

Konsekvensanalys av byggda passivhus -Kostnads kalkyl, komfort och energiaspekter

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2012-06-01
Examensarbete 2014:152

EXAMENSARBETE 2014:152

Konsekvensanalys av byggda passivhus

-Kostnads kalkyl, komfort och energiaspekter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012-06-01

Konsekvensanalys av byggda passivhus- kostnads kalkyl, komfort och energiaspekter

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON

© DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON, 2012-06-01

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2014:152

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2012-06-01

Konsekvensanalys av byggda passivhus- kostnads kalkyl, komfort och energiaspekter
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Passivhus är ett växande samtalsämne då energidebatten rasar i hela Europa. Även i Sverige är ämnet mer aktuellt än någonsin tidigare. Debatten kring energi blir lätt av ideologisk natur på grund av flera faktorer som exempelvis energins ursprung. Problematiken uppkommer när energidebatten blir för ideologisk då ekonomi påverkar de flesta konsumentbesluten. Likaväl är inomhusklimat, komfort och bekvämlighet naturliga måttstockar i beslutsfattandet kring boende.

Syftet var att få en bredare nyansering av passivhus oberoende från subjektiva vinklingar. *Alltså se till de områden som kan leda till objektiva beslut. Ekonomi, energi och komfort* är tre viktiga aspekter inom det objektiva beslutsfattandet. Syftet med ekonomiaspekten var att se längre än vad som tidigare har gjorts, alltså även se till priselasticiteten på passivhus till effekt av ändrade priser på energi på den konventionella marknaden. Syftet med energiaspekten var att undersöka om passivhus når önskad prestanda kontra BBR 19 kraven. Syftet med komfortaspekten var att se om de som bor i passivhus anser att det är ett bra boende och om de trivs generellt. Även här jämförs förväntat resultat med aktuellt resultat.

Konsekvensanalysen berör inte flerbostäder, utan utgår från enskilda villor eller duplexer. De konventionella villorna och passivhusen har ungefär samma storlek och utformning (det vill säga utformning tak och generell arkitektur). Rapporten använder existerande passivhus samt använda beräkningsmodeller. Fokus ligger mest på energi och inomhusklimat, det vill säga att materialval eller arkitektoniska brister inte kommer beröras.

Metoderna som kommer användas för att nå detta mål är intervjuer genomföras, litteraturundersökning, studiebesök och ekonomiberäkningar.

Nyckelord: Passivhus, konsekvensanalys, komfort, ekonomi, energi.

Consequence analysis of existing passive houses- cost calculated, comfort and energy aspects

Diploma Thesis in the Engineering Program

Building and Civil Engineering

DAN BERGLUND, JONATHAN ANDERSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Building Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Passive housing is heated topic since the energy debate rages trough Europe. Even in Sweden this topic is more widespread and more commonly discussed than ever before. The debate about energy gets easily into an ideological nature most commonly discussed is the origin of the energy and the amount of energy that is consumed. However the problem arises when the energy debate gets to ideological and does not account for the fact that the price of the product controls most of the consumer's decisions. Also the indoor climate, the comfort and the convenience is natural mile stones for a consumer when making permanent living arrangements.

The purpose was to get a wider gradation of passive housing independent of political biases. Also it was to find the important areas which can lead to objective decisions. Economic, energy and comfort are amongst these important areas when making an objective housing decision. The purpose of the economic aspect of the report was to make a deeper analysis then what's been done before, which include establishing the cross price elasticity on passive housing as an effect of different prices on energy on the conventional market. The purpose with the energy aspect was to investigate whether passive houses reaches desirable performance when compared with BBR 19, building code. The purpose with the comfort aspect was to see whether the tenants in passive houses in general consider the indoor climate to be of desired satisfaction.

The consequence analysis only includes villas or duplexes. The conventional villas used as comparison for the passive houses are of same size and form (when it comes to general architecture). The thesis only includes existing passive houses and also uses calculation models. The focus is mainly on energy and indoor climate and not on material choice or architectural flaws.

The methods used to reach the thesis main purpose are interviews, literature investigation, study visit and economical calculations.

Key words: Passive housing, consequence analysis, comfort, economy, energy.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I-II
INNEHÅLL	IIII-IV
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problem	1
1.3 Syfte och mål	1
1.4 Metod	2
1.5 Avgränsningar	2
2 VAD SOM DEFINIERAR ETT PASSIVHUS	3
2.1 Vad är ett passivhus	3
2.2 Kravspecifikation passivhus	3
2.2.1 Generella krav passivhus.	3
2.2.2 Innemiljökrav	5
2.3 Konstruktion	5
3 KOMFORT	7
3.1 God inomhusmiljö	7
3.2 Termisk komfort under sommaren	8
3.3 Termisk komfort vinter	9
4 ENERGI	10
4.1 Olika energikällor och kostnadsanalys av dessa	10
5 KOSTNADSANALYS	13
5.1 Investeringskostnader	13
5.2 Drift och underhållskostnader	13
5.3 Bolån	14
5.4 Hemförsäkring	16
5.5 Ekonomiska beräkningar	16
6 INVESTERINGAR	18
6.1 Förväntningar och erfarenheter från boende och marknad	18
6.1.1 Marknadsförda Förväntningar	18
6.1.2 Förväntningar på marknaden	18
6.1.3 Villa Malmborg	19
	III

6.1.4	Grottvägen	20
6.1.5	Nordvästra Essex	20
7	AVSLUT	24
7.1	Resultat	24
7.1.1	Komfort	24
7.1.2	Energi	24
7.1.3	Ekonomi	24
7.2	Diskussion och analys	25
7.3	Slutsats	26
8	REFERENSER	28

(Innehållsförteckningen uppdateras genom att markera hela tabellen och trycka på F9-knappen (uppdateringsknapp). Välj att uppdatera hela tabellen eller uppdatera sidnummer enbart)

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Passivhus är en relativt ny teknik som har funnits i Sverige sedan 2001 då radhus byggdes i Lindås med tekniken. I och med att det är en ny teknik har inte många uppföljningar gjorts för att påvisa hur passivhusen har fungerat, har de uppnått vad som förväntats av dem innan de byggdes. Detta utifrån ekonomi, energi och komfort. Nyanseringen av passivhus är för liten då många diskussioner handlar om hållbar utveckling vilket givetvis är viktigt, men det skapar en vinklad bild, det gör att det blir även viktigt att få en objektiv analys av passivhus som är politisk oberoende. Detta för att i slutändan göra det lättare för företag och slutanvändare att fatta beslut i frågan. Det blir positiva incitament för att kunna ta objektiva beslut.

En av byggsektorns största utmaningar för framtiden är att bygga energisnåla bostäder då ca 40 procent av Sveriges energianvändning går till bostäder. Till detta hör även att 85 procent av en byggnads energianvändning förbrukas under förvaltningstiden. Samtidigt som byggnaden måste uppfylla brukarens förväntningar. Brukarens högsta förväntningar ligger i inomhusmiljön och bekvämlighet. Med bekvämlighet menas att värmesystemet inte ska vara för avancerat för användaren att hantera. Under de senaste åren har passivhus byggts med tekniker som är ovana för branschen och en vag uppfattning om hur slutresultatet blivit. Många av passivhusen har kvalitetskontrollerats då de var nybyggda medan en kontroll inte gjorts efter flera års drift har inte genomförts. Nu finns därför ett behov av att följa upp tidigt producerade passivhus för att fånga upp eventuella aspekter som kan förbättras.

1.2 Problem

Många beslut inom bostadsplanering sker utifrån subjektiva beslutsmodeller. Därför vill vi titta på ekonomiska konsekvenserna av ett passivhus, då vi vill se om det förväntade resultatet sammanfaller med det egentliga. I många fall när passivhus diskuteras är energisparande aspekten ett stort argument, denna förklaring är otillräcklig. Problemet är att det finns vissa parametrar som inte tas hänsyn till, t.ex. priskänsligheten gentemot energi. Vad gällande passivhus och komfort är inomhusklimatet ett problem som tas upp då det inte anses tillräckligt flexibelt. Här behöver ett djupare perspektiv brukas. Även energin måste få ett djupare perspektiv, vilket kan göras genom att se om förväntade resultatet sammanfaller med de egentliga.

1.3 Syfte och mål

Syftet är att få en bredare nyansering av passivhus oberoende från subjektiva vinklingar. Alltså se till de områden som kan leda till objektiva beslut. Ekonomi, energi och komfort som är tre viktiga aspekter inom beslutsfattandet. Syftet med ekonomiaspekten är att se längre än vad som tidigare har gjorts, alltså även se till krosspriselasticiteten på passivhus till effekt av ändrade priser på energi på den konventionella marknaden. Syftet med energiaspekten är att undersöka om passivhus når önskad prestanda kontra BBR 19 kraven. Syftet med komfortaspekten är att se om de som bor i passivhus anser att det är ett bra boende och om de trivs generellt. Även här jämföra förväntat resultat med aktuellt resultat.

1.4 Metod

Interjuver med boende i passivhus har utförts med syfte att se hur den subjektiva komforten ser ut. Litteratursökning på relevanta data har genomföras för att se hur långt tidigare konsekvensanalys kommit och för att se vilka luckor som måste täckas. Studiebesök till Alingsås passivhus centra har varit en del av att se hur marknaden ser ut idag för passivhus. Undersöka vad passivhusproducenter tror om framtiden.

1.5 Avgränsningar

Konsekvensanalysen kommer inte beröra flerbostäder, utan utgå från enskilda villor eller duplexer. Villorna och passivhusen ska ha ungefär samma storlek och utformning (det vill säga utformning tak och generell arkitektur). Rapporten kommer använda existerande passivhus samt använda beräkningsmodeller. Fokus kommer ligga mest på energi och inomhusklimat, det vill säga att materialval eller arkitektoniska brister inte kommer beröras.

2 Vad som definierar ett passivhus

2.1 Vad är ett passivhus

Det är en byggnad som är passivt uppvärmt, men vad innebär detta och hur uppnås detta? När begreppet passivhus diskuteras är det viktigt att ha termen exergi i åtanke. Exergi innebär kvaliteten på energin. I praktiken innebär detta att för varje steg som energin tar mellan källan och målet minskar exergin då varje energiomvandling leder till en viss energiförlust. Vad gäller passivhuskonceptet blir exergibegreppet aktuellt när uppvärmningen av byggnaden kommer på fråga då direkt solenergi är den uttalade värmekällan tillsammans med interna värmekällor som maskiner, boende och belysning. Då den direkta solenergin är direktverkande vad gällande uppvärmning av byggnaden har den högsta möjliga exergi på grund av dess närhet till värmekällan. Detta gör direktverkande solenergi till en effektiv uppvärmningskälla. Detta gör även byggnaden passivt uppvärmd tillsammans med tidigare nämnda värmekällor. (Hans Eek, 2012-03-28)

För att uppvärmningen av en byggnad med hjälp av passiv energi ska vara tillräcklig krävs vissa åtgärder. Då behöver erhållen energi behållas i byggnaden. Detta görs genom extra isolering, höga krav på täthet i byggnaden, bättre isolerade fönster, värmeväxlare i ventilationssystemet och planering vad gällande solinstrålning. Extra isolering minskar transport av värmeenergi genom klimatskalet vilket gör att utomhusklimatet påverkar inomhusklimatet i en lägre grad. Högre krav på täthet gör att okontrollerat luftläckage genom klimatskalet minskar och därmed värmeenergitransporten. Bättre fönsterisolering gör att radiatorer under fönster undviks då dessa har till uppgift att motverka kallraset som uppkommer vid bruk av sämre isolerade fönster. Värmeväxlare används för att återvinna värmeenergin i frånluften. Solinstrålningen tas med i planeringen då detta är en stor värmekälla och placeringen av ett passivhus tillsammans med dess utformning är de verktyg som kan användas för att styra den. (Hans Eek, 2012-03-28)

2.2 Kravspecifikation passivhus

2.2.1 Generella krav passivhus.

Den generella riktlinjen för ett passivhus som är utfärdad av FEBY lyder som följande: ”Kraven på Passivhus syftar till att minimera behovet av tillförd effekt och energi för uppvärmning i byggnader, så att erforderlig termisk komfort i byggnaden kan erhållas på ett rationellt sätt”. FEBY kravspecifikation för Passivhus Version 2009.

Mer specifikt betyder detta att effektkravet för småhus under 200m² ska vara mindre eller lika med 12-14 W/m², uppnås inte detta mål får inte byggnaden kallas passivhus. Vilka krav som ställs på byggnaden är kopplat till vilken lokalisering byggnaden ska ha, det vill säga i vilken klimatzon byggnaden infaller under. (FEBY kravspecifikation för Passivhus Version 2009)

Klimatzon I	Norrbottnens, Västerbottnens och Jämtlands län
----------------	--

Klimatzon II	Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län
Klimatzon III	Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmars, Östergötlands, Södermanlands, Örebros, Västmanlands, Stockholms, Uppsalas, Skånes, Hallands, Blekinges och Gotlands län

De grundregler som föreslås från FEBY för att detta ska uppnås är något som kallas för energieffektiviseringsstrappan. I en energieffektiviseringsstrappa föreslås följande turordning av FEBY för en byggare:

- Optimera byggnadens prestanda
- Optimera byggnaden ur ett energiperspektiv

För brukaren:

- Optimera driften av installerade system i byggnaden och påverka/ändra oönskat brukarbeteende
- Välja (om möjligt) den energileverantör som erbjuder de ur miljösynpunkt bästa energivarorna. Till exempel miljömärkta eller ursprungsmärkta energikällor från förnybara och flödande resurser, spillvärme eller avfall.

Kraven på brukaren är frivilliga men kraven på byggaren är sådana som bör upprätthållas.

	FEBY
Effektkrav för småhus <200m ²	≤ 12-14 W/m ²
DUT	SS024310
Energikrav, värme	-
Beräkningsmetod	Öppen redovisad
Luftflöde	≥ 0,35 l/s
Täthet	0,30 l/s
Spillvärme+ sol vid DUT	4 W/m ²
Spillvärme värmeberäkning	Verklig enligt metod

U-värde fönster	0,9 W/K, m ²
Värmeåtervinning	≥ 70% (BÖR)
Varmvatten	Val av bättre blandare och fördelningsmätning som incitament.
Primärenergi	60-68 kWh/m ²
Innetemperatur värmeber.	vid 22 grader Celsius
Max tilluftstemperatur	52 grader Celsius

2.2.2 Innemiljökrav

2.2.2.1 Ljudkrav

Ljud från ventilationssystemet skall klara minst ljudklass B i sovrum, enligt SS 02 52 67 och i undervisningsrum klara minst ljudklass B, enligt SS 02 52 68.

2.2.2.2 Krav på termisk komfort

Tilluftstemperatur efter eftervärmare ska uppgå till högst 52 grader i respektive tilluftsdon när tilluftssystemet används som värmebärare.

Råd: Innetemperatur under perioden april – september bör inte överstiga 26 grader under högst 10% av tiden i det mest utsatta rummet (eller den mest utsatta delen i byggnaden). Vid större glasade partier bör operativ temperatur vid DUT beräknas för att säkra en bra termisk komfort. Även val av lågt U-värde på fönster har då betydelse.

2.3 Konstruktion

För att uppnå kraven för ett passivhus krävs vissa konstruktionsskillnader jämfört med en konventionell byggnad. Grundidén är att ha en tät klimatskärm och minimera värmeförlusterna. Ställs detta mot konventionell byggteknik ställs också helt andra krav på konstruktionen. Problemet med täthet är inte att de olika byggdelarna är otäta i sig. Oftast är det anslutningarna mellan byggdelarna som är komplicerade att få täta (Andrén, Tirén, 2010). För att uppnå så låga värmeförluster som möjligt är det inte bara god isolering som krävs utan även graden av läckage genom klimatskärmen. Utöver detta kan inga stora köldbryggor tillåtas. Med köldbrygga menas en area som läcker extra mycket värme genom klimatskärmen i förhållande till vad en byggnadsdel i stort är förväntad att göra. Med detta som bakgrund visas vad som skiljer passivt byggande med konventionellt (Andrén, Tirén, 2010).

Högre krav ställs på fönster som ska placeras i ett passivhus. Detta för att få ett så lågt U-värde som möjligt för passivhuset samt för att undvika kallras som uppkommer på insidan av fönster vid högre U-värden (Andrén, Tirén, 2010). Dessutom har fönstrets isoleringsförmåga betydelse för transmissionsförluster och med transmissionsförlust menas den värmeförlust som leds ut genom byggnadens klimatskal (Andrén, Tirén, 2010).

Fönsterarean får uppgå till 20% av golvaren i ett passivhus. Det är 3-glasfönster som används i passivhus. Om lägre U-värden vill uppnås kan fönster med gas mellan fönsterskivorna väljas.

“Ett fönsters U-värde är ett mått på en värmeförlust per m^2 när temperaturskillnaden är $1^{\circ}C$. Ett fönsters U-värde visar hur bra vald kombination av glas, karm och båge isolerar. Ju lägre U-värde desto bättre isolervärde har fönsterkonstruktionen”. (Andrén, Tirén, 2010)

Oavsett husgrund används inte golvvärme till passivhus. Detta innebär att grunden måste vara väl isolerad. Ett konventionellt hus har radiatorer eller golvvärme för att täcka upp värmeförluster som kommer av en dåligt isolerad grund. Den vanligaste köldbryggan som uppstår i en grund är kantbalken då köldbryggan arbetar linjärt. Detta går att undvika med rätt placerad isolering (Andrén, Tirén, 2010).

3 Komfort

3.1 God inomhusmiljö

För att passivhusvillor ska konkurrera med konventionellt byggda villor krävs det att dessa är komfortabla och har en god inomhusmiljö. Dessa krav är oberoende av om det är ett passivhus eller ett konventionellt byggt hus som diskuteras. Enligt BBR måste en byggnads inomhusklimat hålla en viss standard och detta görs genom reglering av vissa punkter vilka bör ses på som ett system för att dimensionering ska bli bra. (Sikander,2011)

Avgörande för att inomhusklimatet ska kännas komfortabelt är ventilation och dess olika aspekter. Då värmeförseln oftast sker genom tilluften i passivhus måste särskild planering genomföras för att undvika stora värmskillnader i byggnaden. Värmeförsel sker genom att temperaturen i frånluften används till att värma upp tilluften med hjälp av en värmeväxlare samt ett värmebatteri i tilluftskanalen. För att det inte ska bli stora värmskillnader i ett passivhus på grund av uppvärmning måste tilluftdonen spridas ut i byggnaden. Vidare måste även luftflödet på tilluften tas i beaktning. Enligt BBR ska luftflödet vara 0,35 liter per sekund och m^2 golvarea, det vill säga samma som en konventionell byggnad. Då tätheten är av yttersta vikt i ett passivhus tas ingen luft direkt utifrån utan all tilluft passerar ett ventilationsaggregat. (Andrén,Tirén,2010,s59)

Ett styrmedel för att skapa en god inomhustemperatur kan vara att ha så kallade tunga väggar, tak och golv. En byggnadsdels tunghet är dess förmåga att lagra energi vilket till stor del avgörs av dess densitet. En tung konstruktion hjälper till att behålla en jämn inomhustemperatur då den under varma perioder hjälper till att sänka temperaturen på grund av att den tar upp värmeenergin. När inomhustemperaturen sedan blir lägre än materialet som lagrar värmeenergin, avges i stället värme till inomhusluften och därmed hjälper konstruktionen till att värma upp inomhusluften. Detta kan vara negativt under sommarhalvåret då nattemperaturen i vissa fall blir svår att hålla nere. Utöver detta leder en tung stomme till att utomhusklimatets påverkan på inomhusklimatet blir jämnare då utomhustemperaturen måste påverka klimatskalet under en längre tid för påverkan ska ske. Detta tar bort effekter av stora variationer i utomhusklimatet på inomhusklimatet. Viktigt för att få positiva effekter av tunga material är att materialet i fråga har tillräcklig tjocklek. Olika material har varierande inträngningsdjup av värme vilket avgörs av värmeledningsförmågan samt värmekapaciteten. Det är detta djup tillsammans med kontaktarean mellan materialet och luften som avgör hur mycket värme som kan lagras i materialet. Därför måste materialet ha minst samma tjocklek som värmeinträngningsdjupet för att önskad effekt ska uppnås. (Curt-Arne Carlsson, 2001)

U-värdeskrav och täthetskrav gör att fönsterfrågan ofta är i centrum i passivhusdiskussioner och med detta kommer frågorna kring ljusinsläpp. Tekniker har dock tagits fram för att maximera de ljusinsläpp som finns i huset. Först och främst vinklas ofta fönsternischerna så att det inkommande solljuset inte bara har direktverkan in i rummet utan det speglas även mot fönsternischerna och strålar via dessa in i rummet. Detta gör att fönstret upplevs större och ger mer ljus än om fönsternischerna skulle varit vinkelräta mot fönstret. (Passivhus, Film)

Tekniken kring fönster har även utvecklats vilket gör att möjligheterna ökar då U-värdet på fönster förbättras. Internationella kravet på passivhusfönster är ett U-värde på 0,80 W/m²K. Sedan finns det även önskad solinstrålning vilket kan tyckas gå mot det första kravet som ställs på fönster, det vill säga att de ska släppa in ljus. Detta då ökat ljus även leder till ökad uppvärmning vilket inte alltid är önskvärt. Placeringen, storleken och kvaliteten på fönstren spelar då stor roll. (Andrén, Tirén, 2010, s60)

Kraven på passivhus vad gällande värmeisolering och täthet ger inte bara energieffektiva konsekvenser, de gör även passivhus tystare än konventionella hus då ljudisoleringen mot utsidan är högre. Dock gör det även att ljud som kommer inifrån huset upplevs som högre vilket leder till att ljudnivån måste beaktas då maskiner som kyl, frys och ventilationssystem beställs. Även ljud mellan rummen i ett passivhus kan upplevas som störande vilket gör att det kan vara en bra att ljudisolera mellan rummen redan när huset byggs för att undvika framtida störningar. När planering sker är det viktigt att tänka på att det framför allt är lågfrekventa ljud som leder till problematik. (Andrén, Tirén, 2010, s61)

En förutsättning för att ett passivhus ska fungera och ha ett behagligt inomhusklimat krävs det att byggnaden används. Anledningen till detta är att det är de boende och spillvärme från elektronik som primärt värmer upp byggnaden. Om det inte används kommer därmed uppvärmningsbelastningen på andra värmekällor öka, det vill säga behovet av extra uppvärmning. Detta kan ske på flera sätt, en möjlig lösning är elvärmebatteri i värmeväxlaren vilket kan vara bra av flera anledningar. För att komforten och ibland luftkvaliteten ska vara god i hela passivhuset kan detta vara bästa lösningen då tilluften inte bara värms upp utan även sprids ut. (Eva Sikander, Svein Ruud, Kristina Fyhr, Owe Svensson, 2011, s11)

3.2 Termisk komfort under sommaren

Passivhuskonceptet bygger på minskad värmeförlust genom en välisolerad och lufttät klimatskärm, men detta koncept kan vara en nackdel under vår, sommar och höst då det kan leda till övertemperatur inomhus. Detta sker speciellt under en het sommardag som följs av en sval sommarnatt. Därför måste noggrann planering göras för att skapa möjligheter att kunna vädra på ett effektivt sätt alternativt ha ett ventilationssystem som kan ta hand om frånluft på ett godtagbart sätt. Detta gör att de boende måste vara mer aktiva i att ha ett bra termisk klimat än i ett konventionellt bygge (Sikander, 2011).

Detta ställer krav på ventilationen och vilket system som används. De flesta passiva husen har ett så kallat FTX-system vilket innebär att de återvinner frånluften för att spara energi. Detta system kan vara problematiskt när det är övertempererat i rummet. Har man ett sådant system bör man se till att värmeåtervinningen går att frånkoppla, men återigen kräver ett passivhus att de boende är mer aktiva i att få ett behagligt inomhusklimat. (Sikander, 2011)

Övertemperaturer i en byggnad kan bero på solinstrålning som sker under dagen. Här kan mycket göras med solavskärmning men det är ett område som kan bli mer teknisk och utvecklas mer. Solavskärmningen bör läggas på sådant sätt att det skärmar av för

solen på sommaren då inge ytterligare energitillskott är av behov men samtidigt ska släppa in sol vid behov på vintern. (Sikander, 2011)

3.3 Termisk komfort vinter

Flera genomförda tester (T Boström m fl. 2003), (M Nordberg, 2008) talar för att det termiska klimatet i passivhus är bra. Passivhuset har flera goda egenskaper, som t.ex en välisolerad och lufttät klimatskärm, som ökar möjligheterna att skapa ett bra termiskt inneklimat på vintern.

Värmetillskottet från boende och hushållsel utgör de primära värmekällorna i passivhus och de används för att skapa en god termisk komfort. Det innebär att det är en förutsättning att byggnaden används för att termisk komfort ska kunna uppnås. I en byggnad som inte utnyttjas kommer värmetillskottet att minska och inomhustemperaturen att sjunka, varvid ytterligare värme behöver tillföras via värmesystemet för att upprätthålla innetemperaturen (Sikander, 2011)

4 Energi

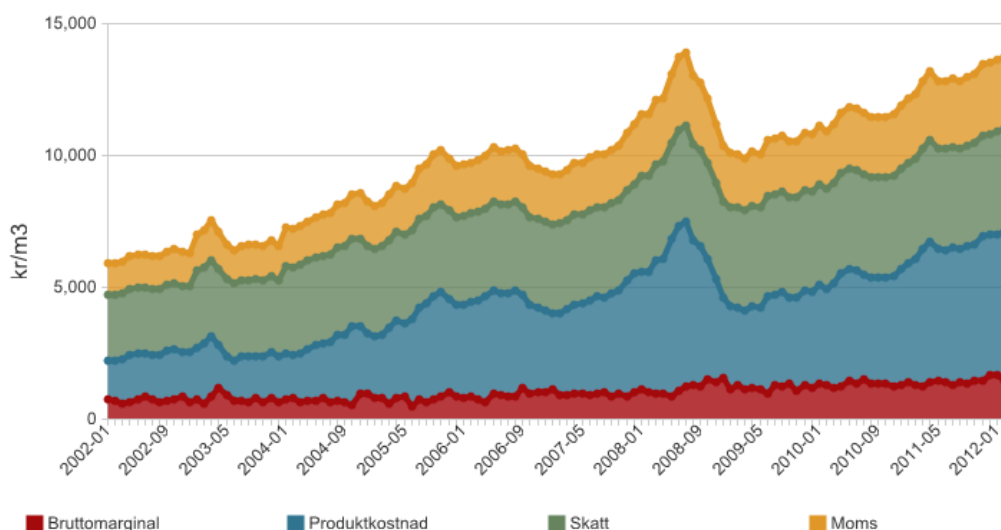
4.1 Olika energikällor och kostnadsanalys av dessa

Ungefär 36 % av Sveriges energianvändning går till fastighetssektorn. En utveckling som minskar detta får naturligtvis effekter nationellt. Prisutvecklingen på energi har haft trenden att gå uppåt, framför allt om fokus läggs på det senaste decenniet då ökningen procentuellt blir allt större. (Boverket, 2007)

I Sverige bestäms priset till stor del av tillgång och efterfrågan. Tillgången av energi kan tydligt kopplas till olja, vars pris följt en uppåtgående kurva och i och med att olja är normen drar det även med sig priserna på andra energiformer. (Figur 4.1)

Samtidigt ökar efterfrågan på energi i världen då det är något som påverkar vår levnadsstandard och det är något som styr människans beslut i stor utsträckning. (Rosling, 2010)

Då den svenska marknaden blir allt öppnare och mer integrerad med den europeiska närmar sig priserna på energi i Sverige också de europeiska. Situationen i Europa och framför allt Tyskland har drivit på utvecklingen av passivhus då Tyskland haft relativt höga energipriser under en längre tid vilket gjort att efterfrågan på energisparande åtgärder efterfrågats. Elmarknaden inom Europa blir också allt öppnare och det har börjat bli möjligt att sälja el där viljan att betala är som störst vilket gör att priserna blir allt mer likriktade över kontinenten. Den enda energiformen som har en konstant kostnad är solenergi då strålarna är gratis. Den effekt som andra energifaktorer skulle kunna ha på solenergi är om denna ska tas upp via solfångare då kan eventuellt priset på dessa öka. (Andrén, Tirén, 2010, s15)

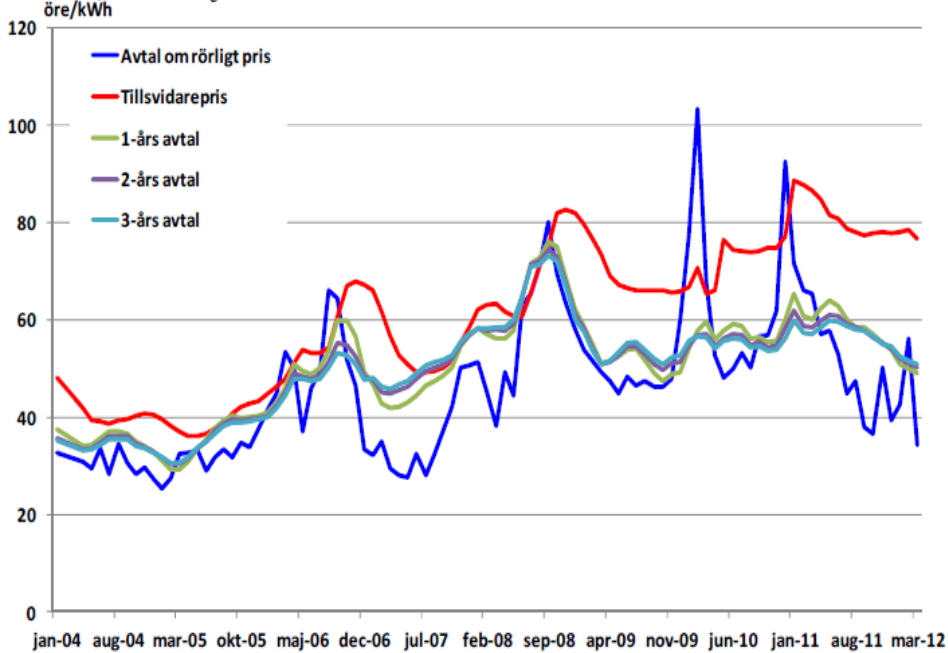


Figur 4.1 Oljeprisutvecklingen 2002-2012.

Utveckling av elhandelspris för olika avtalsformer

Priset gäller för småhus med elvärme 20.000 kWh exklusive nätavgifter och skatter. Men tillsvidarepris avses elpris för kunder utan prisavtal. Mars 2012.

Källa: SCB, Svensk Energi.



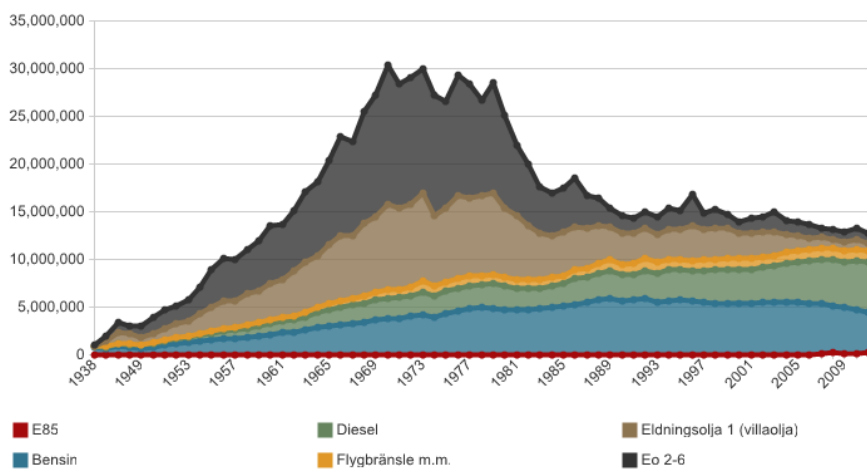
Figur 4.2 Utveckling av elhandelspris.

Utlevererad volym av oljeprodukter och förnybara drivmedel

Anger total utlevererad volym i kubikmeter och inte totalt förbrukat mängd via enskilda pumpar.

Välj år och klicka på uppdatera under grafen för att jämföra utvecklingen mellan valda tidsperioder.

Under innevarande år är volymerna preliminära och fastställs slutligt under början av nästkommande år.

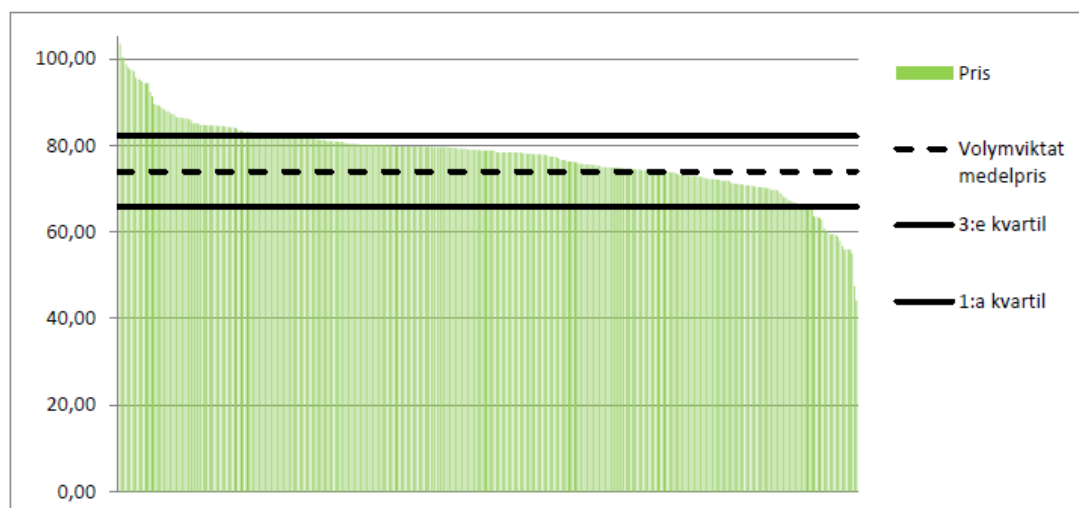


Figur 4.3 Utlevererad volym oljeprodukter och förnybara drivmedel.

Typkund	Medelvärde, pris per kWh, öre (exklusive skatter)																
Tillsvidareprisavtal ^[1]	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ^[2]
Lägenhet	28,2	29,2	29,0	27,1	25,8	27,0	35,6	51,9	55,8	48,2	54,4	76,0	72,1	89,8	76,7	99,9	90,0
Villa utan elvärme	26,7	27,6	26,8	26,3	23,4	24,2	31,6	47,1	50,7	42,5	48,1	69,4	65,5	82,9	69,9	92,3	81,9
Villa med elvärme	24,7	25,9	25,1	24,4	21,8	22,5	29,6	44,7	48,0	39,7	45,0	66,1	62,2	79,6	66,7	88,6	78,0

Tabell 4.1 Elprisutveckling enligt Statistiska Centralbyrån.

Fjärrvärmepriser för alla fjärrvärmenät 2011, öre/kWh inkl. moms



Källa: Svensk Fjärrvärme 2011

Figur 4.4 Fjärrvärmepriser för alla fjärrvärmenät 2011.

5 Kostnadsanalys

5.1 Investeringskostnader

Det är ofta svårt att jämföra investeringskostnaderna mellan passivhus och konventionellt byggda hus på grund av de skilda miljöer och omständigheter som olika hus byggs i. Generellt talas det om en procentsats på 2-9% merkostnad att bygga passivt gentemot konventionellt. 2008 gjordes ett experiment i frågan. Då byggdes två stycken förskolor med samma entreprenörer, samma konstruktörer och samma A-ritningar, men den ena skolan byggdes enligt passivhuskrav och det andra enligt konventionell byggteknik. Resultatet blev att passivhuset blev 6,5 % dyrare än det konventionella huset. (Andrén, Tirén, 2010, s39)

En av merkostnaderna för uppförandet av ett passivhus gentemot ett konventionellt byggt hus är materialkostnaden. Anders Carlsson från A-hus berättar att deras passivhuscertifierade vägg kostar 130 kr mer per kvadratmeter än deras standardvägg. Vidare har det påvisats att 85 procent av energin som förbrukas under en byggnads levnadstid används under dess förvaltningstid. (Anders Carlsson, 2012)

Då privatpersoner beställer byggnation av villabostad präglas beställningen ofta av beställarens okunskap då denna ej är professionell i frågan. Detta gör att beställaren till stor del är beroende av entreprenörens kunskap och intressen. Entreprenören vill tjäna pengar vilket leder till att kvalitet, livslängd och driftkostnad inte blir prioritet. Mönstret där produktionskostnaden prioriteras framför driftkostnader syns tydligt på marknaden om till exempel kommunala lokaler undersöks. Om lokaler som ägs kommunalt brukas kommunalt finns det ett naturligt intresse i att ha låga driftkostnader för lokalen i fråga, men om fokus i stället flyttas över till lokaler ägda av kommun och brukade av annan aktör är intresset helt annorlunda. (Andrén, Tirén, 2010, s83)

Det krävs då att beställaren ställer krav, vilket även allt mer börjar synas på marknaden då låga driftkostnader allt mer är något som efterfrågas. (Andrén, Tirén, 2010, s54)

5.2 Drift och underhållskostnader

När planering av passivhus sker måste byggnaden hållas enkel. Detta för att undvika de onödigt komplexa system som traditionellt byggande ofta använder sig av. För att lyckas krävs det då en kontroll av hela byggnadsprocessen då kvaliteten av byggnaden och dess konstruktion måste vara mycket bättre än konventionella byggnader då externa värmekällor inte kan kompensera byggnadens svagheter. När byggnaden hålls enkel underlättar detta arbetet att ha fokus på kvalitet och därmed blir det möjligt att ha låga drift- och underhållskostnader. (Andrén, Tirén, 2010, s42)

Det som är mer tekniskt avancerat i ett passivhus gentemot konventionella byggnader är typen av ventilation. Underhållsmässigt leder detta dock ej till några större underhållskostnader då ventilationssystemet kräver två filterbyten per år. (Andrén, Tirén, 2010, s87)

5.3 Bolån

När bolån prövas tas flera aspekter i hänsyn när banken väljer vilken ränta som ska ges och huruvida ansökande ska få låna. Bankerna följer generellt konsumentverkets rekommendationer. I dagens läge finns det inga preferenser från bankens sida som behandlar bolån till passivhus annorlunda.

SHB svar: "Nej det gör det inte, räntorna skiljer sig inte utifrån vilket sorts hus det är utan beror på andra faktorer."

Nordea svar : "Vi på Nordea har ingen speciell räntesättning om man belånar ett passivhus. Rådande marknadsräntor gäller."

Det ända som övertalar bankerna till att sänka sina räntor för passivhus, är om ett gemensamt avtal utförs mellan banken och företaget, där företaget i gengäld erbjuder alla kunder de har som har passivhus.

Aktuella
räntor:

3

mån

1 år

2 år

3 år

5 år

7 år

10 år

	3,94 %	3,98 %	 * 3,67 %	 * 3,72 %	 * 3,96 %	 * 4,27 %	 * 4,46 %
Danske Bank	4,00 %	4,05 %	3,80 %	3,85 %	4,20 %	-	4,80 %
	3,97 %	4,18 %	 3,70 %	 3,7 6 %	 3,9 9 %	 4,2 8 %	 4,4 8 %
Handelsbank en	3,95 %	3,90 %	 3,68 %	3,75 %	 3,9 7 %	-	 4,4 7 %
	3,97 %	4,18 %	 3,70 %	 3,7 6 %	 3,9 9 %	 4,2 8 %	 4,4 8 %
Ikano Bank	3,97 %	4,18 %	 3,70 %	 3,7 6 %	 3,9 9 %	 4,2 8 %	 4,4 8 %
Länsförsäkrin gar	 3,9 6 %	4,02 %	 3,75 %	 3,7 5 %	 4,1 3 %	 4,4 4 %	 4,6 7 %
Nordea	3,95 %	 3,9 5 %	 3,70 %	3,75 %	 4,0 0 %	-	-
	3,97 %	4,18 %	 3,70 %	 3,7 6 %	 3,9 9 %	 4,2 8 %	 4,4 8 %
SEB	 3,9 7 %	 3,9 1 %	 3,69 %	 3,7 5 %	 3,9 8 %	-	 4,4 7 %
Skandiabank en	 3,9 7 %	 3,8 9 %	3,69 %	3,73 %	 3,9 5 %	-	-
Swedbank	3,99 %	 4,0 5 %	 3,75 %	 3,7 6 %	 3,9 9 %	 4,2 9 %	 4,5 0 %
	4,00 %	4,05 %	3,80 %	3,80 %	4,15 %	-	-

* Notera att för Bättre Bolån visas en snittränta då de erbjuder en rabatt på räntan första året, rabatten är utslagen på aktuell bindningstid.

Tabell 5.1 Aktuella bolåneräntor, 2012-05-10

5.4 Hemförsäkring

Finns inga anledningar till att försäkringspremien behandlas annorlunda under premissen att det är ett passivhus detta menar tre större försäkringsbolag. Varken banker eller försäkringsbolag tar någon hänsyn till att det är passivt byggande. Det är andra kategorier som är viktiga, vanligtvis area, läge och kvalitet.

5.5 Ekonomiska beräkningar

När det kommer till ekonomisk teori finns det många utgångspunkter. Det går att räkna ända till produktens början och se kostnaden för samhället. Det problem vi har sett i bostadsmarknaden är dock att småhus av passivhusprincipen inte följer samma försäljningskurva som för flerbostadshus. En erfarenhetsåterföring krävs på ett ekonomiskt plan för att se om det kan finnas några prisskäl till det. Passivhus är en relativt ny marknad speciellt på småhusmarknaden. När det är en ny marknad finns det några barriärer i början. Den tydligaste barriären är bristande kunskap bland företagen när det kommer till att bygga passivt (Hans Eek, 2012-03-28). Det gör att projekteringstiden tar längre tid. Vidare förklaras det att hantverkare inte är vana med protokollet som måste följas när man bygger passivt. Andra barriärer som är tydliga är att det inte finns tillräckligt med information som når ut till allmänheten som kan skapa den breda efterfrågan. En vanlig barriär i många andra sektorer är att det inte finns leverantörer som levererar ny teknik som behövs (Lundmark, 2010). Det har varit ett problem tidigare inom passivhusmarknaden, men på senare år kan man se att det har börjat komma en hel del leverantörer som till exempel erbjuder färdigmonterade väggar med korrekt isolering och rätt tätade.

Lösningar på att minska de här barriärerna kan göras från olika håll. Det finns till exempel statliga lösningar (Lundmark, 2010). Det finns statliga bestämmelser som redan börjat suddas ut en del av barriärerna. Trenden har varit att byggbestämmelserna har höjt energikraven, vilket indirekt gör det till ett incitament att bygga mer energieffektivt och en av de tekniker som används är att bygga passivt. Vanliga åtgärder från staten enligt nationalekonomisk teori är att använda subventioner (Lundmark, 2010). Det skulle kunna fördelas ut på sådant sätt att vid ägande av passivhus fås skattelättnader på grund av bidragande till energieffektivisering och därmed minskad koldioxidutsläpp. Detta skulle vara ett ytterligare incitament för slutkunden att välja passivt boende. Staten kan dock inte styra allt utan det måste även finnas efterfrågan från kunder för att utbud ska utvecklas (Lundmark, 2010).

Det som vanligtvis styr efterfrågan är pris (Lundmark, 2010), men bostadsmarknaden fungerar inte riktigt på samma sätt som en helt öppen marknad. Det är flera faktorer som styr. Vanligt är läget, storlek och kvalitet. Exempel är bergsgrottan i Västerås där de har haft problem med att få bostäderna sålda. Många lokala tidningar tror dock att det beror på att läget har ett dåligt rykte. Det finns inga hinder att bygga passivhus vid ett eftertraktat läge såväl som med rätt storlek och med bra kvalitet. Däremot finns det vissa restriktioner i pris. Med utbildning och information kan man sänka

projektionstiden och produktionstiden, därmed även initialpriset (Eek, 2012). Vidare kan teknisk innovation leda till sänkta initialkostnader. I passivhustekniken är det inte helt omöjligt då det till exempel nämns att det troligtvis kommer ske genom effektivare och billigare isolering (Passivhus, film). Mest för att det är många som efterfrågar det så att väggkonstruktionen blir tunnare. Om sådan utveckling sker kan initialkostnaderna gå ner. Vilket skulle vara ytterligare incitament.

Om inte det räcker får man visa andra ekonomiska vinster för att öka efterfrågan. Tidigare när passivhus har kommit på tal nämns det att alla energibesparingar gör att pengar sparas för slutkunden i slutändan. Denna analys har dock sina brister om rörliga kostnader ska bli ett positivt incitament måste de vara korrekt analyserade. Tidigare har det inte tagits hänsyn till olika priser på energi för konventionella byggnader. Dessutom är det ingen som tar upp vad som kan tjänas på ränta av att spara den initialt högre kostnaden av ett passivhus.

Korspriselasticiteten är ett verktyg för att se hur mycket priset på en vara kan påverka efterfrågan på en annan vara. Detta kommer vara viktigt för att se hur mycket energipriset för konventionella hus kommer påverka efterfrågan av passivhus. Den nationalekonomiska formeln som kommer användas för att nå detta mål är som ses nedan:

När vi jämför hur många procent efterfrågan på en vara förändras när priset på en annan vara ökar med en procent.

Korspriselasticitet = Procentuell förändring i efterfrågad kvantitet av vara X / Procentuell förändring av pris av vara (Roger Axelsson, Bertil Holmlund, Roger Jacobsson, Karl-Gustaf Löfgren och Tönu Puu, 1998).

Tabell 8 Framräkning av oljeanvändning i permanentbebodda småhus till total nivå åren 2002 – 2010, [TWh]

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Redovisad användning:									
Småhus	8,2	7,3	7,2	5,3	3,4	2,6	2,0	1,5	1,3
Småhus på lantbruksfastighet	0,8	0,7	0,6	0,0
Summa	9,0	8,0	7,8	5,3	3,4	2,6	2,0	1,5	1,3
Tillkommer: Från flerbostadshus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Från lokaler	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total oljeanvändning i småhus	9,0	8,1	7,8	5,4	3,4	2,6	2,0	1,5	1,3

Tabell 5.2 Oljeanvändning Sverige.

6 Investeringar

6.1 Förväntningar och erfarenheter från boende och marknad

6.1.1 Marknadsförda Förväntningar

De marknadsföringarna som finns för passivhus täcker ett väldigt brett spektra från mjuka abstrakta fördelar till mer fakta om ekonomi och konstruktion. De är generellt enligt följande.

“Som du nu förstår är det här inga konstigheter. Vi har tittat extra noggrant på hur man byggde förr och tagit tillvara på kunskap om värmelagring och isolering. Därefter har vi kombinerat den med kunskap om nya material och produkter för att skapa ett modernt, energieffektivt boende med fantastiskt inomhusklimat där du dessutom bor med gott samvete. Helt enkelt – bara sunt förnuft.” (Emrahus, 2011)

Fler exempel på mjuk marknadsföring med miljöfokus: “Ett passivhus minimerar behovet av köpt energi och maximerar intag av gratisenergi. Det betyder att miljöbelastningen minskar i takt med energibesparingen.” (Emrahus, 2011)

Vidare marknadsförs passivhus som en investering för framtiden att man kommer tjäna på ett energisnålt hus i längden. Exempel på detta:

”Passivhus är lönsamma. Genom minimalt värmebehov sparar man pengar. Behovet av tillförd värme är så litet att all värme kan distribueras genom tilluften. Därför kan man spara in investeringar i värmesystem. Passivhus är på så vis billigare att bo i och kan vara billigare att bygga.” (Sjömarkens,2011)

Vidare där passivhus beskrivs som snåla och smarta byggnader:

”Ett passivhus behöver väldigt lite energi till uppvärmning. Den köpta värmeenergin är bara en femtedel av dagens byggnadskrav. Den största delen av värmen är istället gratis! Den kommer från instrålad sol, värme från människor och spillvärme från apparater och matlagning. I ett passivhus är runt 70-75 % av energin som värmer huset gratisenergi”. (Sjömarkens,2011)

6.1.2 Förväntningar på marknaden

För att passivhus ska kunna bli ett växande koncept i framtiden krävs två saker, tillgång och efterfrågan. Tekniken är fortfarande relativt ny i Sverige vilket gör att det är svårt att sja om hur stor marknaden är och hur många företag som är intresserade av att satsa på tekniken. Dessutom styr marknadsföring vad slut konsumenten förväntar sig av boendet.

Anna-Lena Johansson, vice VD för Vårgårdahus säger att mängden passivhus kommer att öka de kommande tio åren. Hon säger även att tekniska framsteg kommer skapa nya material som kommer möjliggöra ett passivhuskoncept utan till exempel tjockare väggar då nya bättre isoleringsmaterial kommer tas fram. Ulla Jansson, Lunds Tekniska Högskola, säger 2007 att hon önskade att fler småhustillverkare började bygga passivhus för att täcka marknaden. Hon berättar att många

privatpersoner ringt henne för att få hjälp med kontakter till företag som bygger passivhus, detta var ej möjligt 2007.

Sedan dess har dock flera företag dykt upp på marknaden. Hur ser de på passivhusmarknaden i dagsläget och vad tror de om framtiden?

A-hus producerar en vägg i fabrik som är passivhuscertifierad. Anders Carlsson från A-hus berättar att ungefär 7-8 % av de väggar de säljer till villaproduktion i Sverige är sådana väggar. Efterfrågan på denna vägg ökar hela tiden och Anders tror att den i framtiden kommer vara deras standard.

6.1.3 Villa Malmborg

Då passivhuskonceptet är relativt nytt har många av de första byggnationerna fått fungera som informationssamlare till framtida byggprojekt. En sådan byggnation är passivhuset Villa Malmborg. Huset är nämligen Sveriges första passivhus-villa. Huset stod färdigt i maj 2007. kapitel 7.1.3 kommer handla om de boendes erfarenheter från boendet. Informationen är hämtad från de boendes internethemsida som beskriver byggnaden, www.tellus.tv/passivhus/.

Förväntningarna på huset var att det genom sin passivhuskaraktär skulle vara energieffektivt, underhållsfritt och bekvämt. Beställare och boende var en och samma personer vilket gjorde att de boende var bra insatta i vad ett passivhus innebär för de boende. De ifrågasätter om det "är en mänsklig rättighet att gå runt i sitt hus barfota och i t-shirt mitt i vintern".

Under de mer än fyra år som familjen bott i huset har oväntade problem dykt upp och hanterats. De boende upplever än dygnsvariation i temperaturen på några grader, det är framför allt på natten som temperaturen går ner. De upplever ej att den automatiska styrningen av värmeväxlare och fjärrvärmen fungerat perfekt vilket gjort att de i stället sköter regleringen mellan systemen manuellt. Utöver detta upplevdes ljudet från värmeväxlaren som för högt men detta åtgärdades genom installation av en ljuddämpare och efter det har ljud inte varit något problem. I juni 2008 uppkom vissa problem kring solavskärmning, denna var ej tillräcklig på fasader som vätte mot öst och sydöst. Detta har lösts genom att persienner installerats men en alternativ lösning undersöks. Påfrysning med is på luftinsuget var tidigare inget problem, men det är en sak som uppkommit och en lösning är något som undersöks för tillfället. Detta då påfrysningen gör att ventilationen inte fungerar perfekt på grund av för små mängder tilluft. Vidare har luften inomhus upplevts torr men detta har åtgärdats med installation av två stycken vattenfuktare i huset.

En fråga som ofta dyker upp i diskussioner kring passivhus är fönsterlösningar. Detta på grund av att väggarna är tjockare jämfört med konventionellt byggda hus. De boende i Villa Malmborg upplever inte fönsterlösningarna som ett problem då de vinklade fönstersmygarna ger ett ökat ljusinsläpp, det upplevs "som ett modernt glashus".

De boende i Villa Malmborg hade under första året en uppvärmningsförbrukning på 3071 kWh genom fjärrvärme. Då det kalkylerade värdet låg på 3000 kWh är de boende nöjda med denna förbrukning. Generellt är de boende nöjda med sitt boende och poängterar att det enda underhållet som krävs är byte av filter i värmeväxlaren, vilket de gör två gånger om året.

6.1.4 Grottvägen

I Pettersberg i Västerås färdigställdes ett nytt passivhuskvarter för inflyttning sommaren 2011. Området består av tjugo bostäder varav tio stycken i form av parhus och tio stycken i form av radhus. (www.mimer.nu, 2012-05-20)

Diskussioner har uppkommit kring hur lättsålda bostäderna är. Frågan tas upp i en artikel i Vestmanlands Läns Tidning där rubriken är ”Passivhus svåra att sälja – hyrs ut”. Andreas Granbäck skriver på ”granbäck.se” att detta inte beror på det faktum att det är passivhus som säljs. Han tror inledningsvis att prisnivån i området som kvarteret byggs i ej passar den prisnivå som är passande för de hus som valts att bygga. Vidare tror han att det är den ”ekonomiska oron och bolånetak som sätter käppar i hjulet”.

De som än så länge bosatt sig i området verkar var nöjda med sitt val av bostad. Två av hushållen har svarat på elva frågor kring inomhusklimatet. (bilaga 3 och 4)

I det ena hushållet togs beslutet att flytta in på grund av att designen var en viktig faktor, (bilaga 4). De förväntade sig att huset skulle vara bra ljudisolerat och att det skulle vara lätt att värma upp, vilket det även har varit. Vad gällande inomhustemperaturen har denna upplevts medelgod under vintern och det har sällan varit behov av att justera temperaturmätaren. Luftkvaliteten anses annars bra av den boende som säger att den är utmärkt mer än då de varit bortresta då han tycker att den är bra.

I ett annat av hushållen är upplevelsen generellt tillfredsställande, (bilaga 4). De upplever inomhusklimatet som ”lite kallt vintertid, och lite kvavt sommartid” när de varit bortresta. Dock undanröjer tillgången till kamin och vädring de negativa aspekter som uppstår. När beslutet fattades att flytta in var det flera aspekter som spelade in. På flervalsfrågan om vad som fick dem att flytta in svarar de att alla sex aspekterna spelade in i varierande grad. Dessa aspekter är pris, läget, lägre energikostnader, design, miljö, och att det är modernt. Vidare hade de flera förväntningar när de flyttade in: ”Ett bra inomhusklimat och moderna genomtänkta lösningar samt ett gediget hantverk när det gäller utfört arbete, samt såklart att den angivna energikalkylen håller.”

Gemensamt för de boende verkar vara förväntningen att det ska vara billigt att värma upp bostäderna samt att inomhusklimatet ska vara bekvämt. Hur mycket de boende sparar på att bo i ett passivhus i realiteten är än så länge svårt att bedöma på grund deras korta vistelseperiod i husen.

6.1.5 Nordvästra Essex

Kapitel 6.1.5 kommer handla om ett passivhusprojekt i nordvästra Essex med information från den studie som följt och undersökt projektet, Wimbish Passivhaus: Building Performance Evaluation Interim Report –March 2012.

I Storbritannien har ett passivhusområde byggts vilket noggrant följs upp för att undersöka om det håller vad som förväntats. Området består av både flerbostadshus och villor vilka är placerade i nord-västra Essex. En studie genomförs fortgående

genom projektet och ska sträcka sig från och med några månader innan färdigställandet av byggnaderna fram till några år efter färdigställandet. I mars 2012 blev den första mellantidsrapporten färdigställd vilken sträcker sig från några månader innan byggnaderna var färdigbyggda och åtta månader där efter. Undersökningsmetoder har bland annat varit frågeställningar som de boende fått besvara, undersökningar av husen samt undersökningar av vanorna hos de boende.

Inledningsvis genomfördes och godkändes trycktest som ett steg i att husen skulle passivhuscertifieras, vilket de har blivit. Vidare genomfördes en termografisk undersökning som visade ett läckage kring fönster på flera ställen och detta åtgärdades.

När bostäderna överlämnades till de boende fick dessa en genomgång samt fortgående stöd i vad det innebär att bo i ett passivhus och hur de ska få ut maximalt av huset och hur de ska göra för att minimera kostnaden för uppvärmning. Detta genom att använda bland annat solstrålning som en värmekälla när behovet finns samt solavskärmning när uppvärmning ej är önskvärd.

Vid intervjuer av de boende har en hög grad av de svarande varit mycket nöjda. Exempel på kommentarer som uppkommit är följande:

"You just don't have the bills you would have in a normal house"
"We put aside £50 a month to cover heating bills, and when they only came to £30 for the first six months our children had a better than expected Christmas"
"The houses are so light and spacious"
"I'm happy putting my children's bunk beds by the window as there's no draughts, and the glass is not cold"
"I'm less stressed. Having a lovely house we are proud of, and look forward to coming home to, is benefitting all of us."

Svaren handlar om att de svarande är nöjda med att de sparar pengar på låga uppvärmningskostnader och att inomhusmiljön är uppskattad.

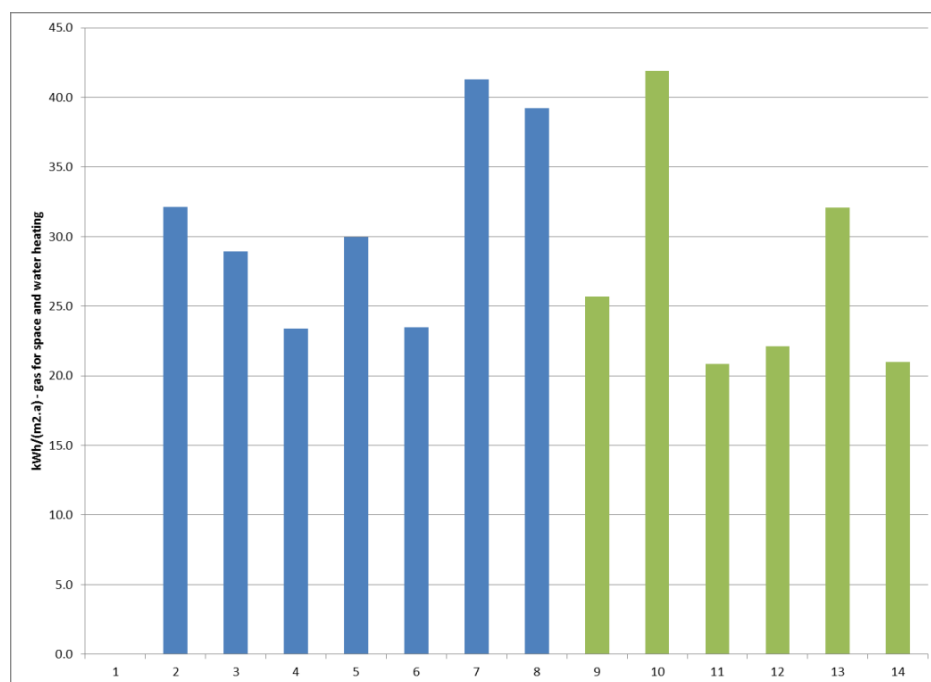
Skapandet av ett bekvämt inomhusklimat leder till vissa komplikationer då detta är något som upplevs annorlunda beroende på svarandes individuella tycke. 20 grader Celsius är den siffra som används och generellt anses som behaglig. I detta passivhusprojekt finns möjlighet att höja temperaturen ett par grader över 20 grader celsius för att ge de boende viss kontroll över temperaturen. Begränsningen på ett par grader sattes på termostaten för att motverka överanvändning av värme. Generellt upptäcktes dock att inomhustemperaturen generellt låg i överkant. Då majoriteten av undersökningen genomförts under vintern kan detta påvisa att problem med för höga temperaturer kan uppnås under sommaren. Detta kommer dock framgå i senare rapport där sommaren är inkluderad.

Torr inomhusluft är generellt en potentiell svaghet i passivhus. Detta är dock beroende av geografisk placering av byggnaden. Den relativa luftfuktigheten i ett inomhusklimat bör ligga mellan 40% och 60%. Om den relativa luftfuktigheten är lägre än 40% uppfattas luften som torr av de som vistas i klimatet och om den överstiger 60% finns risk för mögelpåväxt. Initialt var värdena på den relativa

luftfuktigheten hög men detta beror troligtvis på att de boende ännu inte lärt sig använda ventilationen samt viss byggfukt som fanns kvar i byggnaderna. I februari 2012 uppkom mätvärden som låg under godkänd nivå vilket berodde på den låga temperaturen och därmed låga relativa fukthalten utomhus. Detta ledde ej till några problem men saken kommer undersökas vidare kommande vintrar då det i framtiden inte kommer finnas någon byggfukt kvar som kan hjälpa till att höja den relativa fukthalten inomhus.

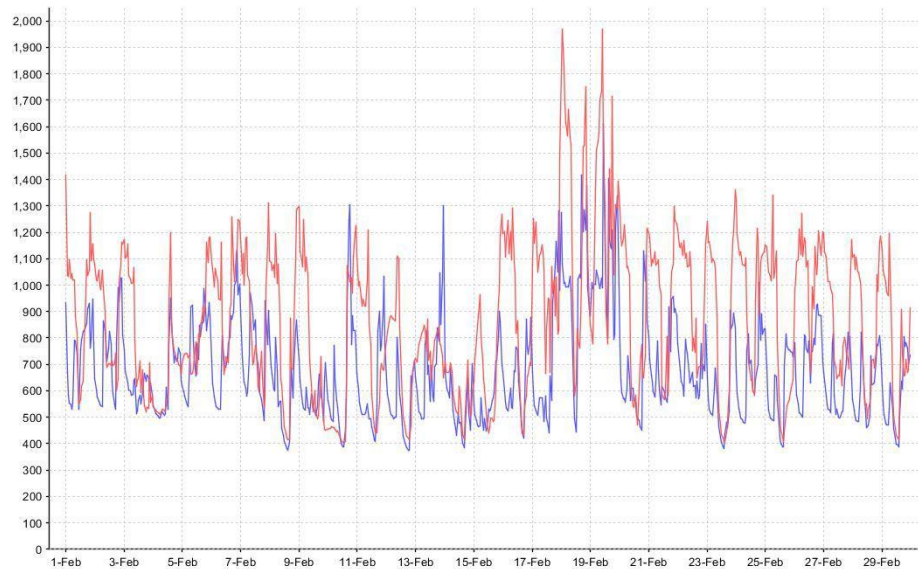
Uppvärmningen av husen utöver de passiva faktorer, som människor, elektrisk apparatur, spis och så vidare, sker genom tilluften. Denna värms upp genom gas- och soluppvärmt vatten samt genom värmeåtervinning vilket sker i värmeväxlaren. Viktigt för att uppnå önskade resultat är att ha en hög grad av överförd värmeenergi i värmeväxlaren. Mätningar har visat att värmeväxlarna i dessa byggnader låg på 86,6% värmeåtervinning från mitten av december till mitten av januari. Kravet är 70%.

Enligt beräkningar i rapport ska den årliga årsförbrukningen för uppvärmning vara 15 kWh/m². Detta tillsammans med hälften av vattenuppvärmningen, (den andra hälften värms genom solvärme), beräknas bli en årlig förbrukning på 30 kWh/m². Efter åtta månader har ett förväntat snittresultat tagits fram på årsförbrukning vilket är 31,2 kWh/m².



Figur 6.1 *Predicted annual gas consumption in kWh per m². De blåa staplarna gäller villor och de gröna gäller lägenheter.*

När luftkvalitet diskuteras används ofta 1000 ppm för koldioxidhalten som en övre gräns. Resultat som uppmätts se figur 6.1.



Figur 6.2 Lounge (blue) and bedroom (red) February CO2 levels in a house.

I sovrummet har gränsen endast överskridits fyra gånger varav två av dessa var precis vid inflyttning. Troligtvis beror dessa två toppar på att ventilationen ej skötts ordentligt. Topparna i vardagsrummet tror bero på gäster.

7 Avslut

7.1 Resultat

7.1.1 Komfort

Enligt intervjuer och litteraturstudier upplevs passivhus komfortabla vad gällande luftflöden, inomhustemperatur och luftkvalitet. Avvikande från detta är dock varma sommardagar som kan leda till övertemperatur under natten. Viktigt är även att betänka solavskärmning då detta också behövs under vår och höst på grund av att solen står lägre än under sommar. Vintertid upplever vissa att bostaden är sval vid frånvaro under längre period då huset mister den primära värmekällan, och en av passivhusens förutsättningar är att internvärmern upprätthåller temperaturen inomhus. Externa undersökningar har det påvisats höga halter av koldioxid i sovrum och vardagsrum under intensiva perioder vilket syns i figur 6.2.

7.1.2 Energi

Som tabell 5.2 visar har oljeanvändningen i Sverige stadigt minskat vilket gör att beräkningar kring denna energikälla anses oväsentliga. Figur 4.3 visar att fjärrvärme priserna skiljer sig väldigt mycket mellan alla fjärrvärmenäten. Detta leder till att en utförlig uträkning inom denna energikälla ej genomförs. El-priserna som kan ses i figur 4.2 beräknas fortsätta gå uppåt då de troligtvis kommer närma sig de Europeiska priserna. Det el-pris som valts till ekonomiska beräkningar är 56 öre/kWh och grundas på figur 4.2 om ett årligt kontrakt följs. El-priser kan bli billigare vid hög användning. Intervjuer med företag, passivhuscentrum och beräkningar från Kadesjös som kan ses på bilaga.7 påvisar att majoriteten av byggda passivhus i Sverige uppfyller de krav som ställs i BBR 19.

7.1.3 Ekonomi

Interjuver genomfördes med 30 svarande. Dessa påvisade att om energin blir billigare för konventionellt byggda hus påverkas efterfrågan på hus byggda med passivhuskrav. Detta i form av hur lång tid det tog för det huset byggt med passivhuskrav att spara igen den initiala investeringskostnaden. Den större mängden av de svarande kände att om det tog 20 år att få investeringskostnaden återbetald var det ej värt att investera i ett passivhus. Samma intervju visade att om vi sänkte priset på energin för ett konventionellt hus med 75% ändrades efterfrågan på passivhus med 60%. Detta medför att passivhus har en korspriselasticitet jämt mot energipriserna för konventionella hus på 0.8. Detta värde innebär att passivhus kan anses vara en substitutprodukt till konventionella hus. Detta bevisar att energipriserna för konventionella hus är styrande för konsumentensval.

Vidare räknas skillnaden mellan passivhus och konventionell byggnad ut. Detta i årlig energikostnad för att se hur lång tid som krävs för att passivhus återbetalar den ursprungliga högre investeringskostnaden. Investeringskostnaden antogs vara 2, 5 och 9 % högre (bilaga 1). Uträkningarna tog hänsyn till skatt och eventuella räntevinster som kan göras med kapitalet vilket sparas om konventionellt hus. Beräkningar visar

att om de kritiska 20 åren, som beräknades utifrån intervjuer, ska understigas får inte ett passivhus ha en merkostnad på mer än 5%.

7.2 Diskussion och analys

Tidigare jämförelser har gjorts med passivhus och konventionella hus. Jämförelser har bland annat gjorts mellan passivhus och konventionella hus där det konventionella huset värms upp med fjärrvärme. Detta kan dock bli en sned jämförelse då det handlar om en energikälla och en byggteknik. Då geografiska skillnader och preferenser vad gällande fjärrvärmepriser och omkringliggande miljö kan favorisera objekt i en jämförelse bör dessa förutsättningar vara desamma. Därför har passivtekniken och den konventionella tekniken som beräknats förutsatts ligga på samma geografiska position.

Syftet med marknadsförda förväntningar är att se vad slutkunden kommer ha för förväntningar när de köper ett passivhus. Detta hålls till småhusmarknaden och det finns ingen större marknadsföring i flerbostadshus, antagligen för att slutkunden inte har lika stort ansvar. Förväntningar är en viktig del för att se vad passivhus måste leva upp till för att vara marknadsstarka. När man vänder sig till företag som säljer passivhus som en nisch ligger mycket fokus på energibesparing i marknadsföringen. Mycket marknadsföring lägger vikt på att förklara tekniskt varför passivhus fungerar. Det som nämns mest är hur mycket isolering de använder i väggar och tak. Att nämna isoleringstjocklek är något som människor lätt kan relatera till, då det har varit traditionellt viktigt i vår byggkultur, dessutom ger mycket isolering chansen att använda argumentet att det är bra ljudisolerat också. Resten av marknadsföringen handlar om hur de överbryggar att hålla huset tätt, undviker köldbryggor och uppnår rätt värden på fönster. Vilket verkar vara ett motdrag mot folks oro. Utöver teknisk beskrivning i marknadsföring används väldigt många mjuka värden vilka fokuserar mycket på samvetet speciellt när det kommer till miljöfrågor. Det är en livsstil de säljer och det spelas ofta på det sunda förnuftet.

Passivhusmarknaden marknadsför komforten till att vara god standard. Utifrån metoden tycks komforten i ett passivhus hålla vad som förväntas från boende och beställare. Vitalt verkar dock vara de boendes kunskap kring det egna boendet. Detta har till exempel påvisats i delrapporten skriven om ett passivhusområde i nordvästra Essex. Här informerades de boende vid inflyttning om hur bostaden skulle skötas vid olika utomhusklimat. Trots detta upplevdes en period med sämre mätresultat inledningsvis i projektet och detta tros bero på att informationen till de boende skulle varit komplett vid inflyttning i stället för att det kom i etapper. De komplikationer som har uppstått enligt boende är varma nätter på varma sommardagar och vintertid upplever vissa att bostaden är sval vid frånvaro under längre period då huset mister den primära värmekälla, och en av passivhusens förutsättningar är att internvärmerna upprätthåller det termiskaklimatet. Externa interjuver som samlats från studie i nordvästra Essex har det även påvisats höga halter av koldioxid i sovrum och vardagsrum

under intensiva perioder. Dock bör här tilläggas att det även finns enkla lösningar som vädring och en extra värmekälla till exempel en braskamin.

Vidare har de beräkningar som gjorts påvisat att den ekonomiska konsekvensen av att bygga ett passivhus gentemot ett konventionellt hus beror på flera aspekter. Småhusmarknaden är uppbyggd på ett sådant sätt att läge, storlek och kvalitet såväl som priset är viktiga aspekter vid beslutsfattande från konsument. Passivhusen enligt marknadsföring visar inga hinder för att kunna bygga passivt med bra kvalitet, vilket har understryks av rapporten. Ett attraktivt läge är attraktivt oavsett vilket hus som står på den utvalda marken. Även storleken på huset är inget hinder för passivhustekniken. Det enda som är en variabel för konsumenten är priset i en beslutprocess. Här marknadsför sig passivhus till att vara en investering för konsumenten. Intervjuer har dock visat att konsumenten enbart är intresserade ifall investeringens merkostnaden för ett passivhus gentemot liknande konventionellt byggda hus återbetalar sig inom 10 år med hjälp energibesparingar.

Undersökningar av dagens energimarknad i Sverige visar att oljeanvändningen i Sverige stadigt minskat vilket gör att beräkningar kring denna energikälla anses oväsentliga. Dessutom att fjärrvärme priserna skiljer sig väldigt mycket mellan alla fjärrvärmenäten. El-priserna beräknas fortsätta gå uppåt då de troligtvis kommer närma sig de Europeiska priserna. Enligt marknadsförda förväntningar att passivhus ska vara energisnåla vilket bekräftas i rapporten. Kommer de kanske bli ett attraktivt val vilket höjer till en efterlängtd efterfrågan. Dock har passivhus en stark korspriselasticitet till energipriserna på konventionella hus skulle trenden av el-priser gå åt andra hållet alternativt att konventionella hus blir energisnålare kommer passivhus aldrig konkurrera på marknaden. Dessutom måste passivhusen övervinna de barriärer som finns för att slå sig in på marknaden. De viktigaste barriärerna är kunskap och protokoll.

Med allt detta i åtanke tror vi att det troligaste framtidsscenarioet blir att kraven för allt byggande när det gäller energiåtgången kommer sänkas, men det betyder inte att det är passivhus som kommer vara dominerande. Vi ser snarare att det kommer bli en blandning av tekniker för att uppnå kraven.

7.3 Slutsats

Utan att ha några politiska eller ideologiska synvinklar på rapporten kan följande resultat presenteras. Den ekonomiska konsekvensen av passivhusbyggande har visat på att passivhus håller vad de lovar när det gäller energikostnadsbesparing. För att passivhus ska vara konkurrenskraftiga på småhusmarknaden krävs det att det ej tar mer än 10 år innan den initiella högre investeringen för passivhus återbetalar sig med hjälp av energibesparingar. Dessutom måste marknadsbarriärer överstigas var av de viktigaste är kunskap och protokoll. Vidare har passivhus en stark korspriselasticitet till energipriserna på konventionella hus. Skulle trenden av el-priser gå åt andra hållet alternativt att konventionella hus blir energisnålare kommer passivhus aldrig konkurrera på marknaden.

Ställt mot kraven i BBR 19 uppfyller passivhus förväntad effekt vad gällande komfort och inomhusklimat. Detta har bekräftats av intervjuer av boende, företag, passivhuscentrum, samt mätdata från extern källa.

Undersökningar av dagens energimarknad i Sverige visar att oljeanvändningen i Sverige stadigt minskat vilket gör att beräkningar kring denna energikälla anses oväsentliga. Dessutom att fjärrvärme priserna skiljer sig väldigt mycket mellan alla fjärrvärmenäten. El-priserna beräknas fortsätta gå uppåt då de troligtvis kommer närma sig de Europeiska priserna. Enligt marknadsförda förväntningar att passivhus ska vara energisnåla vilket bekräftas i rapporten.

Syftet är att få en bredare nyansering av passivhus oberoende från subjektiva vinklingar. Alltså se till de områden som kan leda till objektiva beslut. Ekonomi, energi och komfort som är tre viktiga aspekter inom beslutsfattandet. Syftet med ekonomiaspekten är att se längre än vad som tidigare har gjorts, alltså även se till priskänslighet på energi och geografisk placering. Syftet med energiaspekten är att göra enkla energiberäkningar kontra BBR 19 kraven och detta kopplat till de tre klimatzonerna, samt se om beräkningar som har gjorts i projekteringsskedet stämmer med hur passivhusen faktiskt blev, även detta kontra BBR 19 kraven. Syftet med komfortaspekten är att se om de som bor i passivhus anser att det är ett bra boende och om de trivs generellt. Även här jämföra förväntat resultat med aktuellt resultat.

8 Referenser

Andrén, Lars. Tirén, L. (2010): *Passivhus. En handbok om energieffektivt byggande*. Svenskbyggtjänst, Stockholm, Sweden, 100 sid.

Boverket (2007): *Indata för energiberäkningar i kontor och småhus*, Boverket, Karlskrona, Sweden, 54 sid.

Carlsson, C.A. (2001): *Sunt byggande med sten och betong ger Gott inomhusklimat*. Cementa, Danderyd, Sweden, 20 sid.

Roger Axelsson, Bertil Holmlund, Roger Jacobsson, Karl-Gustaf Löfgren och Tönu Puu (1998) : *Mikroekonomi*. Studentlitteratur AB, Sweden, 369 sid.

Emrahus (2012): *Passivhus och Energihus - bara sunt förnuft*, (Acc 212-05-30), <http://www.emrahus.se/passivhus/>

Ingham, M. (2012). *Wimbish Passivhaus: Building Performance Evaluation Interim Report*. (Acc 2012-05-28), <http://buildwithcare.eu/index.php?view=article&catid=1:latest-news&id=237:low-energy-in-reality&format=pdf>

Johansson, A.L. (2007): *Passivhus*, TellUs stories AB

Jansson, U (2007): *Passivhus*. TellUs stories AB

Passivhuscentrum (2012): *Så här fungerar det*, (Acc 2012-05-30), <http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhuscentrum/partners>

Rosling, Hans (2010): *Hans Rosling and the magic washing machine*, TED, (Acc 2012-05-28), http://www.ted.com/talks/lang/en/hans_rosling_and_the_magic_washing_machine.html

Sikander, E. Ruud, S. Fyhr, K. Svensson, O. (2011): *Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen - innemiljö, beständighet och brukarvänlighet*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sweden, 73 sid.

Sjömarkens (2011): Vad är passivhus?, (Acc 2012-05-30),
<http://www.sjomarkens.se/passivhus/>

(2006-2011). Passivhuset Villa Malmborg. (Acc 2012-05-28), www.tellus.tv/passivhus/

Bilaga 1 intervju och ekonomi:

Problemet med att undersöka elasticiteten på passivhus i korselasticitet till energipriser är att marknaden inte är tillräckligt stor för att hitta mönster eller trender än. Med det som bakgrund finns det bara en lösning och det är att göra en marknadsundersökning. Intervjuerna måste vara uppbyggda så att läge, kvalitet och area inte spelar någon roll, som hänvisat tidigare går det att bygga passivt med alla dessa kriterier också finns inga förhinder.

Scenariot som vi skapade var väldigt enkelt med Hus A och Hus B, där hus A kostade x antal kronor mer än Hus B men på grund av att Hus A var mer energieffektivt fick man igen initialkostnaden efter x antal år. När det skulle väljas hur mycket mer Hus A kostade än Hus B utgick vi ifrån att ett passivhus kostar generellt 2-9% mer än ett konventionellt hus. Skiftade på initialkostnaden för att se om det var summan som styrde efterfrågan. Sedan fick intervjuobjekten svara på vilket hus de skulle köpa. Sedan ändra vi på hur många år det tog innan de fick tillbaka initialkostnaden om de valde Hus A. Detta för att se om energin blir billigare på konventionellt hus hur påverkas då efterfrågan på passivhus. I intervjuerna användes inte ordet passivhus till intervjuobjekten för att säkerställa objektiva val utan laddade ord.

30 svarande:

År som man förväntas tjäna igen initialkostnaden	Hus A (kostade 500 000 kr mer)	Hus B
5	27	3
10	19	11
20	11	19

30 svarande:

År som man förväntas tjäna igen initialkostnaden	Hus A (kostade 200 000 kr mer)	Hus B
5	30	0
10	21	9

Vidare frågades i båda fallen varför de som valde Hus A hela vägen valde att stå fast till en högre initialkostnad även fast det skulle ta väldigt många år innan det betalade tillbaka sig, samtliga tänkte på miljön och såg kopplingen att lägre energikostnader står för en bättre miljö. Dessutom hade samtliga förbehållet att det bara gällde om det faktiskt hade mycket pengar och kunde välja som dem velat.

Ekonomiberäkningar:

Räknar utefter de lägsta gränserna i kraven för respektive teknik (passivt, konventionellt). Energikraven för ett passivhus är 60kWh/år/m² respektive 110 kWh/år/ m². Enligt energimyndigheten räknas ett hus som småhus när det är under 200 m² i boyta.

Elkostnaden för ett årskontrakt är 56 öre/kWh.

Uträkningar när primärenergien är el:

Energiåtgången för 200 m² passivhus:

$$60\text{kWh/år/ m}^2 \cdot 200 = 12000 \text{ kWh/år}$$

Energiåtgången för 200 m² konventionellthus:

$$110\text{kWh/år/ m}^2 \cdot 200 = 22000 \text{ kWh/år}$$

Totalkostnad för energi/år för passivhus:

$$12000 \text{ kWh/år} \cdot 0.56\text{kr/kWh} = 6720 \text{ kr}$$

Totalkostnad för energi/år för konventionellthus:

$$22000 \text{ kWh/år} \cdot 0.56\text{kr/kWh} = 12329 \text{ kr}$$

Total skillnad mellan passivhus och konventionellthus:

$$12329\text{kr} - 6720\text{kr} = 5600\text{kr}$$

Antagande från tidigare i rapporten passivhus kostar 2-9 % mer i investeringskostnad.

Beräkning för hur snabbt passivhusets energibesparing återbetalar den initiala investeringskostnaden. Med 2 % högre kostnad:

Hus Konventionellt a' 200 m² med investeringskostnad 2000000kr

Hus Passivt a' 200 m² med investeringskostnad 2004000kr

Skillnad: 4000 kr

Återbetalas på: $4000/5600 = 0,7$ år

Men dessa 4000 kan investeras på bankränta högsta ränta man kan få på en Svensk storbank är att låsa ränta på 5 år till räntan 2.7%

Extra investeringskostnad på grund av investeringsval:

Men för låga summor för att komma upp till de 5 åren som är låst för räntan.

Beräkning för hur snabbt passivhusets energibesparing återbetalar den initiala investeringskostnaden. Med 9 % högre kostnad:

Hus Konventionellt a' 200 m² med investeringskostnad 2000000kr

Hus Passivt a' 200 m² med investeringskostnad 2180000kr

Skillnad: 180000 kr

Återbetalas på: $180000/5600= 32$ år

Men dessa 180000 kan investeras på bankränta högsta ränta man kan få på en Svensk storbank är att låsa ränta på 5 år till räntan 2.7%

Extra investeringskostnad på grund av investeringsval:

$180000*1.027^5= 205648$ kr

Med betalad skatt på 30% :

$205648-180000= 25648$

$25468*0.7= 17954$

Återbetalas på år med ny skillnad förutsätter vid nytt ränteavtal att det är liknande ränta:

$180000+17954= 197954$

$197594/5600=$ ca 35 år

Beräkning för hur snabbt passivhusets energibesparing återbetalar den initiala investeringskostnaden. Med 5 % högre kostnad:

Hus Konventionellt a' 200 m² med investeringskostnad 2000000kr

Hus Passivt a' 200 m² med investeringskostnad 2100000kr

Skillnad: 100000 kr

Återbetalas på: $100000/5600= 17.9$ år

Men dessa 100000 kan investeras på bankränta högsta ränta man kan få på en Svensk storbank är att låsa ränta på 5 år till räntan 2.7%

Extra investeringskostnad på grund av investeringsval:

$100000*1.027^5= 114249$ kr

Med betalad skatt på 30% :

$114249-100000= 14249$

$14249*0.7= 9974$

Återbetalas på år med ny skillnad förutsätter vid nytt ränteavtal att det är liknande ränta:

$$100000+9974= 109974$$

$$109974/5600= \text{ca } 19.6 \text{ år}$$

Bilaga 2: Intervju Hans Eek 2012-03-28

Hans förklarar begreppet Exergi. Det är energins kvalitet, t.ex. el-energi är mycket användbart medens energi i form av rumstemperatur har en lägre kvalitet och är svårare att använda. Begreppet blir aktuellt när man bland annat diskuterar solenergi och solinstrålning och att detta kan omformas till olika energiformer. Exergi innebär alltså begreppet på nivån av energi, den sjunker alltid därför eller det att ta vara på rätt nivå. Detta gör att elvärme är ineffektivt om man jämför med solenergi då det genomgått fler energiomvandlingssteg.

Hur kom du i kontakt med passivhus? Hans Eek berättar att han alltid varit intresserad av att göra energieffektiva hus. I början hade han mest fokus på energikälla, men insåg även att isolering och fönster spelade in. 1974 ritade Hans sitt första energieffektiva hus i form av ett "solhus", detta fungerade dock dåligt då det var för komplicerat. Till följd av detta bestämde sig Hans för att hus bör vara passivt solvärmda. Detta innebär att man tar vara på solvärme genom fönster och solfångare. Genom datorsimuleringar upptäckte han dock att solvärmens var otillräcklig och därför måste värmeförlusterna minimeras. Små energikällor kan bara användas vid låg energiförlust. Hans berättar att han ritade ett hus i Färjelanda som krävde 2500 kWh/år 1978 (motsvarar 250 liter olja), vilket var 1/10 av dåvarande förbrukningskraven.

Hans fortsatta arbetet med att bl.a. se på effekterna av att vinkla hus på olika sätt mot solljuset och värma inluften genom ett växthus innan den drogs in i huset. Hans jobbade sedan med ett tysk/svenskt forskningsutbyte och tanken var att använda svensk byggteknik och tysk värmeventilationssystemsteknik. Två hus byggdes i Tyskland, de var mycket effektiva och krävde bara en femtedel av vad tyska vanliga hus krävde. Tyskarna fortsatte arbetet med tekniken och satte 25 kWh/m²/år som mål. Då byggdes flera radhus varpå ett av husen uppnådde 8 kWh/m²/år. Vid denna tid kom Hans även i kontakt med Wolfgang Feist som var intresserad av svensk byggnorm. De kom fram till att solvärmens var låg på våra breddgrader och talade då om solvärmda passivhus, därmed växte begreppet fram. Hans ville ta denna teknik till Sverige och tänkte att det bara var att lägga på lite mer isolering.

Fönstrena utvecklades sedan under 90-talet och underlättade energieffektivt byggande samt gjorde att man slapp kallras under fönster och därmed radiatorerna under fönstren vilka har som uppgift att motverka nämnda kallras. Husen måste fungera när det är riktigt kallt och därför ville Hans ha en värmeväxlare och ett litet värmebatteri i friskluftkanalen. Hans poängterar att transmission inte är ett problem. Enligt ventilationskraven måste man ha en halv luftomsättning i timmen enligt norm. Friskluft får ej ha för hög temperatur, 54 grader celsius tilluft maximalt enligt schweizisk studie. Den tillåtna effekten blir då 15-16 W/m². Hans valde då att sätta 10

W/m² som krav vilket även blev passivhuskravet. Passivhusbegreppet kom därmed till på 90-talet.

Hans berättar att det på 90-talet byggdes mycket i Tyskland p.g.a. sammanslagningen mellan öst och väst. Detta gjorde att tyskarna kom långt fram i arbetet med passivhus. Dessa byggnader kostade heller inte mer än om traditionella hus hade byggts säger Hans. Detta då kostnaderna för bättre värmeväxlare, tjockare isolering samt bättre fönster togs ut av att man slapp uppvärmningskälla. Hans trycker på att det därför ej är dyrare att bygga passivhus. Vid beräkningar av Lindåshuset såg man att extrakostnader för att bygga passivt uppgick till ca. 50 000 kr, samtidigt slapp man värmesystem, 60-70 000 kr. Summan blir alltså i princip noll. Det som krävs är planering!

Hur begränsar ni materialval? Hans svarar: Ingenting, enda kravet är 10kW/m².

Vad är svagheter med passivhus? Hans svarar: Finns inga svagheter i konceptet, det är bara en siffra som ska uppnås tillsammans med alla andra krav som ställs på en byggnad. Det är i utförandet svagheter ligger. Helheten blir inte bra om ingenjörer och arkitekter inte jobbar ihop från början. Om detta inte görs kommer man till en punkt där omöjliga lösningar krävs för att uppnå målen. Viktigt att tänka på är att det är noga med täthet och att köldbryggor bör undvikas, d.v.s. det ska vara lufttätt inte diffusionstätt. Det är ett krav på passivhus, de måste vara tätare än andra hus. Det leder till problem i småhusindustrin, då man struntar i täthet.

Kan man säga att det i slutat kommer till hantverkarens kunskap? Passivhuscentrum erbjuder passivhauscertifikat för att öka förståelsen kring täthet och vikten av detta. Elektriker och VVSare måste få bättre förståelse, även snickare. De olika aktörerna kan inte köra sitt egna race. T.ex. ventilationstrummor ska inte gå innanför klimatskalet innan de kommit till värmeväxlare. Man måste även fokusera på tätheten mellan genomföringarna genom klimatskalet, detta måste hantverkarna förstå. Dessa saker är egentligen bara god hantverkskonst.

Möter du mycket motstånd i ditt arbete för passivhus? Ja det tycker jag. Främst från småhusindustrin. De har ingen förståelse, vill bara uppnå minimum kraven i byggnormen för att "komma undan". De sätter in värmepump för att öka undertrycket i hus och därför märker man inte läckorna och pumpen drar relativt lite el. Denna slits ju dock och måste bytas. Husen ser fina ut när de lämnas över men hållbarheten och kvaliteten är inte långsiktig. Täthetsmätningar är obligatoriska vid bygga av passivhus, byggare är rädda för detta då kontrollnivån ökar. Vidare är det viktigt att ett passivhusbygge hålls torrt så att fukt ej byggs in i konstruktionen, detta kan av vissa upplevas som krångligt.

Finns det något fasadsystem som är att föredra? Bara att den är av bra kvalitet, inte t.ex. tunnputs på isolering eller någon blandning mellan organiskt och oorganiskt material.

Senaste tiden har ett nytt problem uppstått i byggbranschen. Ansvar läggs mer och mer på beställare. Problemet blir då att beställaren inte alltid har koll på vad för krav som bör ställas, vid t.ex. villaköp och detta leder till sämre kvalitetskrav.

Hans berättar att 85 % av dagens villa-nybyggen är fabriksstillverkade och 15 % är plattsbyggda vilket kan vara bra att tänka på vilken del av branschen som påverkar mest.

Hans vill återigen trycka på att om inriktningen är passivhus redan i projekteringen då är kostnadsskillnaderna mellan passivhus och traditionellt byggda hus marginella.

Bilaga 3: Ett frågeformulär kring inomhusklimatet i passivhus

Namn:	Mats-Eric Nordström		
Datum	Datum: 2012-05-21		
Ämne:	Passivhus		

Instruktioner

Samtliga frågor är kryssfrågor bortsett från fråga nummer 3. Kryssa i önskat svar på frågorna och skriv gärna eventuella kommentarer och funderingar på punkten "övrigt" längst ner på formuläret.

Del I: [Skriv en rubrik här]

1)	Är ni medvetna om att ni bor i ett passivhus?
a.	Ja
b.	Nej

2)	Vad fick er att flytta in i er nuvarande bostad?
a.	1- Pris
b.	3- Miljö
c.	1- Läget
d.	2- Lägre energikostnader
e.	2- Design
f.	3- Modernt

3)	Vad hade ni för förväntningar på er nuvarande bostad?
----	---

Ett bra inomhusklimat och moderna genomtänkta lösningar samt ett gediget hantverk när det gäller utfört arbete, samt såklart att den angivna energikalkylen håller.

Del II: [Skriv en rubrik här]

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Till vilken grad tycker ni era energikostnader har sjunkit? Så vitt vi kan bedöma än så länge - Tillfredsställande					

Hur uppfattar du att temperatur är i bostaden under sommaren? Tillfredsställande, med Maj 2012 som enda referens..					
Hur uppfattar du att temperaturen är i bostaden under vintern? Tillfredställande					

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Hur upplevs inomhusklimatet om ni varit bortresta ett tag? Lite kallt vintertid, och lite kvavt sommartid, men vädring & kamin fixar till detta beroende på årstid					
Hur upplevs luftkvaliteten under sommaren? Tillfredställande					
Hur upplevs luftkvaliteten under vintern? Tillfredställande					

	Väldigt sällan	Ibland	Tillfredsställande	ofta	Hela tiden
Behöver ni justera temperaturmätaren? Har hittills inte behövts, vi flyttade in 2 Februari 2012, Vi har braskamin, så om det skulle kännas kyligt eldar vi lite i kaminen					

Övrigt:

Vet inte vad det beror på, men det fungerade inte att kryssa i rutorna, så svaren ser du i **röd text** ovan

Svaret på fråga 2 – ett husköp baseras ju aldrig grundat på bara en parameter, alla de orsaker du nämner var mer eller mindre med i vår helhetsbedömning, vi har diskuterat oss fram till en parvis prioritetsordning – se siffrorna.

Bilaga 4: Ett frågeformulär kring inomhusklimatet i passivhus

Namn:	Joakim Galle		
Datum	Datum: 2012-05-21		
Ämne:	Passivhus		

Instruktioner

Samtliga frågor är kryssfrågor bortsett från fråga nummer 3. Kryssa i önskat svar på frågorna och skriv gärna eventuella kommentarer och funderingar på punkten "övrigt" längst ner på formuläret.

Del I: [Skriv en rubrik här]

1)	Är ni medvetna om att ni bor i ett passivhus?
a.	Ja X
b.	Nej

2)	Vad fick er att flytta in i er nuvarande bostad?
a.	Pris
b.	Miljö
c.	Läget
d.	Lägre energikostnader
e.	Design X
f.	Modernt X

3)	Vad hade ni för förväntningar på er nuvarande bostad?
----	--

Att det inte skulle vara lyhört pga den tjocka isoleringen. Lätt att få det varmare.

Del II: [Skriv en rubrik här]

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Till vilken grad tycker ni era energikostnader har sjunkit? Tillfredsställande					
Hur uppfattar du att temperatur är i bostaden under sommaren? Bra					
Hur uppfattar du att temperaturen är i bostaden under vintern? Medelgod					

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Hur upplevs inomhusklimatet om ni varit bortresta ett tag? Bra					

Hur upplevs luftkvaliteten under sommaren? Utmärkt					
Hur upplevs luftkvaliteten under vintern? Utmärkt					

	Väldigt sällan	Ibland	Tillfredsställande	ofta	Hela tiden
Behöver ni justera temperaturmätaren? Väldigt sällan					

Övrigt:

Som du säkert vet, så har vi inte bott här mer än en månad. (alltså inte på vintern) Jag hoppas ju på att det ska kunna gå att ha det varmt utan att räkningarna skjuter i höjden.

Vi har fått en räkning och den var som Mimer trodde att det skulle landa på, så jag är nöjd med kostnaderna.

Bilaga 5: Ett frågeformulär kring inomhusklimatet i passivhus

Namn:	Therese Ohlsson		
Datum	Datum: 2012-05-27		
Ämne:	Passivhus		

Instruktioner

Samtliga frågor är kryssfrågor bortsett från fråga nummer 3. Kryssa i önskat svar på frågorna och skriv gärna eventuella kommentarer och funderingar på punkten ”övrigt” längst ner på formuläret.

Del I

1)		Är ni medvetna om att ni bor i ett passivhus?
	a.	
	b.	

2)		Vad fick er att flytta in i er nuvarande bostad?
	a.	Pris
	b.	Miljö
	c.	Läget
	d.	Lägre energikostnader
	e.	Design
	f.	Modernt

3)		Vad hade ni för förväntningar på er nuvarande bostad?
----	--	---

Svar:

Del II

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Till vilken grad tycker ni era energikostnader har sjunkit?					
Hur uppfattar du att temperatur är i bostaden under sommaren?					
Hur uppfattar du att temperaturen är i bostaden under vintern?					

	Dålig	Medelgod	Tillfredsställande	Bra	Utmärkt
Hur upplevs inomhusklimatet om ni varit bortresta ett tag?					
Hur upplevs luftkvaliteten under sommaren?					
Hur upplevs luftkvaliteten under vintern?					

	Aldrig	Väldigt sällan	Ibland	Ofta	Hela tiden
Behöver ni justera temperaturmätaren?					

Övrigt:

Bilaga 6: Mail Anders Carlsson, A-hus

Hej Jonathan Att välja till vår sk Extrem vägg på 320 mm effektiv isolering kostar kunden ca + 130 kr/m² i tillval. Vår fina std vägg är på 265 mm isolering. Vi ser ett ökat intresse kring vår 320 vägg och det vi kan se i framtiden är att denna blir vår framtida standard, sedan vet jag ej när detta är verklighet. Idag kanske 7-8% av våra kunder på Svenska villamarknaden väljer det tjockare alternativet. Hoppas att detta svar leder dig framåt och ha en bra dag //A Med vänlig hälsning

Anders Carlsson

Teknisk chef

Tel. 0300-56 88 12A-hus AB

Anders.Carlsson@a-hus.seBox 10418

www.a-hus.seSE-434 24 Kungsbacka