



Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,
byggande och boende

Rapport 2014:19
REGERINGSUPPDRAG

Skärpta energihushållningskrav

– redovisning av regeringens uppdrag att se över och skärpa energireglerna i Boverkets byggregler



Titel: Skärpta energihushållningskrav

Rapport: 2014:19

Utgivare: Boverket juni 2014

Upplaga: 1

Antal ex: 80

Tryck: Boverket internt

ISBN tryck: 978-91-7563-140-0

ISBN pdf: 978-91-7563-141-7

Sökord: Boverkets byggregler, BBR, energihushållning, energikrav, energinivåer, kravnivåer, energiregler, skärpning, underlag, analyser, beräkningar, slutsatser, energianvändning, småhus, flerbostadshus, kontorshus, lågenergibygnader, fjärrvärme, elvärme, klimatzoner

Dnr: 10112-4196/2013

Publikationen kan beställas från:

Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona

Telefon: 0455-35 30 50

Fax: 0455-819 27

E-post: publikationsservice@boverket.se

Webbplats: www.boverket.se

Rapporten finns som pdf på Boverkets webbplats.

Rapporten kan också tas fram i alternativt format på begäran.

Boverket 2014

Förord

Den här rapporten är en redovisning av resultatet från regeringens uppdrag (S2013/6492/PBB) att se över och skärpa kraven på energihushållning i Boverkets byggregler. I rapporten redovisas underlaget för bedömningarna av nya kravnivåer. Ekonomiska beräkningar har legat till grund för förslagen tillsammans med uppgifter ur Boverkets energideklarationsregister 2002–2012 och utvärderingar av uppförda lågenergihus.

Rapporten är sammanställd av Peter Johansson, Stefan Norrman, Anders Carlsson, Tobias Oscarsson, Thomas Johansson och Sofia Lindén, där den sistnämnda har varit föredragande. I den slutliga handläggningen har enhetschef Paula Hallonsten och rättschef Yvonne Svensson deltagit.

Karlskrona juni 2014

Anders Sjelvgren
avdelningschef

Innehåll

Inledning	7
Uppdraget.....	7
Metod	7
Rapportens innehåll	9
Ändrade föreskrifter.....	9
Pågående revidering av föreskrifterna i BBR	9
Förkortningar och förklaringar	11
Sammanfattning av förslagen	13
1. Analys av skärpta kravnivåer.....	15
Boverkets referenshus	15
Ekonomiska utgångspunkter.....	16
<i>Kostnader för de energibesparande åtgärderna</i>	17
<i>Energipris</i>	17
<i>Värdering av miljöeffekter</i>	18
<i>Antaganden i beräkningarna</i>	19
<i>Känslighetsanalys</i>	20
Referenshus 1: Nytt småhus med fjärrvärme i klimatzon III	21
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	22
<i>Miljöeffekt</i>	22
Referenshus 2: Nytt småhus med elvärme i klimatzon III.....	23
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	24
<i>Miljöeffekt</i>	24
Referenshus 3: Nytt flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon III ...	25
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	26
<i>Miljöeffekt</i>	26
Referenshus 4: Nytt flerbostadshus med elvärme i klimatzon III	27
<i>Resultat av de ekonomiska beräkningarna</i>	28
<i>Miljöeffekt</i>	28
Referenshus 5: Nytt kontorshus med fjärrvärme i klimatzon III	29
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	30
<i>Miljöeffekt</i>	30
Referenshus 6: Nytt kontorshus med elvärme i klimatzon III-2	31
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	32
<i>Miljöeffekt</i>	32
Analys av två byggnader med särskilt låg energianvändning	34
Blå Jungfrun	34
<i>Beskrivning av byggnaden</i>	34
<i>Teknik</i>	34
<i>Energi</i>	35
<i>Åtgärder</i>	36
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	36
<i>Miljöeffekt</i>	36
Hertings gård.....	38
<i>Beskrivning av byggnaden</i>	38
<i>Teknik</i>	38
<i>Energi</i>	39
<i>Åtgärder</i>	39
<i>Resultat av ekonomiska beräkningar</i>	40
<i>Miljöeffekt</i>	40
Slutsatser	41
<i>Småhus</i>	41

<i>Flerbostadshus</i>	41
<i>Blå Jungfrun och Hertings gård</i>	41
<i>Kontorshus</i>	41
2. Uppföljning av nya byggnaders energianvändning	43
Bostäder och lokaler	45
<i>Bostäder med annan uppvärmning än elvärme</i>	45
<i>Bostäder med elvärme</i>	46
<i>Lokaler med annan uppvärmning än elvärme</i>	47
<i>Lokaler med elvärme</i>	48
<i>Slutsatser</i>	48
Småhus och flerbostadshus	50
<i>Energianvändning i nya småhus och flerbostadshus</i>	50
<i>Småhus med annan uppvärmning än elvärme</i>	50
<i>Småhus med elvärme</i>	51
<i>Flerbostadshus med annan uppvärmning än elvärme</i>	52
<i>Flerbostadshus med elvärme</i>	53
<i>Slutsatser</i>	53
Kontor och övriga lokaler	54
<i>Energianvändning i nya lokaler</i>	54
<i>Kontor och förvaltning med annan uppvärmning än elvärme</i>	54
<i>Kontor och förvaltning med elvärme</i>	55
<i>Slutsatser</i>	55
3. Uppföljning av befintliga lågenergibygnaders energianvändning	57
Utvärdering av byggnader från Lågans register	57
<i>Resultat från energideklarationsregistret</i>	58
<i>Fördjupade studier i 15 utvalda byggnader</i>	59
<i>Resultat</i>	62
<i>Slutsatser</i>	62
Utvärdering av byggnader certifierade enligt Green Building	62
<i>Resultat från energideklarationsregistret</i>	63
<i>Certifierade kontor och förvaltningsbyggnader med annan uppvärmning än elvärme</i>	63
<i>Certifierade kontor och förvaltningsbyggnader med elvärme</i>	64
<i>Slutsatser</i>	64
4. Klimatkorrigering	65
5. Skärpta kravnivåer för energihushållning	67
<i>En sammanvägd bedömning</i>	67
<i>Skärpta kravnivåer i BBR</i>	69
<i>Ändringar i lag och förordning</i>	72
Bilaga 1. Uppdraget	73
Bilaga 2. Samhällsekonomiska aspekter	75
<i>Samhällsekonomiska intäkter</i>	75
<i>Samhällsekonomiska kostnader</i>	78
Bilaga 3. Känslighetsanalys	81
Bilaga 4. Energifprisutveckling	85

Inledning

I denna rapport redovisas resultatet av Boverkets regeringsuppdrag att se över och skärpa nivåerna för energihushållning i Boverkets föreskrifter.

Uppdraget

Boverket har haft regeringens uppdrag att se över och skärpa nivåerna för energihushållning i Boverkets föreskrifter.

Bakgrunden till uppdraget är att det i remissyttranden till regeringen på betänkandet *Ökat bostadsbyggande och samordnade miljökrav – genom enhetliga och förutsägbara byggregler (SOU 2012:86)* och Promemoria II: *Förslag och bedömningar avseende nära-nollenergibygnader (N2011/7477/E)* framhållits att det med dagens byggteknik finns stora förutsättningar för skärpta kravnivåer på energihushållning. Regeringen anser därför att det är lämpligt med en översyn och skärpning. Uppdraget är samtidigt en del i Sveriges strategi att närma sig nära-nollenergikrav och successivt skärpa kraven på energihushållning.

Enligt uppdraget bör översynen omfatta samtliga klimatzoner och uppvärmningssätt för både bostäder och lokaler. Hänsyn bör också tas till förutsättningarna för olika boendeformer och effekter på övriga tekniska egenskapskrav liksom till samhällsekonomiska, fastighetsekonomiska och miljömässiga aspekter.

Målsättningen för arbetet ska vara att de nya kravnivåerna ska kunna träda ikraft den 1 januari 2015. Regeringens uppdrag finns i sin helhet i bilaga 1.

Metod

Boverkets byggregler är tillämpningsföreskrifter till plan och bygglagens 8 kap. 4 § 6 och plan och byggförordningens 3 kap. 14 §.

Enligt direktivet om byggnaders energiprestanda¹ ska medlemsstaterna fastställa minimikrav på byggnaders eller byggnadsenheters energiprestanda för att uppnå *kostnadsoptimala nivåer* för byggnadernas energiprestanda. Den kostnadsoptimala nivån för en byggnads energiprestanda definieras i direktivet som den energiprestanda som ger den lägsta kostnaden för byggnadens energiförsörjning under den beräknade ekonomiska livslängden.

Utgångspunkten i det här uppdraget har varit att översynen och skärpningen ska utföras med kostnadsoptimala nivåer som riktmärke. Syftet är att skärpa kraven på energihushållning utan att reglerna systematiskt tvingar fram olönsamma investeringar. För att undersöka om skärpningen är kostnadsoptimal har vi utfört teoretiska beräkningar på sex referenshus och utgått från att en skärpning runt 10 procent skulle kunna vara rimlig. Det antagandet är gjort mot bakgrund av tidigare skärpningar i BBR och resultaten av Boverkets utredning *Lägsta möjliga energianvändning i nya byggnader och kostnadskonsekvenser*² och *Optimala kostnader för energieffektivisering*³.

De sex referenshusen representerar olika byggnadskategorier och är konstruerade så att de i utgångsläget har samma energiprestanda som de nu gällande energihushållningskraven. Från detta utgångsläge har vi lagt till investeringar i form av ytterligare isolering eller ändrade installationer. Kostnaden för investeringarna har ställts mot de minskade kostnaderna för tillförd energi under byggnadens ekonomiska livslängd.

Syftet med dessa beräkningar har varit att få en bild av var gränserna går mellan åtgärder vars investeringskostnad kan bäras av minskade energikostnader över livslängden och sådana åtgärder där detta inte är fallet. Samma metod har använts för att göra beräkningar på två verkliga byggprojekt.

De teoretiska beräkningarna har kompletterats med en undersökning av nya byggnaders uppmätta energianvändning med uppgifter hämtade från Boverkets energideklarationsregister. Information om energiprestandan har hämtats för byggnader uppförda mellan 2002 och 2012. Ytterligare stöd för bedömningen av vilken nivå som är lämplig för skärpningen har tillförts från studier av lågenergibyggnader hämtade ur Lågan register⁴. Sammantaget ger dessa undersökningar en bild av hur mycket vi kan skärpa energihushållningskraven utan att skapa oönskade effekter.

¹ Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda. Byggnaders energiprestanda motsvaras i Boverkets byggregler av begreppet specifik energianvändning.

² Rapport 2011:3, Lägsta möjliga energianvändning i nya byggnader och kostnadskonsekvenser.

³ Optimala kostnader för energieffektivisering – underlag enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda.

⁴ Lågan är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter och syftet är att öka byggtakten av lågenergibyggnader.

Rapportens innehåll

Rapporten inleds med avsnittet *Sammanfattning* som kortfattat redovisar arbetet, slutsatserna och förslagen till nya kravnivåer på energihushållning i Boverkets byggregler. Närmare bakgrundsbeskrivning, analyser och konsekvenser av de föreslagna ändringarna redovisas därefter i separata avsnitt. Vidare redovisas en analys och förslag på möjliga nya kravnivåer i BBR och dess energitekniska, fastighetsekonomiska, samhällsekonomiska och miljömässiga effekter.

I bilaga 1 återges uppdraget i sin helhet och i bilaga 2 redovisas samhällsekonomiska aspekter. I bilaga 3 redovisas känslighetsanalysen och i bilaga 4 visas det använda underlaget för energiprisutvecklingen.

Ändrade föreskrifter

Ändringarna avser en revidering av Boverkets egna föreskrifter och allmänna råd. I samband med att ändringarna införs i Boverkets byggregler kommer sedvanlig hantering med remissförfarande och EU-anmälan att genomföras. Konsekvensutredningen kommer då att kompletteras enligt förordning (2007:1244) om konsekvensutredning vid regelgivning.

Pågående revidering av föreskrifterna i BBR

Regeringen har i sin proposition 2013/2014:127 lagt förslag om att komplementbyggnader, med vissa begränsningar, ska få uppföras i anslutning till en- och tvåbostadshus utan krav på bygglov. Byggnadsarean för sådana nya byggnader (tillsammans med övriga byggnader som har uppförts på tomten med stöd av det föreslagna regelverket) ska inte få vara större än 25 kvadratmeter. I samband med den revidering av BBR som ska träda i kraft den 1 juli 2014, kommer en mindre förändring, som rör komplementbyggnader, att göras i energiavsnittet. För byggnader som är mindre än 50 m² kommer kravet på maximal specifik energianvändning och eleffektkravet att slopas. I stället kommer bara krav att ställas på värmeisolering (U-medelvärde) och på täthet för byggnadens klimatskärm. Samma kravnivå ska gälla i hela landet. Ändringarna ska leda till att det blir enklare att projektera, och billigare att uppföra, byggnader som är mindre än 50 m².

Boverket tog 2013 fram författningsändringar på regeringens uppdrag som skulle stimulera byggande av student- och ungdomsbostäder. Som en följd av uppdraget lade Boverket också fram ett antal förslag som rör energihushållningskraven. Vid remissen var remissinstanserna i stort sett eniga i sina svar om att förslagen kan införas samtidigt som skärpta energikrav införs. Dessa förslag kommer att tas om hand tillsammans med den revidering som blir resultatet av detta uppdrag.

Förkortningar och förklaringar

BFS	Boverkets författningssamling
BBR	Boverkets byggregler (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. 2013:14) - föreskrifter och allmänna råd
PBF	Plan- och byggförordningen (2011:338)
PBL	Plan- och bygglagen (2010:900)
SFS	Svensk författningssamling
SOU	Statens offentliga utredningar
SS	Svensk standard
A_{temp}	Arean av samtliga våningsplan, vindsplan och källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.
Byggnadens energianvändning	Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Om golvvärme, handdukstork eller annan apparat för uppvärmning installeras, inräknas även dess energianvändning.
Byggnadens specifika energianvändning	Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m ² och år. Hushållsenergi inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver

byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

Dimensionerande

vinterutetemperatur, DVUT Den temperatur, för representativ ort, som framgår av 1-dagsvärdet i ”n-day mean air temperature” enligt SS-EN ISO 15927-5:2005. Temperaturen får ökas om byggnadens tidskonstant överstiger 24 timmar. Ökningen framgår av standardens redovisade temperaturer för 2, 3 eller 4 dygn. Byggnadens tidskonstant, mätt i dygn, används för val av motsvarande tabellvärde (n-day). Temperaturökning, beroende på högre tidskonstant än 96 timmar kan fastställas genom särskild utredning.

Elvärme

Uppvärmningssätt med elektrisk energi, där den installerade eleffekten för uppvärmning är större än 10 W/m^2 (A_{temp}). Exempel är berg-, jord-, sjö- eller luftvärmepump, direktverkande elvärme, vattenburen elvärme, luftburen elvärme, elektrisk golvvärme, elektrisk varmvattenberedare och dylikt. Eleffekt i fastbränsleinstallation, som installeras för att utgöra tillfällig reserv, inräknas inte om fastbränsleinstallationen är konstruerad för permanent drift.

Klimatzon

Geografiskt område, bestående av ett antal län, inom vilket samma krav gäller på byggnadens specifika energianvändning.

Um

Värmegenomgångskoefficient, eller U-värde, beskriver hur god isolering en byggnadsdel har. Enheten är $\text{W/m}^2\text{K}$. Ju lägre värde desto bättre isolering.

Sammanfattning av förslagen

Skärpta kravnivåer för energihushållning

Boverket har för avsikt att genomföra följande ändringar i energihushållningskraven i avsnitt 9, Boverkets byggregler:

Klimatkorrigering

En ny klimatzon, kallad klimatzon IV, införs. Klimatzon IV ska omfatta kommunerna i södra och i västra Sverige. I klimatzon IV skärps kraven med ca 10 procent jämfört med de nya nivåer som ska gälla i klimatzon III.

Lokaler

Kraven skärps med

- 15 kWh/m² och år för lokaler med annan uppvärmning än elvärme i klimatzon I
- 10 kWh/m² och år för lokaler med annan uppvärmning än elvärme i klimatzon II och III
- 10 kWh/m² och år för elvärmda lokaler i klimatzon I och II
- 5 kWh/m² och år för elvärmda lokaler i klimatzon III

Kraven för lokaler mindre än 50 m² (som är planerade att träda i kraft den 1 juli 2014) hålls oförändrade.

Bostäder

Bostäder delas in i två nya kategorier: småhus och flerbostadshus.

Kraven skärps med

- 15 kWh/m² och år för flerbostadshus med annan uppvärmning än elvärme i klimatzon I
- 10 kWh/m² och år för flerbostadshus med annan uppvärmning än elvärme i klimatzon II och III
- 10 kWh/m² och år för elvärmda flerbostadshus i klimatzon I och II
- 5 kWh/m² och år för elvärmda flerbostadshus i klimatzon III.

Kraven för småhus hålls oförändrade i alla zoner utom i den nya klimatzonen IV där kraven skärps med ca 10 procent.

1. Analys av skärpta kravnivåer

Boverkets referenshus

För att analysera konsekvenserna av en ytterligare skärpning av energikraven i BBR har vi lagt till energieffektiviserande åtgärder på sex teoretiska referenshus. Därefter har beräkningar gjorts för att undersöka om åtgärderna är kostnadsoptimala att utföra. Utöver de sex referenshusen har även beräkningar gjorts på två lågenergihus som redovisat särskilt låg energianvändning.

Referenshusen är samma som använts tidigare för att beräkna den kostnadsoptimala nivån enligt EU-direktiv 2010/31/EU och som Boverket och Energimyndigheten redovisade till regeringen i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*⁵. Energiberäkningarna för referenshusen har utförts med ett verktyg som återfinns på www.energiberakning.se och med indata från www.sveby.org samt klimatfil för Stockholm 1977 från SMHI.

Referenshusen är utformade så att de precis uppfyller nuvarande BBR-krav på energihushållning i klimatzon III. Därefter har husens energiegenskaper förbättrats så att den årliga energianvändningen, enligt BBRs definition, reducerats med 10 procent.⁶

Skillnaden mellan BBRs nivå och den undersökta nivån är tillräckligt stor för att få marginaleffekter så att de kan användas som underlag i den ekonomiska utvärderingen. De tekniska åtgärder vi har räknat på är isolering av tak och vägg, byte till bättre fönster, byte till större värmepump och bättre ventilationsvärmeväxlare. Vilka åtgärder som prövats på de olika byggnaderna framgår av beskrivningen för respektive fastighet nedan. Åtgärderna har kostnadsberäknats och därefter har olika lönsamhetskalkyler gjorts utifrån bland annat energiprisutveckling,

⁵ Optimala kostnader för energieffektivisering – underlag enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda.

⁶ Metoden påminner mycket om den som användes i ovan nämnda rapport från Boverket och Energimyndigheten. En skillnad är emellertid att de föreslagna åtgärderna i denna rapport valts för att nå en energibesparing på motsvarande 10 procent. I den refererade rapporten fanns inte en sådan nivå, utan varje åtgärd analyserades där utifrån sin beräknade besparing. Det skulle visa hur stor besparing det gick att få.

åtgärdskostnader, livslängd och kalkylränta. Redovisningen nedan behandlar ett hus i taget. De sex referenshusen består av två småhus, två flerbostadshus och två kontorshus där ett hus i varje kategori har fjärrvärme och ett har eluppvärmning med värmepump. För varje byggnad redovisas om en åtgärd, eller ett paket av åtgärder, är lönsamt eller olönsamt. Lönsamhetsbedömningen omfattar en fastighetsekonomisk kalkyl, en makroekonomisk kalkyl och en miljömässig bedömning.

Ekonomiska utgångspunkter

För att avgöra om en investering är ekonomisk lönsam har vi använt oss av sedvanlig investeringskalkylering.

I investeringskalkylen har kostnaden för en specifik åtgärd ställts mot intäkten från investeringen under hela dess ekonomiska livslängd. Eftersom kostnaden och intäkterna inträffar vid olika tidpunkter har deras värde diskonterats och nuvärdesberäknats för att vara jämförbara.

I uppdraget ingår att beakta såväl de fastighetsekonomiska som de samhällsekonomiska aspekterna samt att belysa miljökonsekvenserna av en skärpt energihushållning. Det fastighetsekonomiska perspektivet har hanterats fullt ut genom beräkningar av fastighetsekonomiska kalkyler. Däremot hanteras den samhällsekonomiska utvärderingen dels genom en makroekonomisk kalkyl, dels genom att vi identifierar ett flertal tänkbara faktorer som förväntas ha en samhällsekonomisk effekt, men som inte gått att kvantifiera eller värdera inom utredningens tidsram. De samhällsekonomiska aspekterna av dessa faktorer beskrivs i bilaga 2.

Miljökonsekvenserna av en skärpt energihushållning tillförs den makroekonomiska kalkylen. Utöver detta särredovisar vi specifika miljöindikatorer som påverkas av en minskad energianvändning. Miljöeffekten redovisas dels i ekonomiska termer (kronor), dels i kilogram utsläpp till luft

I den fastighetsekonomiska kalkylen har vi inkluderat samtliga kostnader som läggs på byggherren såsom moms, skatter och eventuella subventioner (undantaget kommersiella fastigheter där moms avräknats). Men i den makroekonomiska kalkylen har däremot kostnader för moms, skatter och subventioner helt exkluderats. Enligt kommissionens riktlinjer ska även penningvärdet av den miljöskada som orsakas av koldioxidutsläpp, relaterade till energianvändningen i en byggnad, inkluderas i de makroekonomiska kalkylerna.⁷ En värdering av detta återfinns delvis i de utsläppsrätter som redovisas i energipriset och som prognostiseras av Energimyndigheten. Här har vi i stället använt ett mer utökat mått på miljöpåverkan och därför räknat bort de specificerade utsläppsrätterna i energipriset. Det mått på miljöpåverkan som används innehåller en värdering av utsläpp från växthusgaser, svaveldioxid, kväveoxid samt flyktiga organiska föreningar. Man bör uppmärksamma att den positiva miljöeffekten av minskade utsläpp av växthusgaser som kalkylerna visar mycket väl helt kan utebli. Det som är avgörande är taknivån i handelssystemet med utsläppsrätter. Om denna inte sänks,

⁷ Riktlinjer för kommissionens delegerade förordning nr 244/2012, punkt 6.

exempelvis genom att utsläppsrätter som till antal motsvarar utsläppsminskningen tas ur marknaden (annulleras), kommer någon annan sektor att utnyttja det uppkomna överskottet, varpå miljöeffekten totalt sett uteblir.

Kostnader för de energibesparande åtgärderna

Kostnader för de olika åtgärderna har Wikells byggberäkningar AB i Växjö tagit fram på uppdrag av Boverket.

Eftersom rapporten studerar effekter för nyproducerade fastigheter tar vi inte alltid upp hela kostnaden för en åtgärd, utan endast skillnaden mellan olika alternativ. Till exempel är kostnaden för att installera fönster med bättre U-värde skillnaden mellan det befintliga fönstret med ett U-värde och det föreslagna fönstret med ett bättre U-värde. Detsamma gäller vid jämförelse mellan ventilationsvärmepumpar med olika verkningsgrad. Hänsyn behöver således inte tas till fasta installationskostnader för ventilationsrör eller dylikt då dessa är medräknade i utgångsscenarioet.

Utifrån samma resonemang antar vi att både underhålls- och driftskostnader är lika mellan de olika alternativen, varför dessa kostnader exkluderas i kalkylen. Till exempel är underhållskostnaden för ett fönster med U-värde 0,8 samma som för ett fönster med U-värde 1,1. Förvisso kan det mycket väl förekomma mindre skillnader mellan två olika åtgärdsalternativ. En mer tekniskt avancerad bergvärmepump kan vara dyrare att underhålla än en mindre avancerad bergvärmepump, både i materialkostnad och för service.

Oavsett om så är fallet är bedömningen att sådana kostnader har marginell betydelse för det slutliga resultatet, så de har inte tagits med i beräkningarna.

Energipris

I kalkylerna används energipriser för el och fjärrvärme från 2014 till 2043, där priset för fjärrvärme är uppdelat mellan småhus respektive flerbostadshus. Energipriserna är framtagna av Energimyndigheten och bygger på deras långtidsprognoser från 2010 och 2012. Dessa prognoser sträcker sig till 2042. För att få en serie som passar till investeringskalkylens beräkningsperiod har vi tagit fram energipriserna för 2043 genom att ta en prediktion av det framtida värdet^{8 9}.

Tabell 1.1 visar delvis Energimyndighetens energiprisprognos. Hela tidsserien finns i bilaga 4.

⁸ Investeringskalkylens beräkningsperiod om 30 år följer här kommissionens rekommendation, Europeiska unionens officiella tidning 21.3.2012 punkt 4.2.

⁹ Värdet för 2043 har tagits fram genom en beräkning av en linjär regression av de historiska värdena. Därefter har denna regression applicerats för att beräkna värdet för 2043. Hela tidsserien presenteras i bilaga 4.

Tabell 1.1. Energimyndighetens energiprisprognos för el och fjärrvärme

År	Elvärme	Fjärrvärme småhus	Fjärrvärme flerbostadshus, kontor
	öre/kWh	öre/kWh	öre/kWh
2014	151,9	83,6	80,3
2020	158,0	92,3	89,1
2030	174,6	101,1	97,8
2040	187,5	111,4	108,2

Källa: Energimyndighetens långtidsprognos 2010 och 2012, värde omräknat till 2013 års priser.

Alla prognoser är osäkra, och ju längre en prognos sträcker sig desto större är osäkerheten. Energimyndighetens långtidsprognoser innehåller, enligt myndigheten själv, också en portion av osäkerhet och ska därför behandlas med försiktighet. I synnerhet gäller detta priset på fjärrvärme som påverkas av de stora skillnader i förutsättningar som råder på de olika fjärrvärmenäten.

Värdering av miljöeffekter

En skärpning av energikraven i byggreglerna leder både till lägre energianvändning och olika miljövinster. I den makroekonomiska kalkylen kvantifieras och värderas minskade utsläpp till luft av växthusgaser mätt i koldioxidekvivalenter, svaveldioxid, kväveoxider samt flyktiga organiska kolväten (NMVOC).

Växthuseffekten ger upphov till förändrat klimat och höjd temperatur på jorden med stigande havsnivå till följd. Försurning orsakas av surt nedfall som bildas då svaveldioxid, SO₂ och kväveoxider, NO_x omvandlas till syror i atmosfären. Försurningen leder bland annat till att fiskebestånd slås ut, skogsmarken utarmas på näring och grundvattnet får högre metallhalter. Lättflyktiga organiska föreningar (NMVOC) omfattas bl.a. av lätta kolväten och lösningsmedel. Några av ämnena är cancerframkallande.

Tabell 1.2. Emissionsfaktorer, gram per kWh

Energislag	CO ₂ -ekv	SO ₂	NO _x	NMVOC
Marginalel (kolkondens)	1148	0,682	0,419	0,019
Marginalel (naturgas)	408	0,022	0,524	0,024
Nordisk elmix	108	0,09	0,104	0,0144
System BIO kraftvärme	56,6	0,167	0,317	1,76
System FOSSIL kraftvärme	107,5	0,275	0,354	1,49

Källa: IVL (2009) och Energimyndigheten & Energimarknadsinspektionen (2012, nordisk elmix).

Vid en minskning av elanvändningen antas elproduktionen på marginalen¹⁰ ske antingen med kolkondens, naturgas eller med nordisk elmix. Utsläpp till luft skiljer sig beroende på energislag. Med kolkondens minskar utsläppen av växthusgaser med 1 148 gram för varje

¹⁰ Med elproduktion på marginalen menas den elproduktion som sist produceras för att möta den rådande efterfrågan på el.

insparad kWh el, utsläppen av svaveldioxid med 0,682 gram, kväveoxider med 0,419 gram och utsläppen av flyktiga organiska ämnen med 0,019 gram. Antas i stället nordisk elmix som marginalet blir utsläppen lägre. Exempelvis minskar utsläppen av växthusgaser med 108 gram per insparad kWh.

Vid en minskning av fjärrvärmeanvändningen antas fjärrvärmerna utgöras av typnäten System BIO kraftvärme alternativt System FOSSIL kraftvärme. På marginalen används i system Bio 89 procent biobränsle, 10 procent olja och 1 procent el baserad på kolkondens. I system Fossil finns på marginalen 75 procent biobränsle, 24 procent olja och 1 procent el baserad på kolkondens. Som framgår av tabellen varierar utsläppen, exempelvis minskas utsläppen av växthusgaser med 56,6 gram per kWh insparad värme med system Bio och med 107,5 gram per kWh med system Fossil.

Värderingen av utsläppen följer Aseks¹¹ rekommendation förutom utsläppen av växthusgaser som värderas lägre.

Tabell 1.3. Värdering av emissioner till luft, kronor per kilo i 2013 års priser

Emission	Kr/kg
Växthusgasutsläpp (CO ² -ekvivalenter)	0,21
Svaveldioxid	27,6
Kväveoxider	82,9
NMVOC	42

Källa: Asek (Sika, 2009) och Brännlund & Kriström (2010, CO²-ekv).

I huvudalternativet värderas utsläppen av växthusgaser till 0,21 kr/kg i stället för 1,5 kr/kg som Asek rekommenderar. Aseks värdering motiveras med att detta värde återspeglar vad det verkligen skulle kosta att uppnå reduktionsmålen.

Brännlund och Kriström (2010) går igenom den vetenskapliga litteraturen och kommer fram till den lägre värderingen på 0,21 kr/kg. I känslighetsanalysen sätter vi värdet av växthusgasutsläpp till 1,5 kr/kg.

Antaganden i beräkningarna

Utöver data om energibesparing, åtgärdskostnader och elpris gör vi även följande antaganden i kalkylen:¹²

- Kalkylperiod, 30 år för småhus och flerbostadshus och 20 år för kommersiella byggnader (EU).
- Kalkylräntan i den fastighetsekonomiska kalkylen är 6 procent reall (EU).
- Kalkylräntan i den samhällsekonomiska kalkylen är 3 procent reall (EU).
- Kalkylen görs i fasta priser (2013 års priser).
- Livslängd för klimatskåtsåtgärder: 40 år.

¹¹ ASEK står för Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkyler, som består av representanter för trafikverket, Naturvårdsverket, Vinnova och SIKÅ.

¹² Några av dessa antaganden har varit givna utifrån kommissionens riktlinjer och rekommendationer, de är markerade med EU.

- Livslängd för FTX: 20 år.
- Livslängd för bergvärmepump: 20 år.
- Fri tillgång på kapital (eget eller lånat).
- Realt oförändrade åtgärdspriser.¹³
- Eventuellt restvärde beräknas med linjär avskrivning.¹⁴

Känslighetsanalys

Många av de variabler som ingår i en investeringskalkyl har ett värde som beräknats utifrån ett eller flera specifika antaganden. Det finns därmed ofta en viss osäkerhet kring variablernas sanna värde, det gäller i synnerhet för värden som prognostiserats långt fram i tiden. För att på något sätt hantera denna osäkerhet har vi gjort beräkningar med andra värden för några variabler.

De variabler som ingår i känslighetsanalysen är

- alternativ antagen kalkylränta, 4 och 6 procent i den fastighetsekonomiska kalkylen samt 3 och 4 procent i den samhällsekonomiska kalkylen
- ökade och minskade åtgärds kostnader med +/- 15 procent
- ökat energipris, en ökning av Energimyndighetens energiprisprognos med 20 procent (motsvarar ca en årlig real prisökning på 2 procent)
- högre värdering av växthusgaser, 1,50 kr/kg jämfört med 0,21 kr/kg.

Resultat från känslighetsanalyserna redovisar vi i bilaga 3.

¹³ Notera att beslut om investeringar i framtiden kan påverkas av reala prisökningar på åtgärderna. I Boverkets rapport 2011:31, Lägsta möjliga energianvändning i nya byggnader och kostnadskonsekvenser, konstateras att åtgärds kostnaderna historiskt haft en real prisuppgång.

¹⁴ Om den ekonomiska livslängden är mer än 20 respektive 30 år tas hänsyn till detta i kalkylen genom att det återstående restvärdet återförs vid kalkylperiodens slut. I de fall den ekonomiska livslängden är kortare än 30 år genomförs en återinvestering.

Referenshus 1: Nytt småhus med fjärrvärme i klimatzon III

Det första huset som analyserats (utifrån energiåtgärder och kostnader) är ett nyproducerat 1½-plans småhus. Invändigt mått i bottenplan är 11x8 m och den sammanlagda golvarean för hela huset är 154 m². Byggnaden är utformad med platta på mark med underliggande isolering, träregelstomme med mellanliggande isolering och träfasad, sadeltak med lösullsisolering och mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTX). Byggnaden har fjärrvärme. Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.

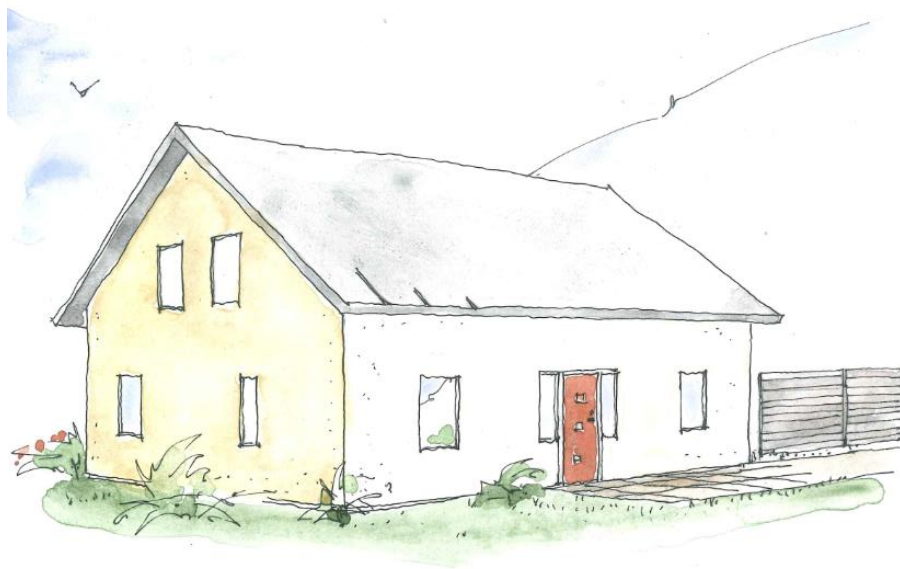


Bild 1. Nytt småhus med fjärrvärme, klimatzon III.

Den energibesparande åtgärden i detta exempel utgörs av ett paket som omfattar följande:

- installera fönster med U-värde 0,8 istället för 1,1.
- installera en FTX ventilationsvärmepump med 70 procent verkningsgrad i stället för 63 procent verkningsgrad.

Kostnaden för de båda åtgärderna uppgår totalt till 27 900 kr, exklusive moms, och medför en energibesparing på 1 488 kWh per år, vilket motsvarar 10,8 procent.

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.4 visar det ekonomiska resultatet av att genomföra åtgärderna.

Tabell 1.4. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl	Makroekonomisk kalkyl
Investeringskostnad	-34 779	-26 937
Åtgärdsintäkt	19 561	21 602
Miljöeffekt	---	3 553*
Resultat	-15 218	-1 782*

* Miljöeffekt då uppvärmning från kraftvärme med fossilbränsle används. Motsvarande effekt för biobränsle uppgår till 3 399 kr.

Beräkningarna visar att åtgärds paketet enligt antagandena inte är lönsamt att genomföra. Den totala kostnaden, sett över kalkylperioden på 30 år, resulterar i en förlust på 15 218 kr ur en fastighetsekonomisk synvinkel, och en förlust på 1 782 kr ur ett makroekonomiskt perspektiv.

Miljöeffekt

Den positiva miljöeffekten av minskad energianvändning avspeglas bland annat i minskat utsläpp av kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO₂), växthusgaser (CO₂-ekvivalenter) och flyktiga organiska föreningar (NMVOC). Tabell 1.5 visar värdet av miljöeffekten, uttryckt i både kronor och i kilogram.

Tabell 1.5. Miljöeffekt för ett nytt småhus med fjärrvärme

	Bio		Fossil	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	766	14	856	16
SO ₂	135	7	222	12
CO ₂ -ekv	343	2 527	651	4 799
NMVOC	2 155	79	1 825	67
Total miljöeffekt (kr)	3 399	---	3 553	---

Den största ekonomiska effekten, totalt sett, uppnås då fjärrvärme producerat av fossilbränsle använts som uppvärmning, emellertid är skillnaden liten mellan fjärrvärme från biobränsle och fjärrvärme från fossilbränsle. Vidare framgår det att störst ekonomisk effekt nås genom en minskad användning av flyktiga organiska föreningar. Därefter följer kväveoxider, växthusgaser och slutligen svaveldioxid.

Ser man enkom till utsläpp av växthusgaser är skillnaden mellan biobränsle och fossilbränsle desto större. Den förväntade energibesparingen ger nästan en dubbelt så stor besparing av utsläpp av växthusgaser då fossilbränsle används (4 799 kg) jämfört med då biobränsle används (2 527 kg).¹⁵

¹⁵ Notera dock att på kort sikt kommer den utsläppsminskning av växthusgaser som här beräknas att leda till en motsvarande utsläppsökning någon annanstans inom utsläppshandelssystemet. Utsläppsminskningen totalt sett blir därför noll.

Referenshus 2: Nytt småhus med elvärme i klimatzon III

Det andra huset där vi har analyserat energiåtgärder och kostnader är ett nyproducerat 1½-plans småhus. Invändigt mått i bottenplan är 11x8 m och den sammanlagda golvarean för hela huset är 154 m². Byggnaden är utformad med platta på mark med underliggande isolering, träregelstomme med mellanliggande isolering och träfasad, sadeltak med lösullsisolering och mekanisk frånluftsventilation med värmeåtervinning. Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.



Bild 2. Nytt småhus med elvärme, klimatzon III.

De energibesparande åtgärderna är här

- extra isolering av vindsbjälklag med 200 mm lösull.
- uppförande av en västkustskiva som ökar isoleringen av ytterväggen med 80 mm.

Totalt uppgår investeringskostnaden till 58 180 kr, exklusive moms, för de båda åtgärderna. Den föreslagna investeringen ger en energibesparing på 648 kWh per år, vilket motsvarar 7,7 procent.

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.6 visar resultatet av att genomföra det beskrivna åtgärdspaketet.

Tabell 1.6. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl	Makroekonomisk kalkyl
Investeringskostnad	-69 559	-52 188
Åtgärdsintäkt	14 753	11 241
Miljöeffekt	---	3 718*
Resultat	-54 806	-37 228*

* Miljöeffekt om uppvärmningen är marginalel från kolkondensverk. Motsvarande för naturgas är 1 648 kr och för nordisk elmix 434 kr.

Som framgår av resultatet ovan är en investering i åtgärdspaketet olönsam att genomföra med de antaganden vi har gjort. Utifrån ett fastighetsekonomiskt perspektiv uppgår exempelvis den totala kostnaden, sett över kalkylperioden på 30 år, till -54 806 kr. Även om vi räknar in de makroekonomiska aspekterna blir det ett underskott på 37 228 kr.

Miljöeffekt

Miljöeffekten av en minskad energianvändning uttryckt i kronor respektive kilogram framgår av tabell 1.7.

Tabell 1.7. Miljöeffekt för småhus med elvärme

	Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	441	0,37	552	0,47	109	0,28
SO ₂	239	13,26	8	0,43	32	1,75
CO ₂ -ekv	3 028	22 317	1 076	7 932	285	2 100
NMVOc	10	8,15	13	10,19	8	2,02
Total miljöeffekt (kr)	3 718	---	1 648	---	434	---

Den största miljöekonomiska effekten av minskad energianvändning nås här genom minskade utsläpp av växthusgaser. Beräkningarna visar också att det blir stora skillnader i miljöeffekt om elproduktionen på marginalen sker med kolkondens, naturgas eller med nordisk elmix. Störst miljöeffekt blir det om man har använt elproduktion från kolkondens och minst effekt uppstår då nordisk elmix använts. Utsläppen av växthusgaser är över tio gånger så stor med elproduktion från kolkondens jämfört med nordisk elmix.

Referenshus 3: Nytt flerbostadshus med fjärrvärme i klimatzon III

Det tredje huset som vi har analyserat energiåtgärder och kostnader för är ett fyrvånings flerbostadshus med 16 lägenheter. Invändigt mått i bottenplan är 36x10 m och den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 1 440 m². Byggnaden är utformad med golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, ytterväggar av träkonstruktion med isolering, takbjälklag av betong med lösullsisolering, uppstolpat tak av trä och betongtakpannor och har mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTX). Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.



Bild 3. Nytt flerbostadshus med fjärrvärme, klimatzon III.

I flerbostadshuset har vi räknat på två alternativ:

- ett åtgärds paket där fönster med U-värde 1,1 installeras i stället för fönster med U-värde 1,2, en FTX ventilationsvärmeväxlare med 70 procents verkningsgrad installeras i stället för en med 55 procents verkningsgrad.
- fönster med U-värde 0,8 installeras i stället för fönster med U-värde 1,1.

Åtgärds paketet beräknas kosta 183 810 kr exklusive moms, och medför en energibesparing på 18 172 kWh om året, vilket motsvarar 13,8 procent.

Kostnaden att installera energisnålare fönster är 339 190 kr exklusive moms, och medför en energibesparing på 19 250 kWh per år, vilket motsvarar 14,6 procent.

Resultat av ekonomiska beräkningar

Diagram 1.8 visar resultatet av de fastighetsekonomiska och makroekonomiska beräkningarna.

Tabell 1.8. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl	
	Åtgärds paket	Fönster	Åtgärds paket	Fönster
Investeringskostnad	-255 308	-405 532	-212 650	-304 255
Åtgärdsintäkt	230 766	244 456	254 561	269 662
Miljöeffekt	---	---	43 391*	45 965*
Resultat	-24 542	-161 076	85 302*	11 372*

* Miljöeffekt då uppvärmning från kraftvärme med fossilbränsle används. Motsvarande effekt för biobränsle vid investering i åtgärds paketet uppgår till 41 509 kr. För alternativet med fönster med bättre U-värde uppgår miljöeffekten till 43 971 kr.

Utifrån de fastighetsekonomiska beräkningarna är en investering i det aktuella åtgärds paketet eller i fönster med bättre U-värde olönsamma att genomföra. Den totala kostnaden, sett över kalkylperioden på 30 år, blir en förlust på 24 542 kr för åtgärds paketet och på 161 076 kr för fönster med bättre U-värde. Men räknar vi in de makroekonomiska aspekterna blir det en vinst för både åtgärds paketet och fönster med bättre U-värde. Åtgärdena bedöms därför som lönsamma att genomföra utifrån ett makroekonomiskt perspektiv.

Miljöeffekt

Tabell 1.9 visar miljöeffekten av åtgärdena.

Tabell 1.9. Miljöeffekt för flerbostadshus med fjärrvärme

Åtgärds paket	Bio		Fossil	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	9 357	173	10 449	193
SO ₂	1 643	91	2 706	150
CO ₂ -ekv	4 186	30 856	7 951	58 605
NM VOC	26 322	959	22 284	812
Total miljöeffekt (kr)	41 509	---	43 391	---
Fönster				
NO _x	9 912	183	11 069	204
SO ₂	1 741	96	2 866	159
CO ₂ -ekv	4 435	32 687	8 423	62 081
NM VOC	27 884	1 016	23 606	860
Total miljöeffekt (kr)	43 971	---	45 965	---

Återigen kan vi se att de ekonomiska skillnaderna är relativt små totalt sett mellan fjärrvärme som produceras med biobränsle och fjärrvärme som produceras med fossilbränsle. Däremot är skillnaderna stora i utsläpp av växthusgaser. En investering i åtgärds paketet leder här till ett minskat utsläpp med 30 856 kg då fjärrvärme från biobränsle används, respektive 58 605 kg då fossilbränsle används. Vi ser också att miljöeffekterna för de båda åtgärdena är snarlika, vilket är naturligt då de beräknas uppnå en likvärdig energibesparing.

Referenshus 4: Nytt flerbostadshus med elvärme i klimatzon III

Det fjärde huset där vi har analyserat energiåtgärder och kostnader är ett fyrvåningshus med 16 lägenheter. Invändigt mått i bottenplan är 36x10 m och den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 1 440 m². Golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, ytterväggar av träkonstruktion med isolering, takbjälklag av betong med lösuullsisolering, uppstolpat tak av trä och betongtakpannor, mekanisk frånluftsventilation. Byggnaden har bergvärmepump. Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.



Bild 4. Nytt flerbostadshus med elvärme, klimatzon III.

Åtgärderna för fastigheten är

- byte av fönster från ett fönster med U-värde 1,1 till ett fönster med U-värde 0,8
- installation av en bergvärmepump med bättre verkningsgrad (40 kW i stället för 26 kW).

Fönster med ett bättre energivärde beräknas kosta 339 190 kr, exklusive moms, och ger en energibesparing på 12 139 kWh per år, vilket motsvarar 15,3 procent.

En bergvärmepump med bättre verkningsgrad beräknas kosta 87 240 kr, exklusive moms, och ger en energibesparing på 10 747 kWh per år, vilket motsvarar 13,6 procent.

Resultat av de ekonomiska beräkningarna

Tabell 1.10 visar resultatet av de ekonomiska beräkningarna.

Tabell 1.10. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl	
	Bergvärmepump	Fönster	Bergvärmepump	Fönster
Investeringskostnad	-133 712	-405 532	-117 707	-304 255
Åtgärdsintäkt	244 680	276 372	186 433	210 581
Miljöeffekt	---	---	61 669*	69 656*
Resultat	110 968	-129 160	130 395*	-24 017*

* Miljöeffekt om huset värms med marginalet från kolkondensverk. Motsvarande för naturgas vid installation av bättre bergvärmepump är 27 335 kr och för nordisk elmix 7 191 kr. Installeras fönster med bättre U-värde är motsvarande värde för naturgas 30 876 kr och för nordisk elmix 8 122 kr.

Beräkningarna visar att en investering i en bergvärmepump med bättre verkningsgrad är lönsam att göra utifrån såväl ett fastighetsekonomiskt som ett makroekonomiskt perspektiv. Investeringen genererar här en vinst på 110 968 kr respektive 130 395 kr sett över kalkylperioden på 30 år. Däremot är en investering i bättre fönster olönsam i båda fallen. Den fastighetsekonomiska kalkylen ger ett underskott på 129 160 kr, och den makroekonomiska kalkylen ger ett underskott på 24 017 kr.

Miljöeffekt

Tabell 1.11 visar den positiva miljöeffekten av att genomföra åtgärderna.

Tabell 1.11. Miljöeffekt för flerbostadshus med elvärme

Bergvärmepump	Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	7 315	6,13	9 148	7,74	1 816	4,64
SO ₂	3 969	219,88	128	7,09	524	29,02
CO ₂ -ekv	50 218	370 127	17 847	131 543	4 724	34 820
NM ₁₀ OC	168	135,09	212	168,94	127	33,53
Total miljöeffekt (kr)	61 669	---	27 335	---	7 191	---

Fönster						
NO _x	8 262	6,92	10 332	8,74	2 051	5,24
SO ₂	4 483	248,36	145	8,01	592	32,78
CO ₂ -ekv	56 722	418 067	20 159	148 581	5 336	39 330
NM ₁₀ OC	190	152,59	240	190,83	144	37,87
Total miljöeffekt (kr)	69 656	---	30 876	---	8 122	---

I likhet med tidigare resultat för fastigheter med eluppvärmning ger en minskad energianvändning i första hand minskade utsläpp av växthusgaser. Åtgärderna förväntas ge en likvärdig energibesparing, men det har relativt stor betydelse om elproduktionen på marginalen sker med kolkondens, naturgas eller med nordisk elmix. Störst miljövinst blir det då elanvändning från elproduktion av kolkondens används, medan minst miljövinst nås då elanvändning bestående av nordisk elmix används

Referenshus 5: Nytt kontorshus med fjärrvärme i klimatzon III

Referenshus 5 är ett kontorshus på fem våningar med invändigt mått 65x16 m. Den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 5 297 m². Golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, ytterväggar av träkonstruktion med isolering, takbjälklag av betong med lösullsisolering, yttertak, mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTX). Byggnaden har fjärrvärme och elektrisk kylmaskin. Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.



Bild 5. Nytt kontorshus med fjärrvärme, klimatzon III.

De energibesparande åtgärderna som antagits här är

- installation av en värmeväxlare (FTX) med verkningsgrad 75 procent i stället för 65 procent
- installation av fönster med U-värde 0,8 i stället för fönster med U-värde 1,1.

En värmeväxlare med bättre verkningsgrad beräknas kosta 109 180 kr, exklusive moms, och den ger en energibesparing om 54 970 kWh per år, vilket motsvarar 10,7 procent.

Fönster med bättre isoleringsvärde beräknas kosta 985 110 kr, exklusive moms, och ger en energibesparing om 105 168 kWh per år, vilket motsvarar 20,5 procent.

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.12 visar de ekonomiska beräkningarna.

Tabell 1.12. Kalkylberäkningar, nuvärde 20 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl	
	FTX-75	Fönster	FTX-75	Fönster
Investeringskostnad	-109 180	-831 529	-109 180	-712 394
Åtgärdsintäkt	451 327	863 473	566 286	1 083 411
Miljöeffekt	---	---	99 628*	190 608*
Resultat	342 147	31 944	556 734*	561 625*

* Miljöeffekt då uppvärmning från kraftvärme med fossilbränsle används. Motsvarande effekt för bibränsle vid investering i FTX-75 uppgår till 95 308 kr. Vid installation av fönster med bättre U-värde uppgår miljöeffekten till 182 342 kr.

Beräkningarna visar att både en investering i en värmeväxlare med bättre verkningsgrad och i fönster med bättre U-värde är lönsamma fastighetsekonomiskt och makroekonomiskt. Den totala kostnaden, sett över kalkylperioden på 20 år, uppgår till 342 147 kr respektive 556 734 kr, vid en investering i en bättre värmeväxlare. Motsvarande för en investering i bättre fönster ger en vinst på 31 944 kr respektive 561 625 kr.

Miljöeffekt

Miljöeffekten av en minskad energianvändning uttryckt i kronor respektive kilogram framgår av tabell 1.13.

Tabell 1.13. Miljöeffekt för kontorshus med fjärrvärme

FTX-75	Bio		Fossil	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	21 485	349	23 993	389
SO ₂	3 773	184	6 213	302
CO ₂ -ekv	9 612	62 226	18 257	118 186
NMVOG	60 438	1 935	51 166	1 638
Total miljöeffekt (kr)	95 308	---	99 628	---
Fönster				
NO _x	41 105	667	45 902	745
SO ₂	7 218	351	11 886	578
CO ₂ -ekv	18 390	119 050	34 929	226 111
NMVOG	115 629	3 702	97 891	3 134
Total miljöeffekt (kr)	182 342	---	190 608	---

Den största ekonomiska effekten uppnås med utsläppen av flyktiga organiska föreningar följt av kväveoxider, växthusgaser och slutligen svaveldioxid. Eftersom en investering i bättre fönster ger en större energibesparing är miljöeffekten som störst för detta alternativ.

Återigen är det intressant att enbart studera utsläpp av växthusgaser eftersom skillnaderna mellan de olika alternativen är stora. En investering i en värmeväxlare med högre verkningsgrad leder här till minskade utsläpp av växthusgaser med 62 226 kg då fjärrvärme från bibränsle används, och 118 186 kg då fjärrvärme från fossilbränsle används.

Referenshus 6: Nytt kontorshus med elvärme i klimatzon III-2

Referenshus 6 är ett kontorshus på fem våningar med invändigt mått 65x16 m. Den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 5 297 m². Golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, ytterväggar av träkonstruktion med isolering, takbjälklag av betong med lösullsisolering, yttertak, mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTX). Byggnaden har bergvärmepump och elektrisk kylmaskin. Ritningar och data för byggnaden finns i *Rapport 2013:2, Optimala kostnader för energieffektivisering*.



Bild 6. Nytt kontorshus med elvärme, klimatzon III.

De energibesparande åtgärderna är här tre alternativ med olika bergvärmepumpar. Samtliga jämförs med ett utgångsläge där man har en bergvärmepump på 27 kW. Alternativen är

- bergvärmepump med verkningsgraden 40 kW
- bergvärmepump med verkningsgraden 55 kW
- bergvärmepump med verkningsgraden 80 kW.

Kostnaden för en bergvärmepump på 40 kW är 137 800 kr, exklusive moms, och energibesparingen beräknas bli 35 115 kWh per år, vilket motsvarar 10 procent.

Bergvärmepumpen på 55 kW kostar 296 800 kr, exklusive moms, och energibesparingen förväntas bli 71 078 kWh per år (20 procent).

Kostnaden för en bergvärmepump på 80 kW är 455 800 kr, exklusive moms, och den beräknade energibesparingen 106 951 kWh per år (30 procent).

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.14 visar resultatet av kalkylerna.

Tabell 1.14. Kalkylberäkningar, nuvärde 20 år (kr)

Bergvärmep.	Fastighetsekonomisk kalkyl			Makroekonomisk kalkyl		
	40 kW	55 kW	80 kW	40 kW	55 kW	80 kW
Investering	-137 800	-296 800	-455 800	-137 800	-296 800	-455 800
Åtgärdsintäkt	520 570	1 053 710	1 585 517	457 116	925 271	1 392 254
Miljöeffekt	---	---	---	152 944*	309 582*	465 828*
Resultat	382 770	756 910	1 129 717	472 260*	938 053*	1 402 282*

* Miljöeffekt om huset värms med marginalet från kolkondensverk. Motsvarande för naturgas vid bergvärmepump med 40 kW är 67 794 kr och för nordisk elmix 17 834 kr. För bergvärmepump med 55 kW är värdet för naturgas 137 225 och för nordisk elmix 36 099. Slutligen, för bergvärmepump om 80 kW ges ett värde för naturgas på 206 482 kr och för nordisk elmix 54 318 kr.

En bergvärmepump med bättre verkningsgrad uppvisar en god lönsamhet utifrån såväl ett fastighetsekonomiskt som ett makroekonomiskt perspektiv. Den totala kostnaden, sett över kalkylperioden på 20 år, ger ett positivt resultat på mellan 382 770 kr och 1 129 717 kr, för den fastighetsekonomiska kalkylen. Motsvarande resultat för den makroekonomiska kalkylen spänner mellan 472 260 kr och 1 402 282 kr.

Miljöeffekt

Tabell 1.15 visar miljöeffekten av minskat utsläpp.

Tabell 1.15. Miljöeffekt för kontorshus med elvärme

Bergvärmep. 40 kW	Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	18 141	13	22 687	17	4 503	10
SO ₂	9 842	479	317	15	1 299	63
CO ₂ -ekv	124 544	806 240	44 263	286 538	11 717	75 848
NMVOC	417	294	526	368	316	73
Total miljöeffekt (kr)	152 944	---	67 794	---	17 834	---
Bergvärmep. 55 kW						
NO _x	36 720	27	45 921	34	9 114	20
SO ₂	19 923	970	643	31	2 629	128
CO ₂ -ekv	252 096	1 631 951	89 595	579 996	23 716	153 528
NMVOC	844	596	1 066	745	639	148
Total miljöeffekt (kr)	309 582	---	137 225	---	36 099	---
Bergvärmep. 80 kW						
NO _x	55 252	41	69 098	51	13 714	31
SO ₂	29 978	1 459	967	47	3 956	193
CO ₂ -ekv	379 329	2 455 595	134 814	872 720	35 686	231 014
NMVOC	1 269	896	1 603	1 121	962	222
Total miljöeffekt (kr)	465 828	---	206 482	---	54 318	---

Av naturliga skäl uppnås störst positiv miljöeffekt då energianvändningen minskar som mest, vilket den gör med bergvärmepumpen på 80 kW. Emellertid har även metoden för hur energin produceras stor effekt. Exempelvis är miljöeffekten, totalt sett, vid marginalet från kolkondens mer än åtta gånger större än vid marginalet från nordisk elmix. Tittar vi

bara på utsläpp av växthusgaser är effekten mer än tio gånger så stor med marginalet från kolkondens som med marginalet från nordisk elmix

Analys av två byggnader med särskilt låg energianvändning

I detta avsnitt redovisas en ekonomisk utvärdering för byggnaderna Blå Jungfrun och Hertings gård. Dessa byggnader har i fallstudier noterats speciellt då de redovisat särskilt låg energianvändning tack vare ett mycket bra klimatskal och installationer med bra prestanda.

Blå Jungfrun

Beskrivning av byggnaden

Blå Jungfrun är ett område med flerbostadshus i Stockholm som är byggda med målsättningen att uppnå Febys¹⁶ passivhuskriterier från 2007. Blå Jungfrun består av fyra lamellhus med fem respektive sex våningar.



Bild 7. Blå Jungfrun (källa: Google Maps).

Teknik

Byggnaderna har ett gemensamt roterande FTX-aggregat per hus med upphandlad verkningsgrad på 85 procent. Imkanalerna är separata och luften leds rakt ut vid forcering av köksfläkten för att förhindra luktspridning mellan lägenheterna. Stommen består av VST-väggar, vilket är ett österrikiskt byggsystem av platsgjutna väggar i kvarsittande form. Fjärrvärme används för att värma tilluften, alla gemensamma utrymmen och tappvarmvattnet. Tilluften har projekterats för 22 °C under uppvärmningssäsongen och varierar mellan 22 och 25 °C enligt besiktningen.

I sovrum och vardagsrum sitter elradiatorer på 250 W och i badrummen elradiatorer på 200 W. Byggnaderna byggdes 2008–2010 och

¹⁶ FEBY, Forum för energieffektiva byggnader, nu

Sveriges Centrum för Nollenergihus, som är en förening för utveckling och spridning av energieffektivt byggande.

har noga följts upp av Skanska och Svenska Bostäder. Målet har varit att komma under en energianvändning på 50 kWh/m² och år.

Energi

Energideklarationen visar 71 kWh/m² och år, varav 16 kWh/m² och år är el medan den enligt Sveby korrigerade uppmätta specifika energianvändningen är så låg som 54 kWh/m² och år. De fyra byggnaderna har gemensam mätare för fjärrvärme. Underlag med verkliga mätvärden har inte stämts av. Fastighetselen är fördelad per ytenhet, men det är okänt om summan är baserad på mätvärden.

I energideklarationen har energin fördelats mellan byggnaderna proportionellt mot ytan. Ytan som används är boarean (BOA) som omvandlas till A_{temp} ¹⁷ av Boverkets energideklarationssystem Gripen. Vid uppmätning får man en större yta än den som använts som A_{temp} , och energiprestandavärdet sjunker då till 54 kWh/m² och år, men inte ner till det beräknade värdet som var 43 kWh/m² och år.

Det är oklart vad verksamhetselen i energideklarationerna är för något. Om det är elradiatorerna i lägenheterna så skulle det ha redovisats vid punkt 8 i energideklarationen och ingått i den specifika energianvändningen. I annat fall har energideklaranten helt missat att byggnaden delvis värms med direktelradiatorer som är kopplade på varje lägenhets individuella elmätare. Enligt Skanskas och Svenska Bostäders utvärdering motsvarar detta ca 5 kWh/m² och år under 2012.

Med korrekt A_{temp} och ett tillägg på 5 kWh/m² och år får man ungefär samma specifika uppmätta energianvändning som i Skanskas och Svenska Bostäders utvärdering, men med lite annan fördelning av delenergimängderna. Efter korrekationer enligt Sveby får vi enligt Skanskas och Svenska Bostäders utvärdering en specifik energianvändning på 54 kWh/m² och år. Detta får anses vara ett mycket bra värde även om det ligger något över målsättningen. Problem med att uppnå önskad verkningsgrad på värmeåtervinningen i två av de fyra ventilationsaggregaten kan förklara att man inte nått under 50 kWh/m² och år.

Det bör också noteras att användningen av både varmvatten (27 kWh/m² och år) och hushållsel varmvatten (31 kWh/m² och år) ligger mycket högre än beräknat men endast något över Svebys schabloner. Det visar att dessa schabloner kan fungera även för lågenergihus.

De särskilda satsningar som gjorts i Blå Jungfrun för att uppnå mycket låg specifik energianvändning kan sammanfattas så här:

- kompakta klimatskal (låg formfaktor)
- extra isolering av klimatskalen
- minimering av köldbryggor
- tätt klimatskal
- lågenergifönster
- värmeåtervinning av ventilationen (FTX)
- individuell mätning och debitering (IMD), värme
- individuell mätning och debitering (IMD), varmvatten.

¹⁷ Areal för temperaturreglerande utrymmen avsedd att värmas till mer än tio grader Celsius som begränsas av klimatskärmens insida.

För användningen av varmvatten verkar IMD i det här fallet inte ge önskat utfall. Det är också osäkert om IMD på värmen har haft någon nämnvärd effekt. De boende i Blå Jungfrun bedöms ha god betalningsförmåga och är inte mer miljömedvetna än folk i genomsnitt. Däremot bedöms övriga åtgärder med syfte att minimera transmissions- och ventilationsförluster vara avgörande för det låga energianvändningen i Blå Jungfrun.

Åtgärder

För fastigheten Blå Jungfrun har vi räknat på ett paket med åtgärder som innebär att

- installera fönster och fönsterdörrar med U-värde 0,9 istället för 1,2
- installera en ventilationsvärmväxlare (FTX) roterande med 85 procent verkningsgrad i stället för en plattvärmväxlare med 35 procent verkningsgrad
- förstärka klimatskalets täthet till 0,11 l/s m² i stället för 0,6 l/s m²
- utöka isoleringen av ytterväggen med 250 mm cellplast i stället för 120 mm cellplast.

Kostnaden för åtgärderna är totalt 1 181 680 kr, exklusive moms, och medför en energibesparing om 104 494 kWh per år (38 procent).

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.16 visar resultatet av beräkningarna.

Tabell 1.16. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl	Makroekonomisk kalkyl
Investeringskostnad	-1 458 077	-1 120 813
Åtgärdsintäkt	1 326 969	1 463 797
Miljöeffekt	---	249 508*
Resultat	-131 108	592 493

*Miljöeffekt för kraftvärme med fossilbränsle. Motsvarande för biobränsle är 238 689 kr.

Ur ett fastighetsekonomiskt perspektiv ger investeringen en intäkt på totalt 1 326 969 kr sett över hela kalkylperioden. Det täcker inte investeringens totalkostnad på 1 458 077 kr, utan en förlust på 131 108 kr uppstår. Lönsamheten utifrån ett makroekonomiskt perspektiv är däremot positiv och genererar en samhällelig vinst på totalt 592 493 kr.

Miljöeffekt

Tabell 1.17 visar miljöeffekten av minskad energianvändning.

Tabell 1.17. Miljöeffekt för Blå Jungfrun

	Bio		Fossil	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	53 807	994	60 087	1 110
SO ₂	9 449	524	15 559	862
CO ₂ -ekv	24 073	177 431	45 722	336 993
NMVOG	151 360	5 517	128 140	4 671
Total miljöeffekt (kr)	238 689	---	249 508	---

Den största ekonomiska effekten kommer av minskade utsläpp från utsläpp av flyktiga organiska föreningar. Därefter följer utsläpp av kväveoxider, växthusgaser och slutligen svaveldioxider. Studerar vi bara effekten av utsläpp från växthusgaser ser vi stora skillnader mellan uppvärmning från fjärrvärme som produceras av bibränsle och fjärrvärme som produceras av fossilbränsle. För det specifika åtgärds paketet är besparingen av utsläppen från växthusgaser 177 431 kg för bibränsle, respektive 336 993 kg för fossilbränsle.

Hertings gård

Beskrivning av byggnaden

Hertings gård har uppförts på uppdrag av Falkenbergs bostads AB i centrala Falkenberg och består av fyra hyreshus med åtta våningar och 27 lägenheter per huskropp. De har uppförts i två etapper med två huskroppar per etapp. Husen är byggda som passivhus, dvs. mycket välisolerade, täta och med ventilationsvärmeåtervinning. Målsättningen har varit att med marginal klara de svenska passivhuskriterierna enligt Feby 09, vilket innebär mindre än 60 kWh/m² och år.



Bild 8. Hertings gård (Foto: Gerhard Andersson, Fabo).

Teknik

Husen är grundlagda med betongplatta på mark. Mellanbjälklag och bärande innerväggar är av betong. Ytterväggar och tak är av lätt och välisolerad konstruktion med små köldbryggor, treskiktisolerings i ytterväggarna. Mittenskikt med bärande stålpelare men i övrigt utan regler. När det gäller täthet så är denna bättre än 0,2 l/s m² omslutande area vid ±50 Pa.

Husen har FTX-ventilation med två centrala aggregat placerade i källaren. I första etappen användes roterande värmeväxlare och den andra plattvärmeväxlare. Individuella vattenburna eftervärmningsbatterier till varje lägenhet finns i fläktrummet. Den individuella debiteringen baseras inte på levererad energimängd utan på vilken temperatur utöver +21 °C man väljer lägenheten. Därutöver finns vintertid även vattenbaserad golvvärme i badrummen. Energin till värme och tappvarmvatten kommer från fjärrvärme.

Varje hus är även utrustat med en enklare luftolfångare på 75 m² som kan förvärma uteluften som tas in i byggnaden. Solvärmesystemet har ingen ackumulerande förmåga och kan inte värma tappvarmvatten. Det bedöms minska den köpta energin med mindre än 5 MW per hus och år, eller mindre än 2 kWh/m² och år.

Energi

Energiprestandan enligt energideklarationen är 51 kWh/m² och år varav 14 kWh/m² är el. Alla redovisade värden är mätta, men det är osäkert om fastighetselen även inkluderar el för belysning på parkeringen. Det har heller inte noterats i energideklarationen att byggnaden har en typ av solvärme. Vid kontrollmätning fick Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) samma A_{temp} som angetts i energideklarationen.

FTX-aggregatens eleffektivitet har i den första etappen varit högre än förväntat (2,8 W/(l/s)) vilket sannolikt har bidragit till att förbrukningen av fastighetsel har blivit högre än beräknat. Och den högre värmeanvändningen kan bero på att de boende valt en något högre rumstemperatur än 21 °C.

Användningen av tappvarmvatten är ännu lägre än det redan låga värdet som antogs vid projekteringen, vilket kan bero på den individuella debiteringen. Det framgår inte om man även installerat extra snålspolande armaturer, men förbrukningen tyder på att det är så.

Hertings gård har ingått i EU-projektet Concerto. Mer detaljerade uppgifter om konstruktionen och energianvändningen finns i rapporter inom detta projekt. I projektet har man även mätt hushållselen vilken ligger på ca 30 kWh/m² och år vilket är samma som Svebys schablon.

De särskilda satsningarna för att uppnå mycket låg specifik energianvändning är

- mycket kompakt klimatskal (mycket låg formfaktor)
- extra isolering av klimatskalet
- minimering av köldbryggor
- tätt klimatskal ($<0,2 \text{ l/s m}^2 A_{om}$)
- lågenergifönster (U-värde 0,9 W/m² K)
- värmeåtervinning ventilation (central FTX, roterande värmeväxlare)
- luftsolvärme (förvärmning av uteluft till ventilation)
- individuell mätning och debitering (IMD) för värme och varmvatten
- Infopanel (Smart-box) i varje lägenhet.

Åtgärder

De energibesparande åtgärderna vi har räknat på är att

- installera fönster och fönsterdörrar med U-värde 0,9 i stället för 1,2
- installera en ventilationsvärmeväxlare (FTX) roterande med 80 procents verkningsgrad i stället för en plattvärmeväxlare med 42 procents verkningsgrad
- förstärka klimatskalets täthet till 0,2 l/s m² i stället för 0,6 l/s m²
- utökad isolering av ytterväggarna med 70+170+145 mm mineralull med regler emellan i stället för 170 mm mineralull med regler.

Kostnaden blir totalt 1 794 090 kr, exklusive moms, och medför en energibesparing om 107 375 kWh per år (43 procent).

Resultat av ekonomiska beräkningar

Tabell 1.18 visar resultatet från kalkylerna.

Tabell 1.18. Kalkylberäkningar, nuvärde 30 år (kr)

	Fastighetsekonomisk kalkyl	Makroekonomisk kalkyl
Investeringskostnad	-2 235 541	-1 730 988
Åtgärdsintäkt	1 363 555	1 504 155
Miljöeffekt	---	256 387*
Resultat	-871 986	29 555

*Miljöeffekt med kraftvärme från fossilbränsle. Motsvarande för biobränsle är 245 270 kr.

Fastighetsekonomiskt är investeringen olönsam, den totala kostnaden över kalkylperioden på 30 år ger en förlust på 871 986 kr. Däremot blir det ett positivt resultat på 29 555 kr när man räknar med de makroekonomiska aspekterna.

Miljöeffekt

Tabell 1.19 visar miljöeffekten av åtgärds paketet.

Tabell 1.19. Miljöeffekt för Hertings gård

	Bio		Fossil	
	(kr)	(kg)	(kr)	(kg)
NO _x	55 290	1 021	61 744	1 140
SO ₂	9 709	538	15 988	886
CO ₂ -ekv.	24 737	182 323	46 983	346 284
NM VOC	155 533	5 669	131 673	4 800
Total miljöeffekt (kr)	245 270	---	256 387	---

Den största ekonomiska effekten av minskat utsläpp kommer från utsläpp av flyktiga organiska föreningar följt av kväveoxider, växthusgaser och slutligen svaveldioxid. Även här är skillnaden i utsläpp av växthusgaser stor mellan uppvärmning med fjärrvärme från biobränsle jämfört med fossilbränsle. För biobränsle minskar utsläppen med 182 323 kg, och för fossilbränsle med 346 284 kg.

Slutsatser

Småhus

Utifrån våra antaganden visar beräkningarna att de energibesparande åtgärderna för småhus inte är ekonomiskt lönsamma att genomföra. Detta gäller oavsett vilket uppvärmningssätt som används. Åtgärderna är olönsamma ur både fastighetsekonomisk och makroekonomisk synpunkt.

En förklaring är att ytan för småhusens klimatskal är större i förhållande till boytan än för flerbostadshus. En investering i väggar med bättre isoleringsvärde blir därför jämförelsevis dyrare än för ett flerbostadshus som har ett mindre klimatskal i förhållande till boytan. Svårast att nå lönsamhet blir det därför för småhus i ett plan.

Flerbostadshus

För flerbostadshuset med fjärrvärme blir det makroekonomisk lönsamt med investeringar i både åtgärds paketet och fönster med bättre U-värde. Däremot blir samma investeringar inte lönsamma i den fastighetsekonomiska kalkylen.

För flerbostadshuset med eluppvärmning ger däremot en investering i en bergvärmepump med bättre verkningsgrad både fastighetsekonomisk och makroekonomisk lönsamhet. Men det är inte lönsamt att investera i fönster med bättre U-värde.

Blå Jungfrun och Hertings gård

Åtgärds paketet för respektive fastighet är lönsamma ur ett makroekonomiskt perspektiv men ur ett fastighetsekonomiskt perspektiv är de olönsamma. Men åtgärds paketet ger en energibesparing på hela 38 procent respektive 43 procent av kravnivån i BBR, så det kan mycket väl finnas separata åtgärder som är fastighetsekonomiskt lönsamma.

Kontorshus

För kontorshus bedöms samtliga undersökta åtgärder vara lönsamma ur både ett fastighetsekonomiskt och ett makroekonomiskt perspektiv. Lönsamhet nås också oavsett om uppvärmning sker med el eller med fjärrvärme.

Beräkningarna visar också att lönsamhet nås även för åtgärder som genererar 20 procent lägre energiförbrukning jämfört med dagens kravnivå i BBR. Detta gäller både kontorshus som värms med el och kontorshus som värms med fjärrvärme.

2. Uppföljning av nya byggnaders energianvändning

För att ta reda på vilka nivåer för energianvändning man bygger på idag har vi undersökt nya byggnader. Hypotesen har varit att om byggherrarna bygger bättre än de krav samhället ställer, kan det betyda att det finns ett ekonomiskt utrymme för att skärpa kraven. Man bygger i så fall bättre redan nu för att det är lönsamt.

En annan hypotes har varit att det skulle kunna finnas olika stort utrymme för att skärpa kraven för olika byggnadskategorier. Kontor har till exempel goda förutsättningar utifrån sin användning jämfört med badhus och idrottsanläggningar. Kontor är också en kategori där det kommer lågenergihus, pådrivna av systemen för märkning och certifiering. Vi har undersökt energiprestandan efter att ha delat in kategorin bostäder i två grupper, bostäder och flerbostadshus och kategorin lokaler i sju grupper.

Från energideklarationsregistret har utredningen hämtat uppgifter om byggnaders uppmätta energianvändning. Registret ger inte några svar om den fastighetsekonomiska lönsamheten kopplad till den specifika energianvändningen. Men vi gör antagandet att de byggnader som uppförts är fastighetsekonomiskt lönsamma med det medelvärde på specifik energianvändning som uppmätts. Som framgår av diagrammen finns det en spännvidd mellan de uppmätta siffrorna, från byggnader med betydligt lägre energianvändning till de som ligger långt över nuvarande energikrav. Orsakerna till spridningen har inte analyseras i denna utredning.

För närvarande omfattar energideklarationsregistret 460 272 byggnader (24 januari 2014). Vissa byggnader består av en blandning av bostäder och lokaler. I urvalet för denna undersökning har de mer renodlade byggnadstyperna tagits med. Urvalet har i en första undersökning begränsats så att om byggnaden består av minst 80 procent bostäder så anses den vara en bostadsbyggnad. Beräkningsmässigt innebär detta att minst 80 procent av A_{temp} ska vara bostad. På motsvarande sätt har lokalbyggnader valts ut. Detta innebär att vissa

byggnader i energideklarationsregistret valts bort eftersom de inte enkelt kan användas som underlag för bostad eller lokal.

Vi har också gjort avgränsningar för byggnader med extrem energianvändning, endast byggnader med inregistrerad, uppmätt energianvändning har ingått i studien. Dataunderlaget bygger på uppgiften i energideklarationsregistret om ”Huvudsaklig uppvärmning” där man kan skilja de eluppvärmda byggnaderna från övriga byggnader. Viss hänsyn vid bedömningen av resultatet måste också tas till att det finns övergångsbestämmelser i reglerna.

Efter avgränsningar fanns det information om totalt 19 020 bostadsbyggnader och 1 813 lokaler med färdigställandeår 2002–2012 i registret. Dessa utgör basen för den första uppföljningen. Därefter gjordes en uppföljning där *bostäder* delades upp i *småhus* och *flerbostadshus* och *lokaler* delades upp i *kontor*, *förvaltning* och *övriga lokaler*. När byggnaderna delades upp i mindre grupper blev underlaget för varje grupp litet och observationerna därmed mer osäkra.

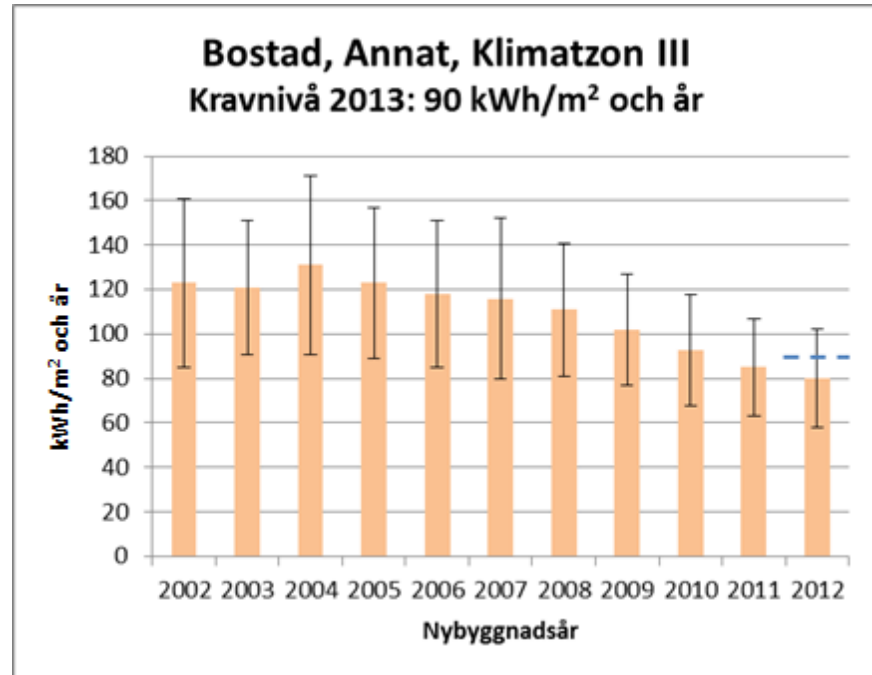
Resultatet redovisas som medelprestandan för byggnaderna uppdelade på byggnadsår. På staplarna i diagrammet finns ett tunt vertikalt svart streck som redovisar den standardavvikelse som räknats fram i förhållande till medelvärdet för det aktuella året. Strecket visar om den specifika energianvändningen ligger på en jämn nivå för de redovisade byggnaderna eller om spridningen är stor. Till höger i stapeldiagrammen finns en kort streckad horisontell linje som visar BBR:s nuvarande kravnivå på högsta tillåtna specifik energianvändning. Det är mot denna nivå vi jämför det verkliga utfallet, eftersom den visar vad en eventuell ytterligare skärpning kan utgå ifrån. I några fall är antalet byggnader litet och den statistiska signifikansen för de redovisade värdena är därför också låg.

Uppföljningen görs för byggnader i klimatzon III men slutsatserna antas vara representativa för hela landet.

Bostäder och lokaler

Bostäder med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 2.1. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för bostäder med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III

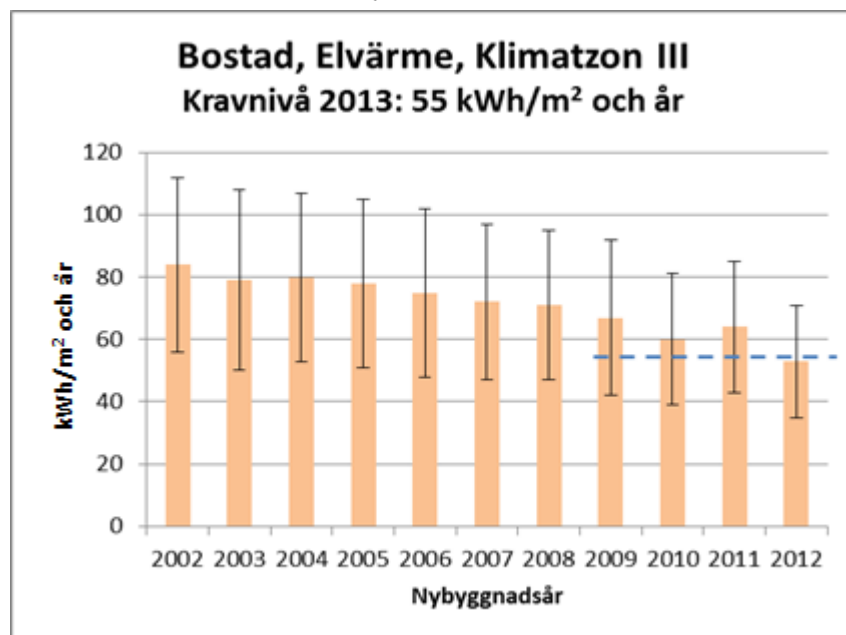


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För 2012 ligger medelvärdet för specifik energianvändning på ca 10 kWh/m² och år under BBR-kravet. Underlaget för detta år är bara 64 byggnader men 2011 uppvisar ett nästan lika bra resultat och det är baserat på 371 byggnader. En sammantagen bedömning av dessa två år, och de närmast föregående åren, visar att den specifika energianvändningen har reducerats efterhand.

Bostäder med elvärme

Diagram 2.2. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för bostäder med elvärme i klimatzon III

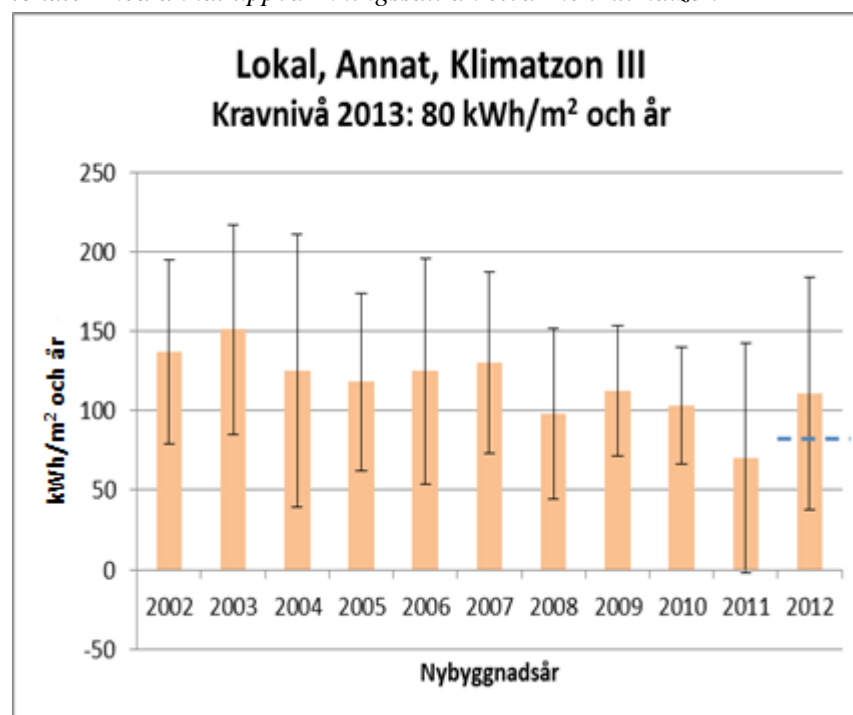


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För 2012 ligger medelvärdet på specifik energianvändning marginellt under BBR-kravet. Underlaget baserar sig på 142 byggnader. En sammantagen bedömning visar att den specifika energianvändningen har sjunkit sedan 2006.

Lokaler med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 2.3. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för lokaler med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III

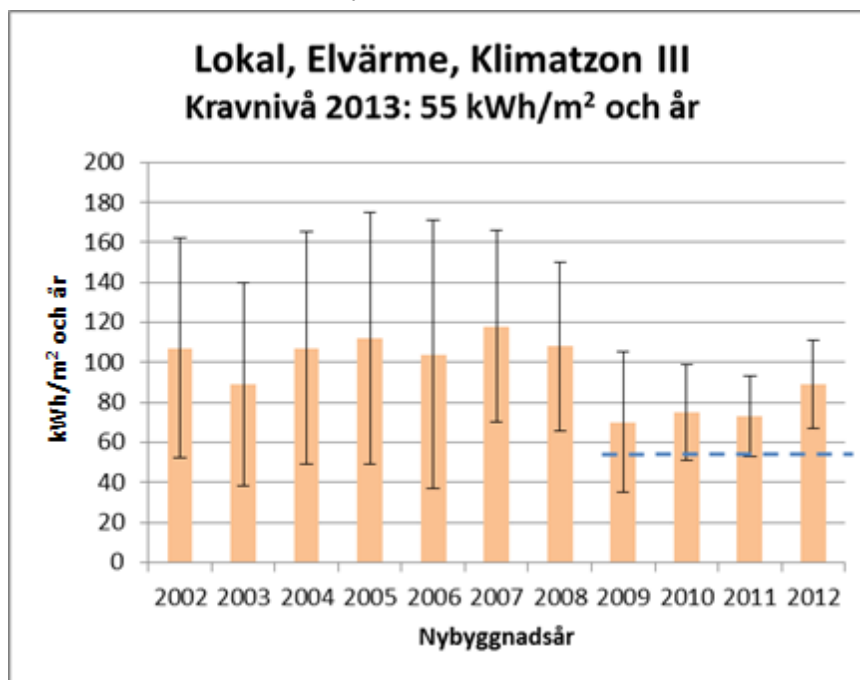


I diagrammet representeras kravnivån av en kort streckad linje.

Det statistiska underlaget för lokaler är begränsat, särskilt för de senare årgångarna. Detta och det faktum att lokalkategorin omfattar vitt skilda byggnader och verksamheter ger en något spretigare bild av energianvändningen. Stapeln för 2012 baseras på bara åtta lokalbyggnader och får därmed anses vara osäker. Utvecklingen under de föregående åren antyder en successiv förbättring.

Lokaler med elvärme

Diagram 2.4. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för lokaler med elvärme i klimatzon III



I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

Utvecklingen för energianvändningen i elvärmda lokaler är något ojämn. Noteringarna för 2011 och 2012 baserar sig på mycket få byggnader. Men även om underlaget för 2009 och 2010 också är begränsat ger det ändå en indikation om vilken nivå som är möjlig att uppnå.

Slutsatser

För bostäder är trenden tydlig. Mellan 2002 och 2012 har den genomsnittliga energianvändningen för nyproducerade icke elvärmda bostäder minskat från 123 kWh/m² och år till 80 kWh/m² och år. För elvärmda bostäder har energianvändningen minskat från 84 kWh/m² och år till 53 kWh/m² och år. En slutsats är att de bostäder med annan uppvärmning än el som byggdes 2012 har en genomsnittlig specifik energianvändning som är ca 10 kWh/m² och år lägre än vad energikraven anger. För elvärmda bostäder var den genomsnittliga specifika energianvändningen marginellt lägre än energikraven.

För lokaler är bilden mycket spretigare och det går inte att dra någon tydlig slutsats utifrån energistatistiken.

Minskningen av energianvändning påverkas av många faktorer utöver byggreglerna, det är energipris, ökad energi- och miljömedvetenhet, tekniska möjligheter och kostnaderna för dessa m.m. Vi har inte kunnat fastställa de exakta orsakerna till den positiva utvecklingen utan stannar vid att konstatera att trenden är tydlig.

Men en stor del av de nya byggnaderna uppvisar en energianvändning som överskrider kravnivån i BBR. Det kommer att leda till stora

förbättringar om myndigheter i fortsättningen ser till att reglerna efterlevs.

Småhus och flerbostadshus

Vi har undersökt om det finns någon skillnad i energianvändningen mellan småhus och flerbostadshus. Uppföljningen omfattar 17 370 småhus och flerbostadshus i klimatzon III med nybyggnadsår 2002–2012.

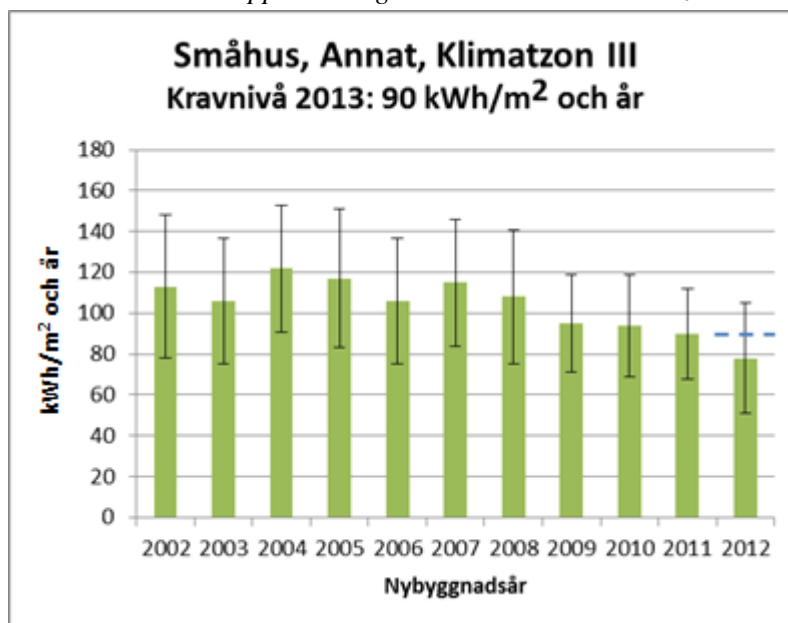
Energianvändning i nya småhus och flerbostadshus

Diagrammen redovisar bl.a. medelvärde och standardavvikelse för specifik energianvändning i småhus och flerbostadshus. Redovisningen gäller energideklarerade byggnader med uppmätt energianvändning i klimatzon III och med nybyggnadsår 2002–2012.

I klimatzon III är kravnivån för bostäder med annat uppvärmningssätt än elvärme 90 kWh/m² och år. För bostäder med elvärme är kravnivån 55 kWh/m² och år.

Småhus med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 2.5. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för småhus med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III

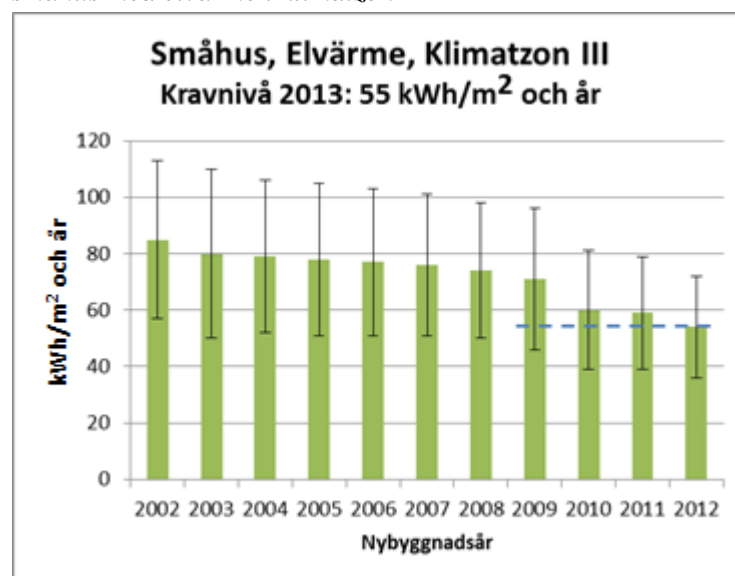


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För 2012 ligger medelvärdet för specifik energianvändning ca 12 kWh/m² och år under BBR-kravet. Underlaget är bara 42 byggnader. En sammantagen bedömning visar att den specifika energianvändningen har reducerats sedan 2004.

Småhus med elvärme

Diagram 2.6. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för småhus med elvärme i klimatzon III

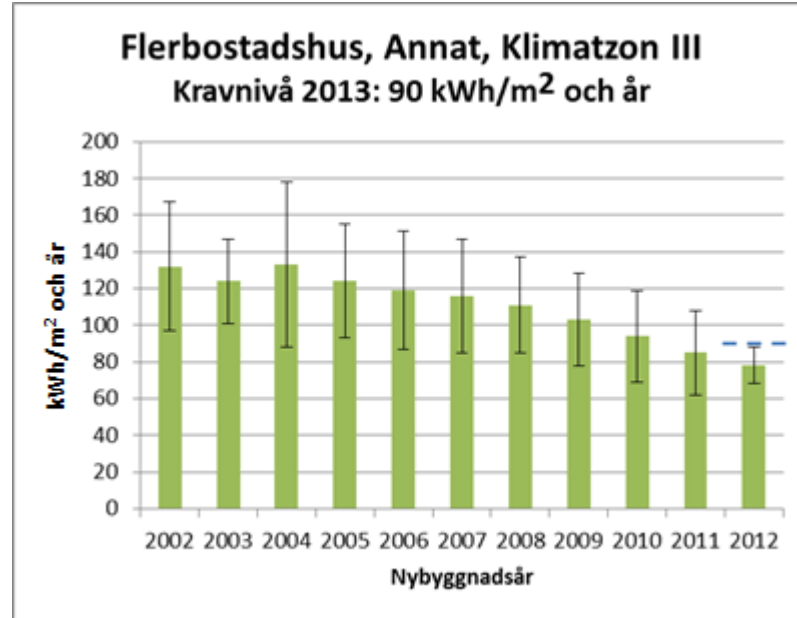


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För år 2012 ligger medelvärdet för specifik energianvändning marginellt under nuvarande kravnivå i BBR. Underlaget för nybyggnadsår 2012 utgörs av 140 byggnader. En sammantagen bedömning är att den specifika energianvändningen har reducerats kontinuerligt sedan 2002.

Flerbostadshus med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 2.7. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för flerbostadshus med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III

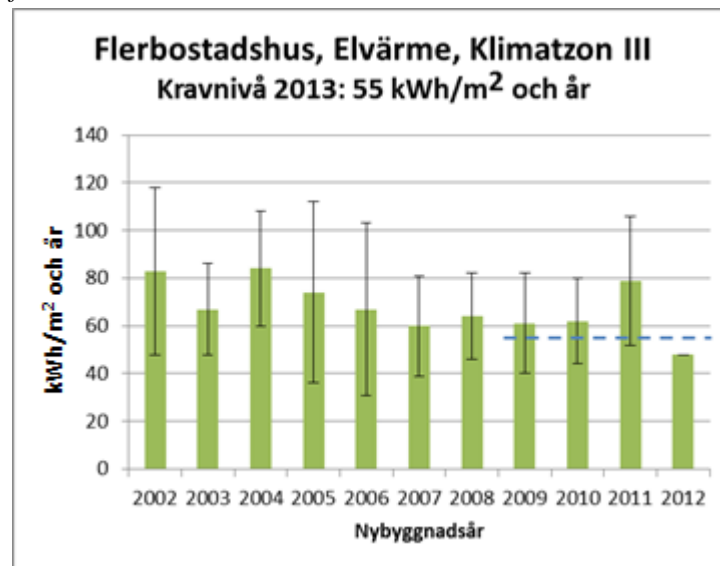


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För 2012 ligger medelvärdet för specifik energianvändning ca 12 kWh/m² och år under BBR-kravet. Underlaget för nybyggnadsår 2012 är bara 20 byggnader. En sammantagen bedömning är att den specifika energianvändningen har reducerats efterhand sedan 2004.

Flerbostadshus med elvärme

Diagram 2.8. Förändring av byggnadens specifika energianvändning för flerbostadshus med elvärme i klimatzon III



I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

För 2012 ligger medelvärdet för specifik energianvändning ca 8 kWh/m² och år under BBR-kravet. Underlaget för nybyggnadsår 2012 utgörs endast av en byggnad. En sammantagen bedömning är att energianvändningen inte har reducerats i någon större utsträckning sedan 2002.

Slutsatser

Statistiken visar att för nya småhus respektive nya flerbostadshus har energianvändningen minskat efterhand sedan 2006, då nya energikrav på specifik energianvändning infördes i BBR.

Samtliga byggnadskategorier som byggdes 2012, utom elvärmda småhus, visar ett medelvärde som ligger ca 10 kWh/m² och år under gällande energihushållningskrav. De elvärmda småhusen uppfyller precis energihushållningskraven.

Kontor och övriga lokaler

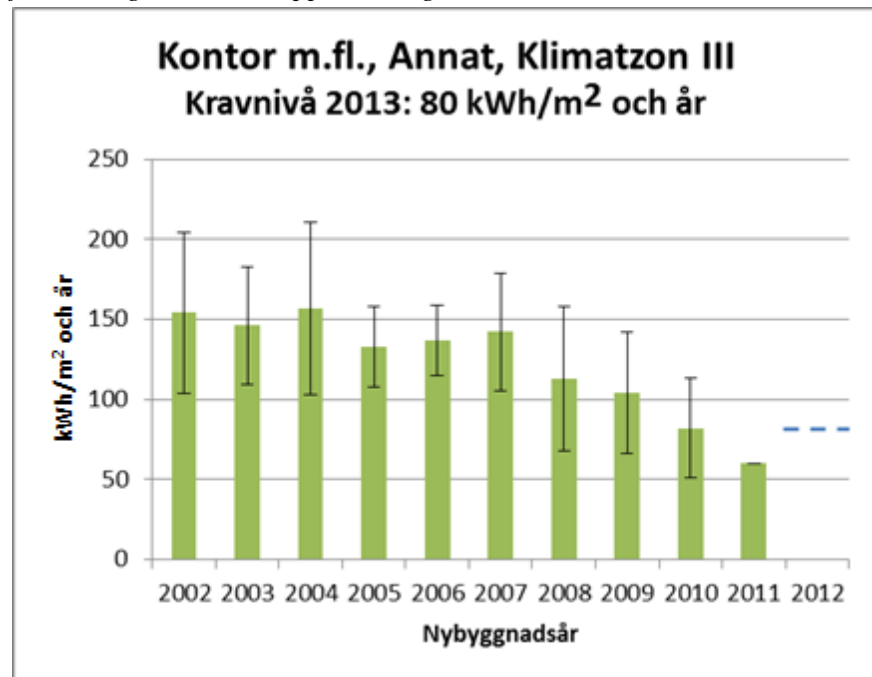
I denna uppföljning har vi undersökt om det är någon tydlig skillnad i energiprestandan beroende på lokaltyp. Vi undersökte kontor i klimatzon III med nybyggnadsår 2002–2012. Undersökningen omfattar 1 358 lokaler.

Energianvändning i nya lokaler

Redovisningen gäller energideklarerade lokaler med uppmätt energianvändning i klimatzon III och med nybyggnadsår 2002–2012. I klimatzon III är kravnivån 80 kWh/m² och år för lokaler med annat uppvärmningssätt än elvärme. För lokaler med elvärme är kravnivån 55 kWh/m² och år. Till dessa kravnivåer får man göra ett tillägg om det behövs ett större uteluftsflöde av hygieniska skäl.

Kontor och förvaltning med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 2.9. Byggnadens specifika energianvändning för kontor och förvaltning med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III

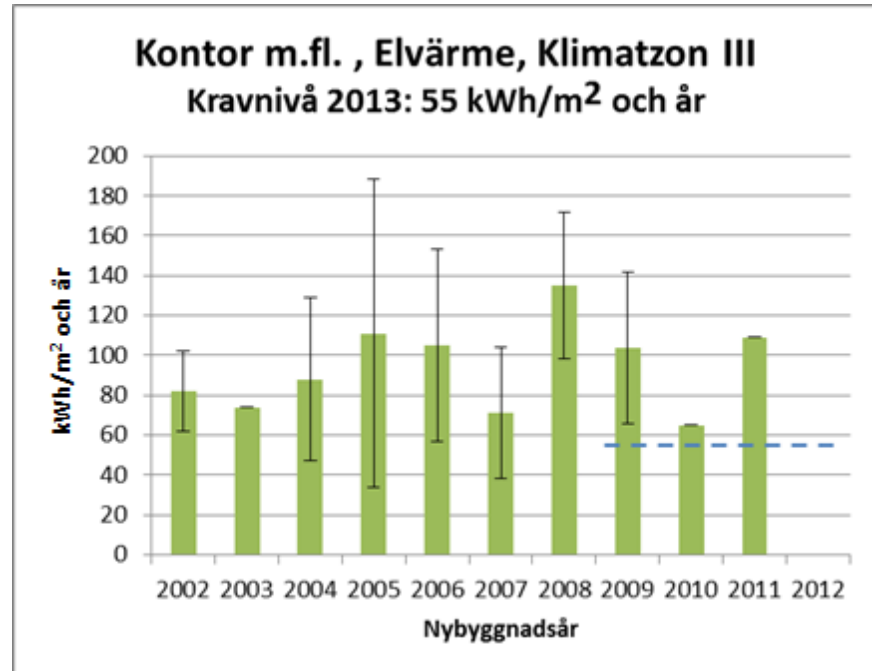


I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

Underlaget för 2011 utgörs av endast en byggnad och den klarar BBR-kravet. Ingen sammantagen bedömning kan göras.

Kontor och förvaltning med elvärme

Diagram 2.10. Byggnadens specifika energianvändning för kontor och förvaltning med elvärme i klimatzon III



I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort streckad linje.

Perioden 2007–2011 visar på både hög och låg specifik energianvändning för byggnaderna med elvärme i kategorin kontor m.fl. För 2009–2011 är underlaget bara fyra byggnader så en sammantagen bedömning är svår att göra.

Slutsatser

Energianvändningen för olika lokalkategorier har till övervägande minskat efterhand sedan 2006, då nya energikrav på specifik energianvändning infördes i BBR.

Undersökningen ger inget entydigt besked om vilka kravnivåer som är möjliga för olika lokalkategorier eller om det utifrån dagens byggtekniska förutsättningar finns stora möjligheter för att skärpa nuvarande nivåer.

3. Uppföljning av befintliga lågenergibygnaders energianvändning

Vi har studerat redan uppförda lågenergibygnader för att se projektens verkliga utfall jämfört med det projekterade, vilken byggnads- och installationsteknik som använts och det ekonomiska resultatet. Urvalet har gjorts från Lågans register för lågenergibygnader och från Green Building-certifierade byggnader. Uppföljningarna är gjorda utifrån energideklarationsregistret. Utöver detta har fem lågenergiprojekt studerats grundligare och av dessa har vi i två fall gjort fastighetsekonomiska och samhällsekonomiska utvärderingar.

Syftet med att undersöka byggnader som profilerar sig med god energiprestanda är att få en mer konkret uppfattning om vilken kravnivå dagens byggande kan klara. Undersökningen kan därmed visa hur stor marginal det finns för ytterligare skärpning av kravnivåerna i BBR.

Utvärdering av byggnader från Lågans register

Lågan är ett program för byggnader med mycket låg energianvändning, det är ett nationellt initiativ som ska främja energieffektivisering i byggnader. Lågan är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter och syftet är att öka byggtakten av lågenergibygnader. Programmet ger bl.a. stöd till demonstrationsprojekt och samarbetsinitiativ för lågenergibygnader.

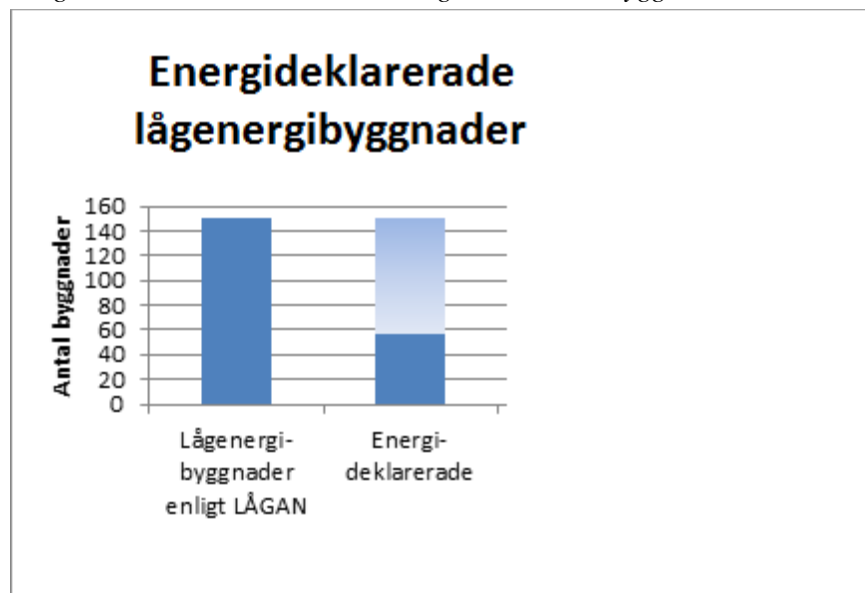
Resultat från energideklarationsregistret

Med utgångspunkt från Lågan översikt¹⁸ över uppförda lågenergibyggnader har 24 bostadsprojekt med nybyggnadsår från 2007 till 2010 valts ut.¹⁹ Bostäderna finns i Västra Götaland, Västerås, Växjö och andra orter som i olika sammanhang framhålls som föregångare när det gäller uppförandet lågenergibyggnader.

Projekten omfattar tillsammans 150 byggnader med 1 134 lägenheter. Enligt marknadsöversikten ska projekten ha väsentligt bättre energihushållning än vad som krävs i gällande regelverk. Energianvändningen ska vara minst 25 procent lägre än de krav som anges i BBR 2011 (BFS 2011:26 – BBR19).

Av de 150 undersökta bostadsbyggnaderna är 56 energideklarerade (41 procent).

Diagram 3.1. LÅGAN, Andelen energideklarerade byggnader



För de 56 energideklarerade byggnaderna finns information om byggnadernas specifika energianvändning (kWh/m² och år) i Boverkets energideklarationsregister. För 55 av byggnaderna är den faktiska energianvändningen uppmätt.

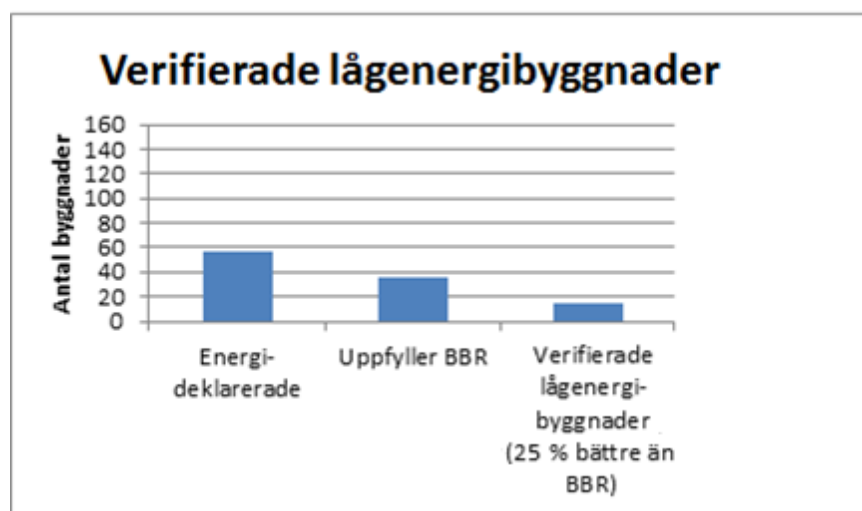
¹⁸ Lågan, rapport 2011:01

¹⁹ Brogården Alingsås, Ekslutningen/stadsskogen Alingsås, Kv. Kantarellen 19 Borås, Kv. Olofsholm Borås, Hamnhuset Göteborg, Stapelbädden Göteborg, Bottnevägen Göteborg, Flaggberget Göteborg, Stengodset Göteborg, Högsbogatan Göteborg, Söndrums kyrkby Halmstad, Ödåkra Helsingborg, Flaggskepparen V:a hamnen Malmö, Rondellhusen Sigtuna, Blå Jungfrun Stockholm, Kv. Skogskarlen Stockholm, Kv. Stierncrona Stockholm/Beckomberga, Gimoborg Umeå, Hästhoven Västerås, Kaptenen Västerås, Portvakten söder Växjö, Blåsbälgen Växjö, Gasklockan Växjö, Silen Växjö.

Av de 150 bostadsbyggnaderna var det

- 56 byggnader som hade energideklarerats
- 35 byggnader som med hjälp av en energideklaration kunde visa att man uppfyllt kraven på energihushållning enligt nuvarande BBR (BFS 2012:26, BBR19)
- 15 byggnader som med hjälp av en energideklaration kunde visa att man hade en energianvändning som var minst 25 procent lägre än kraven i nuvarande BBR (BFS 2012:26, BBR19).

Diagram 3.2. Andelen byggnader med 25 procent lägre energianvändning än BBR



* Uppföljning av lågenergibyggnader enligt Lågan med underlag från Boverkets energideklarationsregister. Diagrammet redovisar antalet energideklarerade lågenergibyggnader, hur många av dessa som uppfyller energikraven i BBR samt hur många som har 25 procent bättre energiprestanda än kraven i BBR.

Fördjupade studier i 15 utvalda byggnader

Med utgångspunkt i Lågens redovisning har 15 byggnader valts ut för att ge ett underlag till bedömningar i denna utredning. Urvalet stämmer till viss del överens med de 15 verifierade lågenergihusen ovan men har kompletterats med andra byggnader som skolor och sjukhus. Syftet med att undersöka byggnader som profilerar sig med god energiprestanda är att få en mer konkret uppfattning om vilken kravnivå dagens byggande kan klara. Undersökningen ger därmed en indikation på hur stor marginal det finns för ytterligare skärpning av kravnivåerna i BBR.

De objekt som valts ut är Blå Jungfrun i Stockholm, Olovsholm, Kantarellen och T-huset i Borås, Hamnhuset i Göteborg, Bottnevägen och Stengodset i Göteborg, Hertings gård i Falkenberg, Flaggskepparen i Malmö, Ödåkra i Helsingborg, Norreport i Karlshamn samt Astronomen, Blåsbälgen, Limnologen och Portvakten i Växjö. Byggnaderna fördelar sig på elva bostadsbyggnader och fyra lokalbyggnader. Undersökningen innebär en genomgång av energideklarationer, insamling av tekniska beskrivningar och ritningar samt besiktning av byggnaderna.

Tabell 3.3. Förteckning och resultat för lågenergiprojekt

Projekt	Ort	Byggnadstyp	Målsättning	Projekterat uppvärmnings sätt	Verkligt uppvärmningssätt	Krav BBR20	Energi-användning	Klarar krav enligt BBR 20	Klarar krav för lågenergihus
1 Blå Jungfrun	Stockholm	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan, Passivhus Feby 2007	Fjärrvärme	Fjärrvärme ¹	90	54	Ja	Ja
2-1. Olovsholm	Borås	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan	Fjärrvärme	Elvärme	55	95	Nej	Nej
2-2. Kantarellen	Borås	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan	Fjärrvärme	Elvärme	55	90	Nej	Nej
3. Hamnhuset	Göteborg	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan, Passivhusteknik	Fjärrvärme	Fjärrvärme ²	90	75,8	Ja	Nej
4. Hertings Gård	Falkenberg	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan, Passivhus Feby 2009	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	51,2	Ja	Ja
5-1. Bottnevägen (mellanliggande)	Göteborg	Radhus	Lågenergihus enligt Lågan	Elvärme	Elvärme	55	90	Nej	Nej
5-2. Bottnevägen (gavelhus)	Göteborg	Radhus	Lågenergihus enligt Lågan	Elvärme	Elvärme	55	54	Ja	Nej
6. Flaggskepparen	Malmö	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan, Tyska passivhus	Elvärme	Elvärme	55	87	Nej	Nej
7. Stengodset	Göteborg	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	108,2	Nej	Nej
8. T-huset	Borås	Sjukhus	Lågenergihus	Fjärrvärme ³	Fjärrvärme	149	62	Ja	Ja
9. Ödåkra	Helsingborg	Flerbostads-hus	Lågenergihus enligt Lågan, Passivhus	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	112 ⁴	Nej	Nej

10. Norreport	Karlshamn	Förskola	Lågenergihus - 20 % bättre än BBR	Fjärrvärme	Fjärrvärme	125,5	135	Nej	Nej
11. Astronomen	Växjö	Skola	Lågenergihus	Fjärrvärme	Fjärrvärme	132	98	Ja	Ja
12. Blåsbälgen	Växjö	Flerbostads- hus	Lågenergihus enligt Lågan	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	88,8	Ja	Nej
13. Limnologen	Växjö	Flerbostads- hus	Lågenergihus enligt Lågan	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	58 ⁵	Ja	Ja
14. Portvakten	Växjö	Flerbostads- hus	Lågenergihus enligt Lågan, Passivhusteknik	Fjärrvärme	Fjärrvärme	90	65 ⁶	Ja	Ja
15. Korpaborgen	Karlshamn	Förskola	Lågenergihus, 20 % bättre än BBR	Fjärrvärme	Fjärrvärme	126	139	Nej	Nej

1. Vardagsrum och sovrum har installerade elradiatorer på 250 W och badrum har elradiatorer på 200 W.
2. Varje lägenhet är utrustad med ett eget eleftervärmebatteri. Denna energimängd är inte uppmätt eller uppskattad.
3. Byggnaden värms med Fjärrvärme med det finns även värmepumpar.
4. Stora kulvertförluster.
5. Mängden fjärrvärme för tappvarmvatten bedöms orimligt låg.
Uthyrningsgraden har varit låg under utvärderingsperioden.
6. Uthyrningsgraden har varit låg under utvärderingsperioden

Utifrån den fördjupade studien har vi valt fyra projekt för ytterligare analyser. På projekten Blå Jungfrun och Hertings gård har också en fastighets- och samhällsekonomisk utvärdering gjorts som redovisas i kapitel 1.

Resultat

Resultaten av de enskilda utvärderingarna varierar inom relativt stora marginaler. Sex byggnader redovisar bra resultat och klarar både BBR-kraven och det extra kravet på 25 procent bättre än BBR som lågenerginivån i Lågan anger.

Tabell 3.4. specifik energianvändning för tre av de undersökta byggnaderna.

Projekt	Aktuellt BBR-krav kWh/m ² och år	Uppmätt specifik energianvändning kWh/m ² och år
Herrgårdsängen Västerås	90	68
Hamnhuset Göteborg	90	76
Limnologen Växjö	90	58

Slutsatser

Lågan utgår från beräknade värden när man ska fastställa om byggnaden är en lågenergibyggning, här har vi jämfört de beräknade värdena med det verkliga utfallet. I nästan alla fall kan man konstatera att den verkliga energianvändningen ligger högre än den beräknade, i vissa fall mycket högre. Om denna skillnad beror på för gynnsamma beräkningar, olämpliga indata eller mätsystem alternativt ett sämre byggande än vad som projekterats analyserar vi inte. Men resultaten visar ändå att begreppet lågenergihus i praktiken kan innebära stora variationer i uppmätt energianvändning.

Undersökningen visar att det inte räcker med ett mycket bra klimatskal för att få bra energiprestanda, det behövs också installationer med god prestanda.

Utvärdering av byggnader certifierade enligt Green Building

Miljömärkningen Green Building gäller lokalbyggnader och lanserades 2006. Den fokuserar på att reducera energianvändning och minska koldioxidutsläppen. För att få märka en nyproducerad byggnad med Green Building ska byggnaden certifieras och energianvändningen ska ligga minst 25 procent lägre än vad BBR tillåter. För nyproducerade byggnader är det en beräkning av byggnadens energianvändning som ligger till grund för certifieringen.

För att undersöka möjliga framtida kravnivåer på byggnadens specifika energianvändning har vi undersökt vilken verklig energianvändning nya Green Building-certifierade byggnader har. Undersökningen har genomförts med underlag från Boverkets

energideklarationsregister, i registret finns information om energiprestandan för varje specifik lokalbyggnad.

De Green Building-certifierade byggnader som ingår i denna undersökning är hämtade från Sweden Green Buildings webbplats, www.sgbc.se. Totalt sett fanns där information om 322 certifierade byggnader (2013-12-09), av dessa är 205 identifierade i Boverkets energideklarationsregister.

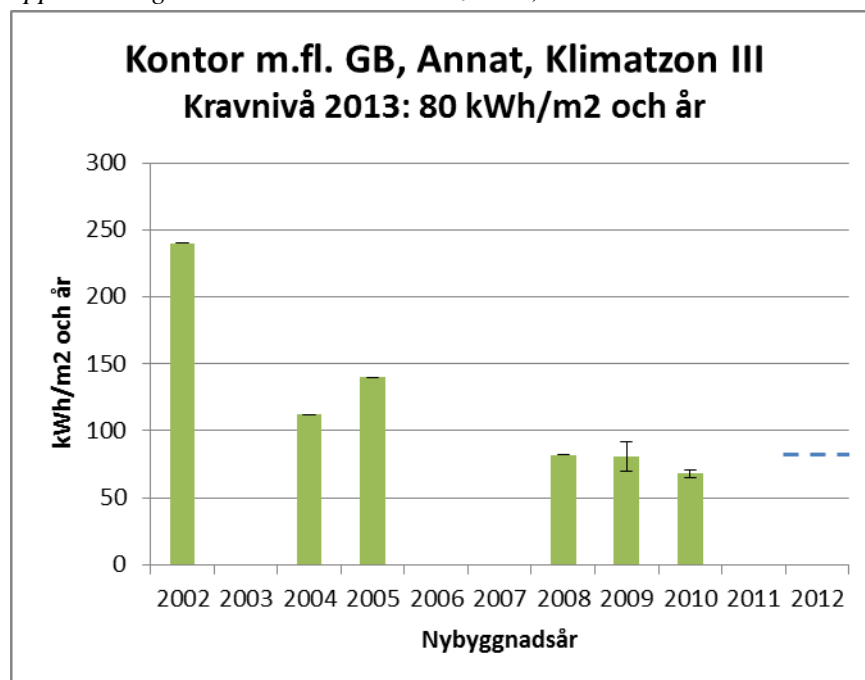
Undersökningen omfattar Green Building-certifierade byggnader i klimatzon III med nybyggnadsår 2002–2012. Resultatet erhålls som energiprestanda (kWh/m² och år) och ett referensvärde för energiprestandan som motsvarar kravnivån för nya byggnader. Utvärderingen omfattar 12 byggnader.

Resultat från energideklarationsregistret

Diagrammet nedan visar bl.a. medelvärdet och standardavvikelsen för specifik energianvändning för olika byggnadskategorier. Redovisningen gäller energideklarerade byggnader med uppmätt energianvändning i klimatzon III och med nybyggnadsår 2002–2012.

Certifierade kontor och förvaltningsbyggnader med annan uppvärmning än elvärme

Diagram 3.5. Byggnadens specifika energianvändning för Green Building-certifierade kontor och förvaltningsbyggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme i klimatzon III, 2002–2012



I diagrammet representeras dagens kravnivå av en kort horisontell streckad linje.

Resultatet för perioden 2008–2012 visar att alla byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme i kategorin kontor m.fl. klarar nuvarande kravnivå i BBR. Underlaget för nybyggnadsåren 2008–2012 är bara sex byggnader. En sammantagen bedömning för Green Building-certifierade

kontor och förvaltningsbyggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme är att den genomsnittliga specifika energianvändningen är ca 75 kWh/m² och år.

Certifierade kontor och förvaltningsbyggnader med elvärme

Det finns inga Green Building-certifierade byggnader i denna kategori i underlaget.

Slutsatser

De certifierade Green Building-byggnaderna har en klart bättre energiprestanda än kravnivån i BBR. Antalet miljödeklarerade och energicertifierade byggnader ökar och det visar att det finns drivkrafter för att uppföra byggnader med bättre energiprestanda än BBR.

4. Klimatkorrigerering

Energihushållningskraven är anpassade till klimatets inverkan på byggkostnaderna. En byggnad som uppfyller energihushållningskravet på en ort ska kunna uppföras på andra orter och kraven tillåter därför en högre energianvändning längre norrut i landet.

Nuvarande klimatzoner är stora och inom varje zon finns förhållandevis stora skillnader i årsmedeltemperaturen. Boverket föreslog därför i studentbostadsuppdraget att de tre klimatzonerna skulle ersättas med geografiska justeringsfaktorer i intervallet 0,9–1,6. Man skulle kunna säga att klimatzonerna utökas från tre till åtta.²⁰

Det kan konstateras att dagens tre klimatzoner är en för grov uppdelning om byggkostnaden inte ska påverkas av i vilken del av landet byggnaden uppförs, och de nuvarande energireglerna överkompenserar för climateffekten. Det finns därför skäl att ersätta de tre klimatzonerna med noggrannare klimatjusteringar. Men vår bedömning är dock att de geografiska justeringsfaktorerna kan ge negativa samhällsekonomiska konsekvenser som inte är fullt utredda för norra och mellersta Sverige (klimatzon I och II). För klimatzon III däremot skulle klimatjusteringar kunna införas. Byggmarknaden där är likartad och justeringarna skulle ge bättre förutsättningar för ett mer industriellt byggande.

Boverket har därför för avsikt att införa ytterligare en klimatzon, klimatzon IV ska omfatta kommunerna i sydöstra, södra och västra Sverige (komplett lista nedan). De samhällsekonomiska konsekvenserna av att införa geografiska justeringsfaktorer för norra och mellersta Sverige kommer att utredas vidare inom ramen för Boverkets regeringsuppdrag om nära-nollenergibyggnader. Uppdraget ska rapporteras senast den 9 juni 2015.

²⁰ Förslag på regeländringar för fler bostäder åt unga och studenter, Boverket, rapport 2013:20.

De nya klimatzonerna illustreras nedan.

Tabell 4.1. Klimatzonernas omfattning

- | | |
|------------------------|---|
| • <i>Klimatzon I</i> | • Norrbottens, Västerbottens och Jämtlands län. |
| • <i>Klimatzon II</i> | • Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län. |
| • <i>Klimatzon III</i> | • Jönköpings, Kronobergs, Östergötlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala och Gotlands län samt Västra Götalands län utom Göteborg, Härryda, Mölndal, Partille och Öckerö. |
| • <i>Klimatzon IV</i> | • Kalmar, Blekinge, Skåne och Hallands län samt i Västra Götalands län kommunerna Göteborg, Härryda, Mölndal, Partille och Öckerö. |

5. Skärpta kravnivåer för energihushållning

En sammanvägd bedömning

I Boverkets och Energimyndighetens rapport 2013:2, *Optimala kostnader för energieffektivisering*²¹ gjordes bedömningen att nuvarande energihushållningskrav i stort sett ligger på en kostnadsoptimal nivå inom ett intervall på +/- 15 procent. Vid en bedömning av vilken storlek på skärpning som skulle kunna vara möjlig i det här uppdraget, har vi utgått från ekonomiska analyser med samma metod för beräkning som användes i uppdraget om optimala kostnader för energieffektivisering. Vi har kontrollerat resultatet med uppföljningar i energideklarationsregistret och en uppföljning av lågenergibyggnader. Storleken på skärpningen är avgörande eftersom en för stor skärpning kan få negativa konsekvenser för byggandet och en för liten skärpning kan ge för liten effekt samtidigt som ändringen av reglerna i sig skapar olägenheter för branschen.

Av cost-optimalutredningen kan man utläsa att det för vissa typer av byggnader eller tekniker finns ett utrymme för skärpning. Utredningen visade olika resultat beroende på vilken teknik som användes. För vissa byggnader låg resultatet på en kostnadsoptimal nivå medan det för andra fanns ett ekonomiskt utrymme för bättre energiprestanda. Det är värt att ha i minnet att skärpta regler kommer att medföra att det blir lättare att uppnå reglernas kravnivå med hjälp av vissa byggtekniker.²²

Uppföljningen i energideklarationsregistret visar att det i dag uppförs byggnader med bättre energiprestanda än vad BBR kräver. Statistiken visar att flerbostadshus och lokaler som togs i bruk 2012 i genomsnitt har ca 10 procent lägre energianvändning än kraven. Statistiken visar också att de nybyggda småhusen i stort sett ligger på nuvarande kravnivå med undantag för hus med annan uppvärmning än el som har en något bättre energiprestanda. Uppföljningen i energideklarationsregistret visar alltså

²¹ Optimala kostnader för energieffektivisering – underlag enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda.

²² I uppdraget om kostnadsoptimala nivåer genomfördes beräkningar för 18 byggnader.

att det finns en viss potential för att skärpa kraven. Denna potential visar sig tydligast för flerbostadshus och för lokaler, framför allt kontor.

Av lågenergibygnaderna hade ca en tredjedel av de energideklarerade byggnaderna en energiprestanda som var 25 procent bättre än BBR. De Green Building-certifierade byggnaderna hade, med något undantag, en energiprestanda som låg 25 procent under BBR:s nivå. Uppföljningen visar att det finns potential att bygga bättre än BBR, men den visar också att det finns svårigheter med att uppfylla de kravnivåer som BBR har i dag. Spannet mellan bästa och sämsta byggnad är bitvis stort. Svårigheterna att bygga bättre än BBR gäller även för byggherrar med en uttalad ambition att uppföra byggnader med mycket god energiprestanda. Att skärpa kraven i BBR med så mycket som 25 procent ter sig därför som en alltför hög ambitionsnivå. Detta sammanvägt med att ändringen inte får vara för liten har lett fram till ett antagande att en skärpning på ca 10 procent jämfört med dagens nivå kan vara rimlig. Detta har varit utgångspunkten för de ekonomiska bedömningarna.

I detta uppdrag har en av ansatserna varit att hålla fast vid den grundstruktur som BBR:s energihushållningskrav har i dag. Kravstrukturerna ska ändras så lite som möjligt. Intentionen har också varit att behålla förhållandet mellan kraven på el och fjärrvärme. Boverket arbetar fram till i juni 2015 med ett uppdrag om en definition av energiprestanda och kvantitativa riktlinjer för nära-nollenergibygnader som ska införas senast i december 2018 respektive december 2020. I de uppdragen kommer utformningen av energihushållningskraven att utredas vidare.

Boverket har också tagit stöd i den utveckling som pågått de senaste åren och skärpt kraven i relation till tidigare ändringar. Reglerna har reviderats vid tre tillfällen:

- 2006 infördes energihushållningskrav på byggnaders specifika energianvändning
- 2009 skärptes kraven för elvärmade byggnader med ca 20 procent
- 2012 skärptes kraven för byggnader med annan uppvärmning än elvärme med ca 20 procent.

Utifrån en sammanvägd bedömning har Boverket för avsikt att skärpa energihushållningskraven med ca 10 procent för flerbostadshus och lokaler, medan kraven på småhus förblir oförändrade. En uppdelning görs av bostäder i kategorierna småhus och flerbostadshus. Skärpningen gäller bara byggnadernas specifika energianvändning.

En ytterligare skärpning genomförs genom att en fjärde klimatzon införs. Klimatzon IV ska omfatta kommunerna i sydöstra, södra och västra Sverige och skärpningen kommer att bli cirka 10 procent jämfört med den nya kravnivån för klimatzon III.

Skärpta kravnivåer i BBR

Boverkets har för avsikt att ändra energihushållningskraven till de nivåer som är redovisade i tabellerna nedan. De förändrade nivåerna är markerade med fet stil och större siffror.

Småhus som har annat uppvärmningssätt än elvärme –

Ny klimatzon IV. Skärpning av kravet på byggnadens energiprestanda jämfört med tidigare klimatzon III.

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	130	110	90	80
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40	0,40

Småhus med elvärme

Ny klimatzon IV. Skärpning av kravet på byggnadens energiprestanda jämfört med tidigare klimatzon III.

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	95	75	55	50
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5	4,5
+ tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	0,035(A _{temp} – 130)	0,030(A _{temp} – 130)	0,025(A _{temp} – 130)	0,025(A _{temp} – 130)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40	0,40

Flerbostadshus som har annat uppvärmningssätt än elvärme**Ny klimatzon IV. Ny kategori – Flerbostadshus.
Skärpning av kraven på byggnadens energiprestanda.**

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	115	100	80	70
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40	0,40

Flerbostadshus med elvärme**Ny klimatzon IV. Ny kategori – Flerbostadshus.
Skärpning av kraven på byggnadens energiprestanda**

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	85	65	50	45
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW] + tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	5,5 0,035(A _{temp} – 130)	5,0 0,030(A _{temp} – 130)	4,5 0,025(A _{temp} – 130)	4,5 0,025(A _{temp} – 130)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40	0,40

Lokaler som har annat uppvärmningssätt än elvärme

Ny klimatzon IV. Lokaler. Skärpning av kraven på byggnadens energiprestanda.

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	105	90	70	60
+ tillägg då uteluftsflödet av ökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen. Där q _{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till 1,00 [l/s per m ²].	110(q _{medel} -0,35)	90(q _{medel} -0,35)	70(q _{medel} -0,35)	70(q _{medel} -0,35)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,60	0,60	0,60	0,60

Lokaler med elvärme

Ny klimatzon IV. Lokaler. Skärpning av kraven på byggnadens energiprestanda.

Klimatzon	I	II	III	IV
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	85	65	50	45
+ tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen. Där q _{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till 1,00 [l/s per m ²].	65(q _{medel} -0,35)	55(q _{medel} -0,35)	45(q _{medel} -0,35)	45(q _{medel} -0,35)
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5	4,5
+ tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	0,035(A _{temp} - 130)	0,030(A _{temp} - 130)	0,025(A _{temp} - 130)	0,025(A _{temp} - 130)
+ tillägg då uteluftsflödet av utökade kontinuerliga hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen. Där q är det maximala specifika uteluftsflödet vid DVUT.	0,030(q-0,35)A _{temp}	0,026(q-0,35)A _{temp}	0,022(q-0,35)A _{temp}	0,022(q-0,35)A _{temp}
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,60	0,60	0,60	0,60

Ändringar i lag och förordning

Vi föreslår inga ändringar på lag- eller förordningsnivå.

Bilaga 1. Uppdraget



REGERINGEN

Socialdepartementet

Regeringsbeslut IV:2

2013-09-19

S2013/6492/PBB (delvis)

Boverket
 Box 534
 371 23 Karlskrona

Uppdrag att se över och skärpa nivåerna för energihushållning

Regeringens beslut

Regeringen beslutar att ge Boverket i uppdrag att se över och skärpa nivåerna för energihushållning i Boverkets föreskrifter.

Boverket ska redovisa uppdraget, i form av en rapport med analys och förslag till nivåer för energihushållning, till Regeringskansliet (Socialdepartementet) senast den 2 juni 2014. Vid behov ska Boverket föreslå ändringar på lag- och förordningsnivå. Redovisningen ska hänvisa till det diarienummer som detta beslut har.

Bakgrund

Vid årsskiftet 2012/2013 överlämnade Byggrådsutredningen delbetänkandet Ökat bostadsbyggande och samordnade miljökrav – genom enhetliga och förutsägbara byggregler (SOU 2012:86) till regeringen. Utredningen hade i uppdrag att bl.a. kartlägga kommunernas tillämpning av bestämmelserna om tekniska egenskapskrav i plan- och bygglagen (2010:900), plan- och byggförordningen (2011:338) samt Boverkets byggregler. Utredningen lämnade ett antal förslag som bl.a. innebar en begränsning för kommuner att ställa särkrav om tekniska egenskaper i syfte att förenkla förutsättningarna för byggande, däribland energihushållning.

Flertalet remissinstanser framhöll i sina yttranden att det utifrån dagens byggnadstekniska förutsättningar finns stora möjligheter för skärpta nivåer för energihushållning. Likande synpunkter framkom även i samband med remitteringen av förslag avseende genomförande av det omarbetade EU-direktivet om byggnaders energiprestanda, Promemoria II: förslag och bedömningar avseende nära-nollenergibyggnader (N2011/7477/E). Mot bakgrund av detta finner regeringen det lämpligt med en översyn och skärpning av nivåerna för energihushållning i Boverkets föreskrifter.

Postadress
 103 33 Stockholm

Telefonväxel
 08-405 10 00

E-post: s.registrator@regeringskansliet.se

Besöksadress
 Fretegatan 8

Telefax
 08-723 11 91

2

Regeringen avser att avsätta 300 000 kronor för 2014 för genomförandet av uppdraget. Medlen utbetalas under förutsättning att riksdagen beviljar medel för ändamålet.

Närmare om uppdraget

Översynen bör omfatta samtliga klimatzoner och uppvärmningssätt för både bostäder och lokaler. Boverket bör bl.a. ta hänsyn till förutsättningarna för olika boendeformer och effekter på övriga tekniska egenskapskrav samt samhällsekonomiska, fastighetsekonomiska och miljömässiga aspekter.

Inriktningen ska vara att de nya bestämmelserna ska träda ikraft den 1 januari 2015.

Uppdraget är en del i Sveriges strategi att närma sig nära-nollenergikrav och successivt öka kraven på energihushållning. Regeringen avser att återkomma i andra frågor avseende kontrollstationen för nära-nollenergibygnader.

På regeringens vägnar

Stefan Attefall

Danielle Zachrisson

Kopia till

Miljödepartementet/M
Näringsdepartementet/E
Energimyndigheten
Naturvårdsverket
Kammarkollegiet
Sveriges Kommuner och Landsting (SKL)

Bilaga 2. Samhällsekonomiska aspekter

Vi belyser här den samhällsekonomiska aspekten av att skärpa kravnivåerna på energihushållning genom att beskriva möjliga effekter av energieffektiviseringen. Dessa effekter har delats upp utifrån dess positiva nyttoeffekt (intäkt) eller negativa nyttoeffekt (kostnad) för samhället. Nedan redovisas de samhällsekonomiska intäkterna medan de samhällsekonomiska kostnaderna beskrivs i avsnittet därefter.

Samhällsekonomiska intäkter

De samhällsekonomiska intäkterna består av de positiva nyttoeffekter som en skärpning av byggnaders energihushållning skapar och tillför samhället. De identifierade effekterna är

- minskad energiförbrukning och minskade kostnader för energiproduktion
- bättre miljö
- självförsörjningstrygghet
- bättre inomhusmiljö
- teknikutveckling.

Minskad energiförbrukning

När skärpningar i energikraven görs kommer efterfrågan på energi att minska. Värdet av denna minskning är lika med marginalkostnaden för det produktionssätt vars produktion minskar. Eftersom dyrare produktionssätt utnyttjas under vinterhalvåret, blir värdet av skärpningen därför högre på vintern än på sommaren.

Energieffektiviseringsåtgärder kan leda till att den totala energianvändningen minskar. Men det finns också en motverkande kraft genom att effektiviseringen gör energi billigare för konsumenterna, vilket ofta leder till ökad konsumtion (Brännlund m.fl. (2007))²³.

Bättre miljö

Leder skärpningen av energikraven till en minskad energianvändning förbättras miljö och hälsa. Några av miljöeffekter av energianvändningen är försurning, övergödning och klimatpåverkan. Försurning orsakas av surt nedfall som bildas då svaveldioxid och kväveoxider släpps ut och leder bland annat till att fiskbestånd slås ut, skogsmarken utarmas på näring och grundvatten får högre metallhalter.

De flesta typer av förbränning leder till utsläpp av kväveoxider som bl.a. orsakar övergödning i form av exempelvis igenväxning av vattendrag, algbloomning och syrefria bottnar. Partiklar bildas vid förbränning av kol,

²³ Brännlund, Ghalwash & Nordström (2007), "Increased Energy Efficiency and the Rebound Effect: Effects on consumption and emissions", Energy Economics, 29.

olja och biobränslen och kan orsaka allergier och andningssjukdomar liksom cancer. Förbränning av till exempel fossila bränslen bidrar till en ökad växthuseffekt. Detta ger upphov till förändrat klimat och höjd temperatur med stigande havsnivå som följd. (Energimarknadsinspektionen 2009)²⁴.

Miljöeffekterna leder exempelvis till skador på fauna, skador på flora, skador på material och skador på klimatet. Genom att vidta åtgärder, bl.a. energieffektivisering, kan vi mildra dessa skador. Det samhällsekonomiska värdet uppgår då till de skadekostnader som undviks.

En minskad påverkan på miljön kan också leda till en förbättrad hälsa bland befolkningen. Det är då en samhällsekonomisk intäktspost, vilken mäts genom att uppskatta den samhällsekonomiska kostnaden för ohälsa som undviks. De positiva hälsoeffekterna (dvs. de negativa hälsoeffekterna som undviks) kan delas upp i minskad sjuklighet och minskad dödlighet, se Vredin Johansson och Forslund (2009) för metodbeskrivning.²⁵

Självförsörjningstrygghet

För att trygga vår samhälleliga välfärd och vidmakthålla vår höga levnadsstandard behöver vårt samhälle en säker tillgång på energi. Innebörden av detta självförsörjningsbegrepp och inställningen till dess betydelse har förändrats genom åren och kommer med all sannolikhet att vara föremål för framtida förändringar och diskussioner. Efter oljekrisen på 70-talet aktualiserades exempelvis frågan och flera åtgärder vidtogs då för att minska det stora oljeberoendet. I dag ser vårt energibehov och vår energiförbrukning annorlunda ut men vi är inte mindre beroende av en säker energiförsörjning.

Kostnaden för att värna vår elförsörjning ställs här mot vinsten av att inte upprätthålla dess existens. Värdet av självförsörjningen antas också ha en avtagande marginalnytta, om självförsörjningen är hög är värdet att ytterligare öka denna nivå mindre än om självförsörjningen är låg.

Enligt Energimyndigheten har Sverige i dag en trygg energiförsörjning genom elproduktion från vatten- och kärnkraft. Dessutom visar Energimyndighetens prognos på en stark svensk nettoexport av el framöver.²⁶

Med ett sådant utgångsläge får en minskad energianvändning genom energibesparande åtgärder i fastigheter liten betydelse ur självförsörjningsperspektiv.

²⁴ Energimarknadsinspektionen (2009), Uppvärmning i Sverige 2009, El R 2009:07.

²⁵ Vredin Johansson och Forslund (2009), Klimatanpassning i Sverige – samhällsekonomiska värderingar av hälsoeffekter, Konjunkturinstitutet, Specialstudier Nr 20.

²⁶ Energimyndigheten, Globala energifrågor och svensk säkerhetspolitik, ER 2012:16. samt Långtidsprognos 2012, ER 2013:03.

Bättre inomhusmiljö

Åtgärder för att uppnå en energieffektivisering kan också medföra andra positiva sidoeffekter utöver den direkta energibesparingen. Genom att förbättra fastighetens klimatskal kan man uppnå ett bättre inomhusklimat. Exempelvis kan värmeisolering, tätning och förändrade fönsterkonstruktioner minska drag och köldbryggor. Åtgärderna kan också minska ljudnivån och bullret i byggnader. Effekterna av dessa åtgärder är flera och leder bland annat till minskad stress, minskade hörselskador, ökat välbefinnande, minskade sömnstörningar, minskade hjärt-kärlsjukdomar, bättre möjligheter att kommunicera med omgivningen m.m. Denna intäktspost torde framför allt vara aktuell vid ombyggnad av befintliga byggnader eftersom kraven vid nybyggnad, redan i dag, fångar in effekterna på ett tillfredsställande sätt. Värdet av de positiva sidoeffekterna vid nybyggnad som skapas vid skärpningar av energikraven bedöms därför som marginellt.

Det samhälleliga värdet består här av minskade vård- och sjukhuskostnader, minskade sjukskrivningar samt en förbättrad prestationsförmåga i hem och yrkesliv.²⁷

Teknikutveckling

En skärpning av energihushållningskraven kommer att kräva ökade investeringar i energibesparande åtgärder, och investeringarna har en kostnad som ska bäras av någon part. Utifrån ett fastighetsekonomiskt perspektiv hade en rationell fastighetsägare redan genomfört åtgärderna om de vore tekniskt genomförbara och ekonomiskt lönsamma. Men finns det incitament att genomföra investeringar som direkt visar sig ekonomiskt olönsamma? Att vara en föregångare och driva den tekniska utvecklingen framåt kan ha ett värde men det går inte så lätt att beräkna vid ett investeringstillfälle. Detta värde har möjligen en marginell betydelse för den enskilda fastighetsägaren, men kan vara desto större för andra aktörer och för samhället.

En skärpt kravnivå av energihushållning antas i det här fallet driva den miljötekniska utvecklingen framåt, vilket förmodas ge komparativa fördelar med utsikter om framtida exportmöjligheter och ökad tillväxt.

Antagandet vilar på den så kallade Porterhypotesen som säger att väl utformade miljöpolitiska styrmedel kan driva en innovationsutveckling som kompenserar de kostnader som uppkommer av de införda krav- och styrmedlen. Hypotesen har avfärdats i ett antal empiriska studier²⁸ men har på senare tid vunnit en allt större acceptans. Ny forskning styrker delvis hypotesens antagande och tyder på att flexibla och långsiktigt

²⁷ En övergripande beskrivning av bullernivåns inverkan finns i Boverkets rapport God bebyggd miljö – förslag till nytt delmål för buller inomhus. 2010.

²⁸ Porterhypotesens relevans för svenskt näringsliv har bland annat studerats av Runar Brännlund, som inte finner belägg för hypotesens antagande. Brännlund, Miljöpolitik utan kostnader – en kritisk granskning av Porterhypotesen, Expertgruppen för miljöstudier, Rapport 2007:2.

stabila miljöpolitiska styrmedel mycket väl kan generera innovationer och stärkt konkurrenskraft.²⁹

Samhällsekonomiska kostnader

De samhällsekonomiska kostnaderna består av de negativa effekter en skärpning av byggnaders energihushållning ger på samhället. Effekterna är

- direkta åtgärdskostnader
- ökade underhållskostnader
- utbildningskostnader
- transaktionskostnader
- övriga kostnader
- kostnader för negativa effekter
- förlust av kulturvärden.

Direkta åtgärdskostnader

Direkta åtgärdskostnader för material och arbetskraft är det som vanligtvis ingår i energikalkyler. Ur samhällsekonomisk synvinkel kan material tas upp till marknadspriser och arbetskostnader till faktiskt utbetalade belopp, utom när det är hög arbetslöshet.

Tveklöst medför skärpta krav på energihushållning en reell kostnadsökning för byggherren. I de fall en investering inte kan motiveras ekonomiskt kommer höjda kostnader för bostäder och lokaler minska efterfrågan på fastigheter. Det leder till minskat byggande som i sin tur ger ökad bostadsbrist, ökad trångboddhet och försämrade flyttmöjligheter.

De negativa samhällsekonomiska effekterna i ett sådant scenario är minskad ekonomisk tillväxt och försämrad välfärd.

Ökade förvaltnings- och underhållskostnader

De olika energibesparande åtgärderna som genomförs kan ge ökade förvaltnings- och underhållskostnader genom att komplexa system för värme och ventilation installeras. Filter för tilluft måste bytas, värmepumpar rengöras, styr- och reglersystem underhållas och övervakas och mer kompetent personal anställas eller anlitas.

Erfarenheterna från den obligatoriska funktionskontrollen, OVK, visar på de svårigheter som existerar att upprätthålla en tillfredställande ventilation³⁰. OVK infördes 1992 och innebär att man skulle kontrollera ventilationen i nya byggnader och sedan följa upp med jämna intervall.

Om de mer komplexa systemen för värme och ventilation dessutom inte underhålls enligt givna föreskrifter kan det ge negativa effekter, vilket beskrivs mer nedan.

²⁹ En genomgång av ny och tidigare forskning om Porterhypotesen går att finna i Tillväxtanalys rapport 2013:22: Miljöpolitiska styrmedel och företagets konkurrenskraft – återbesök hos Porterhypotesen.

³⁰ Boverket, God bebyggd miljö – utvärdering av delmål för god inomhusmiljö. Resultat från projektet BETSI. Karlskrona 2010.

Utbildningskostnader

När ny teknik och ett nytt regelverk införs behövs vanligen information och utbildning. Kostnaden för det är en samhällsekonomisk kostnad.

Från myndighetshåll stöder exempelvis Energimyndigheten den kommunala energi- och klimatrådgivningen ekonomiskt, genom utbildningar och med informationsmaterial. Dessutom bedrivs i samtliga Sveriges kommuner någon form av kommunal energi- och klimatrådgivning. Denna rådgivning vänder sig till allmänheten, företag, organisationer och föreningar.³¹

Transaktionskostnader

Transaktionskostnader, inklusive projekteringskostnader och subjektiva kostnader, uppstår när en fastighetsägare letar information om möjliga åtgärder för effektivare energianvändning i sitt hus. Kostnaden består av tid, och kanske ersättning för professionell hjälp, dels för att hitta information om vilka åtgärder som skulle fungera, dels för att räkna på om det skulle vara en lönsam investering i just denna byggnad.³² Även tillverkare och leverantörer kan behöva sätta sig in i nya regelverk och tekniska lösningar.

Övriga kostnader

Ökad värmeisolering i ytterväggen tar mer plats om väggen ökar mot insidan, vilket är fallet om byggrätten är helt utnyttjad. Detta kan medföra minskad uthyrbar bostadsarea och mindre plats för kommunikationsutrymmen. Detta är en kostnad som bör belasta energieffektiviseringskalkylen. Leder energieffektiviseringen till en utflyttning i samband med en ombyggnad bör även detta belasta kalkylen.³³

Kostnader för sidoeffekter

Strängare krav på energihushållning ställer stora krav på byggnadernas utformning och utförande. Ventilation, isolering m.m. måste vara anpassade till den lägre energianvändningen. Så kallade lågenergihus kräver en välisolerad och tät byggnadskonstruktion för att man ska kunna undvika alltför stora energiförluster via transmission och ofrivillig ventilation. Ett dåligt ventilationssystem kompenseras inte i dessa fall av ofrivillig ventilation genom byggnadskonstruktionen. I mycket välisolerade byggnadskonstruktioner finns risk för mögeltillväxt om fukt kommer in, t.ex. genom läckage eller via kondensation, eftersom uttorkningsmöjligheterna är små. Detta ställer stora krav på både

³¹ www.energimyndigheten.se

³² Mundaca (2007) beräknade transaktionskostnadernas storlek till 10–30 procent av investeringskostnaden, beroende på åtgärd. I en studie av Björkqvist och Wene (1993) beräknades transaktionskostnaderna till 13–28 procent av investeringskostnaden beroende på hur den nedlagda tiden värderades. Vid införandet av energideklarationerna beräknades de kostnadseffektiva åtgärdsförslag som energiexperten ger fastighetsägaren leda till en ökad energieffektivisering. Hittills har det faktiska utfallet inte varit det förväntade, delvis beroende på projekteringskostnader.

³³ Mattson, B och B Juås (1997). *Samhällets kostnader för energisparande åtgärder i den befintliga bebyggelsen*. DsI 1977:18.

materialval och utförande. Vid energieffektiviseringar kan luftomsättningen bli för låg, vilket ökar risken för allergier, astma och lungcancer (om det är ett radonhus).

De samhällsekonomiska kostnaderna för ohälsan utgörs av direkta vårdkostnader och kostnader för produktionsbortfall och olägenhet.³⁴

Skärpta energieffektiviseringskrav kan även medföra förhöjda byggrisker, där jakten på energibesparingar gör att oprövade tekniker, material och tekniska system används i en större utsträckning. Detta kan exempelvis inverka negativt på byggnadens brand- och säkerhetsnivå, vilket kan få långtgående konsekvenser.

Ett tätare klimatskal kan ge försämrad inomhusmiljö om det blir för tyst. Det kan innebära att bakgrundsljud från ventilation, tekniskutrustning etc. hörs mer och upplevs som mer störande. Ett tätare klimatskal kan även leda till sämre radiomottagning och kommunikation för teleutrustning. Instängdheten kan också leda till att man uppfattar ytteromgivningen sämre och inte hör exempelvis viktigt meddelande till allmänheten.

Förlust av kulturvärden och estetiska värden

Det finns risk för förlust av kulturvärden och estetiska värden vid ombyggnad. Erfarenheterna från tidigare energisparplaner visar att tilläggsisolering av fasader samt fönsterbyten i de flesta fall ledde till stora utseendemässiga förändringar, där husens kulturhistoriska värde omintetgjordes. I Boverkets rapport Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar (2011) redovisas potentiella effekter på byggnaders kulturhistoriska värden. Verket menar att troligen enbart ett mindre antal byggnader kan tilläggsisoleras utan att dessa värden går förlorade eller att insatsen medför alltför kostnadskrävande följdåtgärder. Även vid nybyggnad kan alltför långtgående energikrav medföra arkitektoniska begränsningar. Exempelvis kan en byggnads fönsteryta prioriteras bort till förmån för väggar med bättre isoleringsvärde.

Hur stor effekt dessa åtgärder har på samhällsekonomin är svårt att uppskatta då det är svårt att sätta ett pris på byggnadsbeståndets kulturhistoriska och estetiska värden.

³⁴ Ytterligare beskrivning finns i Boverkets rapport God bebyggd miljö – förslag till nytt delmål för fukt och mögel. Resultat om byggnaders fuktskador från projektet BETSI. Karlskrona 2010.

Bilaga 3. Känslighetsanalys

Tabell 1, Åtgärds paket (kr) Nytt småhus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
	4 %	6 %	Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta			3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	-9 281	-15 218	-1 937	-5 411	-1 783	-5 275
Energipris +20%	-4 297	-11 306	2 384	-1 622	2 538	-1 486
Åtgärder +15%	-14 410	-20 435	-5 977	-9 515	-5 823	-9 379
Åtgärder -15%	-4 151	-10 001	2 104	-1 308	2 258	-1 172
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	197	-3 529	2 269	-1 701

Tabell 2, Åtgärds paket (kr) Nytt småhus med elvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl					
	4 %	6 %	Kolkondens		Naturgas		Elmix	
Kalkylränta			3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	-48 382	-54 806	-37 228	-40 522	-39 298	-42 348	-40 513	-43 420
Energipris +20%	-44 635	-51 856	-34 980	-38 543	-37 050	-40 370	-38 265	-41 441
Åtgärder +15%	-58 450	-65 240	-45 056	-48 576	-47 126	-50 402	-48 341	-51 474
Åtgärder -15%	-38 314	-44 372	-29 400	-32 467	-31 470	-34 294	-32 685	-35 365
CO ₂ , 1,5 kr/kg	-	-	-18 385	-23 898	-32 601	-36 440	-38 740	-41 856

Tabell 3, Åtgärds paket (kr) Nytt flerbostadshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
	4 %	6 %	Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta			3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	31 783	-24 542	83 420	50 012	85 302	51 672
Energipris +20%	90 602	21 611	134 332	94 660	136 214	96 320
Åtgärder +15%	-7 563	-62 838	51 523	18 535	53 404	20 195
Åtgärder -15%	71 130	13 754	115 318	81 490	117 199	83 150
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	109 473	72 997	134 784	95 327

Tabell 4, Fönster (kr) Nytt flerbostadshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
	4 %	6 %	Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta			3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	-79 767	-161 076	9 379	-37 769	11 372	-36 010
Energipris +20%	-17 459	-112 185	63 312	9 528	65 305	11 286
Åtgärder +15%	-138 463	-221 906	-36 259	-84 726	-34 266	-82 967
Åtgärder -15%	-21 071	-100 247	55 017	9 188	57 011	10 946
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	36 978	-13 421	63 790	10 234

Tabell 5, Bergvärmepump (kr) Nytt flerbostadshus med elvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl					
			Kolkondens		Naturgas		Elmix	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	168 580	110 968	130 395	104 748	96 062	74 458	75 918	56 686
Energipr.+20%	230 731	159 904	167 682	137 563	133 348	107 273	113 204	89 502
Åtgärder+15%	147 255	90 911	112 739	87 687	78 406	57 397	58 262	39 625
Åtgärder -15%	189 906	131 025	148 051	121 808	113 718	91 518	93 574	73 746
CO ₂ 1,5 kr/kg	-	-	442 910	380 457	207 130	172 445	105 318	82 624

Tabell 6, Fönster (kr) Nytt flerbostadshus med elvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl					
			Kolkondens		Naturgas		Elmix	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	-40 306	-129 160	-24 017	-66 262	-62 798	-100 475	-85 551	-120 549
Energipr.+20%	29 895	-73 886	18 099	-29 196	-20 682	-63 409	-43 435	-83 483
Åtgärder+15%	-99 002	-189 990	-69 656	-113 219	-108 436	-147 432	-131 190	-167 506
Åtgärder -15%	18 390	-68 330	-19 305	-19 305	-53 518	-53 518	-73 592	-73 592
CO ₂ 1,5 kr/kg	-	-	328 976	245 158	62 656	10 204	-52 343	-91 252

Tabell 7, FTX-75 (kr) Nytt kontorshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
			Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	429 467	342 147	552 414	493 620	556 734	497 566
Energipris +20%	537 196	432 412	665 671	596 767	669 991	600 714
Åtgärder +15%	413 090	325 770	536 037	477 243	540 357	481 189
Åtgärder -15%	445 844	358 524	568 791	509 997	573 111	513 943
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	612 234	548 265	670 350	601 353

Tabell 8, Fönster (kr) Nytt kontorshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
			Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	270 219	31 944	553 360	392 956	561 625	400 506
Energipris +20%	476 326	204 639	770 042	590 297	778 307	597 847
Åtgärder +15%	156 172	-92 785	446 500	278 909	454 766	278 909
Åtgärder -15%	384 266	156 673	660 219	507 003	668 484	514 553
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	667 807	497 501	778 994	599 069

Tabell 9, Bergvärmepump 40 kW (kr) Nytt kontorshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk Kalkyl				Makroekonomisk Kalkyl			
			Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	482 321	382 770	472 260	418 884	387 110	341 100	337 150	295 463
Energipris +20%	606 345	486 883	563 683	502 278	478 533	424 495	428 573	378 857
Åtgärder +15%	461 651	362 100	451 590	398 214	366 440	320 430	316 480	274 793
Åtgärder -15%	502 991	403 440	492 930	439 554	407 780	361 770	357 820	316 133
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	1 247 328	1 126 895	662 569	592 728	410 066	362 070

Tabell 10, Bergvärmepump 55 kW (kr) Nytt kontorshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk Kalkyl				Makroekonomisk Kalkyl			
			Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	958 417	756 910	938 053	830 012	765 696	672 566	664 570	580 189
Energipris +20%	1 209 460	967 653	1 123 107	998 814	950 750	841 369	849 624	748 992
Åtgärder +15%	913 897	712 390	893 533	785 492	721 176	628 046	620 050	535 669
Åtgärder -15%	1 002 937	801 430	982 573	874 532	810 216	717 086	709 090	624 709
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	2 506 905	2 263 132	1 323 267	1 181 898	812 162	715 012

Tabell 11, Bergvärmepump 80 kW (kr) Nytt kontorshus med fjärrvärme

	Fastighetsekonomisk Kalkyl				Makroekonomisk Kalkyl			
			Kolkondens		Naturgas		Elmix	
	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	1 432 923	1 129 717	1 402 282	1 239 712	1 142 936	1 002 804	990 772	863 805
Energipris +20%	1 810 668	1 446 821	1 680 733	1 493 709	1 421 387	1 256 801	1 269 223	1 117 802
Åtgärder +15%	1 364 553	1 061 347	1 333 912	1 171 342	1 074 566	934 434	922 402	795 435
Åtgärder -15%	1 501 293	1 198 087	1 470 652	1 308 082	1 211 306	1 071 174	1 059 142	932 175
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	3 762 932	3 396 127	1 981 913	1 769 195	1 212 854	1 066 673

Tabell 12, Åtgärds paket (kr) Blå Jungfrun

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
	4 %	6 %	Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	263 867	-131 108	581 673	352 469	592 493	362 014
Energipris +20%	602 091	134 286	874 433	609 208	885 252	618 753
Åtgärder +15%	49 779	-349 820	413 551	181 198	424 371	190 744
Åtgärder -15%	477 955	87 604	749 795	523 739	760 615	533 285
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	731 486	484 638	877 032	613 042

Tabell 13, Åtgärds paket (kr) Hertings gård

	Fastighetsekonomisk kalkyl		Makroekonomisk kalkyl			
	4 %	6 %	Kraftvärme, Bio		Kraftvärme, Fossil	
Kalkylränta	4 %	6 %	3 %	4 %	3 %	4 %
Utgångsläge	-460 023	-871 986	18 437	-222 745	29 555	-212 936
Energipris +20%	-112 473	-599 275	319 268	41 073	330 386	50 881
Åtgärder +15%	-789 688	-1 207 317	-241 211	-486 477	-230 093	-476 668
Åtgärder -15%	-130 357	-536 654	278 085	40 988	289 203	50 796
CO ₂ , 1,50 kr/kg	-	-	172 380	-86 932	321 939	45 013

Bilaga 4. Energiprisutveckling

Energiprisprognos 2013-2043, i 2013 års prinsnivå														
Källa: Energimyndigheten, år 2014-2042. Värde år 2043, prediktion utifrån föregående värden, Boverket														
ÅR	FJÄRRVÄRMEPRISER (öre/kWh)				FJÄRRVÄRMEPRISER (öre/kWh)				ELPRISER (öre/kWh)					
	Flerbostadshus				Småhus				Elpris	Pris utsläpps rätt	Punktskatt	Moms	Totalt	
	Grundpris	Utsläpp	Moms	Totalt	Grundpris	Utsläpp	Moms	Totalt						
2014	62,2	2,1	16,1	80,3	64,8	2,1	16,7	83,6	83,1	8,1	30,3	30,3	151,9	
2015	63,0	2,1	16,3	81,3	65,6	2,1	16,9	84,6	83,8	8,2	30,3	30,6	152,9	
2016	64,2	2,1	16,6	82,9	66,8	2,1	17,2	86,1	84,5	8,3	30,3	30,8	153,9	
2017	65,4	2,1	16,9	84,4	68,0	2,1	17,5	87,7	85,2	8,4	30,3	31,0	154,9	
2018	66,6	2,2	17,2	86,0	69,2	2,2	17,8	89,2	85,9	8,5	30,3	31,2	155,9	
2019	67,8	2,2	17,5	87,5	70,4	2,2	18,1	90,7	86,6	8,6	30,3	31,4	156,9	
2020	69,0	2,2	17,8	89,1	71,6	2,2	18,5	92,3	87,3	8,8	30,3	31,6	157,9	
2021	69,5	2,5	18,0	89,9	72,1	2,5	18,6	93,2	87,6	9,8	30,3	31,9	159,6	
2022	69,9	2,7	18,2	90,8	72,5	2,7	18,8	94,1	87,9	10,8	30,3	32,3	161,3	
2023	70,4	3,0	18,3	91,7	73,0	3,0	19,0	94,9	88,2	11,8	30,3	32,6	162,9	
2024	70,8	3,2	18,5	92,6	73,4	3,2	19,2	95,8	88,5	12,9	30,3	32,9	164,6	
2025	71,2	3,5	18,7	93,4	73,8	3,5	19,3	96,7	88,8	13,9	30,3	33,3	166,2	
2026	71,7	3,8	18,9	94,3	74,3	3,8	19,5	97,6	89,1	14,9	30,3	33,6	167,9	
2027	72,1	4,0	19,0	95,2	74,7	4,0	19,7	98,4	89,4	16,0	30,3	33,9	169,5	
2028	72,6	4,3	19,2	96,1	75,2	4,3	19,9	99,3	89,7	17,0	30,3	34,3	171,2	
2029	73,0	4,5	19,4	97,0	75,6	4,5	20,0	100,2	89,9	18,0	30,3	34,6	172,8	
2030	73,5	4,8	19,6	97,8	76,1	4,8	20,2	101,1	90,2	19,0	30,3	34,9	174,5	
2031	74,1	5,0	19,8	98,9	76,7	5,0	20,4	102,1	90,4	19,9	30,3	35,2	175,8	
2032	74,7	5,2	20,0	99,9	77,3	5,2	20,6	103,2	90,6	20,8	30,3	35,5	177,1	
2033	75,3	5,5	20,2	100,9	77,9	5,5	20,8	104,2	90,7	21,7	30,3	35,7	178,4	
2034	75,9	5,7	20,4	102,0	78,5	5,7	21,0	105,2	90,9	22,5	30,3	36,0	179,7	
2035	76,5	5,9	20,6	103,0	79,1	5,9	21,3	106,3	91,1	23,4	30,3	36,2	181,0	
2036	77,1	6,1	20,8	104,0	79,7	6,1	21,5	107,3	91,2	24,3	30,3	36,5	182,3	
2037	77,7	6,3	21,0	105,1	80,3	6,3	21,7	108,3	91,4	25,2	30,3	36,8	183,6	
2038	78,3	6,6	21,2	106,1	80,9	6,6	21,9	109,4	91,5	26,0	30,3	37,0	184,9	
2039	78,9	6,8	21,4	107,1	81,5	6,8	22,1	110,4	91,7	26,9	30,3	37,3	186,2	
2040	79,5	7,0	21,6	108,2	82,1	7,0	22,3	111,4	91,9	27,8	30,3	37,5	187,5	
2041	80,4	7,0	21,8	109,2	83,0	7,0	22,5	112,5	92,0	27,7	30,3	37,5	187,5	
2042	81,2	7,0	22,0	110,2	83,8	7,0	22,7	113,5	92,1	27,6	30,3	37,5	187,5	
2043	81,8	7,4	22,3	111,5	84,4	7,4	22,9	114,7	93,5	29,4	30,3	38,4	191,6	



Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,
byggande och boende

Box 534, 371 23 Karlskrona

Besök Karlskrona: Drottninggatan 18

Besök Stockholm: Norrlandsgatan 11

Telefon: 0455-35 30 00

Webbplats: www.boverket.se