



MALMÖ HÖGSKOLA



Passiv passivhusaktivitet

Kunskapsöversikt över Sveriges
passivhusmarknad.

Examensarbete, 15 hp

Byggteknik, Byggingenjörprogrammet inom
fakulteten för teknik och samhälle, för Malmö
högskola

Oskar Cederlund Termin 6 2013

Filip Josefsson Termin 6 2013

Passive passive house activity

A systematic review of the passive house
market in Sweden

2013-05-26

Förord

Vi vill passa på att tacka vår handledare Catarina Thormark, universitetslektor och Tekn.dr i byggnadskonstruktion, för sin uppmuntran.

Speciellt tack till studiens respondenter för deras medverkan och engagemang samt stadsbyggnadskontoren i respektive stad som tillhandagivit material.

Slutligen ett stort tack till våra nära och kära!

Malmö 20 maj, 2013

Filip Josefsson & Oskar Cederlund

Passiv passivhusaktivitet
Kunskapsöversikt över Sveriges passivhusmarknad

15 HP Examensarbete inom Byggteknik, Byggingenjörprogrammet – teknik & arkitektur
Vårterminen 2013

Oskar Cederlund & Filip Josefsson
Institutionen Teknik & Samhälle

Handledare: Catarina Thormark
Malmö Högskola
Malmö 2013



Författarna

Sammanfattning

I takt med det växande klimathotet anser forskare att energianvändningen i samhället bör minska. I bostad och service sektorn används i Sverige ungefär 40 % av den totala energin som produceras. En reducerad energianvändning i bostaden är därmed ett område där det går att spara mycket energi. Ett passivhus kännetecknas av ett hus som genom ett minimalt uppvärmningsbehov, använder mindre energi i jämförelse med en konventionell byggnad. Detta åstadkoms genom en kombination av mänsklig närvaro i samspel med elektrisk apparatur, samt ett tätt klimatskal bestående av mycket isolering och bra fönster. Om fler lågenergihus, likt passivhus, uppförs på bostadsmarknaden och blir en del av det konventionella utbudet skulle den totala energianvändningen i bostäderna reduceras. En minskad energianvändning skulle även få positiva konsekvenser ur miljö- och energisynpunkt och vara i enlighet med EU:s direktiv EPBD2 angående mål om bostäders energianvändning för år 2020. Eftersom få privatpersoner väljer att uppföra passivhus är syftet med studien är undersöka varför privatpersoner inte i större utsträckning väljer att bygga passivhus.

Två vetenskapliga perspektiv genom kvantitativa och kvalitativa undersökningar har legat till grund för studien. Kvalitativ ansats har använts vid intervjuer med företag och en kvantitativ metod vid intervjuer med nybyggare. Motsättningar kan enligt intervjuerna med nybyggare, som beviljats bygglov för att uppföra villa, sammanfattas i främst fyra faktorer. De fyra faktorerna som framkommit är; ekonomi, utformning/planlösning, komplexitet/byggteknik samt kunskapsbrist. Enligt de företag som intervjuats, både företag som erbjuder passivhus respektive företag om inte erbjuder passivhus, är det kunskapsbristen bland nybyggarna den faktorn som anses ha störst betydelse för det låga antalet uppförda passivhus i Sverige idag.

Nyckelord: passivhus, attityd, husbyggnadsföretag, nybyggare.

Abstract

In pace with the growing threat of climate changes, scientists believe that energy use in society should decrease. The *Residential and service* sector stands for 40% of the total energy use in Sweden. A reduced energy use in this area can thereby save a lot of energy. A passive house characterized by a housing with a minimum heating demand, consuming less energy in comparison with a conventional building. This is achieved through a combination of human presence in interaction with other electrical equipment (which generates heat), and a thick wall built up of very good insulation. If more low-energy houses were built on the private market and become part of the conventional supply the reduced residential energy use in Sweden would be markedly. The European Union has set directions and objectives for the year 2020, which mean that all houses being built, shall be near-zero energy.

Although the percentage increases of passive house in the society there are contradictions which slow down the development of passive houses. Two perspectives of quantitative and qualitative studies have been the basis for research into this problem. A Qualitative study using interviews with companies, and quantitative interviews with first time builders. From the answers from the interviews with first time builders, which granted planning permission to establish a house, especially four factors can be reviled. These four factors are; finance, design/Layout, complexity/Construction Engineering and lack of knowledge. According to the companies interviewed (both companies offering passive and companies who don't), the lack of knowledge, seems to be the factor that has the greatest affects for the limited construction in Sweden today.

Begrepp

A-temp	Definierar den golvarea som byggnadens specifika energianvändning (värme, kyla varmvatten och fastighetsenergi) ska beräknas efter och värmas till över 10°C.
Akkumulatortank	En tank med ett medium med värmelagringskapacitet, vanligtvis vatten.
BBR	Boverkets byggregler. Senaste versionen (2013) heter BBR 19 och innehåller råd och krav om Allmänna regler om byggande, tillgänglighet, Bärförmåga, brandskydd, hygien, hälsa & miljö, bullerskydd, säkerhet vid användning och energihushållning.
Enstegstätade fasader	Byggnadsteknik som saknar luftspalt vilket i många fall har visat sig ge upphov till svåra mögelskador.
FTX	Från- och tilluftsventilation med värmeväxling.
Hushållsel	El som används för hushållsändamål, exempelvis kyl, frys, spis och tv.
Konventionell byggnad	Byggnad enligt BBR:s krav.
Nära-nollenergihus	I Sverige ej klar (2013) definition av EU:s miljömål för bostäder år 2020.
passivt solvärmehus	Huset utformas så att solvärmemottagande, värmedistribution och värmelagring sker så effektivt som möjligt. Oftast används värmelagrande material såsom sten eller betong.
Pay back tid	Återbetalningstid på investering.
Radon	Lukt och smaklös gas som kan orsaka cancer hos de som utsätts för gasen.
U-värde	Värmegenomgångskoefficient. Ett mått på en byggnads eller byggnadsdels isoleringsförmåga med enheten $W \cdot m^2 \cdot K$.
Verkningsgrad	Förhållande mellan nyttiggjord och tillförd energi.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
Abstract	4
Begrepp	5
1 Inledning.....	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Syfte	9
1.3 Frågeställning	9
1.4 Avgränsningar	9
1.5 Läsanvisningar.....	9
2 Metod	10
2.1 Intervjumetod och intervjustrukturering.....	10
2.2 Primär och sekundärinformation	11
2.3 Urval av respondenter	11
2.4 Metod för Analys.....	12
2.5 Validitet och reabilitet	13
2.6 Källkritik	13
3 Historik och tidigare forskning.....	14
4 Teoretisk referensram.....	15
4.1 Myter om passivhus.....	15
4.1.1 Kritik mot passivhus.....	16
4.2 Nödvändig teknik för passivhus	17
4.2.1 FTX-system	17
4.3 Energi och effektkrav på nya byggnader	19
4.4 Energihus-begrepp.....	19
4.5 Passivhuskrav och Certifieringar.....	20
4.6 Miljö och klimat	21
4.7 EU:s klimatmål 2020.....	22
4.8 Ekonomi	24
4.8.1 Exempel på kostnader för färdiga passivhus	25
4.9 Entreprenadform.....	25
5 Empiri.....	27

5.1 Företag inom småhusbranschen	27
5.1.1 Sammanfattning av företagsintervjuer.....	32
5.2 Intervjuer med nybyggare.....	34
5.2.1 Nybyggare bosatta i/kring Linköping.....	35
5.2.2 Nybyggare bosatta i/kring Borlänge.....	36
5.2.3 Nybyggare bosatta i kring Malmö/Lund	37
5.3 Sammanfattning av nybyggarintervjuer	38
.....	39
6 Analys.....	40
7 Diskussion	44
8 Slutsats	47
8.1 Perspektivering.....	47
9 Förslag på vidareforskning.....	48
Referenslista	49
Bilaga 1	53
Bilaga 2	54
Bilaga 3	57

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Sektorn ”bostäder och service” använder ca 40 % av all energi som används i Sverige (Energimyndigheten 2012 s.14). Den största delen, 30 %, (Sveriges byggindustrier, 2012) används för uppvärmning av bostäder och lokaler.

Det finns en bred konsensus bland forskare, politiker och allmänhet att energianvändandet är något som bör minskas. Ett av de starkaste skälen som anges är ett växande hot mot jordens klimat på grund av ansamling av koldioxid i jordens atmosfär som förbränning av fossila bränslen, som till exempel olja, medför (Energimyndigheten 2013c).

EU:s miljömål för år 2020 är att Sveriges energianvändning ska minska med 20 % jämfört med år 2008, detta gäller inom alla sektorer (Energimyndigheten 2013c). Men det finns även mer specifika mål för bostäders energianvändning. År 2020 finns som målsättning att alla nybyggda hus ska vara NäraNollEnergihus. (Energimyndigheten 2010, s. 7).

Fler energieffektiva hus skulle kunna innebära en avsevärd reduktion av energianvändningen och därmed minska påverkan på klimatet och dessutom vara i linje med EU:s klimatomål. En variant av energieffektiva hus kallas passivhus och bygger på att inget värmetillskott från uppvärmningssystem ska behövas.

Enligt senaste statistiken är prognosen att det i Sverige 2012 kommer byggas totalt 31000 nya bostäder fördelade på 21000 lägenheter och 10000 småhus (Statistiska Centralbyrån [SCB] 2012, s.50). Av dessa är 1324 stycken planerade som passivhusbostäder, både lägenheter och småhus (Svensson 2012 ss. 18-20). Detta betyder att antalet passivhusbostäder bland nybyggda bostäder är 4.3 %.

Enligt senaste statistiken framtagen av Passivhuscentrum är cirka 111 stycken fristående villor, det vill säga 3 % av det totala passivhusbeståndet. Av dessa 111 stycken är 42 stycken uppförda av privatpersoner¹, det vill säga 38 % (Svensson 2012). 42 stycken av det totala passivhusbyggandet indikerar att det är ovanligt att nybyggare står som byggherrar för passivhus.

Fler passivhus på den privata marknaden skulle vara i enlighet med EU:s klimatomål och vara ett kliv i riktning mot att minska klimatpåverkan. Eftersom privatpersoner står för så liten andel av det totala passivhusbyggande är det intressant att titta på denna grupp som byggherrar och undersöka vad det beror på att de oftast väljer att inte bygga passivhus, trots att potentialen av minskad energianvändning är så stor jämfört med konventionella hus. Om fler idag valde att bygga enligt passivhuskonceptet

¹Privatpersoner kommer härnäst benämnas nybyggare. Personer utan professionell erfarenhet som byggherrar. Ofta i beroendeställning till husmarknaden utifrån en bristande kunskap. (Andrén & Tirén 2010 s. 54)

skulle i förlängningen Sveriges energiberoende minska vilket hade varit i enlighet med EU:s klimatmål och dessutom positivt för miljön.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka varför inte nybyggare i större grad väljer att bygga passivhus, deras kännedom och attityd kring konceptet och passivhusets ställning bland företag som erbjuder småhus. Genom att genomföra en kvalitativ och kvantitativ studie undersöker vi vanliga frågor och farhågor som dyker upp när passivhus diskuteras.

1.3 Frågeställning

- Vilka faktorer påverkar byggandet av passivhus som småhus?
 - Finns det motstånd mot passivhus bland byggföretagen av kataloghus och vad kan den iså fall bero på?
 - Vilka möjligheter/farhågor märks bland nybyggare och företag kring passivhus?

1.4 Avgränsningar

Studien avgränsas till att behandla den privata marknaden, och nybyggare som ska uppföra en villa. Intervjuerna avgränsas till privata nybyggare som har fått bygglov mellan 2012-01-01 och 2013-04-01 och ska/har uppfört fristående villor i Sverige. Vidare kommer rapporten avgränsas till småhusföretag på marknaden som endast erbjuder villor och i huvudsak inriktar sig mot samma målgrupp.

1.5 Läsanvisningar

Den teoretiska delen innehåller relevanta sammanställningar av tidigare forskning. Läsaren kommer få en bred bild av problematiken och möjligheterna kring passivhus samt chans att sätta den i ett större sammanhang där bland annat EU:s klimatpolitik och klimatförändringar belyses extra.

Empiridelen innehåller intervjuer med respondenter, nybyggare och företag som erbjuder respektive inte erbjuder passivhus. I denna del får läsaren en bild av hur nybyggare och företag ser på passivhus och dess för respektive nackdelar.

Materialet analyseras och diskuteras utifrån det teoretiska ramverket och empirin. Läsaren får en fördjupad och mer nyanserad bild av passivhusets möjligheter på den svenska småhusmarknaden.

2 Metod

Det finns främst två perspektiv att utgå från när man forskar, antingen ett kvantitativt eller ett kvalitativt. Detta får betydelse för forskningens metodik och tolkning av resultaten.

Kvantitativa undersökningar syftar till att fastställa relationer mellan orsak och verkan även kallad kausalitet, där den mest karakteristiska typen är opinionsundersökningar. Förhållningssättet är deduktivt, det vill säga att ur på förhand fastställda teorier pröva hypoteser. En kvantitativ undersökning ger enkla hårda data som kan användas vid jämförelser, men det är sämre på att bygga orsakssamband utifrån de tillfrågades egna svar. Kvantitativ forskning redovisas ofta med hjälp av siffror och diagram. (Teorell & Svensson 2007, s. 10).

Den kvalitativa undersökningen sägs ”syfta till att förstå verkligheten ur människors egna perspektiv” (ibid). Fenomen och uppgifter måste betraktas utifrån de förutsättningar de verkar i, och nya insikter kan utvecklas i mötet med empirin. Empirin består av färre individer som med hjälp av djupintervjuer ofta genererar texter som medger nyanser i den svarandes svar. Fördelen är att det ger en djupare förståelse och större aktörsperspektiv, nackdelen är att det är svårare att generalisera informationen. (ibid).

Vår intervjumetod är kvalitativ när vi pratar med företagen (Urval etc. beskrivs närmare under avsnitt *Urval*), vi söker meningar utifrån företagens och dess svarandes eget perspektiv. Vi har genom ett antal djupintervjuer samlat in information som vi har analyserat och dragit slutsatser utifrån den teoretiska referensramen.

När vi har samlat in data från nybyggarna har vi gjort telefonintervjuer, med en kvantitativ utgångspunkt. Ett fyrtiotal respondenter från Borlänge, Linköping, Malmö och Lund har fått samma frågor enligt ett extensivt tillvägagångssätt som innebär undersökning av flera fall med färre undersökta variabler, lämpligast är då en systematisk och strukturerad insamlingsmetod (ibid).

2.1 Intervjumetod och intervjustrukturering

Det finns olika sätt att genomföra intervjuer. En viktig skiljelinje är graden av strukturering av frågorna. En intervju kan ske utifrån ett fast frågeschema i likhet med en skriftlig enkät där inget utrymme för omdispositioner eller utvikningar tillåts. Den kan också utformas som ostrukturerad, där har intervjun mer karaktären av en vanlig samtalsdialog. (Teorell & Svensson 2007, s. 89). Intervjuerna med husbyggarföretagen för denna rapport har genomförts som en semistrukturerad telefonintervju med ett fast frågeschema men med utrymme för intervjupersonerna att ställa följdfrågor som kanske inte är planerade. Frågorna kommer i huvudsak vara öppna och tillåta intervjupersonerna att utveckla sina tankar och komma med stickspår. Med nybyggarna är intervjuerna strukturerade i enlighet med ett kvantitativt synsätt vilket gör det enklare att sätta samman statistik och generalisera utifrån svaren.

Vidare kommer samtliga intervjuer ha kännetecken av en så kallad respondentundersökning. Det innebär att i stor utsträckning ställs samma frågor till samtliga svarspersoner inom samma intervjugrupp. Därefter handlar det om att finna mönster i svaren och analysera hur och varför de olika svaren skiljer sig åt. (Esaïasson, Gilljam, Oscarsson, Wängnerud. 2007, s.258).

Frågorna varierar i sin utformning beroende på vilken intervjugrupp vi riktar oss mot. De utgår från studiens frågeställningar och är relativt korta och enkla att tolka.

Nybyggarna har lovats anonymitet och varken kön, ålder eller inkomst har ansetts relevant för studien. Intervjumaterialet förvaras på ett säkert ställe och ingen koppling till enskilda personer och dess åsikter kan göras av obehörig person.

Sammanställningarna av företagsintervjuerna har skickats till respondenterna för godkännande och kontroll av de tolkningar vi har gjort. Detta för att undvika effekterna av intervjuareffekten beskriven under ”primär och sekundärinformation”.

2.2 Primär och sekundärinformation

Denna studie består av en teoridel som uteslutande utgörs av sekundärinformation. Lagtexter, vetenskapliga rapporter, böcker tillsammans med Internetkällor kommer vara det vanligaste källorna.

Eftersom våra frågeställningar handlar om ett ännu ej omskrivet ämne, då vårt syfte är att undersöka vilka faktorer som påverkar byggandet av passivhus under år 2012/2013, så har primärinformation inhämtas med hjälp av intervjuer där löpande anteckningar kombineras med ljudinspelning. Å ena sidan är telefonintervjuer fördelaktiga om undersökningen omfattar många personer. Svarefrekvensen är oftast högre vid telefonintervjuer jämfört med enkäter. Dessutom har man mer kontroll över svarssituationen, det går till exempel att kontrollera vem det är som svarar. Å andra sidan passar inte telefonintervjuer så bra om man har många frågor. (Esaïasson et al 2009, s. 234). Boken ”Metodpraktikan” av Esaïasson et al. (2009, s.266) menar att en intervju inte bör överstiga 10-15 minuter med tanke på den svarandes koncentration och tålamod. Det finns olika typer av oönskade effekter vid telefonintervjuer som benämns ”intervjuareffekter”. Det innebär att intervjuaren medvetet eller omedvetet påverkar den svarande så att den börjar anpassa svaren. Detta går att motverka genom kontroll och ärlighet.

2.3 Urval av respondenter

Urvalet för att besvara våra frågeställningar har bestämts till 3 olika grupper, företag som erbjuder passivhus, företag som inte erbjuder passivhus och privatpersoner som har fått bygglov under år 2012 och början av år 2013. För den kvalitativa intervjudelen har vi talat med två stycken företag som erbjuder passivhus och tre stycken som inte erbjuder passivhus. För den kvantitativa delen har vi intervjuat 40 stycken nybyggare.

För att göra frågeställningarna rättvisa är det bra om företagen som erbjuder passivhus och de som inte gör det har gemensam målgrupp och ett liknande utbud. Urval av företag har därför skett utefter hur lika i storlek de är i fråga om personal, omsättning och utbud av produkter. De företag som endast erbjuder passivhus levererar inte lika många hus som de som inte erbjuder passivhus alls, medan det som erbjuder både och, har ungefär samma försäljningstal. Gemensamt för alla företag är att de har liknande målgrupp och produkterna de erbjuder är lika i många avseenden, exempelvis arkitektur, tillverkningsmetod och konjunkturmässiga förutsättningar.

Bland nybyggarna har urvalet skett enligt principen maximal variation med avseende på geografi. Enligt Emil Svenssons rapport ”passivhusläget i Sverige 2012” är Skåne bland de län där minst antal passivhus är projekterade. Götaland är den region som har flest projekterade passivhus och Borlänge användes som representant för Norrland som har minst antal färdiga passivhus. Då har vi genom god geografisk spridning täckt in Sverige med ett jämnt antal respondenter för att representera respektive region. Uppgifter om beviljade bygglov har tillhandahållits av stadsbyggnadskontoret från respektive ort.

I fråga om respondentintervjuer är det inte individerna i sig som är intressanta, utan de tanke-kategorier som går att upptäcka. Det gäller för forskaren att finna mönster i svaren och förklara varför svaren skiljer sig åt med avseende på svaren forskaren får. Det går att ersätta ovilliga respondenter med andra personer som liknar de med avseende på urvalskriterierna. (Esaiasson et al. 2007, s.292-294) Informantintervjuer har inte varit passande för undersökningen då svarspersonerna används som vittnen eller sanningssägare som ska beskriva hur verkligheten är beskaffad. Det finns då ett rätt svar vad som faktiskt hände i en situation eller hur situationer har utvecklats sig. Vid informantundersökningar kan flera olika bilder tillsammans skapa en bild av sakernas tillstånd. (Esaiasson et al 2012, ss. 227-228).

Vidare har urvalet skett utifrån personer som har blivit tilldelade bygglov under år 2012 och början av år 2013. Detta för att de relativt nyligen har brottats med frågor kring husbyggnadsteknik och förmodligen är relativt insatta i planeringsprocessen och därmed representerar efterfrågan på ett rättvist sätt.

2.4 Metod för Analys

När vi har analyserat vårt empiriska material har vi utgått från Robert Entmans ”framing” metod (Entman 1993 s. 56). Den innebär att man använder ett teoretiskt ramverk, exempelvis *ekonomi och myter om passivhus*, för att identifiera och framhäva tankestrukturer på ett underliggande plan hos respondenter. Entman hänvisar till dessa som ”frames”, alltså ramar, att förhålla sig till eftersom ingen människa är fri från subjektivitet, exempelvis tenderar man att försvara sitt eget val. Metoden går ut på att bryta ner den övergripande frågeställningen i mindre hanterbara frågor, vilka sedan används till att analysera underliggande tankestrukturer. (Entman 1993 s. 53).

2.5 Validitet och reliabilitet

Vi har dels genomfört intervjuer med en kvantitativ ansats och då hela tiden reflekterat över materialets giltighet och sammankoppling med den teoretiska referensramen. Vi menar att frågor och resultat har stor relevans för att besvara uppsatsens frågeställningar. Informationen vi har anskaffat på detta sätt anser vi ha hög reliabilitet genom sin strukturerade utformning även om intervjuerna gjordes vid olika tidpunkter är resultatet likartat. (Theorell & Svensson 2007, s. 59).

De kvalitativa intervjuerna har gjorts med tydlighet kring vår opartiskhet angående passivhus. Inte heller har vi haft någon personlig anknytning till de svarande som kan påverka vår tolkning. Intervjuareffekten har minimerats genom den information de svarande har fått innan intervjun där vi har förklarat vår mening att med opartiska glasögon undersöka passivhusmarknaden. Vidare har de transkriberade intervjuerna sänts till respondenterna för kontroll och godkännande.

2.6 Källkritik

För sekundärinformationen har traditionell källkritik använts. Det vill säga, har informationen tydlig avsändare? hur aktuell är informationen? Kan det finnas intresse från avsändaren att presentera informationen partiskt? De flesta källor vi har använt kan anses vara opartisk då vi främst har utgått från vetenskapliga artiklar och tryckta böcker. För att balansera information som till viss del kan anses vara partisk, såsom Passivhuscentrums egna artiklar, presenteras även ett avsnitt som handlar om kritik mot passivhus.

I den empiriska delen som behandlar intervjuerna har vi varit medvetna om att personer tenderar att försvara sina val. För att stävja detta använder vi frågor som det inte ligger någon värdering i, vi klargör noga vår objektiva ståndpunkt och ställer följdfrågor vid otydlighet (Teorell J & Svensson T 2007, s.90). Vi anser att informationen vi har fått är tillförlitlig och ger en bra bild av hur marknaden för passivhus ser ut från både leverantörer och kunder. Frågorna som ställs till respektive kategori finns i bilaga 1.

3 Historik och tidigare forskning

Begreppet passivhus härstammar från en tysk byggnadsfysiker vid namn Dr Wolfgang Feist och en svensk professor vid LTH i byggnadskonstruktionslära, Bo Adamsson, som under 1970 talet hade utarbetat principer för hur en byggnad skulle kunna utformas för att vara mer energisnål, ha bättre inomhusklimat och samtidigt inte vara mycket dyrare än en konventionell byggnad. (Andrén & Tirén 2010, s. 10).

Försök till att bygga energieffektivt i Sverige inleddes under 1970 talet. År 1978 påbörjades planeringen av ett passivt solvärmehus i Färgelanda. Inspirationen kom från USA, Frankrike och Kanada. Huset byggdes med, för den tiden, välisolerade väggar, grund och tak. Detta gav en energianvändning mellan 15-30 kWh/m² för uppvärmning. (Andrén & Tirén 2010, s. 25). Ett annat projekt genomfördes i Uppsala där läkaren Mats Wolgast år 1981 gjorde ett försök till ett energieffektivt hus, byggnaden använde ungefär 30 kWh/m² och år för värme och tappvarmvatten (Andrén & Tirén 2010, s. 26).

Ett ytterligare exempel på tidigt försök till energieffektivt boende var det så kallade Tuggeliteprojektet som uppfördes år 1984. Det byggde på erfarenheter förskaffade från huset i Färgelanda. Man ville även undersöka och utvärdera betydelsen av att använda en tung stomme som energisparande åtgärd för energihushållning. En tung stomme innebär att materialet har en större värmelagringskapacitet jämfört med en lätt stomme. I praktiken betyder det att en tung stomme innanför isolerskiktet kan lagra övervärme under dagar med hög temperatur och släppa ifrån sig energi under kallare tider, vilket jämnar ut temperaturskillnader under året och dygnet (Löfsjögård 2012). Byggforskningsrådet konstaterade år 1989 att betydelsen av stomme inte hade särskild stor vikt, den möjliga besparingen landade på blygsamma 300 kWh/år (Andrén & Tirén 2010, ss. 25-26), beroende på att isolerskiktet i ett passivhus är så mycket effektivare och att en soluppvärmd stomme på utsidan av isoleringen inte tillåter värmen att passera in och påverka innetemperaturen.

År 1996 grundade Wolfgang Feist *Passivhaus Institut*[PHI] i Darmstadt som har som mål att vidareutveckla och sprida konceptet. Institutet har utformat internationella kravspecifikationer som ska gälla för att ett hus skulle få kallas passivhus.

Det första byggnationen i Sverige som tog inspiration från Tysklands passivhusinstitut stod klart 2001 i Lindås utanför Göteborg. Det består av fyra huskroppar med 20 stycken bostäder i två plan. Klimatskalen är välisolerade och lufttäta vilket ger dem förutsättningar att vara väldigt energieffektiva. Efter att husen i Lindås stod klart ökade intresset från marknaden och året efter fanns det 70 stycken registrerade passivhus. (Andrén & Tirén 2010,ss. 26-27).

Forum för energieffektivt byggande (FEBY) är en satsning finansierad av Energimyndigheten och Västra Götalandsregionen. De har liksom PHI satt samman en kravspecifikation som måste uppfyllas

för att ett hus skall få kallas passivhus. Denna kravspecifikation är anpassad för svenska förhållanden och är inte densamma som den internationella kravspecifikationen utvecklad av *Passivhaus Institut* [PHI] i Tyskland. (FEBY12 2012 s. 2).

4 Teoretisk referensram

I teoridelen behandlas relevant information som ligger till grund för att besvara frågeställningarna. Urvalet av kapitel har delvis gjorts efter att intervjuerna genomförts och behandlar de relevanta delar som framkommer i empirin.

4.1 Myter om passivhus

I och med passivhusens utveckling på marknaden har diverse myter och skrönor uppstått kring husens tekniska uppbyggnad och utformning. Tvivel huruvida det täta klimatskalet ger upphov till mögelpåväxt är en av dessa myter. Mögelpåväxt kan uppstå om varm luft tränger in i konstruktionen inifrån. Den kallare luften i väggen kan inte innehålla samma mängd vattenånga som varmluft vilket leder till vattenutfällning genom kondensering, vilket kan leda till mögelskador (SP Sveriges tekniska forskningsinstitut 2012). Passivhusen konstrueras med fokus på att hålla konstruktionen tät genom krav på högsta luftläckage. Genom ett effektivt ventilationssystem sker ett tillfredsställande luftombyte vilket hämmar fuktig luft att bli kvar i huset. Genom en kombination av ventilationssystem och tät byggnad reduceras risken för att problem med mögel skall uppstå. (Passivhuscentrum 2012b).

Att bo i ett passivhus innebär sällan några förändrade levnadsvanor gentemot vanligt, konventionellt boende vilket myten påstår. Energianvändning står i direkt relation till levnadsvanor och attityder hos användaren av byggnaden. Med god översikt över vattenförbrukning, elanvändning och kontinuerliga kontroller av ventilationssystem, filterrensning med mera, kan man åstadkomma en sparsam energianvändning (Andrén & Tirén 2010, s.36). Passivhuscentrum bemöter vidare myter om att det skulle vara komplicerat att bo i ett passivhus, med att huset byggs upp med hänsyn till enkla fysiska resonemang som är lättförståliga. (Passivhuscentrum 2012b).

Det finns även andra myter och resonemang gällande fönsterplacering. Myten handlar om de arkitektoniska begränsningarna gällande stora fönster placerade mot söder och mindre mot norr. Ur energisynpunkt har det påvisats att placeringen inte spelar någon större roll. Däremot bör man vara väl medveten om att stora fönster genererar stort ljusinsläpp, något som kan tänkas få både positiva och negativa konsekvenser. Negativt i det avseendet att oönskad uppvärmning sommartid kan uppstå. Detta kan dock motarbetas genom diverse installationer, exempelvis markiser som avskärmar fönstren effektivt, alternativt avkylningssystem. Generellt ligger fokus på att fönstren med god kvalitet ska användas, det vill säga fönster med bra lambda-värde (λ) (ett värde på hur bra ett material isolerar) på glas, karm och båge. På bra isolerade fönster kan det ibland uppstå kondens på det yttre glaset, som vetter mot utsidan. Det är en naturlig process, vilket beror på nattutstrålning, varvid den varmare

lufttemperaturen möter den kallare fönsterytan och utfällning av vatten sker genom kondensering (Passivhuscentrum 2012b). Det finns vissa konkreta restriktioner kring vad som är möjligt att utföra rent arkitektoniskt ur fönsterssynpunkt. Man måste visa hänsyn till fönsterplaceringen och fönsteryornas storlek med tanke på solinstrålning. Det är sällan fönsterrutan i sig som utgör den största köldbryggan. Köldbryggorna återfinns istället i konstruktionen (karm och båge) kring fönsterrutan (Andrén & Tirén 2010, s. 57). Man brukar tala om att fönsterarean bör motsvara ungefär 15 % av golvarean (Passivhuscentrum 2012b). Myter kring hur fönstrets öppningsbarhet reglerar dess generella egenskaper gällande energieffektivitet, existerar. En begränsning kring mängden öppningsbara fönster på ett passivhus finns inte, antal öppningsbara fönster kan vara lika stort som hos konventionella hus (Andrén & Tirén 2010, s. 73).

Modern utformning med öppna ytor och luftighet är särdeles lämpligt för passivhus. I boken *Passive Houses* av Chris van Uffelen (2012) visas stor variation på utformning. Det går att bygga passivhus med samma planlösningar och med lika stor variation som vilket hus som helst. Exempelvis är passivhuset *Villa Björken* från Fiskarhedenvillan ett tvåplanshus där det undre planet har många öppna ytor medan det övre består flera mindre rum. (Fiskarhedenvillan, 2012).

En annan myt handlar om att passivhus skulle vara ekonomiskt oförsvårbart. Passivhus innebär en större investeringskostnad på några procent. Enligt Passivhuscentrum kan man genom en mindre energibehov till uppvärmningen, tjäna tillbaka den extra summan man lagt ut. Se avsnitt 4.8 *ekonomi*.

En annan felaktig föreställning handlar om att byggnaden alltid är kall inomhus på vintern. Den el som behöver tillföras för att tillgodose ett tillfredställande inneklimat ska, enligt passivhusteorin, begränsas till de installationer som återfinns i huset. Tanken är att den alstrade värmeenergin inomhus ska vara fullt tillräcklig. I vissa fall kan dock ett värmebatteri installeras i kombination med husets ventilationssystem som aktivt kan värma tilluften. Några begränsningar till andra uppvärmningssystem, så som fjärrvärme eller dylikt, finns således inte. Det är snarare en bedömningsfråga huruvida det finns ett behov av systemet och om det är ekonomiskt försvarbart. Genom diverse installationer och mänsklig närvaro kan ungefär 4 W/m² räknas in som gratisvärme. (Andrén L, Tirén L 2010, s. 30).

4.1.1 Kritik mot passivhus

Den finns vissa kritiska röster till passivhus vilket behandlar myternas sanningshalt, dess validitet och ifrågasätter den tekniska uppbyggnaden.

Christer Harrysson, professor på Örebro Universitet, menar bland annat, i en debattartikel från *Bygg & Teknik* från 2012, att passivhusen inte alls har de påstådda fördelar som kommuniceras. De ekonomiska fördelarna är enligt honom försumbara, riskerna för inomhusmiljöproblem och byggsador stora. Han anser också, att husen är dyra att uppföra samt att driftvinsterna är obetydliga i jämförelse

med ett lågenergihus (se avsnitt 4.4 *Energihus-begrepp*) med frånluftsvärmepump. Harrysson menar att passivhus innebär risker på flera punkter. Bland annat att inneklimatet blir lidande av stora glasytor i kombination med ventilationssystem med anknutet uppvärmningssystem. Förorenade ventilationskanaler kan ge upphov till hälsoproblem för de boende. Ytterligare att, mer isolering i kombination med övertryck på grund av ventilationssystem av typen FT kan ge upphov till mögelskador samt att utförandebrister gör klimatskalet otätt vilket kan få fuktrelaterade konsekvenser.

Dessa tekniska missöden, fortsätter Harrysson, har sin grund ibland annat bristande kompetens vid de dåligt genomförda undersökningarna. Kompetens saknas bland, hos såväl, projektörer som byggare och brukare. Byggarnas förmåga att leva upp till rådande kvalitetskrav är något som man, enligt Harrysson, ställer sig skeptiskt till i branschen samt att det råder ett allmänt ointresse av att kritiskt granska uppförda byggnader och att det således behövs fler uppföljningar som exempelvis tar hänsyn till boendevanornas inverkan.

Harrysson påstår att den totala energianvändningen, under hela husets livslängd, mellan en vägg på 290 jämfört med en med 490 mm isolering ger en minimal procentuell vinst (mindre än 2 %). Denna procentuella vinst väger inte upp till de ökade riskerna för inomhusmiljöproblem och tillverkningskostnader som Harrysson menar att passivhus innebär. (Bygg & Teknik 2012, ss. 24-26).

4.2 Nödvändig teknik för passivhus

Passivhusen byggs inte upp av komplicerad oprövad teknik vilket kritiker hävdar. Husen tillämpar äldre, konventionell teknik med effektiva kompletteringar så som effektiva ventilationssystem och fönster. (Andrén & Tirén 2010, s. 70). Denna del behandlar tekniska installationer för att passivhus ska fungera.

4.2.1 FTX-system

En väsentlig detalj för att passivhuset skall fungera korrekt är behovet av ett effektivt ventilationssystem på grund av byggnadens täthet. Detta ventilationssystem spelar en avgörande roll för inomhusklimatet i flera avseenden. På vinterhalvåret då temperaturen ute är låg har den en viktig funktion då utgående luft värmer inkommande luft betydligt. På Intressegruppen Passivhus Sveriges hemsida, artikel *Fördelar med passivhus*, ges ett exempel där nollgradig uteluft värms upp till 16 grader Celsius i värmeväxlaren (Intressegruppen Passivhus Sverige 2011). Ventilationen har därmed en obestridlig viktig roll gällande både luftomsättning och uppvärmning. Den goda luftomsättningen kan dessutom vädra ut eventuellt radon.

Genom ett effektivt FTX-system (Från-/Tilluftsystem med värmeväxlare) kan mycket av den redan uppvärmda inomhusluften värma den tillkommande tilluften. FTX-systemet möter därmed kraven på ventilationen som passivhus ställer. I vissa fall kan systemens originalutformning kompletteras med ytterligare värmebatteri (Exempelvis en mindre värmepump, eller jordvärmepump) om

otillfredsställande temperatur råder. I passivhus enligt PHI återvinns minst 75 % av frånluftens värme genom FTX-systemet (Intressegruppen Passivhus Sverige 2011). Det finns flera fördelar med FTX-systemet. Bland annat kan systemen styras både automatiskt och manuellt vilket ger användarna egenkontroll att reglera luftflödet, vilket kan spara energi. (Energimyndigheten 2011a).

FTX-systemet är uppdelat i två system, ett frånlufts- och ett tilluftssystem, där båda drivs av separata fläktar som ser till att luftomsättningen tillgodoses. Tilluften inhämtas från ett don placerat på tillfredsställande plats på husets utsida där luften är som renaste, exempelvis på taket. Utomhusluften renas i systemets inledande delar och mynnar ut i tilluftsdon placerade i sovrum och vardagsrum. Den uppvärmda inneluften tas sedan åter upp genom frånluftsdon placerade i kök och på toalett och går under sin transport tillbaka genom en värmeväxlare (exempelvis plattvärmeväxlare; frånluftens värme värmer metallplåtar som värmer tilluften, och roterande värmeväxlare; frånluftens värme värmer upp en rotor som i sin tur värmer tilluften). (Dahlblom M, Warfiinge C 2010, ss. 2:54–2:56). Värmeväxlare värmer med hög verkningsgrad den inkommande uteluften innan denna slutligen lämnar byggnaden som avluft. (Energimyndigheten 2011b).

Med FTX-systemet kan ett komfortabelt inomhusklimat uppnås genom ett kontrollerat luftombyte. Enligt Energimyndigheten kan buller och annat oljud upplevas störande från FTX-systemens fläktar, aggregat och ventilationsdon (Energimyndigheten 2011a). För att upprätthålla det goda inneklimatet måste filtren kontrolleras och rengöras. Man bör rengöra systemets fläktar minst två gånger per år beroende på var man bor och vilket system som används. Rengöringen av fläktsystemet är enligt Passivhuscentrum en relativt enkel process som endast innebär att ta bort och skruva dit ett fåtal skruvar (Passivhuscentrum 2012b). Rengöring av ventilationskanalerna bör också genomföras med jämna mellanrum. Dålig rengöring kan ge upphov till dålig luftkvalité (vilket kan vara allergiframkallande) och försämrade effektivitet och rengöring bör därför utföras var femte år (Boverket 2013). Enligt Plan- och bygglagen (2010:900), PBL, skall ventilationssystemet hållas i sådant skick att dess funktion bibehålls. Detta innebär att kontroll och skötsel av det egna systemet bör genomföras för att systemet skall fungera tillfredsställande (Boverket 2012, s. 13).

4.3 Energi och effektkrav på nya byggnader

Avsnitt 4.3 till 4.5, behandlar de olika energi och effektkrav som ställs på olika byggnader beroende på vilken märkning de avser att uppnå. Det är relevant för studiens vidare delar då det förklarar och visar på vilket sätt den internationella passivhusdefinitionen skiljer sig från den svenska, hur de varierar, och hur den svenska i sin tur skiljer sig från BBR:s krav.

Enligt Boverkets byggregler (BBR 2012 s. 261), BBR härfter benämnt, finns det generellt två typer av krav vid nybyggnationer. De allmänna kraven som bland annat säger att en byggnads ska formges så dess energianvändning begränsas och de specifika kraven som anger hur stor energianvändningen får vara. Denna rapport kommer främst behandla de specifika kraven då dessa går att jämföra med kraven för passivhus.

BBR har delat in Sverige i tre olika klimatzoner som följer länsgränserna. Eftersom klimatet varierar så mycket skulle enhetliga regler göra det svårt att bygga enligt reglerna i norra Sverige, alternativt för enkelt i södra Sverige. Klimatzon I ligger norrut och innefattar Norrbottens, Västerbottens och Jämtlands län. Klimatzon II innefattar mellersta Sverige och innehåller Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län. Den sista klimatzonen III ligger längst söderut och innefattar Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsalas, Skånes, Hallands, Blekinge och Kronobergs län. (BBR 2012 s.265)

BBR har olika högsta energikrav beroende på vilken uppvärmningskälla som används. För direktverkande el med hjälp av radiatorer så ställs högre krav på byggnadsdelarnas U-värden än för andra sätt att värma bostaden, till exempel fjärrvärme eller värmepump. För exempelvis klimatzon II är den i dagsläget (2013) högsta energianvändning som tillåts: Direktverkande el: 75 kWh/Atemp m^2 och år. Annat uppvärmningssätt än el: 110 kWh/Atemp m^2 och år. (Boverket 2012 s. 266)

BBR är i övrigt teknikneutrala och anger inga särskilda krav på lufttäthet eller minsta U-värde. Undantag finns, det handlar då främst om specialbyggnader som innehåller både bostäder och kontor, där U-medelvärde redovisas för sig och energianvändningen viktas. (Boverket 2012, s. 267).

4.4 Energihus-begrepp

Följande stycke är om ingen annat anges baserat på *Passivhus: en handbok om energieffektivt byggande* (2010) av Andrén L & Tirén L.

Lågenergihus - Är ett samlingsnamn för byggnader som använder mindre energi än vad byggnormen kräver. Namnet används ofta i marknadsföringssyfte men har i praktiken ingen certifiering och är inte särskilt mycket svårare att uppnå än BBR:s energikrav. Fördelen är främst att fokus ligger på energianvändning där en potentiell köpare får en, förhoppningsvis, uppriktigt bild av byggnadens energikostnader och energianvändning. Nackdelen är att det inte finns specificerade kriterier att uppnå vilket skapar osäkerhet för just hur bra varje specifik byggnad är.

Minienergihus – Är en definition som *Forum för energieffektivt byggande* [FEBY] har tagit fram som tar hänsyn till vilket energislag huset använder. Detta betyder att husets främsta energikälla viktas och utifrån beräkningar tas högsta tillåtna energianvändning fram. Fördelen är att energi från icke förnyelsebara källor innebär hårdare krav på byggnadens energiprestanda vilket minskar energianvändningen. Nackdelen är att detta gör byggnaden mindre anpassningsbar för ändrade uppvärmningsätt då en annan värmekälla än den från början projekterade kan göra att byggnadens förlorar sin märkning.

Nollenergihus – Innebär en byggnad som levererar lika mycket energi som den förbrukar utslaget över årsbasis enligt viktningfaktorer beroende på energikälla. I praktiken innebär det att byggnaden tillför elenergi på elnätet från solceller på sommaren då solens strålar skiner som starkast. Motsvarande mängd får köpas tillbaka under den mörka årstiden. Fördelen är att nettoenergianvändningen är noll och därmed är byggnaden billig i drift och miljövänlig. Nackdelen är att byggnaden producerar mest energi när marknaden behöver den som minst vilket gör att kostnaden för den köpta energin är högre än vad betalningen för den sålda är. Viktningsförhållandet mellan köpt och såld energi är noll, men kostnaden för brukaren blir i praktiken inte så.

Plusenergihus - Ska uppnå kraven för passivhus och utöver det även alstra mer energi än vad de gör av med. Detta uppnås med användning av solceller och solfångare. Solcellerna producerar el som säljs till elnätet enligt samma princip som nollenergihuset, solfångarna kombineras ofta med en ackumulatortank som värmer varmvatten till hushållet. Detta kan ses som ett extremt progressivt bygge som visar vägen för hur framtida elproduktion kan decentraliseras. Utöver de nackdelarna som nämns under nollenergihus är kostnaderna för solceller och solfångare höga. Elmarknaden är inte anpassad för småskalig produktion vilket i praktiken gör det svårt att få betalt för levererad elström.

(Andrén & Tirén 2010 ss.18-20)

Eftersom uppsatsen behandlar passivhus kommer endast passivhuskraven beskrivas utförligare.

4.5 Passivhuskrav och Certifieringar

Det finns idag (2013) två olika definitioner av passivhus. Dels de internationella passivhuskraven framtagna av PHI och dels krav framtagna av Forum för energieffektivt byggande [FEBY]. Eftersom begreppet passivhus inte är skyddat kan det leda till viss begreppsförvirring när kraven ser olika ut. I bilaga 3 finns en jämförelsetabell mellan några krav som skiljer PHI:s definition från FEBY:s.

År 2009 gjorde FEBY en jämförelse mellan sina dåvarande krav och PHI:s krav. Rapporten klagade på de beräkningsmässiga svårigheter som föreligger. Bland annat spelar husets geometri, olika uteluftstemperaturer och användandet av olika enheter in. De utförde ett experiment genom att i tanken uppföra ett hus i Västerås, ett enligt FEBY och ett enligt de internationella kraven. Slutsatsen blev att

FEBY 2009 tillåter cirka 20 % högre effektförluster och har 10-20 % mildare energikrav jämfört med PHI:s definition. (FEBY 2009b s. 7).

Flera ändringar har gjorts i FEBY 2012 jämfört med 2009.

- Dimensionerande vinterutetemperatur [DVUT] har harmoniserats med BBR. Tidigare användes Dimensionerande utetemperatur [DUT] i FEBY. Skillnaden ligger främst att DVUT inte avser den lägsta temperatur som kan inträffa under ett dygn utan lägsta medeltemperatur under ett dygn. Utöver var i landet byggnaden ligger spelar dess tidskonstant roll. Den bestäms utifrån byggnadens värmetröghet. (Warfvinge & Dahlblom 2010 s. 4:4).
- År 2012 ersatte FEBY värmeeffektbehov med värmeförlusttal. Värmeförlusttalet uttrycker byggnadens värmeförlust vid dimensionerade utetemperatur för transmission, ventilation och läckage. Värdet har ändrats med hänsyn till ändrad innetemperatur och ändrad definition för dimensionerad utetemperatur för att harmonisera beräkningarna med BBR.
- Högsta tillåtna U-värde på fönster och dörrar har skärpts och är nu samma som PHI:s krav.

(FEBY 2012 s. 12)

I övrigt har en allmän harmonisering med BBR gjorts med avseende beräkningsfrågor.

Dessa ändringar har främst gjorts för att harmonisera med BBR för att det ska vara enklare att jämföra dem emellan (FEBY 2009b s.6). Dock är FEBY 2012 beräkningsmässigt inte enklare att jämföra med de internationella kraven jämfört med FEBY 2009 vilket ytterligare förstärker skillnaden mellan de både passivhusintressenterna.

För att få kallas passivhus i Sverige behöver FEBY:s definition uppnås. De sammanställningar som finns angående antal passivhus i Sverige utgår från denna definition. Därför väljer vi att i rapporten utfå från och hänvisa till FEBY:s krav om inget annat anges.

Enligt FEBY delas passivhus upp i två kategorier. Dels *projekterad för passivhus enligt FEBY*, som innebär att huset på projekteringsstadiet enligt en standardiserat beräkningsprogram når upp till kravspecifikationen. Dels *verifierat passivhus enligt FEBY*, där husets egenskaper mäts upp och testas. I dagsläget saknas dock ett regelverk kring hur verifieringen skall utföras, men FEBY har nyligen satt samman en rapport som beskriver hur mätningarna kan utföras, och för att ett byggföretag ska få använda de två kategorierna i marknadsföringssyfte ska en referens till rapport *Mätning och verifiering* finnas med. (FEBY12 2012 s. 3).

4.6 Miljö och klimat

Avsnittet 4.6- 4.7, behandlar hur klimatförändringar tvingar fram EU-direktiv som påverkar hur framtida byggnationer ska utformas för att vara mer energieffektiva. Det är relevant att förstå hur och

varför myndigheter och statliga verk arbetar för att införliva nya krav med avseende på energi samt hur passivhus som koncept överstämmer med EU:s energimål.

Följande stycke är om ingen annat anges baserat på *Klimatet - en ödesfråga?* Av Andersson, A & Fridén, A (2008).

Klimatförändringar framstår alltmer som vår tids stora globala ödesfråga. Under de senaste 100 åren har jordens medeltemperatur ökat 0.74 grader Celsius. Detta är en snabb ökning mätt i klimatsammanhang. Vissa forskare hävdar att detta är en naturlig ökning till följd av hög solaktivitet i början av 1900 talet, men de allra flesta klimatforskare är överens om att mänsklig påverkan i form av utsläpp av växthusgaser har varit avgörande. Växthuseffekten kan liknas vid den princip enligt ett växthus fungerar, värmestrålning tillåts stråla in, och absorberas där av materia, utom en del som reflekteras tillbaka ut igen. Växthusgaser fungerar som en spegel som inte tillåter den reflekterande värmestrålningen att försvinna ut i rymden igen. Den enskilt största halten av växthusgaser står koldioxid för, som bildas vid förbränningen av exempelvis kol och olja. Koldioxidhalten har sedan år 1959 ökat från ca 320 ppm till nuvarande ca 380 ppm. Konsekvenserna är många. Exempelvis ger en ökad havstemperatur högre havsytta beroende på att varmare vatten tar större plats än när det är kallt. Sedan början av 1900 talet har havsnivån stigit med 1-2 mm per år från att tidigare inte ha förändrats på tusentals år och sedan år 1960 har havsytan totalt stigit 8 cm. Vidare gör ett varmare klimat att permanenta istäcken smälter som minskar isens solreflekterande förmåga vilket resulterar i att temperaturen och vattennivån höjs ytterligare. (Andersson A, Fridén A 2008, ss. 10-13).

Sveriges energiframställning idag (2013) står främst på två ben, vattenkraft och kärnkraft. Båda dessa energikällor klassas som energineutrala av EU och bidrar därmed inte till den globala uppvärmningen. Endast 2 % av Sveriges elproduktion kommer från fossila bränslen. För Europa som helhet ser bilden annorlunda ut. Av Europas energiproduktion kommer 9 % från stenkol, 11 % från brunkol, 12 % från olja, 19 % gas, 28 % från kärnkraft och endast 20 % från förnyelsebara källor såsom vind-, vatten- eller kärnkraft. (Eurostat 2012, s.38-39).

El går inte att lagra. I samma stund som den tillverkas måste den användas. För att undvika elavbrott i stunder av höga uttag är därför länder sammankopplade och köper av varandra vid underskott och säljer vid överskott. Denna internationella elmarknad leder till att länder som tillverkar hög andel förnyelsebar el i själva verket kan använda el från fossila bränslen tillverkat av andra länder under vissa perioder. Därför gäller EU:s klimatmål alla EU-länder och inte bara de som tillverkar el från fossila bränslen. (Energiläget 2012, s.48).

4.7 EU:s klimatmål 2020

EU har satt upp mål för hur byggnaders energiprestanda ska utvecklas fram till 2020, kallat EPBD2. I huvudsak innebär det att alla EU:s medlemsstater förbinder sig till att alla nya byggnader senaste den

31:a december år 2020 är noll eller NäraNollEnergibygnader [NNE]. (Energimyndigheten, rapport ER 2010:39). Alla medlemsstater ska själva utarbeta strategier för hur detta mål ska uppnås och i Sverige har bland annat Energimyndigheten och Boverket fått i uppdrag från regeringen att utveckla krav för nya byggnader och renoveringar.

De generella energikraven för en NNE-byggnad bör enligt Energimyndigheten (rapport ER 2010:39) i prioriteringsordning vara:

1. Mycket energieffektivt klimatskal.
2. Mycket energieffektiva installationer.
3. En stor andel av den energi som behövs ska vara förnybar.

År 2015 har satts upp som kontrollpunkt för att stämma av hur Sverige ligger till i sin måluppfyllnad. Energimyndigheten har tagit fram förslag på hur effektbehovet bör se ut vid den tidpunkten för att målen ska vara möjligt att nå inom den utsatta tiden.

Tabellen redovisar endast bostäder.

Tabell 1. Energimyndighetens förslag på BBR 2015 (Energimyndigheten 2010, ss. 6-8).

Klimatzon	Icke elvärmda kWh/m ² Atemp år			Elvärmda kWh/m ² Atemp år		
	I	II	III	I	II	III
Bostäder	75	65	55	50	40	30

Jämfört med FEBY 2012 och dess krav för passivhus:

Tabell 2. FEBY:s kravspecifikation 2012 (FEBY12 2012, s. 5)

Klimatzon	Icke elvärmda kWh/m ² Atemp år			Elvärmda kWh/m ² Atemp år		
	I	II	III	I	II	III
Bostäder	58	54	50	29	27	25

Enligt tabellerna som ställts upp här närmar sig Energimyndigheten, genom deras förslag på BBR 2015, de redan existerande kraven enligt FEBY 12.

Om Energimyndighetens förslag blir gällande måste dagens BBR krav skärpas betydligt på en kort tidsperiod jämfört med hur skärpningen har sett ut historiskt (se tabell 3). Hur en sådan skärpning av regelverk skulle tas emot och hanteras av byggbranschen är oklart.

Tabell 3. Tabellen redovisar en i nummerföljd historisk sammanfattning av BBR:s energikrav

BBR	Klimatzon norr kWh/m ² Atemp år	Klimatzon söder kWh/m ² Atemp år	
BBR 13 ²	130	110	
BBR 15 ³	130	110	
	Klimatzon I	Klimatzon II	Klimatzon III
BBR 18 ⁴	150 /95*	130/75 *	110/55 *
BBR 19 ⁵	130/95 *	110/75 *	90/55 *

* Annan uppvärmningssätt än el/Eluppvärmt

Från tabell 3 kan man utläsa att skärpningen från 2006 (BBR 13) till 2012 (BBR 19) har varit ytterst marginell, och inte alls i paritet för den ökning som skulle krävas för att uppnå energimyndighetens förslag enligt tabell 1.

4.8 Ekonomi

Avsnittet behandlar hur den ekonomiska aspekten på passivhus skiljer sig från konventionella byggnader, vilka kostnader som tillkommer och på vad.

”Kostnader som tillkommer eller försvinner som följd av beslut är särkostnader” (Andersson G 2001, s. 59).

Särkostnader som tillkommer passivhus utöver entreprenadformen (avsnitt 4.9 *entreprenadform*) är den extra isoleringen, bättre fönster och eventuellt ett mer avancerat ventilationssystem. På Passivhuscentrum anger man att isoleringen kostar 15 -20 000 kronor mer, fönstren cirka 30 % mer och FTX-system ca 10 000kronor mer än ett konventionellt hus. Den totala särkostnaden hamnar normalt på 0-8 % beroende på materialval. (Passivhuscentrum 2012b).

Detta ska ställas då mot en lägre driftskostnad för användaren. Det finns inga generella regler utan varje hus är unikt på sitt sätt. Vid en jämförelse mellan ett BBR-hus i klimatzon III med högsta tillåtna energianvändning på 90 kWh/m²Atemp och ett passivhus som tillåter max 50 kWh/m²Atemp finns det ett spelrum på 40 kWh/m²Atemp. Vad dessa 40 kWh/m²Atemp är värda beror på energipris och räntekostnad. Problemet för beräkningen är att ingen av dessa kostnader är konstanta. Om ett hus står i 50 år behöver kalkylen innehålla energiprisförändringar under denna tidsperiod och räntekostnader på

² Regelsamling för byggande (d) 2006, s.174

³ Regelsamling för byggande (c) 2008, s.200

⁴ Regelsamling för byggande(b) 2011, s.99

⁵ Regelsamling för byggande (a) 2012, s.266

den tid räntekostnaden beräknas vara. Bedömningen av vad som är ekonomiskt lönsamt måste alltså göras på otillräckliga grunder. Att energipriserna kommer gå ner är med dagens (2013) faktaunderlag inget som verkar troligt. Det går dock inte att veta. Hur räntorna förändras beror på politiska, nationalekonomiska och även till viss del privatekonomiska faktorer.

En annan aspekt är andrahandsvärdet. Vid beräkning att sälja inom en tioårsperiod kanske huset inte hunnit betala tillbaka sin egen investeringskostnad, men värdet på ett passivhus jämfört med ett konventionellt hus kan påverkas av just räntenivåer och energipriser, Kanske kan byggherren räkna hem initialkostnaden.

4.8.1 Exempel på kostnader för färdiga passivhus

Det finns få exempel där man gjort exakta jämförelser mellan passivhus och konventionella byggnader. I boken *Passivhus – en handbok till energieffektiv byggande* (2010, s. 39) skriver Lars Andrén och Lars Tirén om ett projekt utfört i Fjärås utanför Kungsbacka där EKSTA bostad AB byggde två identiska förskolor. De båda byggnaderna hade samma arkitekturritningar, projektörer och entreprenörer. Skillnaden är att den ena byggdes med konventionell byggt teknik och det andra enligt FEBY:s passivhuskrav. Kostnaden för den traditionella förskolan blev 14 380 kr/m² och lokalarea och för byggnaden med passivhuskrav 15 326 kr/m² lokalarea. Skillnaden är 946 kr/m² eller 6.5 % Vilket är i linje med Passivhuscentrums uppgifter.

Ett annat exempel är Villa Åkarp som byggdes som ett plusenergihus. Det arkitekturades av den Schweiziska arkitekten Werner Strolz och uppfördes år 2007. Det klarar kriterierna för passivhus men har även utrustats med solceller och solfångare för att generera ström och värme (Gross H 2010, s.35). Kostnaden för detta projekt blev enligt uppföraren⁶ cirka 4 miljoner kronor, tomt och lagfart borträknat. Projekteringskostnaden blev 300 000 kronor, Entreprenaden kostade 3080 000 kronor och resten av kostnaden gick till solanläggningen. Ägaren räknar i sin egen kalkyl med att få igen investeringen inom en 20 års period.

4.9 Entreprenadform

Uppförandet av passivhus kräver noggrannhet och kunskap hos både de projektörer och entreprenörer som bygger huset.

I passivhusprojekt är det viktigt att alla inblandade parter är med från början och är väl insatta i vad som ska uppnås och hur man ska nå dit. Meningen med hög delaktighet är att alla discipliner från arkitekter till hantverkare ska kunna vara med att påverka den slutliga produkten. Beställaren måste ha en hög beställarkompetens och vara tydlig med målsättning och kravspecifikation. Ett systematiskt arbetssätt integrerat från början med alla inblandade parter underlättar byggprocessen så att kommunikationsproblem och missförstånd kan undvikas så långt som det är möjligt. (Andrén & Tirén

⁶ Ägare till Villa Åkarp, enligt e-mail den 20 april 2013.

2010, ss. 55-56). Förhandlingsentreprenad eller partnering är den entreprenadform som passar bäst in på en sådan beskrivning. I stora drag innebär det ett strukturerat sätt att skapa samarbete mellan olika aktörer. Ett stort förtroende för alla aktörer, tydlighet gällande kostnader och ett långsiktig tänkande som sätter projektet före kortsiktiga ekonomiska intressen är karakteristiskt. Möjligheten att byta entreprenörer minskar då målet är att ta tillvara på erfarenheter från de anlidade under hela projektets gång, och därmed minskar även möjligheten att konkurransutsätta enskilda entreprenörer. Därför måste all bokföring vara öppen, ersättningsformen är vanligast löpande räkning med kostnadstak och incitament. (Söderberg J 2010,ss. 44-48).

Denna entreprenadform kan riskera att bli dyrare än de traditionella konkurransutsatta formerna. Som byggherre bör man vara medveten om att en ofullständig kravlista kan komma att höja priset liksom att en noggrann projektering kan göra entreprenaden billigare än beräknat.

5 Empiri

5.1 Företag inom småhusbranschen

För att skapa en bild av hur småhusbranschen ser på passivhus har två kategorier intervjuats. I kategori 1 som innehåller företag som *inte erbjuder* passivhus har 3 stycken företag intervjuats, A-hus, Trivselhus och Götenehus. I kategori 2 som innehåller företag som *erbjuder* passivhus har 2 stycken intervjuats, Fiskarhedenvillan och Ziphouse. Frågorna har varit densamma till alla företag i respektive kategori och går att läsa i bilaga 1.

Tabell 4 Tabellen åskådliggör de intervjuade företagens omsättning och sortiment. Notera att Ziphouse omsättning är lägre än övriga, men de har liknande affärsidé och målgrupp.

Företag	Antal hustyper i sortiment	Omsättning (2011)
A-hus	48	345 miljoner*
Trivselhus	214	500 miljoner*
Götenehus	78	635 miljoner*
Fiskarhedenvillan	61	372 miljoner*
Ziphouse	14	5 miljoner*

*Källa: allabolag.se

A-hus

Företagspresentation

A-hus har tillverkat hus sedan år 1947. Från att tidigare har varit ett litet familjeföretag, har det idag växt till att innefatta 120 stycken anställda plus säljare positionerade runtom i landet. A-hus har en fabrik som sammanställer byggnadsdelar innan de monteras på plats. Deras råmateriel kommer direkt från skogsbruk som ägs av Deromegruppen, som erbjuder bland annat trävaror, biobränslen och hela hus, där A-hus ingår. A-hus bygger alltid i trä och är certifierade av Trä och möbelföretagen [TMF] som är bransch- och arbetsgivarorganisation för den träförädlade industrin. Deras mest energieffektiva väggsystem är 320 mm tjockt och har ett U-värde på 0.11 för väggen och 0.17 för hela klimatskalet.

Intervju med Anders Carlsson, teknisk chef på A-hus

A-hus erbjuder inte passivhus. Carlsson säger att det inte är tillräckligt ekonomiskt för kunderna att ha passivhus, pay-back tiden är för lång.

Carlsson berättar att det märks ett ökat intresse kring passivhus från privatpersoner som har läst om konceptet men som inte alltid har särskilt stor kunskap om vad det innebär. Carlsson menar att det i första hand handlar om en handfull eldsjälar som är intresserade av passivhus.

I dagsläget är passivhus något som A-hus förmodligen inte kommer utveckla. Enligt Carlsson ligger A-hus idag under BBR:s energikrav och han anser sig ha även ha kontroll på kommande BBR som han tror kommer under år 2017 och antagligen kommer innebära relativt skarpa krav i jämförelse med dagens. Carlson säger vidare att A-hus i huvudsak kommer jobba med att utveckla nuvarande koncept med effektivare värmekällor såsom värmepumpar och försöka implementera solceller och solfångare. Carlson nämner plusenergihus som något intressant för A-hus utan att gå vägen via passivhus, de arbetar således med att ta fram energieffektivare byggnader än dagens. Enligt Carlson är inte passivhus ett koncept som har framtiden för sig, det är helt enkelt inte ekonomiskt att bygga på det sättet för kunden.

Trivselhus

Företagspresentation

Trivselhus bildades i början av 1990 talet. De uppför ungefär 300-400 hus om året och har cirka 200 stycken anställda. Trivselhus är sedan år 2009 del av skogskoncernen Södra. Deras byggnadsdelar tillverkas på fabrik och körs på lastbil ut till byggnadsplatsen där de monteras samman till ett färdigt hus. Detta ger många variationsmöjligheter enligt Jessica Nilsson, designchef på Trivselhus, som jämför deras byggnadsteknik med legobyggande. Byggelementen kan kombineras på många olika sätt. Trivselhus bästa hus har Um-värde på 0.22 W/m²K.

Intervju med Roger Simonsson, marknadschef på Trivselhus

Trivselhus har inga passivhus i sortimentet. Enligt Simonsson är det inte heller aktuellt att införa det eftersom det inte finns något intresse från kunder. Han säger att de få förfrågningar de får angående passivhus kommer från personer som inte är särskilt insatta i vad det innebär och entusiaster. Simonsson säger vidare att han personligen inte tror på passivhus som koncept överhuvudtaget. Sverige har kommit så långt när det gäller fjärrvärme och bergvärme och därför bör dessa i första hand utnyttjas tillsammans med ett energieffektivt hus. Att bygga passivhus är därför osmart eftersom det inte använder den värmeinfrastruktur som har byggts upp i de flesta kommuner.

Simonsson tycker att passivhus i alldeles för stor grad kompromissar med boendemiljön. Främst nämner Simonsson fönstren som blir ”små som gluggar”. Även ur ekonomiskt perspektiv ser Simonsson problem, han efterlyser mer tydlighet från passivhusföretagen kring Pay Back tiden för passivhus.

Simonsson säger att trivselhus istället kommer fokusera på solceller för att uppnå EU:s klimatdirektiv angående bostäder.

Det största problemet tycker Simonsson är uppföljningen av projekt med avseende på energianvändning oavsett om man bygger passivhus eller konventionella hus. Kommunerna tar inte sitt ansvar efter att byggnaden har uppförts när de endast accepterat beräknad energianvändning och inte verifierar dessa. Simonsson tror att detta ger utrymme för oseriösa aktörer som kan sätta ett lägre pris, leverera ett dåligt hus och därmed konkurrera på ojusta villkor.

Götenehus

Företagspresentation

Götenehus har funnits på husmarknaden i 80-90 år. Beroende på konjunktur levererar de allt från 250 hus upp till 1000 per år. De har ungefär 200 anställda, husbyggare, säljare och konstruktörer. Deras bästa hus har Um-värde på 0.20. De bygger ihop olika byggdelar på fabrik som fraktas ut till respektive byggplats och monteras ihop på plats.

Götenehus förvärvade nyligen Vårsåsvillan för att ytterligare bredda sitt utbud och komma åt fritidshusmarknaden. Götenehus säger att de riktar in sig mot en exklusivare klientel och arbetar mycket med arkitektur, design och kvalitet för att attrahera kunder.

Intervju med Peter Borggren, säljare vid Götenehus

Götenehus erbjuder inte passivhus i dagsläget. Det blir för dyrt och komplicerat för kunden. Borggren tycker att priserna för hus redan på standardnivå är alldeles för kostsamma för de flesta kunder och att passivhus med dess högre prisnivå förmodligen aldrig kommer bli ett reellt alternativ för de allra flesta om inte det sker någon lagändring. Borggren säger att momsens vore ett starkt styrmedel för att reglera marknaden mot att bygga mer energieffektivt. Borggren nämner vidare att han upplever en begreppsförvirring kring passivhus som förvirrar många kunder. De har hört talas och är intresserade av konceptet men har väldigt liten detaljkunskap.

Borggren säger att de därför märker ett visst intresse, men att den verkliga efterfrågan inte är tillräckligt stor för att Götenehus i dagsläget ska se ett behov av passivhus. Enligt Borggren följer Götenehus noggrant marknaden för att eventuellt en dag erbjuda passivhus, men att Götenehus i dagsläget inte har ett färdigt koncept.

Framtiden för passivhus är enligt Borggren osäker, han misstänker att det kan vara en trend som kommer passera. Däremot kommer det säkert bli ännu viktigare att hushålla med energi och resurser. Borggren tror att upprätthållande av balansen mellan vad som är en rimlig kostnad för färdigt hus, ökade energipriser och tuffare energikrav kommer leda till att framtida hus kommer vara mindre i storlek än i dagsläget. Mindre uppvärmd area som energisparande åtgärd kan pressa priserna och samtidigt minska energianvändningen.

Fiskarhedenvillan

Företagspresentation

Fiskarhedenvillan AB har funnits på marknaden i 20 år. De levererar 400-500 hus om året till hela Sverige. De har en omsättning på 430 miljoner kronor (2011). Bland de egen anställda finns administratörer, arkitekter och ingenjörer. Deras byggsätt skiljer sig genom att de inte har någon fabrik för sina byggsdelar som monteras ihop på plats. Istället beställer de det materialet som behövs för varje projekt till deras logistikcenter utanför Borlänge som sedan distribuerar ut till respektive byggsplats.

Fiskarhedenvillan har under ett års tid haft ett passivhuskoncept i deras sortiment. Det använder endast komponenter som är godkända enligt Passivhaus Institut, PHI. De har en speciell arbetsgrupp bestående av arkitekter, konstruktörer, installatörer och energispecialister som har genomgått utbildningen ”Internationellt certifierad passivhusexpert” som arbetar med passivhus. Fiskarhedenvillan arbetar således mot kraven som satts upp av PHI istället för FEBY. (Kraven för PHI respektive FEBY finns beskrivna under avsnittet *4.5 Krav och certifieringar*). Flera av Fiskarhedenvillan byggsdelar såsom fönstren tillverkas och importeras från Tyskland av PHI - certifierade tillverkare.

Intervju med Michael Staffas, produktchef för passivhus vid Fiskarhedenvillan

Fiskarhedenvillan har erbjudit passivhus under cirka ett års tid. Staffas nämner EU:s miljömål för år 2020 som den främsta anledningen till att företaget har passivhus. De räknar med att BBR:s krav kommer skärpas rejält under relativt kort tid och vill därför skaffa sig erfarenhet och kunskap för att kunna erbjuda konkurrenskraftiga alternativ. PHI:s krav säger att ett passivhus inte är ett passivhus förrän det är verifierat vilket Staffas poängterar under intervjun. Huruvida det blir ett verifierat passivhus eller inte beror bland annat på var det byggs.

Staffas berättar att Fiskarhedenvillan inte har erbjudit passivhus under en särskilt lång period och kan därför inte ge några detaljer om huruvida efterfrågan varierar. Men intresset för det typhus som har uppförts har rönt stort intresse från allmänhet, studieinstitutioner och myndigheter. Staffas säger att de mer eller mindre dagligen har intresserade som är och tittar på huset. Eftersom de bygger enligt PHI:s certifiering har den en konkurrensfördel när de pratar med intresserade då de kan hänvisa till den internationella intresseorganisationen som har mer erfarenhet av passivhus jämfört med FEBY.

Staffas säger att den främsta fördelen som Fiskarhedenvillan kommunicerar med potentiella kunder är komforten som kommer med ett passivhus enligt PHI:s krav. Han säger att passivhusen måste vara tillräckligt varma på vintern likaväl som svala och behagliga på sommaren för att få kundernas intresse och nå ut till allmänheten. Den låga energianvändningen som ger låga driftskostnader är ett annat viktigt argument och den höga kvalitén på alla byggsdelar som ingår i ett passivhus.

Staffas tycker inte att det finns några direkta negativa aspekter med deras passivhus, men berättar att ett likadant hus som passivhuset fast som en konventionell byggnad kostar cirka 400 000 kronor mindre och att detta är ett problem ur försäljningssynpunkt. Staffas säger vidare att det dock går att bemöta med att visa på de låga driftskostnaderna.

Enligt Staffas har inte Fiskarhedenvillan särskilt mycket konkurrens från andra husföretag, helt enkelt för att de andra inte bygger enligt PHI:s krav. Han förutspår dock att alla företag så småningom kommer erbjuda passivhus allteftersom intresset ökar. Varför Staffas inte tror att det är mer populärt att bygga passivhus är en blandning av flera olika faktorer. Han nämner bland annat svårigheten för privatpersoner att hitta entreprenörer som kan byggnadstekniken. Att begreppsförvirringen är stor och att en viss hopblandning med andra byggnadstekniker föreligger. Han säger även att passivhus som begrepp har en negativ klang hos många människor utan att gå vidare in på exakt vilket sätt. Staffas efterlyser en diskussion för att reda ut begreppen och förenkla för kunder som står i begrepp att bygga hus. Han säger att den för tillfället dåliga konjunkturen inom husbyggnad ytterligare bidrar till det låga antalet passivhusuppföranden.

Ziphouse

Företagspresentation

Ziphouse har funnits på marknaden i 4 år. De tillverkar hus av så kallade SIP-paneler (Struktural Insulated Panel), självbärande isolerade paneler, på fabrik. De består av två ytskikt limmade under högt tryck kring en stark kärna. Det två ytskikten består oftast av 6 mm Ecoboard med kärna av 400-500 mm grafit, tjockleken beror på var huset ska uppföras och kundens egna önskemål. Konstruktionen är diffusionströg, det vill säga att konstruktionen tillåter fukttransport och inte har någon plastfolie. Kompositpanelen innehåller inte något organiskt material och därför finns det enligt Ziphouse ingen risk för mögeltillväxt i väggen. Ingen plastfolie till trots är luftläckaget endast 0.15 l/s vid 50 Pa tryckskillnad. U-värden för enskilda paneler är cirka 0,030 W/m²K och 0,056-0,078 med kölbryggor inräknade.

Intervju med Tor Ottoson, kontaktperson på Ziphouse.

Ziphouse erbjuder passivhus för att de anser att det är framtiden bland nybyggnationer. Ottoson menar att de har hittat en nisch bland hustillverkare genom att enbart erbjuda passivhus som är arkitekturtride. Ottoson poängterar att det inte alltid blir passivhus beroende på kundens önskemål och var i landet huset byggs, men att det alltid är väldigt energisnålt. Deras målgrupp är personer med starkare finansiell ställning som är intresserade av att ha låg driftskostnad och liten klimatpåverkan. Ziphouse upplever att intresset bland nybyggare att bygga passivhus är relativt stort men att det är väldigt få som ändå bygger det. Ottoson säger vidare att den vanligaste anledningen som kunderna anger till att avstå

passivhus är svårighet att få finansiering för den extrakostnad som de innebär. Men att det också finns andra faktorer som spelar in. Det är vanligt att kunderna förväxlar passivhus med andra byggtekniker som har orsakat byggproblem under 1980-90 talet och att de myter och den okunskap som florerar avskräcker människor från att bygga passivhus.

Någon skillnad på efterfrågan mellan olika regioner kan Ottoson inte märka. Deras kunder kommer från södra och mellersta Sverige beroende på att företaget är stationerat där. Men Ziphouse kan leverera till hela Sverige om det skulle behövas.

De största fördelarna som Ziphouse kommunicerar till sina kunder är att den totala driftskostnaden under året blir låg. Ottoson konstaterar att det är den största anledningen till att människor är intresserade. Men den minskade energianvändning ur miljösynpunkt är relevant för en del. Ett tredje argument Ziphouse använder är den förbättrade inomhusmiljön som kommer med FTX-systemet.

Ottoson säger att Ziphouse främsta konkurrenter är andra företag som erbjuder passivhus. De enklare traditionella hus som andra stora företag erbjuder har inte riktigt samma målgrupp rent finansiellt. Han säger vidare att Ziphouse möter större konkurrens nu än för några år sedan från nystartade företag, men att efterfrågan ökar i liknande takt så marknadsmässigt är passivhus på frammarsch.

Ottoson berättar att när Ziphouse var nystartat hade de stora problem med att hitta projektörer som besatt den nödvändiga kompetensen eller ambitionen att bygga passivhus. Under åren som gått har de byggt upp ett kontaktnät av byggare som både har erfarenhet och kunskap om hur deras hus uppföras. Han säger att kompetensbrist, som han menar beror på att byggbranschen är alldeles för konservativ, kan vara ett hinder för människor som vill bygga passivhus utifrån deras egna ritningar.

5.1.1 Sammanfattning av företagsintervjuer

De företag som inte erbjuder passivhus märker i dagläget ett intresse för passivhus, men knappt någon efterfrågan. Deras bild av passivhusintressenten är antingen en person som har hört talas om konceptet men knappast har någon kunskap kring det, eller eldsjälens som brinner för energieffektivisering. Den första kategorin anser ofta att passivhusbegreppet är förvirrande och är ganska skeptiska. Den andra kategorin går ofta vidare med sina önskemål till andra småhusföretag eller ritar själva. Eftersom den senare kategorin är så liten tycker inte företagen att det finns behov att ta fram husmodeller för att möta den lilla efterfrågan.

Alla tre företag som inte erbjuder passivhus anser sig ligga väl till med avseende på BBR:s krav. A-hus poängterar att deras värden är under dagens krav och förmodligen under BBR:s skärpningar. För att bemöta NäraNollEnergihus-visionen [NNE](Se avsnitt 4.7 EU:s klimatmål 2020) vill dessa företag arbeta med att tillverka elenergi med hjälp av solceller i kombination med att använda effektiva värmesystem såsom värmepumpar och fjärrvärme.

Företagen som erbjuder passivhus har tagit fram dem för att skaffa erfarenhet och kunskap inför eventuella kraftiga skärpningar av BBR. Båda företagen poängterar noga att husen inte alltid blir passivhus utan den faktiska värmeanvändningen beror på bland annat tomt, solljus, och husets placering. De är både övertygade om att passivhus kommer vara en del av framtiden och få stor genomslag framöver.

Samtliga företag är övertygade om att energikraven kommer skärpas. EU:s klimatmål är i nuläget (2013) relativt oklara, men NNE är ett koncept som alla intervjuade företag jobbar efter och har någon vision om hur det ska tillmötesgå. I stora drag kan man utläsa två metoder för att bemöta kraven, det ena handlar om att energieffektivisera och det andra om att tillverka elenergi för kompensera för byggnadens användning. Företagen är även överens om att BBR kommer skärpa kraven för energianvändning, på vilket sätt och i vilken omfattning varierar dock. De företag som erbjuder passivhus är övertygade om att allmänhetens intresse och kunskap om passivhus kommer öka allteftersom de lagstadgade minimikraven skärpts. De företag som inte erbjuder passivhus är inte övertygade om att passivhus överhuvudtaget någonsin kommer vara av allmänt intresse. Kraven är för hårda och byggnadstekniken för komplicerad för att vara ett rimligt alternativ.

Att kostnaden för passivhus blir högre än vid konventionell hustillverkning är samtliga företag överens om. Fiskarhedenvillan som bygger enligt PHI:s krav (se avsnitt 4.5 *passivhuskrav och certifieringar*) står för den största kostnadsskillnaden men även Ziphouse ligger högre än andra husföretag. Både dessa företag bemöter den högre kostnaden genom att visa kunden de låga driftskostnader tillsammans med andra mervärden såsom inomhuskomfort och mindre avtryck på miljön. Ziphouse säger sig ha en målgrupp som har stark finansiell ställning och då blir den högre initialkostnaden inte ett problem. Detta avspeglar sig också i Ziphouse upplevda konkurrenssituation där de främst upplever konkurrens från andra renodlade passivhus företag med liknande koncept och målgrupp snarare än de ”vanliga husföretagen”. Fiskarhedenvillan som företag har funnits längre på marknaden och har större bredd i sitt utbud än Ziphouse. De attraherar kunder med olika ekonomiska möjligheter. Fiskarhedensvillans visningshus attraherar många intressenter enligt dem själva, intresset är dock inte endast från husköpare, utan även högskolor, myndigheter och andra forskningsinstitutioner, vilket pekar på det ökande intresset av passivhus som företagen vittnar om.

Tabell 5 Tabellen visar en sammanfattning av viktiga data.

Företag	Passivhus	Sedan	Bästa Um	Byggteknik	Primärmaterial
A-hus	Nej		0.17	Fabrik	Trä
Trivselhus	Nej		0.22	Fabrik	Trä
Götenehus	Nej		0.20	Fabrik	Trä
Fiskarhedenvillan	Ja	2011	0.08	På plats	Trä/Sten
Ziphouse	Ja	2009	0.08	Fabrik	Komposit

5.2 Intervjuer med nybyggare

För att besvara studiens frågeställningar har även intervjuer gjorts med blivande och nyligen blivna småhusägare (personer som har beviljats bygglov 2012-01-01 – 2013-04-10). Ett urval med fokusering kring tre specifika områden har gjorts (Linköping, Borlänge och Malmö/Lund). Detta för att få så god spridning på svaren som möjligt. Områdena har valts med avseende på lokalisering i landet; ett område i södra, mellersta och norra Sverige. Frågorna går att utläsa i Bilaga 1.

Intervjuerna är 40 stycken till antalet och jämnt fördelade på dessa tre områdena. Samtliga deltagare skall uppföra ett enbostadshus. Den enda skillnaden mellan dessa är, förutom den geografiska orienteringen, att flera av dem också ska/har uppföra ett garage/gäststuga/friggebod. Hänsyn till denna differens mellan deltagarna beaktas dock inte i undersökningen. Av de dokument som erhålls från respektive område har en slumpartad selektering tillämpats.

Utifrån intervjuerna kan följande övergripande konstaterande göras:

Flera av deltagarna har funderat på alternativet passivhus men ingen av de 40 respondenterna valde i slutändan, av diverse anledningar, att uppföra ett sådant. Samtidigt har flera ändå valt att uppföra andra typer av energieffektiva hus. Passivhus är ett känt koncept hos majoriteten av det utfrågade men den djupgående kunskapsnivån var relativt låg. Nästan 15 % av de tillfrågade visste inte vad passivhus var.

Många påpekar att en dyr investering, som ett husköp innebär, skapar försiktighet. Nybyggarna anser att de känner sig tryggare med att lägga pengar på något traditionellt och beprövat istället för att investera i något som ”kan skapa problem”. Flera av deltagarna pratar mycket om den senaste tidens problematik rörande fukt på enstegstätade fasader, Det dalande förtroendet för byggbranschen nämner flera respondenter som en orsak till försiktigheten hos allmänheten.

De tre områdena redovisas separat beroende på att anledningarnas förekomst skiljer sig mellan dessa.

5.2.1 Nybyggare bosatta i/kring Linköping

Av de 14 undersökningsdeltagarna bosatta i Linköping är det bara två stycken som inte känner till passivhuskonceptet. Av samtliga tillfrågade var det två personer som haft tanke att upprätta ett passivhus. Ingen av dessa fullföljde dock sina idéer. Övriga deltagare uppvisar, trots sin vetskap om hustypen, liten förståelse för huskonceptet i helhet och har svårt att precisera vad passivhus egentligen innebär.

Deltagarna pekar på skilda anledningar till varför de inte valt att uppföra passivhus. Okunskapen är den överhängande faktorn till att flera ställer sig skeptiska till idén. Bland de utfrågade från Linköping är planlösningen den mest frekvent återkommande konkreta faktorn. Flera anser att planlösningen i det avseendet blir lidande på grund av att de kreativa möjligheterna begränsas. I övrigt finns det invändningar rörande den höga investeringskostnaden och byggnadsteknisk skepsis. Flera av de östgötska deltagarna har aldrig funderat på energisnåla alternativ.

Flertalet av de medverkande upplever att informationen om passivhus är dålig och att det är relativt tyst på marknaden. De som funderat på att upprätta passivhus är de enda som upplever att de hört relativt mycket om hustypen under sin planering. Detta beror framförallt på att dessa personer aktivt sökt information. Av de 14 förfrågade anser 7 personer att deras hus är relativt energisnålt ändå. Nästan 30 % har tittat på energisnåla alternativ medan övriga har förlitat sig på småhustillverkarnas standardiserade kataloghus utan vidare fokus på energifrågor. Ingen av de tillfrågade upplever att något av dem företag de varit i kontakt med, förespråkade passivhus eller försökt att få de att uppföra ett sådant.



Figur 1. Följande figur redovisar de främsta anledningarna till varför nybyggare i Linköping väljer bort passivhus.

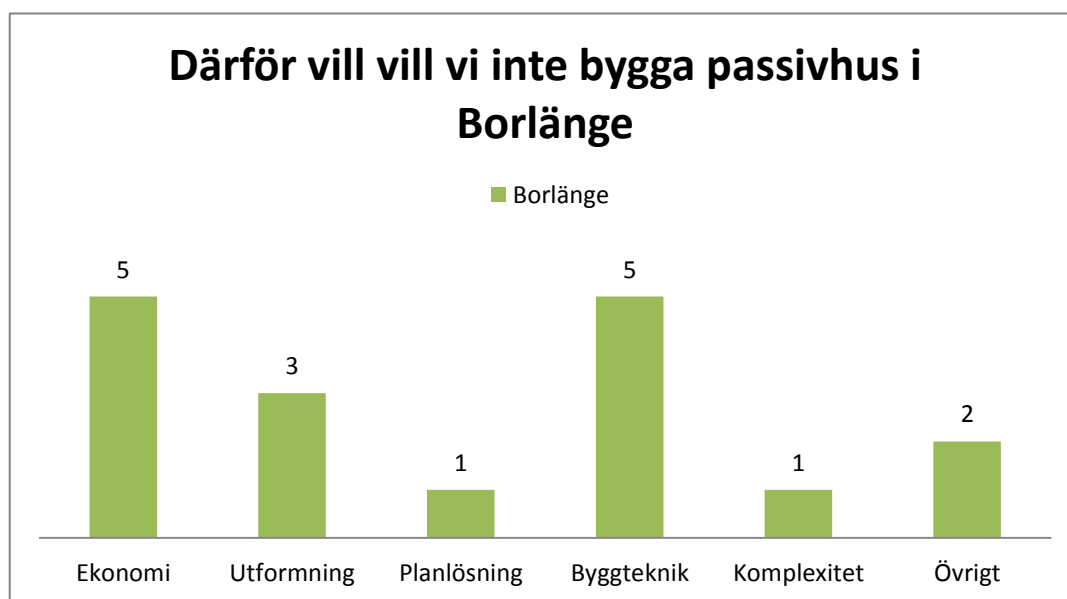
5.2.2 Nybyggare bosatta i/kring Borlänge

Av de 14 personer som intervjuats i Borlängeområdet är det bara en person som inte hade hört talas om passivhuskonceptet. Nästan 30 % av de tillfrågade har funderat på hustypen men av olika skäl beslutat sig för att inte uppföra ett sådant. I övrigt var den djupare kunskapen begränsad även bland de som funderat på att bygga passivhus. Flera av de som funderat på passivhus upplever att informationen varit dålig och att man varit tvungen att göra egna efterforskningar.

Den främsta orsaken till att nybyggarna väljer att avstå passivhus är framförallt att flera känner sig skeptiska till den tekniska uppbyggnaden (nästan 30 % av de tillfrågade). Några påpekade att de hört rykten om att man var tvungen att ha små fönster, att ventilationen är opålitlig och att ett större uppvärmningsbehov behövs. Några har inga generella förklaringar till sina tvivel kring hustypen utan påpekar helt enkelt att de inte hade någon tillit till konceptet i sin helhet. Vidare framhåller deltagarna (ungefär 30 %) att den ekonomiska differensen är för stor, i jämförelse med ett konventionellt byggande.

Nästan en tredjedel av de tillfrågade upplever att det generellt varit ganska tyst på marknaden och att de inte påträffat begreppet särskilt ofta. Lika många menar dock att begreppet är välkänt och att de ofta sprungit på hustypen.

Trots det stora antal som funderat på passivhus har de flera valt att satsa på att bygga ett konventionellt, standardiserat hus. Denna majoritet består näst intill av 75 %. Ingen av undersökningens deltagarna upplever att något företag försökt sälja in passivhuskonceptet.



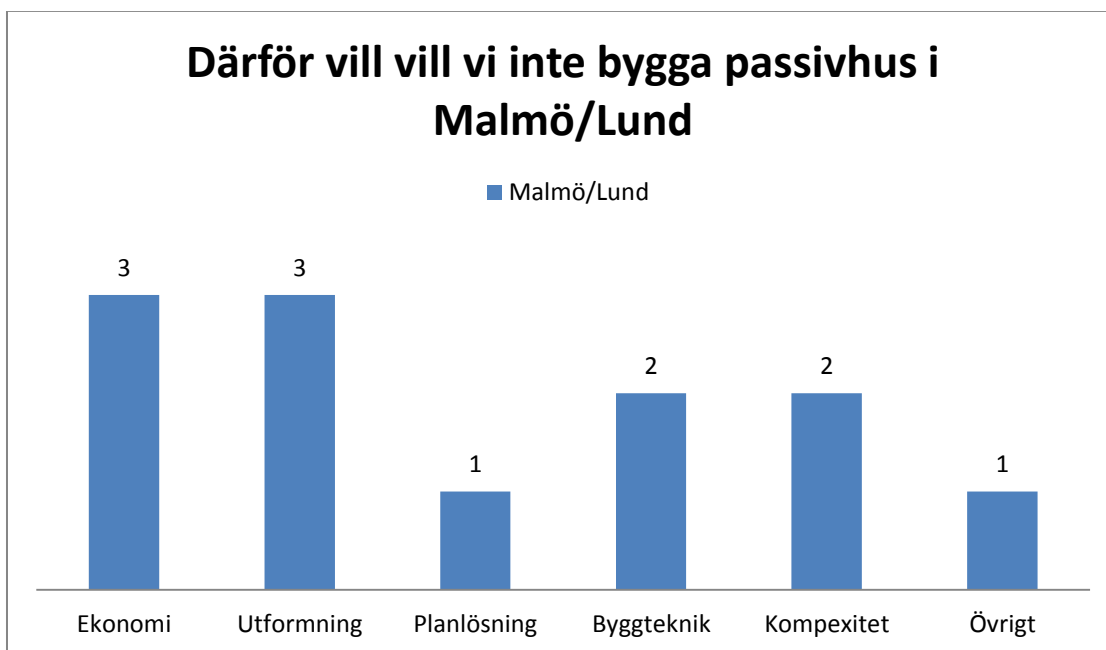
Figur2 Följande figur redovisar de främsta anledningarna till varför nybyggare i Borlänge väljer bort passivhus.

5.2.3 Nybyggare bosatta i kring Malmö/Lund

Av de 12 personer som intervjuats i och kring Malmö/Lund var det nästan 25 % som inte visste vad passivhus var. Bland de tillfrågade är det bara två stycken som funderat på alternativet. Fler stycken hade däremot bestämt sig för att uppföra andra typer av energisnåla hus (60 %).

Åsikterna skiljer sig åt bland de förfrågade. Deltagarna har vitt skilda anledningar till varför de inte valt att uppföra hustypen. Bland dessa finns; investeringskostnad, tillgänglighet, utformning, opålitlig byggnadsteknik och okunskap.

Ingen av deltagarna anser att något företag förespråkade passivhus eller tipsat om att upprätta ett sådant. Någon enstaka har erhållit någon broschyr som behandlat ämnet med övergripande information. Ingen av de tillfrågade har heller stött på begreppet i någon vidare utsträckning i sitt sökande.



Figur 3 Följande figur redovisar de främsta anledningarna till varför nybyggare i Malmö/Lund väljer bort passivhus.

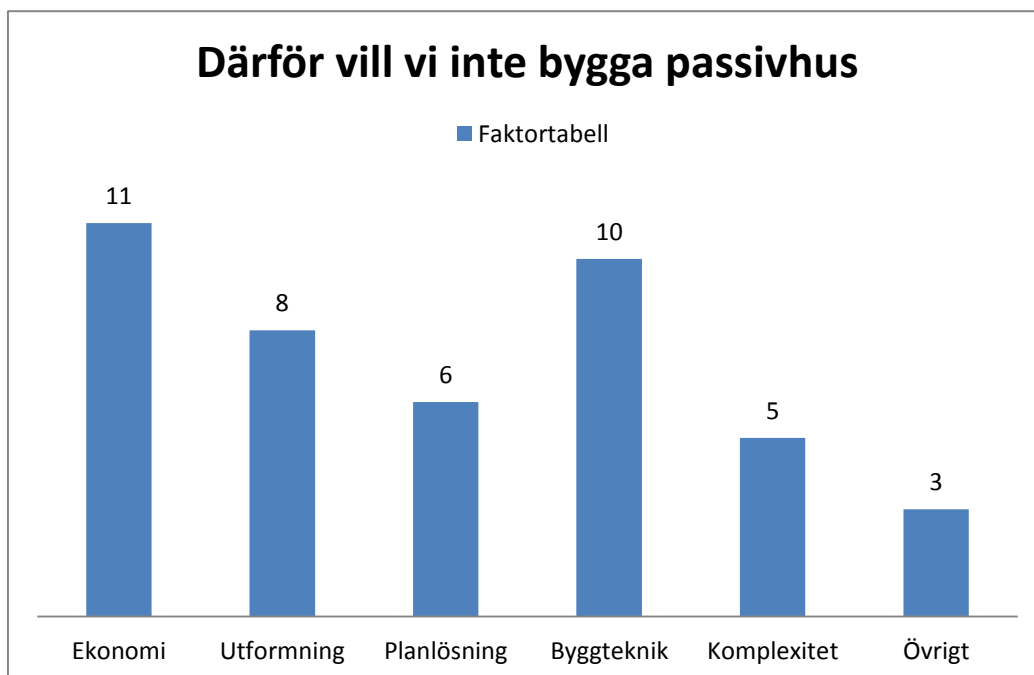
5.3 Sammanfattning av nybyggarintervjuer

Sett till resultaten från intervjuerna med nybyggarna upptäcker man ganska snart att det råder en allmän kunskapsbrist. De som innehar mest, eller bäst, kunskap är föga förvånande de personer som har ett genuint intresse för energi och som aktivt sökt efter passivhus.

Det råder generellt en förvirring bland nybyggarna vad ett passivhus egentligen är och vad det innebär. Okunskapen bland allmänheten verkar vara en stark bidragande faktor till att upprättandet av passivhus är relativt ovanligt idag. Bland personerna som har intervjuats var det dock relativt få som själva hänvisade till kunskapsbristen som en generell faktor till det låga passivhusuppförandet. Av diagrammet att döma, *figur 4*, är det den ekonomiska investeringen som är den mest utmärkande av faktorer att inte vilja bygga passivhus. Flera av påpekar att man ogärna spenderar mer pengar då billigare, konventionella alternativ finns. Många drar sig framförallt för de betydligt högre lånekostnaderna och anser att det är ohållbart ur ett längre perspektiv. Många har svårt att se att de lägre uppvärmningskostnaderna kan kompensera för investeringskostnaden. Vidare anser en del att utformningen blir lidande och att man inte kan strukturera huset som man vill. Få av de tillfrågade kunde dock konkretisera vilka typer av begränsningar man åsyftade men några hänvisade till de beryktade fönstren, dess positionering och storlek. Bland andra orsaker står den tekniska uppbyggnaden högt. Flera känner sig osäkra till den nya tekniken och ny teknik generellt i byggbranschen. Respekten för nya innovationer är stor. Flera känner att förtroendet för nymodigheter i branschen fluktuerar i och med de senaste diskussionerna rörande enstegstätade fasader och dåliga byggförsäkringar.

I Borlänge fanns det en utbredd skeptisk majoritet mot den tekniska uppbyggnaden. Bland dessa fanns kommentarer rörande de tekniska installationerna, ventilations- och uppvärmningssystemen. Flera anser att behovet av ett separat uppvärmningssystem är för stort och att ventilationssystemet är otillräckligt. Källorna till uppgifterna är oklara och detsamma gäller nybyggarnas anknytningar till branschen.

Sett till anledningarna att inte uppföra ett passivhus redovisas följande statistik se figur 2. Resultaten åskådliggör de främsta anledningarna till varför man inte valt att bygga passivhus. Personerna har besvarat frågan; Varför har du valt att inte uppföra passivhus? En sammanslagning av de tre områden, Lund/Malmö, Linköping och Borlänge har gjorts. Flera personer gav exempel på flera anledningar varvid statistiken inte överstämmer med antalet medverkande i undersökningen.



Figur 4 redovisar det mest återkommande faktorerna till varför privatpersonerna inte valt att bygga passivhus

6 Analys

Utifrån svaren från nybyggarna har analyserna genomförts med avseende på de främsta anledningarna som dessa framhållit. Kunskapsbrist och begreppsförvirring är ingen faktor som återkommer i figurerna men eftersom den genomsyrar respondenternas uttalanden beaktas den som en faktor att analysera.

- Kunskapsbrist och begreppsförvirring
- Ekonomi
- Utformning/Planlösning
- Komplexitet/Byggteknik

Analys med avseende på Kunskapsbrist och begreppsförvirring

Begreppsförvirringen är ständigt återkommande bland svaren genom hela empirin och något som företagen framförallt poängterar. Denna förvirring anser företagen vara en bidragande faktor till privatpersonernas kunskapsbrist och att de inte känner till skillnaden mellan olika husdefinitioner.

Flera företag anser att det råder en viss begreppsförvirring bland privatpersonerna. De tror att flera blandar ihop passivhus med andra energisnåla alternativ så som lågenergihus, minienergihus och plusenergihus. Både Peter Borggren vid Götenehus och Michael Staffas vid Fiskarhedenvillan efterlyser ett klagörande kring hur de olika energihusen ska definieras. Enligt teoriavsnittet 4.4 *Energihus-begrepp*, finns det definitioner för vad de olika energihustyperna ska klassificeras som. Men det är inte alltid så enkelt i verkligheten särskilja dessa från varandra. Till exempel lågenergihus, som används sporadiskt hos företag som inte erbjuder passivhus, är ett samlingsnamn för byggnader om använder mindre energi än vad som är högstanivån enligt BBR tillåter. Detta kan förleda kunden att tro att de får ett energisnåla hus än vad de verkligen får. Detta kan i sin tur riskera att sprida sig till passivhuskonceptet och devalvera begreppet passivhus. Simonsson på trivselhus tycker att kommunerna inte tar sitt ansvar när de endast accepterar beräknad energianvändning och aldrig kräver verifiering av dessa.

En ytterligare begreppskonflikt som kan förvirra är den tvetydiga definitionen av passivhus i Sverige. Passivhus är, som beskrivet avsnitt 4.5 *Passivhuskrav och certifieringar*, inget skyddat begrepp. Dels finns den internationella definitionen framtaget av PHI, Passivhaus Institut i Darmstadt och dels den svenska varianten framtaget av FEBY, Forum för energieffektivt byggande. Ett av företagen (Fiskarhedenvillan) som intervjuats bygger enligt PHI och ett annat (Ziphouse) enligt FEBY:s kravspecifikation. Se Bilaga 3 för jämförelsetabell mellan PHI:s krav och FEBY 2012:s krav.

Genom resultaten från intervjuerna med nybyggarna kan man urskilja flera intressanta tendenser. Majoriteten (75 %) av de tillfrågade känner till passivhus och har en skaplig kännedom men ingen djupare kunskap om konceptet. Den låga kunskapsnivån bland respondenterna kan förklaras med att

ingen av dem hade tänkt uppföra ett passivhus och därmed inte informerat sig om vad det innebär. Däremot kan man diskutera den kunskapsbrist som resulterar i att majoriteten inte tänkt på passivhus från början. Av de faktorer som kan påverka utbudet av passivhus på den privata marknaden är nybyggarnas intresse en avgörande faktor. Deras initiala okunskap måste ses som avgörande här, vilket innebär ett hinder både för de företag som vill saluföra passivhus och för de övriga intressenter som menar att passivhus är ett bra steg på vägen mot minskad energianvändning i byggnader. Det var flera av de tillfrågade som hade invändningar mot passivhuskonceptet. En intressant iakttagelse är att de som inte känner till passivhus trots sin kunskapsbrist kunde finna orsaker till varför de inte skulle bygga ett. En annan iakttagelse är hur anledningarna till att nybyggare väljer bort passivhus har stor spridning. I Linköping (figur 1) så angavs den främsta anledningen till att planlösningen inte gick utforma såsom önskat. I Borlänge (figur 2) var den främsta anledningen byggtekniska svårigheter och ekonomi medan Malmö/Lund (figur 3) uppvisade en jämn fördelning mellan ekonomi och utformning. Tillsammans (figur 4) var det dock ekonomin som utmärkte sig i statistiken som den främsta anledningen till att inte bygga passivhus.

Analys med avseende på ekonomi

Den initiala kostnaden för att bygga passivhus är enligt Passivhuscentrum ungefär 0- 10% högre än ett konventionellt bygge. I den särkostnaden ingår exempelvis extra isolering, bättre fönster och högre projekteringskostnad. Detta procentuella tillägg kan för nybyggare verka avskräckande då de facto motsvarar tiotusentals kronor i ett vanligt husbyggnadsprojekt. Flera i branschen påpekar detta faktum. Enligt Peter Borggren på Götenehus är hus, redan på BBR-nivå, för dyrt. Flera nybyggare bekräftar detta och påpekar att det är dyrt att låna pengar redan vid uppförandet av konventionella hus. En hög initialkostnad märks direkt medan en löpande driftkostnad kan betalas utan att behöva ta nya lån. Det finns dock fördelar vilket poängteras av Michael Staffas vid Fiskarhedenvillan och det är att den högre initialkostnaden ger högre byggkvalité på grund av den noggrannhet och omsorg som entreprenörer och projektörer måste visa för att få ett fungerande passivhus. Detta kan i förlängningen ge ett högre andrahandsvärde så att det vid försäljning kan inbringa ett högre pris än en konventionell byggnad.

Passivhus innebär generellt en lägre driftkostnad. Denna driftkostnad är något som företagen som erbjuder passivhus framförallt kommunicerar till sina potentiella kunder. Företagen som inte har passivhus i sitt sortiment framhåller framförallt den initiala kostnaden som en belastning och omnämner sällan den ekonomiska vinsten som den långa brukartiden innebär. När den större klumpsumma som investeringen innebär betalar av sig är tidsmässigt osäkert vilket är en faktor som även återkommer hos nybyggarna. Att företag som erbjuder passivhus inte kan visa på exakta kalkyler bidrar ytterligare till osäkerhet. I avsnitt 4.7 *EU:s klimatmål till 2020*, är den högsta tillåtna energianvändningen för klimatzon I, enligt FEBY, 58Kwh/m² Atemp år. För BBR är motsvarande klimatzon och högsta tillåtna energianvändning 130Kwh/m² Atemp år. Den ungefärliga differensen

mellan de båda är 50 % vilket betyder att driftkostnaden är halverad för passivhus enligt FEBY gentemot BBR. I avsnittet *4.8 Ekonomi* kan man utläsa hur den slutgiltiga månadskostnaden beror på det aktuella ränteläget och energipriset. Med anledning av att dagens energiframställning i EU till stor del baseras på kol, kombinerat med en ökad medvetenhet om klimatkonsekvenserna som blir av att elda med svavelhaltig bränslen, så satsar många länder på att ersätta dessa med hållbara alternativ. Eftersom det idag inte finns något bra hållbart alternativ, är det rimligt att anta att energipriserna kommer att öka vilket i sin tur leder till att passivhus framstår som ett bra alternativ i det längre perspektivet både ekonomiskt och miljömässigt. (Se avsnittet *4.6 miljö och klimat*). Christer Harrysson säger i avsnitt *4.1.1 Kritik mot passivhus* att de ekonomiska vinsterna är försumbara eftersom han hävdar att passivhus inte alls är särskilt energieffektiva. För att passivhus ska bli ett reellt alternativ för nybyggare behöver dessa påståenden bemötas, granskas och dess sanningshalt verifieras. Ett klagande kring vilka passivhus Harrysson avser bör undersökas så att man kan lära från eventuella fel de besitter.

Analys med avseende på komplexitet/byggt teknik

Det finns inget som tyder på att det i teorin skulle vara svårt att bo i ett passivhus ur ren teknisk synpunkt. Enligt Passivhuscentrum byggs passivhus upp med enkla fysikaliska resonemang (se bilaga 2) som inte är mer komplicerade än konventionella hus. Flera av undersökningsdeltagarna hänvisar dock till komplexiteten som en faktor till att inte välja hustypen. Enligt avsnitt *4.1 myter om passivhus*, innebär det sällan några förändrade levnadsvanor att bo i ett passivhus. Energimedvetenheten hos den enskilda privatpersonen står i relation till hur stor energianvändningen blir. En god uppsikt över förbrukad energi i kombination med energisnåla elprodukter ger en mindre energianvändning oavsett byggnadstyp. Samma produkter i ett konventionellt hus förbrukar lika mycket vid lika användning, det vill säga husets egenskaper och uppbyggnad spelar ingen roll på hushållselanvändningen.

Flera respondenter uttryckte osäkerhet kring hur komplicerat det är rent tekniskt i ett passivhus. Ventilationssystemet skiljer sig mellan ett passivhus och ett konventionellt hus. För att uppnå tillfredsställande luftombyte mellan den fuktiga inneluften och uteluften används alltid från- och tilluftssystem med värmeväxlare. Viss skötsel krävs för att bibehålla ventilationssystemets prestanda. Enligt Boverket ska rengöring av ventilationskanalerna och fläktar genomföras med ett 5 års intervall. Bristande rengöring kan ge upphov till försämrade effektivitet och luftkvalité. Enligt Passivhuscentrum är dock rengöringsprocessen enkel och något som kan utföras snabbt och lätt av husägaren. Inte bara passivhus är utrustade med FTX-system utan även konventionella byggnader, eftersom det innebär en energibesparing. I dessa fall är det självklart samma underhåll som ska göras.

Analys avseende på utformningen

Undersökningsdeltagarna framhöll att komplexiteten med passivhus låg i att hålla jämnt inomhusklimat året om. De uttryckte tvivel kring passivhusens uppbyggnad vad avser fönsterstorlek, dess placering och avskärmningsförmåga från värmestrålning under sommarhalvåret. I den mån som är möjlig vill man åstadkomma stort ljusinsläpp vintertid och minimal värmestrålning in i byggnaden sommartid. Det finns olika tekniker för att uppfylla detta, bland annat genom integrering av smarta lösningar i designen, utformningen av balkonger, takutsprång med mera, och andra installationer placerade på husets utsida (såsom markiser). Komfortfrågan är viktig enligt Michael Staffans vid Fiskarhedenvillan som anger denna som den främsta fördelen som de kommunicerar med kunderna.

Ett passivhus går att utforma på många olika sätt, Se avsnitt *4.1 myter om passivhus*, det viktiga är i hur byggnadsdelarna är konstruerade, inte placerade. I övrigt kan interiören och planlösning varieras såsom önskat. Ändå var planlösningen av bostaden en avgörande fråga för många respondenter. Flertal kunde inte ge svar på exakt varför deras planlösning inte skulle passa som passivhus men var övertygade om att så var fallet. Allmän kunskapsbrist i allmänhet om passivhus och fördomar i synnerhet kring dess utformning och funktion, är en faktor för det låga intresset att bygga passivt.

7 Diskussion

Utsläpp av växthusgaser till följd av energiframställning genom förbränning av fossila bränslen har lett fram till EU - direktiv som säger att alla medlemstater ska arbeta för att minska sitt energiberoende. Viss skillnad mellan länderna föreligger beroende på olika förutsättningar. Sverige har som mål att varje nyuppförd byggnad ska vara NäraNollEnergihus år 2020 och både Boverket och Energimyndigheten har fått i uppgift att implementera ett fungerande regelverk kring detta mål. Det finns två sätt att hantera denna vision, antingen genom energibesparande åtgärder såsom ett effektivare klimatskal och/eller tillverkning av energi för att kompensera byggnadens användning. Passivhus är exempel på det förstnämnda. Å ena sidan är passivhus bra ur energisparsynpunkt. Det är billigt i drift och i enlighet med de klimatmål som har satts upp för EU. Å andra sidan påvisar en jämförelsestudie, om miljöbelastning mellan passivhus och konventionella hus, att passivhus med en kompletterande eluppvärmning är sämre eller lika bra som ett konventionellt hus gällande övergödning och försurning ur ett livscykelperspektiv. Passivhus utmärker sig endast i positiv bemärkelse då påverkan på det marknära ozonet och klimatförändringar undersöktes (Brunklaas, Thormark, Baumann 2008 ss 29-30). Dessutom har Sverige, som påpekas av Roger Simonsson på Götenehus, en väl utbyggd infrastruktur för tillverkning och transport av värmeenergi, såsom fjärrvärme. Han menar att man bör anpassa framtida byggnationer till dessa och inte göra dem överflödiga.

Misstro mot annorlunda byggtekniker tycks vara en de största faktorerna till att det inte byggs fler passivhus på den privata marknaden idag. Det florerar många rykten om hur illa passivhus fungerar i praktiken och att det inte är något som passar någon annan än riktiga miljöentusiaster. Dessutom har flera förväxlat passivhus med nya misslyckade byggtekniker som enstegstätade fasader. Rädslan för byggbranschens ovilja att ta ansvar för sina misslyckanden gör att privatpersoner drar sig för att riskera sitt livs kanske största affär. Det finns ingen anledning att gå ifrån ett system som historiskt har fungerat bra till förmån för ett nytt kostsamt koncept. Hur ska man veta att inte passivhus visar sig vara behäftat med allvarliga fel som kanske inte visar sig förrän flera år efter?

Då misstro från allmänheten kan tyckas vara en av de viktigaste anledningar till att de inte uppförs fler passivhus på den privata marknaden måste sig denna faktor vara speciellt viktig att belysa och angripa, särskilt av den som vill öka antalet passivhusbyggen. De regionala skillnaderna som nybyggarna angav som anledning till varför de inte vill bygga passivhus kan vara svårt att förklara med annat än en allmän misstro mot konceptet. I detta avseende kan man tycka att branschen är otydlig och tveksamt informativ till nybyggare. Det behövs tydligare information som enkelt förklarar den fundamentala skillnaden mellan enstegstätade fasader och passivhus och som också klargör de stora likheterna mellan ”vanliga” hus och passivhus. Vi ser att sådan information kommer i större och större utsträckning. Med anledning av spridningen av svar som angavs av nybyggarna behövs en bred informationsström som behandlar flera faktorer angående passivhus. Det finns numera böcker som noggrant beskriver hur man går tillväga för att lyckas med ett passivhusprojekt och flertal hemsidor

från privatpersoner som har erfarenhet och vilja att förmedla information. Men även företagen som erbjuder passivhus måste bli bättre på att skylta med sitt sortiment och aktivt råda de privata uppförarna att bygga passivhus. En osäkerhet uppstår i och med branschens dåliga information i kombination med passivhuset till synes komplexa uppbyggnad. Ett konkretiserande om de fördelar man vinner, exempelvis tydlighet kring vad man sparar rent ekonomiskt och hur stor energibesparingen blir, borde ligga i fokus för hela branschen om passivhuskonceptet ska bli en del av det konventionella utbudet. Det borde ligga i aktörernas intresse att förenkla och tydliggöra konceptet. Vidare måste den tunga kritik som framförs av namnkunniga personer, som går att läsa om i avsnitt *4.1.1 Kritik*, bemötas. Ett klargörande kring vad dessa kritiker avser och vilka exempel de framför måste testas och antingen verifieras eller avfärdas för att konceptet ska verka som ett trovärdigt alternativ till människor i begrepp att bygga hus.

Man behöver också väga in de företag som inte erbjuder passivhus. Det är inte märkligt att de företagen förespråkar konventionella byggnader för sina kunder eftersom de jobbar enligt enkel kapitalistisk princip, att maximera sina vinster. När de möter personer som eventuellt är intresserade av passivhus är det knappast troligt att de blir rekommenderade att uppföra ett sådant om det inte finns i sortimentet. Det är snarare troligt att dessa kunder får höra att passivhus är något dåligt och osäkert.

Det som kan få företag att satsa på passivhus är förmodligen skärpta lagkrav kring energianvändning. Eller hot om densamma. Trivselhus anger att de har satsat på passivhus för att skaffa erfarenhet och kunskap kring konceptet med avseende på eventuella framtida skärpningar i BBR. Det är en förutseende bedömning som dessutom kan ge dem fördelar genom att framstå som ”moderna” och i framkant vad gäller miljötänk.

Den dyra investeringen som ett husbyggande innebär behöver i de flesta fall finansieras med hjälp av lån. Höga lån är något som människor kan tänkas undvika så långt det är möjligt. Att låna 400 000 kronor extra kan vara en stor privatekonomisk belastning, medan en återkommande energiräkning är en kostnad som de flesta kan betala utan att ta nya lån. Löpande kostnader kan te sig mindre synliga än ett stort engångsutlägg. Det verkar saknas ett långsiktigt tänkande kring boende och ekonomi. Men det är samtidigt förståeligt att det är svårt att be någon investera i något som kanske inte betalar sig förrän långt in i framtiden. Även här krävs det klarhet, information och långsiktig tänkande kring passivhus för att övertyga nybyggare om att det inte är en övergående fluga och att den extra kvalitén som investeras kan fås igen vid eventuell försäljning.

Komplexiteten kring teknik gällande passivhus har varit en återkommande anledning till varför nybyggare har valt bort konceptet. Det mest komplicerade är FTX-systemet som ser till att luften är fräsch och ren och vädrar bort gammal fuktig luft som skulle kunna innebära mögelrisk. Det är ett lättskött system som inte kräver några speciella kunskaper att sköta om. Det som skiljer FTX-system från ett frånluftssystem är en extra kanal till tilluften och en värmeväxlare. Då man behöver rensa

kanalerna även i ett frånluftssystem bör det inte vara mer betungande att även rensa några tilluftskanaler på samma gång. Vad gäller värmeväxlaren så behöver man byta filter 1-2 gånger per år, men detta är ingen komplicerad operation utan något som tillverkarna har utformat så det kan ske på ett enkelt sätt. Huvudorsaken till att komplexiteten är en sådan avskräckande faktor går att spåra till den allmänna okunskapen i diskussionen om passivhus.

Det finns i stort sett inga arkitektoniska begränsningar, men däremot finns det vissa aspekter att tänka på som förenklar. Till exempel kan ett stort takutsprång eller en balkong som skuggar fönstren på sommaren minska behovet av markiser. Det rekommenderas även att långsidan är positionerad mot söder för att maximera arean som är exponeras mot solen. Utformningen av passivhus är inte något som företagen med passivhus ser som ett problem, det verkar alltid gå att ordna en godtagbar lösning så att alla blir nöjda. Innan fönstren var så bra som de är idag fanns det begränsningar om antal och area eftersom de utgör en köldbrygga. Men numera är fönstren så pass bra att flera och stora fönster inte är något problem. I fråga om planlösningar märks en skepsis hos företag utan passivhus likväl som hos nybyggare, men även i denna fråga saknas det i stort sett begränsningar. Man kan ha öppen planlösning såväl som sluten med många avskilda ytor. Det går också kombinera de två, ha flera våningar och variera planlösningen mellan dessa.

8 Slutsats

Syftet med undersökningen är att undersöka varför inte nybyggare i större grad väljer att bygga passivhus.

- Vilka faktorer påverkar byggandet av passivhus som småhus?
 - Finns det motstånd mot passivhus bland byggföretagen av kataloghus och vad kan den iså fall bero på?
 - Vilka möjligheter/farhågor märks bland nybyggare och företag kring passivhus?

Vald metod tar hänsyn till både de som står för utbud (husbyggföretagen) och de som står för efterfrågan (kunderna). Studien ger en bild av hur företag, oavsett om de erbjuder passivhus eller inte, resonerar kring passivhuskonceptet och energifrågor.

Resultatet visar att faktorer som påverkar byggandet av passivhus är:

- Passivhus omges av flertal myter om bland annat ekonomi, utformning, planlösning och byggt teknik.
- Det krävs stort engagemang i dagsläget för att bygga ett passivhus i fråga om att finna relevant och trovärdig information.
- En allmän misstro mot passivhus beror på bland annat att det finns två definitioner av passivhus, allmän begreppsförvirring kring lågenergihus och detta i kombination med allmän misstro mot nya byggt tekniker.
- Den ekonomiska faktorn är det som spelar in mest när nybyggare väljer hus och då framstår inte passivhus i positiv dager eftersom det är svårt att göra en exakt kalkyl.

Vidare visar resultatet:

- Det finns visst motstånd från företag som inte erbjuder passivhus, dels på grund av ovanstående faktorer, och dels på grund av att det inte finns någon anledning att presentera ett alternativ som företaget inte kan erbjuda.
- Nybyggare ser få möjligheter med passivhus, medan företag som erbjuder passivhus tror att byggandet av konceptet kommer ökas i framtiden. Framst på grund av ökande myndighetskrav angående energianvändning, bra inneklimatet och god byggkvalité.

8.1 Perspektivering

Våra resultat kan användas av byggbranschen i helhet, men främst av de företag som erbjuder passivhus. Studien erbjuder en kunskap kring hur dessa företag kan rikta sin marknadsföring, skapa intresse och bemöta invändningar. Men även för företag som inte erbjuder passivhus i dag (2013) finns

det material som kan visa dem hur och på vilket sätt de ska arbeta med energieffektivisering i framtiden. Även för husspekulanter finns det information i studien som belyser hur passivhuset är tänkt att fungera och vad och på vilket sätt de kan vara ett alternativ. En sista intressent för studiens resultat kan tänkas vara de miljöorienterade intresseorganisationer och/eller forskningsgrupper som söker kunskap om livsstil och konsumtionsvanor som i slutändan påverkar vår miljö.

9 Förslag på vidareforskning

Följande förslag på vidareforskning föreslås:

- En undersökning liknandes denna vore intressant att göra längre fram i tiden för att se om nybyggarnas intresse har ökat respektive minskat.
- En större undersökning med fler respondenter vore relevant för att skapa uppgifter med ännu bättre tillförlitlighet. Samt att bredda fokus till flera länder och därigenom kunna göra jämförande studier av intresse, marknad, och förhållanden gällande passivhusbyggen.
- En studie om den ekonomiska biten om passivhus utifrån ”worst case scenario” och ”best case scenario” det vill säga passivhusens förutsättningar i olika nationalekonomiska scenarion.
- En undersökning om hur passivhusägare som bor i hus enligt FEBY och passivhusägare som bor i hus enligt internationella krav upplever sitt boende.
- Göra en översikt över husbyggarföretagen i Sverige och hur dessa upplever och jobbar efter skärpta energikrav.
- Undersöka hur kommunens roll kan påverka byggnationen av energieffektiva hus. Dels som byggherre och dels hur de har möjlighet att ställa krav på energianvändning och uppvärmningssätt.
- Andra frågor som kan utforskas är faktorer som studien inte behandlar. Till exempel kan det finnas psykologiska faktorer som påverkar hur människor ser på innovationer. Eller hur fördomar kan påverka människor från att ta till synes rationella beslut.

Referenslista

Tryck

Andersson, Anna & Fridén, Anna (2008). *Klimatet - en ödesfråga?* 1. uppl. Stockholm: Natur & kultur

Andersson, Göran (2001). *Kalkyler som beslutsunderlag* (utgåva 5:e uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Andrén, Lars & Tirén, Lars M-G (2010). *Passivhus: en handbok om energieffektivt byggande*. Stockholm: Svensk Byggtjänst

Boverket (2012). *Regelsamling för funktionskontroll av ventilationssystem, OVK*. [Elektronisk] Lenanders Grafiska AB. Upplaga 3. S.13 Tillgänglig på internet: <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2012/Regelsamling-for-funktionskontroll-av-ventilationssystem-OVK.pdf> [2013-04-10]

Boverkets byggkostnadsforum (2007), *Bostäder och nya ljudkrav*. [Elektronisk] Tillgänglig på internet: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/Bostader_och_nya_ljudkrav.pdf [2013-04-10]

Brunklaus B, Thormark C, Baumann H, (2008), Passivhus och konventionella hus – en miljöjämförelse, *Bygg & Teknik*, Vol.5, ss. 29-30.

Dahlblom Mats & Warfvinge Catarina (2010), *Projektering av VVS-installationer*. Kristianstad boktryckeri AB, Sweden 2010. Upplaga 1:1

Energimyndigheten (2010). *Uppdrag 13: Nationell strategi för lågenergibygnader*. ER 2010:39. [Elektronisk]. Tillgänglig på internet: <http://www.energimyndigheten.se/PageFiles/17865/Nationell%20strategi%20f%C3%B6r%20l%C3%A5genergibygnader.pdf> [2013-04-09]

Energimyndigheten (2012). *Energiläget 2012*. [Elektronisk]. Tillgänglig på internet: <https://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Energil%C3%A4get/Energil%C3%A4get%20i%20siffror%202012.pdf> [2013-04-09]

Entman, R. (1993). "Framing towards Clarification of a Fractured Paradigm", *Journal of Communication*. Vol. 43. Nr 4. s. 51-58

Esaiasson, Peter (2009). *Metodpraktikan: konsten att studera samhälle, individ och marknad*. 3., [rev.] uppl. Stockholm: Norstedts juridik

Esaiasson, Peter (2012). *Metodpraktikan: konsten att studera samhälle, individ och marknad*. 4., [rev.] uppl. Stockholm: Norstedts juridik

Eurostat. (2012). *Energy, transport and environment indicators*. [Elektronisk]. European union: Belgium. Tillgänglig på Internet: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-12-001/EN/KS-DK-12-001-EN.PDF [2013-04-10]

Forum för energieffektiva byggnader [FEBY] (2009a). *Kravspecifikation för passivhus*. Forum för energieffektiva byggnader (FEBY). [Elektronisk]. Tillgänglig på internet: http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/kravspecifikation_feby12_-_bostader_sept.pdf [2013-04-10]

Forum för energieffektiva byggnader [FEBY] (2009b). Kriteriejämförelse av passivhus enligt PHI och FEBY. Forum för energieffektivt byggande (FEBY). [Elektronisk]. Tillgänglig på internet: http://www.passivhus.nu/download/18.764bd915124e8f2573d80004468/1259054463073/A1731+Kriteriej%C3%A4mf%C3%B6relse+PHI+och+FEBY_23+Nov+2009.pdf [2013-04-10]

Forum för energieffektiva byggnader [FEBY] (2009c). *Mätning och verifiering - Underlag till kriteriedokument för Passivhus och Minienergihus.*[elektronisk]Forum för energieffektiva byggnader (FEBY). [Elektronisk]. Tillgänglig på internet: http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/matning_och_verifiering_-_underlag_till_febys_kravspecifikation_2009_1.pdf [2013-04-10]

Forum för energieffektiva byggnader [FEBY] (2012), *Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus.* Sveriges centrum för nollenergihus.[Elektronisk]. Tillgänglig på internet: http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/kravspecifikation_febyl2_-_bostader_sept.pdf [2013-04-13]

Gross, Holger (2010). *Energismarta småhus: vägledning och råd till byggherrar, arkitekter och ingenjörer. 2., rev. utg.* Stockholm: Gross Produktion

Harrysson C,(2012), Passivhus – Samhällsnytta och boendekvalité?, *Bygg & Teknik*, Vol.2 ss. 24-26.[Elektronisk].Tillgänglig på internet: (<http://issuu.com/byggteknikforlaget/docs/2-12>) [2013-04-2]

International Passive House Association. (2010). *Active for more comfort: The passive House. Information for property developers, contractors and client.* [Elektronisk]. Broschyr. Darmstadt: Rohland & more mediengesellschaft mbH. ss. 16-17.

Regelsamling för byggande (2012(a), BBR 2012 [elektronisk]. 1. uppl. (2011). Karlskrona: Boverket. Tillgänglig på Internet: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/Regelsamling_f%C3%B6r_byggande-BBR.pdf [2013-04-11]

Regelsamling för byggande (2012(b), BBR: BBR 18, BFS 2011:6. (2011). [elektronisk] Karlskrona: Boverket. Tillgänglig på internet: <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BFS-2011-6-BBR-18.pdf>[2013-04-11]

Regelsamling för byggande (2012(c), BBR 2008 [Elektronisk resurs]. 1. uppl. (2008). Karlskrona: Boverket
Tillgänglig på
Internet: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/BBR_15/BBR_regelsamling_f%C3%B6r_byggande_BBR_2008_NY%20hela.pdf[2013-04-11]

Regelsamling för byggande (2012(d) [Elektronisk resurs]: boverkets byggregler, BBR: BFS 1993:57 med ändringar till och med 2006:12. 1:a uppl. (2006). Karlskrona: Boverket. Tillgänglig på Internet: http://www.boverket.se/Global/Bygga_o_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/aldre-byggregler/BBR/regelsamling_f%C3%B6r_byggande_bbr2006_maj_2007.pdf[2013-04-11]

Sikander E, Ruud S, Fyhr K, Svensson O. (2011). *Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen – inomhusmiljö, beständighet och brukarvänlighet.* Borås: SP (SP-rapport 2011:26).

Statistiska Centralbyrån. (2011). *Bostads och byggnadsstatistik*. Hämtad 25 februari från: http://www.scb.se/statistik/publikationer/BO0801_2012A01_BR_BO01BR1201.pdf [2013-03-12]

Svensson E. (2012). *Passivhusläget i Sverige 2012 – en sammanställning kring byggandet av passivhus i Sverige*. Tillgänglig på internet: http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/passivhuslaget_i_sverige_2012.pdf [2013-04-25]

Söderberg, Jan (2011). *Att upphandla byggprojekt*. 6., [rev.] uppl. Lund: Studentlitteratur

Teorell, Jan & Svensson, Torsten (2007). *Att fråga och att svara: samhällsvetenskaplig metod*. 1. uppl. Stockholm: Liber

Internetkällor:

Referenser för webbsidor skrivs enligt följande grundmodell: Upphovsman (datum för senaste uppdatering). *Titel*. URL [Datum för åtkomst].

Boverket (2013-03-11), *De flesta är nöjda med ventilationssystem med värmeåtervinning*. <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygga-andra-och-underhalla/Obligatorisk-ventiationskontroll/De-flesta-ar-nojda-med-ventilationssystem-med-varmeatervinning/> [2013-05-06]

Energimyndigheten (2013). (2013-02-21). *Mål rörande energianvändning i Sverige och EU*. <http://energimyndigheten.se/sv/Offentlig-sektor/Tillsynsvagledning/Mal-rorande-energianvandning-i-Sverige-och-EU/> [2013-02-13]

Energimyndigheten (a) (2011-06-08), *Så här tycker husägarna om deras FTX-aggregat*. <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Sa-har-tycker-husagare-om-sina-FTX-aggregat/> [2013-04-16]

Energimyndigheten (b) (2011-06-08), *Från- och tilluftsventilation med återvinning (FTX-system)*. <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/> [2013-04-02]

Fiskarhedenvillan (2012), *Björken – passivhus*, Fiskarhedenvillan AB. http://www.fiskarhedenvillan.se/vara_hus/Passivhus/Huset-Bjorken/ [2013-04-14]

IG PH intressegruppen Passivhus. *Fördelar med Passivhus*. <http://igpassivhus.se/passivhuset/fordelar/> [2013-04-12]

Isover Saint-Gobain (2011-10-26). *Värme och isolering, hur funkar det egentligen?* <http://www.isover.se/till%C3%A4ggsisolering/hur+funkar+det-c7-> [2013-04-16]

Isover Saint-Gobain (2011-10-26). *Isolering av varma rör*. <http://www.isover.se/installationer/r%C3%B6rledningar/isolering+av+varma+r%C3%B6r> [2013-04-10]

Löfsjögård, M. (2012-10-19). *Värmetrög betong bidrar till energieffektiva byggnader*". Byggvärlden 2012. <http://www.byggvarlden.se/gastbloggen/2012-10-19/varmetrog-betong-bidrar-till-energieffektiva-byggnader> [2013-05-08]

Passivhuscentrum. (2012-11-27). *Det här är ett passivhus*. <http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhus/det-har-ar-ett-passivhus>[2013-04-13]

Passivhuscentrum (b), (2012-05-07). *Frågor och svar*. <http://www.passivhuscentrum.se/node/4969>. [2013-04-01]

Passive House Institute(2012). *Passive House requirements. Passive House Institute: The Independent Institute for outstanding energy efficiency in buildings*. http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm. [2013-04-09]

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. (2012-05-29).*Allmänt om fukt. Kontaktperson: Ingemar Samuelson*. <http://www.sp.se/sv/index/services/moist/general/Sidor/default.aspx>[2013-04-21]

Sveriges Byggindustrier. (2012). *Byggsektorns energifrågor*. Sveriges byggindustrier. Tillgänglig på internet: http://www.bygg.org/verksamhet/energi_147[2013-02-13]

Bilaga 1

Frågor till företag som erbjuder passivhus

- Varför erbjuder ni passivhus?
- Har efterfrågan ökat eller minskat?
- Märker någon skillnad från vilken region beställarna kommer ifrån?
- Vilka är de främsta fördelarna med passivhus som ni kommunicerar med kunder?
- Vilka nackdelar kommunicerar ni?
- Upplever ni att konkurrensen för passivhus från andra företag ökar eller minskar?
- Varför tror ni att det inte är mer populärt att bygga passivhus idag?
- Hur marknadsför ni era passivhus?

Frågor till företag som inte erbjuder passivhus

- Varför har ni inga passivhus i ert sortiment?
- Märker ni av från era kunder om efterfrågan på passivhus ökar eller minskar?
- Planerar ni att erbjuda ett passivhusalternativ?
- Vad tror du om framtiden för passivhuskonceptet?
- Hur planerar ni att bemöta ökande krav på energihushållning?

Frågor till nybyggare

- Du har fått bygglov, ska du bygga småhus/Villa?
- Vet du vad passivhus är?
- Har du ritat eget hus eller ska du beställa från småhustillverkare?
- Har du funderat på alternativet passivhus?
- När du har sökt efter hus att bygga, har du ofta stött på passivhus?
- Har någon hustillverkare/byggfirma försökt få dig att bygga passivhus?

Bilaga 2

Här redogörs olika fysikaliska fenomen med fokus på värmeöverföring som kan vara relevant att känna till för läsaren.

Hur passivhus byggs upp

Grundteorin bakom passivhustekniken är att minimera behovet av tillförd energi. Detta sker bland annat genom att inget externt uppvärmningssystem används. Behovet tillfredställs genom människors närvaro i samspel med elektriska installationer i bostaden. Specifika krav gällande husets tekniska uppbyggnad skall tillfredsställas för att huset skall klassas som ett passivhus. Dessa krav är åtskilda beroende på aktuell Passivhusdefinition, FEBY (Forum för energieffektiva byggnader) och PHI (Passiv House Institute). I detta avseende skall det sjunkande uppvärmningsbehovet generera i mindre energianvändning och därmed bli billigare att bo i.

För att upprätthålla den tekniska uppbyggnaden måste hänsyn tas till en rad av fysikaliska fenomen. Dessa bör beaktas för att passivhuset ska fungera korrekt då dessa är av avgörande betydelse för husets tekniska uppbyggnad. (Passive House Institute, 2012)

Generellt åtskiljer man olika möjligheter med vilket värmeöverföring kan ske. Den generella termen för värmeöverföring benämns som naturens vilja att utjämna temperaturdifferenser mellan två material (Isover, 2011). Dessa sammanfattas i värmeledning, konvektion och strålning. Översiktligt beror värmeledningen på materialets förmåga att transportera värme på molekylnivå (materialets värmeledningsförmåga betecknas med grekiska bokstaven lambda, λ .) Ett högt lambda-värde innebär god ledningsförmåga). Konvektionen innebär värmeutbyta mellan två olika medier som kommer i kontakt med varandra. Man brukar prata om två olika konvektionsdefinitioner; Påtvingad (exempelvis lufttrycksberoende värmeöverföring) och naturlig konvektion (varm luft har lägre densitet och stiger därmed). Strålningen kräver inget medium utan värmeutbytet sker genom elektromagnetiska vågor genom atomernas rörelse. Med avseende på det fysikaliska samspelet mellan dessa värmeöverföringsmetoder bör en förståelse för följande fysikaliska fenomen föreligga för att passivhusteorin ska fungera i praktiken. (Andrén & Tirén 2010 s.46)

Värmeöverföring

Transmissionsförluster, det vill säga värmeförluster genom väggar, dörrar, fönster, golv och tak, regleras av husets värmemotstånd. Transmission är ett samlingsbegrepp på värmeöverföring genom värmeledning, strålning och konvektion. Med värmemotstånd menas husets förmåga att behålla värmen kvar i huset. Att det finns en korrelation mellan värmemotståndet och mängden isolering är axiomatisk. Vidare förses passivhus därför med mer isolering än ett konventionellt hus. Eftersom att transmission beror på husets täthet behandlas även köldbryggor under samma område. En köldbrygga kännetecknas av en otäthet i klimatskalet som får varm luft att tränga sig ut respektive kall luft att transporteras in i bostaden. En köldbrygga kan exempelvis vara en klimatskalsbrytande installation

med annan isoleringsförmåga. Det värmebehov som en bostad behöver står i direkt korrelation till bostadens värmeförluster. (Andrén & Tirén 2010 s. 49)

Genom en kombination av ett tjockt isoleringsskikt tillsammans med tätt omslutande ång- och fuktspärrar kan man effektivt förhindra transmissionerna från samtliga tre värmeöverföringssätt.

Strålning

Alla material och föremål över absoluta nollpunkten avger värmetrålning. Värmetrålning kan både få positiva och negativa konsekvenser. Ur uppvärmningssynpunkt bidrar solinstrålningen till ett mindre uppvärmningsbehov. Å andra sidan kan solinstrålningen bidra till ett för varmt inneklimat sommartid. Det varma inneklimatet resulterar i ett kylningsbehov som innebär en energi- och kostnadmässig investering.

Ur energisynpunkt spelar fönsterplaceringen ingen större roll, det vill säga, om det finns fönster åt söder och norr. Däremot måste hänsyn tas till stora ljusinsläpp sommartid vilket kan föranleda till för hög temperatur inomhus. Byggnaden kan därmed behöva ett effektivt avskärmningssystem. (Passivhuscentrum 2012b). Avskärmningen kan hanteras effektiv genom att exempelvis låta taksprången sticka ut en bit från huskroppen alternativt utnyttja balkonger som avskärmare (Andrén & Tirén 2010 s. 73).

Fönster är i regel en avgörande faktor till husets transmissionsförluster och kan ses som en bov i det avseendet. Det är med andra ord viktigt att välja energieffektiva fönster med lågt U-värde för att minimera förlusterna. Enligt FEBY:s krav får Värmegenomgångskoefficienten (U-värde) inte överstiga 0,8W/m²K. (FEBY, 2012)

Konvektion

Ånghalten (mängden vatten i luften) är generellt högre inomhus än utomhus. En utjämning av denna differens sker aktivt i husets konstruktion genom konvektion. Konvektionen styrs av lufttrycksdifferensen ute och inne med vilket otätheter i konstruktionen ger upphov till oönskade luftströmmar. Övertryck inomhus kan ge upphov till att varm, fuktig luft transporteras ut i de kallare delarna i konstruktionen och kondenserar (kallare luft kan innehålla mindre vatten varvid vatten fälls ut om mätnadsgraden överstigs). Denna byggnadstekniska risk kan leda till mögelskador i konstruktionen om förutsättningarna överstämmer. Genom att se till att luften blir stillastående i väggen stoppas värmeströmningen genom omnämnt fenomen. Det är därmed av stor vikt att passivhuskonstruktionen förblir ordentligt tät för att minimera risken för denna typ av problem. (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut)

Generellt får luftläckaget inte överstiga 0,30l/sm² enligt FEBY 2012. (FEBY12, 2012)

Värmeledning

Värmeledningen beror på materialets förmåga att transportera värme inom föremålet (värmeledningsförmåga, W/mK). Isolering med låg värmeledningsförmåga är önskvärt. (Isover, 2011) Det är den stillastående luften i isoleringens hålrum som bidrar till den goda isolerande effekten. Isoleringen kan delas in i två olika typer (diffusionstäta och diffusionsöppna). Till den diffusionstäta gruppen hör material som expanderad polyestercellplast, extruderad polystyrenplast och cellglas medan material som mineralull och glasull hör till den diffusionsöppna gruppen. Den förstnämnda används framförallt i grundkonstruktioner. (Andrén & Tirén 2010, s.71)

Isoleringen har, genom sin mångfiberuppbyggnad, förmåga att förhindra värmestrålning från väggens varma till kalla sida (Isover, 2011).

Uppvärmning (hushållsel, sol & människor)

Uppvärmningen skall tillgodoses genom närvaro från människor, hushållsel (belysning, datorer mm) samt uppvärmning från solinstrålning (värmestrålning, vilket omnämns tidigare), i så stor utsträckning som möjligt. I passivhusen minimeras uppvärmningskostnaderna genom smarta uppvärmningssystem i form av solinstrålning och effektiva värmeåtervinningssystem. Den värme som alstras från människor och installationer kallas spillvärme. Människor avger generellt mellan 80-100 W/h & person (Andrén & Tirén 2010, s. 45).

Exempel på externa system för kompletterande uppvärmning kan vara fjärrvärme, värmepumpar, solvärme (solceller & solfångare) mm som värmer upp vattenburna system eller ventilationssystem.

Exempel:

Det första passivhuset i Darmstadt i Tyskland, med en yta på 20m², har påvisats ha ett värmebehov i storlek med två stycken 75W lampor. (rådande förhållande; utomhustemperatur på -14C och inomhustemperatur på +20C). (IG PH Intressegruppen passivhus)

Den tillförda energin till elanvändningen kan delas upp i tre olika områden. Verksamhetselen avser el till verksamheten, det vill säga, el till belysning, datorer och spis med mera. Fastighetselen beträffar den mängd el som behövs för att driva huset på det vis som det avsetts. Inom detta område behandlas fläktar, hissar med mera. Hushållselen avser el till hushållsmaskiner så som spis, kyl, disk med mera (Andrén & Tirén 2010, s.48)

Bilaga 3

Notera att FEBYS krav är anpassade för klimatzoner precis som BBR.

Jämförelsetabell mellan PHI och FEBY.

	FEBY 2012	PHI/PHPP
Effektkrav värme	Värmeförlusttal vid DVUT	$\leq 10 \text{ W/m}^2$ eller energikravet uppfyllt
Effektkrav småhus	Värmeförlustal vid DVUT	$\leq 10 \text{ W/m}^2$ eller energikravet uppfyllt
Klimatkyla	-	$\leq 15 \text{ W/m}^2$
Energikrav värme	-	15 kWh/m ² eller effektkravet uppfyllt
Beräkningsmetod	Öppen redovisad	PHPP-programmet
Luftflöde	$\geq 0.35 \text{ l/s, m}^2$	0.3-0.4 oms/h
Täthet	0.3 l/s, m ²	0.6 oms/h
Spillvärme värmeber.	Verklig enligt behov	2.8 W/m ²
U-värde fönster	0,8 W/K, m ²	0,8 W/K, m ²
U-medelvärde	-	0.15 W/K, m ²
Värmeåtervinning	$\leq 70\%$ Börvärde	$\leq 75\%$ Skallkrav
Varmvatten	Enligt energiberäkning	Sol/värmepump
Innetemp vid värmeberäkning	21°C	20°C
Max tilluftstemperatur	52°C	52°C