.

För fastighetsägare med flerbostadshus så har de ingen exakt kontroll på vad som händer med hushållselen men de anar att den ökar. Många anger att förbrukningen av driftel är konstant eller minskat något p.g.a. en ökad användning av tidsstyrning på energisystemen. Även här har fastighetsägarna liten kontroll på hur el används.

2.5.2 Komfortkyla

För fastighetsägare med lokaler är komfortkyla numera ett allt större och större krav och efterfrågas inte bara i kontor och sjukhusfastigheter utan även av i butiker, gymnasieskolor och åldringsvården.

Beträffande befintliga bostäder så finns inga krav på komfortkyla. Bostäder som är centralt belägna behöver inte göras mer attraktiva eftersom allt hyrs ut ändå. För nybyggda bostäder förväntar sig hyresgästen en lämplig

inomhustemperatur varför design, materialval och lösningar måste göras på ett klokt sätt om övertemperaturer och komfortkyla skall undvikas.

Hyresgästen har egentligen ingen särskild betalningsvilja för komfortkyla utan de förväntar sig ett bra inneklimat i lokalen. Kostnaden döljs därför normalt i kontraktsförhandlingen. Komfortkyla gör inte uthyrningen mer attraktiv eftersom den är förväntad, det är däremot svårt att hyra ut lokaler utan komfortkyla.

När det gäller det mest fördelaktiga teknikvalet för komfortkyla så anges följande teknikval i ordning efter antalet intervjuade som nämnde just det teknikvalet:

- i första hand vill man använda sig av nattkyla eller minska kylbehovet med till exempel solavskärmning eller bättre styrning av kyl- och värmebehoven
- frikyla från närliggande vattendrag
- fjärrkyla om det går och inte är för dyrt (de vill gärna ha längre kontrakt på 5 till 10 år)
- värmepumpar med kombinerad kyla och värme
- centrala kylmaskiner som försörjer flera lokaler

De flesta har idag centrala kylmaskiner och kyler via ventilationssystemet eller fjärrkyla.

2.5.3 Energikostnadens betydelse

De intervjuade anser att energipriset redan idag har betydelse i jämförelse med andra fastighetskostnader. De flesta tror att det kommer att få ännu större betydelse på kort sikt medan någon tror att betydelsen kommer att dämpas lite eftersom elpriset har skjutit i höjden och planar nu ut på europeisk nivå samtidigt som andra kostnader också stiger.

2.5.4 Ägande och drift av värmesystem samt färdigt klimat

På frågan om man kan tänka sig att energibolaget eller någon mellanaktör tar på sig ägande, ansvar och skötsel av värmesystemet så svarar de flesta att de vill behålla en viss kontroll över sin förvaltning. De kan eventuellt tänka sig att ha firmor som sköter värmecentralen men de måste fortfarande ha en övervakning. En fastighetsägare påpekar att det inte är bra att överlåta alla sina fjärrvärmecentraler till samma energibolag.

Några kan tänka sig att köpa ett färdigt inneklimat om det går att göra och fortfarande kan lita på att de inte tar mer betalt och använder onödig teknik.

2.6 Drivkrafter

2.6.1 Energiföretagens roll

På frågan om energiföretagens roll beträffande energieffektivisering så har de intervjuade stora förväntningar och krav på att få hjälp med värmeeffektivisering från fjärrvärmeföretaget. Beträffande effektivisering av elanvändningen och elföretagens roll så finns inga förväntningar eller krav på att de skall hjälpa till med detta. Svaren nedan refererar därför till värmeeffektivisering och relationen till fjärrvärmeföretag. Ett fåtal har ingen kontakt alls i denna fråga.

Några nämner att de har ett mycket bra samarbete med fjärrvärmeföretaget. De hjälper till med driften av värmeanläggningar och håller dessa i trim. Bistår även med assistans vid dimensionering av nya anläggningar. De har bra kompetens och kan föra en bra dialog.

De flesta är dock reserverade mot fjärrvärmeföretaget eftersom det innebär att de skall hjälpa till att effektivisera sin egen produkt. Samtidigt vill de gärna se ett ökat samarbete i framtiden och framförde en del kritik om hur det fungerar idag samt förslag på hur fjärrvärmeföretagen kan förbättra sig. De intervjuade anser att fjärrvärmeföretagen skulle kunna göra mycket mer inom följande områden:

- visa på alternativ med värmepumpar med kombinerad kyla och värme
- måste utveckla sin kompetens eller utnyttja den de har bättre
- ge mer kostnadsfri service om energianvändning till storförbrukare, ofta har de god kontroll på vilka som använder anmärkningsvärt mycket energi
- dela med sig av fler förslag om effektiviseringar som de ser genom erfarenhet från andra byggnader
- ha en bättre prissättning så att inte priset ökar med ett lägre energibehov
- ha en bättre dialog med sina kunder, speciellt små kunder
- måste bli mer öppna beträffande andra energilösningar vid nybyggnation, till exempel värmeåtervinning av ventilation i kombination med fjärrvärme
- vara mer aktiva för att spara energi.

De flesta fastighetsägare satsar på att ha egen kompetens och utbildar sina egna medarbetare. Om de behöver expertis utifrån kontaktas oftast energi- eller VVS-konsulter.

2.6.2 Direktivet om deklarering av byggnaders energiprestanda

De flesta fastighetsägare och byggföretag är positiva till direktivet om deklarering av byggnaders energiprestanda och hoppas att det faktiskt skall leda till förbättringar tillsammans med andra frivilliga påtryckningsmedel.

Endast ett fåtal tror att experten vid deklareringen kan verifiera användbara åtgärdsförslag som de inte redan känner till. Den stora fördelen är att det kommer att vara lättare att kommunicera internt för att få till beslut så att åtgärder faktiskt genomförs.

Några fastighetsägare och byggföretag är tveksamma till direktivet och befarar att det blir en pappersprodukt.

2.6.3 Tryck från myndigheter, samhälle och slutkund

Vid frågan om de upplever att det finns ett tryck från myndigheter eller samhället på att byggnader skall vara energieffektiva så svarar de flesta offentliga fastighetsägare att det finns ett tryck, medan de flesta privata fastighetsägare inte tycker det, förutom de nya byggreglerna som ställer stora krav. De anger istället att den största drivkraften är att kostnaderna stiger. Myndigheter kan ibland ge konstiga signaler genom att fastighetsskatten och liknande höjs då man satsar på bra teknik. Det flesta anser att det behövs mer support och ökade drivkrafter för att få till stånd långsiktiga lösningar om de ska göra stora besparingar.

Samhället ställer ibland krav men de följs inte upp. Kraven måste antingen premieras om de uppnås eller bestraffas med sanktioner om de inte uppfylls. Uppföljning är jätteviktigt.

Fastighetsägarna känner i de flesta fall inte till några bra bidrag för energieffektivisering i lokaler eller flerbostadshus. Det finns ett så kallat off-ROT för offentlig verksamhet och bidrag till solvärme/solel men det anses krångligt att söka dem och det görs endast efter det att beslut om investeringen redan har tagits ändå.

Fastighetsägarna och byggföretagen upplever idag inget större tryck från slutkunden att byggnader skall vara energieffektiva. Några fastighetsägare säger dock att detta börjar komma. Orsaken är främst att få lägre driftkostnader.

2.6.4 Värdering mellan el och värme

De flesta fastighetsägare lägger ingen värdering mellan el och värme i förvaltningen mer än att värme är lättare att spara och de har kontroll över den medan elen är hyresgästens ansvar. De flesta skiljer dock på olja och annan energi. Vid nybyggnation blir det mer vanligt att byggföretag skiljer på el och värme, men värderingen kommer ofta för sent in i processen. En kommunal fastighetsägare säger att de har en miljöpolicy där fjärrvärme kommer först, värmepump sedan och biobränsle i sista hand.

I samband med renoveringar finns i de flesta fall en policy att energifrågor skall värderas och övervägas vilket de också i de flesta fall gör.

2.7 Nybyggnation

2.7.1 Systemlösningar

En övervägande andel av de fastighetsägare som också bygger säger att byggnadens klimatskärm projekteras tillsammans med val av energiförsörjningssystem. En fastighetsägare påpekar att de dessutom har sett att en samordnad projektering leder till en energieffektiv byggnad. Några svarar att klimatskärmen projekteras först. Byggarna svarar att samordnad projektering inte alls görs utan installationerna kommer in alldeles för sent i processen.

Livscykelkostnad av energianvändning vid projekteringen, d.v.s. att en ökad investeringskostnad kan leda till en långsiktigt lägre energikostnad, betraktas allt mer enligt fastighetsägarna. Det görs dock sällan på övergripande systemlösningsnivå utan snarare på komponentnivå och ofta med överslag (ej i detalj).

De flesta intervjuade anser att de har med aspekter på en hållbar utveckling i beslutsprocessen och de värderar olika energilösningar utifrån detta begrepp. Aspekter på en hållbar utveckling beaktas dock endast övergripande och är inte avgörande i beslutsprocessen.

De privata fastighetsägarna, byggarna och de flesta offentliga anser att det blir mer och mer vanligt att en byggnad som har en låg energianvändning får ett ökat marknadsvärde. Detta beror främst på att driftkostnaderna minskar. På kort sikt kan byggnaden även få mer publicitet och därmed något högre marknadsvärde men andra faktorer har större betydelse för marknadsvärdet.

2.7.2 Goda exempel

Endast en fastighetsägare vågar prova obeprövad teknik först medan alla andra och byggarna anser att det är mycket viktigt att ha goda exempel att titta på för att satsningar skall göras med obeprövad teknik. Samtliga intervjuade anser att det behövs pilotprojekt för att prova nya tekniska lösningar. De har en rädsla för att prova något nytt och vill känna sig trygga med tekniken vilket gör att det är viktigt med föregångare, speciellt för större projekt. Små tekniksprång kan eventuellt provas i någon del av ett projekt utan att det finns tidigare dokumenterade resultat. Goda exempel är också mycket viktiga för att övertyga internt att ta beslut.

Byggföretagen tycker ofta att det är lättare att övertyga kunden än att få acceptans i den egna organisationen. Dessutom bör goda exempel helst vara gjorda inom den egna verksamheten. Det är inte lika övertygande att andras exempel verkligen blev lönsamma.

Ungefär hälften av de intervjuade anser att det är viktigt för deras marknadsföring att visa på att de går före när det gäller energi- och miljöfrågor.

2.7.3 Eget engagemang

På frågan om aspekter som att äga sin egen anläggning övervägs vid större effektiviseringar (t.ex. byte av värmesystem) svarar de flesta intervjuade att det är inte högprioriterat. Visserligen kan ett eget ägande ge en begränsad kontroll av byggnadens framtida energipris men kräver också ett engagemang i energitillförseln. När det gäller anslutning till fjärrvärmenät nämndes följande påståenden:

- Det är en nackdel att inte ha fullständig kontroll själv, dvs. att kunna påverka och styra. Att ansluta till fjärrvärmenätet har dock högre prioritet än att kunna ha inflytande.

- Även om vi är låsta till ett fjärrvärmeföretag så är vi inte låsta till ett fjärrvärmepris utan kan förhandla genom att ha årlig uppföljning av fjärrvärmepriser i andra regioner.

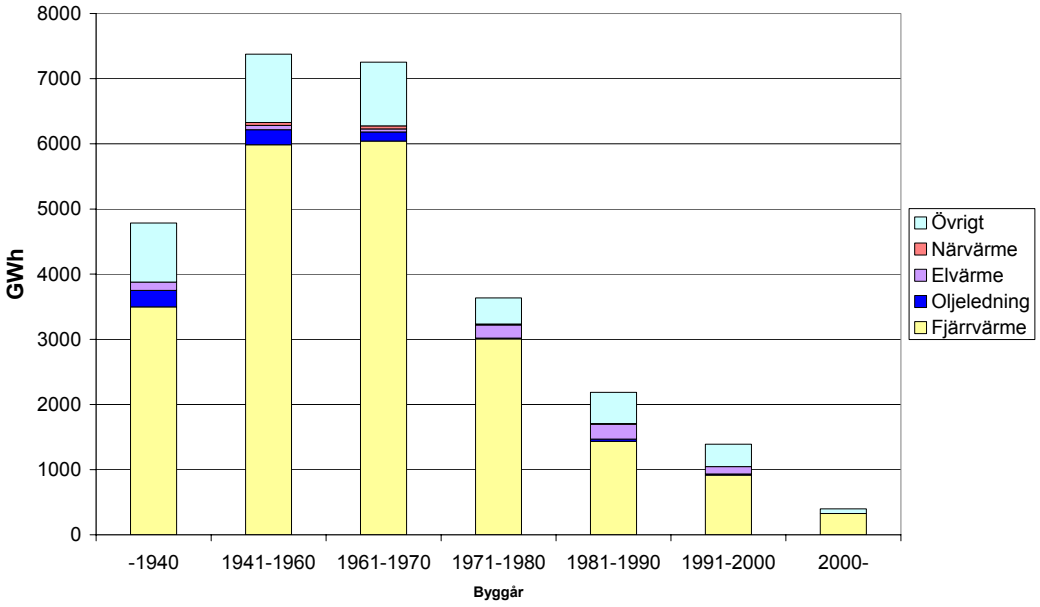
- Mer långsiktiga avtal vore bra.

3 Åtgärder för effektivisering och konsekvenser i befintliga byggnader

3.1 Energianvändning idag i flerbostadshus

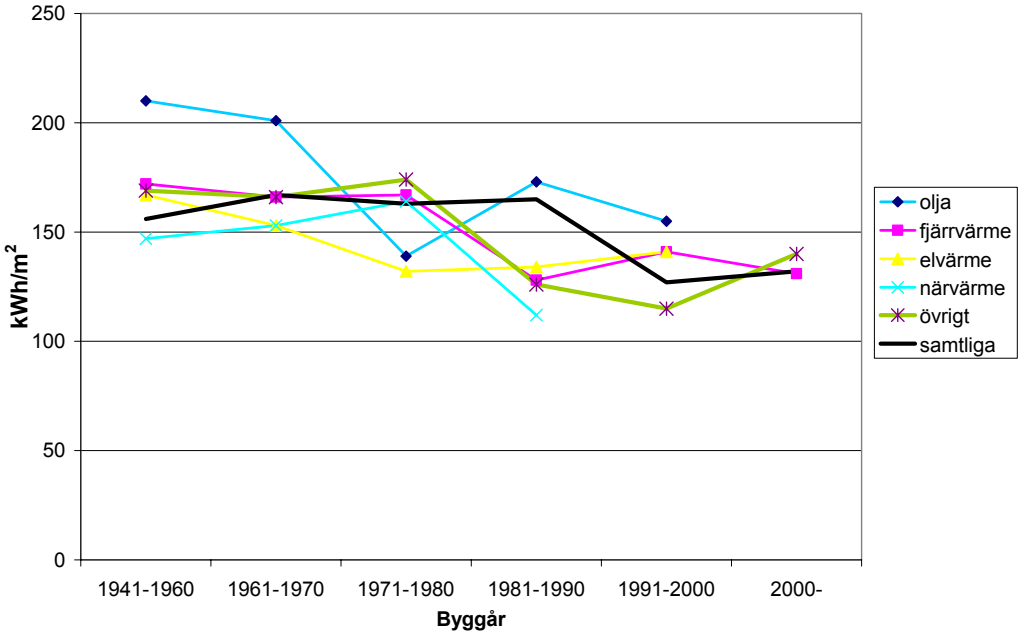
3.1.1 Energianvändning till uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus

Ungefär hälften av Sveriges befolkning bor i flerbostadshus som omfattar ca 2,4 miljoner lägenheter på totalt ca 180 miljoner kvadratmeter. År 2005 användes ca 28 TWh för uppvärmning av flerbostadshus. Uppvärmningen domineras av fjärrvärme som står för ca 78 % av den totala uppvärmda arean. I figur 3.1 visas att för byggnader med ett uppvärmningssätt används av den totala energianvändningen ca 78% fjärrvärme, 2% olja, 3% el (varav 57% direktverkande och resten vattenburen) och 0,4% närvärme. Posten övrigt består av kombinationer av uppvärmningssätt och står för 16% av den totala energianvändningen. Energianvändningen av el till värmepumpar i kombinationer är ca 2%. Av den totala energianvändningen är 86% fjärrvärme, 7% el, 5% olja, 2% naturgas/stadsgas och 1% närvärme, ved och pellets.



Figur 3.1 Total energianvändning år 2005 för flerbostadshus per byggår och energislag (SCB, 2006).

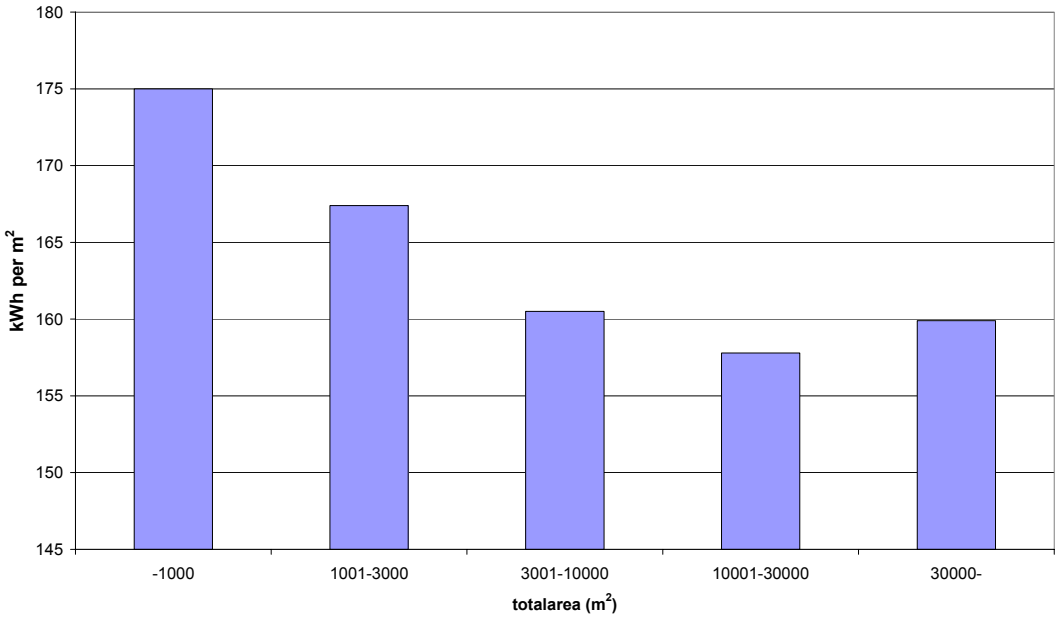
Figur 3.2 visar värmebehov per energislag för flerbostadshus uppdelat på byggår. Bilden visar att äldre flerbostadshus använder 170 till 195 kWh/m2 och att det runt 1980 skedde en markant förbättring för byggnader uppvärmda med fjärrvärme eller övriga energislag. En förklaring till förändringen är troligtvis den nya byggnorm som då infördes. Det specifika värmebehovet har därefter varit i stort sett konstant för uppvärmning med fjärrvärme eller övriga energislag och ligger för byggnader byggda på 2000-talet på över 130 kWh/m^2. Under 2000-talet byggs inga byggnader som värms upp med olja eller direktel.



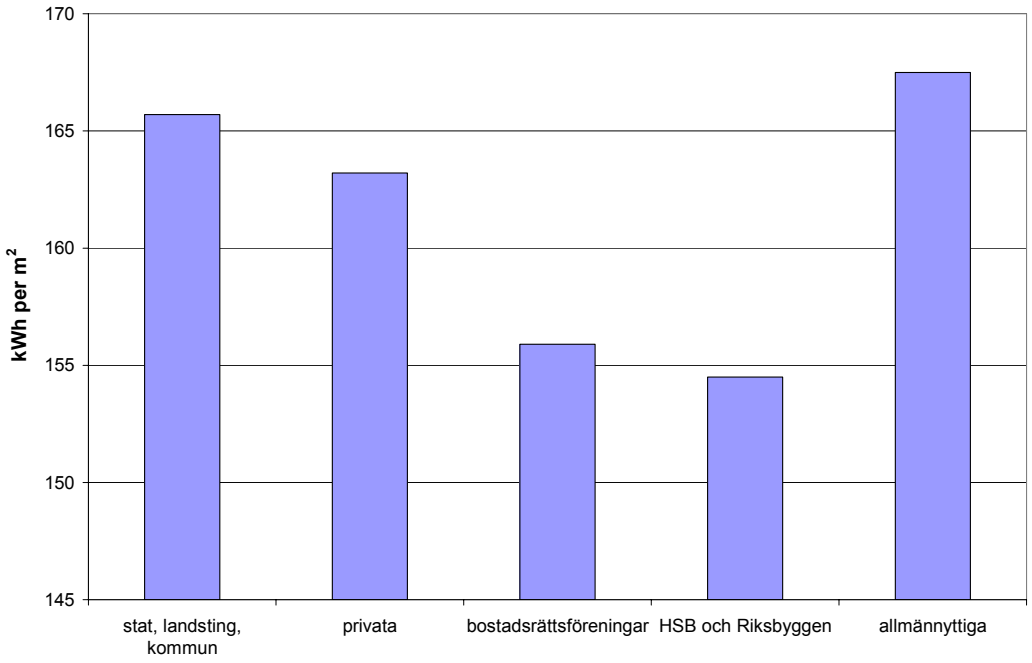
Figur 3.2 Genomsnittlig värmeanvändning år 2005 för flerbostadshus per byggår och energislag (SCB, 2006).

Figur 3.3 visar genomsnittlig uppvärmningsenergi för olika stora flerbostadshus. Mindre flerbostadshus använder betydligt mer uppvärmningsenergi per ytenhet än vad större flerbostadshus gör.

Figur 3.4 visar genomsnittlig uppvärmningsenergi för olika ägarkategorier av flerbostadshus. Bostadsrättsföreningar använder betydligt mindre uppvärmningsenergi per ytenhet än vad privata, allmännyttiga eller offentliga ägare gör.

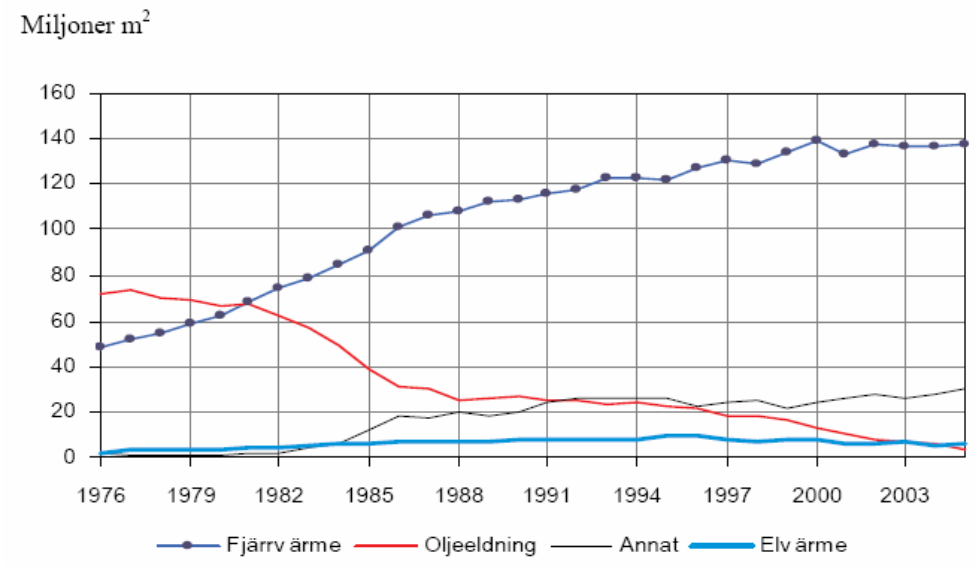


Figur 3.3 Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning med fjärrvärme år 2005 per flerbostadshusets storlek (SCB, 2006).



Figur 3.4 Genomsnittlig värmeanvändning år 2005 per ägarkategori för flerbostadshus uppvärmd med fjärrvärme (SCB, 2006).

Figur 3.5 visar uppvärmd yta för olika uppvärmningssätt år 1976 till 2005. Uppvärmning med fjärrvärme är det dominerade uppvärmningssättet. Tillväxten av fjärrvärme har avstannat de senaste åren och uppvärmd yta har varit i stort sett konstant sedan 2001. Uppvärmning med olja håller på att helt försvinna medan eluppvärmning är konstant. Uppvärmning på annat sätt har ökat de senaste åren och här innefattas troligtvis kombinationer av uppvärmningssätt, bla med värmepumpar och pellets.



Figur 3.5 Flerbostadshusens area fördelad efter uppvärmningssätt år 1976-2005 (SCB, 2006)

Antalet värmepumpar har ökat med 12% i flerbostadshus från 2005 till 2006 vilket visas i tabell 3.1.

Tabell 3.1 Antal olika sorters värmepumpar år 2005 och 2006 (SCB, 2007).

Värmepump	År 2005	År 2006
Bergvärmepump	8500	9900
Frånluftsvärmepump	8600	9200
Uteluftsvärmepump	1500	1800
Totalt	18700	20900

3.1.2 Användning av fastighets- och hushållsel i flerbostadshus

För användning av el i flerbostadshus finns inte något bra statistikunderlag att tillgå. Tabell 3.2 visar användningen av fastighetsel för några olika flerbostadshusföretag. I genomsnitt används ca 22 kWh fastighetsel per kvadratmeter.

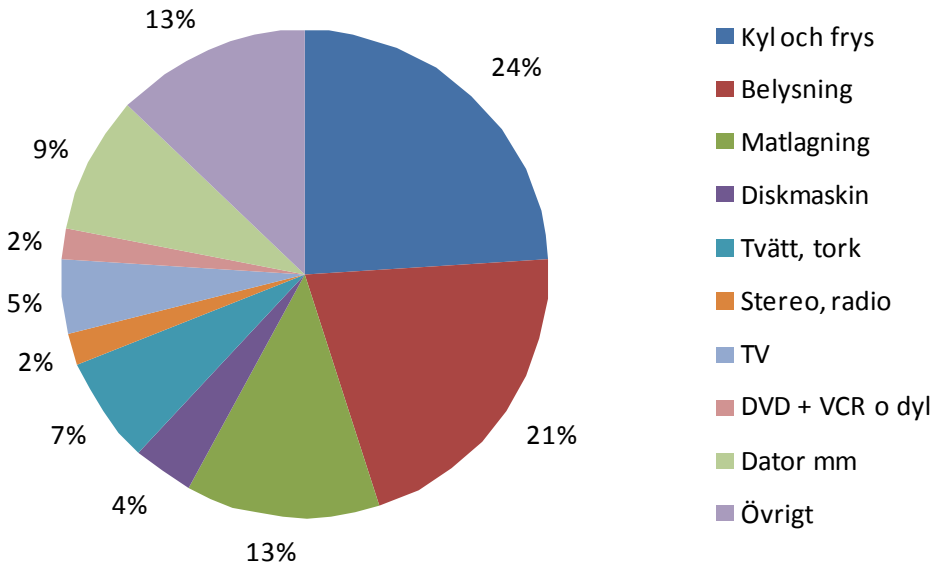
Tabell 3.2 Användning av fastighetsel för några olika flerbostadshusföretag.

	Fastighetsel kWh/m^2	Källa
Svenska bostäder	25	Boverket, 2006
Familjebostäder, Stockholm	27	Boverket, 2006
Stockholmshem	24	Boverket, 2006
Familjebostäder, Göteborg	17	Boverket, 2006
23 flerbostadshus i Stockholm	15	Henriksson och Kellner, 2005
Poseidon	21	Lepik, 2007
Medelvärde	22	

Energimyndigheten redovisar att hushållselanvändningen i flerbostadshus är ca 40 kWh per kvadratmeter (Energiläget, 2006). Energimyndigheten genomför en omfattande undersökning om hushållselanvändning i 400 hushåll. De preliminära resultaten visar att för flerbostadshus används ca 3000 kWh hushållsel per lägenhet (Bennich, 2007), vilket med nationell uppräkning ger en medelanvändning på 40,5 kWh per m^2.

Arean av flerbostadshus år 2005 var ca 180 miljoner kvadratmeter varvid elanvändningen för flerbostadshus på nationell nivå kan uppskattas till ca 4000 GWh fastighetsel och 7100 GWh hushållsel. Totalt blir elanvändning för fastighetsel och hushållsel i flerbostadshus därmed 11 100 GWh. Vilket stämmer väl överrens med uppgifter nämnda i nyligen gjorda undersökningar (Dalenbäck et al., 2005; Abel/Elmroth 2007).

I figur 3.6 visas fördelning av användning av hushållsel till olika ändamål. Den största användningen sker till kyl och frys, belysning och matlagning. Denna användning förväntas kunna minska genom att marknaden erbjuder mer effektiva apparater för kylning, matlagning och belysning. SCB ser dock ingen trend till att användning av hushållsel minskar utan snarare att den ökar (SCB, 2007).



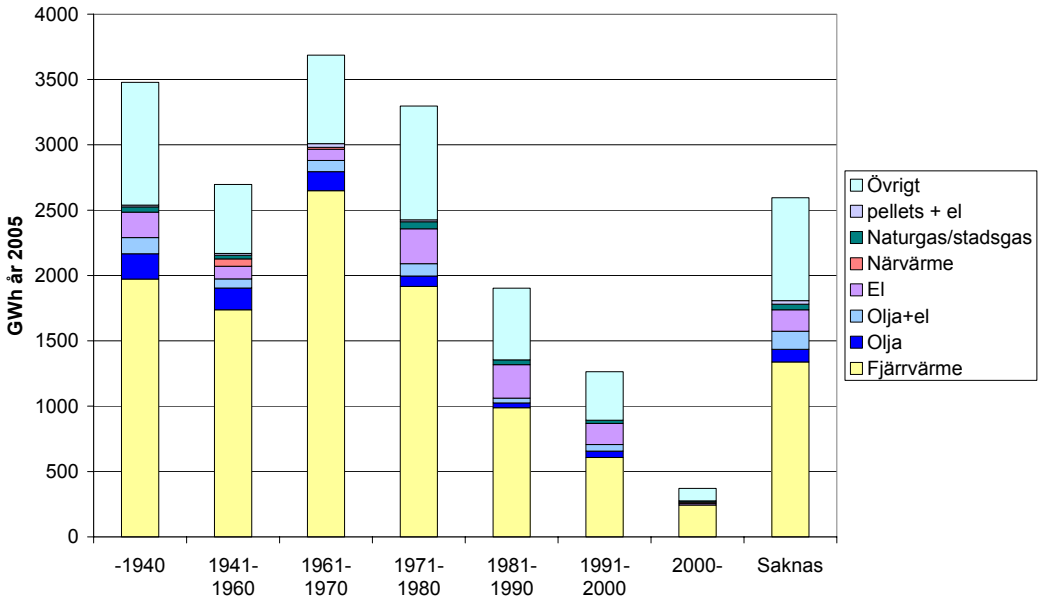
Figur 3.6 Fördelning av hushållselanvändning till olika ändamål (Bennich, 2007)

3.1.3 Energianvändning till uppvärmning i lokaler

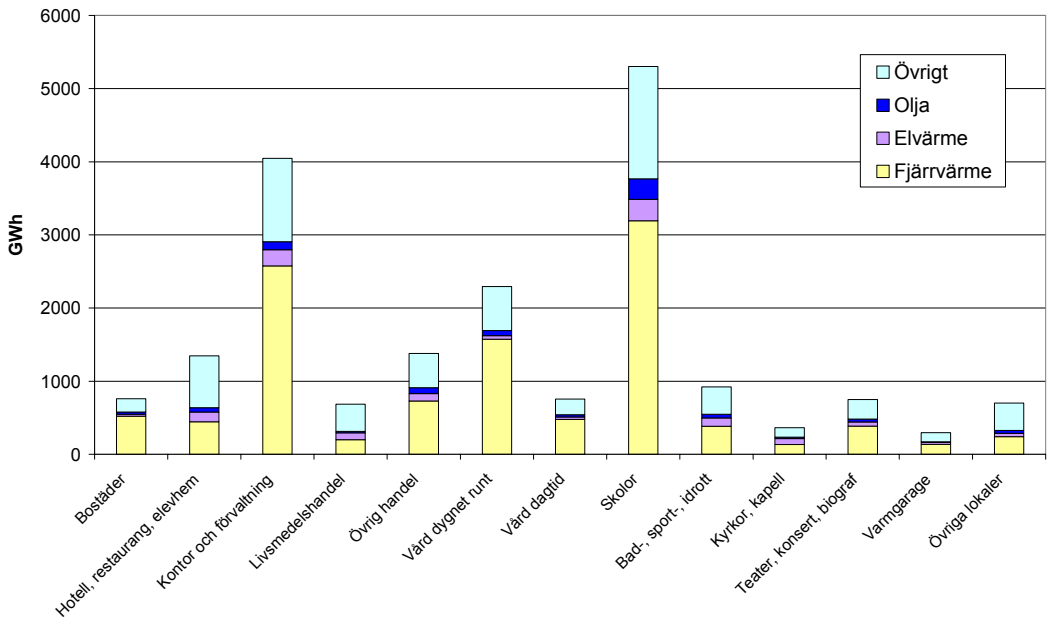
Lokaler omfattar totalt ca 144 miljoner kvadratmeter. År 2005 användes ca 19 TWh för uppvärmning av lokaler. Uppvärmningen domineras av fjärrvärme som står för ca 59 % av den totala uppvärmda arean. I figur 3.7 visas användning av energi för uppvärmning och beredning av varmvatten för byggnader med ett eller två uppvärmningssätt. I posten övrigt ingår olika kombinationer av uppvärmningssätt bl.a. med värmepump. Av den totala energianvändningen är ca 70% fjärrvärme, 9% olja och 16% el (SCB, 2006).

Till värmepumpar användes 0,12 TWh år 2005 för uppvärmning och 0,19 TWh år 2006 medan värmepumpar i kombinationer använde 1,4 TWh år 2005 och 1,6 TWh år 2006. Antalet fastigheter som använder enbart värmepumpar har ökat från 400 år 2004, till 1800 år 2005 och till 2700 år 2006, därutöver finns värmepumpar som används i kombinationer (SCB, 2007). Det totala antalet värmepumpar år 2006 var 13800 stycken (2900 frånluftsvärmepumpar, 5800 bergvärmepumpar och 5100 uteluftsvärmepumpar).

I figur 3.8 visas hur den totala energianvändningen för uppvärmning och beredning av varmvatten fördelar sig mellan olika lokalkategorier. Figuren visar att skolor, kontor och vårdlokaler är de lokalkategorier som använder mest energi.

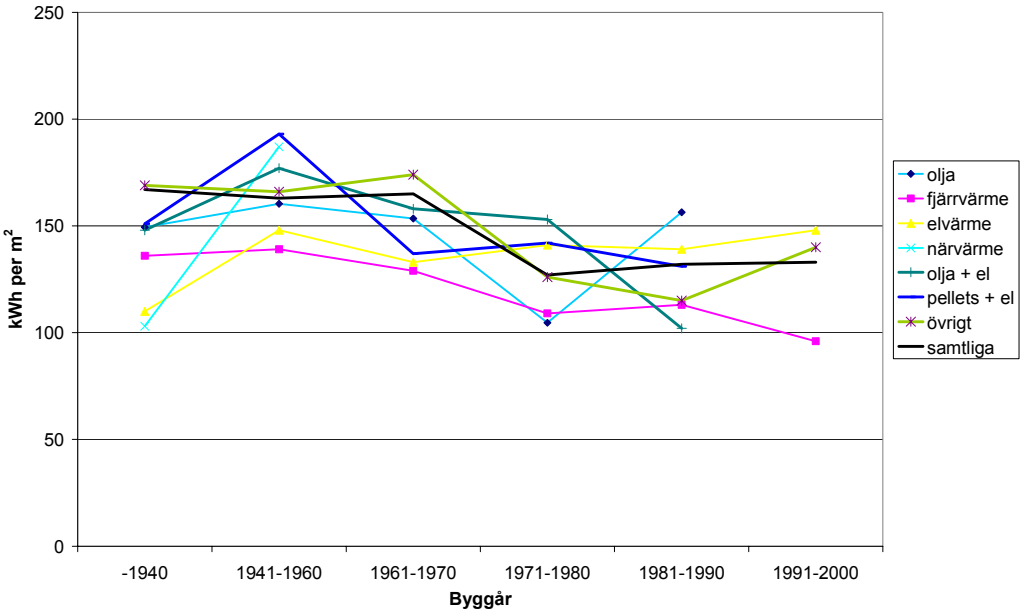


Figur 3.7 Total energianvändning 2005 för uppvärmning och varmvatten av lokaler per byggår och energislag (SCB, 2006).



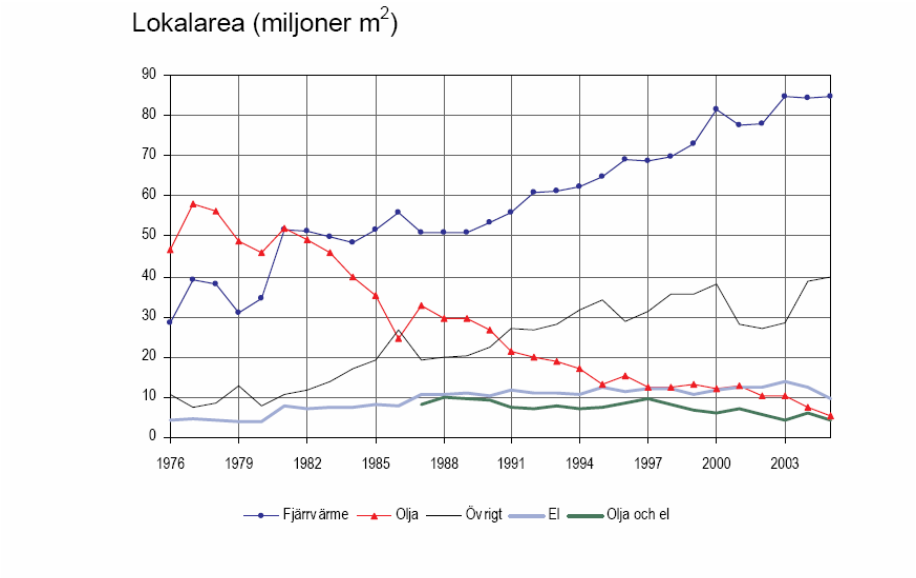
Figur 3.8 Total energianvändning år 2005 för uppvärmning och varmvatten av olika lokaler (SCB, 2006).

Figur 3.9 visar genomsnittlig energianvändning år 2005 för uppvärmning och beredning av varmvatten per uppvärmningssätt och byggår (SCB, 2006). Bilden visar att äldre lokaler använder över 140 kWh/m2 och att det runt 1980 skedde en markant förbättring som sedan har fortsatt för byggnader uppvärmda med fjärrvärme under 1990. En förklaring till förändringen är troligtvis den nya byggnorm som då infördes. Det specifika värmebehovet för fjärrvärmevärmda lokaler ligger för byggnader byggda på 2000-talet på ca 100 kWh/m^2, vilket är betydligt lägre än för lokaler uppvärmda med el och övriga energislag. (*Detta kan bero på att fastighetsel kan ha kommit med i siffrorna för eluppvärmning.*) Under 2000-talet byggs inga byggnader som värms upp med olja.



Figur 3.9 Genomsnittlig energianvändning år 2005 för uppvärmning och varmvatten för lokaler per byggår och energislag (SCB, 2006).

Figur 3.10 visar uppvärmd yta för olika uppvärmningssätt år 1976 till 2005. Uppvärmning med fjärrvärme är det klart dominerade uppvärmningssättet och den fortsätter att öka fram till 2003 varefter den sedan har varit konstant. Uppvärmning med olja håller på att helt försvinna medan uppvärmning på annat sätt har ökat de senaste åren.



Figur 3.10 Lokalarea fördelad efter uppvärmningssätt år 1976-2005 (SCB, 2006)

3.1.4 Användning av fastighets- och verksamhetsel i lokaler

I en undersökning kallad stegvis STIL 2007 har två studier publicerats som beskriver energianvändning i 123 stycken kontor och förvaltningsbyggnader (ER 2007:34) och i 129 stycken skolor och förskolor (ER 2007:11). Dessutom finns en motsvarande STIL-studie gjord som publicerades 1994 (STIL, 1994). I tabell 3.3 jämförs resultat från de olika studierna.

En jämförelse av elanvändning mellan studierna visar att den stora förändringen i kontor är att belysning blivit effektivare medan fastighetselen i skolor har ökat.

STIL-studien 1994 visar vidare att vårdlokaler har en verksamhetsel och fastighetsel på 57 respektive 27 kWh per m^2. Mätningar av elanvändning i vårdlokaler i Västra Götalandsregionen visar på betydligt högre siffror. I elintensiva vårdlokaler används totalt 175 kWh per m^2 (varav 105 kWh per m^2 är verksamhetsel) (Lagerqvist, 2007) medan mindre sjukhus har en elanvändning på 110 – 130 kWh per m^2. Preliminära siffror från stegvis STIL som nu besiktar vårdlokaler visar också på en ökad elanvändning i vården (Gullberg, 2007).

Tabell 3.3 Specifik elanvändning för olika slutanvändning för kontor och skolor med siffror från olika studier.

Slutanvänning	Kontor STIL 1994 (kWh/m^2)	Kontor Stegvis STIL 2007 (kWh/m^2)	Skolor STIL 1994 (kWh/m^2)	Skolor Stegvis STIL 2007 (kWh/m^2)
Belysning	31	23	24	21
Datahall	9	11		0
PC, kontorsutrustning	8	9	1	2
Storkök	2	0	5	9
övriga apparater	22	8	8	5
Summa verksamhetsel	72	50	38	37
Fläktar	11	18	8	21
Övrig fastighetsel	8	10	7	4
Kylmaskiner	9	11	0	0
Summa fastighetsel	28	38	15	25
Total verksamhets- och fastighetsel	100	88	53	62

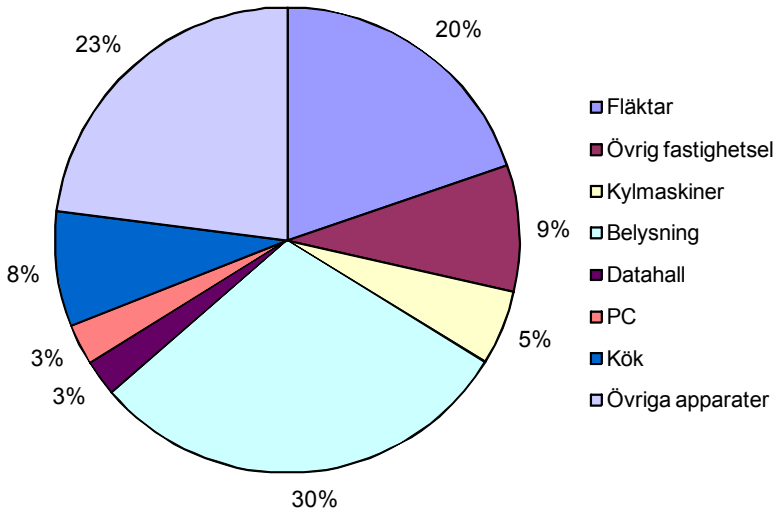
För övriga lokalbyggnader (restaurang, idrott, livsmedelshandel etc.) är det svårt att få bra uppgifter på användning av verksamhetsel och fastighetsel. Därför har elanvändning hämtats direkt från STIL-studien 1994 vid en uppskattning av total elenergianvändning på nationell nivå. Kontor, skolor och vård där uppdaterade elanvändningssiffror finns att tillgå står för 65% av den totala lokalarean. Tabell 3.4 visar fördelning av area för olika lokalkategorier år 2005.

En uppskattning av elanvändningen för lokalsektorn på nationell nivå har gjorts med hjälp av ovannämnda uppgifter till 4900 GWh fastighetsel och 9600 GWh verksamhetsel. SCB anger att år 2005 används 4984 GWh fastighetsel och 4463 GWh verksamhetsel i lokaler (statistiken har endast 60% svarsfrekvens) och för år 2006 används 16002 GWh fastighetsel och 9427 GWh verksamhetsel (statistiken har 74% svarsfrekvens). Det är oklart exakt vad statistiken från SCB innehåller och varför siffrorna de olika åren skiljer sig. Beräkningen av elanvändning i föreliggande studie stämmer överrens med SCBs uppgifter på fastighetsel år 2005 och för verksamhetsel år 2006.

Tabell 3.4 Area år 2005 för olika lokalkategorier.

Lokalkategori	Miljoner m^2
Bostäder	5,1
Hotell, restaurang, elevhem	7,3
Kontor och förvaltning	34
Livsmedelshandel	4,6
Övrig handel	11,4
Vård dygnet runt	14,9
Vård dagtid	5,6
Skolor	38,7
Bad-, sport-, idrott	6,1
Kyrkor, kapell	2,9
Teater, konsert, biograf	5,9
Varmgarage	2,3
Övriga lokaler	4,9
Totalt	143,7

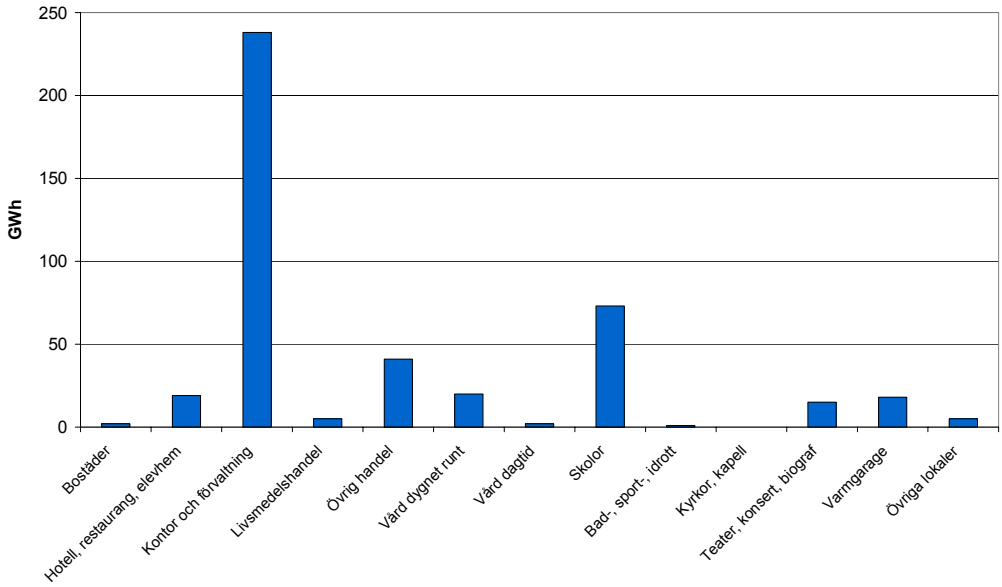
I figur 3.11 visas fördelning av användning av fastighets- och verksamhetsel till olika ändamål. Den största delen av elen används till belysning och fläktar. Denna användning bedöms kunna minska i och med att marknaden erbjuder mer effektiva apparater både för belysning och för fläktar.



Figur 3.11 Fördelning av verksamhetselanvändning till olika ändamål.

3.1.5 Energianvändning till kylning av lokaler

Enligt SCB 2006 används 439 kWh fjärrkyla i lokalsektorn 2005. Svensk Fjärrvärme uppger att 622 kWh fjärrkyla levererades år 2004. I figur 3.12 visas hur den totala energianvändningen för fjärrkyla fördelar sig mellan olika lokalkategorier.



Figur 3.12 Total energianvändning 2005 av fjärrkyla för olika lokaler (SCB, 2006).

En uppskattning av elanvändning för klimatkyla i lokalsektorn på nationell nivå har gjorts till ca 600 GWh.

3.2 Besparingsåtgärder och åtgärdskluster

Rent tekniskt går det att bygga om alla befintliga byggnader till lågenergihus. Detta är dock i praktiken inte genomförbart. Möjliga åtgärder i befintliga byggnader begränsas av flera saker såsom investeringsutrymme, kostnader, renoveringsbehov, lokala energipriser, beställarens/ägarens intresse och kunskap, utrymmesmässiga begränsningar, och inte minst av estetik och kulturhistoriska hänsyn. Man bör alltså ha i åtanke att en byggnads huvudsakliga syfte inte är att vara energisnål, utan att vara funktionell och användbar. I detta innefattas även att byggnaden skall erbjuda en god innemiljö i form av frisk luft, bra termisk komfort, en god akustisk miljö och bra ljusförhållanden. Ur brukarens synpunkt är det oftast också väsentligt att den upplevs som vacker och trevlig att vistas i. Många installationstekniska åtgärder kan ske utan att det påverkar byggnadens arkitektoniska gestaltning.

Åtgärderna för effektivisering och konsekvenser i befintliga byggnader kan delas i fyra huvudgrupper; åtgärder på byggnadsskalet, installationstekniska åtgärder, åtgärder på hushållsapparater och beteenderelaterade åtgärder. Dessa kan i sin tur delas in i flera undergrupper.

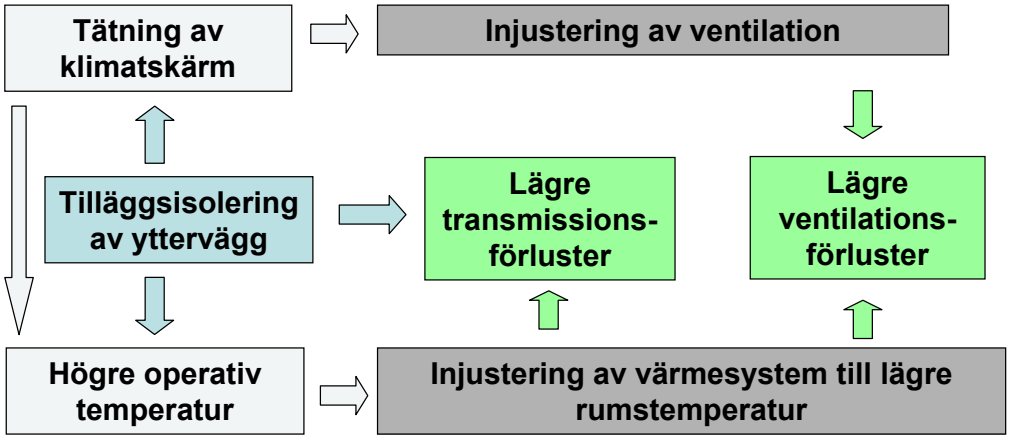
- Åtgärder på byggnadsskalet
  - tilläggsisolering av vind och fasad
  - fönsteråtgärder (byte, tätning, minska area och renovera)
  - tätning av byggnadsskalet (kring dörrar och fönster samt vinklar i tak, vägg och golv)
  - solavskärmning.

- Installationstekniska åtgärder på
  - värme- och kylproduktion
  - ventilation
  - värmedistribution
  - varmvatten
  - styr- och övervakningssystem
  - eleffektivare pumpar och fläktar

- Åtgärder på hushållsapparater
  - byte till A-klass apparater
  - tid och närvaro styrning
  - effektivare armaturer (belysning och vatten)
  - se över ”stand-by” funktioner

- Beteenderelaterade åtgärder
  - direkt information
  - måldialoger
  - mäta och informera eller debitera

Åtgärder på byggnadsskalet har ofta en längre livslängd än de installationstekniska åtgärderna. Många installationstekniska åtgärder påverkar samtidigt byggnadens klimatskal eller är nödvändiga i samband med åtgärder på byggnadsskalet. Även om det inte finns en direkt byggnadsfysikalisk eller energiteknisk koppling kan det vara kostnadseffektivt att samordna installationstekniska och åtgärder på byggnadsskalet. Energieffektiviseringsåtgärder bör därför alltid ske genom åtgärdskluster som leder till en optimal samverkan mellan byggnadsfysikaliska och installationstekniska åtgärder.



Figur 3.13 Exempel på hur åtgärden tilläggsisolering av yttervägg gör att åtgärder samtidigt blir fördelaktiga att göra på ventilations- och värmesystem.

I många byggnader bedöms en bättre drift och enkla åtgärder kunna leda upp till 20 % minskning av energianvändningen. För att komma längre behövs mer omfattande åtgärder på installationer och byggnadsskalet som måste uppgraderas kraftigt.

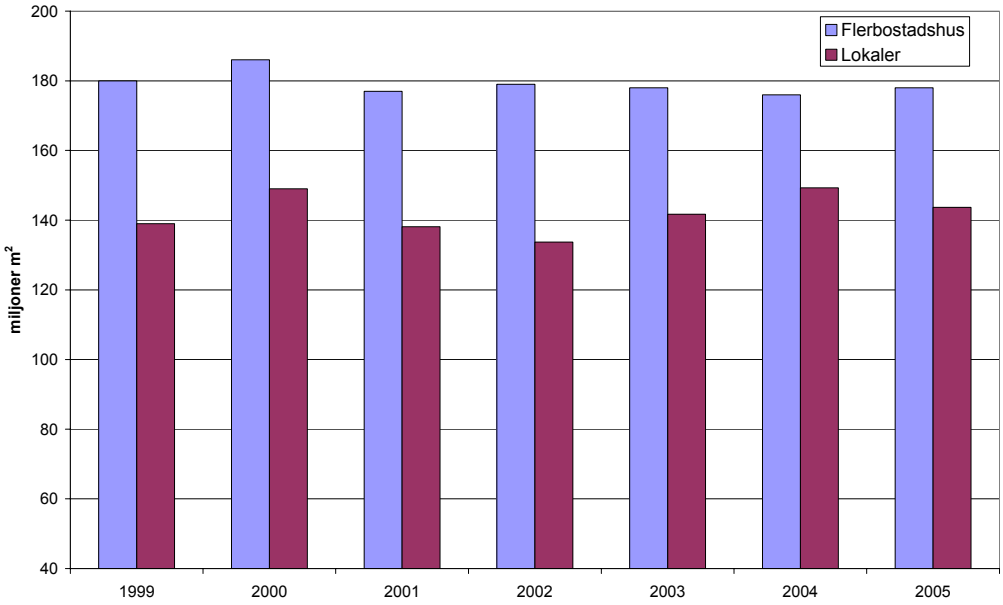
3.3 Areor för flerbostadshus och lokaler

I tabell 3.4 visas hur lägenheter har ökat i antal under de senaste åren i Sverige. I snitt ökar antalet lägenheter med cirka 12600 stycken årligen. De senaste 10 åren har bygglov beviljats för i genomsnitt 2,7 miljoner kvadratmeter årligen till bostadshus och fritidshus, där lägenheter i flerbostadshus kan antas stå för ungefär hälften (SCB bygglov, 2007). För lokaler har bygglov beviljats för i genomsnitt 2,6 miljoner kvadratmeter årligen.

Tabell 3.4 Beståndet av lägenheter i flerbostadshus och dess förändring (Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok, 2007)

År	Lägenheter vid årets början	Nybyggda	Ombyggda	Avgång genom ombyggnad	Rivna	Lägenheter vid årets slut	Förändring (%)
1991	2170535	38 201	17 805	18302	719	2 207 520	1,7
1992	2207520	37 787	24 856	24910	479	2 244 774	1,7
1993	2244774	25 688	43 507	43260	846	2 269 863	1,1
1994	2269863	16 384	40 762	40277	1 491	2 285 241	0,7
1995	2285241	8 952	32 291	30746	2 458	2 293 280	0,4
1996	2293280	9 390	48 103	43341	2 612	2 304 820	0,5
1997	2304826	9 139	18 830	16704	3 583	2 312 508	0,3
1998	2312508	7 179	18 633	16008	3 025	2 319 287	0,3
1999	2319288	6 651	22 984	19933	3 608	2 325 382	0,3
2000	2325382	7 405	24 623	21729	4 616	2 331 065	0,2
2001	2331065	7 527	19 839	17463	3 829	2 337 139	0,3
2002	2337139	12 714	24 700	20761	2 087	2 351 705	0,6
2003	2351705	11 843	28 700	25007	1 494	2 365 747	0,6
2004	2365747	13 705	29 265	24900	1 348	2 382 469	0,7
2005	2382469	12 992	29 785	26514	1 783	2 396 949	0,6

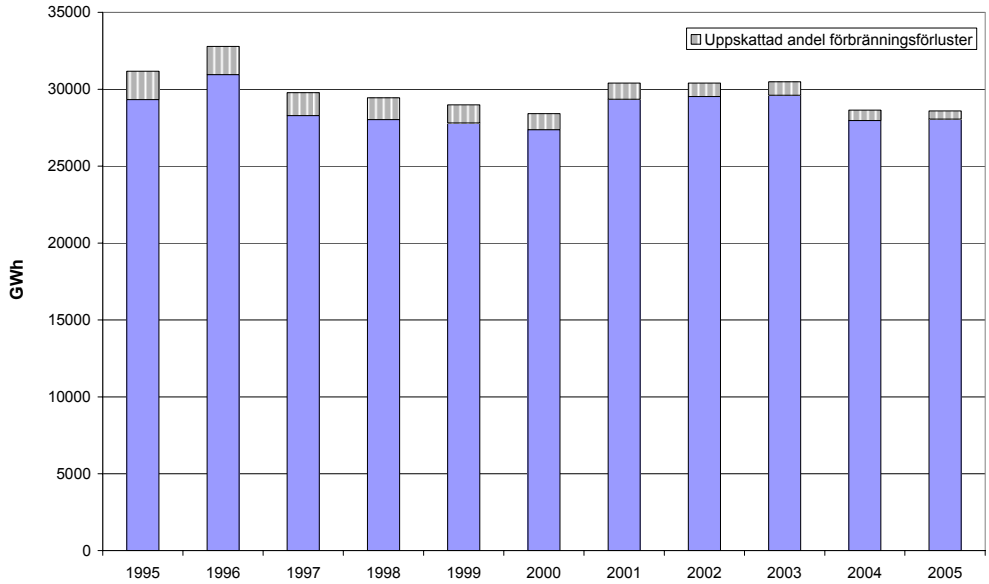
I figur 3.14 visas den uppvärmda arean som SCB:s statistik grundar sig på årligen. Den uppvärmda ytan är i stort sett konstant både för flerbostadshus och för lokaler.



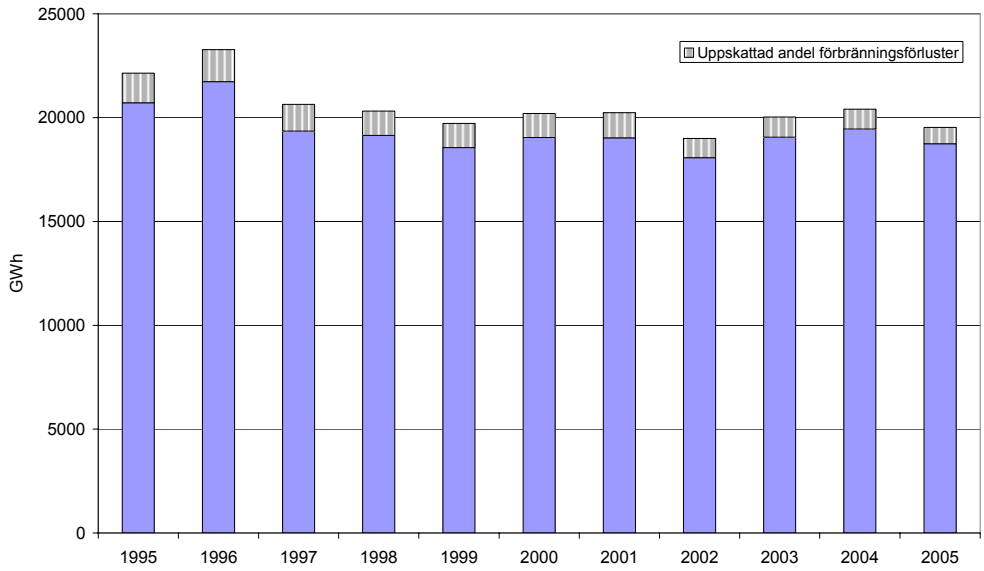
Figur 3.14 Antalet miljoner kvadratmeter uppvärmd area för flerbostadshus och lokaler.

3.4 Energianvändning till uppvärmning och varmvattenberedning från 1995 till 2005

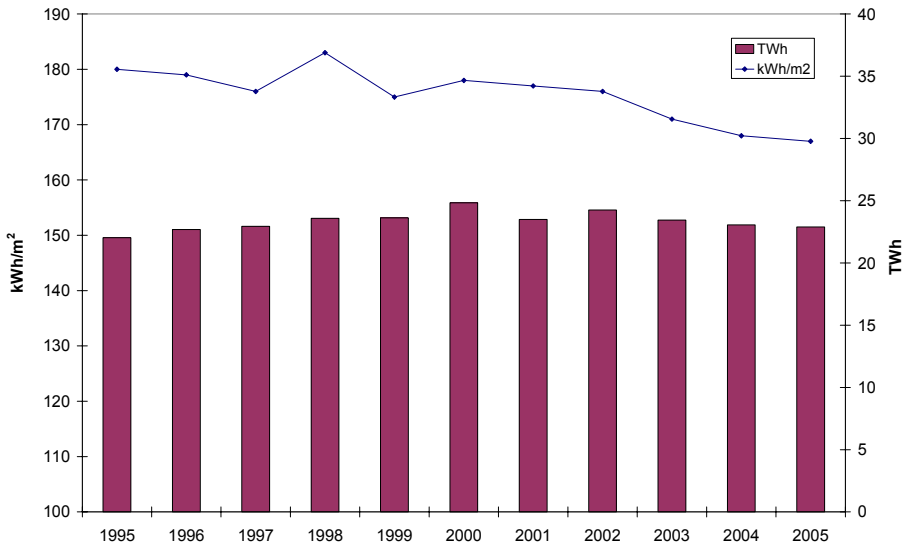
I figur 3.15 och 3.16 visas av kund total köpt energi för uppvärmning av flerbostadshus respektive lokaler från 1995 till 2005. Köpt energi gäller för slutanvändaren och inkluderar därmed de förbränningsförluster som sker i byggnaden. Under 90-talet har bl.a. oljeuppvärmda byggnader i stor grad konverterat till andra uppvärmningsformer som el och fjärrvärme vilket kan ge en skenbar effekt av att byggnadernas nettoenergibehov har minskat. Andelen köpt energi som är förbränningsförluster har uppskattats och illustreras i figur 3.15 och 3.16. För de byggnader som har konverterat till värmepumpar blir också den totalt köpta energin mindre utan att byggnaden i sig har blivit mer energieffektiv. Denna del är dock svårare att uppskatta. En del av det faktiska minskade energibehovet för uppvärmning beror på ett gynnsamt klimat de senaste åren. År 2005 var till exempel 8 % varmare än ett normalår (Energiindikatorer, 2007).



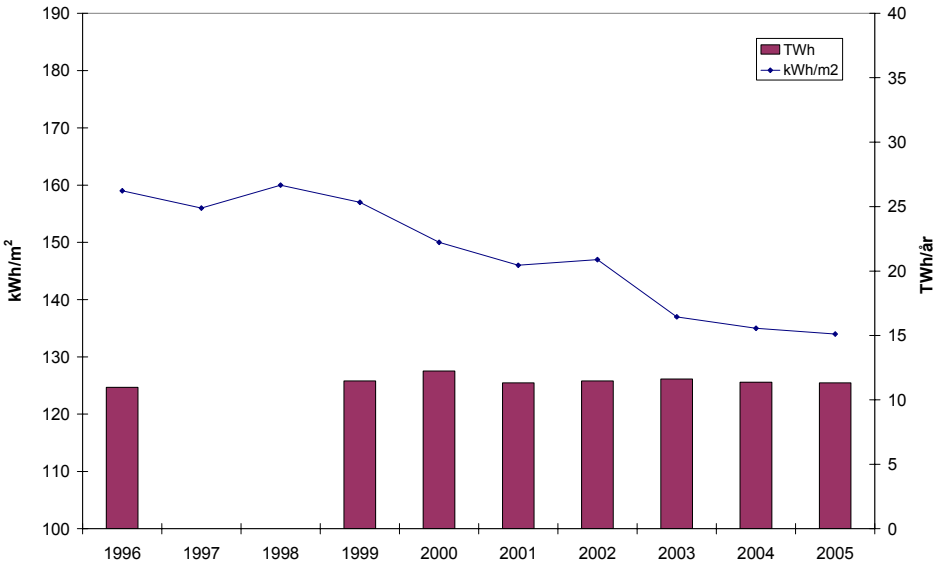
Figur 3.15 Total volym av köpt energi för uppvärmning av flerbostadshus för olika år, samt uppskattad del av energianvändning som går åt i förbränningsförluster vid olje, gas, ved, flis eller pelletsuppvärmning.



Figur 3.16 Total volym av köpt energi för uppvärmning av lokaler för olika år, samt uppskattad del av energianvändning som går åt i förbränningsförluster vid olje, gas, ved, flis eller pelletsuppvärmning.



Figur 3.17 Totalt och specifik normalårskorrigerad energianvändning olika år för uppvärmning och varmvattenberedning i flerbostadshus som använder fjärrvärme som uppvärmningskälla.



Figur 3,18 Totalt och specifik normalårskorrigerad energianvändning olika år för uppvärmning och varmvattenberedning i lokaler som använder fjärrvärme som uppvärmningskälla.

I figur 3.17 och 3.18 visas den specifika energianvändningen för uppvärmning och tappvarmvattenberedning (kWh/m^2) för flerbostadshus respektive lokaler

som använder fjärrvärme som uppvärmningskälla. Den specifika energianvändningen kan ge en skenbar effekt av att det totala behovet av fjärrvärme har minskat men samtidigt har den uppvärmda arean ökat, vilket gör att den totala energianvändningen i stort sett är konstant (se figur 3.17. och 3.18). Sedan 2003 har både den specifika energianvändningen och uppvärmd area i stort sett varit konstant.

3.5 Energianvändning till fastighets- hushålls- och verksamhetsel från 1995 till 2005

Statistiska centralbyrån visar att hushållselanvändning i småhus ökat från 5900 kWh till 6200 kWh per hushåll från 1995 till 2005. Även en rapport från Boverket om styrmedel för energieffektivisering i byggnader (Piska och Morot, 2005) visar på en ökning av specifik hushållselanvändning för småhus med 17% per kvadratmeter mellan 1993 och 2005. Ökningen av hushållsel i flerbostadshus är inte lika stor (15 -16%) samtidigt som användning av fastighetsel för flerbostadshus också har ökat med 15% under samma tidsperiod. Vidare anger rapporten att elanvändningen i lokaler (exklusive el till uppvärmning) har haft en lång tids stadig ökning men har nu planat ut och ligger på ca 110-115 kWh/m^2 år 2003 (se även Dalenbäck et al., 2005).

En rapport för uppföljning av Sveriges energipolitiska mål visar att den specifika elanvändningen till hushållsel och fastighetsel i flerbostadshus endast ökat något sedan 1995 (Energiindikator, 2007). Den specifika energianvändningen för hushållsel i flerbostadshus anges här[1] till ca 40 kWh/m^2 och för fastighetsel ca 25 kWh/m^2, vilket stämmer väl överrens med kapitel 3.1.2.

Rapporten Energiindikatorer 2007 visar vidare att specifik energianvändning till driftel (fastighets- och verksamhetsel) för lokaler har gått upp och ned sedan 1995 och är år 2005 på ungefär samma nivå som 1995. Den specifika energianvändningen för el till annat än uppvärmning är här betydligt högre, över 140 kWh/m^2. Här inkluderas dock sektorns restpost, elanvändning för ång- och hetvattenförsörjning, avloppsrening samt vattenverk. Föreliggande studie har uppskattat en specifik energianvändning av fastighets- och verksamhetsel till ca 101 kWh/m^2 (se kapitel 3.1.4).

Sammanfattningsvis visar ovannämnda undersökningar att hushålls- och fastighetsel i flerbostadshus och verksamhets- och fastighetsel i lokaler har ökat någonstans mellan 3 – 16% från år 1995 till 2005.

[1] Figur 12:8 i rapporten visar att den specifika energianvändningen för hushållsel är ca 25 kWh/m^2 och för fastighetsel ca 40 kWh/m^2 men färgerna i figuren har blivit omkastade enlig personlig kommunikation med Waluszewski på Energimyndigheten.

4 Nya byggnaders behov av värme och kyla

4.1 Inledning

Den 1 juli 2006 trädde Boverkets ändrade byggregler (BBR, 2006) i kraft. Ändringarna berör avsnitten om hygien, hälsa och miljö, bullerskydd, energihushållning och allmänna regler om byggnader. Reglerna i avsnitten har fått en grundlig genomarbetning.

Kraven på verifiering och mätning har blivit tydligare, samtidigt som reglerna har EU-anpassats, bl.a. genom att nya europastandarder har förts in. De största förändringarna är i avsnitten om energihushållning och fukt.

Övergångsbestämmelserna till de ändrade reglerna gällde under ett år. Det betyder att de gamla reglerna fick tillämpas på arbeten som kräver bygganmälan och för vilka bygganmälan gjorts före den 30 juni 2007. Övergångsbestämmelserna gäller naturligtvis också för arbeten som inte kräver bygganmälan om de påbörjas före detta datum.

Nya regler för elvärmda byggnader har varit ute på remiss (BVF §10). Boverket har ännu inte fått bemyndigande från regeringen att införa denna varför det är osäkert om och i så fall när den kan träda i kraft. I remissen görs ingen skillnad på vilken typ av elvärme som används samtidigt som kraven på att använda el för uppvärmning skärpts.

4.2 Revidering av byggreglerna

Boverket tydliggör i sina skrivningar att Byggreglerna ska motsvara samhällets krav på ett gott byggande varför reglerna behöver uppdateras i samma takt som samhället utvecklas. Under 2004 inleddes därför en översyn av avsnitten 1 Inledning, 2 Utförande och driftinstruktioner, 6 Hygien, hälsa och miljö, 7 Bullerskydd samt 9 Energihushållning och värmeisolering.

Inför revideringen har Boverket tagit fram ett antal grundläggande principer för förvaltandet av byggreglerna. Dessa syftar till att

- öka reglernas verifierbarhet och tydlighet,
- klargöra de juridiska ramarna,
- stödja de nationella kvalitetsmålen på miljö - åtminstone säkerställa att dessa inte motverkas.
- anpassa byggreglerna till EU
- införa livslängdstänkande

Boverket tydliggör också att orsaken till att de nya byggreglerna införts är bl.a. att de tidigare byggreglerna skapat en problembild där:

- trenden att energianvändningen i nya byggnader minskar har avstannat,
- det finns exempel på byggnader med såväl mycket hög som låg energianvändning,
- en otydlig beräkningsmodell har använts som grund för byggande och bygglov,
- det finns ett beroende av uppvärmningssystem och geografiskt läge,
- direktiv om energiprestanda skall införas.

Boverkets vision med de nya byggreglerna är att energikraven i byggreglerna skall

- styra så att bostäder och lokaler uppförs med effektiv energianvändning och flexibla lösningar,
- ställa krav på byggnadens egenskaper och avsett energitillförselsystem skall energianvändningen i byggnaden vara effektiv.

4.3 Avsnitt Energihushållning i BBR 2006

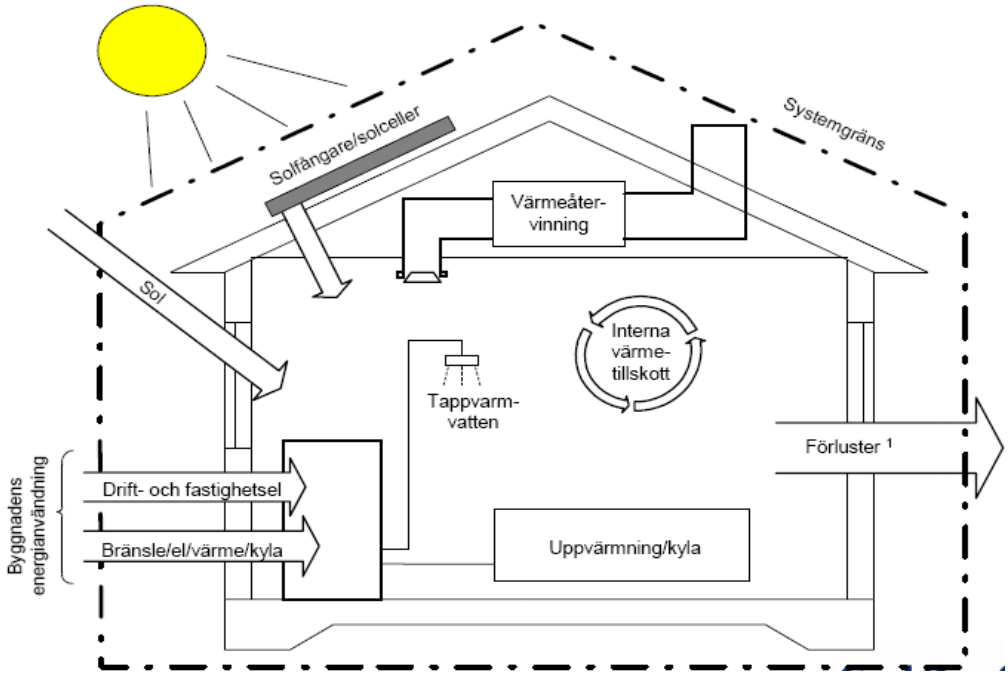
Boverkets ändrade byggregler (BBR, 2006) för avsnittet om energihushållning innebär följande förändringar jämfört med tidigare byggregler:

- Övergripande krav ställs på byggnaders energianvändning. Energianvändning redovisat som kWh/m^2 och år.
    - Tidigare undantag från krav på värmeåtervinning ur ventilationsluften eller motsvarande åtgärd för byggnader som i huvudsak värms med förnyelsebar energi, t.ex. biobränsle är borttaget.
- Kravnivåerna är anpassade efter två klimatzoner.
- Användning av energi för komfortkyla skall inräknas i kravnivån.
- Kraven för småhus som värms med direktverkande el har skärpts.
- Alternativa krav för mindre byggnader har införts.
- Kravet på verifiering av energianvändningen har tydliggjorts genom att det faktiska energibehovet gäller och verifieras genom mätning. Det är därmed resultatet som räknas, inte modellen.
- Ökad ambitionsnivå med att alla ska följa kraven.

Byggnadens energianvändning definieras som den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för:

- Uppvärmning och tappvarmvatten
- Klimatkyla
- Drift av byggnadens installationer som pumpar fläktar, etc. och övrig fastighetsel.

De nya byggreglerna använder huset som systemgräns för levererad energi, se figur 4.1. Boverket accepterar dock en något mer vidgad syn på systemgräns. Till exempel räknas en solfångare som sitter på taket till byggnadens tillhörande garage att vara inom byggnadens systemgräns.



Figur 4.1 Illustration av systemgräns för levererad energi till en byggnad.

Boverkets ändrade byggregler (BBR, 2006) gäller för alla byggnader med undantag för:

- Växthus eller motsvarande
- Byggnader som endast används kortare perioder
- Byggnader där inget uppvärmnings- eller kylbehov finns under större delen av året
- Där värmetillskottet från industriella processer täcker större delen av värmebehovet – redovisas i utredning.

4.4 Kravnivåer i BBR 2006

De kravnivåer som Boverkat angivit i BBR 2006 visas i tabell 4.1. Här finns ett krav för norra Sverige och ett för södra Sverige. Gästrikland, Dalarna och Värmland hör till norra Sverige. Det finns också ett hårdare krav för att få använda direktverkande elvärme.

Boverket arbetar även med ett förslag där krav på all elanvändning till uppvärmning skärps och här görs ingen skillnad på vilken typ av elvärme som används. För närvarande gäller remissförslag enligt tabell 4.2. Dessutom har ett eleffektkrav tillkommit så att den installerade eleffekten maximalt får vara 50 respektive 60 % av det dimensionerande effektbehovet i klimatzon söder respektive norr.

Tabell 4.1 Krav på specifik energianvändning vid nybyggnation (BBR, 2006).

Nybyggnadskategori	**Klimatzon Norr (kWh/m^2, år)**	**Klimatzon Söder (kWh/m^2, år)**
En- och tvåbostadshus – uppvärmda med direktverkande el	95	75
Övriga en- och tvåbostadshus	130	110
Flerbostadshus	130	110
Lokaler	120	100
Lokaler –tillägg för ventilationsenergi om genomsnittliga ventilationsflödet q > 0,35 l/s, m^2	90*(q-0,35)	70*(q-0,35)

Tabell 4.2 Remissförslag för skärpta krav på användning av el till uppvärmning vid nybyggnation (BBR, 2006).

Byggnadskategori	**Specifik energianvändning (kWh/m^2, år) söder / norr**
Bostäder	55 / 75
Lokaler med elvärme och elkyla	55 / 75

4.5 Uppföljning av energianvändning i BBR 2006

Uppföljning av energianvändningen skall ske med mätning under 12 månader inom 24 månader efter det att byggnaden har tagits i drift.

För bostadshus gäller att:

- uppmätt värde korrigeras till normalår samt för onormal tappvarmvattenanvändning och vädring.

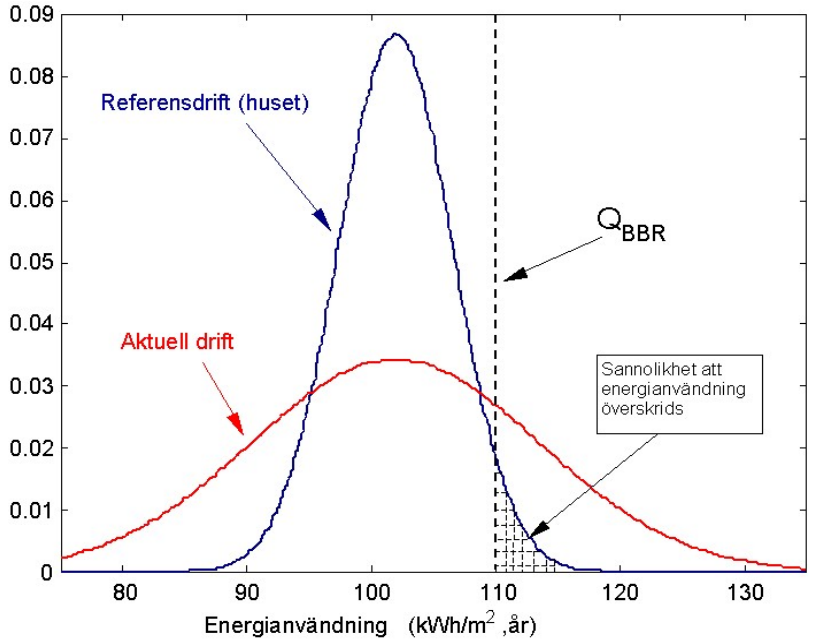
För lokaler gäller.

- uppmätt värde korrigeras till normalår samt för onormal tappvarmvattenanvändning, vädring och värmetillskott.

4.6 Konsekvenser av nya Byggnorm

Hur kommer dagens - och morgondagens hus att byggas? Vilka värmebehov kommer de att ha? Vilka krav kommer framtidens kunder som våra barn och samhället att ställa på energianvändningen, komforten och inomhusmiljön?

De nya byggreglerna innebär att byggarna måste bygga betydligt energieffektivare hus än tidigare. Angivna krav i BBR 2006 anger maximal användningsnivå, vilket innebär att byggnaderna måste konstrueras för ett betydligt lägre energibehov än normkraven. Annars kommer en delmängd av nybyggda byggnader inte att klara kraven eftersom spridningen av slutlig energianvändning jämfört med projekterad är normalfördelad. Figur 4.2 visar att för att kunna uppnå normkraven 110 kWh/m^2 för i stort sett alla byggnader så måste husen projekteras och byggas med en lägre energianvändning.



Figur 4.2 Sannolikhet för att uppnå önskad energianvändning (Elmroth, 2005)

Kontakter med några av de större byggföretagen ger en bild av att dessa är i en process där de tar fram nya koncept för de nya husen samt även arbetar fram nya policybeslut om vilka energianvändingsnivåer som de skall nyttja. Orsaken är att de härigenom får genomtänkta och beprövade lösningar som de kan ta ansvar för och som de kontinuerligt kan förbättra. De förändringar som verkar vara påtagliga jämfört med tidigare är:

- Värmeåtervinning ur ventilationsluften
- Tätare byggnadsskal
- Något bättre fönster
- Något bättre isolering
- Mer genomtänkta och enklare installationer

En uppskattning av hur stor besparing olika typer av åtgärder eller lösningar kan ge beskrivs i kapitel 4.6.1 och exempel av åtgärder i kapitel 4.6.2.

Det verkar också finnas en strävan hos de stora byggföretagen att bygga bättre än vad normen kräver. Det pratas om 90 kWh/m^2 och år, vilket är en sänkning från tidigare nivå med ca 50 kWh/m^2. Trots att man förutsätter en inomhustemperatur på 22°C.

Denna strävan motiveras med att man vill leverera bra hus som också står ut lite grann och därmed kan nyttjas för marknadsföring och försäljning, men också som en säkerhetsåtgärd för att innehålla byggnormens krav.

4.6.1 Ett byggföretags uppskattning av konsekvenser för ändrad energianvändning

I tabell 4.3 redovisas beräkningar från ett byggföretag av hur stor energibesparande effekt som kan påräknas om byggnaderna byggs något energieffektivare. Dessa utgår ifrån de flerfamiljshus som byggdes innan den nya byggnormen. Angivna åtgärder och lönsamhet gäller vid förändringar i nyproduktion.

Den verkliga energianvändningen påverkas av många faktorer förutom de rent tekniska konstruktionslösningarna som isolering och fönster etc. I tabell 4.4. visas en värdering av inverkan av olika faktorer som på ett påtagligt sätt kan komma att påverka fastighetens slutliga energianvändning. De faktorer som värderats är vanor, köldbryggor, fastighetens läge och uttorkningsprocesser. Energianvändning för köldbryggor står för minst 20% av energibehovet.

Merkostnaden för att bygga en lägenhet som klarar kraven i BBR 2006 bedöms av samma byggföretag att hamna mellan 100 000 och 150 000 kr per lägenhet, vilket skall ställas i relation till besparing av driftkostnader och lägenhetens totala produktionskostnad. Besparing i driftkostnad kan vara flera tusen kronor årligen.

Tabell 4.3 Energibesparande åtgärder –teoretiska jämförelser (Henriksson, 2005).

	Besparing ($kWh/m^2 A_{temp}$, år)	**Payoff–tid (ca år)**
Fönster (1,2 till 1,0 W/(m^2, K))	5	8
Ytterväggar 45 påspik på insidan	4	14
Ytterväggar Putsbärare ändras från 50 mm till 80 mm	2	61
Ytterväggar 45 påspik + 80 mm putsbärare	5	36
Lufttäthet (0,8 till 0,5 l/(s, m^2)	5	4
Individuell mätning av varmvatten	3	35
Belysningsstyrning	7	8
Sänkt inomhustemperatur från 22°C till 20°C.	5 - 10	1 - 2
Behovsstyrd ventilation	6	5 – 10
F-system ersätts med FVP-system	30 - 35	4 -6
F-system ersätts med FTX-system	38	20-25
Fungerande styr- och övervakningssystem med tillhörande rutiner.	10 -15	1-2

Tabell 4.4 Uppskattad inverkan av energianvändning för olika faktorer (Henriksson, 2006)

Påverkansfaktor	Uppskattad inverkan på energianvändning (kWh per m^2)
Ändring av inomhustemperatur en grad.	4 – 6
Vädring	6
Köldbryggor	7 - 9
Solinstrålning	10 -12
Komfortgolvvärme	10
Uttorkning	10 -15

4.6.2 Exempel på åtgärder och lösningar

Baserat på intervjuer med några av de större byggföretagen beskrivs några av de genomtänkta lösningar som kommer att användas i ett första steg för att klara den nya byggnormen BBR 2006. Främst är det beprövade lösningar i nya koncept.

Värmeåtervinning ur ventilationsluften

Värmeåtervinning i ventilationsluften är en av de viktigaste åtgärderna eftersom den ger en stor besparing. Här arbetar byggföretagen med tre olika lösningar

- FTX fastighetsaggregat
- FTX lägenhetsaggregat för behovsstyrd ventilation
- Frånluftvärmepump

Det verkar som att trenden idag är att hus som byggs i södra Sverige utrustas med frånluftvärmepumpar och hus i norra Sverige med FTX aggregat. Användandet av lägenhetsaggregat verkar generellt öka. I Finland är trenden med lägenhetsaggregat stark liksom i vissa regioner i Sverige.

Ökar täthet i byggnadens klimatskal

Att göra husen tätare än normkraven verkar vara en förutsättning för att nå målet. Åtgärden är förknippad med ringa merkostnader i material men kräver noggrannhet och ökad kontroll i byggprocessen.

Något bättre isolering

Byggnaderna kommer att få en något bättre isolering.

Bättre fönster

Fönster kommer att användas med betydligt lägre U-värden. Det är relativt billigt att sätta in fönster med ett lägre U-värde (från 1,2 till 1,0 W/m^2 och K). Denna åtgärd verkar därför vara generell.

Alternativa installationer

Alternativ med värmepump istället för fjärrvärme diskuteras speciellt för objekt utanför städernas cityområde och för lokalsektorn. När det gäller nya flerbostadshus kan solvärmesystem bli intressant eftersom de har ett stort behov av tappvarmvatten även på den varma delen av året, speciellt i ett kundperspektiv.

4.7 Vad blir resultatet?

Om det byggs 15 000 lägenheter i flerfamiljshus per år och dessa i genomsnitt är på 70 m^2 så minskar energianvändningen genom de nya kraven i BBR 2006 jämfört med den gamla byggnormen totalt med ca 0,32 TWh. Om byggmarknaden ställer högre krav än vad byggnormen kräver och att flerfamiljshus istället byggs med ett energibehov på 90 kWh/m^2 så blir besparingen ca 0,53 TWh.

För ett nytt flerbostadshus med 30 lägenheter sjunker behovet av energi från dagens nivå på ca 294 MWh/år till 231 MWh/år genom införandet av den nya Byggnormen (110 kWh/m^2) och ner till 189 MWh/år om den specifika energianvändningen istället blir 90 kWh/m^2.

4.8 Morgondagens byggnader

Efter att intervjuundersökningen i kapitel 2 avslutats under våren 2007 har projektet fortsatt att följa hur marknaden reagerar på införandet av den nya Byggnormen (BBR, 2006). Detta har skett genom diskussioner med främst tre stora byggföretag. Dessa företag skiljer sig lite grann utifrån den inriktning de har där en av dem bygger mycket kommersiella lokaler, en av dem bygger mycket bostäder som bostadsrätter och den tredje både kommersiella fastigheter och bostäder. Detta kan eventuellt göra att de har lite olika värderingar som leder till lite olika policybeslut, men det verkar finnas en gemensam värdering och det är att energianvändningsfrågan i dagsläget är mycket central och har förts upp i styrelserummen.

Det grundläggande är att BBR 2006 kommer att följas och att samhällets fokusering på växthuseffekten och effektiv energianvändning fått bolagen att inse att BBR-kraven inte är tillräckliga för en bra marknadsföring och som

försäljningsargument. Vissa företag har därför redan tagit interna beslut att de skall bygga hus med betydligt lägre specifik energianvändning. Att klara BBR-kraven betyder ju ingenting. Det skall ju alla göra. Detta innebär att energifrågan bedöms bli ett konkurrensmedel och därmed på ett påtagligt sätt kommer att påverka slutprodukten.

Hur kommer då bolagen att agera?

För att kunna ge en bild av detta redovisas några av de ståndpunkter/uttalanden som de olika bolagen anger vid våra diskussioner.

- Vi kommer att bygga hus som är betydligt bättre än byggnorm.
- Vi har tagit beslut om att bygga hus som har betydligt lägre energianvändning än vad byggnormen kräver.
- Vi har ett policybeslut att inte använda el för uppvärmning.
- Primärenergi är viktigt för oss vid val av uppvärmningsform.
- Vi träffas och diskuterar gemensamma frågor med syfte att få till stånd gemensamma värderingar. Vi bör räkna på samma sätt för att underlätta för kund.
- Vi utvärderar det mesta. Både gamla och nya lösningar behöver värderas för att nå våra nya mål.
- Det finns en samstämmighet från alla att frågan om energianvändningen har lyfts rejält och den är viktig för trovärdigheten och försäljningen.
- Bolagen skiljer sig dock något åt utifrån vad de bygger vilket kan påverka deras beslut beträffande energilösningar.
- Energifrågan bedöms bli ett konkurrensmedel och att den på ett påtagligt sätt kommer att påverka slutprodukten.

Reflekterar vi utifrån ovanstående bör vi kunna förvänta oss att många av de hus som börjar byggas inom en snar framtid kommer att uppföras med en lägre energianvändning än den normen anger. Dessa ökade ambitionsnivåer ökar också behoven av stabila energieffektiva lösningar.

5 Goda exempel

Intervjustudien av fastighetsägare och byggföretag (kapitel 2) visade att så kallade goda exempel är mycket viktigt för att ny teknik eller nya konceptlösningar skall kunna införas och provas.

5.1 Utveckling av goda exempel

De två första goda exemplen på energieffektiva flerbostadshus kom redan 2000 med Gårdstensbostäder som är en ombyggnad och Jöns Ols som är exempel på en nybyggnad. I samband med bomässan Bo01 i Malmö byggdes området Västra hamnen som var tänkt att vara ett gott exempel på många plan men som inte lyckades ända fram i alla avseenden. Därefter dröjde det till år 2006 innan tre nya områden med flerbostadshus av lågenergihusstandard var färdiga för inflyttning. Det är 12 lägenheter i Frillesås (Kungsbacka), 40 lägenheter i Oxtorget (Värnamo) och 12 lägenheter i Hertigs Gård (Falkenberg).

I startgroparna för inflyttning 2008 är en nybyggnad av 116 lägenheter i Hamnhuset (Göteborg) och en ombyggnad av 18 lägenheter i ett flerbostadshusområdet Brogården i Alingsås (totalt skall 300 lägenheter byggas om i Brogården). Dessutom finns en rad pågående projekt som har förutsättningar till att bli goda exempel, se tabell 5.1. Flera av dem beskrivs utförligare i kapitel 5.2 och 5.3.

Tabell 5.1 Färdigställda och pågående lågenergihusprojekt.

Projekt, Ort	Kategori	Status
Gårdstensbostäder, Göteborg	Ombyggnad 225 lägenheter	Färdig 2000
Jöns-Ols, Lund	Nybyggnad 34 lägenheter	Färdig 2000
Frillesås, Kungsbacka	Nybyggnad 12 lägenheter	Färdig 2006
Oxtorget, Värnamo	Nybyggnad 40 lägenheter	Färdig 2006
Hertings gård, Falkenberg	Nybyggnad 54 lägenheter	12 lgh färdig 2006 42 lgh är pågående
Seglet, Karlstad	Nybyggnad 44 lägenheter	Färdig 2007
Hamnhuset, Göteborg	Nybyggnad 116 lgh	Planerad inflyttning 2008
Brogården, Alingsås	Ombyggnad, 300	Planerad inflyttning 2008 i 18 lägenheter
Misteröd, Uddevalla	Nybyggnad 40 lägenheter	Pågående
Västar hamnen, Malmö	Nybyggnad 28 lägenheter	Pågående
Bokliden, Helsingborg	Nybyggnad 13 lägenheter	Pågående
Stadsskogen, Alingsås	Nybyggnad 50 lägenheter	Pågående
Tollered, Lerum	Nybyggnad 4 lägenheter	Pågående
Portvakten, Växjö	Nybyggnad 96 lgh	Pågående
CHABO, Göteborg	Nybyggnad 500 studentlägenheter	Pågående
Lundby Kyrkby, Göteborg	Nybyggnad 70 lägenheter	Pågående
Förskola stadsskogen Alingsås	Förskola	Pågående
Vargbroskolan Storfors	Skola	Pågående
Kaggen Malmö	kontor	Pågående

Många goda exempel på lågenergihusprojekt är i startgroparna idag men sammantaget är det fortfarande mindre än 1% av Sveriges totala antal lägenheter som kommer att ha en effektiv energianvändning i början av år 2010. På lokalsidan är antalet goda exempel betydligt färre. De flesta goda exempel ligger i västra eller södra Sverige vilket illustreras i figur 5.1.

Figur 5.1 Energieffektiva byggnader som är färdigställda (svart stjärna) och pågående byggnation (blå stjärna). Källa: FEBY, 2007.

5.2 Goda exempel i befintlig bebyggelse

Nybyggnationen av bostäder är mycket låg i förhållande till antalet befintliga bostäder. Potentialen för att på relativt kort sikt minska energianvändningen i bostadsbeståndet är därför mycket större när det gäller åtgärder i det befintliga beståndet jämfört med nybyggnationen. En stor del av det s.k. ”miljonprogrammets” bostäder står inför ett behov av omfattande renoveringsbehov. Just i samband med renovering av fasader och installationer är också det mest gynnsamma tillfället för kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärder. Efter att en renovering är genomförd är det ofta mycket svårt att i efterhand få en kostnadseffektivitet i energieffektiviseringsåtgärder. Det är därför mycket viktigt att man inte missar tillfället att nu åstadkomma ordentliga energibesparingar i samband med alla de renoveringar som kommer att ske de närmaste åren. Det finns ett antal pilotprojekt som visar på vilken potential som finns för detta bestånd. Nedan presenteras i korthet några av dessa.

5.2.1 Gårdstensbostäder

Gårdsten är ett miljonprogramsområde från tidigt 70-tal beläget i Göteborg. I mitten av 90-talet fanns ett stort behov av upprustning i merparten av byggnaderna. Inom ramen för EU-projektet Shine genomfördes ett

genomtänkt åtgärdspaket under 1999-2000, vilket kan sammanfattas enligt följande:

- Tilläggsisolering av tak gavlar och socklar
- Ombyggnad från FT till FTX respektive F-ventilation
- Inglasning och renovering av balkonger
- Takintegrerade solfångare + befintlig fjärrvärme
- Byte till energiglas (inre rutan i befintliga tvåglasfönster)
- Individuell debitering (el, värme och vatten)
- Byte/upprustning av armaturer i badrum
- Installation av central styr- och övervakning
- Eleffektiv utrustning (vitvaror, tvättmaskiner, m.m.)

Figur 5.2 Ombyggnad av Gårdstensbostäder

Åtgärderna har lett till en bestående minskning av energianvändningen från 283 kWh/m^2 till 173 kWh/m^2 (inkl. hushållsel). Om man antar en användning av hushållsel på 50 kWh/m^2 innebär detta att man nästan uppfyller BBR 2006, 125 kWh/m^2 (exkl. hushållsel) i klimatzon söder. Ekonomiskt kan resultaten sammanfattas med att man till en merkostnad av 80 000 kr per lägenhet har minskat driftskostnaderna med cirka 5000 kr per år och lägenhet. Med tanke på åtgärdernas livslängd (>20 år) är därför merkostnaden ekonomiskt motiverbara. Källa: Dalenbäck, 2007.

5.2.2 Karlstads Bostads AB

Karlstads Bostads AB (KBAB) har under många år och med goda resultat arbetat medvetet med att förbättra energieffektiviteten i sitt bostadsbestånd. Unikt för KBAB är att man har haft ett nära och gott samarbete med det lokala fjärrvärmebolaget, vilket varit framsynt och inte motsatt sig

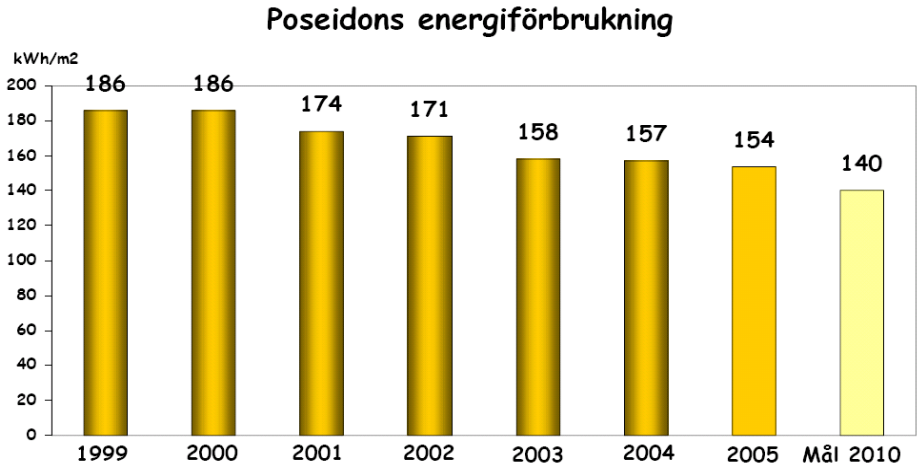
användning av frånluftsvärmepumpar i kombination med fjärrvärme. Troligen har detta varit en av nycklarna till framgång då ventilationsförluster står för en relativt stor del av energianvändningen i flerbostadshus, cirka 25%. Frånluftsvärmepumpar är ett mycket kostnadseffektivt sätt att återvinna denna värme i befintliga flerbostadshus. Detta då nödvändigt kanalsystem redan finns. KBAB har arbetat systematiskt på flera områden för att åstadkomma låg energianvändning. Dessa kan kort sammanfattas enligt följande:

- Tilläggsisolering av byggnadsskal
- Injustering av värme- och ventilationssystem
- Frånluftsvärmepumpar i kombination med befintlig fjärrvärme
- Energieffektiva tvättstugor
- Individuell mätning av el och varmvatten

I områden där dessa åtgärder vidtagits har man enligt uppgift åstadkommit minskning av den genomsnittliga specifika energianvändningen från 175 kWh/m^2 till 125 kWh/m^2 (exkl. hushållsel). Eftersom Karlstad ligger i klimat zon norr, innebär detta att de renoverade flerbostadshusen uppfyller Boverkets nya byggregler (BBR, 2006), med ett krav högsta specifik energianvändning på 130 kWh/m^2 (exkl. hushållsel). Eftersom det generellt är svårare att få lika låg energianvändning vid en renovering som vid en nybyggnation, bör det alltså inte vara något problem att uppföra nybyggda flerbostadshus som uppfyller BBR 2006. Källa: (Enmark, 2007)

5.2.3 Poseidons energiförvaltning

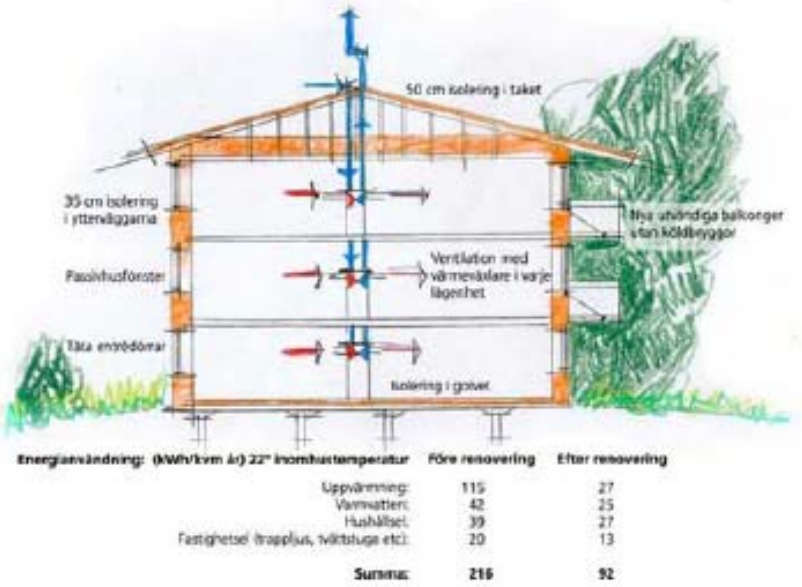
Bostadsbolaget Poseidon i Göteborg redovisar nedanstående bild av vad de kallar medveten energiförvaltning. Målsättningen är att år 2010 ha ett fastighetsbestånd med en energianvändning motsvarande 140 kWh/m2.



Figur 5.3 Exempel på årlig minskning av energianvändning genom energimedveten förvaltning (Lepik, 2007)

5.2.4 Brogården (pågående exempel)

Brogården är ett miljonprogramsområde från 1970 med 300 lägenheter. Här har Alingsåshem för avsikt att renovera beståndet till ”passivhusstandard”.



Figur 5.4 Ombyggnad av Brogården (Källa: Alingsåshem)

Detta åstadkoms huvudsakligen genom följande åtgärder (se figur 5.4):

- Kraftig tilläggsisolering
- Tätning av byggnadsskalet
- Byte till superisolerade fönster

Installation av högeffektiva ventilationsvärmeväxlare. Det traditionella uppvärmningssystemet i form av radiatorer kommer att tas bort och ersättas av ett litet eftervärmningsbatteri i ventilationsaggregatets tilluft. Detta kommer endast att behöva aktiveras när det är riktigt kallt. Sommartid kommer varmvattnet huvudsakligen att värmas med solvärme. Vintertid värms varmvattnet med fjärrvärme, liksom eftervärmningsbatteriet. Målsättningen är att minska energianvändningen från 216 kWh/m^2 till 92 kWh/m^2 (inkl. hushållsel). Detta innebär att man med stor marginal kommer att uppfylla Boverkets nybyggnadsregler (BBR, 2006). Källa: Odegren, 2007.

Figur 5.5 Ombyggnad av flerbostadshusområdet Brogården. (Foto: Hans Eek)

5.3 Goda exempel på nya byggnader

Intresset för att bygga energieffektiva byggnader har ökat betydligt under de senaste åren. En stark drivkraft är hårdare krav på byggnadens specifika energiförbrukning från myndigheternas sida. En handfull områden är färdigställda och inflyttade, betydligt fler är under uppförande. För de flesta av de nybyggda områdena finns det av naturliga skäl inte några resultat av energiförbrukningen under en längre tidsperiod. Nedan beskrivs några byggnationer som är utförda samt några som är under uppförande. Där så är möjligt anges den faktiska energiförbrukningen, i annat fall den beräknade.

5.3.1 Kvarteret Jöns-Ols i Lund

Kvarteret Jöns-Ols byggdes, ägs och förvaltas av Lunds Kommuns Fastighets AB, LKF. Projektet startade 1998 i syfte att minska miljöbelastningen genom att bygga ett energisnålt och lönsamt flerbostadshus med konventionell teknik. LKFs ambition var att behovet av köpt energi skulle halveras jämfört med deras övriga hus utan avkall på inomhusmiljö och enkelt underhåll. Huset är på 2877 m^2 BRA och består av 34 hyreslägenheter i en fyravånings vinkelbyggnad. De byggnadstekniska lösningar som användes kan kort beskrivas:

- Konventionell byggteknik med betongstomme men med välisolerade ytterväggar
- Köldbryggor samt luftläckage är eliminerade
- Ventilation med frånluftssystem med luftintag bakom radiatorerna
- Forceringsmöjlighet i såväl kök som bad

- Vattenburet radiatorsystem med värme i första hand från en frånlufts/uteluftsvärmepump kompletterad med fjärrvärme. Temperaturen styrs centralt i varje lägenhet
- Individuell mätning och debitering av värme samt varmvattenförbrukning
- Återvinning av avloppsvattnet via en spillvattenväxlare som förvärmer tappvarmvattnet
- Värmning av tappvatten via en solfångaranläggning kompletterad med fjärrvärme
- Energieffektiv elutrustning samt styrning av fläktar och pumpar

Kv Jöns-Ols stod inflyttningsklart andra halvåret 2000. Systemet för mätning och registrering av energiflöden togs i bruk i början av år 2001 och mättes under två hela år. Mätresultaten utvärderades och det har visats sig att energibehovet verkligen har blivit lågt. Den köpta energin redovisas enligt följande tabell 5.2.

Tabell 5.2 Köpt energi i Jöns-Ols.

	Värme	Varmvatten	Fastighetsel	Hushållsel	Totalt inkl hushållsel
kWh/BRA*	31	10	16	27	84
kWh/BOA*	40	13	21	35	109

*BRA=bruksarean, den uppvärmda ytan

**BOA=boarean, bruksarean för boutrymmen

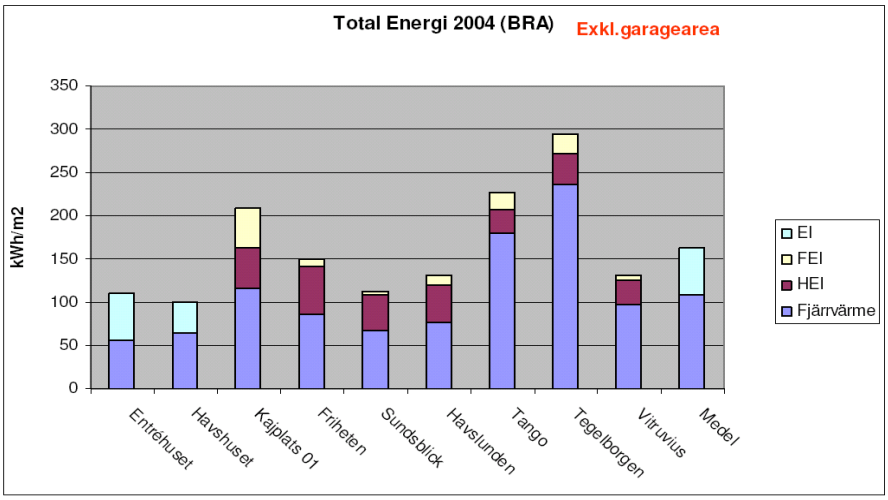
Figur 5.6 Jöns-Ols nybyggda flerbostadshus (Foto: Aquasol)

I utvärderingen ingick även mätningar av inomhusklimat och de boendes komfort. Projektet Kv Jöns-Ols har visat att det är fullt möjligt att utforma och bygga energisnåla hus med konventionella byggmetoder och byggnads- och installationstekniska system och dessutom få lönsamhet samt en god inomhusmiljö. Källa: Warfvinge, 2007.

5.3.2 Energianvändning i Bo 01

I Malmö byggdes området Västra hamnen i samband med bomässan Bo01. Malmö stad och byggherrerepresentanter enades om att energianvändningen i Bo01s byggnader inte skulle överstiga 105 kWh/(m^2 BRA, år). Det har dock visat sig att byggnaderna inte klarar de höga kraven utan ligger betydligt högre. Främst beror det på värmeanläggningen. I en byggnad med värmeåtervinning på Bo01 ligger energianvändningen kring 127 kWh/m^2 medan byggnader utan värmeåtervinning ligger på 186 kWh/m^2, (Nilsson, 2003). De flesta fastigheter har felmarginal på 40- 60 % från projekterat värde. Trotts den betydligt högre värmeanvändningen så visar enkätundersökningar att de boende inte är nöjda med inneklimatet.

För att uppnå visionen om ett hållbart samhälle måste kraven som ställs från myndigheter bli högre och tydligare krav och framför allt följas upp.



Figur 5.7 Uppmätt specifik energianvändning för olika byggnader på Bo01 (Elmroth, 2006).

Några slutsatser och lärdomar av Bo01 är att (Elmroth, 2006):

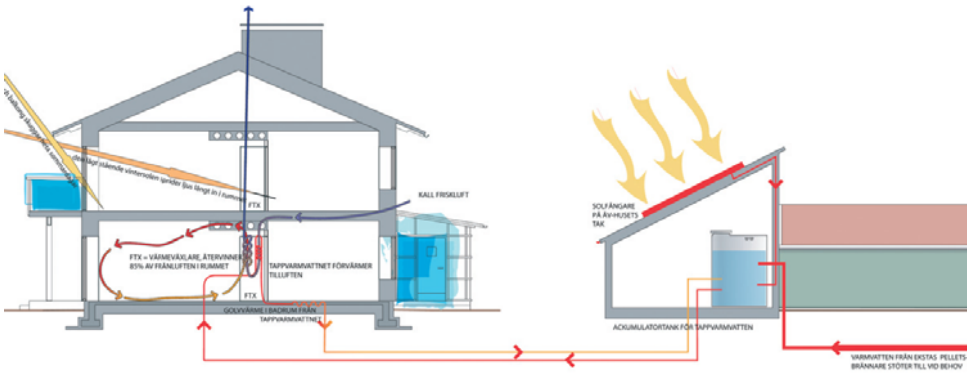
- Det går att förse en hel stadsdel med förnybar energi
- De färdiga byggnaderna uppfyller inte de krav som ställts och som beräknats vid projektering

- Användning av simuleringsmodeller måste innehålla rimliga säkerhetspåslag och realistiska förutsättningar
- Bättre samverkan behövs mellan arkitektur, byggnadsteknik, installationsteknik och styr- och reglersystem
- Termisk komfort måste beaktas

5.3.3 Frillesås Kungsbacka

EKSTA bostads AB har i samarbete med Energimyndigheten samt högskolor och universitet byggt tolv lägenheter som passivhus. Lägenheterna ligger i tre stycken fristående tvåplanshus. Total boyta är ca 1600 m^2 varav 995 m^2 är boarea. Husen var inflyttningsklara i december 2006.

- Välisolerade ytterväggar
- Välisolerade fönster och ytterdörrar
- Lufttätt utförande av fasader
- Eliminering av köldbryggor
- Returledningen på tappvarmvattnet (VVC) utnyttjas dels för att förvärma ventilationsluften samt till golvvärme
- Återvinning av värme från frånluften via ett FTX-aggregat i varje lägenhet kompletterat med ett värmebatteri för vatten
- Varmvatten produceras i gemensam solfångaranläggning och ackumulatortank kompletterad med tillskottsvärme från Ekstas pelletsbrännare



Figur 5.8 Systemlösning Frillesås. (Källa EKSTA Bostads AB)

Energibehovet för uppvärmning är projekterat till ca 16 kWh/m^2, år vid inomhustemperatur 20°C. Mätningar pågår, men resultaten är inte sammanställda. Källa: Tirén, 2007.

Figur 5.9 Nybyggt flerbostadshus i Frillesås.

5.3.4 Oxtorget Värnamo

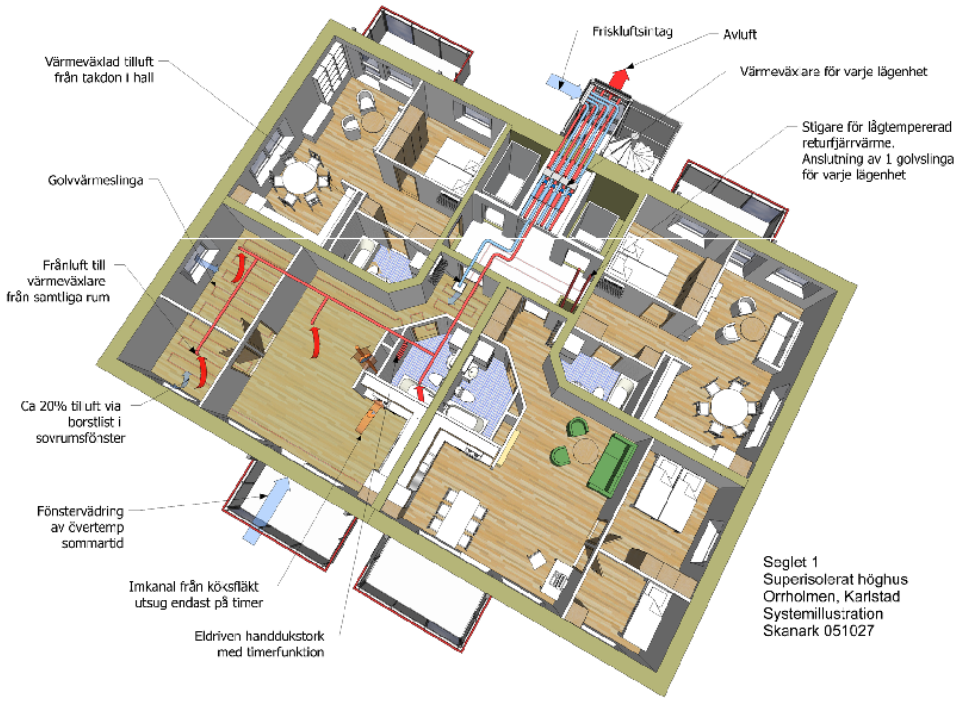
Kvarteret Oxtorget i Värnamo är byggt som ett lågenergihus enligt passivhusprincipen med Finnvedsbostäder som byggherre och NCC som entreprenör. Det består av 40 lägenheter fördelade på fem hus i 2 eller 2,5 plan.

- Välisolerade ytterväggar
- Välisolerade fönster och ytterdörrar
- Lufttätt utförande av fasader
- Fönsterplacering anpassad så att värme från solljuset tas till vara vintertid
- Återvinning av värme från frånluften via värmeväxlare med 85 % verkningsgrad
- Uppvärmning av varmvatten med hjälp av solfångare placerade på taket
- Individuell mätning och debitering av el och varmvatten

Det energitillskott som behövs för uppvärmning av varmvatten samt luft efter värmeåtervinningen sker med elbatteri. Energibehovet för uppvärmning är beräknat till ca 15 kWh/m^2, år vid innetemperatur 22°C. Huset stod inflyttningsklart sommaren 2006. Mätningar utförs nu av Finnvedsbostäder och innebär att energiförbrukningen loggas varje timme samt att data insamlas för temperatur inne, temperatur ute, total elförbrukning samt driftstid för eftervärmningsbatteriet. Källa: Göransson, 2007.

5.3.5 Seglet i Karlstad

I Karlstads har ett flerfamiljshus i 12 våningar byggts utan traditionellt uppvärmningssystem. Huset, som stod inflyttningsklart i början av 2007 uppfördes som ett förtätningsprojekt på ett befintligt parkeringsdäck i ett miljonprogramområde i Karlstad. Projektet drevs som ett partnersamarbete tillsammans med Skanska. Dessutom gjordes en LCC-beräkning där det tilltänkta lågenergihuset jämfördes med ett konventionellt byggt hus. Livscykelkostnaden kopplad till energiförbrukningen var det som avgjorde till lågenergihusets fördel. Varje lägenhet ventileras med ett separat ventilationssystem bestående av en frånluftsfläkt samt en plattvärmeväxlare som båda är placerade i trapphuset. Friskluften tillförs dels via ett kanalsystem där den värms upp genom värmeväxling med frånluften och dels via borstlist över sovrumsfönstren. Ventilationssystemet saknar filter men plattvärmeväxlarna måste regelbundet rengöras.



Figur 5.10 Systemlösning Kvarteret Seglet. (Källa KBAB)

Åtgärder som genomförts för att erhålla låg energiförbrukning är:

- Välisolerade ytterväggar (totalt 450 mm isolering i ytterväggar)
- Välisolerade fönster
- Lufttätt utförande av fasader
- Eliminering av köldbryggor
- Återvinning av värme från frånluften via plattvärmeväxlare

- Utnyttjande av restvärmen från fjärrvärmereturen för uppvärmning via golvvärme
- Individuell mätning av såväl vatten som el

Komforten i lägenheterna upplevs som god av de boende. Det finns inga uppgifter på energiförbrukning ännu men den totala energianvändningen för uppvärmning inklusive varmvatten är beräknad till ca 20 kWh/m^2 BOA, år. Källa: Ociansson, 2007.

5.3.6 Hamnshuset i Göteborg (pågående)

Älvstranden Utveckling AB har under flera år drivit miljö- och energifrågorna framåt i ett antal projekt. Detta ledde till att man vintern 2005/2006 tog beslutet att bygga ett hyreshus som ett energieffektivt passivhus. Hamnhuset är beläget längst in på Sannegårdshamnens västra strand. Kvarteret består av två huskroppar runt en gård och består av 116 lägenheter i fyra till fem plan samt ett källarplan som innehåller garage, tvättstugor, förråd samt teknikutrymmen. LCC-beräkningar utfördes i vilka det togs hänsyn till följande parametrar:

- Balkonginfästningar
- Indragna bjälklagskanter
- Utfackningsväggens utformning
- Ventilationssystem
- Värmeåtervinning ur avloppsvatten
- Styrning av belysning
- Solfångare

De lösningar som bedömdes som lönsamma anammades i projektet.

Vidare utfördes en LCC-beräkning där Hamnhuset, med valda tekniska lösningar, jämfördes dels med ett s k normhus samt dels med ett hus med bättre klimatskal än normhuset. Denna beräkning visade att det skulle vara lönsamt att utföra Hamnhuset i förhållande till att bygga traditionellt.

Energibehovet för uppvärmning och varmvatten är beräknad till 28 kWh/m²,år(A_{temp}) samt 29 kWh/m²(A_{temp}),år för el. Detta är mindre än hälften av förbrukningen för normhuset. Källa: Andersson, 2007.

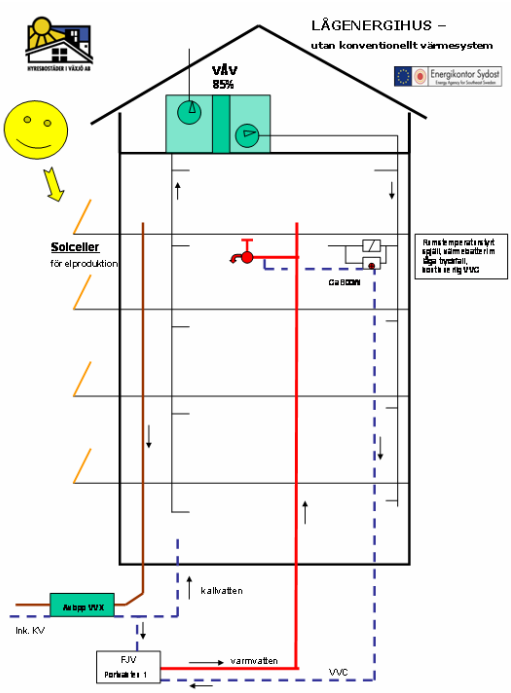
Figur 5.11 Hamnhuset i Göteborg (skiss: White arkitekter)

5.3.7 Portvakten Växjö (pågående)

Hyresbostäder i Växjö planerar att under 2008 bygga flerbostadshus i trä utförda som passivhus. Husen kommer att innehålla 96 lägenheter fördelade i två åttavånings- samt två femvåningshus. Följande är tänkt att genomföras för att minimera energiförlusterna:

- Välisolerade fönster och ytterdörrar
- Lufttätt utförande av fasader
- Eliminering av köldbryggor
- Återvinning av frånluft via centralt ventilationsaggregat placerat på vinden i respektive hus. Tillsats av värme sker i respektive lägenhet genom att VVC-ledningen leds genom ett värmebatteri
- Återvinning av värme från spillvattnet
- Individuell mätning av kall- och varmvattenförbrukning samt elförbrukning
- Timerstyrd belysning av lågenergityp
- Energisnål hiss
- Energisnåla blandare (vatten) och hushållsapparater

Förutom dessa åtgärder finns planer på att placera solceller för elproduktion på balkongerna mot söder.



Figur 5.11 Systemlösning Portvakten. (Källa Hyresbostäder i Växjö)
En prognos för energiförbrukningen är 70 kWh/år,m^2 varav 30 kWh/år,m^2 utgör hushållsel. Källa: Värmefors, 2007.

5.3.8 Förskola Stadsskogen Alingsås (pågående)

Stadsskogen i Alingsås är ett nytt bostadsområde i Alingsås som kommer att rymma över 1000 lägenheter. I området uppförs under 2007-2008 Sveriges första förskola med passivhus-teknik. Byggherre är FABS AB, helägt av Alingsås Kommun. Lokalytan är 937 m^2 fördelad på tre huskroppar. Förskolan kommer att innehålla 5 avdelningar med 18 barn per avdelning samt ett kök. Byggnaderna kommer att utföras välisolerade och lufttäta. Fönstren är välisolerade samt placerade så att solenergin tas till vara. Fönsterarean utgör en mindre del av fasaden än normalt. Ventilationen sker via FTX-aggregat med värmeåtervinning ur frånluften kompletterat med värmebatteri för vatten anslutet till fjärrvärmenätet. I övrigt finns inget uppvärmningssystem. Energiförbrukningen beräknas komma att vara 65-70 kWh/m^2,år, vilket är ca 50% mot den normala. Källa: Hjortheimer, 2007.

5.3.9 Kontorshuset Kaggen Malmö (pågående)

I Malmö byggs ett kontorshus, kallat Kaggen, som är inflyttningsklart hösten 2007. Ytan är 8100 m^2. Värme och kyla tillförs byggnaden via fjärrvärme och fjärrkyla. Fastighetens kylbehov tillgodoses via luftburen kyla. Installationerna för luftbehandlingen spelar en stor roll för att skapa en låg energiåtgång. Ventilationen sker via två ventilationsaggregat med roterande värmeväxlare med 85 % verkningsgrad. Fläktarna i ventilationsaggregaten är försedda med varvtalsreglering som styrs via tryck och tid Ventilationen/kylan är behovsstyrd via närvarogivare. Speciella tilluftsdon som anpassar kastlängden

till ventilationsflödet gör att man kan använda låg inblåsningstemperatur. Andra åtgärder som gjorts för att minska energiförbrukningen är att minska fönsterarean samt att installera närvarostyrd belysning. Registrering av energianvändning för värme, kyla, kall- och varmvatten sker i DUC. Samtliga hyresgäster får egna elmätare. Beräknad energianvändning för Kaggen är 120 kWh/m^2, år. Detta beräknas vara 25 % mindre än i ett traditionellt kontorshus byggt enligt BBR. Källa: Söderling, 2007.

6 Konsekvenser av effektivisering och energismart byggande

6.1 Målsättning för minskad energianvändning

6.1.1 Nationell målsättning

Riksdagen har beslutat om 16 stycken nationella miljökvalitetsmål där miljömålet nummer 15 om ”God bebyggd miljö” har ett delmål nummer 6 om att minska energianvändningen i bebyggelsen enligt följande: *”Den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minskar. Minskningen bör vara 20 % till år 2020 och 50 % till år 2050 i förhållande till användningen 1995. Till år 2020 skall beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.”*

6.1.2 Total energianvändning i flerbostadshus från 1995 till 2005

När det gäller energianvändning till uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus visar statistiken på att en minskning redan gjorts på ca 8 % sedan 1995. Stora delar av den minskningen beror på konvertering från uppvärmningssystem med höga förbränningsförluster och på att de senaste åren haft ett gynnsamt klimat (se kapitel 3,4). Om effekten av minskade förbränningsförluster exkluderas har energianvändningen minskat med 1 till 2 % från användningen år 1995.

När det gäller elanvändning i flerbostadshus är det svårt att avgöra hur mycket den har ökat (se kapitel 3.5) men i absoluta tal kan det antas att ökningen i hushålls- och fastighetsel är ungefär lika stor som minskningen i uppvärmningsenergi.

6.1.3 Total energianvändning i lokaler från 1995 till 2005

När det gäller energianvändning till uppvärmning och beredning av varmvatten i lokaler visar statistiken på att en minskning redan gjorts på ca 12 % sedan 1995. En del av den minskningen beror på konvertering från uppvärmningssystem med höga förbränningsförluster och på att de senaste åren haft ett gynnsamt klimat (se kapitel 3.4). Om effekten av minskade förbränningsförluster exkluderas har energianvändningen minskat med ca 8 % från användningen år 1995.

När det gäller elanvändningen i lokaler är det svårt att avgöra om eller hur mycket användningen har ökat sedan 1995. De beräkningar som genomförts i föreliggande studie visar på att elanvändningen har ökat med ca 5 % jämfört med STIL-studien 1994 (se kapitel 3). I absoluta tal motsvarar ökningen i elenergi ungefär halva minskningen i uppvärmningsenergi.

6.1.4 Utgångspunkt för scenarier

Syftet med föreliggande studie och genomförda scenarier har varit att göra en bedömning av en relativt nära framtida energianvändning i sektorn flerbostadshus och lokaler baserad på myndigheters påtryckningar och marknadens agerande på dessa. Statistiskt underlag har funnits att tillgå för dagens energianvändning för år 2005. Riksdagen har satt ett nationellt mål med en första målsättning år 2020 och en slutlig målsättning år 2050 med utgångspunkt från energianvändningen år 1995. Scenarierna i denna studie utgår därför från år 2005 och sträcker sig fram till år 2020 där resultatet jämförs med den nationella målsättningen. I studien har varje delsektor studerats var för sig och jämförts med dess bidrag till den totala nationella målsättningen. Ovanstående kapitel har visat att energianvändningen totalt inte har minskat för flerbostadshus sedan 1995 och att den totala energianvändningen för lokaler kan uppskattas till att ha minskat något sedan 1995.

Därför utgår scenarierna i denna studie från 2005 års energianvändning för var delsektor och denna användning jämförs med en målsättning att reducera energianvändningen med 20% i flerbostadshus till uppvärmning, beredning av varmvatten, hushållsel och fastighetsel. För lokaler jämförs energi använd till uppvärmning och beredning av varmvatten med en målsättning på 16 % reduktion till 2020 och med 20% för verksamhets- och fastighetsel.

Den nationella målsättningen är utryckt i en 20% minskning av energianvändning per uppvärmd areaenhet fram till 2020. Detta innebär att målsättningen kan uppnås även om den totala energianvändningen ökar beroende av hur stor utbyggnad av flerbostadshus och lokaler som kommer att ske under perioden.

6.2 Bedömning av energieffektivisering och energismart byggande i flerbostadshussektorn

Utgående från 2005 års uppskattade energianvändning i flerbostadshus har olika scenarier av den framtida energianvändningen beräknats för olika former av energieffektivisering. Baserat på statistik redovisad i kapitel 3 har följande förutsättningar antagits vid beräkningarna:

- 2200 lägenheter rivs i genomsnitt varje år vilket motsvarar ca 0,09 % av den totala flerbostadshusarean, (rivningen sker för byggnader med hög energianvändning, 190 kWh/m^2, i början av perioden ned till 150 kWh/m^2 år 2020),
- 29700 lägenheter byggs om varje år vilket motsvarar ca 1,3 % av den totala flerbostadshusarean,
- lägenheter med area på 1,0 miljoner m^2 byggs varje år vilket motsvarar ca 0,5 % av den totala flerbostadshusarean eller ca 14 000 lägenheter.

Med ovanstående antagande ökar den totala flerbostadsarean från 178 miljoner m^2 år 2005 till 190 miljoner m^2 år 2020. Målsättningen att energianvändning per uppvärmd areaenhet skall minska med 20% motsvarar

med antagen ökningstakt av flerbostadshusarean en minskning på 14% av den totala energianvändningen år 2005 för uppvärmning och beredning av varmvatten, hushållsel respektive fastighetsel.

6.2.1 Energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten

För att bedöma möjligheterna att nå de politiska målen har projektet genomfört 4 stycken olika beräkningar i tre olika framtidsscenarier. Dessa sker enligt tre olika perspektiv:

- *Marknadsutveckling* baserad på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2,
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling
- *Potentiell energiutveckling* baserad på möjlig effektivisering från goda exempel i kapitel 3.

Beräkningarna har behandlat ombyggnad, nybyggnad och effektivisering separat samt en sammanläggning av dessa i de olika scenarierna.

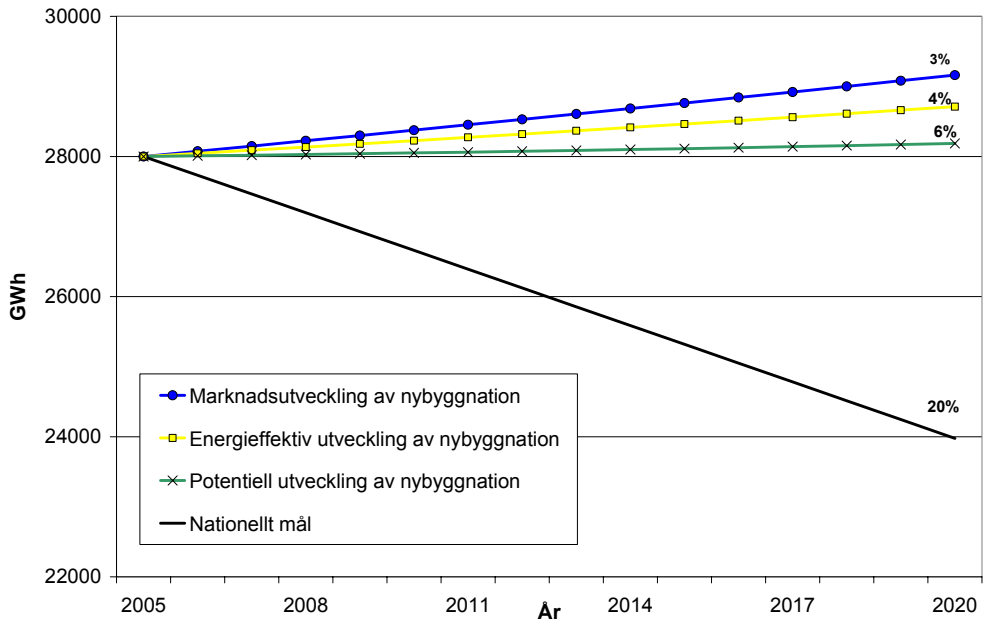
De tre första beräkningsfallen har genomförts så att två av de tre delområdena ombyggnad, nybyggnad eller effektivisering har hållits konstant medan den tredje placerats in i aktuellt scenario. Därefter har ett fjärde beräkningsfall genomförts där nybyggnation, ombyggnation och effektivisering av befintliga flerbostadshus sker samtidigt enligt de tre olika perspektiven.

Nybyggnation

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår i detta scenario från att ingen effektivisering sker vid ombyggnation eller av det befintliga beståndet medan all framtida nybyggnation sker efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* All nybyggnation under perioden sker enligt gällande byggnorm (BBR, 2006). Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 105 kWh/m^2 för alla nya flerbostadshus. (I BBR 2006, är kravet 110 kWh/m^2 i klimatzon söder och 130 kWh/m^2 i klimatzon norr för uppvärmning, beredning av varmvatten och fastighetsel.)
- *Energieffektiv utveckling:* Nya flerbostadshus byggs med en genomsnittlig energianvändning som är bättre än vad som krävs enligt byggregler. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 75 kWh/m^2 för alla nya flerbostadshus.
- *Potentiell energiutveckling:* All nybyggnation av flerbostadshus sker enligt dagens bästa teknik ned till lågenergihusstandard. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 40 kWh/m^2 för alla nya flerbostadshus.

Resultatet av scenarier för nybyggnation visas i figur 6.5. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara bygga nya byggnader bättre. Det befintliga beståndet måste också förbättras.



Figur 6.5 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i flerbostadshus beroende av hur energieffektiv nybyggnation kommer att vara under perioden i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus. Procenttalen anger energianvändningsminskning per areaenhet under perioden.

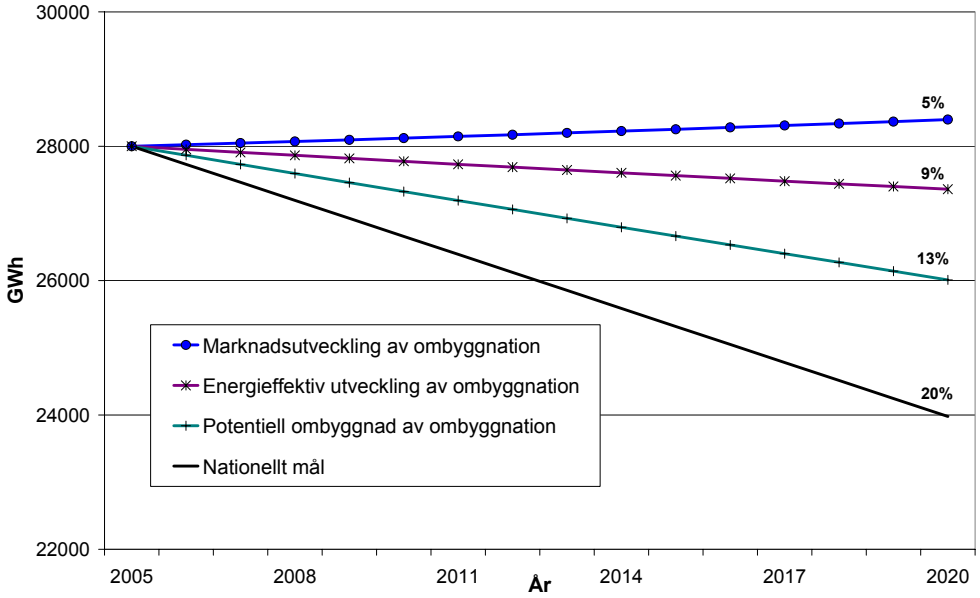
Ombyggnation

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår här från att ingen effektivisering sker vid nybyggnation eller av det befintliga beståndet. (Dvs nybyggnation sker enligt byggregler (BBR, 2006) till i genomsnitt 105 kWh/m^2). All framtida ombyggnation sker efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* All ombyggnation under perioden sker med energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 130 kWh/m^2 för alla ombyggda flerbostadshus.
- *Energieffektiv utveckling:* All ombyggnation av flerbostadshus under perioden sker med en kraftig genomsnittlig energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 100 kWh/m^2 för alla ombyggda flerbostadshus.

- *Potentiell energiutveckling:* All ombyggnation av flerbostadshus sker enligt dagens bästa teknik ned till lågenergihusstandard. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 60 kWh/m^2 för alla ombyggda flerbostadshus.

Resultatet av scenarier för ombyggnation visas i figur 6.6. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara göra ombyggnationer bättre. Det befintliga beståndet måste också effektiviseras och nya byggnader byggas bättre.



Figur 6.6 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i flerbostadshus beroende av hur energieffektiv ombyggnation kommer att vara under perioden i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus.

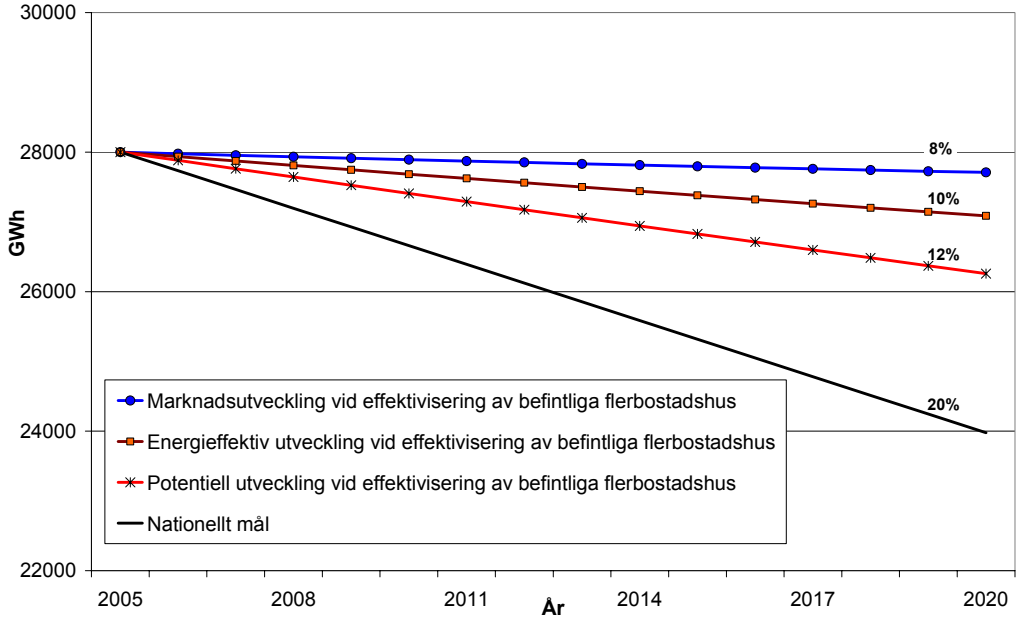
Effektivisering av befintliga flerbostadshus

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår i detta fall från att ingen effektivisering sker vid nybyggnation eller vid ombyggnation medan alla befintliga flerbostadshus effektiviseras efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av befintliga flerbostadshus effektiviseras med totalt 7% under perioden 2005 till 2020.

- *Energieffektiv utveckling:* Effektivisering av det befintliga beståndet av flerbostadshus sker med en kraftig genomsnittlig energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av befintliga flerbostadshus effektiviseras med 10% under perioden 2005 till 2020.
- *Potentiell energiutveckling:* Effektivisering av det befintliga beståndet av flerbostadshus sker enligt dagens bästa teknik. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av alla befintliga flerbostadshus effektiviseras med 14% under perioden 2005 till 2020.

Resultatet av scenarier för effektivisering av det befintliga beståndet visas i figur 6.7. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara göra befintliga flerbostadshus bättre. Ny- och ombyggnation av flerbostadshus måste också byggas med låg energianvändning.



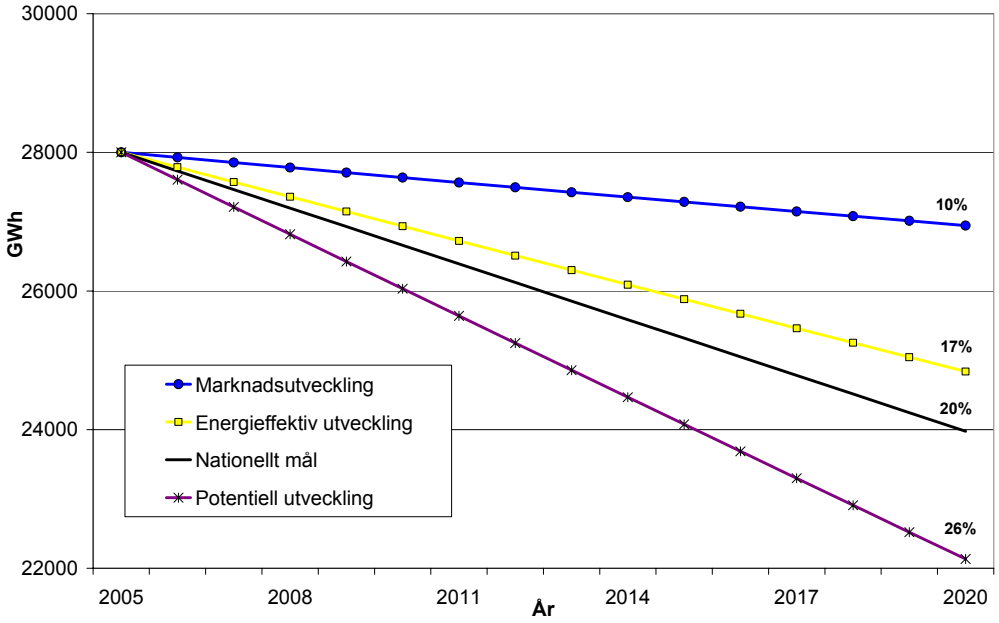
Figur 6.7 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i flerbostadshus beroende av olika effektiviseringar av befintliga flerbostadshus i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus.

Effektivisering vid ny- och ombyggnad och av befintliga flerbostadshus

Figur 6.5 till 6.7 visar att det inte räcker med att fokusera på nybyggnation, ombyggnation eller effektivisering av befintliga flerbostadshus för att nå det nationella målet. Därför har tre olika scenarier gjorts där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga flerbostadshus sker samtidigt enligt tre följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien (kapitel 2):
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 105 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 130 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviseras med totalt 7% fram till 2020.
- *Energieffektiv utveckling* baseras på att alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 75 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 100 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviseras med totalt 10% fram till 2020.
- *Potentiell energiutveckling* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras på goda exempel i kapitel 3 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 40 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 60 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviseras med totalt 14% fram till 2020.

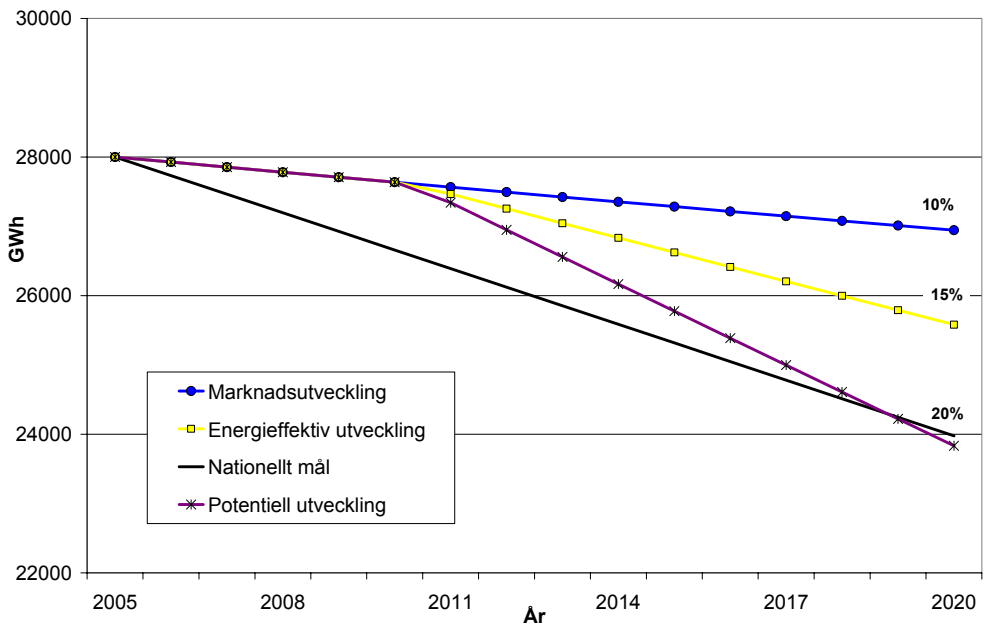
Resultatet av scenarier med mixade åtgärder visas i figur 6.8. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer alltså inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet men med en blandning av olika kraftiga effektiviseringsåtgärder kan målet nås. Figuren visar också att om all ny- och ombyggnation sker till dagens bästa teknik med byggnader enligt lågenergihusstandard samtidigt som befintliga flerbostadshus effektiviseras ordentligt så kan effektiviseringen nå långt längre än den nationella målsättningen.



Figur 6.8 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i flerbostadshus beroende av olika effektiviseringar av befintliga flerbostadshus och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus. Procenttalen anger energianvändningsminskning per areaenhet under perioden.

Förändringstakten av att omställa hela byggsektorn från att som idag bygga efter gällande byggregler (BBR, 2006) till att samtliga ny- och ombyggnationer skall ske till lågenergihusstandard är relativt långsam. Idag har vi bara några goda exempel på byggnader som har lågenergihusstandard och dessa har byggts under en tidsperiod på mer än åtta år (se kapitel 5.1). Samtliga exempel är byggda efter särskilda projektvisioner och steget till en kostnadseffektiv produktlinje för massproduktion av lågenergihus ligger flera år fram i tiden.

En förändring av flerbostadshussektorn enligt *energieffektiv* eller *potentiell utveckling* kan därmed inte ge utslag förrän tidigast framåt år 2010 vilket illustreras i figur 6.9. Figuren visar att varken *marknads-* eller *energieffektiv utveckling* kommer att vara tillräcklig för att nå det nationella målet. För att nå målet måste alla tänkbara åtgärder genomföras, dvs att all ny- och ombyggnation sker till dagens bästa teknik med byggnader enligt lågenergihusstandard samtidigt som befintliga flerbostadshus effektiviseras ordentligt.



Figur 6.9 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i flerbostadshus beroende av olika effektiviseringar av befintliga flerbostadshus och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen. Marknadsutveckling antas ske fram till år 2010 och först därefter börjar energieffektiv och potentiell utveckling.

6.2.2 Energianvändning för fastighetsel

Den framtida elanvändningen för fastighetsel har uppskattats för tre olika scenarier där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga flerbostadshus sker samtidigt enligt tre följande perspektiv:

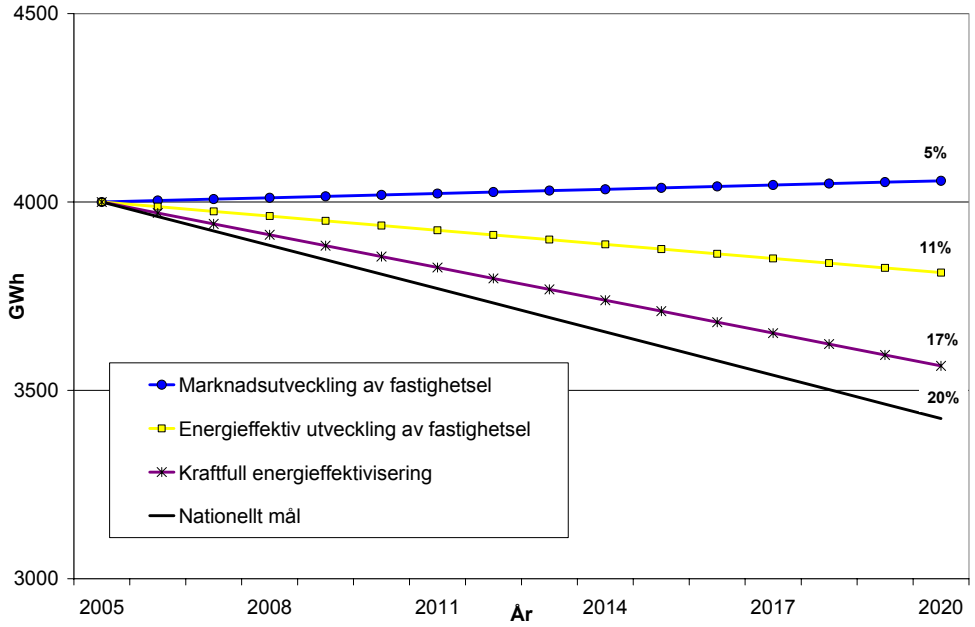
- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 15 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 20 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 1% fram till 2020.
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 12 kWh/m^2.

- All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 16 kWh/m^2.
- Befintliga flerbostadshus effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 3% fram till 2020.

- *Kraftfull energieffektivisering* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras bl.a. på goda exempel i kapitel 3 enligt:
  - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 10 kWh/m^2.
  - All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 14 kWh/m^2.
  - Befintliga flerbostadshus effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 8% fram till 2020.

I samtliga fall har det antagits att det är flerbostadshus med hög användning av fastighetsel som rivs (28 kWh/m^2).

Resultatet av de tre olika scenarierna visas i figur 6.10. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet utan en betydligt kraftigare effektivisering måste till om denna delsektor skall bära sin andel av att nå det nationella målet.



Figur 6.10 Den framtida fastighetselanvändningen i flerbostadshus beroende av olika effektiviseringar av befintliga flerbostadshus och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus.

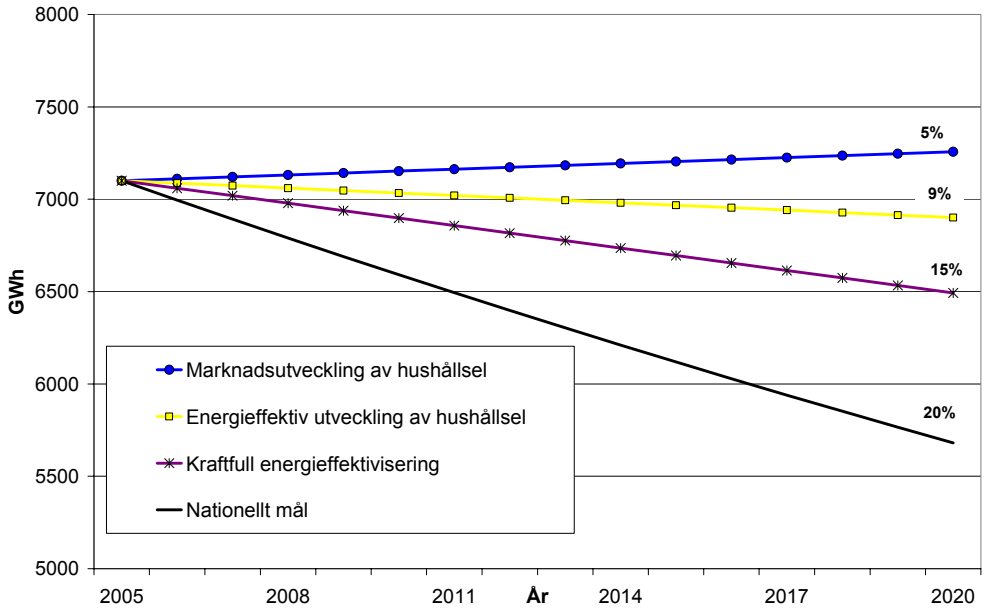
6.2.3 Energianvändning för hushållsel

Den framtida elanvändningen för hushållsel har uppskattats för tre olika scenarier där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga flerbostadshus sker samtidigt enligt tre följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av hushållsel på 30 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av hushållsel på i genomsnitt 35 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviserar inte hushållselanvändningen alls fram till 2020.
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av hushållsel på 25 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av hushållsel på i genomsnitt 30 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviserar användning av hushållsel med totalt 2% fram till 2020.
- *Kraftfull energieffektivisering* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras bl.a. på goda exempel i kapitel 3 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av hushållsel på 20 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av hushållsel på i genomsnitt 25 kWh/m^2.
    - Befintliga flerbostadshus effektiviserar användning av hushållsel med totalt 5% fram till 2020.

I samtliga fall har det antagits att det är flerbostadshus med hög användning av hushållsel som rivs (48 kWh/m^2).

Resultatet av de tre olika scenarierna visas i figur 6.11. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet utan en betydligt kraftigare effektivisering måste till om denna delsektor skall bära sin andel av att nå det nationella målet.



Figur 6.11 Den framtida användningen av hushållsel i flerbostadshus beroende av olika effektiviseringar av befintliga flerbostadshus och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för flerbostadshus.

6.3 Bedömning av energieffektivisering och energismart byggande i lokalsektorn

Utgående från 2005 års uppskattade energianvändning i lokaler har olika scenarier av den framtida energianvändningen beräknats för olika former av energieffektivisering. Baserat på statistik redovisad i kapitel 3 har följande förutsättningar antagits vid beräkningarna:

- 0,5% av lokalarean rivs i genomsnitt varje år (rivningen sker för byggnader med hög energianvändning, 160 kWh/m^2, i början av perioden ned till 130 kWh/m^2 år 2020),
- 1% av lokalerna byggs om varje år,
- lokaler med en area på 1,0 miljoner m^2 byggs varje år vilket motsvarar ca 0,7 % av den totala lokalarean.

Med ovanstående antagande har den totala lokalarean ökat från 143 miljoner m^2 år 2005 till 147 miljoner m^2 år 2020. Målsättningen att energianvändning per uppvärmd areaenhet skall minska med 16% från 2005 till 2020 motsvarar med antagen ökningstakt av lokalarean en minskning på 14% av den totala energianvändningen år 2005 för uppvärmning och beredning av varmvatten, verksamhetsel respektive fastighetsel.

6.3.1 Energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten

Först har olika scenarier av en framtida bedömning av energianvändningen gjorts där nybyggnation, ombyggnation och effektivisering av befintliga lokaler betraktas var för sig. Därefter har tre olika scenarier gjorts där nybyggnation, ombyggnation och effektivisering av befintliga lokaler sker enligt tre olika perspektiv:

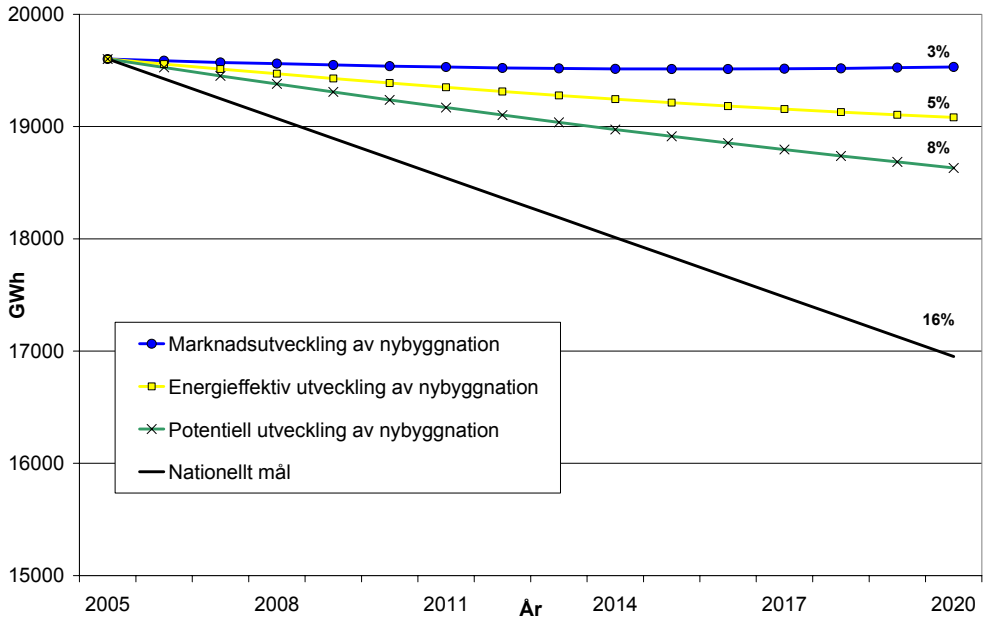
- *Marknadsutveckling* baserad på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2,
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling
- *Potentiell energiutveckling* baserad på möjlig effektivisering från goda exempel i kapitel 3.

Nybyggnation

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår i detta fall från att ingen effektivisering sker vid ombyggnation eller av det befintliga beståndet medan all framtida nybyggnation sker efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* All nybyggnation under perioden sker enligt gällande byggnorm (BBR, 2006). Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 100 kWh/m^2 för alla nya lokaler. (I BBR 2006, är kravet 100 kWh/m^2 i klimatzon söder och 120 kWh/m^2 i klimatzon norr för uppvärmning, beredning av varmvatten och fastighetsel. Korrigering får göras för höga luftflöden.)
- *Energieffektiv utveckling:* Nya lokaler byggs med en genomsnittlig energianvändning som är bättre än vad som krävs enligt byggregler. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 70 kWh/m^2 för alla nya lokaler.
- *Potentiell energiutveckling:* All nybyggnation av lokaler sker enligt dagens bästa teknik ned till lågenergihusstandard. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 40 kWh/m^2 för alla nya lokaler.

Resultatet av scenarier för nybyggnation visas i figur 6.12. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara bygga nya byggnader bättre. Det befintliga beståndet måste också förbättras.



Figur 6.12 Framtida energianvändning för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i lokaler beroende av hur energieffektiv nybyggnation kommer att vara under perioden i jämförelse med den nationella målsättningen. Procenttalen anger energianvändningsminskning per areaenhet under perioden.

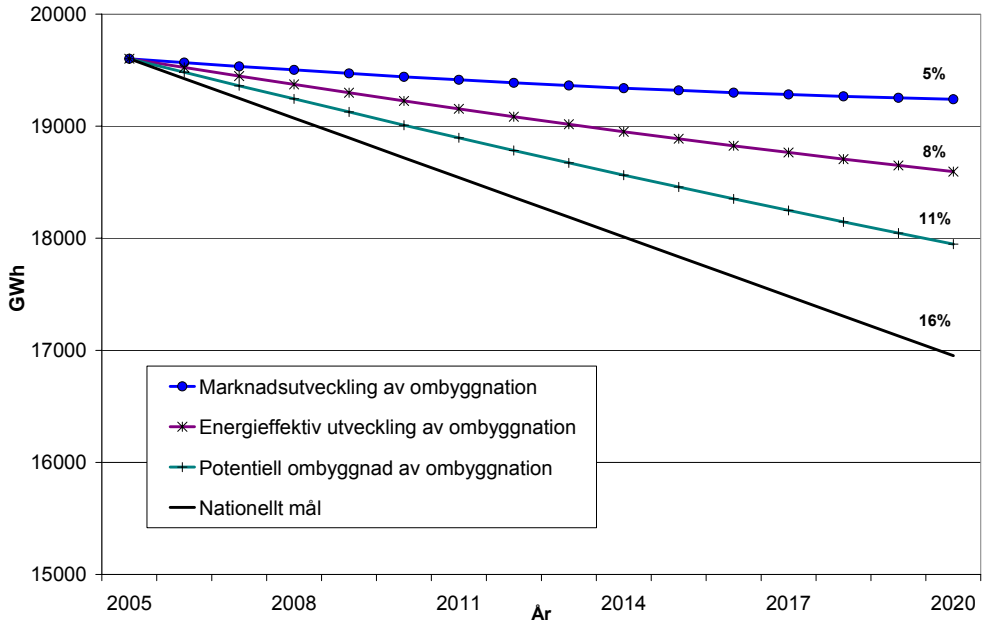
Ombyggnation

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår här från att ingen effektivisering sker vid nybyggnation eller av det befintliga beståndet. (Dvs. nybyggnation sker enligt byggregler (BBR, 2006) till i genomsnitt 100 kWh/m^2). All framtida ombyggnation sker efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* All ombyggnation under perioden sker med energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 120 kWh/m^2 för alla ombyggda lokaler.
- *Energieffektiv utveckling:* All ombyggnation av lokaler under perioden sker med en kraftig genomsnittlig energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 90 kWh/m^2 för alla ombyggda lokaler.
- *Potentiell energiutveckling:* All ombyggnation av lokaler sker enligt dagens bästa teknik ned till lågenergihusstandard. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten är 60 kWh/m^2 för alla ombyggda lokaler.

Resultatet av scenarier för ombyggnation visas i figur 6.13. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara göra

ombyggnationer bättre. Det befintliga beståndet måste också effektiviseras och nya byggnader byggas bättre.



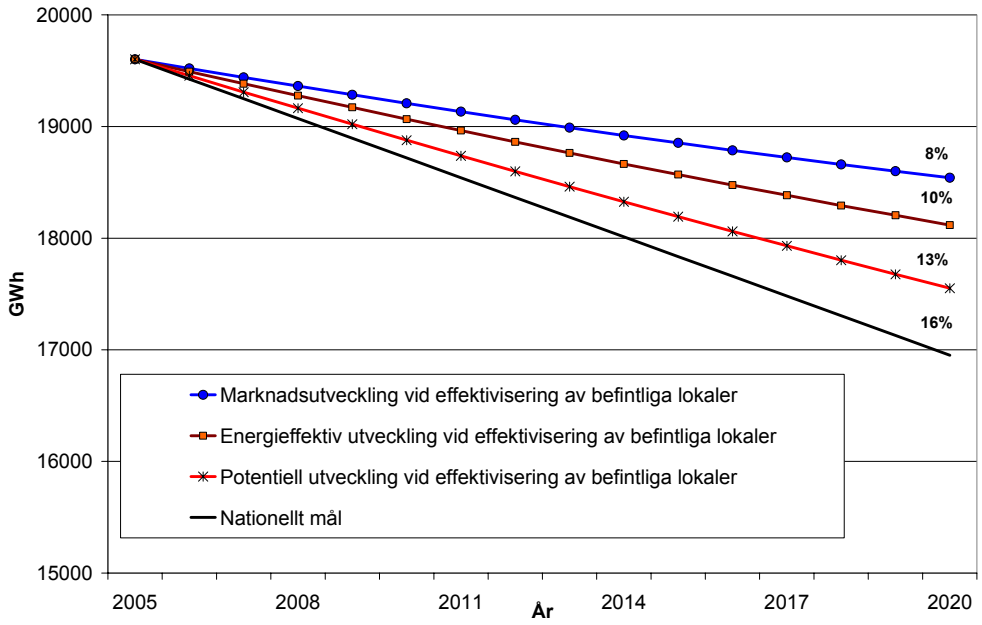
Figur 6.13 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i lokaler beroende av hur energieffektiv ombyggnation kommer att vara under perioden i jämförelse med den nationella målsättningen.

Effektivisering av befintliga lokaler

Scenarierna för den framtida energianvändningen utgår från att ingen effektivisering sker vid nybyggnation eller vid ombyggnation medan alla befintliga lokaler effektiviseras efter följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling:* Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av befintliga lokaler effektiviseras med totalt 7% under perioden 2005 till 2020.
- *Energieffektiv utveckling:* Effektivisering av det befintliga beståndet av lokaler sker med en kraftig genomsnittlig energieffektivisering. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av befintliga lokaler effektiviseras med 10% under perioden 2005 till 2020.
- *Potentiell energiutveckling:* Effektivisering av det befintliga beståndet av lokaler sker enligt dagens bästa teknik. Genomsnittlig energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten av alla befintliga lokaler effektiviseras med 14% under perioden 2005 till 2020.

Resultatet av scenarier för effektivisering av det befintliga beståndet visas i figur 6.14. För att nå den nationella målsättningen kommer det inte att räcka med att bara göra befintliga lokaler bättre. Ny- och ombyggnation av lokaler måste också byggas med låg energianvändning.



Figur 6.14 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i lokaler beroende av olika effektiviseringar av befintliga lokaler i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för lokaler.

Effektivisering vid ny- och ombyggnad och av befintliga lokaler

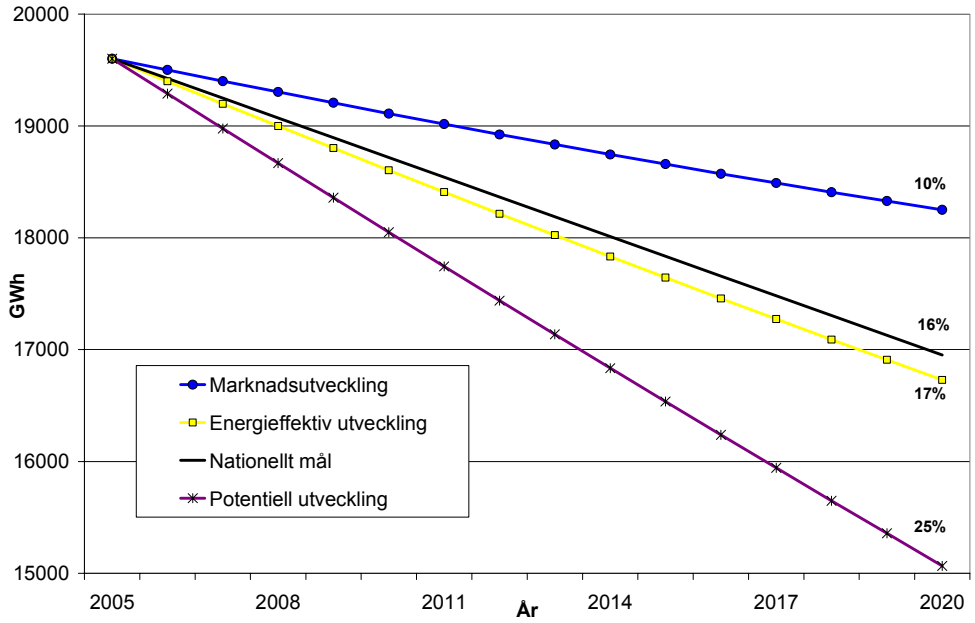
Figur 6.12 till 6.14 visar att det räcker inte att fokusera på nybyggnation, ombyggnation eller effektivisering av befintliga lokaler för att nå det nationella målet.

Därför har tre olika scenarier gjorts där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga lokaler sker samtidigt enligt tre följande scenarier:

- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien (kapitel 2):
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 100 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 120 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviseras med totalt 7% fram till 2020.

- *Energieffektiv utveckling* baseras på att alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i scenariet marknadsutveckling:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 70 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 90 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviseras med totalt 10% fram till 2020.
- *Potentiell energiutveckling* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras på goda exempel i kapitel 3 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig energianvändning på 40 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till i genomsnitt 60 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviseras med totalt 14% fram till 2020.

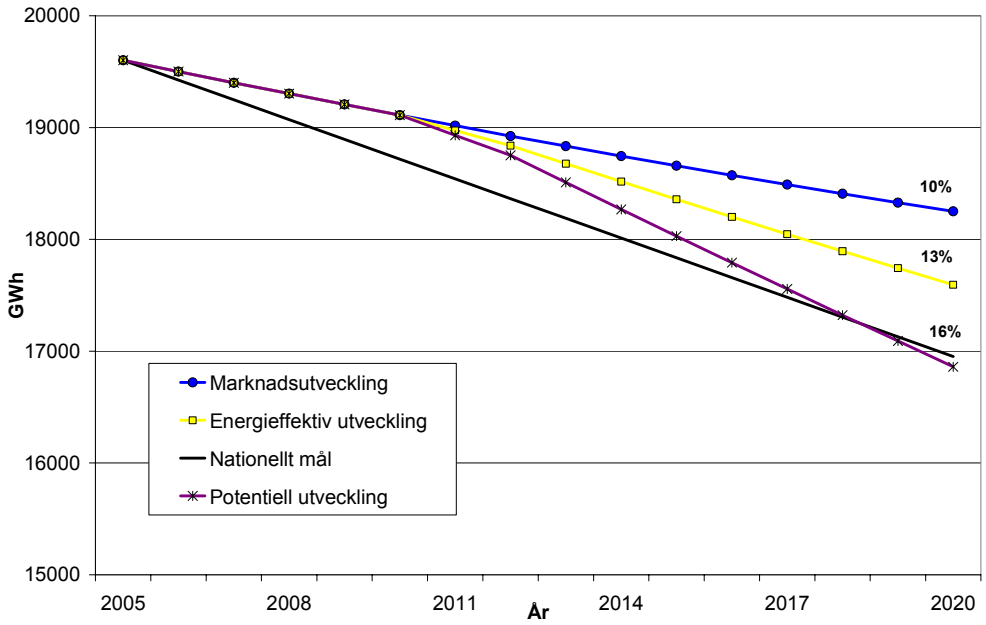
Resultatet av scenarier med mixade åtgärder visas i figur 6.15. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer alltså inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet men med en blandning av olika kraftiga effektiviseringsåtgärder kan målet nås. Figuren visar också att om all ny- och ombyggnation sker till dagens bästa teknik med byggnader enligt lågenergihusstandard samtidigt som befintliga lokaler effektiviseras ordentligt så kan effektiviseringen nå betydligt längre än den nationella målsättningen.



Figur 6.15 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i lokaler beroende av olika effektiviseringar av befintliga lokaler och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen.

Förändringstakten för att omställa hela byggsektorn från att som idag bygga efter gällande byggregler (BBR 2006) till att samtliga ny- och ombyggnationer skall ske till lågenergihusstandard är relativt långsam. Idag har vi bara några goda exempel på byggnader som har lågenergihusstandard och dessa har byggts under tidsperiod på mer än åtta år och är huvudsakligen bostadshus (se kapitel 5.1). Samtliga exempel är byggda efter särskilda projektvisioner och steget till en kostnadseffektiv produktlinje för massproduktion av lågenergihus i lokalsektorn ligger flera år fram i tiden.

En förändring av lokalsektorn enligt *energieffektiv* eller *potentiell utveckling* kan därmed inte ge utslag förrän framåt år 2010 vilket illustreras i figur 6.16. Figuren visar att varken *marknads*- eller *energieffektiv utveckling* kommer att vara tillräcklig för att nå det nationella målet. För att nå målet måste alla tänkbara åtgärder genomföras, dvs. att all ny- och ombyggnation sker till dagens bästa teknik med byggnader enligt lågenergihusstandard samtidigt som befintliga lokaler effektiviseras ordentligt.



Figur 6.16 Den framtida energianvändningen för uppvärmning och beredning av tappvarmvatten i lokaler beroende av olika effektiviseringar av befintliga lokaler och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen. Marknadsutveckling antas ske fram till år 2010 och först därefter börjar energieffektiv och potentiell utveckling slå igenom.

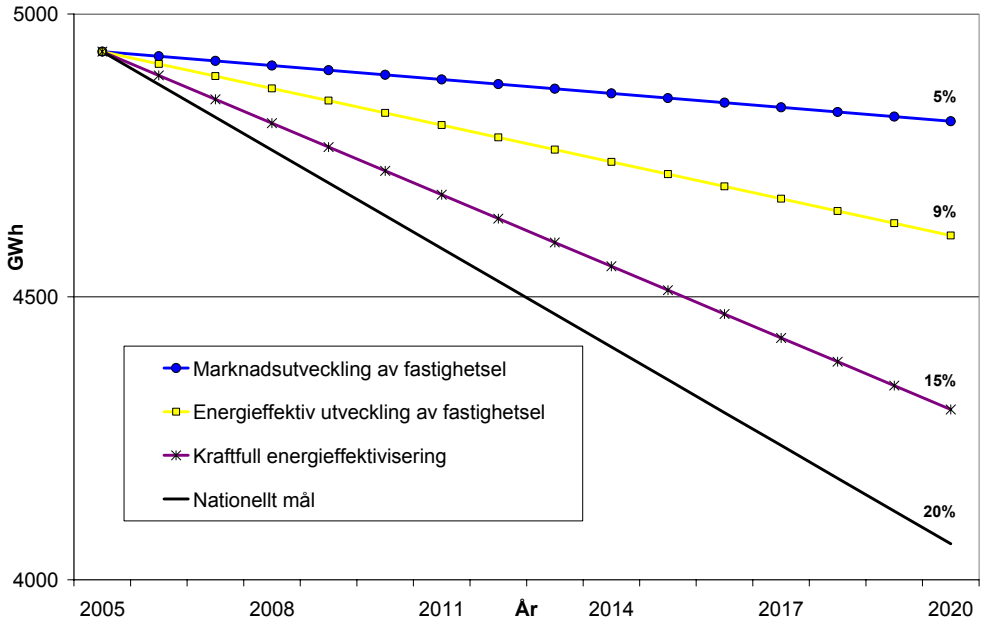
6.3.2 Energianvändning för fastighetsel

Den framtida elanvändningen för fastighetsel har uppskattats för tre olika scenarier där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga lokaler sker samtidigt enligt tre följande perspektiv:

- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 26 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 32 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 1% fram till 2020.
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 23 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 28 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 3% fram till 2020.
- *Kraftfull energieffektivisering* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras bl.a. på goda exempel i kapitel 3 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av fastighetsel på 20 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av fastighetsel på i genomsnitt 24 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviserar användning av fastighetsel med totalt 8% fram till 2020.

I samtliga fall har det antagits att det är lokaler med hög användning av fastighetsel som rivs (40 kWh/m^2).

Resultatet av de tre olika scenarierna visas i figur 6.17. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet utan en betydligt kraftigare effektivisering måste till om denna delsektor skall bära sin andel av att nå det nationella målet.



Figur 6.17 Den framtida användningen av fastighetsel i lokaler beroende av olika effektiviseringar av befintliga lokaler och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen för den framtida energianvändningen för lokaler.

6.3.3 Energianvändning för verksamhetsel

Den framtida elanvändningen för verksamhetsel har uppskattats för tre olika scenarier där effektivisering vid ny- och ombyggnation samt effektivisering av befintliga lokaler sker samtidigt enligt tre följande perspektiv:

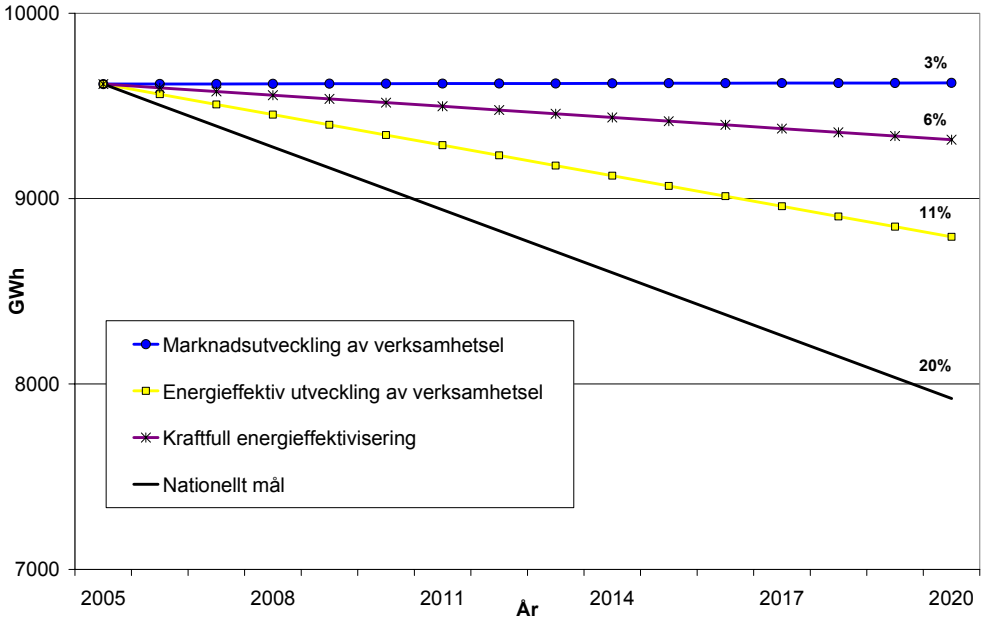
- *Marknadsutveckling* baseras på olika aktörers förväntade agerande med underlag från intervjustudien i kapitel 2 enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av verksamhetsel på 60 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av verksamhetsel på i genomsnitt 64 kWh/m^2.
    - Befintliga lokaler effektiviserar användning av verksamhetsel med totalt 1% fram till 2020.
- *Energieffektiv utveckling* baserad på om alla åtgärder görs lite bättre än vad som sker i marknadsutveckling enligt:
    - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av verksamhetsel på 55 kWh/m^2.
    - All ombyggnad sker ner till en användning av verksamhetsel på i genomsnitt 60 kWh/m^2.

- Befintliga lokaler effektiviserar användning av verksamhetsel med totalt 3% fram till 2020.

- *Kraftfull energieffektivisering* baserad på möjlig effektivisering enligt dagens bästa teknik och baseras bl.a. på goda exempel i kapitel 3 enligt:
  - All nybyggnad har en genomsnittlig användning av verksamhetsel på 50 kWh/m^2.
  - All ombyggnad sker ner till en användning av verksamhetsel på i genomsnitt 56 kWh/m^2.
  - Befintliga lokaler effektiviserar användning av verksamhetsel med totalt 8% fram till 2020.

I samtliga fall har det antagits att det är lokaler med hög användning av verksamhetsel som rivs (70 kWh/m^2).

Resultatet av de tre olika scenarierna visas i figur 6.18. Den marknadsutveckling som vi har idag kommer inte att vara tillräcklig för att nå det nationella målet utan en betydligt kraftigare effektivisering måste till om denna delsektor skall bära sin andel av att nå det nationella målet.



Figur 6.18 Den framtida användningen av verksamhetsel i lokaler beroende av olika effektiviseringar av befintliga lokaler och grad av energieffektivisering vid ny- och ombyggnad i jämförelse med den nationella målsättningen.

7 Energianvändningens påverkan på växthuseffekten och resursanvändning

7.1 Målsättning för minskad klimatpåverkan och användning av naturresurser

7.1.1 Nationell målsättning

I ”Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande (Prop. 2005/06: 145)” anges att det nationella målet kommer att följas upp genom att olika energislag viktas med avseende på primärenergianvändning och/eller miljöpåverkan. Hur denna viktning skall göras anges dock inte utan programmet hänvisar till utredningen om direktivet om effektivare slutanvändning av energi och om energitjänster, den s.k. EnEff-utredningen. De miljöeffekter som påverkas vid energianvändning är främst användning av naturresurser, växthuseffekt, försurning, övergödning, bildning av marknära ozon samt utsläpp av partiklar.

EnEff-utredningen har i första hand koncentrerat sig på att ta fram viktningsfaktorer för att avspegla olika energislags primärenergianvändning (dvs användning av naturresurser). EnEff-utredningen har hittills inte gett några riktlinjer för hur miljöpåverkan skall uppskattas i form av andra miljöeffekter som till exempel växthuseffekten. Föreliggande studie har ansett att miljöpåverkan på växthuseffekten är en av de viktigaste miljöeffekterna att beakta vid en nationell målsättning av energianvändning och har därför valt att studera hur olika energislag kan viktas i förhållande av dess möjliga påverkan på växthuseffekten.

7.1.2 Olika energislags påverkan på växthuseffekten

För att beräkna olika energislags påverkan på växthuseffekten så har miljöbedömningsprogrammet EFFem använts (Wahlström, 2007). Programmet beaktar alla emissioner under energislagets hela livscykel från utvinning till förbränning i byggnaden och beräknar möjlig påverkan på växthuseffekten som summa Global Warming Potential (GWP), det vill säga som gram CO_2-ekvivalenter ur ett 100-årsperspektiv. Beräkningsformeln med respektive ämnes karaktäriseringsfaktor för påverkan från växthusgaser ser ut enligt (MSR 1999:1):

$$CO_2 \cdot 1 + N_2O \cdot 310 + CH_4 \cdot 21 \quad \text{(gram } CO_2\text{-ekvivalenter)} \quad \textbf{Ekvation 7.1}$$

För el och fjärrvärme som består av ett antal olika produktionsenheter som sedan förbinds med ett distributionsnät behövs en systemgräns för att definiera vilka produktionsenheter som ingår i miljövärderingen. I föreliggande studie har el valts att betraktas på följande olika sätt:

- En s.k. geografisk mix
- En s.k. Marginalproduktion

En s.k. *geografisk mix* som består av den procentuella sammansättningen av ett områdes produktionsenheter. Systemgränsen är i ett kundperspektiv och ger en bild av byggnadens bidrag till miljöbelastningen. I föreliggande projekt har två olika geografiska mixar använts:

- ***Svensk el 2006****:* Den procentuella sammansättningen av produktionsenheter som användes för elproduktion i Sverige under 2006 (ET 2007:50).
- ***Nordisk el 2006:*** Den procentuella sammansättningen av produktionsenheter som användes för elproduktion i Norden under 2006.

En s.k. *Marginalproduktion* består av den sist utnyttjade produktionsenheten (med högst rörlig kostnad). En reduktion av elanvändningen leder till att man kan låta bli att använda det produktionssättet och därmed fås en bild av hur miljöbelastningen ändras vid en elbesparande åtgärd. Systemgränsen är i ett samhällsperspektiv och ger en bild av hur energisystemet kan förändras i och med en åtgärd. Vilken produktion som ligger på marginalen kan vara olika under olika tider av året och beror även på om miljövärderingen skall göras på kort eller lång sikt. En värdering av vilken produktion som kommer att användas på ”marginalen” på lång sikt beror också på den aktuella störningen och skillnaden mellan hur den totala produktionsmixen kommer att utvecklas med eller utan den aktuella störningen. Ett sådant utvidgat betraktelsesätt kan kallas för marginalproduktion med ”dynamisk störningseffekt” (Sköldberg et al., 2006). I dagsläget pågår en utredning vid Energimyndigheten som har i uppdrag att definiera vilken eller vilka produktionsenheter som ingår i en s.k. marginalel och därmed också dess möjliga påverkan på miljön. I föreliggande projekt har marginalel därför definierats utifrån dess emissioner av växthusgaser och inte utifrån produktionsenhet. Två olika betraktelsesätt har använts:

- ***Marginalel 650:*** Här består marginalproduktionen av produktion som ger emissioner av 650 gram CO_2-ekvivalenter per kWh, vilket skulle kunna motsvara till exempel ett kolkondensverk eller ett kolkraftvärmeverk.
- ***Marginalel 400:*** Här består marginalproduktionen av produktion som ger emissioner av 400 gram CO_2-ekvivalenter per kWh, vilket skulle kunna motsvara till exempel ett gaskombiverk eller en Europeisk mix.

För fjärrvärme betraktas ett genomsnittligt värde av all produktion av fjärrvärme i Sverige år 2005 (se tabell 7.1). Eftersom den svenska

fjärrvärmen delvis produceras med elpannor och el till värmepumpar så kommer fjärrvärmens emissioner av växthusgaser att vara olika för olika definitioner på el.

Tabell 7.1 Andel tillförda bränslen vid produktion av fjärrvärme i Sverige år 2005 (Svensk fjärrvärme, 2007).

Energislag	**Andel 2005 (%)**
Kol	5
Naturgas	4
Olja	5
Gasol	0
Deponigas	1
Träbränsle	34
Tallbeckolja	2
Torv	5
Avfall	12
RT-flis	4
Elpannor	1
Värmepumpar	11
Spillvärme / solvärme	13
Övrigt	4
Totalt	**49,9 TWh**

Föreliggande rapport har inte betraktat någon marginalproduktion för fjärrvärme eller någon förändring av fjärrvärmeproduktionen under den studerade perioden. Orsaken är dels att fjärrvärmen består av olika nät med olika produktionsmixar, dels att många nät har basproduktion med biobränslen, avfall och kraftvärme och det är denna bas som ökas vid effekttoppar (dvs på marginalen) och dels att det är svårt att avgöra om den totala leveransen kommer att öka eller minska under de närmaste 15 åren (Gustafsson och Gräslund, 2008). Fjärrvärmemarginalen på kort sikt innebär att varaktighetskurvan flyttas marginellt uppåt och spetsproduktionen utgör då en dubbelt så stor andel av hela mixen, t.ex. går oljeanvändning från ca 5 till ca 10% för ett normalnät (Gustafsson, 2008).

Olje- och kolanvändning vid fjärrvärmeproduktionen har minskat under det senaste året, olja från ca 5 TWh/år (2002 -2004) till 2,5 TWh/år 2005 och kol från ca 3,5 TWh/år (2002-2004) till 2,3 TWh/år 2005 (Svensk Fjärrvärme, 2007). En beräkning visar att om olje- och kolanvändningen i fjärrvärmesektorn avvecklas i Sverige samtidigt som de ersätts av fjärrvärmeproduktion fri från emissioner av växthusgaser så skulle den genomsnittliga svenskproducerade fjärrvärmens emissioner halveras (Wahlström, 2008).

Därmed borde de två förenklingarna att fjärrvärme inte har någon marginalproduktion och att produktionen inte förändras under den studerade tidsperioden delvis kompensera varandra.

I tabell 7.2 visas använda värden på emissioner av koldioxidekvivalenter per kWh och energislag.

Tabell 7.2 Emissioner av CO_2-ekvivalenter per kWh för olika energislag beräknad med EFFem (Wahlström, 2001 och 2007).

	gram CO2-ekvivalenter per kWh			
Energislag	**Sverige el**	**Nordisk el**	**Marginalel 400**	**Marginalel 650**
El	40	118	400	650
Fjärrvärme (2005)	104	108	123	137
Olja	346			
Naturgas	251			
Pellets	24			
Ved	38			

7.1.3 Olika energislags påverkan på användning av naturresurser

För att beräkna olika energislags påverkan på användningen av naturresurser har viktningsfaktorer använts som har föreslagits i EnEff-utredningen. Dels ges förslag på s.k. genomsnittliga viktningsfaktorer som är tänkta att användas vid bedömning av befintlig energianvändning och dels ges förslag på s.k. effektiviserings viktningsfaktorer som är tänkta att användas vid bedömning av förändringar i energianvändningen. Faktorerna anges i tabell 7.3.

Tabell 7.3 Viktningsfaktorer för olika energislag enligt EnEff-utredningen, 2007.

Energislag	**Viktningsfaktor genomsnittlig**	**Viktningsfaktor effektivisering**
El	1,5	2,5
Fjärrvärme	0,9	1,0
Fossil (olja/naturgas)	1,2	1,2
Biobränsle (pellets/ved)	1,2	1,2

7.1.4 Energianvändningens påverkan på växthuseffekten och resursanvändning från 1995 till 2005

I tabell 7.4 visas användning av olika energislag för köpt energi till uppvärmning av flerbostadshus respektive lokaler år 1995 och 2005 tillsammans med förändring av delsektorns totala area. En beräkning av emissioner av växthusgaser enligt kapitel 7.1.2 visar att klimatmålet egentligen redan är uppnått. Målet för en minskad användning av naturresurser är också uppfyllt för lokaler och delvis uppfyllt för flerbostadshus. Målsättningarna har till stor del uppnåtts genom en konvertering till andra energislag och inte genom en effektivisering av energianvändning (se kapitel 5.1.2 och tabell 7.4 och 7.5).

Tabell 7.4 visar att möjlig påverkan på växthuseffekten i form av CO_2-ekvivalenter per m^2 har minskat med 26 % om el beskrivs som Svensk el och med 25% om el beskrivs som Nordisk el. Användning av naturresurser i form av genomsnittlig viktad energianvändning har minskat med 11% från 1995 till 2005.

Tabell 7.4 Användning av energislag, emissioner av växthusgaser och viktad energianvändning år 1995 och 2005 för flerbostadshus.

Energislag	**1995**	**2005**	**Förändring från 1995 till 2005 (%)**
Olja (GWh)	5459	1345	-75
Fjärrvärme (GWh)	22356	24731	11
Direktel (GWh)	2485	851	-66
Värmepumpsel (GWh)	244	580	138
El i komb. (GWh)	0	485	
Naturgas (GWh)	0	462	
Pellets (GWh)	0	100	
Ved (GWh)	0	45	
Övrigt (GWh)	632	0	
Totalt	31176	28600	-8
Area (miljoner m^2)	180	178	-1
Tusen ton CO_2-ekvivalenter per m^2 (Svensk el)	24,6	18,1	-26
Tusen ton CO_2-ekvivalenter per m^2 (Nordisk el)	26,0	19,5	-25
Genomsnittlig viktningsenergi (kWh/m^2)	174	154	-11

Tabell 7.5 visar att möjlig påverkan på växthuseffekten i form av CO_2-ekvivalenter per m^2 har minskat med 29 % om el beskrivs som Svensk el eller Nordisk el från 1995 till 2005. Användning av naturresurser i form av genomsnittlig viktad energianvändning har minskat med 21 %.

Tabell 7.5 Användning av energislag, emissioner av växthusgaser och viktad energianvändning år 1995 och 2005 för lokaler.

Energislag	1995	2005	Förändring från 1995 till 2005 (%)
Olja (GWh)	4304	1698	-61
Fjärrvärme (GWh)	12317	13455	9
El inkl. värmepumpsel (GWh)	4736	3250	-31
Naturgas (GWh)	540	537	-1
Pellets (GWh)	0	239	
Ved (GWh)	0	92	
Övrigt (GWh)	243	331	36
Totalt	22140	19602	-11
Area (miljoner m^2)	133	143,7	8
Tusen ton CO_2-ekvivalenter per m^2 (Svensk el)	22	16	-27
Tusen ton CO_2-ekvivalenter per m^2 (Nordisk el)	26	18	-31
Genomsnittlig viktningsenergi (kWh/m^2)	178	140	-21

7.1.5 Utgångspunkt för målsättning vid scenarier

Syftet med föreliggande studie är att göra en bedömning av en relativt nära framtida energianvändning i sektorn flerbostadshus och lokaler. Scenarierna i denna studie utgår därför från år 2005 och sträcker sig fram till år 2020. Resultatet är ett underlag för att bedöma olika åtgärders minskning av klimatpåverkan och användning av naturresurser och skall ligga till grund för en jämförelse med den nationella målsättningen. Kapitel 7.1.4 visar att en minskad möjlig påverkan på växthuseffekten och en minskad användning av naturresurser med 20 % från 1995 redan har uppnåtts till år 2005. Kapitel 3.4 och 3.5 visar att en minskning av faktisk energianvändning har varit ringa under samma tidsperiod. Olika åtgärders påverkan i scenarierna nedan jämförs med att klimatpåverkan och användning av naturresurser skall minska med 20 % per areaenhet från 2005 till 2020.

7.2 Förutsättningar vid en framtida bedömning av energianvändning

7.2.1 Studerade uppvärmningsalternativ och deras användning av el och fjärrvärme

Scenarierna utgår från att visa ytterligheterna av vad som händer om ett uppvärmningsalternativ skulle få fullständigt genomslag på marknaden. Inom byggbranschen har det visat sig att om en teknik vid nybyggnation får stort genomslag så används det också ofta vid ombyggnation och vice versa. Därför utgår scenarierna från att både ny- och ombyggnad sker med samma uppvärmningsalternativ. Följande utökning av alternativa uppvärmningstekniker har studerats:

- Fjärrvärme med frånluftsventilation
- Fjärrvärme med FTX (från- och tilluftsventilation med värmeväxling)
- Fjärrvärme med frånluftsvärmepump
- Bergvärmepump med frånluftsventilation
- Bergvärmepump med FTX (från- och tilluftsventilation med värmeväxling)
- Fjärrvärme med frånluftsventilation och solvärme
- Fjärrvärme med FTX-ventilation och solvärme

Scenarier med en utökad installation av biobränsle (t.ex. pellets) har inte studerats. Detta eftersom flerbostadshus och lokaler ofta ligger i tätbebyggda områden där det ofta är mer fördelaktigt att ha biobränsleförbränning i en närvärme- eller fjärrvärmecentral (främst med avseende på reningsutrustning). En utökning av biobränsleanvändning anses därmed ligga inkluderad i alternativet fjärrvärme (här ligger också närvärme).

I ett kundperspektiv börjar solvärme att bli mer och mer intressant vilket stimuleras av olika offentliga bidrag för installation av solteknik. Därför studeras även alternativen med fjärrvärme och solvärme även om det kan vara svårt att få kostnadseffektivitet i en byggnad med tre olika installationer. Alternativet att kombinera bergvärmepump med solvärme har inte studerats eftersom den del el som går åt till att göra tappvarmvatten på den varma delen av året är liten. (Marknaden för kombinationer av bergvärmepump och solvärme i enfamiljshus ökar dock i Mellaneuropa.)

Energianvändning av el och fjärrvärme har beräknats för ett standardfall av flerbostadshus med en modifierad version av det så kallade TMF beräkningsprogrammet (Ruud, 2008). Standardfallen utgår från s.k. normal belastning av internvärme (personlast, varmvattenanvändning, vädring etc) definierade av Levin et al. (2007) och att byggnaden har en genomsnittlig värmegenomgångskoefficient på 0,35 W/(K, m^2), lufttäthet på 0,6 l/(s, m^2) samt att årsmedeltemperaturen är 6°C. Det är med andra ord samma typbyggnad i alla uppvärmningsalternativ med samma uppvärmningsbehov förutom uppvärmningsform. Resultatet visas i tabell 7.6. Alternativet med

fjärrvärme och frånluft kommer i praktiken inte att klara nybyggnadskraven enligt BBR 2006.

Tabell 7.6 Energianvändning av el och fjärrvärme i flerbostadshus med olika uppvärmningsalternativ beräknat med en modifierad version av TMF-programmet (Ruud, 2008)

Energisystem	**Värme-användning** (kWh/m^2)	**Elanvändning** (kWh/m^2)	**Totalt** (kWh/m^2)
Fjärrvärme och frånluftsventilation	130	5	135
Fjärrvärme och FTX-ventilation	90	8	98
Fjärrvärme och frånluftsvärmepump	72	21	93
Bergvärmepump och frånluftsventilation		49	49
Bergvärmepump och FTX-ventilation		37	37
Fjärrvärme, frånluftsventilation och Solvärme	87	6	93
Fjärrvärme, FTX-ventilation och solvärme	71	9	80

Resultatet har använts direkt för nybyggnation och med samma proportioner mellan el och fjärrvärme för ombyggnation vid beräkning av scenerier.

Motsvarande beräkning har gjorts för en lokalbyggnad men med högre internvärme, lägre tappvattenanvändning och en genomsnittlig värmegenomgångskoefficient på 0,25 W/(K, m^2). Resultatet visas i tabell 7.7.

Tabell 7.7 Energianvändning av el och fjärrvärme i en lokalbyggnad med olika uppvärmningsalternativ beräknat med en modifierad version av TMF-programmet (Ruud, 2008)

Energisystem	**Värme-användning** (kWh/m^2)	**Elanvändning** (kWh/m^2)	**Totalt** (kWh/m^2)
Fjärrvärme och frånluftsventilation	128	4	132
Fjärrvärme och FTX-ventilation	111	5	116
Fjärrvärme och frånluftsvärmepump	66	20	86
Bergvärmepump och frånluftsventilation		44	44
Bergvärmepump och FTX-ventilation		38	38
Fjärrvärme, frånluftsventilation och Solvärme	112	6	118
Fjärrvärme, FTX-ventilation och solvärme	96	7	103

7.2.2 Förutsättningar vid scenarier för flerbostadshus

Utgående från 2005 års uppskattade energianvändning i flerbostadshus och en förväntan att energieffektivisering sker enligt en marknadsutveckling med effektiviseringar baserade på resultatet från intervjustudien i kapitel 2 har olika scenarier av den framtida klimatpåverkan uppskattats. Uppskattning av areaförändring genom rivning, ombyggnad och nybyggnad utgår från statistik i kapitel 3.3. Scenarierna utgår från följande förutsättningar:

- Flerbostadshus som har en oljepanna eller naturgaspanna direkt i byggnaden kommer att fasas ut fram till år 2020 genom att rivas eller konvertera till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot. (Av den rivning och ombyggnad som sker under perioden är därmed 24% flerbostadshus med oljepanna och 8% flerbostadshus med naturgaspanna.)
- 2200 lägenheter rivs i genomsnitt varje år vilket motsvarar ca 0,09 % av den totala flerbostadshusarean, (rivningen sker för byggnader med hög energianvändning, 190 kWh/m^2, i början av perioden ned till 150 kWh/m^2 år 2020). Rivningen sker proportionellt på använd energi för flerbostadshus med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning som har en lite snabbare rivningstakt enligt ovan.

- 29700 lägenheter byggs om varje år vilket motsvarar ca 1,3 % av den totala flerbostadshusarean. Det genomsnittliga energibehovet efter ombyggnation är 130 kWh/m^2. Ombyggnationen sker proportionellt på flerbostadshus med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning. Ombyggnationen sker till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot.
- Lägenheter med area på 1,0 miljoner m^2 byggs varje år vilket motsvarar ca 0,5 % av den totala flerbostadshusarean. Nybyggnationen sker till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot där byggnaden har samma tekniska standard i samtliga fall med samma energibehov. Det genomsnittliga energibehovet efter nybyggnation utgår från alternativet fjärrvärme med frånluft och är 130 kWh/m^2.
- De flerbostadshus som inte rivs, byggs om eller byggs, dvs. de befintliga flerbostadshusen har en total effektivisering på 7% fram till år 2020. Effektiviseringen sker proportionellt på flerbostadshus med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning.

Med ovanstående förutsättningar kommer antalet GWh för varje energislag att ändras från år 2005 till år 2020 enligt tabell 7.8.

Den totala flerbostadshusarean ökar från 178 miljoner m^2 år 2005 till 190 miljoner m^2 år 2020. En målsättning på att minska emissioner av växthusgaser per uppvärmd areaenhet med 20% motsvarar med antagen ökningstakt av flerbostadshusarean en minskning på 14% av de totala emissionerna av växthusgaser vid energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshussektorn.

Tabell 7.8 Energianvändning av olika energislag år 2005 och för olika uppvärmningsalternativ år 2020 enligt scenarier för flerbostadshus.

Energislag (GWh)	**2005**	**2020 Fjärrv., frånluft**	**2020 Fjärrv. , FTX**	**2020 Fjärrv., frånlufts -värme-pump**	**2020 Berg-värme, från-luft**	**2020 Berg-värme, FTX**	**2020 Fjärrv., frånluft. Sol-värme**	**2020 Fjärrv., FTX. Sol-värme**
Olja	1345	1	1	1	1	1	1	1
Fjärrvärme	24731	26313	24361	23471	20014	19978	24189	23420
Direktel	851	694	691	691	686	685	691	689
Värmepumpsel	580	473	471	471	2648	2030	471	470
El i komb.	485	638	757	1390	487	526	696	816
Naturgas	462	0	0	0	0	0	0	0
Pellets	100	82	81	81	81	81	81	81
Ved	45	37	37	37	36	36	37	36
Totalt köpt energi	28600	28239	26399	26141	23953	23337	26165	25512
”Gratisvärme”		0	1841	2100	4288	4905	2075	2727
Totalt inklusive ”gratisvärme”	28600	28239	28241	28241	28241	28241	28241	28241

Gratisvärme i tabell 7.8 innebär värmeenergi som inte är köpt dvs. solvärme, mark- och bergvärme vid värmepumpande teknik och återvunnen energi i frånluft.

7.2.3 Förutsättningar vid scenarier för lokaler

Utgående från 2005 års uppskattade energianvändning i flerbostadshus och en förväntan att energieffektivisering sker enligt en marknadsutveckling med effektiviseringar baserade på resultatet från intervjustudien i kapitel 2 har olika scenarier av den framtida klimatpåverkan uppskattats. Uppskattning av areaförändring genom rivning, ombyggnad och nybyggnad utgår från statistik i kapitel 3 (för lokaler finns inte lika god statistik att tillgå som för flerbostadshus). Scenarierna utgår från följande förutsättningar:

- Lokaler som har en oljepanna eller naturgaspanna direkt i byggnaden kommer att fasas ut fram till år 2020 genom att rivas eller konvertera till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot. (Av den rivning och ombyggnad som sker under perioden är därmed 39% lokaler med oljepanna och 12% lokaler med naturgaspanna.)
- 0,5% av lokalarean rivs i genomsnitt varje år (rivningen sker för byggnader med hög energianvändning, 160 kWh/m^2, i början av perioden ned till 120 kWh/m^2 år 2020). Rivningen sker proportionellt på använd energi för lokaler med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning som har en lite snabbare rivningstakt enligt ovan.
- 1% av lokalarean byggs om varje år. Det genomsnittliga energibehovet efter ombyggnation är 120 kWh/m^2. Ombyggnationen sker proportionellt på lokaler med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning. Ombyggnationen sker till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot.
- Lokaler med area på 1,0 miljoner m^2 byggs varje år vilket motsvarar ca 0,7 % av den totala lokalarean. Nybyggnationen sker till det uppvärmningsalternativ som studeras i scenariot där byggnaden har samma tekniska standard i samtliga fall med samma energibehov. Det genomsnittliga energibehovet efter nybyggnation utgår från alternativet fjärrvärme med frånluft och är 128 kWh/m^2.
- De flerbostadshus som inte rivs, byggs om eller byggs, dvs. de befintliga flerbostadshusen har en total effektivisering på 7% fram till år 2020. Effektiviseringen sker proportionellt på lokaler med alla uppvärmningsalternativ förutom för byggnader som har olje- eller naturgasuppvärmning.

Med ovanstående förutsättningar kommer antalet GWh för varje energislag att ändras från år 2005 till år 2020 enligt tabell 7.9.

Den totala lokalarean ökar från 143 miljoner m^2 år 2005 till 147 miljoner m^2 år 2020. En målsättning om att minska emissioner av växthusgaser per uppvärmd areaenhet med 20% motsvarar med antagen ökningstakt av lokalarean en minskning på 18% av de totala emissionerna av växthusgaser vid energianvändning för uppvärmning och beredning av varmvatten.

Tabell 7.9 Energianvändning av olika energislag år 2005 och för olika uppvärmningsalternativ år 2020 enligt scenarier för lokaler.

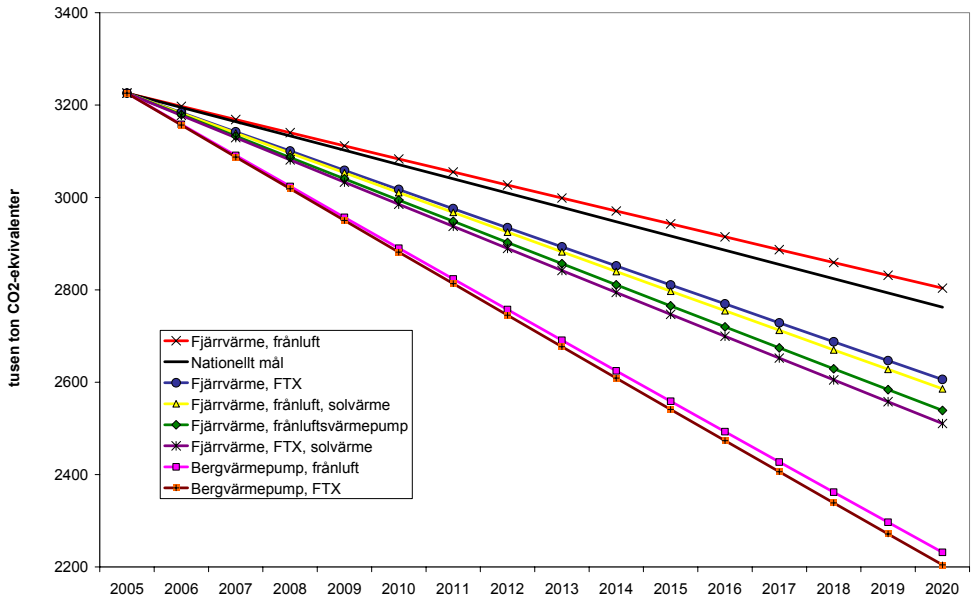
Energislag (GWh)	**2005**	**2020 Fjärrv., frånluft**	**2020 Fjärrv. , FTX**	**2020 Fjärrv., frånlufts -värme-pump**	**2020 Berg-värme, från-luft**	**2020 Berg-värme, FTX**	**2020 Fjärrv., frånluft. Sol-värme**	**2020 Fjärrv., FTX. Sol-värme**
Olja	1698	0	0	0	0	0	0	0
Fjärrvärme	13455	15476	14871	13353	11070	11062	14937	14360
Direktel	1730	1436	1434	1429	1422	1421	1434	1432
Värmepumpsel	120	100	99	99	1493	1281	99	99
El i komb.	1400	1300	1342	1817	1218	1228	1349	1387
Naturgas	537	1	1	1	1	1	1	1
Pellets	239	198	198	197	196	196	198	198
Ved	92	76	76	76	76	76	76	76
	331	331	331	331	331	331	331	331
Totalt köpt energi	19602	18918	18352	17303	15807	15596	18426	17884
”Gratisvärme”		0	567	1616	3112	3323	493	1035
Totalt inklusive ”gratisvärme”	19602	18918	18919	18919	18919	18919	18919	18919

Gratisvärme i tabell 7.9 innebär värmeenergi som inte är köpt dvs. solvärme, mark- och bergvärme vid värmepumpande teknik och återvunnen energi i frånluft.

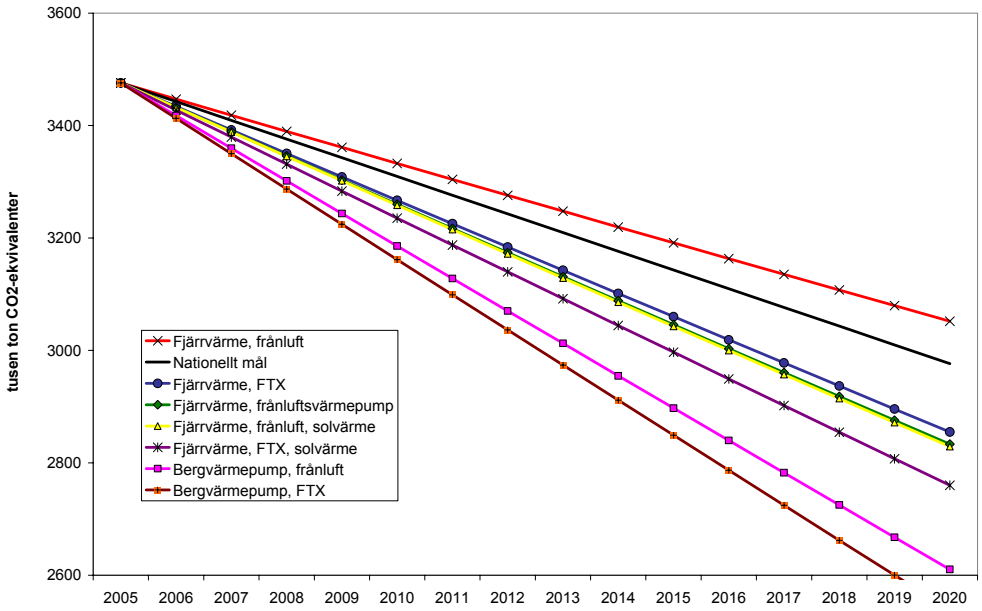
7.3 Klimatpåverkan från uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus

Scenarier där energianvändningens påverkan på växthuseffekten har beräknats utifrån en genomsnittlig användning av alla energislag visas i figur 7.1 och figur 7.2. För el används en systemgräns enligt en geografisk mix (*Svensk el* och *Nordisk el*).

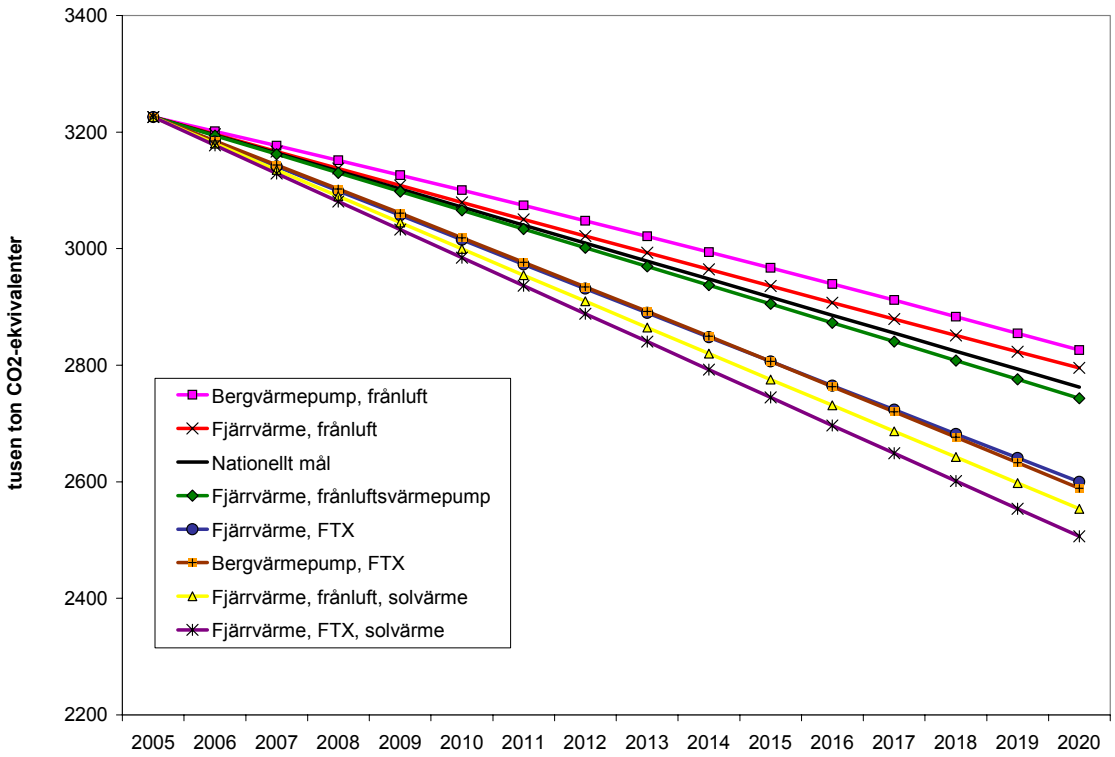
I figur 7.3 till 7.6 visas scenarier där all energianvändning som inte förändras under perioden beräknats med en påverkan på växthuseffekt baserad på en geografisk elmix medan all förändring (rivning, effektivisering, nybyggnation och ombyggnation) har beräknats med *Marginalel 400* och *Marginalel 650*, vilka är tänkta att motsvarar en elproduktion som produceras på ”marginalen”.



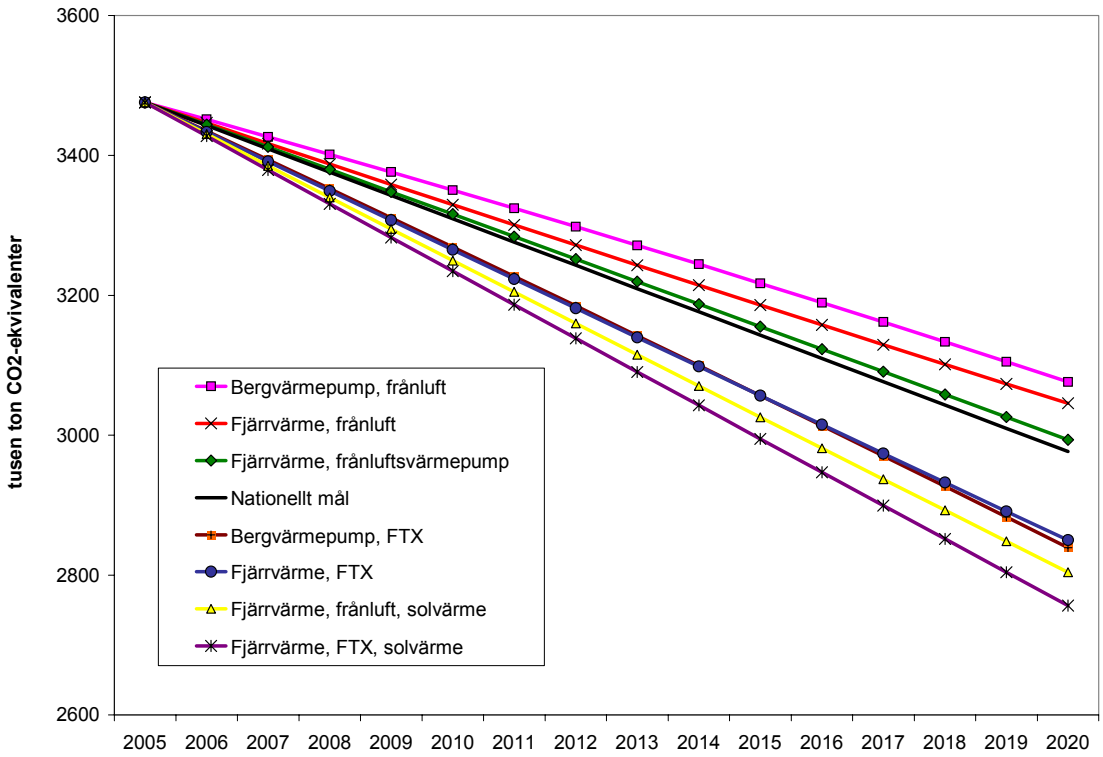
Figur 7.1 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser baseras på en genomsnittlig produktion av energislag enligt tabell 7.2. El beskrivs som *Svensk elmix*.



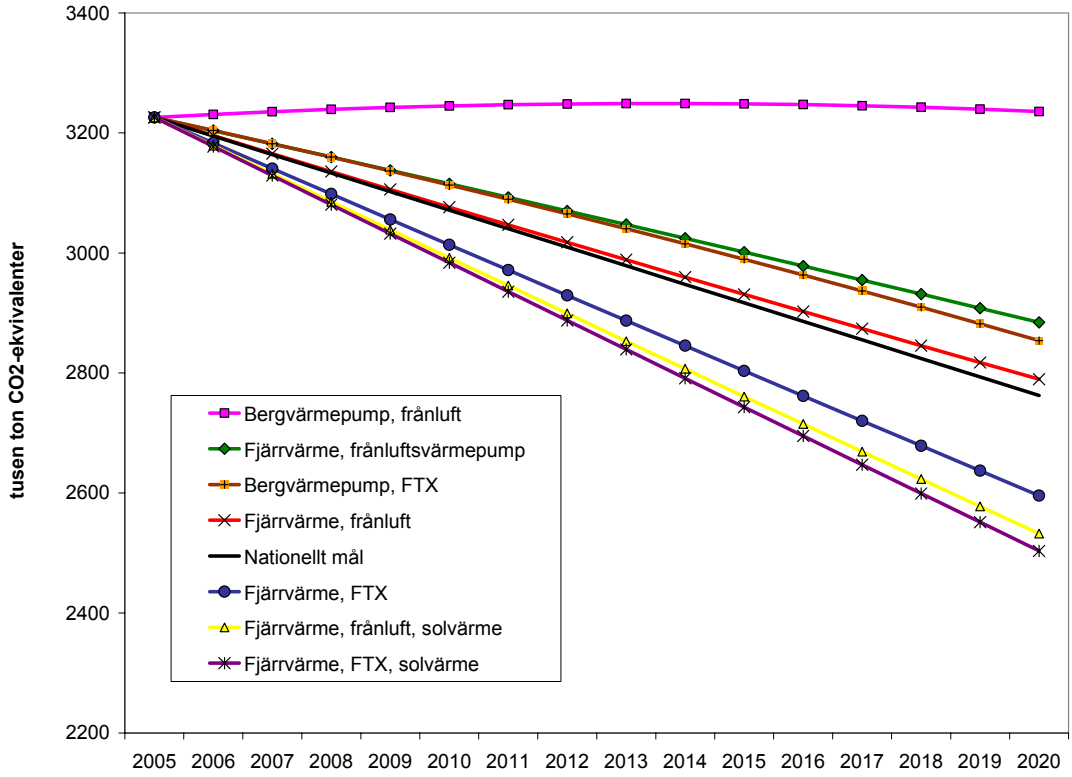
Figur 7.2 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser beskrivs som en *Nordisk elmix*.



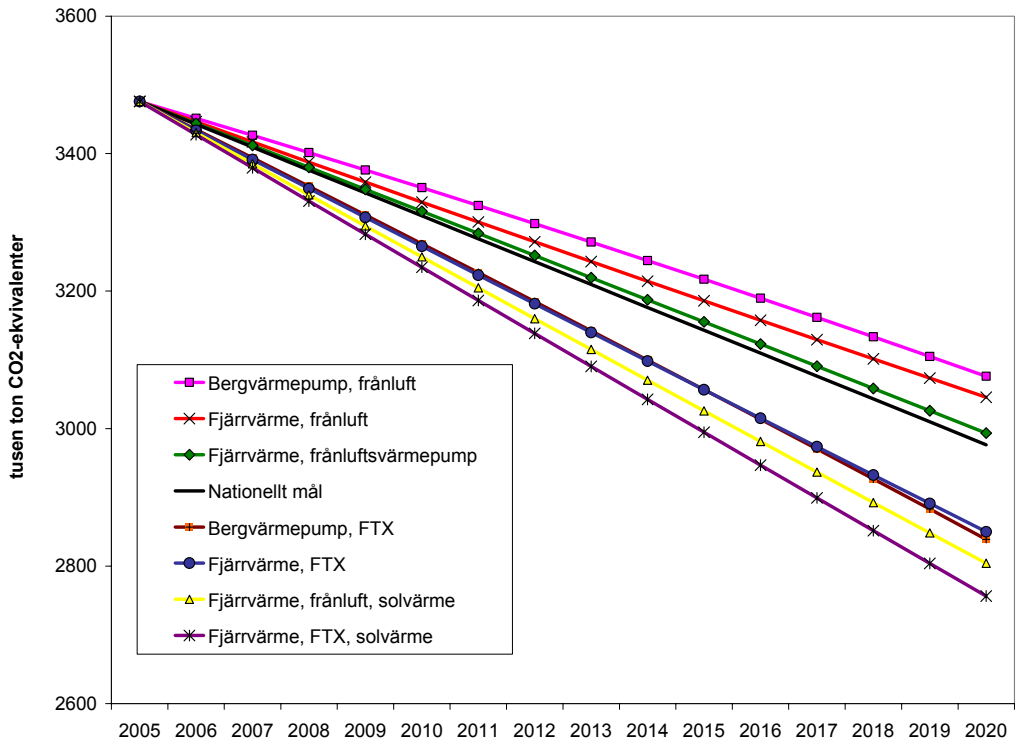
Figur 7.3 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser beskrivs som en *Svensk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.



Figur 7.4 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som el producerad enligt *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.



Figur 7.5 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser baseras på en *Svensk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som el producerad med *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.

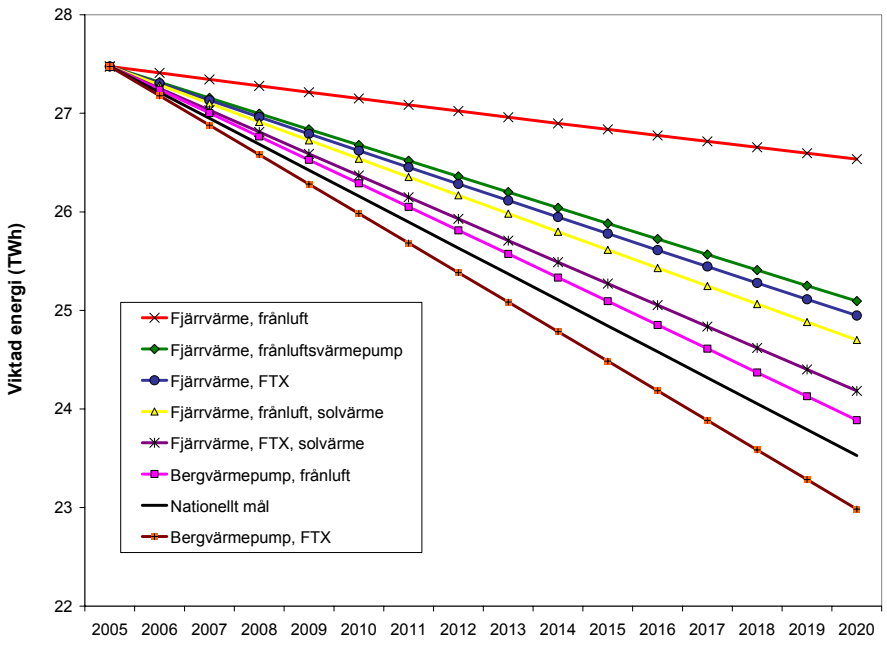


Figur 7.6 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus. Emissioner av växthusgaser baseras på en *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som el producerad enligt *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.

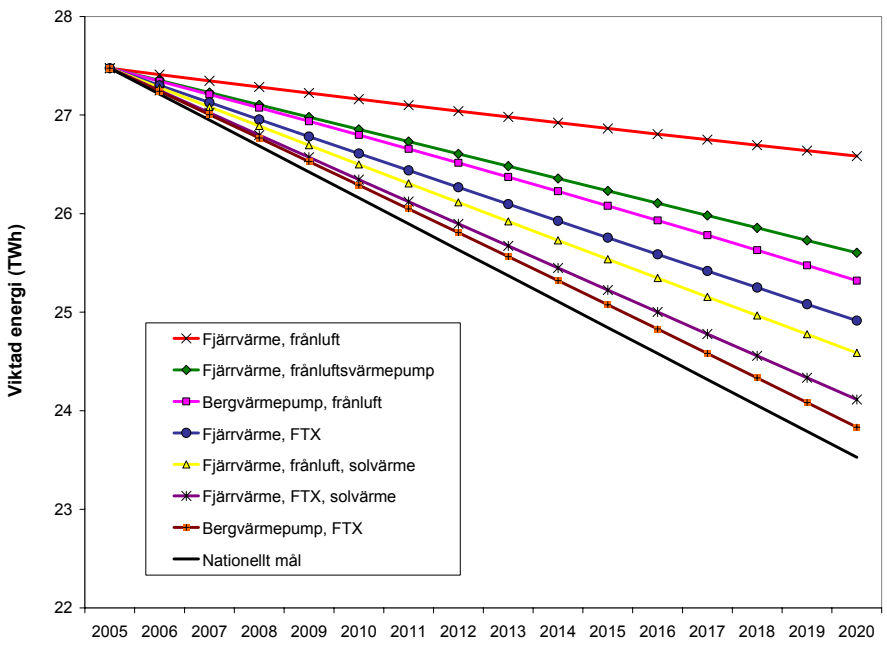
7.4 Användning av naturresurser från uppvärmning och beredning av varmvatten i flerbostadshus

För att uppskatta hur utnyttjandet av naturresurser kan bedömas vid uppvärmning och tappvarmvattenberedning för flerbostadshus har de viktningsfaktorer som presenterats i EnEff-utredningen använts (se tabell 7.3).

I figur 7.7 har all energianvändning viktas med genomsnittliga viktningsfaktorer. I figur 7.8 har all energianvändning som inte förändrats under perioden viktats med genomsnittliga viktningsfaktorer medan den energianvändning som förändras (rivning, effektivisering, nybyggnation och ombyggnation) viktas med effektiviseringsfaktorer.



Figur 7.7 Förändring i form av viktad genomsnittlig energianvändning från vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem.



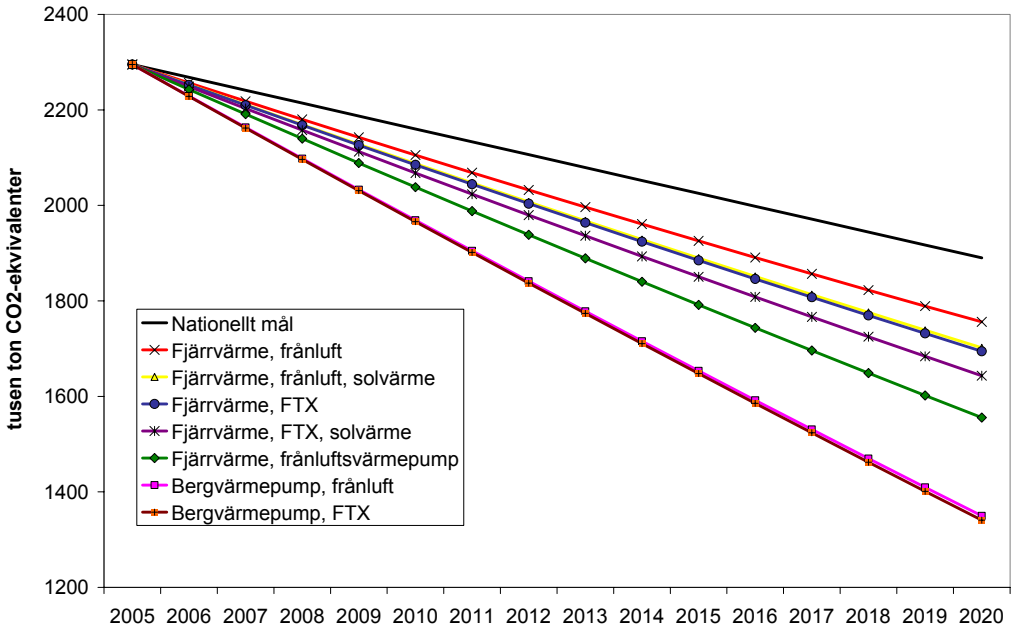
Figur 7.8 Förändring i form av viktad energianvändning vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem. All energianvändning som inte förändras under perioden har viktats med genomsnittliga faktorer medan all förändring av energianvändning har viktats med effektiviseringsfaktorer.

7.5 Känslighetsanalys av scenarier

Scenarierna i kapitel 7 beror av ett antal olika antaganden. För att belysa hur resultatet kan förändras om antagandet av att *marknadsutveckling* av om- och nybyggnation samt effektivisering är felaktigt så har alla scenarier utförts med ett antagande att *energieffektiv utveckling* råder. Vidare har scenarier utförts med en högre takt av nybyggnation och rivning och en lägre takt av ombyggnation. Resultatet visas i Bilaga B och kan sammanfattas med att energieffektiviseringen går snabbare men förhållandet mellan de olika uppvärmningsformerna är desamma som för *marknadsutveckling.*

7.6 Klimatpåverkan från uppvärmning och beredning av varmvatten i lokaler

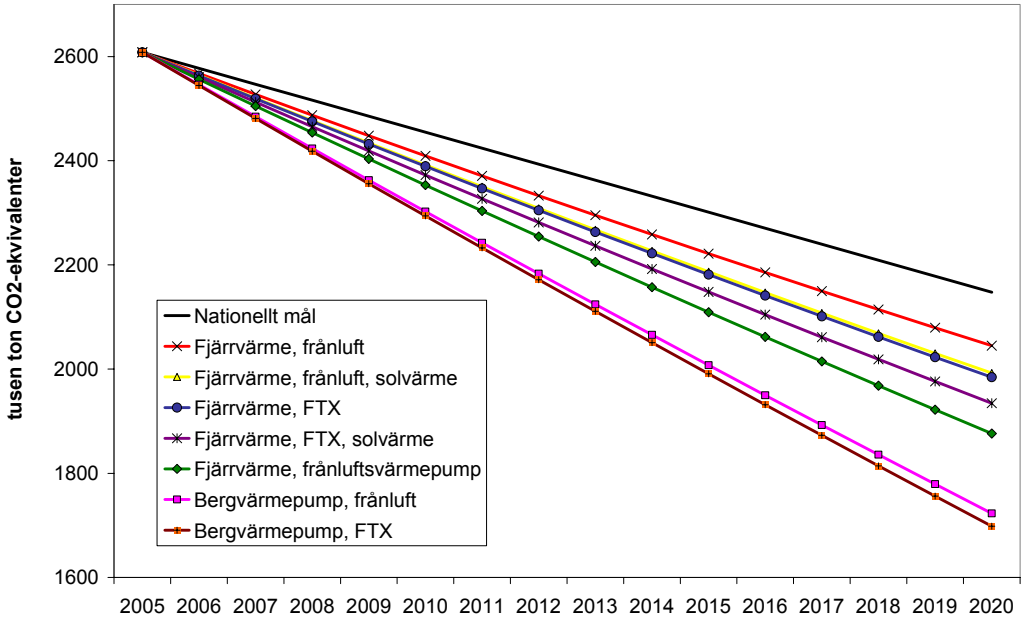
Scenarier där energianvändningens påverkan på växthuseffekten har beräknats utifrån en genomsnittlig användning av alla energislag visas i figur 7.9 och figur 7.10. För el används en systemgräns enligt en geografisk mix (*Svensk el* och *Nordisk el*).



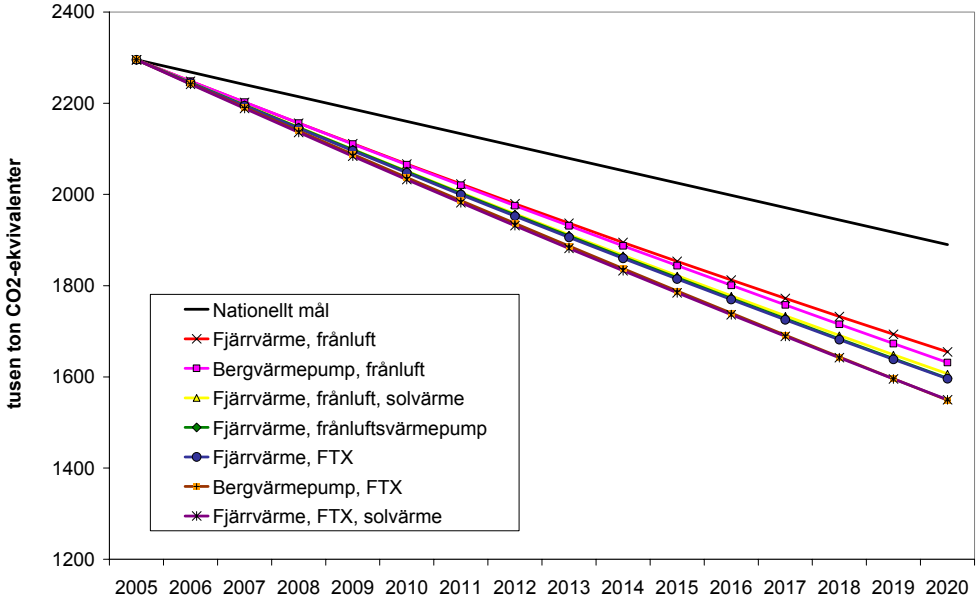
Figur 7.9 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av lokaler. Emissioner av växthusgaser baseras på en genomsnittlig produktion av energislag enligt tabell 7.2. El beskrivs som *Svensk elmix*.

I figur 7.11 till 7.14 visas scenarier där all energianvändning som inte förändras under perioden beräknats med en påverkan på växthuseffekten baserad på en geografisk elmix medan all förändring (rivning, effektivisering,

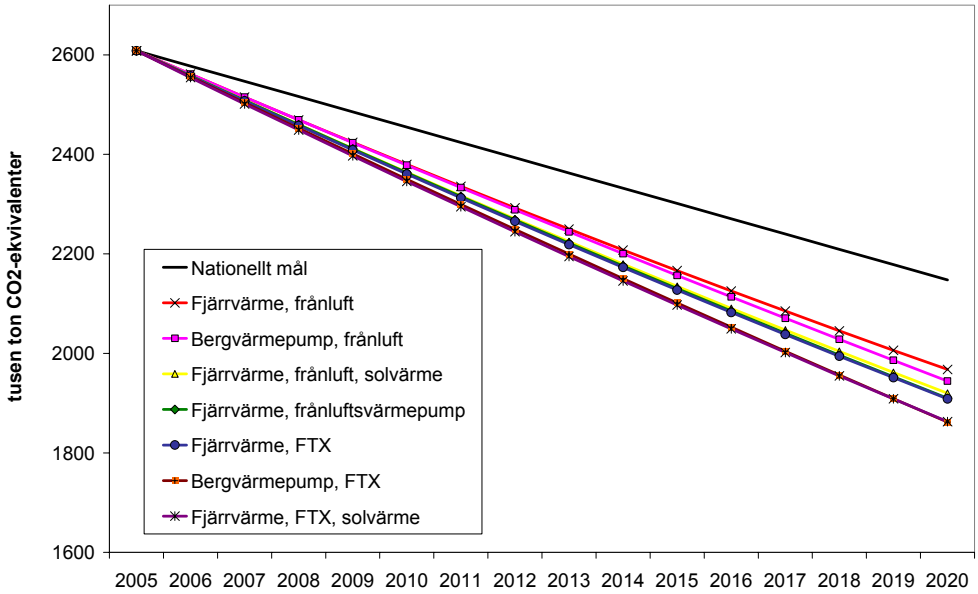
nybyggnation och ombyggnation) har beräknats med *Marginalel 400* och *Marginalel 650*, vilka är tänkta att motsvarar en elproduktion som produceras på ”marginalen”.



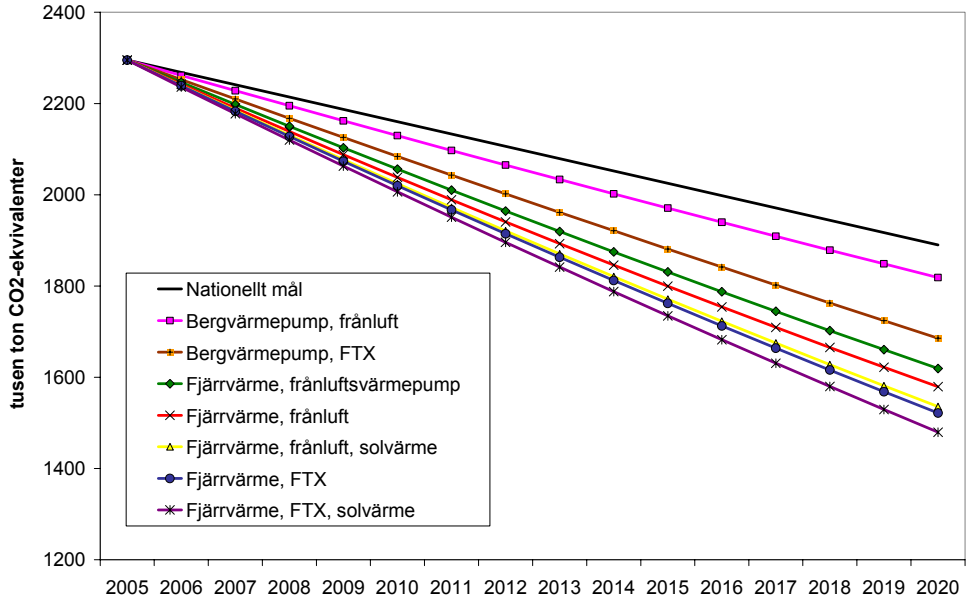
Figur 7.10 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av lokaler. Emissioner av växthusgaser baseras på en genomsnittlig produktion av energislag enligt tabell 7.2. El beskrivs som *Nordisk elmix*.



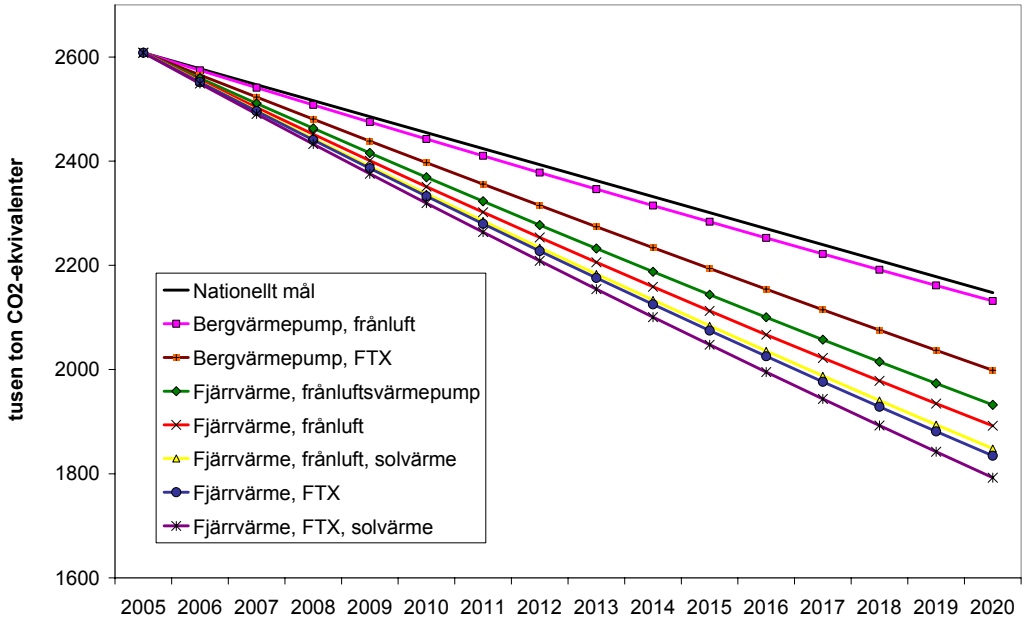
Figur 7.11 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Svensk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.



Figur 7.12 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.



Figur 7.13 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Svensk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.

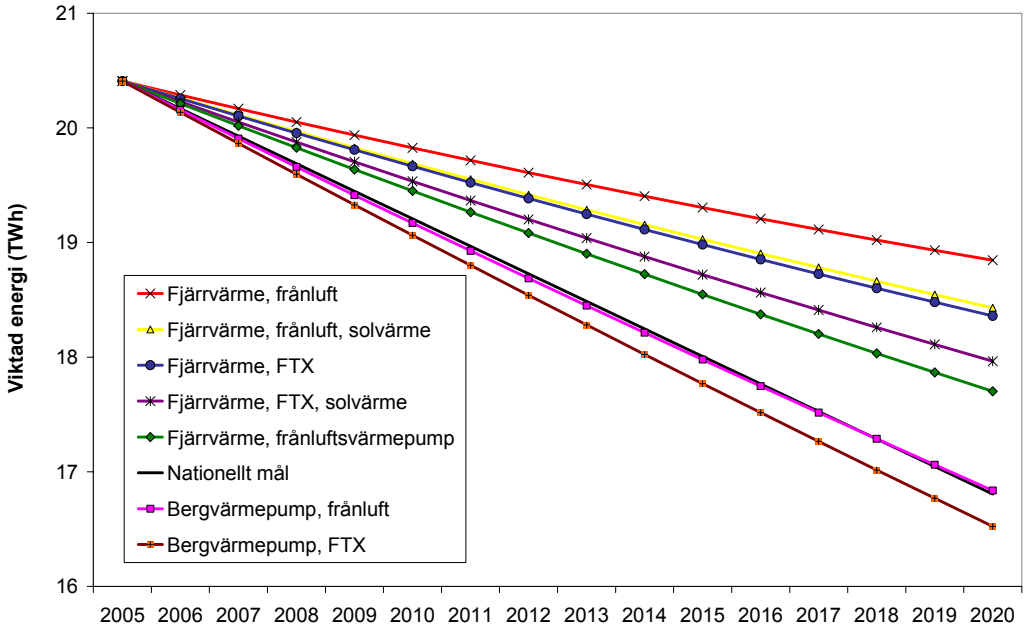


Figur 7.14 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.

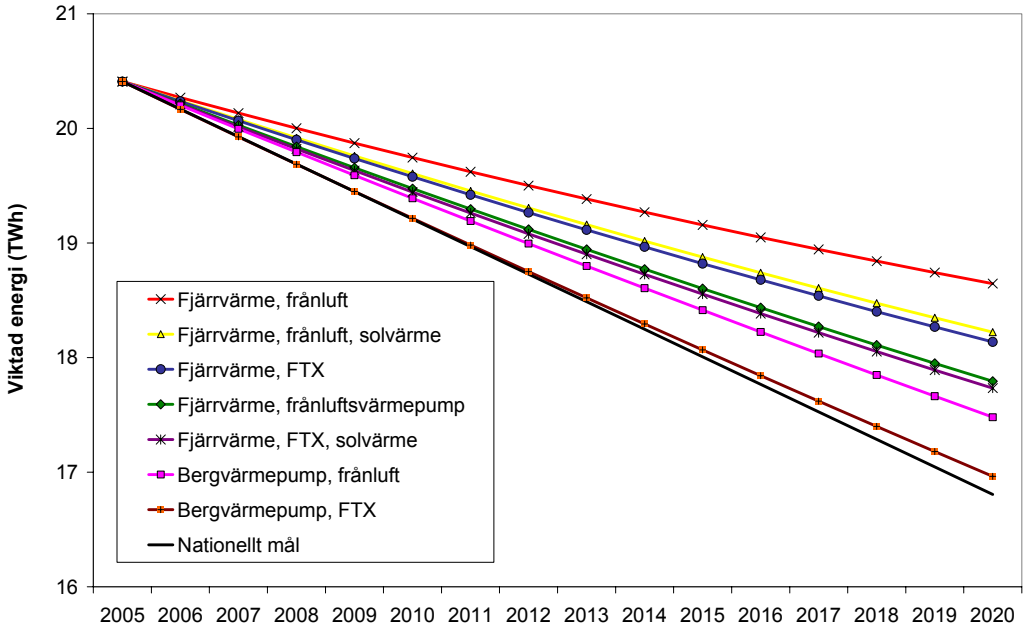
7.7 Användning av naturresurser från uppvärmning och beredning av varmvatten i lokaler

För att uppskatta hur utnyttjandet av naturresurser kan bedömas vid uppvärmning och tappvarmvattenberedning för lokaler har de viktningsfaktorer som presenterats i EnEff-utredningen använts (se tabell 7.3).

I figur 7.15 har all energianvändning viktats med genomsnittliga viktningsfaktorer. I figur 7.16 har all energianvändning som inte förändrats under perioden viktats med genomsnittliga viktningsfaktorer medan den energianvändning som förändras (rivning, effektivisering, nybyggnation och ombyggnation) viktas med effektiviseringsfaktorer.



Figur 7.15 Förändring i form av viktad genomsnittlig energianvändning från år 2005 till 2020 vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem vid samtliga om- och nybyggnationer av lokaler.



Figur 7.16 Förändring i form av viktad energianvändning från år 2005 till 2020 vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem vid samtliga om- och nybyggnationer av lokaler. All energianvändning som inte förändras under perioden har viktats med genomsnittliga faktorer medan all förändring av energianvändning har viktats med effektiviseringsfaktorer.

8 Diskussion

Under projektets genomförande har det konstaterat att det skett en attitydförändring med ökat intresse av energifrågan både hos myndigheter, fastighetsbolag och i byggnadsbranschen samtidigt som de energipolitiska målen stramas åt. Den politiska dagordningen har under hela projektet varit levande med nya utspel och tydliggöranden. Det svenska arbetet med energitjänstedirektivet håller på att slutföras och nya klimatkrav har ställts på den handlande sektorn.

Olika scenarier har genomförts för att kunna belysa framtida grövre uppskattningar av efterfrågenivåer för el och fjärrvärme i flerbostadshus- och lokalsektorn. Uppskattningarna utgår från en intervjustudie av fastighetsägare och byggföretag samt från statistik och goda exempel. De scenarier som gjorts för framtida energieffektivisering har jämförts med de nationella mål som fastställts i ”Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande (Prop. 2005/06: 145)”. (Exakt hur det nationella målet kommer att följas upp är i dagsläget ej fastlagt utan kommer att förtydligas i EnEff-utredningen, 2007.

Arbetet i projektet har utgått från tre olika mål:

- Energieffektivisering
- Klimat
- Resursanvändning

De beräkningar som genomförts visar hur en framtid kan utveckla sig då alla förändringar förutsätts ske till ett visst uppvärmningsalternativ som fjärrvärme eller bergvärmepumpar. Dessa huvudalternativ har också kombinerats med effektiviseringsåtgärder som värmeåtervinning ur frånluften och solvärme. Här kan vi konstatera att ”passiva åtgärder” får en stor inverkan på beräkningsresultaten. Vi har därför valt att diskutera följande frågeställningar som dykt upp under arbetet:

- Värmeåtervinning ur frånluften
- Lastförändringar av effektiviseringsåtgärder
- 2010 – kurvan, - när kan arbetet och åtgärder ta fart.
- Det går långsamt att införa ny teknik
- Koldioxidavskiljning och den handlande sektorn
- Uppvärmning av bebyggelsesektorn kommer att få ta ett stort ansvar
- Effektiviseringsmål kontra klimatmål
- Attitydförändringar
- Solvärme

8.1 Värmeåtervinning ur frånluften, - FTX-ventilation eller frånluftvärmepump

Många flerbostadshus och lokaler saknar godtagbar ventilation liksom effektiv värmeåtervinning ur frånluften. Då värmeåtervinning ur ventilationsluften är en viktig möjlighet för att nå uppställda mål att minska värmeanvändningen i en fastighet måste vi förvänta oss att denna åtgärd kommer att prioriteras. Kommer kraven att skärpas blir det helt nödvändigt att installera värmeåtervinning ur frånluften. Värmeåtervinning kan lösas på två sätt, värmeväxling från frånluft till tilluft (FTX-ventilation) eller frånluftvärmepump.

Installation av en frånluftvärmepump är normalt enklare att åstadkomma eftersom den enbart kräver kanalsystem för byggnadens frånluft medan tilluften kan tas in på flera olika sätt. Många fastigheter har mekanisk frånluft som kan samlas ihop och anslutas till en frånluftsvärmepump. Det finns också en viss trend att komplettera frånluftvärmepumpen med några hål för bergvärme. Att installera frånluftvärmepumpar på större fastigheter börjar bli mer och mer vanligt. För kommersiella fastighetsägare kan denna typ av investering bli lönsam eftersom den både minskar driftkostnaderna och höjer fastighetsvärdet pga. av ökat driftnetto. Det finns kalkyler som uppvisar att fastighetsvärdet ökar lika mycket som kostnaden för installation av en frånluftsvärmepumpsanläggning.

En frånluftvärmepump prioriterar normalt att producera tappvarmvatten varefter den värmer fastighetens värmesystem. För spetslast används fjärrvärme, elvärme eller befintliga olje- och biobränslepannor. En installation av en frånluftvärmepump innebär ofta att fastighetens behov av värme produceras huvudsakligen av frånluftvärmepumpen samtidigt som behovet av stödvärme från annan värmekälla under det varma halvåret blir mycket litet.

Installation av FTX-system är mycket ovanligt som enskild energieffektiviseringsåtgärd eftersom den kräver både till- och frånluftskanaler. Även vid om- och tillbyggnad av flerbostadshus är installation av FTX-ventilation fortfarande ovanligt och orsaken är att det inte finns lämpliga lösningar och produkter för detta område. Få flerbostadshus har naturliga utrymmen för att installera tilluftskanaler vid ombyggnad och här behövs fler innovativa lösningar. I dagsläget har få flerbostadshus FTX-ventilation.

Däremot förekommer det som en naturlig åtgärd vid om- och tillbyggnad inom främst lokalsektorn. I lokalsektorn är det annorlunda då den verksamhet som bedrivs ofta kräver stora luftflöden vilket av ekonomiska skäl gör det ekonomiskt försvarbart med värmeåtervinning. Med FTX-system minskar fastigheten sitt värmebehov under den tid då fastigheten har ett värmebehov. I dagsläget finns FTX-aggregat med upp till 85 % verkningsgrad. En fördel med FTX-system är att tilluftskanaler med filter behövs vilket kan ge en renare inomhusluft.

8.2 Lastförändringar av effektiviseringsåtgärder

De energieffektiviseringsåtgärder som förväntas bli genomförda på kort sikt är:

- Värmeåtervinning ur frånluften med FTX-ventilation
- Värmeåtervinning ur frånluften med frånluftvärmepump
- Inreglering av värmesystem
- Åtgärder på byggnadsskalet som byte av fönster och tilläggsisolering
- Solvärme för tappvarmvatten

Dessa åtgärder kommer att påverka fastighetens värmeeffektbehov på olika sätt. Här finns åtgärder som

- enbart påverkar fastighetens värmebehov och sänker fastighetens effekt- och energibehov,
- påverkar fastighetens tappvarmvattenproduktion och värmebehov som frånluftvärmepumpar,
- enbart påverkar fastighetens tappvarmvattenproduktionen under sommaren som solvärme.

Konsekvensen av installation av en frånluftvärmepump kan bli att fastighetens baslast under hela året produceras med frånluftsvärmepumpen. Den spets som behövs utgörs vanligen av fjärrvärme eller el. En massiv installation av frånluftvärmepumpar innebär att:

- Fjärrvärmebolagen minskar sin volymförsäljning och får en större andel spetsförsäljning, samtidigt som sommarlasten kan få en tydlig nedgång.
- Elbolagen får en tillkommande elförsäljning som är relativt jämn under året. Kan tappa viss volym från de fastigheter som är elvärmda.

Konsekvensen av installation av FTX-ventilation är att fastighetens värmeeffektbehov sjunker. Storleken av effektreduktionen ökar vid lägre utetemperatur. En massiv installation av FTX-system innebär att

- Fjärrvärmebolagen minskar sin volymförsäljning under höst, vinter och vår , samtidigt som behovet av topplast minskar.
- Elbolagen får en tillkommande elförsäljning i form av el till fläktdrift samt ev. en viss ytterliggare försäljning av eftervärme i ventilationsaggregaten. En viss volymtapp sker genom att vissa installationer sker i elvärmda fastigheter.

Installation av solvärme innebär att värmebehovet för tappvarmvatten minskar under det varma halvåret och blir så gott som noll under sommarmånaderna.

Övriga åtgärder på byggnadsskalet som byte av fönster och tilläggsisolering påverkar lastprofilen ungefär som FTX-ventilation.

8.3 Det går långsamt att införa ny teknik

En tillbakablick på hur tillväxten av lågenergihus och passivhus utvecklats visar att det endast byggts några få fastigheter sedan år 2000. Att det gått så långsamt beror delvis på att de som byggt dessa hus behöver tid att smälta sina erfarenheter och utveckla sin egen kompetens, byggmetoder och materialval. Allt för att dessa hus skall få en attraktiv prissättning och förväntad kvalité. Att i detta läge förutsätta att vi skulle kunna förvänta oss att all nyproduktion och ombyggnad skulle kunna ske utifrån lågenergihusstandard verkar inte särskilt troligt. Detta får därför ses som en möjlighet men kanske inte ett realistiskt scenario.

8.4 2010 - kurvan

Vi har i intervjustudien konstaterat att i princip alla arbetar med energifrågan i form av energieffektiviseringsarbete, energieffektivt byggande samt konvertering bort från oljan. Ambitionerna varierar dock något mellan bolagen, men utgår vi från den genomsnittliga intensiteten i arbetet är denna otillräcklig för att nå de politiska målen.

Då det redan gått några år sedan starten 2005 bör vi flytta fram starttidpunkten då våra scenarier kan börja verka fullt ut. Vi är i verkligheten säkert framme vid år 2010 innan det går att läsa av de effekter som vi prognostiserat. För det scenario som innebär kraftig energieffektivisering - dvs. att allt görs enligt lågenergihusstandard, krävs säkert ytterligare ett antal år. Troligtvis har vi passerat år 2020.

8.5 Koldioxidavskiljning och den handlande sektorn

Vi kan konstatera att det i dagsläget satsas stora forsknings- och utvecklingsresurser på koldioxidavskiljning för de fossileldade elproduktionsanläggningarna. Pilotanläggningar finns för några olika tekniker och exempelvis Vattenfall håller på att uppföra sin pilot med CCS-teknik i Tyskland. Konsekvensen av hur väl dessa tekniker utfaller har projektet inte tagit höjd för utan vi kan bara konstaterar att detta på ett påtagligt sätt kan förändra bilden och värderingar av klimatpåverkan från elproduktion. Om koldioxidavskiljningen kan realiseras till de idag diskuterade nivåerna på avskiljning så kommer utsläppen från de fossileldade nya anläggningarna troligen att högst motsvara den nivå som motsvaras av de genomsnittliga utsläppen från Nordisk elmix.

EU har också tydliggjort att man kommer att minska tillgången på utsläppsrätter med ca 1,7 % per år fram till 2020. Konsekvenserna av detta håller på att tydliggöras i ett annat Elforsk projekt ” Marginalel del 2 ”. Resultat föreligger dock i dagsläget inte från detta projekt.

8.6 Uppvärmning kommer att behöva ta ett stort ansvar

I intervjustudien anser de intervjuade personerna det som svårt att spara el och betydligt lättare att spara på värmesidan. Projektet har också konstaterat att t.ex. användningen av hushållsel fortsätter att öka trots den massiva satsningen på energisnåla produkter. Potentialen att minska fastighetsel verkar vara begränsad medan det för verksamhetsel bedöms finnas viss potential inom lokalsektorn.

Skall sektorerna flerbostadshus och lokaler ta sitt ansvar för energisparmålen kommer därför värmesidan att behöva ta ett stort ansvar, vilket också medför att den palett av åtgärder som är tillgängliga också behöver användas. Stora och ekonomiskt tunga åtgärder som byte av fönster och installation av att FTX-ventilation måste genomföras. För att skapa tillräckliga drivkrafter behövs säkert starka styrmedel.

8.7 Effektiviseringsmål kontra klimatmål

De analyser som genomförts visar att det är betydligt svårare att nå effektiviseringsmålet än klimat- och resursanvändningsmålet. Att det går snabbare att nå klimat- och resursanvändingsmålen beror främst på att det fortfarande används en hel del oljeuppvärmning både i flerbostadshus- och lokalsektorn.

8.8 Attitydförändringar

Vi har under projektets gång kunnat avläsa en överraskande positiv attityd till energieffektivisering. Vi har också konstaterat att många fastighetsbolag har fört upp frågan till styrelserummen där styrelsen beslutat om nivån på deras effektiviseringsprogram och att byggföretag beslutat att de skall bygga bättre än vad byggnormen anger. Här har vi sett att de planerar att nybyggda fastigheter endast skall förbruka 75 kWh/m^2 eller 90 kWh/m^2 för uppvärmning, beredning av varmvatten och driftel. Orsaken som anges är bl.a. ”att bygga nya fastigheter motsvarande BBR-kraven är varken ett marknadsförings eller ett försäljningsargument eftersom alla gör detta”.

8.9 Solvärme

Energi från sol, vind och vatten har av EU förts fram som viktiga framtida energislag. Solvärme har också stöttats under flera perioder via olika typer av styrmedel som direkta bidrag, vilket gjort att det skapats en liten marknad för denna produkt. Dagens marknad präglas dock av mindre anläggningar som riktas mot småhus. Denna stimulans har underhållit denna bransch så att vi idag fortfarande har en viss solvärmemarknad. Solvärme bedöms dock kunna bli en av de åtgärder som kommer att lyftas fram och troligtvis stöttas med styrmedel. Om solvärmeanläggningen placeras på fastigheten kan den minska byggnadens specifika energianvändning som ställs som krav vid

nybyggnation. Energitillförseln är då är nom byggnadens systemgränsen och inkluderas inte i specifik energianvändning. Därmed kan solvärme ge en viss påverkan på bakomliggande energisystemen som fjärrvärme och har därför tagits med i projektets analyser.

Solvärme har egenskapen att den verkar fullt ut under sommaren och mindre under höst och vår varför den ibland konkurrerar med billig fjärrvärmeenergi som sopförbränning och spillvärme. Detta kan naturligtvis motverkas genom differentierade fjärrvärmetaxor olika årstider vilket minskar lönsamheten av att bygga solvärmeanläggningar.

9 Fortsatt arbete

I projektet har olika scenarier skapats för att kunna belysa framtida grövre uppskattningar av efterfrågenivåer för el och fjärrvärme i flerbostadshus- och lokalsektorn. Scenarierna utgår från underlag från:

- statistik om hur byggnadssektorns energianvändning ser ut idag
- intervjuer med fastighetsägare och byggföretag för att få ett marknadsperspektiv på hur arbetet med energianvändning ser ut idag, samt hur och varför och i vilken hastighet det kan komma att förändras.
- goda exempel på nya byggnader och renovering av äldre byggnader för att belysa vad som är möjligt att göra
- uppskattningar vad nya BBR kan innebära från praxis och beräkningar

Under projektet har det visat sig dels att det inte alltid finns bra statistiskt underlag att tillgå och dels har vissa frågeställningar inte kunnat undersökas tillräckligt inom projektet men de har visat sig vara så intressanta att de bör följas upp i fortsatta projekt. Följande har särskilt belysts:

- Förändring i användning av hushålls-, verksamhets- och fastighetsel
- Analys av olika lokalkategorier
- Framtida teknik och efterfrågan på klimatkyla
- Utveckling för införande av värmeåtervinning ur frånluften
- Bemötande av kunder i ett energieffektiviseringsperspektiv
- Användarvänligt program för scenarier

9.1 Förändring i användning av hushålls-, verksamhets- och fastighetsel

För effektiviseringsmålet har uppskattningar av en framtida energianvändning delats upp i:

- hushållsel, fastighetsel och uppvärmning i flerbostadshus
- verksamhetsel, fastighetsel och uppvärmning för lokaler.

Uppskattningarna beskriver en förändring utifrån användningen år 2005 och har gjorts med olika nivåer på energieffektivisering vid både ny- och ombyggnation samt i det befintliga beståndet. De nivåer av energieffektivisering som antas i scenarierna är beroende av god kunskap om hur energianvändningen av olika delposter ser ut idag.

När det gäller fastighets-, verksamhets- och hushållsel så saknas idag god kunskap om hur denna elanvändning verkligen används. Det är därför svårt att göra bra scenarier om hur denna elanvändning skulle kunna förbättras. I

dagsläget finns flera pågående projekt med målsättning att förbättra denna statistik. När det finns bättre underlag av statistik skulle dessa elanvändingsposter kunna studeras djupare för att ge underlag av effekten av olika effektiviseringar och dels genom beteendeanalyser av hur och varför en eleffektivisering skulle komma till stånd.

9.2 Analys av olika lokalkategorier

Lokalsektorn består av många olika byggnadskategorier och för att göra en bättre uppskattning av en framtida energianvändning (verksamhetsel, fastighetsel och energi till uppvärmning) bör mer detaljerade uppskattningar göras för var byggnadskategori för sig innan en sammanlagd uppskattning görs. Även här finns projekt som pågår för att förbättra dagens statistik av energianvändning i olika byggnadskategorier (t.ex. STIL-studien). Det vore dessutom önskvärt att få ett bättre statistiskt underlag av antal ny- och ombyggnationer för olika lokalkategorier. Bättre statistiskt underlag för olika lokalkategorier skulle ge mer säkerställda scenarier om en framtida energianvändning inom sektorn.

9.3 Framtida teknik och efterfrågan på klimatkyla

I föreliggande projekt har pga. av prioriteringsskäl inte klimatkyla studerats närmare. Behovet av och tillväxten av klimatkyla både som komfortkyla och processkyla kan påverka branschen under främst den varma årstiden. Här vore det intressant att identifiera trender, tillväxt och framtida behov samt hur marknaden förändras utifrån produktionssidan -fjärrkyla, kompressorkyla, frikyla m.m. Dessa frågor behandlas i ett pågående EFFSYS/Elforsk projekt.

9.4 Utveckling för införande av värmeåtervinning på frånluften

För miljömålen i form av minskad påverkan på växthuseffekten och minskad resursanvändning har uppskattningar av en framtida energianvändning delats upp i:

- uppvärmning i flerbostadshus och
- uppvärmning för lokaler,

där scenarier gjorts utifrån en utveckling av konvertering mot olika uppvärmningsalternativ.

Resultaten visar att en utveckling mot någon form av värmeåtervinning i frånluften (antingen genom FTX eller frånluftsvärmepump) är sannolik.

Här behöver vi belysa vilka konsekvenser och vad det kan innebära i detalj för energibranschen i form av efterfrågenivåer vid olika tidpunkter på året och för samhället i form av förändrad miljöpåverkan. Dessutom behövs en utveckling

av lämpliga lösningar och FTX-produkter främst mot flerbostadshusen. Denna bör ha en bred sammansättning då många är berörda.

9.5 Bemötande av kunder i ett energieffektiviseringsperspektiv

Förutom en förväntad ökad installation av värmeåtervinning ur frånluften kan det i ett kundperspektiv bli intressant att installera solvärme. Ett projekt som undersöker hur fjärrvärmebranschen kan påverkas och hur det går att förbereda sig genom att titta över taxesättningsprinciper och energieffektiviseringshjälp är därför angeläget. Orsaken är att det är viktigt att förstå hur slutkunden resonerar innan en stor investering i till exempel frånluftsvärmepump eller solvärmeanläggning görs för att behålla en fortsatt bra kundrelation. Om fjärrvärmetaxan sänks på sommaren efter det att slutkunden redan har gjort sin investering så kan det innebära att slutkundens investering inte blir lönsam varför kunden i stället borde ha valt ett annat investeringsalternativ.

Det kan också vara viktigt att förekomma med en bra prissättningsmodell eftersom konkurrensen om baslasten kommer att öka. I orter med avfallsförbränning måste till exempel hänsyn tas till förbud mot deponi av avfall

9.6 Användarvänligt program för scenarier

De scenarier som utförts i projektet är beroende av flera antaganden om till exempel rivnings-, ny och ombyggnadstakt, effektiviseringsgrad m.m. Dessutom har studien visat att branschen reagerar långsamt vilket gör att effektiviseringen kan behöva accelereras för att målen skall nås. För att lätt kunna göra nya scenarier efter förändrade förutsättningar skulle de Excel-verktyg som utvecklats i projektet kunna göra som till ett användarvänligt program där indataparametrar lätt kan ändras.

10 Referenser

Abel Enno, Elmroth Arne, 2007, ”Energieffektivisering i bostäder och lokaler – Hur man kan tänka”, OH-presentation, 23 maj 2207 i Göteborg annordnad av Swegon Air Academy.

Andersson, 2007, Personlig kommunikation med Per Andersson, Älvstranden Utveckling och LCC-beräkningar för Hamnhuset av Staffan Bolminger, Älvstranden Utveckling AB.

BBR, 2006, BBR, Regelsamling för byggande. Boverkets byggregler BFS 1993:57 med ändringar till och med 2006:22.

Bennich Peter, 2007, ”Mätning av hushållsel i 400 bostäder”, OH-presemtation, Hearing om energianvändning i bebyggelse, 9 november 2007 anordnad av Energimyndigheten.

Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2007, BO01SA0701, ISSN 1654-0921, ISBN 978-91-618-1361-2, Statistiska Centralbyrån.

Boverket, 2006 ”Samlingsdokument –referensvärden, Underlagsrapport för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler”, ISBN: 91-7147-959-7, Boverket, Karlskrona, december 2006.

BVF, §10, SFS 1994:1215, Förordning om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. , BVF, (2005:152), Boverket.

Dalenbäck, JO., Göransson, A., Jagemar, L., Nilson, A., Olsson, D., Pettersson, B. 2005, ”Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelse”, Report CEC 205:1, ISSN: 1653-3569, Chalmers EnergiCentrum (CEC).

Dalenbäck, 2007. Personlig kommunikation med Jan-Olof Dalenbäck, bitr. professor i installationsteknik, Institutionen för energi och miljö, Chalmers tekniska högskola och artikel i Energi & Miljö, nr 1, januari 2006, s. 53-55.

Energiläget, 2006, ET 2006: 43, Statens energimyndighet.

Energiindikatorer, 2007, ”Energiindikatorer 2007, -Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål”, ET 2007:30, Statens energimyndighet.

Enmark, 2007, Personlig kommunikation med Mats Enmark, KBAB, Karlstads Bostads AB och OH-presentation vid Fastighetsbranschens Energidag 2005.

ET 2007:50, ”Energiläget i siffror 2007”, Statens energimyndighet.

Elmroth, Arne, 2005, ”Stora förändringar i BBR av kraven på energihushållning”, OH-presentation, Produktdagarna TMF/STR i samarbete med SP, november 2005.

Elmroth, Arne, 2006, ”Energieffektivisering –en uymaning för byggsektorn”, OH-presentation, Energirådgivarnas kongress, april 2006.

EnEff-utredningen, 2007, N/M 2006:06, ”Utredning av genomförandet av direktiv om effektiv slutanvändning av energi och av energitjänster”, OH-presentation av Agneta Persson, Elforskdagen 2007, 25 oktober.

ER 2007:11, ”Energianvändning & innemiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik, STIL 2”, Ett samarbete mellan Boverket och Energimyndigheten, ISSN 1403-1892, Statens energimyndighet.

ER 2007:34, ”Förbättrad energistatistik för lokaler –Stegvis STIL”, Rapport för år 1, Inventering av kontor och förvaltningsbyggnader, ISSN 1403-1892, Statens energimyndighet.

FEBY, 2007, ”Marknadsöversikt av passivhus och lågenergihus i Sverige 2007 – ökande efterfrågan på energieffektivt boende och energieffektiva produkter”, Forum För Energieffektiva Byggnader, Remissversion, September, 2007.

Gullberg Monika, Öfverholm Egil, Bengtsson Magnus, 2007, ” Går det att energieffektivisera lokaler utan att försämra innemiljön?”, OH-presemtation, Hearing om energianvändning i bebyggelse, 9 november 2007 anordnad av Energimyndigheten.

Gustafsson och Gräslund, 2008, personlig kommunikation med Mikael Gustafsson Svensk Fjärrvärme och Jonas Gräslund Skanska.

Göransson, 2007, Personlig kommunikation med Börje Göransson, Finnvedsbostäder och information på http://www.oxtorget.se.

Henriksson, KÅ., Kellner, J. ”Energistatistik för bostadshus i Stockholm stad uppförda 1995-2002. Mätperiod 1 april till 30 mars”, Opublicerad rapport, 2005.

Henriksson, Kjell-Åke, 2006, ”Nya BBR –Energikloka hus?”, OH-serie, Energipuls 13 september 2006.
Hjortheimer, 2007, Personlig kommunikation med Guido Hjortheimer, Fabs AB, Alingsås.

Lagerqvist Knut-Olof, 2007, ”Energieffektivisering i bostäder och lokaler –Hur man kan göra”, OH-presentation, 23 maj 2207 i Göteborg annordnad av Swegon Air Academy.

Lepik, 2007, Personlig kommunikation med Tomas Lepik, Bostads AB Poseidon.

Levin Per, Blomsterberg Åke, Wahlström Åsa, Gräslund Åsa, 2007, ”Indata för energiberäkningar i kontor och småhus, -En sammanställning av brukarrelaterade indata för elanvändning, personvärme och tappvarmvatten”, ISBN: 978-91-85751-65-5, Diarienummer: 1271-2010/2006. Boverket, Karlskrona, oktober **2007**.

Nilsson, Annika, 2003, ”Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö”, ISSN 0349-4950, Licentiatavhandling, Rapport TVBH-3045 Lunds Tekniska Högskola.

Odegren, 2007, Personlig kommunikation med Ing-Marie Odegren, Alingsåshem och information på www.alingsashem.se.

Ociansson, 2007, Personlig kommunikation med Willy Ociansso, KBAB, Karlstads Bostads AB och rapport med material.

Piska och Morot, 2005, ”Piska och morot, Boverkets utredning om styrmedel för energieffektivisering i byggnader”, ISBN: 91-7147-928-7, Boverket, Karlskrona.

Regeringens Proposition 2005/06: 145, ”Nationellt program för energieffektivisering och energismart byggande”, Harpsund 16 mars 2006.

SCB bygglov, 2007. ” Byggande: Ny- och ombyggnad av bostadshus och nybyggnad av lokalhus 1:a – 3:e kvartalet 2007”, Statistiska medelanden BO 14 SM 0704, ISSN 0085-6991, Statistiska Centralbyrån.

SCB, 2006, ”Energistatistik för flerbostadshus 2005”, Statistiska medelanden EN 16 SM 0602, ISSB 1404-5869, Statistiska Centralbyrån.

SCB, 2006, ”Energistatistik för lokaler 2005”, Statistiska medelanden EN 16 SM 0603, ISSB 1404-5869, Statistiska Centralbyrån.

SCB, 2007, ”Energistatistik för flerbostadshus 2006”, Statistiska medelanden EN 16 SM 0702, ISSB 1404-5869, Statistiska Centralbyrån.

SCB, 2007, ”Energistatistik för lokaler 2006”, Statistiska medelanden EN 16 SM 0703, ISSB 1404-5869, Statistiska Centralbyrån.

Sköldeberg Håkan, Unger Thomas, Olofsson Mattias, 2006, ”Marginalel och miljövärdering av el”, Elforsk rapport 06:52, Elforsk.

Svensk fjärrvärme, 2007, ”Fjärrvärme och kraftvärmestatistik 2005, 2004, 2003 och 2002”.

STIL, 1994, ”Lokalerna och energihushållningen”, Rapport från STIL-studien inom uppdrag 2000, Juni 1992, Tryckning nr 2, 1994, Vattenfall AB.

Ruud Svein, 2008, ”Beräkningshjälpmedel för energianvändning i nybyggda småhus”, TMF-program för energianvändning, version 1-3.xls, Trä och Möbelindustriförbundet.

Söderling, 2007. Personlig kommunikation med Hans Söderling, NCC och Broschyr GreenBuilding – EU:s energimärkning för lokaler, Fastighetsägarna.

Tirén, 2007, Personlig kommunikation med Lars Tirén, Eksta Bostads AB.

Värmefors, 2007. Personlig kommunikation med Peter Värmefors Hyresbostäder i Växjö AB.

Wahlström Åsa, Olsson-Johnsson Agneta, Ekberg Lars, 2001, “Miljöpåverkan från byggnaders uppvärmningssystem”, ISBN 91-7848-824-9, ISSN 1650-1489, *En rapport från EFFEKTIV 2000:01*.

Wahlström Åsa, 2007, ”EFFem-kalkyl, Miljöbedömning av byggnaders uppvärmningsystem”, Internet-verktyg, www.effektiv.org/miljobel.

Wahlström Åsa, 2008, ”Livscykelanalys ur CO_2-perspektiv. Klimatneutral fjärrvärem”, OH-presentation, Omvärldsdagen den 9 januari 2008 anordnad av Svensk Fjärrvärme.

Warfvinge Catarina, 2007. ”Kv Jöns Ols i Lund – energisnålt och lönsamt flerfamiljshus med konventionell teknik”, Pnr 12809-1 Statens energimyndighet, Rapport från WSP Environmental Byggnadsfysik.

Bilaga A. Frågeformulär

Energianvändning i flerbostadshus och lokaler

-Idag och imorgon

Målgrupp: Fastighetsägare / fastighetsförvaltare
Datum:

Ägare, roller och miljöarbete

1.1 Vilken är fastighetsföretagets bolagsform?

1.2 Är företaget både ägare, förvaltare och byggherrar?

1.3 Har företaget både flerbostadshus och lokaler?

1.4 Hur många fastigheter (eller BOA, LOA) har företaget?

1.5 Sker förvaltning i egen regi eller hyrs fastigheten med varmhyra?

1.6 Är det tydligt vem som har ansvaret för energieffektiviseringsåtgärder?

1.5 Hur stor roll har energianvändning och dess effektivisering i företaget? Har miljöarbete en stor roll och hur ser energianvändningens fokus ut i förhållande till miljöarbete?

1.6 Finns policy och/eller målsättning med avsatt budget och tid för energiarbete?

Åtgärder

2.1 Ange de tre till fem viktigaste åtgärderna för energieffektivisering i era fastigheter?
-På kort sikt-
-På lång sikt

2.2 Har ni idag redan en handlingsplan på hur ni ska minska energianvändningen?
-på kort sikt, dvs med ringa investering
-på lång sikt, dvs med större investeringar
Vad räknar ni med att uppnå för minskningar?

2.3 Vad kan du som aktör göra för att minska energianvändningen med 1 % årligen?

2.4 Har ni beslut för om ni ska införa individuell eller kollektiv mätning av energianvändning? Vilken är trenden?

2.5 Anser ni att energianvändningen kan påverkas genom individuell mätning och debitering?

2.6 Hur vanligt är det idag med centralt inköp av hushållsel i flerbostadshus där fastighetsägaren fördelar räkningen på boende med hjälp av undermätare? Vad är trenden för centralt inköp?

2.7 Finns enkla energibesparingar att göra genom information till boende om ett energieffektivt beteende t.ex vid vädring? Fungerar informationen?

Framtidsaspekter

3.1 Ser ni en trend av att verksamhet/hushållselen ökar fastän ni har installerat fler energieffektiva apparater?

3.2 Ser ni en trend av att fastighetsel ökar eller minskar pga av fler energieffektiva apparater och belysning eller med mer krävande komfort med hissar etc?

3.3 Ser ni en ökad efterfrågan på komfortkyla?
- Vilket segment av kunder kräver det?
- Vilken kostnadsbild kan man tänka sig?
- Är det en standard som kan göra uthyrningen mer attraktiv?
- Vilken teknik ser ni som mest fördelaktig för komfortkyla i era fastigheter
    - bättre isolering och nattkylning,
    - fjärrkyla
    - klimatanläggningar

Drivkrafter

4.1 Hur ser fastighetsägarna på energiföretagens roll vid effektivisering?

4.2 Tror du att direktivet om deklarering av byggnaders energiprestanda och andra frivilliga påtryckningsmedel kommer att leda till att energieffektiviserings-åtgärder faktiskt genomförs?

4.3 Finns det tryck från myndigheter / samhället att byggnader skall vara energieffektiva?

4.4 Finns morötter, liknande de enkla bidragen som ges för småhus, för att lokaler och flerbostadshus skall göra

energieffektiviseringar och hur stora måste de vara för att bli intressanta?

4.5 Finns det tryck från slutkunden att byggnader skall vara energieffektiva?

4.6 Lägger ni värderingar mellan till exempel el eller värme i beslutsprocesser och konvertering till förnybar energi?

4.7 Finns policy att energifrågor skall övervägas och värderas i samband med andra renoveringar? Görs det?

Nybyggnad

5.1 Projekteras byggnadens klimatskärm tillsammans med val av energiförsörjningssystem och kan det därmed bli stora skillnader mellan nya byggnaders klimatskärm?

5.2 Beaktas livscykelkostnad av energianvändning vid projekteringen, dvs att en ökad investeringskostnad kan leda till en lägre energikostnad i drift?

5.3 Beaktas att en byggnad som har en låg energianvändning kan ha ett ökat marknadsvärde?

5.4 Är tidigare goda exempel viktiga för att ni ska våga satsa på för er obeprövad teknik?

5.5 Är det viktigt för er marknadsföring att visa på att ni går före när det gäller energi- och miljöfrågor?

5.6 Har ni i beslutsprocessen med aspekter på en hållbar utveckling och värderar ni olika energilösningar utifrån detta begrepp?

Övrigt

6.1 När ni gör större effektiviseringar vid t.ex. byte av värmesystem värderar ni då aspekter som att ha ett eget engagemang i energitillförseln genom eget ägnade och därmed ha en begränsad kontroll av byggnadens framtida energipris?

6.2 Föredrar ni att energibolaget eller någon mellanaktör tar på sig ägande, ansvar och skötsel av värmesystemet med risk att framtida energipris inte kommer att följa marknadspriset?

6.3 Finns fördelar med att vara frikopplad från samhällets energinät?

6.4 Ser ni ett framtida intresse i företaget att bli delvis självförsörjande med att ha egna till exempel mikrokraftverk?

6.5 Vilken expertis kontaktar ni när ni behöver hjälp med energieffektivisering?

6.6 Tror ni att det framtida energipriset kommer att bli så högt att energikostnaden har betydelse i jämförelse med andra fastighetskostnader?

6.7 Hur kommuniceras energiarbete till hyresgäster och allmänheten?

6.8 Finns det något som du skulle vilja lägga till?

Tackar för din medverkan!

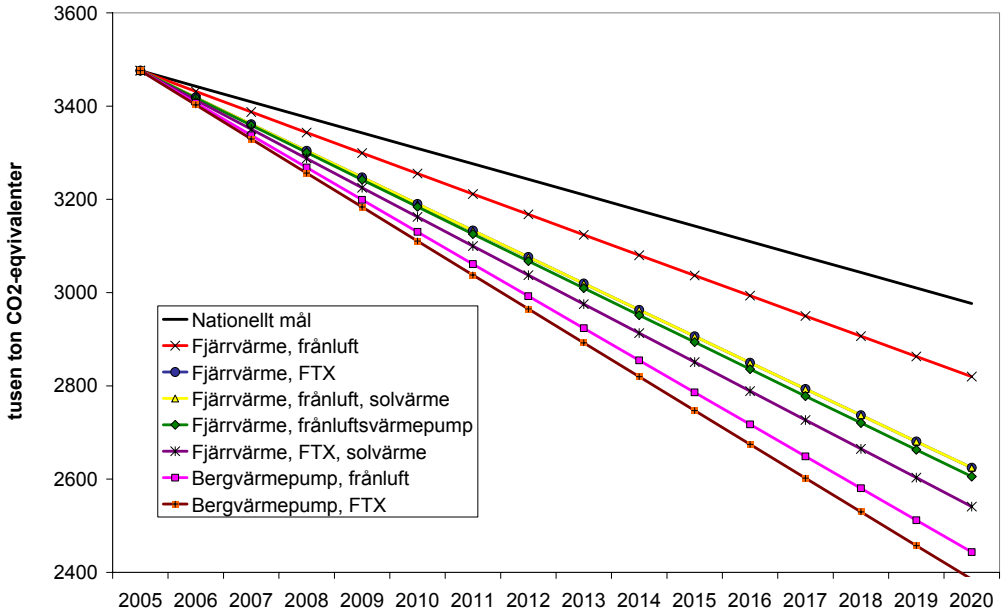
Bilaga B. Känslighetsanalys av scenarier

Scenarierna i kapitel 7 beror av ett antal olika antaganden. För att belysa hur resultatet kan förändras om antagandet av att *marknadsutveckling* av om- och nybyggnation samt effektivisering är felaktigt så har alla scenarier utförts med ett antagande att *energieffektiv utveckling* råder. Förutsättningarna vid scenarierna är desamma som för kapitel 7.3 och 7.4 förutom att byggnaderna byggs med en teknisk standard som har ett betydligt mindre energibehov.

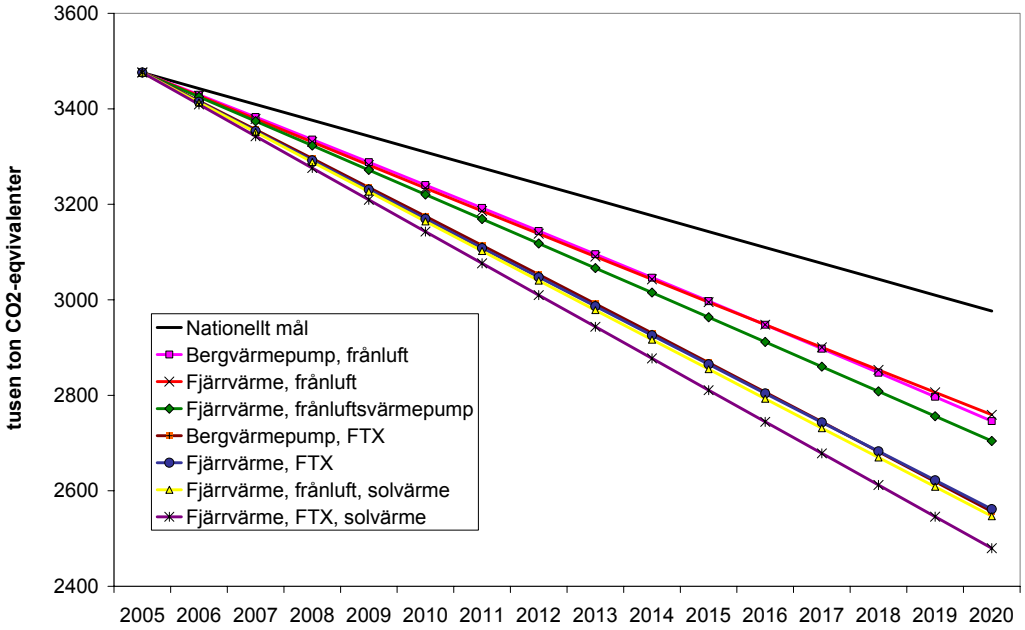
Energianvändning av el och fjärrvärme har beräknats för ett standardfall av flerbostadshus med en modifierad version av det så kallade TMF-beräkningsprogrammet (Ruud, 2008) liksom i kapitel 7 men med en genomsnittlig värmegenomgångskoefficient på 0,25 W/(K, m^2). I tabell B.1 visas de beräknade energianvändningarna för de olika alternativen. Resultaten visas i figur B.1 till B.4.

Tabell B.1 Energianvändning av el och fjärrvärme i flerbostadshus med olika uppvärmningsalternativ beräknat med en modifierad version av TMF-programmet (Ruud, 2008).

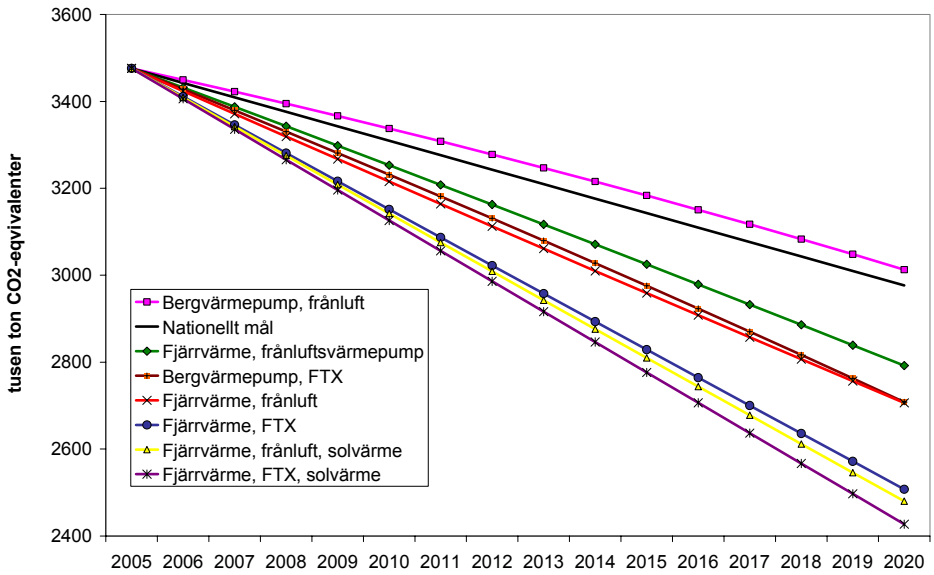
Energisystem	**Värmeanvändning (kWh/m^2)**	**Elanvändning (kWh/m^2)**	**Totalt (kWh/m^2)**
Fjärrvärme och frånluftsventilation	108	5	113
Fjärrvärme och frånluft/ tilluftsventilation (FTX)	69	7	76
Fjärrvärme och frånluftsvärmepump	51	21	72
Bergvärmepump och frånluftsventilation		40	40
Bergvärmepump och FTX		30	30
Fjärrvärme, frånluftsventilation och solvärme	70	7	77
Fjärrvärme frånluft/ tilluftsventilation (FTX) och solvärme	52	9	61



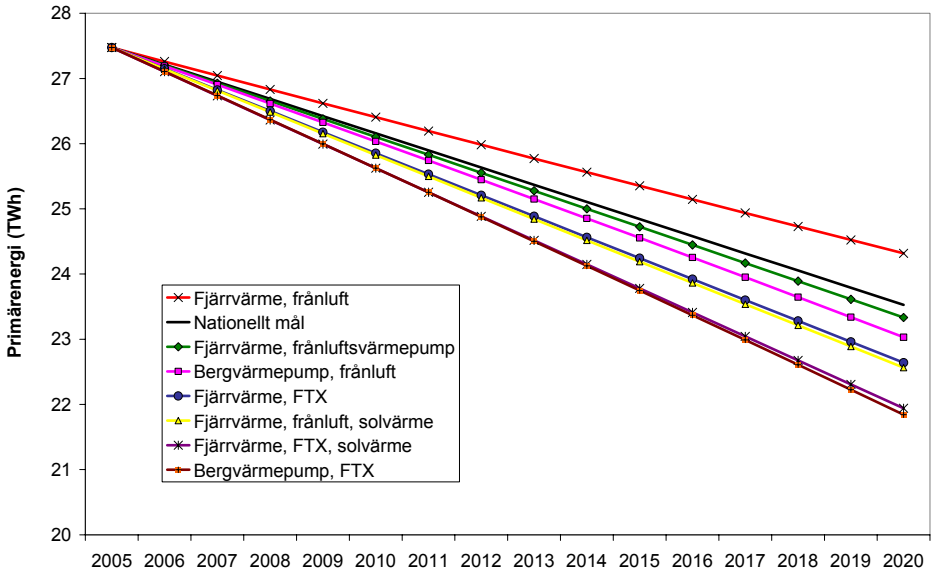
Figur B.1 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med en energieffektiv utveckling. El beskrivs som *Nordisk elmix*



Figur B.2 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med en energieffektiv utveckling. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.

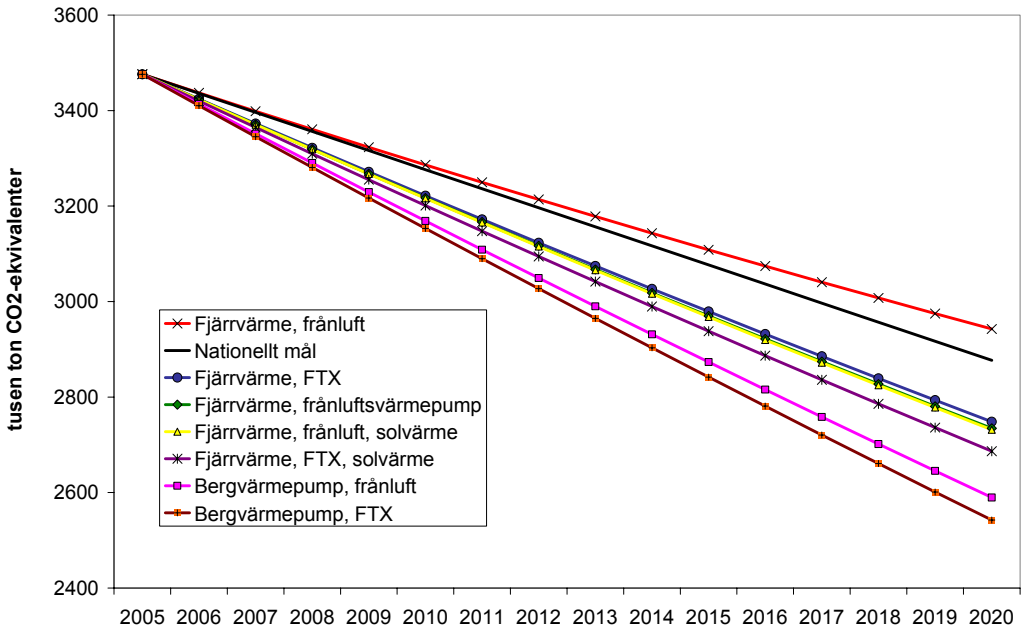


Figur B.3 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med en energieffektiv utveckling. Emissioner av växthusgaser beskrivs som *Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.

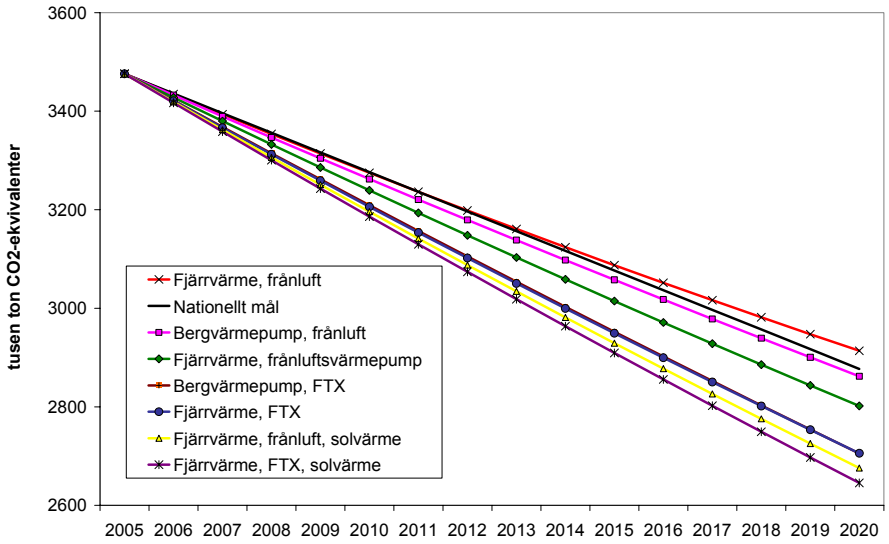


Figur B.4 Förändring i form av viktad energianvändning vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med en energieffektiv utveckling. All energianvändning som inte förändras under perioden har viktats med genomsnittliga faktorer medan all förändring av energianvändning har viktats med effektiviseringsfaktorer.

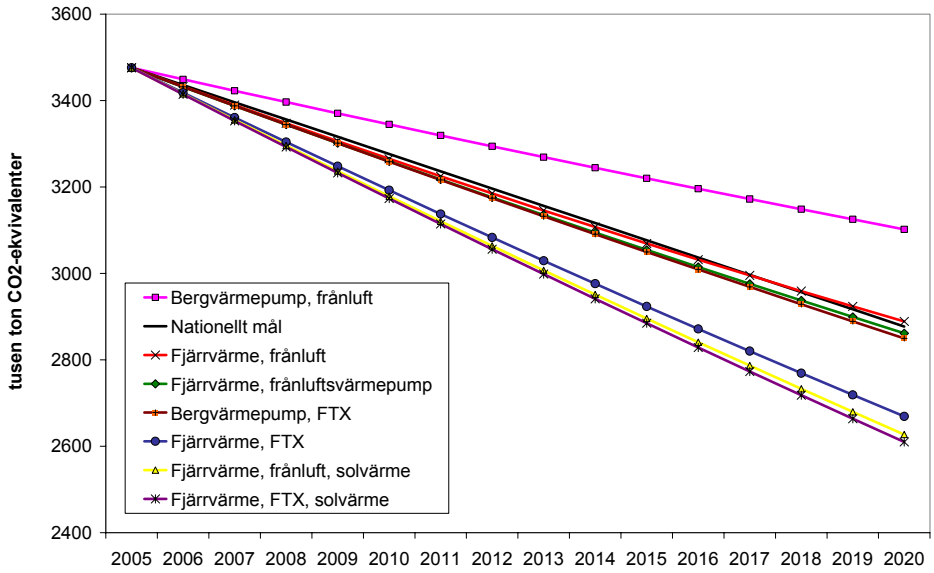
Vidare har scenarier utförts med en högre takt av nybyggnation och rivning och en lägre takt av ombyggnation. Förutsättningarna vid scenarierna är desamma som för kapitel 7.3 och 7.4 förutom att ombyggnadstakten har halverats till att vara 0,65% av den totala flerbostadshusarean, rivningen sker i högre takt med 0,5% av den totala flerbostadshusarean och nybyggnationen sker i en snabbare takt med en utbyggnad av 1,3 miljoner m^2 per år. Den totala flerbostadshusarean ökar då från 178 miljoner m^2 år 2005 till 184 miljoner m^2 år 2020. Resultatet visas i figur B.5 till B.8.



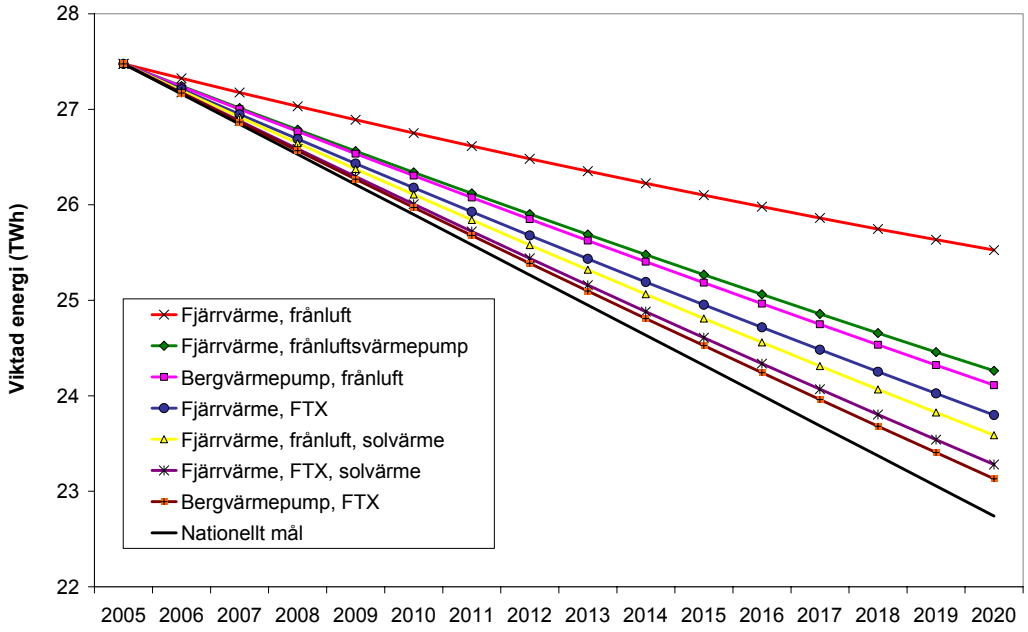
Figur B.5 Förändring av emissioner av växthusgaser från år 2005 till 2020 för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med ökad rivnings och nybyggnadstakt och minskad ombyggnadstakt. El beskrivs som *Nordisk elmix*



Figur B.6 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med ökad rivnings och nybyggnadstakt och minskad ombyggnadstakt. Emissioner av växthusgaser beskrivs som*Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 400* för all el som förändras under perioden.



Figur B.7 Förändring av emissioner av växthusgaser för installation av olika uppvärmningsformer vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med ökad rivnings och nybyggnadstakt och minskad ombyggnadstakt. Emissioner av växthusgaser beskrivs som*Nordisk elmix* för den del av energianvändningen som inte förändras under perioden och som *Marginalel 650* för all el som förändras under perioden.



Figur B.8 Förändring i form av viktad energianvändning från år 2005 till 2020 vid installation av olika alternativa uppvärmningssystem vid samtliga om- och nybyggnationer av flerbostadshus med ökad rivnings och nybyggnadstakt och minskad ombyggnadstakt. All energianvändning som inte förändras under perioden har viktats med genomsnittliga faktorer medan all förändring av energianvändning har viktats med effektiviseringsfaktorer

.