



## Granskning av Boverkets rapport Optimala kostnader för energieffektivisering (Rapport 2012:20)

**Feb 2012**



## Innehåll

1. Bakgrund.....	3
2. Diskussion och slutsatser.....	3
3. Modellanalys av flerbostadshus.....	5
4. Brister i metodval.....	5
Bilaga 1. Så här bygger vi passivhus utan merkostnader .....	12
Bilaga 2. Val av kostnadseffektiva åtgärder för flerbostadshus.....	13

## 1. Bakgrund

Boverket har analyserat kostnader och lönsamhet för att bygga mer energieffektivt än med de minimikrav som anges i dagens byggregler. Rapporten, med namnet *Optimala kostnader för energieffektivisering*<sup>1</sup> utgår från ett EU-direktiv<sup>2</sup> som anger metodik, val av kalkylränta, mm så att analyserna görs på ett jämförbart sätt i alla EU-länder.

I rapporten analyseras åtgärder på olika byggnadskategorier och för både nyproduktion och befintliga byggnader. De allra flesta åtgärder är i Boverkets analys olönsamma och deras slutsats är att kraven i BBR "ligger inom ramen för den kostnadsoptimala nivån".

Boverket har i en tidigare rapport, *Lägsta möjliga energianvändning - i nya byggnader och kostnadskonsekvenser* (Boverket Rapport 2011:31) redovisat ett resultat där åtgärder för en mer energieffektiv utformning än dagens BBR är olönsamma. Den rapporten har tidigare granskats av Sveriges Centrum för Nollenergihus (SCN). Av den granskningen framgår att om mer genomtänkta åtgärder väljs än i Boverkets utredning kan mycket lönsamma åtgärdspaket sättas samman och som resultat ge mycket energieffektiva byggnader.

## 2. Diskussion och slutsatser

Rapporten *Optimala kostnader för energieffektivisering* har missat att studera åtgärder som faktiskt är lönsamma. Boverket kommer därmed till slutsatsen att dagens byggregler är kostnadsoptimala. Rapporten är i flera avseenden en upprepning av Boverkets tidigare rapport 2011:31 om kostnader för energieffektivt byggande.

En granskning visar att flera lönsamma åtgärder saknas som skulle resulterat i en annan slutsats. Viktigast av dessa är bättre täthet, bättre värmeåtervinning och mer kostnadseffektiva lågenergifönster. Rapporten har också missat möjligheten till kostnadsbesparingar för värmedistributionssystem till följd av minskat distributionsbehov i energieffektiva hus. För fastighetsel saknas åtgärden med behovsstyrd belysning. Vad gäller rapportens övriga antaganden saknas framförallt en känslighetskalkyl för ett scenario med kraftigt ökade energipriser.

Ett antal aktörer på marknaden bygger redan nu hus som använder endast halva energinivån jämfört med byggreglernas minimikrav och anser att det ger dem en lägre total kostnad i förvaltningsskedet. Det ger dem också en "försäkring" mot oförutsedda framtida energikostnader. Mer ingående information ges i de föredrag vars länkar anges i bilaga 1.

Utredningen skulle följt anvisningarna från EU-direktivet. Där anges att analyser också ska redovisa effekterna på

- primärenergiuttagen – saknas
- koldioxidutsläpp – saknas
- alternativa prisprognoser – saknas

---

<sup>1</sup> Boverket, Rapport 2013:2. Regeringsuppdrag N2012/2823/E

<sup>2</sup> Förordning, EU 244/2012



Att detta saknas är en brist. Med analys av primärenergi kan intressanta upptäckter göras, t.ex. att nuvarande utformning av BBR möjliggör byggnader med större resursåtgång om de värms med en värmepump jämfört med en renodlad fjärrvärmad byggnad. I figur 1 i kapitel 4 ges exempel på hur mycket mer primärenergi sådana byggnader använder. Även analys av koldioxidutsläpp ger en motsvarande bild.

Prisprognoserna utgör en konsekvensbeskrivning av dagens skatter och styrmedel. I Energimyndighetens långsiktspåskådning redovisas trolig fossil energianvändning och totala energiresursuttag med dessa prisprognoser som grund. Med så höga energianvändningsnivåer<sup>3</sup> kommer Sverige inte att kunna bidra till att uppnå EUs långsiktiga klimat- och energipolitiska mål till 2050. Därför kan tillkommande krav från EU förväntas och kommer då påverka prisutvecklingen.

I EUs direktiv angavs att känslighetsanalyser skulle göras med andra energiprisantaganden, men detta har inte gjorts på grund av tidsbrist. Vill man spegla kostnadsoptimala åtgärder mot en annan långsiktig framtid som är förenlig med långtgående åtaganden för att tvågradersmålet ska klaras, är känslighetsanalyser med energipriser som harmoniserar mot en sådan framtidsbild lämpliga. Resultatet kan bli att regeringen nu slår fast att dagens BBR är kostnadsoptimal, medan marknadens fastighetsförvaltare bedömer att de miljöpolitiska kraven kommer skärpas framöver när klimateffekterna blir mer påträngande. De kan då finna det mer kostnadseffektivt att bygga på passivhusnivå eller däromkring redan från början än att i efterhand försöka rätta till misstagen. Detta har flera förvaltare redan börjat med. Detta ger en divergent byggmarknad mellan framsynta förvaltare och mer kortsiktigt orienterade byggföretag. Det splittrar marknaden och försvårar en rationell industriell produktion av energieffektiva delsystem och komponenter och Sverige som byggnation kommer på efterkälken gentemot omvärlden. Utan en stor inhemsk marknad får man sämre konkurrensförhållanden gentemot andra europeiska producenter av komponenter och system.

Granskningen diskuterar problemet med att samma BBR-kravnivå ska tillämpas på såväl flerbostadshus som småhus istället för att anpassas till respektive kategoris förutsättningar. Nu är det kostnader för småhusens isolering som blir gränssättande för energikraven även för flerbostadshus. I Boverkets rapport genomförs också en rad analyser på befintliga byggnader eftersom dessa enligt BBR ska klara samma energikrav som gäller för nyproducerade byggnader den dag de åtgärdas/ändras mer omfattande.

Det är olyckligt att den ansvariga myndigheten för byggandet i Sverige vid varje tillfälle som energiaspekterna i byggreglerna ska analyseras hamnar i tidsnöd och eller saknar resurser för att genomföra väl genomarbetade studier. Frågan borde vara så pass viktig att både tid och resurser finns för att löpande förankra utredningsarbetet både i forskningsmiljöer och med de aktörer på marknaden som redan har erfarenheter av energieffektivt byggande.

---

<sup>3</sup> Kommer enligt Energimyndighetens långsiktspåskådning (ER 2011:03) att öka totalt sett, men också för kärnkraft och fossil energi som gemensam grupp

### **3. Modellanalys av flerbostadshus**

Den flerbostadsbyggnad som Boverket beskriver i sin studie har i denna granskning lagts in i en beräkningsmodell. Olika alternativa åtgärdsförslag har därefter testats och analyserats i bilaga 2. Där framgår att det med några få åtgärder går att komma ner till nivån drygt 60 kWh/m<sup>2</sup> utan att öka isoleringen för golv, tak och yttervägg. Dessa åtgärder består av behovsstyrd belysning i trapphus, tätare konstruktion, effektivare ventilationssystem och bättre fönster. Tillsammans i en paketslösning med besparingar på distributionssidan blir dessa till stor del självfinansierade. Då blir slutsatsen, att det går att ställa väsentligt högre energikrav utan högre förvaltningskostnader, en mycket robust slutsats. Den blir nästan oberoende av framtida energikostnader. Däremot ökar självklart lönsamheten och intresset för högre energieffektivitet ju högre energipriserna blir och då går det också att motivera ytterligare sänkning av värmeåtgången jämfört med de åtgärder som redovisats i bilaga 2. Åtgärderna och dess kostnader diskuteras också i kapitel 4.

### **4. Brister i metodval**

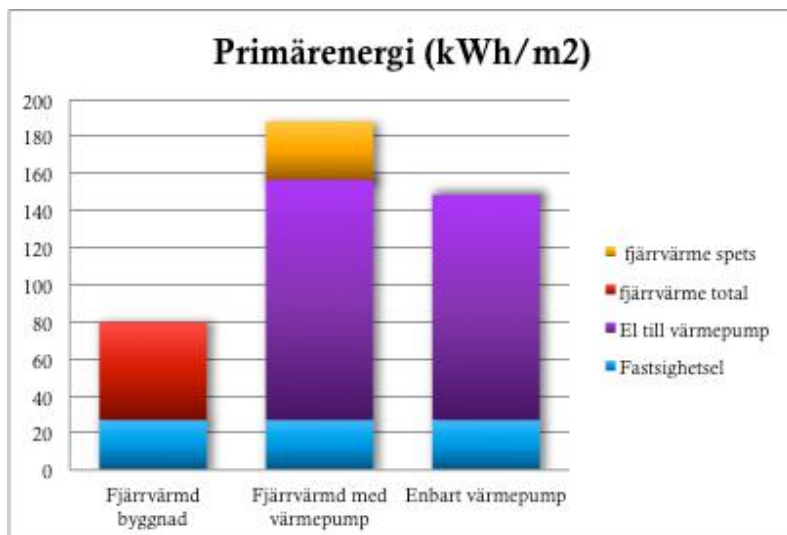
#### Primärenergi

Enligt förordningen EU 244/2012 ska kostnadskalkylerna avse resultatet för energiprestanda baserat på primärenergi och respektive land ska redovisa nationellt fastställda primärenergifaktorer. Ytterst handlar detta krav om att olika åtgärder påverkar olika energislag och försörjningsalternativ. Här är EU intresserad av att användningen av energiresurser inom EU ska minska och därmed att energislag som kräver mer energiresurser för att framställas ska användas effektivare, samt att energianvändningen för en byggnad ska vara jämförbar mellan olika länder. Primärenergi speglar energislagens resurspåverkan och därför ska resultaten redovisas baserat på primärenergi. Det gör inte Boverkets rapport. Frågan diskuteras inte och någon motivering till detta avsteg redovisas inte.

Metodmässigt har Boverket valt att undvika frågan genom att hantera fjärrvärmda byggnader och elvärmda byggnader var för sig. Vad man då missar att få med är en allt oftare förekommande systemutformning med frånluftsvärmepump som grundvärme och fjärrvärme som komplement – och spetsvärme. En sådan byggnad uppfyller inte BBRs kriterium för elvärmad byggnad och kan alltså utformas med en utformning som precis enbart klarar  $U_m$ -kravet. En sådan byggnads värmeförluster blir väsentligt högre än byggnader med renodlade energislag och eftersom fjärrvärme för enbart komplement och spetslast inte ger underlag för kraftvärme blir primärenergikonsekvenserna för en sådan lösning en helt annan. I IVLs utredning Resursindex<sup>4</sup> analyserades åtgärden frånluftsvärmepump på en byggnad som precis uppfyllde BBR kraven om den var helt fjärrvärmad. Åtgärden halverade köpt energi, men ökade den primära energianvändningen med mer än 100 %, se figur 1.

---

<sup>4</sup> Resursindex för energi. Fjärrsyn rapport 2011:7



**Figur 1. Konsekvenser på primärenergi för tre byggnader med olika systemutformning som alla klarar BBRs energikrav. Källa: Energieffektivt byggande - möjligheter och hinder för högre krav. Aton Teknikkonsult 2012.**

Med tanke på EU - direktivets anvisningar och att BBR öppnar för hybridlösningar med helt andra konsekvenser för energiresursbehoven saknas en diskussion kring detta i Boverkets rapport.

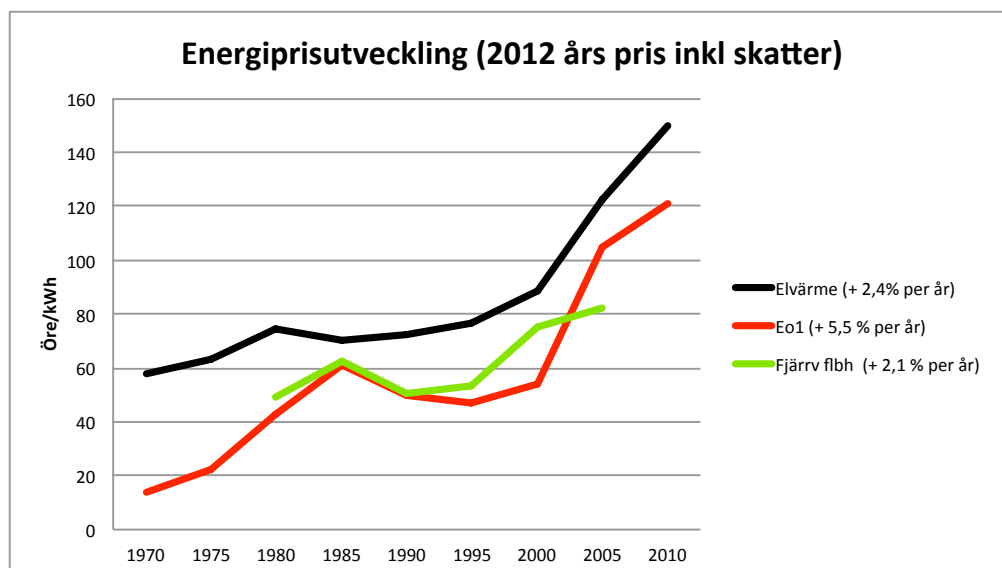
#### Den globala kostnaden - kostnader för växthusutsläpp

På denna punkt ger EUs förordningen vad gäller utredningsdirektiv tydliga anvisningar vad gäller koldioxidpriset. En väsentlig metodfråga som specifikt rör Sverige är då hur koldioxidutsläppen påverkas av åtgärderna. Frågan om koldioxidutsläpp från energisystemet är en svår fråga eftersom den påverkas av hur systemgränser sätts när t.ex. elenergi eller biobränslen exporteras eller importeras. Om emissioner i andra länder som påverkas direkt eller indirekt också tas med blir resultatet ett helt annat än om man stannar vid nationsgränsen. Nu utförs inte i Boverkets rapport någon kalkyl på hur emissionerna av koldioxid påverkas, med motiveringen att de i priserna inkluderas en koldioxidskatt som ligger i nivå med kommissionen koldioxidprisutveckling. Därmed stannar konsekvensbeskrivningen vid Sveriges gränser.

#### Prisprognoser för en icke hållbar utveckling

Prisprognoserna 40 år framåt i tiden baseras på bl.a. energimyndighetens långsiktsprediktioner som sträcker sig 20 år fram till 2030. Elpriset antas öka med 0,8 % per år och fjärrvärme med 1,2 % per år och grunden för dessa prognoser kopplas oljeprisets framtida prisnivåer.

Ser vi historiskt på energiprisernas utveckling under en motsvarande tidsperiod, har dessa legat på dubbla till femdubbla nivån, se figur 2. Av figur 2 kan vi se att prisökningarna varit mer dramatiska den senare delen av perioden.



**Figur 2. Energiprisutveckling i reala termer (2012) för slutkund (elvärme småhus, respektive fjärrvärme till flerbostadshus). Källa Energiläget i siffror 2003 och 2012 omräknat med KPI)**

Av figuren framgår också att fjärrvärmepriset har haft en väsentligt lugnare utveckling än el- och oljepriset, vilket kan ha sin förklaring i att fjärrvärmeproducenterna frikopplat sin energiförsörjning från fossil energi och i stor utsträckning övergått till bioenergi, som haft en lugnare prisutveckling.

Av energimyndighetens långsiktsprogno<sup>5</sup> för perioden fram till 2030 framgår att den utgår från de energi- och klimatpolitiska styrmedel som var beslutade vid tidpunkten för utredningen och att resultatet därmed egentligen är en konsekvensbeskrivning av den förda energi- och klimatpolitiken givet dessa förutsättningar.

Av konsekvensbeskrivningen framgår också att Sveriges energianvändning med nuvarande styrmedel kommer

- öka totalt sett fram till 2030
- kärnkraft och fossil energi tillsammans ökar något fram till 2030
- eldning av avfall kommer öka
- vindenergi kommer öka till 11 TWh till 2020, men sen inte alls

Det innebär att en sådan "energiprisprognos" kan vara helt rimlig om den allmänna bedömningen är att resulterande konsekvensbeskrivning är förenligt med EU-kommissionens ambitioner i sin färdplan för en konkurrenskraftig och koldioxidsnål ekonomi med målet att minska EU:s utsläpp med 80-95 procent till 2050 eller med den internationella energimyndigheten IEAs förslag<sup>6</sup> att Sverige och Norden ska vara helt koldioxidneutrala 2050, samt att 25 % av den svenska energiförsörjningen bör komma från vindkraft? Om inte, kan prisutvecklingen bli en helt annan.

Ytterligare en komplikation i dessa prisprognoser för elpriset är kärnkraftens framtida roll. I långtidsprognosen antas kärnkraften ha en livslängd på 60 år, dvs avvecklingen eller utbytet sker efter 2030, utanför långsiktsprognoSENS tidsram. Eftersom

<sup>5</sup> LångsiktsprognoS 2010. ER 2011:03.

<sup>6</sup> IEA. Nordic Energy Technology Perspective



kärnkraften dessutom antas få en högre tillgänglighet framöver och producera 76 TWh/år under prognosperioden, medan den historiskt har varierat mellan 50 – 74 TWh/år under den senaste 20 årsperioden, så kommer ersättande anläggningar och dess klimatpåverkan få större konsekvenser för prispåverkan först efter 2030, dvs utanför långsiktsprognoSENS tidsram. Det kan alltså uppstå större effekter på prisutvecklingen även inom ramen för Boverkets analys 40 år framåt i tiden. En konsekvens som inte belyses i dessa prognosstudier.

Om högre miljöambitioner vad avser klimatneutralitet ställs, kommer biobränslen till fjärrvärme och kraftvärme i mindre utsträckning vara en bi- eller spillprodukt från skogsindustrin. Då blir biobränslepriset än mer påverkat av priset på andra bränsleslag och det blir troligt att fjärrvärme får tydligare kopplingar till fossilbränslenas prisutveckling och till de påslag och skatter dessa kommer förses med för att klimatmålen ska klaras.

Detta väcker naturligtvis frågeställningen huruvida dagens beslutade styrmedel kommer vara tillräckliga och gälla för en kommande 40-årsperiod? Ett sätt att hantera osäkerheter vad avser miljöpolitiska ambitioner i framtiden är att med känslighetsanalyser utreda konsekvenser av en annan energiprisbana. Energimyndighetens långsiktsprognoS inkluderar känslighetsanalyser, men det är enbart BNP-utvecklingen som då får variera, inte de framtida energipolitiska ambitionerna, t.ex. så att vi kan klara tvågradersmålet. En känslighetsanalys baserad på den historiska energiprisutvecklingen enligt figur 2 skulle få en betydande påverkan på slutresultatet för vad som är ekonomiskt optimalt. Även kommissionen anger i sin förordning att känslighetsanalyser för energiprisutvecklingen bör göras, men här anför Boverket tidsbrist som förklaring till att detta inte gjorts.

#### Bestämning av åtgärder

Hur ska man identifiera kostnadsoptimala åtgärder? En utgångspunkt kan vara att se vilka tekniska lösningar och åtgärder som valts av alla de byggare på marknaden som uppför byggnader på passivhusnivå och som menar att detta är kostnadseffektivt för deras del. Att det finns många sådana exempel i Sverige framgår av den marknadsstudie som SCN genomförd under 2012 och som finns publicerad på SCN hemsida ([www.nollhus.se](http://www.nollhus.se)) liksom av de föredrag som hölls av byggare och förvaltare på en workshop den 12 dec 2012 (se videolänkarna i bilaga 1.)

Då vore det också möjligt att kunna föra en diskussion om på vilka punkter utredningen skiljer sig från marknadens val av åtgärder och varför.

#### Hur bestämma åtgärds-kostnaden?

Syftet med analyserna är att bestämma kostnadsoptimal nivå för de nationella energiprestandakraven. Om därmed energikrav som ställs är väsentligt effektivare än dagens BBR kommer även marknadens utbud av effektiva produkter att påverkas (standardlösningar har lägre kostnad än speciallösningar). Det finns forskning kring dessa så kallade "lärokostnadskurvor" som beskriver hur prisnivån påverkas av utbudsvolymen för en ny teknik, så som vindkraft, solceller, mm.



Tillämpat på effektiviseringsåtgärder är det främst följande delsystem där en klar påverkan på mycket energieffektiva produkters prisnivå som kan förväntas om bara efterfrågevolymen främjar utvecklingen av dessa:

1. Fönster med låga U-värden.
2. FTX-system med bra verkningsgrad och låg elåtgång (SFP)
3. Vägghonstruktioner anpassade till mycket låga U-värden och som är enkla att få täta.
4. Kanaliseringssystem för tilluft som är snabbmonterade och flexibla.
5. För småhus: kombinerade skåpsystem för FTX och liten värmepump.

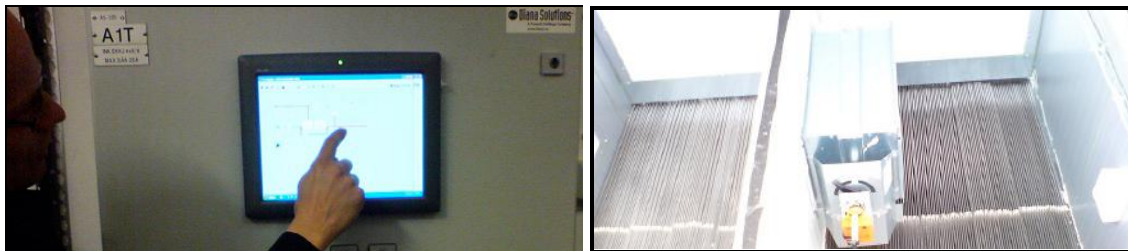
Boverket har valt att basera sina kostnadsanalyser på dagens produktpriser och det som finns på den svenska marknaden och beaktar inte någon metodik för att spegla den dynamik som ökade prestandakrav skulle få på produktutbudet och diskuterar heller inte sitt metodval. Har då detta någon relevans för studien?

För fönster var U-värde 1,6 helt rådande fram tills dess att NUTEK gjorde en teknikupphandling på fönster med 1,0. Dessa blev mycket tunga och kostsamma produkter och marknaden anpassades sedan till nivån 1,2 – 1,3 som standardprodukt för "energieffektiva fönster". I kriterierna FEBY09 krävdes U-värde 0,9 för att klassas som passivhus med motiveringen att fönster är den avgörande förlustposten i ett passivhus (se t.ex. figur 3 i bilaga 2) och det var önskvärt att få fram ett utbud av bättre fönster även i Sverige. Inledningsvis var merkostnaden för dessa "exklusiva" fönster inte motiverade ekonomiskt. Efterfrågan som då skapades med dessa kriterier och konkurrensen mellan fler producenter har resulterat i att merkostnaden idag för ett sådant fönster i standardstorlek inte är mer än ca 500 kr/m<sup>2</sup> (inkl. moms) jämfört med volymfönstren med U-värde 1,2. Däremot har fönster som klarar de nya reviderade passivhuskraven (FEBY12) med U-värde 0,8 nu övertagit rollen som "exklusiv" produkt med en merkostnad som ännu inte är motiverat för husägaren som enskild åtgärd. Även dessa fönster kommer få en mer realistisk prisnivå när utbudet på dessa ökar. I t.ex Tyskland finns redan idag ett större utbud av fönster och öppningsbara fönster med U-värden ner till 0,65.

Om Boverket i sina byggregler skulle ställa väsentligt skarpare krav än dagens BBR så kommer också nya effektiva och innovativa produkter fram som inte kostar mer än vad som är motiverat när de väl är standardprodukter.

I Boverkets utredning kostar det 280 kr/m<sup>2</sup> att välja ett fönster med U-värde 1,1 istället för 1,2 och 1270 kr/m<sup>2</sup> att välja 0,8. Hade man istället valt ett fönster på 0,9 med en merkostnad på 500 kr/m<sup>2</sup> hade den åtgärden varit lönsam. Med skärpta krav skulle den prisnivån även kunna gälla än mer effektiva fönster några år senare.

2. FTX-systemet har i Boverkets utredning en systemverkningsgrad på 55 %. Moderna FTX-aggregat ger idag mellan 80 – 90 % torr temperaturverkningsgrad. Beroende på systemutformning, injustering, avfrostning mm tappar man en del verkningsgrad, men vinner också något på kondenseringsvärmten. En systemverkningsgrad på nivån 75 – 85% är därför mer rimlig för de aggregat som väljs på marknaden idag förutsatt föreskriven skötsel och tillsyn och där toppprodukterna i fält har uppmätta värden på 85 – 90 % verkningsgrad även vid mycket låga utetemperaturer.



**Figur 3. Genom web-övervakning av aggregat, kan ByggVestas driftsansvarige notera att valt aggregat håller nära 90% verkningsgrad även vid låga utetemperaturer.**

Denna åtgärd är mycket lönsam och att detta får en stor påverkan på resultatet framgår tydligt i jämförelsen mellan figur 1 och 2 i bilaga 2. Med 85 % systemverkningsgrad sparas dubbelt så mycket jämfört med de 70 % som utgör Boverkets åtgärd.

Vad gäller nya kanaliseringssystem för tilluft i form av flexibla 80 mm plaströr, så ger de inte lägre materialkostnader men väl snabbare och enklare kanaldragning som sänker produktionskostnaderna och i småhus blir det enklare att dra tilluftskanalerna innanför klimatskalet så att inte värmeförlusterna blir för stora. Dessa system är gängse på kontinenten, men börjar nu introduceras även i Sverige.



**Figur 4. Nya teknik- och systemlösningar kan förväntas sänka kostnaderna när energieffektiva byggnader uppförs. Bilden visar flexibla tilluftskanaler som tar 80 mm i höjd och förenklar dragnings i mellanbjälklag. Ingjutning är dock ingen lämpligt lösning om värme ska bäras med tilluften (luftvärme).**

Vad dessa exempel indikerar är att om verkligheten påverkas av skärpta energikrav, så måste metodiken också kunna hantera den påverkan som kraven ger på produktutbud och pris/prestandaförhållandet för dessa. Åtgärds-kostnaden blir då en annan än priset i dagens prislistor.

#### Indirekta systemeffekter på byggnadsnivå

Om mer långtgående åtgärdspaket sätts samman kommer kostnader för försörjningssystemen också att minska, t.ex. kostnad för anslutning och undercentral och dess utrymmen. Vidare kan stora besparingar åstadkommas i lägre investeringskostnader för distributionssystem i byggnaden om enbart en mindre



radiator i varje rum krävs och i vissa rum ingen alls och än mer om tilluft används för att bära in värmen.

Det är sådana effekter som gör att ByggVesta m.fl. anger att merkostnaden för att bygga riktigt energieffektivt är helt försumbar eller ingen alls (se föredragen i bilaga 1).

I Boverkets utredning tas inte dessa besparingskonsekvenser upp alls.

Sammantaget finns en rad delförklaringar till hur det kan komma sig att marknads aktörer redan idag kan finna lönsamhet i att bygga avsevärt energieffektivare byggnader än BBR, medan Boverket i princip finner nuvarande kravnivå vara förenlig med kostnadsoptimal nivå.

## Bilaga 1. Så här bygger vi passivhus utan merkostnader

Byggkravsutredningen vill förbjuda kommuner att ställa lokala energikrav. I fyra föredrag om merkostnader för energieffektivt byggande visas att Byggkravsutredningens uppgifter saknar saklig grund.

Byggkravsutredningen har presenterat ett delbetänkande där man vill förbjuda kommuner att ställa lokala krav vid markförsäljning för byggande. Som argument anges att kommunala energikrav resulterar i merkostnad på 10 – 15% och därmed en hyreshöjning på 800 kronor per månad och lägenhet.

Sveriges Centrum för Nollenergihus (SCN) presenterar här fyra föredrag om merkostnader för energieffektivt byggande som presenterades på en workshop den 12 dec, dvs dagen efter Byggkravsutredningens utspel. De fyra presentationerna visar att Byggkravsutredningen helt saknar grund för sina uppgifter om merkostnader för energieffektivt byggande. Titta på följande video-länkar och ta del av den efterföljande diskussionen.

### 1. Eje Sandberg, SCN (34 min)

<http://adobeconnect.skil.se/p8nxmia5n66/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal>

- Vår granskning visar att Boverkets utredning om kostnader för energieffektivt byggande har misslyckats och att Byggkravsutredningens referenser inte håller måttet.
- Vårt åtgärds paket kostar inte något och halverar värmebehovet.
- En ny marknadsstudie visar att merkostnaden för att bygga energieffektivt ligger i intervallet 0 – 5%, dvs mindre än en tredjedel av det BK anger och blir då lönsamma.

### 2. Marcus Svensson, ByggVesta (16 min)

<http://adobeconnect.skil.se/p7jivmpjvi0/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal>

- Vårt koncept "Egenvärmehus" kostar inget extra, men ligger nära passivhusnivå.
- Vi har byggt 500 bostäder som egenvärmehus, vi vet att konceptet håller, våra hyresgäster är nöjda och vi bygger ytterligare 1200 bostäder som egenvärmehus de närmaste två åren.

I föredraget berättar Marcus hur ByggVesta gått till väga för att bygga mer energieffektivt och tjäna mer pengar.

### 3. Anneli Mälargård, Skanska

- Våra kunder vill att vi bygger energieffektivt.
- Vi har lärt oss av tidigare projekt, så nu kan vi bygga lågenergihus utan merkostnader. Vi har mest byggt i Västsverige men nu börjar även Stockholm vakna.

I föredraget presenteras fler exempel på projekt som genomförts och hur Skanska ser på utvecklingen.

### 4. Thomas Brynås, Falkenbergs Bostäder (12 min)

<http://adobeconnect.skil.se/p960f11duel/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal>

- Vi är ett mindre bostadsföretag som sedan 2006 bara byggt lågenergihus och det gör vi utifrån rent ekonomiska aspekter. Merkostnaden har hamnat på 3%, men då får vi lägre hyreskostnader, nöjda hyresgäster och en tystare boendemiljö.

### 5. Paneldebatt, moderator Anders Wijkman (36 min)

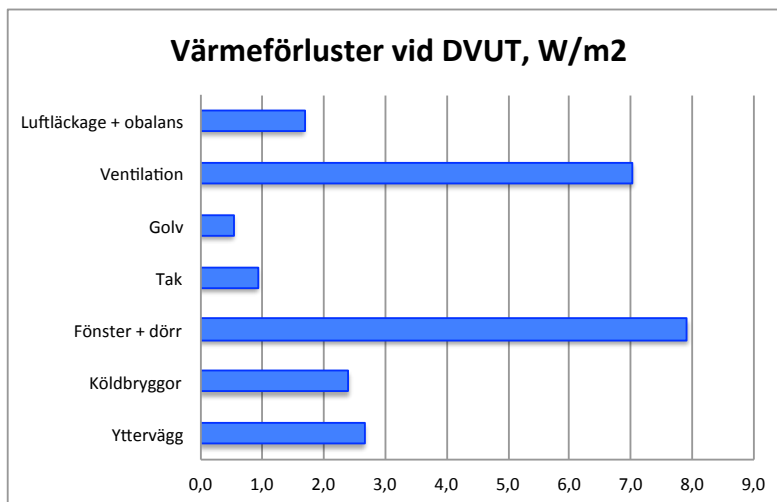
<http://adobeconnect.skil.se/p46amzzqkci/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal>

- Klarar man värmekomforten på sommaren utan att kyla?
- Hur påverkas fjärrvärmehuset av utvecklingen mot energieffektivt byggande?
- Borde vi ställa klimatkrav på vårt byggande och inte bara energikrav?
- Systemlösningar vi kan sälja internationellt kan få avgörande betydelse för jordklotet!

## Bilaga 2. Val av kostnadseffektiva åtgärder för flerbostadshus

Baserat på data i rapporten har en modell för byggnaden simulerats med beräkningsstödet Energihuskalkyl (ver. 2.0). Möjligen har skillnad i klimatdata påverkat resultatet så att modellens värmebehov för referensbyggnad utan åtgärder hamnar ca 5 kWh/m<sup>2</sup> högre än i rapporten. Simuleringen har därför kalibrerats genom att innetemperaturen justerats ner en halv grad. Men då en normal byggnad även har förluster för varmvattencirkulation som inte redovisats i Boverkets underlag hamnar Boverkets modellbyggnad ca 2 kWh/m<sup>2</sup> högre än BBR-kraven.

Förlusterna vid dimensionerande utetemperatur illustrerar byggnadens svaga punkter, se figur 1.



Figur 1. Värmeförluster vid DVUT för Boverkets referensbyggnad.

Den totala energianvändningen blir därmed:

Varmvatten: 25 kWh/m<sup>2</sup>

Fastighetsel: 15 kWh/m<sup>2</sup>

Värme, inkl. förluster: 52 kWh/m<sup>2</sup>.

1. Den första åtgärden som bör vidtas är att behovsstyra trapphusbelysningen så att drifttiden sänks. Detta är en åtgärd som är standard idag (låg åtgärds kostnad) och som sänker elbehovet med 3,6 kWh/m<sup>2</sup>.

2. Den kanske mest kostnadseffektiva åtgärden är att bygga konstruktionen tätare och provtrycka varje trappuppgång. Typiska resultat ligger idag på 0,2 l/s, m<sup>2</sup> omslutande area eller långt därunder och har en låg åtgärds kostnad, samt sparar 5,4 kWh/m<sup>2</sup> för denna modellbyggnad.

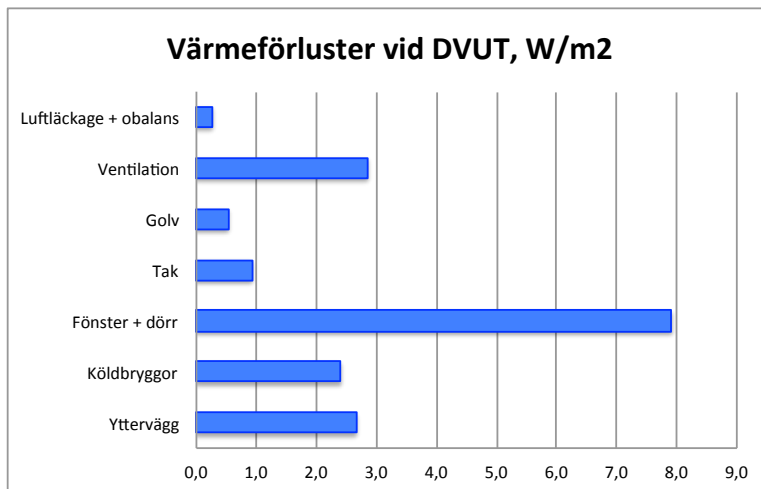
3. Därefter väljs ett effektivare FTX-aggregat som ger en systemverkningsgrad på 85% och som har ett SFP-värde på 1,5 (eleffektivare fläktar). Åtgärden ger tillsammans med åtgärd 1 och 2 följande resultat:

Varmvatten: 25 kWh/m<sup>2</sup>

Fastighetsel: 9,8 kWh/m<sup>2</sup>

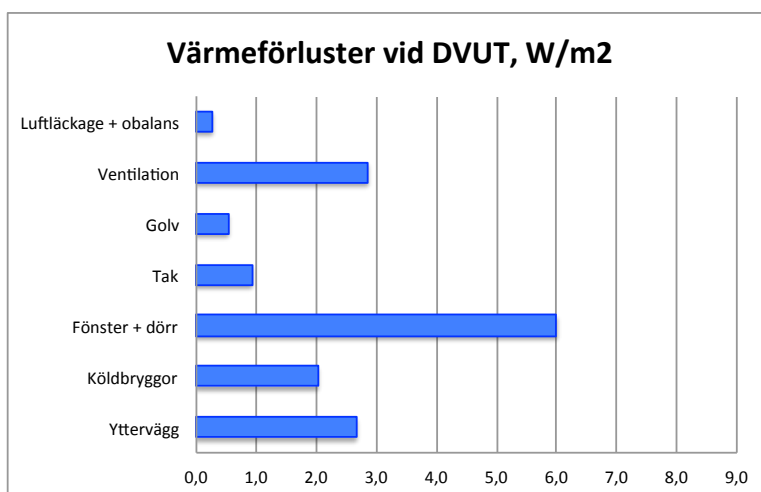
Värme, inkl. förluster: 34,3 kWh/m<sup>2</sup>.

Värmeförlusterna vid DVUT fördelar sig därmed enligt fig 2.



Figur 2. Värmeförluster vid DVUT efter åtgärderna tätning och bättre ventilationsaggregat.

4. Den nu viktigaste åtgärden är att minska förlusterna från fönster. Ska prislistan från leverantörerna idag tillämpas så är det ekonomiskt att stanna vid 0,9 W/m<sup>2</sup>, se figur 3, men i ett perspektiv av att BBR skärps i hela landet till denna nivå så skulle fönster med ännu bättre U-värden komma fram även på den svenska marknaden, vilket innebär att resultatet enligt figur 3 är försiktigt beräknat.



Figur 3. Värmeförluster vid DVUT efter samtliga redovisade åtgärder genomförda.

Åtgärden ger tillsammans tidigare åtgärder följande resultat:

Varmvatten: 25 kWh/m<sup>2</sup>

Fastighetsel: 9,8 kWh/m<sup>2</sup>

Värme, inkl. förluster: 26,4 kWh/m<sup>2</sup>.

Total köpt energi: 61,2 kWh/m<sup>2</sup>.

I vår kalkyl har Boverkets påslag för köldbryggor hållits konstant på 20 % jämfört med övriga klimatskalförluster. I Boverkets analys anges att mer takisolering skulle vara lönsamt, så det går att arbeta ner energianvändningen ytterligare, kanske också genom



åtgärder som sänker köldbryggorna. Ska väggens U-värde förbättras ytterligare så kan andra väggkonstruktioner övervägas. Att lägga på nytt isolerskikt med regelverk på det tidigare steg för steg enligt Boverkets åtgärdsutformning blir onödigt dyrt. De mest valda väggkonstruktionerna i uppförda energieffektiva flerbostadshus är idag utförda i olika typer av betong- och sandwichkonstruktioner. De är enkla att få täta och kan ha ett lågt U-värde.

Värmebehovet är dock redan nu nere i en så låg nivå att byggnadens tidskonstant för en halvtung byggnad hamnar på mer än 12 dagar och värmeförlusterna (VFT) vid DVUT hamnar på drygt 15 W/m<sup>2</sup>. Detta ger systemvinster för installationen av värmedistributionen. Störst vinst ges om radiatorerna helt eller delvis ersätts med luftvärme. Därmed kan åtgärdskostnaderna för de tidigare redovisade åtgärderna helt balanseras, vilket t.ex. ByggVesta i detalj redovisar i sitt föredrag, se bilaga 1, liksom Skanska i sitt föredrag, om dock mer övergripande.

Detta väcker i sin tur frågan hur mycket längre man sen kan gå och hur kostnadskurvan (livscykelkostnaden) då börjar stiga igen, men det kräver väsentligt mer genomarbetade analyser än denna snabba granskning.

Sammanfattningsvis kan sägas att Boverket även i denna rapport (liksom i den tidigare från 2011)

- lagt tyngdpunkten på kostsamma klimatskalsåtgärder istället för installationsåtgärder,
- inte valt optimerade delsystem (t.ex. hur bygger man en vägg billigast om man önskar en vägg med ett lägre U-värde)
- inte beaktat systemeffekter på distributionen
- tillämpat historiska investeringskostnader och inte beaktat den prisutveckling som skarpare krav skulle ge

Av tid- och resursskäl görs inte här en motsvarande granskning av småhus, men några "observationer" kan ändå vara på plats.

Värmeåtervinningssystemet för det nybyggda småhuset i Boverkets rapport har givits en systemverkningsgrad på endast 63 %. Den bästa småhusprodukten på marknaden ligger på nivån 93 % temperaturverkningsgrad, men för att inte systemverkningsgraden ska sänka resultatet är det i småhus viktigt att tilluftskanalerna ligger innanför klimatskalet. Det bör inte vara något problem med de flexibla tilluftskanaler som redovisats i denna rapport's figur 4 och sannolikt skulle vi få ett resultat som liknar resultatet enligt ovan för flerbostadshuset, med ett undantag. Småhusens omslutande area för klimatskalet är väsentligt större. Det innebär att förlusterna bara kan hållas nere om också isoleringsåtgärder ingår. Vi kan alltså förvänta oss att den kostnadsoptimala nivån för småhus ger högre värmeförluster än för flerbostadshus. En slutsats blir då att BBR bör differentiera energikraven och skilja på olika byggnadskategorier och byggnadsstorlekar. Antingen relativt byggnadens area (norsk modell) eller baserat på antal våningsplan (dansk modell). Om inte kommer det lilla småhuset bli gränssättande för energikravet även för flerbostadshus och andra större byggnader.



Det elvärmda småhuset i Boverkets rapport har redan från början en väl tilltagen frånluftsvärmepump. Att åtgärden bergvärmepump inte var kostnadseffektiv är därmed inte förvånande. Eftersom tilluften inte värms med frånluften behöver den värmas med stora mängder tillförd energi. Därför kan man inte komma ner lägre än till drygt 40 kWh/m<sup>2</sup> elvärme i en byggnad utan FTX - system. Först om man kombinerar ett FTX - system med en värmepump kan åtgärden bli lönsam och dessutom möjliggöra att man kommer ner till 20 – 25 kWh/m<sup>2</sup> istället. Detta är den nivå som elvärmda passivhus hamnar på. Ett samarbete med de småhusbyggare som specialiserat sig på att bygga passivhus kan vara en bra ide för nästa utredning Boverket gör.

Boverkets metodik för kontor är svår att förstå. Ett antal lönsamma åtgärder redovisas så som fönster med U-värde 1,1, mer takisolering, bättre värmeåtervinning (även om man även här stannar vid 75 % i verkningsgrad istället för att gå vidare till högre verkningsgrader som kan halvera den förlusten), bättre SFP för ventilationen. När sen en paketslösning skapas så lägger man in en olönsam väggisolering som därmed stjälper hela paketets lönsamhet. Varför lade man då in väggisoleringen? En annan arbetsmetodik hade kunnat visa hur långt ner man skulle kunna gå.