

Framtida småhus

- En jämförelse av tekniska lösningar för att uppnå
låg energianvändning



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Arkitektur och byggd miljö

Examensarbete:
Per Österlin
Henrik Ahrén

© Copyright Per Österlin, Henrik Ahrén

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2013

Sammanfattning

Detta examensarbete syftar till att försöka redogöra hur framtidens småhus i Sverige kommer att se ut samt att göra en nulägesanalys av marknaden. EU har som mål att alla nybyggda hus som byggs efter år 2020 ska vara näronnenergihus. Av denna anledning valde vi att skriva examensarbete kring framtidens småhus, då det råder en stor ovisshet angående vad ett näronnenergihus kommer att innebära.

Följande frågeställningar presenteras i rapporten:

- *Vart är marknaden på väg?*
- *Finns det några tydliga trender/metoder?*
- *Finns det några luckor i dagens teknik som behöver åtgärdas innan direktivet träder i kraft?*
- *Vilka är de eventuella problemen med energieffektivisering?*

Metoder vi använder oss utav är både kvantitativa och kvalitativa. En teoretisk referensram ges för att presentera existerande krav på småhus. Resultat och diskussion utgör huvuddelen av uppsatsen, där resultat från intervjuer baserade på 13 företag presenteras och analyseras. Avslutningsvis presenteras de slutsatser som har bestämts från frågeställningen:

Marknaden bygger efter BBR:s krav och uppfyller dessa med marginal, ca 70 % gällande energianvändning, men med energilösningar som motiveras av en balans mellan investerings- och driftkostnader. Problemen med energieffektivt byggande är teknik- och kostnadsorienterade, där bristande praktiska kunskaper identifieras. Potentialen och tekniken finns till att göra framtidens småhus energieffektiva, där vi upplever att 50 % av BBR:s krav är uppnåbart. För att detta skall bli praxis i byggnadsbranschen måste det främst bli ekonomiskt försvarbart för kunden där incitament måste skapas.

Titel: Framtida småhus
- En jämförelse av tekniska lösningar för att uppnå låg energianvändning

Författare: Henrik Ahrén & Per Österlin
Studenter vid
Lunds Tekniska Högskola Campus Helsingborg
Lunds Universitet

Handledare: Åke Blomsterberg
Universitetslektor

Institutionen för Arkitektur och Byggd Miljö
Energi och ByggnadsDesign
Lunds Tekniska Högskola

Examinator: Maria Wall
Universitetslektor
Avdelningsföreståndare
Institutionen för Arkitektur och Byggd Miljö
Energi och ByggnadsDesign
Lunds Tekniska Högskola

Uppdragsgivare: Frawsen Gari
Gari EcoPower AB

Nyckelord: Energianvändning, passivhus, framtiden, småhus,
klimatskal, uppvärmning, ventilation, NNE, krav,
kostnad, lufttäthet.

Abstract

This Bachelor thesis is intended to deduce how future single family homes in Sweden will be constructed in the near future as well as an analysis of today's market. The EU has the goal that by the year 2020 all newly constructed buildings should be "near zero energy houses". This is the primary reason for the choice of topic as well as the uncertainty that surrounds what a near zero energy house implies.

An introduction is given to explain and underline the implications of the relevant EU directive as well as a presentation of independent opinions on whether the directive is achievable or not. Our problem statements are as follows:

- *In which direction is the market headed?*
- *Are there any obvious trends/methods that are used?*
- *Do any gaps in today's technology exist that need to be remedied before the directive is implemented?*
- *What are the potential problems with energy efficient buildings?*

The method we will be using is quantitative as well as qualitative. As a theoretical reference frame existing laws and requirements are presented. Results and discussions form the main body of the thesis, where results from interviews based on 13 companies are presented and analysed. Finally our conclusions are presented which aim to answer our problem statements:

We have found that today's small housing market adhere to today's building regulations with a noticable margin, ca 70 % in terms of energy usage, however energy efficient solutions are a balance between investment and running costs. The problems with energy efficient housing are technical and cost orientated, where an insufficient amount of practical knowledge has been identified. The potential to build energy efficient housing exists today, we believe that an energy consumption that is 50 % of today's regulatory standard is possible in the near future; however, for this to become reality it must first become economically viable for the customer and incentives must be created.

Title: Future Single Family Housing
- An analysis of technical solutions to realise energy efficiency

Authors: Henrik Ahrén & Per Österlin

Students at Lunds Institute of Technoogy Campus
Helsingborg

Tutor: Åke Blomsterberg
Assistant Professor at Lunds University
Institution for Architecture and Build enviroment
Energy and Building Design
Lund Institute of Technology

Examiner: Maria Wall
Assistant Professor at Lunds University
Department Supervisor
Institution for Architecture and Build enviroment
Energy and Building Design
Lund Institute of Technology

Employer: Frawsen Gari
Gari EcoPower AB

Keywords: Energy consumption, Building envelope, Heating and
Ventilation, Requirements, Costs, future, single family
housing.

Förord

Vi valde att skriva om framtidens småhus då vi upplever att det är ett aktuellt ämne samt att vi ville fördjupa vår kunskap i energieffektivitet och hur Sverige tar ställning i denna fråga. Vidare är vi intresserade av att studera på master nivå och specifikt Energy-efficient and Environmental Building Design vid Campus Helsingborg.

Examensarbetet som omfattar 22,5 högskolepoäng har utförts under vårterminen 2013. Processen har varit mycket lärorik och vi upplever att det har givit oss flera nyttiga erfarenheter samt ny kunskap.

Vi skulle först och främst vilja tacka Åke Blomsterberg som har varit vår handledare. Åke har väglett oss genom vårt examensarbete och kommit med viktiga synpunkter. Vidare skulle vi vilja tacka Frawsen Gari från Gari Ecopower som också handlett oss genom uppsatsen och bidragit med sin kunskap inom området energieffektivitet och speciellt sin kännedom inom denna marknad. Till sist skulle vi vilja tacka Kristina Nordfeldt från Miljöbron som hänvisade oss till Frawsen Gari. Kristina har även kontrollerat att uppsatsen har utvecklats under vägens gång.

Slutligen vill vi tacka de 13 företagen som ställde upp på våra intervjuer. Diskussionerna har minst sagt varit intressanta och synpunkterna likaså.

Innehållsförteckning

Definitioner och Begrepp	1
1 Inledning	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Frågeställning	5
1.2.1 Avgränsningar	5
1.3 Syfte	5
1.4 Disposition	5
2 Metod	7
2.1 Perspektiv och angreppsätt	7
2.2 Vetenskapliga metoder och tekniker	7
2.2.1 Ansats – deduktiv och induktiv	7
2.2.2 Metod – kvalitativ och kvantitativ	7
2.2.2.1 <i>Kvantitativ metod</i>	7
2.2.2.2 <i>Kvalitativ metod</i>	7
2.2.3 Val av metod och ansats	8
2.3 Validitet och reliabilitet	8
2.4 Val av teori	8
2.4.1 Byggnadsnormer	8
2.4.2 Tidigare forskning	8
2.5 Resultat	9
2.5.1 Val av empiri	9
2.5.2 Insamling av data	9
2.6 Analys	9
2.6.1 Tillvägagångssätt	9
2.7 Slutsatser	9
2.7.1 Slutsatser	9
2.7.2 Trovärdighet	9
2.8 Metodkritik	9
3 Teoretisk referensram	11
3.1 Boverkets byggnadsregler (BBR)	11
3.2 Passivhuset	11
3.3 Mått på byggnadens energieffektivitet	12
3.3.1 Energianvändning	12
3.3.1.1 <i>BBRs kriterier energianvändning</i>	13
3.3.1.2 <i>Passivhuskriterier energianvändning</i>	14
3.3.1.3 <i>Varmvattenproduktion</i>	14
3.3.2 U-värde	14
3.3.2.1 <i>U_{medel} - värde</i>	14
3.3.2.2 <i>Separata U-värden</i>	14
3.3.2.3 <i>Korrelation U_{medel} och specifik energianvändning</i>	15

3.3.2.4	<i>Köldbryggor</i>	15
3.3.2.5	<i>BBR:s kriterier u-värden</i>	16
3.3.2.6	<i>Passivhuskriterier U-värden</i>	16
3.3.3	Lufttäthet	17
3.3.3.1	<i>BBR:s kriterier lufttäthet</i>	17
3.3.3.2	<i>Passivhuskriterier lufttäthet</i>	17
3.3.4	Materialval och konstruktion	17
3.3.5	Byggnadens geometriska utformning	18
3.3.6	Ventilationssystem	18
3.3.6.1	<i>FTX-system</i>	18
3.3.6.2	<i>Övriga system</i>	19
3.3.7	Värmekällor	19
3.3.7.1	<i>Fjärrvärme</i>	19
3.3.7.2	<i>Elpannor och elpatroner</i>	19
3.3.7.3	<i>Värmepumpar</i>	19
3.3.8	Värmesystem	20
3.3.8.1	<i>Elradiator</i>	20
3.3.8.2	<i>Golvvärme</i>	20
3.3.8.3	<i>Vattenburen radiator</i>	21
3.3.9	Styrsystem.....	21
3.4	Hållbara lösningar	21
3.4.1	Nettodebitering/nettoavräkning	21
4	Resultat och diskussion	22
4.1	Energi	22
4.1.1	Årsenergibehov	22
4.1.2	U_{medel} – värde.....	24
4.1.3	Separata u-värden.....	26
4.1.4	Energiberäkning och energideklaration	27
4.2	Konstruktion och tekniska lösningar	28
4.2.1	Lufttäthet	28
4.2.2	Isoleringsmaterial och tjocklek	29
4.2.3	Särskild utformning.....	30
4.2.4	Ventilations- och uppvärmningssystem samt värmekälla....	31
4.3	Kostnader	32
4.3.1	Vägg tjocklek	32
4.3.2	Teknik och installationer	33
4.3.3	Produktion	34
4.4	Risker	34
4.4.1	Inomhuskomfort.....	34
4.4.2	Arbetsmetodik	35
4.4.3	Fuktproblem och konstruktionsfel.....	36
4.5	Kostnadseffektivitet	38
4.5.1	Ett exempel ur ett ekonomiskt perspektiv	40

4.5.2 Ytterligare ett exempel ur ett ekonomiskt perspektiv	42
4.6 Framtidsutsikter	43
5 Slutsatser.....	46
5.1 Dagens småhus	46
5.1.1 Energieffektivitet	47
5.1.2 Byggnadsteknik och utformning.....	47
5.1.3 Installationsteknik.....	48
5.2 Upplevda problem	48
5.2.1 Teknik	49
5.2.2 Kostnader.....	49
5.3 Framtidens småhus.....	50
5.4 Rapportens styrkor och svagheter.....	52
5.5 Förslag på fortsatt forskning.....	53
6 Referenser	54
6.1 Litteratur.....	54
6.2 Elektroniska källor.....	54
6.3 Intervjuer	56
7 Bilagor.....	58
7.1 Bilaga 1.....	58

Definitioner och Begrepp

Hämtat från Boverkets Byggregler (Boverket, 2011).

A_{om}	Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft (m^2). Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen.
A_{temp}	Arean av samtliga ytor, inklusive trapphus och övriga utrymmen, som skall värmas till minst $10^{\circ}C$ innanför en byggnads yttre skal.
Klimatskärm	Klimatskärmen utgörs av byggnadens omslutande byggnadsdelar mot uppvärmd inneluft dvs. väggar, golv, tak, fönster, dörrar etc som begränsar uppvärmda delar av bostäder och lokaler mot mark, uteluft eller ouppvärt utrymme.
Klimatzon I	Norrbottnens, Västerbottnens och Jämtlands län.
Klimatzon II	Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län.
Klimatzon III	Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län.
Köldbrygga	En mindre del av en konstruktion som håller sämre isolerstandard än huvuddelen av konstruktionen. Innebär lokalt högre värmefflöde och ger ändring av temperaturfördelningen i skiktet.

Lufttäthet	Byggnadens täthet (provtryckning vid plus/minus 50 Pa).
Separata U-värden	Beskriver ett materialskikts värmeövergångskoefficient. Beräknas genom att dividera skiktets tjocklek med dess värmekonduktivitet. Anges i ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)
Specifik energianvändning	Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i ($\text{kWh}/A_{\text{Temp}} \text{år}$). Hushållsel inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.
U-medelvärde	Klimatskärmens genomsnittliga värmeisoleringsförmåga för byggnadsdelar och köldbryggor. Anges i ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$).
Värmeledningsförmåga R	Materialkonstant som anger hur bra värmeledare ett material är. Anges i (W/mK).

1 Inledning

1.1 Bakgrund

2010 publicerade Europaparlamentet direktivet 2010/31/EU som behandlar byggnaders energiprestanda. Direktivet framför krav på att alla bostäder som byggs efter år 2020 skall vara s.k. Nära-nollenergihus. Definitionerna vad ett sådant hus är låter EU varje enskilt medlemsland avgöra (Europaparlamentet och rådets direktiv 2010/31/EU).

Direktivet har väckt en diskussion huruvida Sverige kommer vara i stånd med att producera dessa typer av byggnader på en nationell skala och vad direktivet kommer innebära i praktiken.

Intressenter har delade meningar i frågan. Nikolaj Tolstoy, enhetschef på avdelningen för bygg- och förvaltning på Boverket, menar att Sverige redan idag klarar av att bygga dessa typer av bostäder och dessutom ligger i framkant i utvecklingen. Vidare hävdar Tolstoy att direktivet främst är riktat för länder där uppvärmningen fortfarande sker med fossila bränslen, som medverkar till klimatförändringen. I Sverige sker uppvärmningen huvudsakligen med fjärrvärme, som framförallt skapas med bibränslen (Köhler, 2010). Parallellt påpekas att direktivet bör bidra till mycket lägre energinivåer. Exempelvis pådriver intresseorganisationen Passivhuscentrum ett införande av Passivhus som byggnorm innan år 2020 (Köhler, 2010).

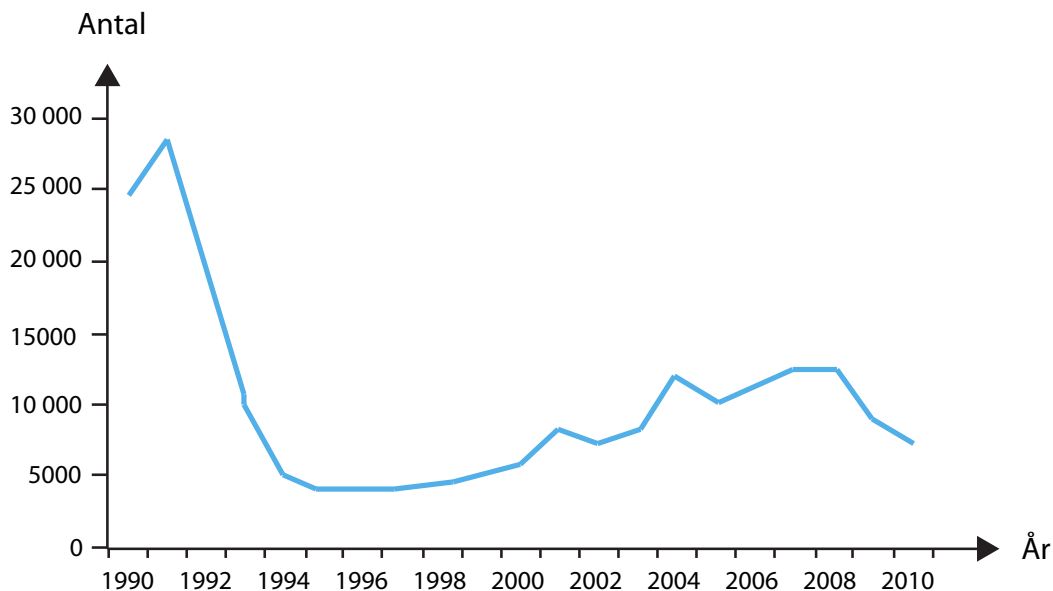
Regeringen har utarbetat en skrivelse baserad på bl.a. underlag från Energimyndigheten, där NNE-byggnader idag i princip definieras som byggnader som uppfyller dagens energikrav i BBR. Skärpningar planerar man genomföra successivt, med en kontrollstation år 2015. Ett antal främjandeåtgärder för att underlätta genomförandet av kraven på NNE-byggnader förelås, t.ex. fler demonstrationsprojekt och kompetenshöjande insatser för nyckelgrupper. Det är ännu inte klart när främjandeåtgärderna kommer att genomföras samt omfattningen av dessa. (Regeringens skrivelse 2011/12:131)

EU-parlamentarikern Carl Schlyter (MP) säger i en intervju med VVS-Forum ”Sverige kommer aldrig att lyckas nå EU-kravet på nära-nollenergihus till år 2020 med regeringens lamma inställning. Energitkraven för nära-nollenergihus måste skärpas radikalt” (Fath, 2013).

I dag är många hustillverkare inriktade på framställning av energisnåla hus, samtidigt bygger flertalet småleverantörer fortfarande efter BBR:s normer och krav. Då direktivet är vagt definierat skapas stor ovisshet på marknaden, få tycks veta hur byggindustrin kommer att se ut 2020 med avseende på

energiförbrukningen. Samtidigt är produktionen av småhus rekordlåg, vilket diagrammet nedan visar.

Figur 1.1: Antal nybyggda småhus i Sverige (SCB, 2011).



I januari 2011 kom en rapport gällande lågenergihus beståndet i Sverige. Under 2000-talet har byggandet av lågenergibyggnader varit långsam men det senaste två åren har marknaden tagit fart. Utav lågenergibeståndet som finns idag är över 60 % byggt under de senaste två åren. Gällande småhus är det fortfarande en liten del av nybyggandet som byggs enligt lågenergistandard, ca 1 % (Filipsson et al. 2011).

Tabell 1.1: Antal nybyggda samt ombyggda lågenergibyggnader i Sverige (Filipsson et al. 2011).

Byggår	Antal byggda LEB hus	Antal ombyggda hus till LEB
2005	1	
2006-2007	7	
2008-2009	27	1
2010-2011	63	

Omfattande forskning har gjorts inom området, men det saknas sådan gällande småhus. Därför väcktes intresset att utföra denna studie.

1.2 Frågeställning

Vi har funnit att det råder stor ovisshet angående den praxis som skall komma att användas i byggnadsbranschen efter år 2020. Intressenter är dock ense om att byggstandarden idag inte kommer vara densamma när direktivet träder i kraft och den stora frågan är till vilken grad byggstandarden kan komma att förändras?

Det är svårt att uppskatta om Sverige kommer att uppnå direktivet, men att analysera marknaden i nuläget ger en djupare förståelse kring vilken riktning utvecklingen är på väg. Med syfte att få klarhet kring huruvida Sverige kommer att kunna uppnå EU-direktivet ska en nuläges- och framtidsanalys av marknaden utföras.

Frågeställningar som studien skall besvara:

- *Vart är marknaden på väg?*
- *Finns det några tydliga trender/metoder?*
- *Finns det några luckor i dagens teknik som behöver åtgärdas innan direktivet träder i kraft?*
- *Vilka är de eventuella problemen med energieffektivisering?*

1.2.1 Avgränsningar

Frågeställningen avgränsas till småhusleverantörer i Sverige. Studien tar inte hänsyn till energiåtgång i byggnadsprocessen, t.ex. transporter etc. Inte heller till materialval med avseende på miljö vid husrivning (byggmaterial som miljöfarligt avfall).

1.3 Syfte

Syftet med rapporten är att få inblick i var marknaden befinner sig idag samt att försöka redogöra vart den är på väg. Dessutom undersöka vilka eventuella problem som finns i utvecklingen av energieffektiva småhus. Utifrån resultatet önskas även ett typexempel på ett framtida småhus.

1.4 Disposition

- **Kapitel 1 – inledning**
Kapitel 1 beskriver rapportens bakgrund och syfte. Läsaren blir introducerad till det underlag som ligger till grund för problemframställningen och vad syftet med rapporten är.
- **Kapitel 2 – metod**

Kapitel två beskriver rapportens uppbyggnad och tillvägagångssättet som används för att uppnå den frågeställning som angetts.

- **Kapitel 3 – teori**

Kapitel tre ger kunskap om den nödvändiga teori som behövs för att göra en korrekt analys av resultatet.

- **Kapitel 4 – resultat och diskussion**

Kapitel fyra redovisar de frågeunderlag som besvarats av småhusleverantörerna för att därefter analyseras och diskuteras.

- **Kapitel 6 – slutsatser**

Det sista kapitlet presenterar de slutsatser som bestämts med hjälp av tidigare kapitel.

2 Metod

2.1 Perspektiv och angreppssätt

Vi utgår från tidigare forskning i kombination med olika byggnadskriterier för att skapa en uppfattning om vilka variabler som inverkar på ställda hypoteser. Därefter kommer marknaden analyseras för att slutligen jämföras med teorin.

2.2 Vetenskapliga metoder och tekniker

2.2.1 Ansats – deduktiv och induktiv

Det är viktigt att formulera de ansatser som används vid forskning för att ta fram teorier. En deduktiv ansats innebär att man utgår från redan befintliga teorier som sedan jämförs mot det specifika fallet för att se om dessa överrensstämmer. En induktiv ansats innebär istället att man studerar området utan utgångspunkt i tidigare forskning. Detta för att därefter formulera egna teorier om hur problemet förhåller sig (Bryman & Bell, 2011, s.4f).

2.2.2 Metod – kvalitativ och kvantitativ

Vid rapportskrivning kan man i huvudsak använda sig av två tillvägagångssätt – kvalitativ eller kvantitativ metod. Metoderna kan också kombineras (Bryman & Bell, 2011, s.27f).

2.2.2.1 *Kvantitativ metod*

- Grundar sig i att testa hypoteser med hjälp av olika teorier i kombination med undersökningsmaterial – dvs. med deduktiv ansats.
- Använder sig av den klassiska vetenskapliga modellen – data anses objektiv och valid att användas för att undersöka hypoteser.
- Anser att den sociala verkligheten är en objektiv verklighet, som kan presenteras numeriskt.

(Bryman & Bell, 2011, s. 27ff).

2.2.2.2 *Kvalitativ metod*

- Grundar sig i att själv skapa hypoteser genom att undersöka empirisk data – dvs. induktiv ansats.
- Använder sig inte av den klassiska vetenskapliga modellen – data anses inte vara objektiv.
- Verkligheten förändras med tiden och skapas av individer.

(Bryman & Bell, 2011, s. 27ff).

2.2.3 Val av metod och ansats

Denna rapport använder en kombination av kvantitativ och kvalitativ metodik. Den teoretiska referensramen bygger på numeriska värden för kriterier med avseende på byggnadens tekniska lösningar, där sedan delar av resultat och diskussion jämförs mot denna; dvs. kvantitativ metod med deduktiv ansats. Den kvalitativa metoden uttrycker sig i två avseenden; i tolkningen av resultatet och i de mer subjektiva delarna av frågeställningen till husleverantörerna, framförallt gällande framtidsanalysen.

2.3 Validitet och reliabilitet

Insamling av information skall göras kritiskt. Viktigt är att använda data som är korrekt och tillförlitlig. Validitet är ett mått på hur väl teorier överrensstämmer med verkligheten och att insamlad data är relevant för studien. God reliabilitet innebär att studien utförs på ett tillförlitligt sätt – ett mått på hur resultatet av en undersökning går att upprepa vid flera mätningar under samma förutsättningar (Bryman & Bell, 2011, s.157ff). För att uppnå hög validitet krävs det att den teoretiska referensramen bygger på relevanta faktorer och att intervjufrågorna är väsentliga. För att uppnå hög reliabilitet krävs det att intervjuerna utförs väl och att det kan säkerställas att frågorna besvaras på korrekt sätt.

2.4 Val av teori

2.4.1 Byggnadsnormer

För att ge läsaren en referensram till resultat och diskussionen krävs en utredning om vilka normer som råder i byggnadsbranschen. I förlängningen innebär detta att de mildaste kraven klagörs, dvs. Boverkets byggregler, i jämförelse med de mest strikta, kraven för Passivhus – de mest framgångsrika husen ur energisynpunkt. Strängt taget är nollenergihus, alternativt s.k. plus-hus, mer energieffektiva, men med avseende på EU-direktivet görs avgränsningen vid passivhus.

Förklaringar av relevanta begrepp och definitioner kommer också att upprättas.

2.4.2 Tidigare forskning

För att kunna göra en korrekt analys krävs underlag från tidigare forskning inom området. Detta kan gälla t.ex. tolkningar av krav samt generella uppfattningar.

2.5 Resultat

2.5.1 Val av empiri

För att uppnå ett resultat som överrensstämmer väl med verkligheten krävs en hög reliabilitet och validitet. Då frågeställningen inriktar sig på småhus i Sverige förfaller det naturligt att analysera endast småhustillverkare. För att få en bred spridning av resultatet kommer tillverkare från båda sidor av spektrumet analyseras – dvs. dels leverantörer som i dagsläget är inriktade på energieffektivt byggande och dels leverantörer som inte är det.

2.5.2 Insamling av data

Som nämnt tidigare finns det två metoder för att samla in data; kvalitativ och kvantitativ. Rapporten bygger på intervjuer med avseende på båda metoder, där en del frågor besvaras med numeriska värden och en del frågor med subjektiva svar från leverantören. Frågorna som används i intervjuerna finns redovisade i bilaga 1.

2.6 Analys

2.6.1 Tillvägagångssätt

Vår rapport syftar till att jämföra insamlad data mot teorin och presentera materialet på ett tydligt och överskådligt sätt. Detta för att utreda om det finns tydliga samband och trender i dagens byggnadsmarknad och byggnadstekniken, vart den är på väg, samt om det finns eventuella brister. Slutligen skall analysen möjliggöra för slutsatser.

2.7 Slutsatser

2.7.1 Slutsatser

Slutsatserna kommer att vara beroende av hur teorikapitlet samt resultat- och diskussionskapitlet svarar mot studiens frågeställning. Även hur applicerbara dessa är i verkligheten och vad de innebär rent praktiskt.

2.7.2 Trovärdighet

Slutligen skall slutsatsernas trovärdighet diskuteras.

2.8 Metodkritik

Avgränsningar som har gjorts i denna uppsats gör att resultat och slutsatser som dras inte ger en fulltäckande bild av dagens småhusmarknad. Exempelvis tar inte rapporten hänsyn till miljöpåverkan utöver byggnadens egen energianvändning. Samtidigt har de viktigaste delarna gällande energianvändning inkluderats för att ge en tillräcklig grund.

Genom att välja både en kvantitativ och kvalitativ metod får uppsatsen en mer dynamisk ryggrad. I det kvantitativa fås konkreta svar som är lätta att tolka och jämföras med avseende på analysen. Dock finns det ingen garanti att insamlade värden är korrekta och att det faktiskt speglar verkligheten. I det kvalitativa, i och med de mer subjektiva svaren, kan tolkningar och analys försvåras. Här finns en ökad risk för att den intervjuades egna åsikt presenteras och därmed kan komma till att försämra trovärdigheten i dragna slutsatser. Vidare är det vi som ska tolka det subjektiva och även här kan våra egna åsikter påverka tolkningen av resultat.

Som resultatet av metodvalet måste vi alltså vara kritiska i vår tolkning av insamlad data samt får våra egna åsikter inte ha en inverkan i analysen av insamlad data. Vidare blir det viktigt, då resultat och diskussion presenteras i samma kapitel, att vi skiljer tydligt på vad som är resultat och vad som är diskussion.

3 Teoretisk referensram

Syftet med kapitlet är att ge läsaren nödvändig kunskap för att kunna tolka resultat och diskussion i nästkommande avsnitt. Först introduceras läsaren till Boverkets Byggregler (BBR) och vad ett Passivhus är. Därefter följer en beskrivning om vilka fundamentala delar som gör en byggnad energieffektiv.

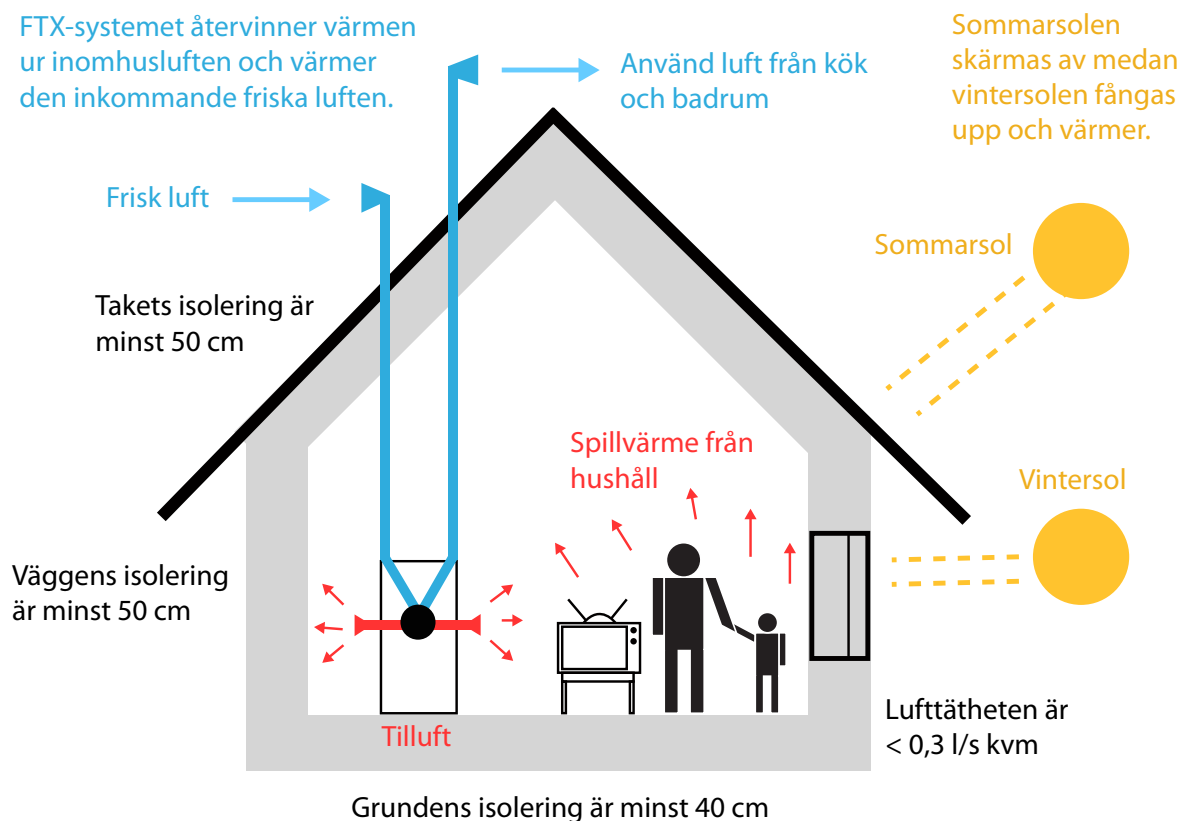
3.1 Boverkets byggnadsregler (BBR)

Boverkets byggregler innehåller föreskrifter och allmänna råd om tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd, driftutrymmen, brandskydd, hygien, hälsa och miljö, bullerskydd, säkerhet vid användning samt energihushållning. Föreskrifterna är baserade på plan- och bygglagen (2010:900), PBL, samt plan- och byggförordningen (2011:338), PBF (Boverket, 2011). Förkortat anger BBR byggnadskriterier, vilka antingen är angivna som råd eller gäller enligt lag, vid uppförande av byggnader i Sverige (Boverket, 2011). BBR utgör ena sidan av rapportens teoretiska referensram, då de minst strikta föreskrifterna för nyproduktion av bostäder anges här.

3.2 Passivhuset

Ett passivhus är en byggnad som ”har en hög komfort, god kvalitet, använder minimalt med energi och bidrar till minskningen av koldioxidutsläppen” (Feby, 2012). Ett passivhus uppnår definitionskravet genom att extraisolera golv, väggar, tak och använda sig av tätare klimatskärm samt värmeåtervinning på ventilationen med en värmeväxlare. För att hålla ett behagligt inomhusklimat använder man ett FTX-system, vilket använder sig av ventilationsluften som kan räcka som värmebärare för att tillföra önskad värme (Passivhuscentrum, 2013).

Bild 3.1: Passivhuset (Österlin & Ahrén, 2013)



Passivhuset utgör den andra sidan av rapportens referensram samt ett riktmärke för vad nära-nollenergihus skulle kunna vara. Detta då det i dagsläget saknas en definition för vad nära-nollenergihus innebär. Det finns även benämningar för andra typer av energieffektiva byggnader, exempelvis Noll-energihus och Plus-energihus. Precis som namnen antyder är dessa byggnader som kräver noll tillskottsenergi respektive producerar ett överskott av energi.

3.3 Mått på byggnadens energieffektivitet

Vilka tekniska lösningar är det som påverkar en byggnads energieffektivitet? För att besvara frågan kommer det nedan utredas vilka kriterier som gör ett nära-nollenergihus till just vad namnet antyder – en byggnad som kräver nära noll tillskottsenergi. Rent praktiskt innebär det att energiförlusterna minimeras och energivinsterna optimeras.

3.3.1 Energianvändning

Byggnadens specifika energianvändning är ett mått på hur mycket energi det krävs för att driva byggnaden under normalt brukande, fördelat på A_{temp} , dvs.

byggnadens uppvärmda boyta. Desto lägre värde desto bättre är byggnaden ur energisynpunkt. Definitionen är enligt BBR:

Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m² och år. Hushållsel inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

(Boverket, 2011).

Energianvändningen beräknas m.h.a. beräkningsprogram såsom TMF (Trä och möbelföretagen, 2013) och PHPP (Passivhuscentrum, 2012). Enligt Boverket skall dessutom energideklarationen lämnas in till kommunen för byggnader som uppförs som permanenta boenden (Boverket, 2011).

BBR har delat in Sverige i tre klimatzoner för att kompensera för det kallare klimatet uppåt i landet. Utöver detta skiljer man på eluppvärmda bostäder och bostäder som värms upp på annat sätt. Till eluppvärmda bostäder räknas bl.a. frånlufts- och bergvärmepumpar samt direktverkande el. Till ”annat uppvärmningsätt” hör bl.a. fjärrvärme, pellets och olja (Boverket, 2011). Att värmepumpar räknas till den förstnämnda kategorin är nytt för den senaste upplagan av BBR. Vidare gäller det om en byggnad är utrustad med solfångare eller solceller får energin producerad av dessa tillgodoräknas enligt BBR. Passivhuskriterierna tillämpar även samtliga av dessa regler (Feby, 2012).

Om en byggnad även skall kylas tillkommer ytterligare regler men småhusen som undersöks i denna rapport saknar kylsystem.

3.3.1.1 BBRs kriterier energianvändning

Enligt BBR definieras en byggnad med ”låg energianvändning om < 75 % av ovan angivna värde uppnås. Vidare som byggnad med ”mycket låg energianvändning” om < 50 % uppnås (Boverket, 2011).

Tabell 3.1: Specifik energianvändning för nyproduktion av bostäder enligt BBR (Boverket, 2011).

Uppvärmningsätt	Eluppvärmd			Annat Sätt		
	1	2	3	1	2	3
Klimatzon						
Specifik Energianvändning (kWh/ A_{temp} år)	95	75	55	130	110	90

3.3.1.2 Passivhuskriterier energianvändning

Passivhuskriterierna ställer även krav på specifik energianvändning, vilket tabellen nedan visar.

Tabell 3.2: Specifik energianvändning för nyproduktion av bostäder enligt Passivhusstandard (Feby, 2012).

Uppvärmningssätt	Eluppvärmd			Ej eluppvärmd		
	1	2	3	1	2	3
* Specifik Energi-användning (kWh/ A_{temp} år)	31	29	27	63	59	55

* Observera att om byggnad med $A_{temp} > 400 \text{ m}^2$ krävs avdrag på 5 (kWh/ A_{temp} , år) för icke elvärmda och avdrag på 2 (kWh/ A_{temp} år) för elvärmda.

3.3.1.3 Varmvattenproduktion

I begreppet specifik energianvändning skall energi som krävs för varmvattenproduktion inräknas. Denna faktor kan variera mycket från hushåll till hushåll beroende på hur mycket varmvatten som används. Till följd av detta finns organisationen Sveby som står för branschstandard angående energianvändning i byggnader i Sverige. Här anges normalvärden för alla parametrar från hushållsel till tappvarmvatten och uppvärmning. Dessa data har tagits fram från underlag givna av bygg- och fastighetsföretag i Sverige (Levin, 2012). Sveby är frivilligt att använda sig av gällande BBR:s krav och ett krav i passivhuskriterierna (Feby, 2012).

3.3.2 U-värde

U-värdet anger ett enskilt material eller ett skikts isoleringsförmåga. Desto lägre U-värde ett skikt har vid en given temperatur desto lägre värmeförlust krävs för att behålla samma konstanta temperatur. Av denna anledning eftersträvas ett så lågt U-värde som möjligt för alla byggnadsdelar. (Sandin, 2010, s. 39).

3.3.2.1 U_{medel} - värde

U_{medel} anger byggnadens genomsnittliga värmegenomgångskoefficient. De ingående variablerna är A_{om} , de olika konstruktionsdelars värmemotstånd samt det extra värmeflödet i form av köldbryggor (Boverket, 2011).

3.3.2.2 Separata U-värden

Det separata U-värdet anger respektive konstruktionsdels U-värde som används i byggnaden. (Sandin, 2010, s. 52f).

3.3.2.3 Korrelation U_{medel} och specifik energianvändning

I ett PM från boverket benämns en stark korrelation mellan U_{medel} och specifik energianvändning. I samma PM jämförs även Sveriges krav på U_{medel} och specifik energianvändning mot övriga nordiska länder (Norrman, 2012).

Tabell 3.3: En jämförelse mellan nordiska länders krav på U -medel (Norrman, 2012).

Land	Danmark	Finland	Norge	Sverige
U_{medel} (W/m ² K)	0,23	0,21	0,26	0,40

Tabell 3.4: En jämförelse mellan nordiska länders krav på specifik energianvändning. Gäller för motsvarande klimatzon III med ”annat uppvärmningssätt” (Norrman, 2012).

Land	Danmark	Finland	Norge	Sverige
Specifik energianvändning (kWh/A _{temp} år) Teoretiskt	66	283	183	90
Specifik energianvändning (kWh/A _{temp} år) Praktiskt	90	202	-	80

Slutsatser som fastställs i Boverkets PM är att Sveriges krav på energianvändning är strikt i jämförelse med övriga nordiska länder. Även ett praktiskt värde tas fram då det teoretiska bl.a. bygger på olika inomhustemperaturer och osäkerhetsmarginaler. Vidare anges att Sveriges milda krav på U_{medel} är oviktigt, då kravet på energianvändning finns. Detta som en följd av att korrelationen mellan dem är stark.

Även om ett land till synes har strängare krav på U -värde än det svenska kravet, kan ett annat krav (krav på specifik energianvändning) medföra att det i praktiken krävs ett betydligt lägre U -värde. För Sveriges del betyder det att för att uppfylla krav på specifik energianvändning i ett småhus på 120 m², i föreliggande jämförelse, måste U -medelvärdet för klimatskalet var 0,19 W/m² K, även om det formella kravet tillåter ett U -medelvärde upp till 0,40 W/m² K.

(Norrman, 2012).

3.3.2.4 Köldbryggor

För att uppnå ett lågt U -värde krävs en minimering av köldbryggor, vilka annars ger ett extra värmefflöde genom konstruktionen. En köldbrygga uppstår

exempelvis när material med hög värmekonduktivitet måste användas (Sandin, 2010, s. 56).

3.3.2.5 BBR:s kriterier u-värden

Reglerna gällande U-värden omfattar konstruktionsdelars separata U-värden samt U_{medel} , där separata U-värden är ett alternativkrav till specifik energianvändning.

Tabell 3.4: U-medel för nyproduktion av bostäder (Boverket, 2011).

Uppvärmningssätt	Eluppvärmd			Annat Sätt		
Klimatzon	1	2	3	1	2	3
U_{medel} (W/m ² K)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Tabell 3.5: Alternativkrav för byggnader där golvarean A_{temp} uppgår till högst 100 m², fönster- och dörrarean uppgår till högst 20% av A_{temp} och inget kylbehov finns (Boverket, 2011).

U_{K-del} (W/m ² K)	Byggnad med elvärme där A_{temp} är 51-100 m ²	Byggnad med annat uppvärmningssätt än elvärme
U_{Tak}	0,08	0,13
$U_{Vägg}$	0,1	0,18
U_{Golv}	0,1	0,15
$U_{Fönster}$	1,1	1,3
$U_{Ytterdörr}$	1,1	1,3

3.3.2.6 Passivhuskriterier U-värden

Passivhus Sverige har som enda kriterium ett U-värde för fönster som maximalt får vara 0,8 (W/m² K) (Feby, 2012). Dock finns det ett kriterium för internationella passivhus med U_{medel} 0,15 (W/m² K) (PHIUS, 2012).

Tabell 3.6: Exempel på U-värden i några svenska passivhus (Janson, 2010)

	Flerbostadshus i Värnamo	Tre småhus i Frillesås	Småhus i Lidköping
Fönster (W/m ² K)	0,85	0,85	0,85
Ytterväggar (W/m ² K)	0,10	0,11	0,09
Tak (W/m ² K)	0,07	0,11	0,07
Golv (W/m ² K)	0,09	0,11	0,10
Dörr (W/m ² K)	0,60	1,0	1,0

3.3.3 Lufttäthet

Lufttätheten i en konstruktion har stor betydelse för byggnadens energiprestanda. Hög täthet minskar drag inomhus samt att ventilationen sker med hjälp av ventilationssystemet och inte genom självdrag från otätheter. Således minskas energiförlusterna på grund av luftläckage samt att det sker fullständig värmeåtervinning på all ventilationsluft (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s: 4:12). Ytterligare en aspekt är fukten i frånluften. Varmluft har ett högre fuktinnehåll än kallluft och om huset är tätt kan inte luften ta sig ut genom otätheter utan stannar i byggnaden, vilket leder till att fuktskador förhindras (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 1:27ff).

3.3.3.1 BBR:s kriterier lufttäthet

Boverket har som alternativkrav till en byggnads energianvändning ett krav på byggnadens lufttäthet. Om kravet för specifik energianvändning används finns inget konkret krav angående lufttäthet, enbart att lufttätheten ska vara tillräckligt god för att klara kravet gällande energianvändning. Alternativa kravet på lufttäthet är att byggnadens klimatskärm (använd A_{om}) ska vara så tät att det genomsnittliga luftläckaget vid + 50 Pa tryckskillnad inte överstiger 0,6 l/s m². Detta alternativa krav gäller för byggnader där golvarean, A_{temp} , uppgår till högst 100 m², fönster- och dörrarean uppgår till högst 20% av A_{temp} samt där inget kylbehov finns (Boverket, 2011).

3.3.3.2 Passivhuskriterier lufttäthet

Byggnadens klimatskärm ska vara så tät att det genomsnittliga luftläckaget vid + 50 Pa tryckskillnad inte överstiger 0,3 l/s m² (använd A_{om}) (Feby, 2012).

3.3.4 Materialval och konstruktion

Materialvalet är viktigt ur främst två avseenden; fuktsäkerhet och isoleringsförmåga. Med andra ord: skydda konstruktionen mot fukt samtidigt som det gäller att hålla värmeledningsförmågan låg. Konstruktionens utformning går att påverka så att köldbryggor minimeras (Sandin, 2010, s. 8ff).

Tjockare väggar orsakar fuktproblem genom att väggen blir så pass tjock att eventuellt inträngande fukt har svårt att torka ut (Nevander & Elmarsson, 2006, s. 404ff). De tjocka väggarna medför också att inomhusklimatet förbättras ur en boendes synvinkel, dock försämrat ur en byggteknisk synvinkel. Detta ställer högre krav på ventilationen då det är enda sättet fukten kan transporteras ut ur huset, förutom att tränga sig in i väggen (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s.1:24f). Därav kräver en tjockare och tätare vägg ett mycket noggrant utförande av fuktsparren så att fukt inte kan tränga sig in i väggen. Det ställer också högre krav på inomhusventilationen.

Isoleringsprincipen har länge varit densamma där mineralull är det vanligaste isoleringsmaterialet, vilket har använts i ca 75 år och ger ett bra isoleringsskydd som samtidigt är kostnadseffektivt (Paroc, 2012). Nya material används i mindre omfattning då de ofta är dyra eller svåra att hantera.

Skanska har utfört en studie där dagens vanligaste isoleringsmaterial har jämförts med några nya material. Dessa nya material, såsom PIR-isolering, Aerogel och vakumisolering, medför alla en förbättrad isoleringsförmåga och medför att väggens tjocklek kan minskas, i vissa fall väsentligt. Dessa nya isoleringsmaterial är dock fortfarande dyra och ofta svåra att handskas med på arbetsplatsen. Användning av Aerogel som isoleringsmaterial kostar enligt nämnda undersökning 4941 kr mer per m² än vad mineralull 37 gör. Vidare medför dessa isoleringsmaterial komplikationer vid t.ex. installation och användning. Detta visar att nya lösningar är på väg fram, dock kan det ta tid för att göra de användbara i praktiken samt försvarbara ur ett kostnadsperspektiv (Clase, 2010).

3.3.5 Byggnadens geometriska utformning

En energieffektiv byggnad med avseende på utformning bygger på tre principer; att man eftersträvar en så liten omslutningsarea på byggnaden som möjligt, att man tar vara på vintersolen och avskärmar sommarsolen samt fönsters placering och inbördes storlek. En liten omslutningsarea innebär en mindre yta för värmen att försvinna ur huset samt att risken för otätheter minimeras. Ur detta avseende hade det mest optimala varit att alla byggnader var utformade som klot. Utformning av byggnad efter solens påverkan innebär till exempel att man väljer att förlänga en byggnads takfot så att den avskärmar solen från fönster under sommarhalvåret men släpper in sol under vinterhalvåret, vilket även kan göras genom att installera solskydd. Fönsterarean har på samma sätt betydelse för solens instrålning, där glasarean bör minimeras i norr och maximeras i söder. Detta är dock av mindre betydelse i Sveriges klimat och om samtidigt fönster med bra U-värden används kan detta försummas (Passivhuscentrum, 2013).

3.3.6 Ventilationssystem

Ventilationssystemets uppgift är att ge ett behagligt inomhusklimat, med avseende på temperatur och luftkvalitet. Systemet har även som uppgift att transportera bort fukt, vilket är extra viktigt i till exempel våtutrymmen. (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 2:1f).

3.3.6.1 FTX-system

Ett s.k. FTX-ventilationssystem är ett ventilationssystem som använder värmeenergin i frånluften till att förvärma den inkommande tilluften. Denna

värmekälla kan vara tillräcklig för hela byggnaden, vilket innebär att installation av t.ex. radiatorer kan slopas i passivhus. Som följd av några kalla vintermånader behövs oftast dock även ett värmebatteri installeras då energin från frånluften inte alltid räcker till för att värma den kalla uteluften (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 2.1f).

3.3.6.2 Övriga system

Andra ventilationssystem som används är frånlufts- och självdragsventilation, där luften ventileras med hjälp av en fläkt respektive som följd av densitetsskillnader pga. temperaturskillnader (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 2.8ff).

3.3.7 Värmekällor

För att en byggnad ska klara de komfortkrav som finns krävs det att byggnaden har en behaglig inomhustemperatur och en god ventilation som cirkulerar luften. Det finns många lösningar att tillämpa; såväl nya metoder såväl som mer traditionellt byggande – men grundprincipen är densamma.

Vilken värmekälla som används beror, förutom byggnadens utformning, på bl.a. dess geografiska läge. De vanligaste värmekällorna är fjärrvärme, värmepumpar, direktverkande el eller någon form av energiråvara såsom ved, flis, pellets eller olja. De två förstnämnda kategoriseras egentligen som distributionssystem, dvs. att värmen endast ”flyttas”. Rent praktiskt fungerar de dock som värmekällor (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:74ff).

3.3.7.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme kan endast tillämpas i större städer där ett fjärrvärmenät existerar och anses som ett relativt miljövänligt alternativ då fjärrvärmeverken ofta använder förnybart bränsle (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 67ff).

3.3.7.2 Elpannor och elpatroner

Elpannor eller elpatroner använder el för att värma vatten, oftast som komplement till värmepumpar då värmepumpen inte klarar husets energibehov. Denna metod är relativt billig men en mindre del av elen produceras från icke-förnybara källor (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:73).

3.3.7.3 Värmepumpar

Värmepumpar är en utav de vanligaste värmesystemen. Det finns olika typer, mest förekommande är värmepumpar som hämtar energi från någon av följande källor: uteluft, ventilationsluft, ytjorden, grundvattnet, sjövatten, berg och berggrunden. Värmepump anses vara ett effektivt och miljövänligt sätt att

värma ett hus då ett väl utfört och dimensionerat system kan klara ett hushålls behov av tappvarmvatten och uppvärmning. Under de kallaste månaderna kan systemet kompletteras med tillförd el om inte värmepumpen klarar effektbehovet. Trots detta minskar man elanvändningen jämfört med direktverkande elvärme, men samtidigt kan det anses dåligt ur miljösynpunkt om inte värmepumpen har hög verkningsgrad. Installationskostnaderna är dock höga jämfört med andra system (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:74ff).

3.3.8 Värmesystem

Värmesystemet är det system som distribuerar värmen från värmekällan till byggnaden – med avseende på inomhustemperaturen. Detta kan göras på ett flertal olika sätt, där olika metoder ofta kombineras med varandra (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:22f).

Ett passivhus har ett litet energibehov och kräver därför inte ett lika effektkrävande system som ett mer konventionellt hus använder. En byggnad som är extremt välisolerad och har god täthet kan till exempel klara sig med tilluften från FTX-systemet som värmebärare, men fortfarande måste tappvarmvattenproduktionen tillgodoses, där alltså en värmekälla fortfarande behöver installeras. I Sveriges kalla klimat måste dessutom FTX-systemet oftast kompletteras med samma system under de kallaste vintermånaderna.

3.3.8.1 Elradiator

Elradiatorer använder sig av direktverkande el för att värma huset. De anses ha en hög verkningsgrad, låg installationskostnad och inga lokala utsläpp förekommer. Med dagens elpriser anses elradiatorer dock ha en hög driftkostnad samt att viss el produceras från icke förnybara energikällor (Warfvinge & Dahlblom, 2010: s.4:34).

3.3.8.2 Golvvärme

Golvvärme är ett värmesystem som används för att värma upp ett hus. Fördelen med golvvärme är att den värmer en stor yta som i sin tur medför en lägre tilloppstemperatur än andra system. Golvvärmesystemet kan antingen vara vatten-, luft- eller elburet och det är viktigt med god isolering under golvet/plattan för att motverka fuktproblem (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:31).

Ett annat system är väggvärme och fungerar på liknande sätt som golvvärme, där skillnaden är att man installerar rören i väggen.

3.3.8.3 Vattenburen radiator

En vattenburen radiator verkar som en elradiator men uppvärmningen sker med uppvärmt vatten. Vattnet leds genom radiatorn som värmer ytan av radiatorn som avger värme till den omkring liggande luften genom värmestrålning och konvektion. (Warfvinge & Dahlblom, 2010, s. 4:25f).

3.3.9 Styrssystem

Avsikten med ett styrssystem är att minska ett hus energianvändning och säkerställa ett bra inneklimat. Detta sker genom att reglera husets olika installationer med avseende på energianvändning, exempelvis att kontrollera uppvärmningen av ett hus. När man är frånvarande så är uppvärmningsbehovet inte lika stort och uppvärmningen kan sänkas till en minimal nivå (Bjærtun & Persson, 2011).

3.4 Hållbara lösningar

Som många andra branscher har byggnadsbranschen en politisk koppling där lagar styr delar av byggnadsprocessen. Nedan presenteras några exempel till energieffektiviseringens fördel.

3.4.1 Nettodebitering/nettoavräkning

Det finns flera förslag på hur incitament ska skapas för att nyuppförda byggnader skall bli mer energieffektiva. En av dessa är s.k. nettodebitering/nettoavräkning. Med detta koncept avses ett system där den förnybara el som en byggnad producerar med hjälp av t.ex. solceller och överförs till elnätet kvittas mot den el som tas emot av elnätet. Begreppen har olika innebörd som t.ex. rör hur den egenproducerade elen förhåller sig till skatteplikter och moms, dvs. om den egenproducerade elen direkt går att kvitta mot köpt el eller om den blir avdragsgill i deklarationen (Naturskyddsföreningen, 2012). I denna rapport kommer dock inte vilken metod som är mest lämplig utredas.

Oavsett vad man benämner det är detta något som skulle kunna skapa incitament för att bygga energieffektivt. Denna typ av incitamentprogram finns i flera andra länder, som Danmark och Tyskland, och har visat sig fungera.

4 Resultat och diskussion

Resultat och diskussionskapitlet är baserat på intervjuer från 12 småhusleverantörer i Sverige, där drygt 50 företag kontaktats totalt. Företagen är anonyma och benämns som företag A – L. Bland småhusleverantörerna finns alla typer; de som är inriktade på passivhus respektive konventionellt byggande samt stor respektive liten omsättningsnivå. En del företag erbjuder arkitektritade hus, andra prefabricerade. Flera erbjuder även båda alternativen (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013).

För att få en uppfattning om hur företagens byggnadssätt påverkar deras produktion ställdes frågan om hur många byggnader som tillverkades under år 2012. Tabellen visar att flera av företagen är av liknande storlek, och att produktionen av passivhus är förhållandevis låg.

Tabell 4.1 Antal byggda hus för år 2012 av tillfrågade företag (Företag A - L, Telefonintervjuer, 2013).

Tillverkare	Antal byggda hus
Företag A	300
Företag B	700
Företag C	300
Företag D	15 (varav 4 st passivhus)
Företag E	35
Företag F	400 (varav 1 st passivhus)
Företag G	300
Företag H	-
Företag I	310
Företag J	113
Företag K	100
Företag L	-

4.1 Energi

Avsnittet omfattar begreppen årsenergibehov, U-värden samt energiberäkning och energideklaration.

4.1.1 Årsenergibehov

Avsnittet beskriver en byggnads totala energianvändning, där företagens angivna värden presenteras nedan.

Tabell 4.2: Årsenergibehov/specifik energianvändning (kWh/A_{temp} år) för byggnader i klimatzon 3, 2 och 1. (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013).

Tillverkare	Klimatzon 3	Klimatzon 2	Klimatzon 1	Ber. Program
Företag A	36 – 43	38 – 45 (obs Sthlm)	60 - 65	TMF
Företag B	39	49	72	TMF
Företag C	70 - 75 % av BBR	70 - 75 % av BBR	70 - 75 % av BBR	-
Företag D	Passivhuskraven	Passivhuskraven	Passivhuskraven	PhPP
Företag E	35 (bergvärme) 55 (f.l.v.pump)	-	-	TMF
Företag F (passiv/konvent)	18 (15 exkl. v.v.)	-	-	PhPP
	26 - 36	29 - 42	38 - 57	
Företag G	30 – 43	32 – 45 (obs sthlm)	35 – 49	TMF
Företag H	40	-	80	IDA
Företag I	35	44	52	TMF
Företag J	20	-	50	-
Företag K	30	-	55	-
Företag L	55 (eluppvärmda) 75 (fjärrvärme)	-	95 (eluppvärmda) 75(fjärrvärme)	-
BBR (el)	55	75	95	
BBR (Annat sätt)	90	110	130	
Passivhus* (el)	27	29	31	
Passivhus *(Annat sätt)	55	59	63	
Passivhus* (viktad)	68	73	78	
Företag medel (högsta värde i intervall för elvärme)	38	48	60	

* Observera att om byggnad med $A_{temp} > 400 \text{ m}^2$ krävs avdrag på 5 (kWh/m², år) för icke elvärmda och avdrag på 2 (kWh/m², år) för elvärmda (FEBY, 2012)

Det är komplicerat att tolka resultatet från intervjuerna, vilket dels beror på ofullständiga svar och dels på felangivna värden. Exempelvis har en del företag angivit Stockholm som klimatzon två, då det enligt kriterierna tillhör zon tre. Vidare kan det bero på vilken norm för tappvarmvattenproduktion som använts.

Definitionen av specifik energianvändning är enligt BBR:

Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m² och år. Hushållsel inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

(Boverket, 2011).

A_{temp} motsvarar uppvärmd boyta, vilket inte helt kan säkerställas att alla företag beräknat korrekt. Exempelvis skall area för öppningar av trappor inräknas. Detta kan i sin tur innebära missvisande värden.

Som nämnt i teorikapitlet skiljer BBR- och passivhuskriterierna på eluppvärmda respektive andra uppvärmningsätt. Samtliga företag har angivit värden för elvärmda hus, en del även för annat uppvärmningsätt. En del värden är betydligt lägre än merparten, vilket kan tyda på att inte korrekt varmvattennorm används, vilken enligt Sveby är 20 kWh/m², år (Levin, 2012).

Enligt resultatet ovan klarar samtliga företag BBR:s krav, där flera av dem anger värden som är betydligt bättre än kravnivån. Från Boverkets jämförelse bland de nordiska ländernas krav på specifik energianvändning benämns dessutom att BBR:s krav är strikt (Norrman, 2012).

Från ovanstående görs således tolkningen att företagen generellt ligger bra till med avseende på specifik energianvändning. Medelvärde som uppnås är knappt 70 % av BBR:s krav. Till medelvärdet har högsta angivna värde i intervall används då vi anar en viss förmildring vid jämförelse med värden från företagens hemsidor. Företag F kommer ner i ett värde om 18 kWh/ A_{temp} , år, vilket är betydligt lägre än andra leverantörer. Samtidigt är detta värde inräknat varmvattenproduktion, där det angivna värdet utan var 15 kWh/ A_{temp} , år. Det skiljer därmed endast 3 kWh/ A_{temp} , år, där Sveby anger normen 20 kWh/ A_{temp} , år (Sveby 2012). Orsaken till detta kan vara att nämnda hus producerar egen el från solceller, vilken således får tillgodoräknas i beräkningarna.

4.1.2 U_{medel} – värde

Nedan presenteras angivna U -medelvärden av företagen.

Tabell 4.3: U_{medel} för byggnad (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013).

Företag	U_{medel} (W/m ² K)
Företag A	0,19 - 0,25
Företag B	0,23
Företag C	0,19
Företag D	< BBR
Företag E	0,21 - 0,25
Företag F	0,16
Företag G	0,20 - 0,32
Företag H	0,17 - 0,27
Företag I	0,23 - 0,27
Företag J	0,15 - 0,25
Företag K	0,18
Företag L	-
BBR	0,40
Passivhus (internationellt krav)	0,15
Företag m-värde (beräknat på högsta angivna värde)	0,24

Ur tabellen framgår det att samtliga tillverkare klarar BBR:s krav på U_{medel} som är 0,40 W/m² K, där det högsta angivna värdet var 0,32 W/m² K. Medelvärdet är beräknat på det högsta värdet i angivna intervall, vilket i jämförelse är närmare det internationella kravet för passivhus än BBR:s krav. I Boverkets PM om energiprestanda jämfördes de nordiska ländernas krav på nyuppförda byggnaders U_{medel} .

Tabell 4.4: Krav på U_{medel} för byggnader i nordiska länder. (Norrman, 2012).

Land	Danmark	Finland	Norge	Sverige
U_{medel} (W/m ² K)	0,23	0,21	0,26	0,40

Tabellen visar att Sverige har mildast krav för U_{medel} bland de nordiska länderna. Kravet på specifik energianvändning kan emellertid medföra att det i praktiken krävs ett avsevärt lägre U-värde. Detta understryks i ovan nämnda PM, där det beskrivs att en byggnad på 120 m² måste ha ett U-medel på 0,19 (W/m² K) för att klara energikravet på icke eluppvärmda byggnader (90 kWh/A_{temp}, år) (Levin, 2012). Då flera av leverantörerna anger sämre värden och samtidigt bygger hus som skall klara energikravet på elvärmda byggnader (55 kWh/A_{temp}, år), ställer vi oss frågan är då hur energieffektiva husen verkligen är i praktiken? Boverkets rapport kan ifrågasättas, men då en byggnads energianvändning inte endast beror på U-medel, t.ex. även lufttäthet, skall U-värden beaktas i andra hand. Samtidigt bör vi utgå ifrån att angivna

värden för specifik energianvändning stämmer enligt företagens gjorda beräkningar.

Om en vidare jämförelse görs med isoleringsmetoder och material framkommer det att trots de låga U-värdena som företagen uppnår, finns det bättre material som inte används, vilket betyder att lägre U-värden skulle kunna uppnås utan att tjockleken påverkas. Detta är givetvis en fråga kopplad till kostnader och installationstekniska problem, men tekniken finns åtminstone där även om den ännu inte är helt optimal.

BBR:s krav är, enligt oss, för mildt men då det har en tydlig koppling till energianvändning är det förhållandevis betydelselöst – energikravet måste ändå uppfyllas. Därför bör inte informationen i tabellen ovan tolkas som något positivt, utan snarare missvisande i hur pass energieffektiva företagens byggnader är.

4.1.3 Separata u-värden

I tabellen nedan presenteras angivna värden för olika komponenter i byggnaden.

Tabell 4.5: Separata U-värden för byggnad (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013).

Tillverkare	Vägg (W/m ² K)	Grund (W/m ² K)	Tak (W/m ² K)	Fönster (W/m ² K)	Ytterdörr (W/m ² K)
Företag A	0,15	0,10 - 0,11	0,08 - 0,1	1,0	0,9
Företag B	0,16	0,1 - 0,105	0,098	1,3	1,2
Företag C	0,17	0,146	0,081	0,9 - 1,0	0,9 - 1,0
Företag D	0,1	< BBR	< BBR	0,7-0,8	0,7- 0,8
Företag E	0,185	0,108	0,08 - 0,11	0,9-1,0	1,3
Företag F	0,096	0,11	0,072	0,675	0,72
Företag G	0,17	0,11	0,09 - 0,15	1,0	0,8
Företag H	0,1 - 0,15	0,08 - 0,1	0,07 - 0,1	0,7 - 1,1	0,7 - 1,3
Företag I	0,19	0,096	0,09 - 0,17	1,0	1,0
Företag J	0,14 - 0,21	0,11 - 0,22	0,07 - 0,1	0,9 - 1,3	1,1
Företag K	0,12	0,1 - 0,13	0,07 - 0,1	1,0	1,0
Företag L	-	-	-	-	-
BBR	0,18	0,15	0,13	1,3	1,3
Medel (högsta värde i intervall)	0,155	0,12	0,10	1,0	1,0
Passivhus, typiska värden (se 3.3.2)	0,10	0,10	0,10	0,9	0,10

Ur tabellen framgår att de flesta tillverkarna i undersökningen klarar BBR:s krav på separata U-värden. Totalt var det åtta företag som uppnådde kraven och fyra företag föll på ett eller flera områden. Två utav dessa angav svar i ett intervall där det högsta värdet i intervallen inte är godkänt. Med avseende på medelvärdet, vilket är beräknat på det högsta angivna värdet i intervallen, uppnår företagen kraven. Separata U-värden ger en bild av de ingående konstruktionsdelarnas energieffektivitet, men är i sig irrelevant då det endast gäller för byggnader mindre än 100 m², vilket är mindre än de hus som de flesta företag erbjuder.

4.1.4 Energiberäkning och energideklaration

Enligt ett EU-direktiv skall alla byggnader som uppförts efter 2009 energideklaras, dvs. att byggnadens energianvändning under bruksstadiet kartläggs och dokumenteras (Boverket, 2011). Samtliga företag lämnar ut byggnadens beräknade energibehov till kunden och lämplig kommunal instans innan uppförandet. Till beräkningen används ofta avancerade datorprogram, för att till exempel ta med solstrålningen i kalkylen.

Flera påpekar dock att själva uppföljningen ofta inte görs på rätt sätt och att brister finns i systemet. Företag D uttrycker:

Vad blir den ”verkliga” energiförbrukningen? Det är svårt att alltid göra en korrekt beräkning vid projekteringen. Det är svårt att verifiera då svårt att uppskatta hur den boende lever. T.ex. om de vill ha varmare inneklimat så de kan gå i t-shirt eller om barnen duschar 4 ggr per dag för att de spelar fotboll.

(Företag D, Telefonintervju 27 mars 2013)

Att det är svårt att uppskatta hur de boende lever är ett problem i sig, och bidrar till att energideklarationen förlorar sitt syfte – att fungera som ett kvalitetsintyg. Företag F hävdar:

En del leverantörer lovar bättre hus än de kan bygga. Är energiförbrukningen hög i energideklarationen skyller man bara på att den boende inte lever som förväntat. Detta måste förbättras!

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

Företag B är också kritisk mot systemet. De är själva måna om att uppfylla BBR:s krav och att deras hus håller en god kvalitet, vilket enligt dem själva gör dem dyrare än konkurrenterna:

Andra entreprenörer som är billigare uppfyller inte kraven. De gör sina energiberäkningar men sedan efter två år lämnas aldrig en energideklaration in då huset inte uppnår vad det ska. Att inte detta uppföljs bättre av myndigheterna tycker vi är dåligt men de är väldigt underbemannade.

(Företag B, Telefonintervju 22 mars 2013)

Vad som framgår från detta avsnitt, och från svaren som de olika företagen lämnat, är att det finns brister inom området energiberäkning och energideklaration. Svårigheter uppstår i energiberäkningen på grund av att alla boende har olika energibehov. Med detta sagt finns dock Sveby som en grund, vilket är okänt om företagen använder sig av. Oavsett är problemet högst individuellt bland de tillfrågade.

Vidare är det oroväckande som företag B hävdar att vissa inte uppföljer sina hus med en energideklaration och att den styrande myndigheten är underbemannad. En annan intressant iakttagelse är att det var bara två tillverkare som lämnade ut ytterligare information angående energianvändning utöver energiberäkningen. Vi gör tolkningen att merparten av företagen anser att ytterligare information till kunden om hur det kan minska sin energianvändning inte är nödvändig. Samtidigt kan det spegla att kunden inte heller är intresserad av att få information om hur de kan minska sin energianvändning, då elpriserna är låga i dagsläget.

4.2 Konstruktion och tekniska lösningar

Redovisning av hur de olika tillverkarna väljer att utforma sina konstruktioner och vilka tekniska lösningar de använder med avseende på värme och ventilation.

4.2.1 Lufttäthet

I tabellen nedan presenteras angivna värden för lufttäthet vid 50 Pa tryckskillnad.

Tabell 4.6: Tabell för uppmätt lufttäthet hos tillfrågade företag. (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013)

Tillverkare	Lufttäthet (l/s m ² , vid 50 Pa tryckskillnad)
Företag A	0,4 - 0,5
Företag B	0,4
Företag C	0,3 - 0,4

Företag D	0,2 - 0,3
Företag E	< 0,8
Företag F	0,08
Företag G	0,2 - 0,4
Företag H	0,04 - 0,4
Företag I	0,3 - 0,5
Företag J	0,25 - 0,6
Företag K	0,5 - 0,6
Företag L	-
Medel (högsta värdet i givet intervall)	0,45
BBR allmänt råd	0,6
Passivhuskriterier	0,3

Samtliga företag anger uppmätta värden när det kommer till lufttätet. De flesta företagen angav att de provtryckte ett urval av deras hus medan en del påstod att de provtryckte varje hus, i samband med husets uppförande på byggplatsen. Att provtrycka varje hus är självklart det mest fördelaktiga.

BBR har som alternativkrav att luftläckaget i ett småhus inte får överstiga 0,6 (l/s m²). Alla tillverkare förutom företag E uppnår det alternativa kravet för lufttätet, där medeltalet för högsta angivna värde är 0,45 (l/s m²). Fler än hälften av tillverkarna anger även att de klarar passivhuskravet för lufttätet på 0,3 (l/s m²) om man räknar med lägsta angivna värde i intervallerna. Som nämnt tidigare är lufttätet en fingervisning av en byggnads energieffektivitet och från ovanstående görs tolkningen att företagen ligger bra till med avseende på lufttätet.

4.2.2 Isoleringmaterial och tjocklek

Isoleringstjockleken som företagen erbjuder är ca 250 - 270 mm i väggar och ca 350 – 500 mm i tak. Tjockleken beror på såväl hustyp och geografiskt läge som kundens egna preferenser. Materialen som används är i huvudsak mineralull. Uppgift om isoleringstjocklek i grunden saknas men flera av företagen nämner att de bygger efter konventionella principer med platta på mark och underliggande isolering. Jämförs detta med ett passivhus standard – med 400 mm för vägg, 500 mm för tak och 300 för grund, kan dessa hus anses vara välisolerade.

Köldbryggor har även en stor inverkan på husets energieffektivitet. Om hänsyn endast tas till själva värmeförlusten genom väggen, då kopplingen till kostnader är beskrivet i senare avsnitt, gjordes intressanta iakttagelser. Alla tillfrågade företag beskrev att de motverkar köldbryggor i konstruktionen, bl.a. genom tillämpning av flerskiktswäggar. Exempelvis av en lättregelvägg

som yttersta skikt med isolering. Det var dock endast företag F som kunde stoltsera med en konstruktion helt utan köldbryggor ($\Psi < 0,01 \text{ W/mK}$) för linjeköldbryggor, enligt definitionen (PHIUS, 2012). Flera företag påpekade även att deras konstruktion var utan köldbryggor, men inte enligt ovan angivna definition.

Vidare kan jämförelse göras till Skanskas undersökning om isoleringsmaterial, beskrivet i teorikapitlet. Företagen är i enighet med Skanska där det anses att de nya materialen är för dyra och skapar komplikationer vid installation och användning.

4.2.3 Särskild utformning

Hur en byggnad utformas, med avseende på t.ex. antal fönster, takfot och geometrisk form, inverkar på energieffektiviteten. Av intervjuerna framgår det att sju av elva tillverkare väljer att utforma sina hus efter dessa premisser. Hos fyra tillverkare är det enbart kunden och arkitekten som bestämmer utformningen av huset. Detta medför att om inte kunden eller arkitekten är medvetna om hur man kan påverka husets utformning för att gynna energieffektiviteten sker ingen sådan. Vi noterar en skillnad mellan leverantörerna som erbjuder prefabricerade respektive arkitektritade hus. Även i detta fall vill företagen motsvara efterfrågan – därför är ofta de prefabricerade husen konventionellt utformade. Som nämnt i teorikapitlet är ett klot den effektivaste utformningen av en byggnad i energisynpunkt – i verkliga sammanhang kan detta i rimligaste mån översättas till en kubformad byggnad. Det var bara företag F som uteslutande byggde efter denna princip, men det gällde dock endast deras passivhus.

Eftersom fönster tillsammans med ytterdörrar står för de konstruktionsdelar som har högst U-värde är det ur energisynpunkt även en god idé att minimera dessa ytor. Samtidigt kan detta leda till vad som kan upplevas som ett obehagligt och klaustrofobiskt boende, vilket måste tas i åtanke. Företag C förtydligar:

Om kunden drömmer om det stora, ljusa, luftiga huset, blir det helt enkelt en för stor kompromiss att uppnå detta genom energieffektivisering. Det är inte värt det rent kostnadsmässigt för att uppnå motsvarande standard. Man får en helt annan typ av hus när man energieffektiviserar, vissa är okej med det andra inte.

(Företag C, Telefonintervju 4 april 2013)

Detta kan tolkas på så sätt att kunden upplever att energibesparningarna som skulle kunna uppnås inte väger upp de estetiska kompromisser som måste göras. Energieffektiviseringens roll tycks komma i andra hand, vilket beskrivs enligt företag G:

Varje hus ritas individuellt. Formen är inte avgörande, utan läget bestämmer vad som ska ritas. Om huset exempelvis ligger vid en sjö vill man gärna ha utsikt mot den. Detta väger oftast tyngre för kunden.

(Företag G, Telefonintervju 2 april 2013)

Gällande avskärmningen av sommarsol respektive tillvaratagande av vintersol noterade vi en liknande inställning, här hade husets estetiska utseende även en betydande roll. Flera av företagen byggde efter denna princip, men vi fick konstant uppfattningen om att detta inte gjordes optimalt, förutom av företag D och F, gällande deras passivhus.

4.2.4 Ventilations- och uppvärmningssystem samt värmekälla

Samtliga företag har ett brett utbud av ventilationssystem där alla beskrivna i teorikapitlet levereras. Exempelvis används Nibe 750 – systemet, vilket är ett mekaniskt frånluftsvärmepumpsystem med frånluftsvärmepump, som standard av flera företag. Flera av företagen erbjuder ett FTX-komplement till detta, som kan styras med hjälp av frånvarokontroll, men ansåg att efterfrågan på detta var liten.

Gällande uppvärmningssystem urskiljs även här en tydlig standard, vilket tabellen nedan visar. Vattenburen golvvärme används i princip uteslutande, ibland med kombination med radiatorer. Hos ett par företag används innovativa lösningar såsom vattenmantlad kamin och väggvärme.

Tabell 4.7: Tabell för att visa olika uppvärmningssätt hos tillfrågade företag (Företag A-L, Telefonintervjuer 2013).

Tillverkare	Uppvärmning plan 1	Uppvärmning plan 2	Vatten/luft/el
Företag A	Golvvärme	Radiatorer	Vatten
Företag B	Golvvärme	Golvvärme/radiatorer	Vatten
Företag C	Golvvärme	Golvvärme	vatten
Företag D	Varmluft	Varmluft	Luft
Företag E	Golvvärme	Radiatorer/Golvvärme I badrum	Vatten/el
Företag F	Väggvärme	Väggvärme	Vatten
Företag G	Golvvärme	Radiatorer	Vatten
Företag H	Golvvärme/radiatorer/tilluft	Golvvärme/radiatorer/tilluft	Vatten/el/luft
Företag I	Golvvärme	Radiatorer	Vatten
Företag J	Golvvärme	Radiatorer	Vatten
Företag K	Golvvärme	Golvvärme	Vatten

Samtliga värmekällor som är beskrivna i teorikapitlet levereras av företagen. Berg- eller frånluftsvärmepump är dock de alternativ som erbjuds som standard hos samtliga tillverkare. Om anslutning finns till fjärrvärmenät erbjuds detta i viss mån. Leverantörerna är ense om att valet av värmekälla i huvudsak beror på husets geografiska placering. Även kundens eget intresse har inverkan.

Angående installationer uttrycker företagen en kritik mot framförallt värmepumpar och FTX-system. Merparten menar att värmepumparna är för stora och har för hög effekt för att placeras i ett energisnålt hus – som därmed inte kräver samma effekt. Flera poängterar att en värmepump på 6 kW inte behövs i denna typ av hus och att 3 kW är att föredra istället, vilket ännu inte finns på marknaden enligt de intervjuade. Kritiken mot FTX-systemen gäller för låga verkningsgrader och buller. Flera utav företagen hävdar på en verkningsgrad kring 60 – 70 % som inte bidrar till en hållbar lösning för inomhusklimatet. Intressant nog har Företag F hittat lösningen på båda dessa problem, med en lågeffektvärmepump och ett FTX-system med 94% verkningsgrad. Denna verkningsgrad har enligt Företag F beprovats av ett oberoende organ. Företag F beskriver värmepumpen:

Värmepumpen vi använder är den minsta i Sverige. Den är så liten att den inte finns – försäljningsföretaget hittade den inte i sitt sortiment, den har hela tiden gått på export utomlands!

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

4.3 Kostnader

Nedan redovisas vilka kostnader som är kopplade till uppförandet av energieffektiva hus. Företagen anser konsekvent att det är dyrare att bygga ett energieffektivt hus, men uppfattningen mellan företagen skiljer sig avsevärt, vilket delvis beror på hur definitionen görs. Två företag påpekar att passivhus är ca 2 – 5 % dyrare än ett konventionellt hus medan flera andra nämner att kostnaderna ökar med ca 15 – 20 % (Företag A-L. Telefonintervjuer 2013).

Kostnaden är kopplad till vilken metod som väljs att konstruera huset efter. Byggs ett välisolerat och lufttätt hus kan värmeväxlaren vara tillräcklig som värmesystem och på så vis kan installation av radiatorer/golvvärme slopas, vilket i sin tur åtminstone minskar merkostnaderna.

4.3.1 Väggtjocklek

Samtliga leverantörer anser att en betydande del av kostnaden i att energieffektivisera byggnader ligger i framställningen av de tjockare väggarna

som följer av högre isoleringskrav. Bland annat påpekar Företag C även att det inte bara är materialkostnaden i sig som påverkar, utan det faktum att boendeytan förminskas:

Det man ofta inte tänker på när man ska bygga energieffektivt är att huset förlorar yta med tjockare isolering. Våra hus kostar generellt ca 20 000 kr/m², förlorar man då 5 m² på att isolera tjockare är man uppe i 100 000 kr, vilket inte motiverar energibesparingen.

(Företag C, Telefonintervju 4 april 2013)

Det påpekas även att isoleringsmaterialen kunde vara effektivare. Företag D anmärker:

Ett bättre klimatskal innebär mer isolering vilket medför fler transporter. Ur ett miljöperspektiv gäller det att väga nyttan av energibesparingen för byggnaden mot påverkan av miljön.

(Företag D, Telefonintervju 27 mars 2013)

Vi gör tolkningen att detta är en kostnad som både påverkar företagen direkt och indirekt. Då samtliga företag har påpekat problemet är det en viktig faktor, men det har dessutom en stark koppling till kostnadseffektivitet, vilket är beskrivit i senare kapitel. Leverantörerna strävar samtidigt efter bättre material som inte kräver samma tjocklekar på konstruktionen. Även detta är kopplat till kostnader där de bättre materialen ofta är dyrare eller inte ännu praktiskt applicerbara.

4.3.2 Teknik och installationer

Sambandet mellan avancerad teknik och högre kostnader är tydligt. Effektivare ventilationssystem som FTX är anses dyrare än t.ex. självdragskanaler samt att lågenergifönster och värmepumpar har högre inköps- och installationskostnader än mer konventionell utrustning. Fördelen är den lägre driftkostnaden, men således till följd av en högre grundinvestering. Precis som ovan har detta avsnitt en koppling till kostnadseffektivitet.

Under intervjuerna förs det även på tal om nya lösningar som till exempel solenergi. Flera av företagen benämner detta som en fördelaktig lösning, men anses ännu inte tillräckligt lönsamt för privatpersoner. Det påpekas dock att det kommer allt mer i takt med att teknikerna utvecklas, vilket även gäller t.ex. bättre FTX-system och värmepumpar (Företag A-L, 2013) .

4.3.3 Produktion

En synpunkt som delas bland flera är kostnaden i produktionsledet. Detta gäller främst de företag som erbjuder modulhus där produktionen är standardiserad. Företag B beskriver:

Då vi har en standardiserad produktion skulle vi behöva ställa om hela produktionsledet och då ökar kostnaderna i alla områden i produktionen.

(Företag B, Telefonintervju 22 mars 2013)

Omställning av produktionen är givetvis en investeringsfråga för företaget, men kopplingen till efterfrågan är tydlig. Företag I förtydligar:

Vi använder oss av två-skiktsväggar och har idag åtta stationer i fabriken som tillsammans tillverkar dessa. 3-skiktsväggar skulle innebära ytterligare en station samtidigt som hela projekteringen påverkas – kostnaden för detta motiveras idag inte av den lägre driftkostnaden för kunden.

(Företag I, Telefonintervju 16 april 2013)

Leverantörerna är ense om att trenden idag inte begär nära-nollenergihus. Hade efterfrågan varit stor hade en omställning i produktionen genomförts, men företagen ser ännu inte lönsamhet i detta.

4.4 Risker

Energieffektivt byggande är på flera sätt mer avancerat än mer traditionellt byggande, både med avseende på projektering och uppförande. Nedan följer de risker som de tillfrågade företagen upplever är mest påtagliga.

4.4.1 Inomhuskomfort

En uppfattning som regelbundet fördes på tal under intervjuerna var frågan om inomhuskomforten, med avseende på framförallt temperaturer och luftkvalitet. Flera av företagen anser att energisnåla hus är sämre ur denna synpunkt. Det som påpekas är bland annat ojämna inomhustemperaturer, sämre luftkvalitet, oljud från installationer, dvs. mindre bakgrundsljud från ett välisolerat hus samt långa uppvärmningstider. Företag F motsätter sig helt i frågan:

Inomhuskomforten är på topp året om. Luftkvaliteten blir snarare bättre i ett passivhus där tilluften renas i luftaggregaten. Visst kan det ta tid att värma upp luften då ingen är hemma, men därför kompletteras FTX-aggregatet med t.ex. en bergärmepump som kan driva uppvärmningssystemet under de kallare månaderna.

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

Huruvida en energieffektiv byggnad förändrar inomhuskomfort är en definitionsfråga, men vi gör tolkningen att om uppförande utförs enligt rätt principer kan klimatet t.o.m. förbättras. Att man upplever oljud ifrån installationer är ett problem som har orsakats av ett bättre isolerat klimatskal. Detta har medfört en bättre ljudisolering som släpper in mindre ljud utifrån, vilket i sin tur därför ställer högre krav på installationers ljudnivå. Det är framförallt företagen som idag inte levererar passivhus som påpekar brister i inomhusklimatet. Samtidigt måste kunskapen finnas för att uppnå det önskade resultatet. Ett företag som levererar passivhus bör ha bättre kunskap kring ovan nämnda problem. Företag F beskriver på liknande sätt:

Vissa leverantörer lovar ett bättre hus än de kan tillverka. Detta ger begreppet Passivhus en dålig vibb, när det inte håller vad det skall.

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

4.4.2 Arbetsmetodik

Byggnadsbranschen har ett arbetssätt som är aktivitetsbaserat där flera uppgifter ofta utförs parallellt och från olika instanser. Merparten av de tillfrågade leverantörerna anser därför att de energisnåla husens komplexitet försvårar arbetsmetodiken. En viss skillnad i inställning går att antyda mellan de företag som bygger energieffektivt respektive de som inte gör det. Företag E uttrycker:

En snickare med 25 års erfarenhet kommer bygga som han alltid har gjort. Om huset behöver byggas efter hårdare krav kommer det resultera i att man misslyckas.

(Företag E, Telefonintervju 27 mars 2013)

Parallellt uttrycker företag F:

Som i alla andra branscher behöver arbetssättet utvecklas konstant för att vara konkurrenskraftigt. Det gäller bara att utbilda och ha kontroll.

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

Precis som i föregående avsnitt tolkar vi skillnaden på liknande sätt. Givetvis kan en mer komplex arbetsprocess medföra komplikationer, men vi upplever snarare att problemet yttrar sig i bristande erfarenheter. Skulle energieffektivt byggande vara praxis skulle dessa synpunkter förmodligen inte vara lika utbredda bland leverantörerna.

4.4.3 Fuktproblem och konstruktionsfel

Leverantörerna är oroad av de fuktproblem som uppstår vid ett tätare och mer isolerat klimatskal. Samtliga är överens om att det blir viktigare med en korrekt fuktdimensionering. Bättre isolering medför att det tar betydligt längre tid för fukten att torka ut ur konstruktionen. Detta leder till en ökad risk för fuktskador och mögelangrepp (Elmarsson & Nevander, 2006, s. 280ff).

Å ena sidan anmärks det att denna kunskap ännu inte finns i branschen. Bland annat hävdar Företag I:

Vi har inte sett några kompletta studier på vad som händer med fukten vid ökad isolering. Detta kan vara en stor risk och vi vill inte bygga sämre hus som en följd av detta. Det finns helt enkelt för lite underlag för att kunna fatta ett beslut i frågan.

(Företag I, Telefonintervju 16 april 2013)

Företag B fortsätter:

Den teoretiska kunskapen för att bygga energisnålt finns, men ännu ej den praktiska.

(Företag B, Telefonintervju 22 mars 2013)

Å andra sidan framhävs det att kompetensen finns enligt Företag F:

Kunskap om korrekt fuktdimensionering existerar – det gäller bara att utbilda och vara noggrann i såväl projekteringen som uppförandet av byggnaden.

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

Oron grundar sig inte i enbart fuktproblem, utan gäller konstruktionen som helhet. Företag B uttrycker:

Det krävs en längre period att testa nya metoder. Man måste låta en byggnad stå i några år föra att få en ordentlig uppfattning om hur den uppför sig vid olika tidpunkter på året, även om den är väldigt säker ur fuktperspektiv. Det är dyrt för oss som företag att utföra dessa tester samtidigt som de är tidskrävande. Är de inte ordentligt gjorda kan de leda till ännu större kostnader i form av skadestånd pga. brister i konstruktionen.

(Företag B, Telefonintervju 22 mars 2013).

Oron är berättigad och vi uppfattar detta som en av anledningarna till att uppförandet av energieffektiva byggnader inte har kommit längre i Sverige.

Problemet i sig är inget nytt, byggnadssektorn har i tid och otid drabbats av skandaler såsom omfattande fukt- och konstruktionsproblem. Många av dessa har uppkommit som en följd av inte tillräckligt beprövade arbetsmetoder. Företag J uttrycker:

Vi tycker att dagens sätt att bygga är föråldrat, I stort sett har ingen större förändring skett sen jag började 1980. Det går för långsamt att och satsas för lite på nya arbetssätt/tekniker. Det satsas för lite helt enkelt!

(Företag J, Telefonintervju 19 april 2013)

Företagen strävar därför efter att bygga efter tillförlitliga principer där utfallen är kända. Flera är övertygade om att energisnåla hus som koncept inte är tillräckligt beprövat än, och vill därför inte vara det företag som gör misstagen. Detta är även en av anledningarna till att flera av företagen aktivt avvaktar för att utarbeta hållbara lösningar och arbetssätt. Företag E uttrycker:

Då de nya energikraven träder i kraft kommer det att finnas beprövade lösningar. Vi kommer låta någon annan göra missarna.

(Företag E, Telefonintervju 27 mars 2013)

Paradoxalt anser de flesta av tillverkarna att de ligger i framkant i branschen gällande energieffektivisering. Om företagen inte vill skapa sina egna erfarenheter inom området, hur ska då utvecklingen nå önskat resultat?

Vi tolkar att tidsfaktorn är svårigheten – det behövs tid för att kunna utvärdera hur konstruktionen betar sig i verkligheten. Under intervjuerna uppmärksammade vi framförallt Företag F som tagit sig an uppgiften:

Vi tog beslutet att göra vad som krävs för att klara eventuellt skärpa energikrav. Därför byggde vi vårt första passivhus förra året. Om de nya energidefinitionerna skulle träda i kraft imorgon skulle vi klara dem.

(Företag F, Telefonintervju 26 mars 2013)

Byggnaden används för tillfället som kontor/demohus. Många av problemen som de andra leverantörerna har tagit upp – t.ex. för stora värmepumpar och FTX-aggregat med för låga verkningsgrader – har förtagat löst. Framförallt genom att rannsaka marknaden efter nya innovativa lösningar. Samtidigt är de i stånd med att klara ovan nämnda problem och har möjligheten att utvärdera konstruktionen efter hand.

4.5 Kostnadseffektivitet

Den fråga som benämns mest under samtliga intervjuer är förhållandet mellan energieffektivt byggande och kostnadseffektivitet. Samtliga är överens om att det gäller att anpassa graden av energieffektivisering gentemot efterfrågan.

Leverantörerna är överens om att det existerar två kundtyper i frågan; dels de som är intresserade av energieffektiva hus ur ett kostnadsperspektiv och dels de som har ett miljöinriktat intresse. Den huvudsakliga marknaden tillhör den förstnämnda kategorin, där efterfrågan styrs av kostnaderna.

Flera poängterar därför att det ännu inte finns någon marknad för de energisnåla husen i Sverige. Exempelvis säger Företag I:

Det kostar så mycket mer att bygga ett nära-nollenergihus att det i slutändan inte är motiverbart för kunden – den lägre driftkostnaden vägs inte upp av grundinvesteringen.

(Företag I, Telefonintervju 16 april 2013)

Företag B fortsätter:

Det finns inte tillräckligt med incitament för att bygga energieffektivt idag. Energipriserna skulle i så fall behöva höjas så att kunderna blir intresserade.

(Företag B, Telefonintervju 22 mars 2013)

Med investeringskostnaden i grundtanke finns det även problem för kunden. Flera av företagen är överens om att bankerna försvårar försäljningen av energieffektiva hus. Den extra kostnad som tillkommer vid köp av ett energieffektivt hus motiveras inte av bankerna och det blir således svårare för kunden att få lån. Företag D hävdar:

Om man ska köpa en gård träffar man en bankman som är insatt inom lantbruk och ser potentialen i gården, inte bara på det faktiska läget. Det borde vara likadant med passivhus – där banken tar i beaktande att driftkostnaderna kan bli betydligt lägre än för ett konventionellt hus.

(Företag D, Telefonintervju 27 mars 2013)

Flera av företagen påpekar även att prioritering inte bör göras på nyproducerade byggnader, utan på det befintliga beståndet, vilket även det

finns reglerat i EU:s direktiv om energieffektiva byggnader. Företag C framför:

Dagens nya byggnader drar extremt lite energi jämfört med redan befintliga. Ur ett nationalekonomiskt perspektiv är det oklokt att satsa på de sista kilowatten på de förstnämnda. Värmepumpar är idag en bra lösning, vilka dessutom kommer bli bättre och billigare på sikt.

(Företag C, Telefonintervju 4 april 2013)

Företag L hävdar vidare:

Huvuduppgiften för lagstiftare bör vara att försöka energieffektivisera det befintliga byggnadsbeståndet som idag använder 2-4 gånger så mycket energi per kvm BOA som nyproducerade bostäder gör. Därför bör större fokus läggas på näranollenergidirektivet avseende ombyggnad istället för nollenergidirektivet avseende nybyggnad. Utmaningen inom segmentet ombyggnad/renovering är att det är svårt nog redan nu att få ihop ekonomin i de projekten.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

Precis som i avsnittet 4.4.3 – Fuktproblem och konstruktionsfel, är kostnad en märkbar anledning till varför många företag väljer att avvakta med utvecklingen. Företag G uppger:

Om energikraven skulle bli mycket striktare år 2020 kan man alltid komplettera med FTX och förbättra klimatskalet ytterligare. Vi vill dock inte överskjuta målet och bygga extremt energieffektiva byggnader som är för dyra kunden. Av den anledningen avvaktar vi och väntar på en tydligare definition.

(Företag G, Telefonintervju 2 april 2013)

Korrelationen mellan grundinvestering och driftsekonomi är som nämnt tidigare hög. En framtida skärpning av energikraven i BBR kan medföra en högre uppförandekostnad för byggnader. Om det blir en lagfråga måste det inte längre vara ekonomiskt försvarbart och det handlar istället om ren miljöideologi. Företag L uttrycker:

Om det blir lag på att nybyggda hus ska använda noll energi, då behöver vi bygga så för att följa lagen. Samtidigt behöver lagstiftarna då vara fullt medvetna om att det alltså inte är ekonomiskt hållbart att instifta en sådan lag. Möjligen kan det vara miljömässigt hållbart, men det behöver utredas huruvida

energianvändningen vid produktionen av nollenergihuset överstiger besparingen långsiktigt. Det kan finnas risk för att det faktiskt inte ens är miljömässigt hållbart att bygga nollenergihus.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

Detta är en ståndpunkt som många delar. Företagen är överens om att det krävs förändring för att energieffektivt byggande skall bli norm i byggnadsbranschen. Vikt ska läggas på kostnadseffektivitet, där det måste skapas incitament för att efterfrågan skall öka. Som en följd av detta har flera Europeiska länder infört s.k. ”nettodebitering/nettoavräkning”, vilket är ett sätt att kvitta en byggnads energiöverskott mot konsumtionen hos elnätsföretaget. Flera av de tillfrågade anser att detta kan vara en lösning även i Sverige för att skapa drivkrafter hos kunden.

Samtidigt påpekar flera företag att antalet byggda småhus per år är på den lägsta nivå sedan början på 90-talet. Precis som framhåvt ovan ställer vi oss frågan vad som kommer att ske om uppförandet av energieffektiva hus blir en lagfråga – där de verkliga incitamenten egentligen saknas.

Frågan om kostnadseffektivitet är en stor del av problematiken i energieffektivisering. Från avsnittet att tolka är det dyrare att bygga energieffektiva hus och samtidigt saknas idag incitament till att göra det.

4.5.1 Ett exempel ur ett ekonomiskt perspektiv

Företag L gav en utförlig beskrivning om problemet med kostnadseffektivitet.

Det första problemet som uppstår gäller husets byggkostnad. Antag ett hushåll med två medianinkomsttagare och två barn. Förutsättningarna gäller heltidsarbete med fast anställning. Hushållet äger även en bil. Med dessa omständigheter tillåter bankens kalkylmodell, enligt Företag L, i dagsläget ett lån på ca 2,5 mkr förutsatt en kontantinsats om ca 400 tkr. Detta medför i dagsläget att familjen kan köpa ett hus som kostar 2,9 mkr. Vid gynnsamma förutsättningar (rimligt markpris, enkla markförhållanden och möjligheten att bygga kostnadseffektiva och tillräckligt attraktiva småhusområden) kan företag L idag leverera inflyttningsklara småhus på 120 m² till ett motsvarande totalpris.

Detta är dock en svår uppgift enligt företaget och husets energianvändning hamnar då på ca 50 kWh/kvm/år (varav tappvarmvatten 20 kWh/kvm/år) för uppvärmning om det värms med el. Samma hus använder ca 75 kWh/kvm/år (varav 20 kWh/kvm/år utgör tappvarmvatten) om det värms med fjärrvärme.

Precis som andra företag har påpekat är investeringskostnaden för att sänka energianvändningen, från angivna nivåer till noll, hög. Detta motsvarar enligt Företag L en merkostnad om 400 - 600 tkr per hus för slutkund. Företag L fortsätter:

Vid en räntenivå som dagens (ca 4% vid en kombination av rörlig och låst ränta) så medför den investeringen en ökat räntekostnad per år om ca 16 000 – 24 000 kr före avdrag och ca 11 000 kr – 17 000 kr per år efter avdrag. Om angiven merkostnad skall amorteras/avskrivnas på 50 år så innebär det ytterligare ca 10 000 kr per år i utgift.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

Företag L:s slutsats är därför att energibesparingen behöver vara ca 25 000 kr per år för att merkostanden som energibesparingen medför skall motiveras ur ett renodlat ekonomiskt perspektiv. Det man räknar här med är ett avdrag på ca 30 % som i medeltal ger en ökad räntekostnad på 14 000 kr.

Nästföljande fråga är vad det i dagsläget kostar att driva motsvarande hus. Företag L fortsätter:

Om ett eluppvärmt småhus som är 120 kvm använder 50 kWh/kvm/år (varar 20 kWh beräknas utgöra tappvarmvatten) så innebär det alltså ca 30 kWh/kvm/år för uppvärmning, alltså 3 600 kWh per år. Vid en energikostnad om 1kr/kWh innebär det 3 600 kr per år. Här behöver man komma ihåg att de fasta tarifferna är oförändrade oberoende av energianvändningen i huset. Därför är det högst rimligt att räkna på 1kr/kWh.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

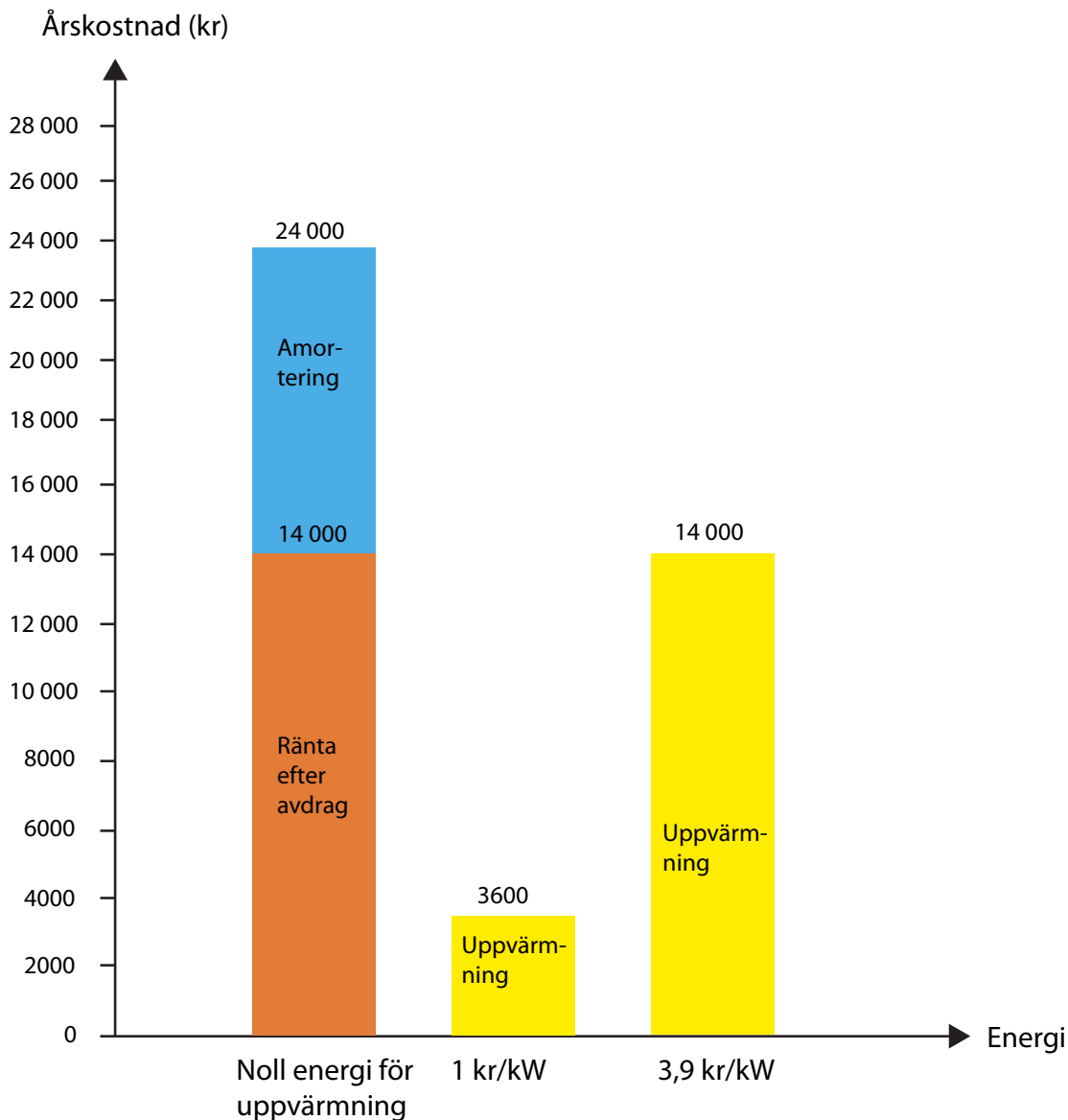
Exklusive varmvatten blir merkostnaden svår motiverad för kunden, då den i detta fall blir ca 14 000 kr per år istället för 3600 kr. Tillräknas amorteringen blir merkostnaden istället ca 24000 kr (14 000 kr + 10 000 kr). Vi håller med Företag L som slutligen påpekar:

Det är minst sagt en svår ekvation att förklara för köparen av ett småhus, och en ännu svårare ekvation att få ekonomerna på bankerna att förstå.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

Slutligen gör Företag L slutsatsen att energipriset behöver komma upp i nivåer om ca 3 - 4 kr/kW för att energieffektivisering skall motiveras, vilket diagrammet nedan antyder.

Diagram 4.1 Kostnader för ett energieffektivt hus enligt Företag L. Underlag från intervju. Bild: Österlin & Ahrén 2013.



Småhus 120 kvm med eluppvärmning. Totalt energibehov är 50 kWh/kvm, år där 30 kWh/kvm, år utgör uppvärmning. Varmvattenproduktion är inte inräknad.

Byggnaden beskriven i exemplet är ca 20 % dyrare än motsvarande småhus utan energieffektivisering. Det skall tas i beaktande att kostnaden på 24 000 kr avser att de boende amorterar på huslånet. Därför är den mest rättvisa kostnaden 14 000 kr jämfört mot 3600 kr, vilket betyder att energipriset måste vara ca 3,9 kr för att motivera merkostnaden.

4.5.2 Ytterligare ett exempel ur ett ekonomiskt perspektiv

Även Företag E redogör för problemet med kostnadseffektivitet. Antag två identiska fritidshus på samma ort, uppvärmt med el tillsammans med självdragsventilation respektive bergvärmepump och frånluftsventilation.

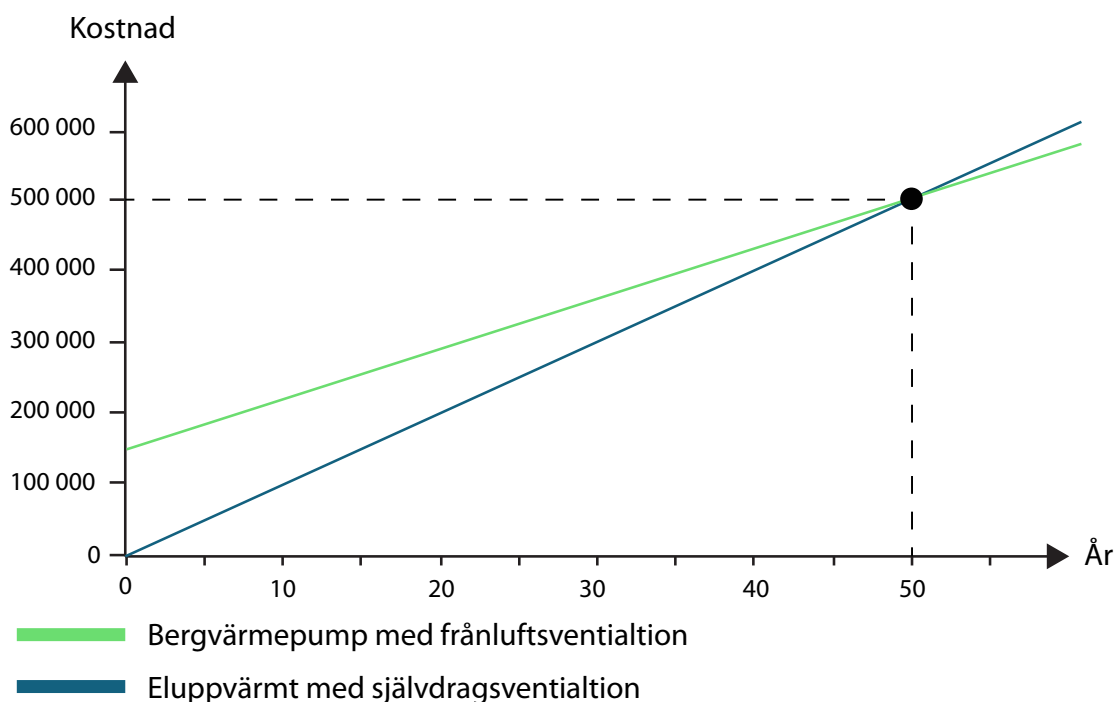
Enligt Företag E betalar det sistnämnda huset tillbaka den högre investeringskostnaden, med dagens elpriser räknat, efter ca 50 år:

Det eluppvärmda huset med självdrag har en årskostnad på ca 10 000 kr. Det andra huset har motsvarande 7 000 kr. Det sistnämnda systemet kostar ca 150 000 kr mer att installera.

(Företag E. Telefonintervju 27 mars 2013)

Poängen är densamma som föregående exempel, men vi får inga konkreta siffror som styrker argumenten. Vi anar dock att Företag E grundar sina antaganden på liknande statistik som Företag L.

Diagram 4.2 Kostnader för ett energieffektivt hus enligt Företag E. Underlag från intervju. Bild: Österlin & Ahrén 2013.



4.6 Framtidsutsikter

Då frågan om vad EU-direktivet kommer innebära i praktiken, fås otydliga svar från leverantörerna. Få har en uppfattning, och de som anger någon tror inte att det kommer påverka dagens byggregler i någon större omfattning. Ett par företag anger värden på ca 20 – 30 kWh/år, m² då direktivet träder i kraft. Företag C nämner vidare:

Jag tror att 2020-målet inte kommer skilja sig så mycket från dagens krav rent tekniskt. Vi bygger efter ca 75 % av BBR, det

kommer förmodligen vara mer än nog jämfört med de krav som kommer.

(Företag C, Telefonintervju 4 april 2013)

Det intressanta med frågan är företagets subjektiva inställning till direktivet, där vi uppmärksammat flera delade synpunkter. Företag E håller inte med i energidebatten:

Jag håller inte med i energidebatten! Det finns två aktörer på marknaden som styr – isoleringsleverantörerna Paroc och Isover. Deras försäljning har gått upp markant – varför? Inte pga. att det byggs fler hus utan för att de förespråkar en tjockare isolering - Varför? De vill såklart tjäna pengar. Det är som att låta räven vakta hönorna. Det jag undrar då är vems intresse energieffektiviseringen ligger i?

(Företag E, Telefonintervju 27 mars 2013)

Företag C är inne på ett likande spår:

Jag är ingen jätteentusiast av energieffektivisering. Ser inget självändamål i det, utan vi tittar på andra lösningar istället. Ett hus kan ju dra jättemycket energi så länge elen kommer från den egna tomten. Alltså är inte energibehovet det viktiga, utan istället var och hur man producerar energi.

(Företag C, Telefonintervju 4 april 2013)

Företag L är oroliga för den stagnation av nyproduktion av småhus som ett strikt direktiv kan medföra:

En allmän målsättning är självfallet att nya småhus skall använda mindre energi imorgon än vad de gjorde igår. Om nollenergikrav inträder kommer vi emellertid att se en total stagnation av nyproduktion av småhus i Sverige under en relativt lång tid (jag gissar på 10-15 år) eftersom kundernas privatekonomi inte tillåter nollenergihus utifrån rådande energipriser.

(Företag L, intervju 3 april 2013)

Det går även att skapa en uppfattning om vilka metoder framtidens hus kan tänkas byggas efter. Bland företagen uppmärksammar vi att modulhus kan vara ett framtidsalternativ, då det påpekas att produktionen blir effektivare genom detta arbetssätt. Företagen gör bland annat paralleller med iPhones enkelhet och tiden då T-forden introducerades. Företag I beskriver:

Framtidens kund eftersträvar ”Plug and Play”. Allt skall vara klart och färdigt, snyggt och lätt att installera – man förväntar sig att allt bara fungerar och bryr sig inte så mycket om hur.

(Företag I. Telefonintervju 16 april 2013)

5 Slutsatser

Syftet med kapitlet är att slutligen försöka besvara de frågor som ställdes i frågeställningen:

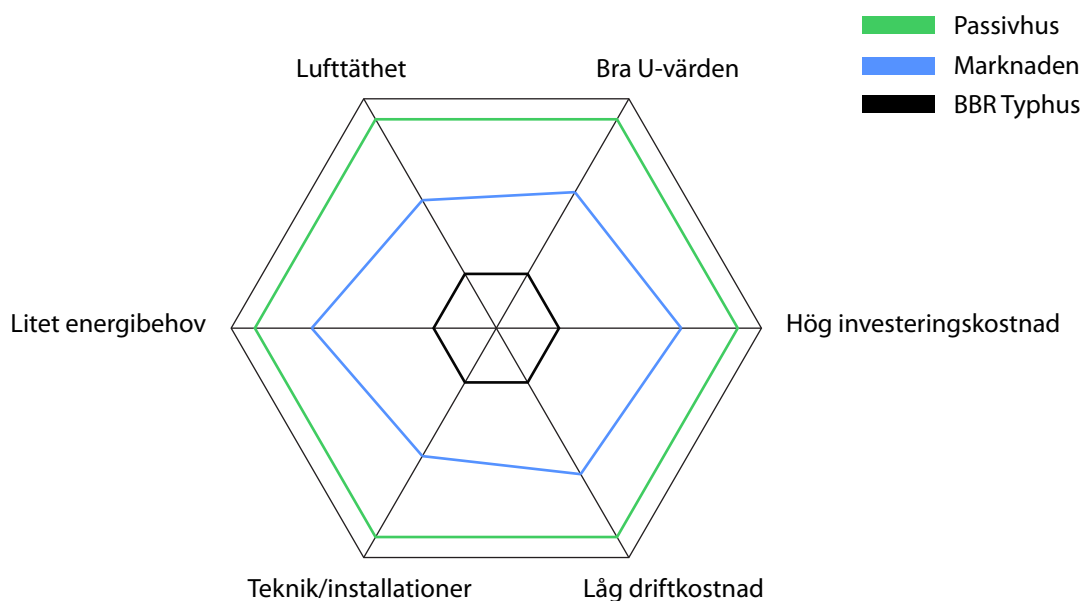
- *Vart är marknaden på väg?*
- *Finns det några tydliga trender/metoder?*
- *Finns det några luckor i dagens teknik som behöver åtgärdas innan direktivet träder i kraft?*
- *Vilka är de eventuella problemen med energieffektivisering?*

Först ges en genomgång av marknaden som den ser ut i dagsläget; vilka metoder företagen bygger efter och vilka problem de upplever. Därefter beskrivs framtidens småhus för att förmedla en bild av var branschen är på väg.

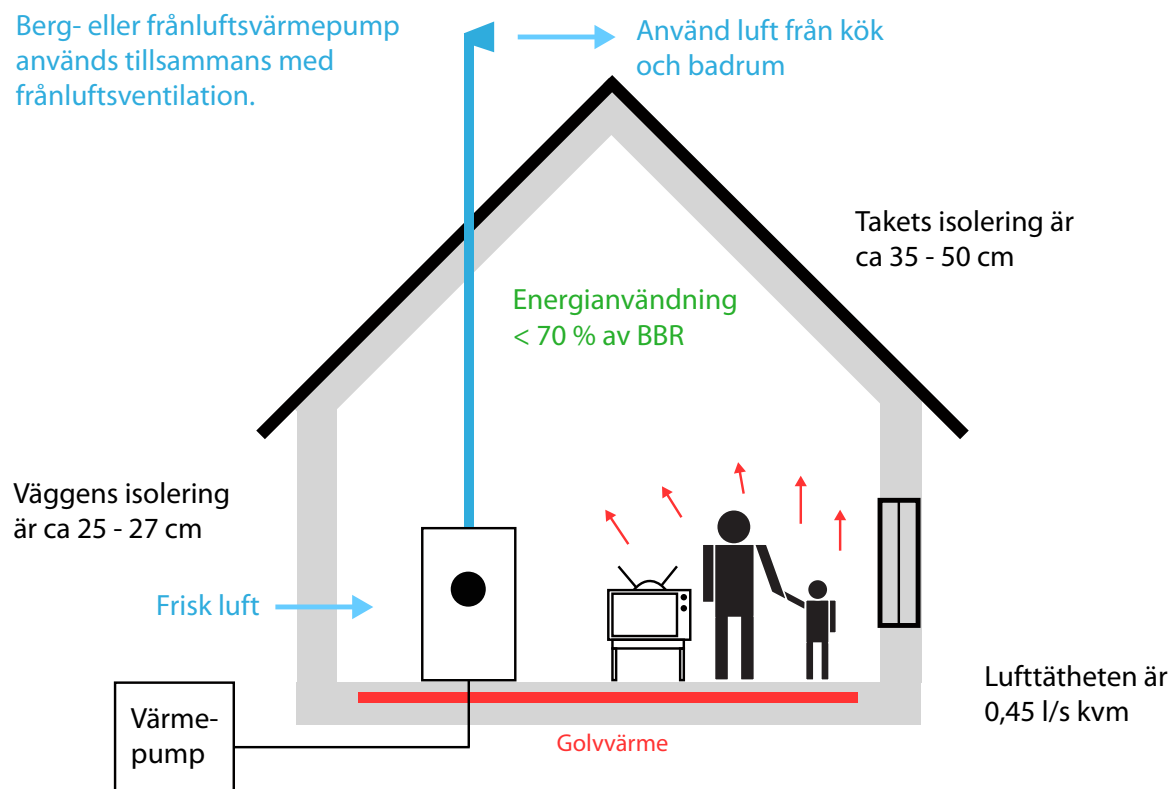
5.1 Dagens småhus

Dagens småhus som produceras är förhållandevis energieffektiva. För att besvara frågeställningen: Finns det några tydliga trender och metoder? – är svaret ja. Företagen bygger efter BBR:s krav och uppfyller dessa med marginal, men med energilösningar som motiveras av en balans mellan investerings- och driftkostnader.

Figur 5.1 Illustration av företagens småhus i förhållande till BBR:s krav och passivhuskriterierna. Underlag från intervjuer. Bild: Österlin & Ahrén 2013.



Figur 5.2 Ett typexempel på ett småhus. Underlag från intervjuerna. Bild: Österlin & Ahrén 2013.



5.1.1 Energieffektivitet

Föregående kapitel tyder på att företagens levererade småhus förhåller sig tillräckligt till BBR:s krav ur energisynpunkt. Två viktiga faktorer är specifik energianvändning och U-värde, vilka dessutom har en hög inbördes korrelation. De angivna värdena för specifik energianvändning är tillräckliga, medeltalet är ca 40 - 60 kWh/A_{temp},år, för de högsta angivna värdena i intervallen, dvs. knappt 70 % av BBR:s krav. Motsvarande U-medel är 0,24 (W/m² K). I jämförelse med Boverkets PM om energiprestanda uppstod tveksamheter, där det beskrivs att ett hus på 120 m² måste ha ett U-medel motsvarande 0,19 (W/m² K) för att klara energikravet 90 kWh/A_{temp},år för klimatzon III med annat uppvärmningssätt. Detta kan härledas till att flera faktorer inverkar samtidigt, till exempel lufttätet. Därför är angivna värden för specifik energianvändning det värde som skall beaktas i första hand. Vidare anger företagen hög lufttätet, medel < 0,45 (l/s m²) vid 50 Pa för de högsta värdena i intervallen. Även detta speglar en god energieffektivitet då passivhuskravet är 0,3 (l/s m²).

5.1.2 Byggnadsteknik och utformning

Företagen utformar husen energieffektivt i viss mån, där det finns en koppling till såväl kostnader som kundens egna preferenser. Köldbryggor som leder till

ökade värmeförluster minimeras men vi anser att det är möjligt att prestera bättre. Detta då flera företag påpekar att de ”bygger utan köldbryggor” men samtidigt inte enligt definitionen $< 0,01 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ (PHIUS, 2012).

Ett företag visar att det går att komma ner i dessa låga värden genom väl utförda energiberäkningar med praktisk tillämpning. Denna kunskap finns dessutom hos flera företag men tillämpas inte då man klarar av dagens krav med enbart dellösningar. Byggnadens geometriska utformning har betydelse för energieffektiviteten, men merparten av företagen tar knappt detta i beaktande vid uppförande av sina hus. Detta som en följd av att geografiskt läge och kunden i första hand bestämmer utformningen. Användning av t.ex. solavskärmare och minskad fönsterarea medför estetiska kompromisser som, enligt kunden, är för stora jämfört med besparingen i driftkostnad.

5.1.3 Installationsteknik

Normen bland företagen är följande ventilation/värmesystem:

- Frånluftsventilation. Kompletteras sällan med FTX.
- Vattenburen golvvärme på bottenvåning och motsvarande eller vattenburna radiatorer på ovanvåning.
- Frånluftsvärmepump eller bergvärmepump som värmekälla. Fjärrvärme vid möjlighet.

En slutsats är att dagens teknik är en bra grund men att det finns utrymme för utveckling. Av intervjuerna att döma finns det effektivare installationsmöjligheter, till exempel värmepumpar och FTX-system, som idag inte används. Flera företag påpekade att tekniken ännu inte finns, men företagen som idag producerade passivhus visade motsatsen, med FTX-system med 90-procentig verkningsgrad samt värmepumpar med ca 3 kW effekt. Gällande isoleringsmaterial finns tekniken, men de bättre materialen är idag dyra och medför installationstekniska problem.

Det gäller att få en omsättning av dessa produkter så priserna kan pressas, där ansvaret även vilar på leverantörerna av dessa system. För att en vidare utveckling ska ske måste dock ett behov skapas.

5.2 Upplevda problem

För att besvara frågeställningen: Finns det några luckor i dagens teknik som behöver åtgärdas innan direktivet träder i kraft och vilka är de eventuella problemen med energieffektivisering? Svaret är nej på den första frågan och problemen är teknik- och kostnadsorienterade.

5.2.1 Teknik

Från resultatdelen identifieras framförallt tre upplevda risker med energieffektivt byggande; problem med inomhuskomforten, försvårad arbetsmetodik samt ökade fukt- och konstruktionsproblem.

Att energieffektiva hus medför försämrad inomhuskomfort tolkas som en inställningsfråga, förknippad med de första passivhusen. Idag finns det beprövade metoder, vilket flera av leverantörerna påpekar, som medför ett bättre inomhusklimat jämfört med de konventionella husen. Det finns exempelvis FTX-system som inte bullrar och samtidigt vet man vart luften tar vägen.

Vi gör bedömningen att energieffektivt byggande kan medföra ökad risk för fukt- och konstruktionsproblem. Detta beror på att konceptet är relativt nytt och att företagen inte hunnit pröva denna byggnadsprincip fullt ut. Dock handlar det främst om kompetensbrist inom företaget i utförande än tekniska svårigheter. Det gäller därför att utbilda nyckelpersoner med spetskompetens inom företagen för att utvecklingen skall kunna drivas framåt. I och med tjockare isolering upplevs medföra fuktproblem, en ökad kostnad samt minskad boyta upplever via att det är främst inom detta område en förbättring skulle behöva ske. Framförallt då dagens isoleringsmaterial funnits i ca 75 år. Att arbetsmetodiken kan försvåras är kopplat till ovanstående. Detta gäller dels de företag som bygger modulhus, med prefabricerade konstruktionsdelar, som måste ställa om sin produktion. Dels gäller det själva uppförandet där högre krav ställs på kunskap hos t.ex. snickare och takläggare.

Slutligen skall det tilläggas att dessa problem till stor del bygger på oprövade metoder, då konceptet om energieffektiva byggnader är relativt nytt. Om utvecklingen tar fart kommer problemen troligtvis att minska.

5.2.2 Kostnader

Enligt de intervjuade företagen finns det framförallt ett tydligt problem sammankopplat med energieffektivt byggande – kostnader. De minskade driftkostnaderna som energieffektivisering medför motiverar inte den högre investeringskostnaden som krävs. Problemen består av högre kostnader gällande framförallt ökad vägg tjocklek samt dyrare teknik och installationer. Med en ökad vägg tjocklek följer större materialkostnader och generellt är exempelvis värmepumpar och FTX-system dyrare än elradiatorer och självdrags-system. Samtliga medför även ökade kostnader i produktionsledet. Det sistnämnda är en investeringsfråga, där ett större behov måste skapas för att förändring skall ske.

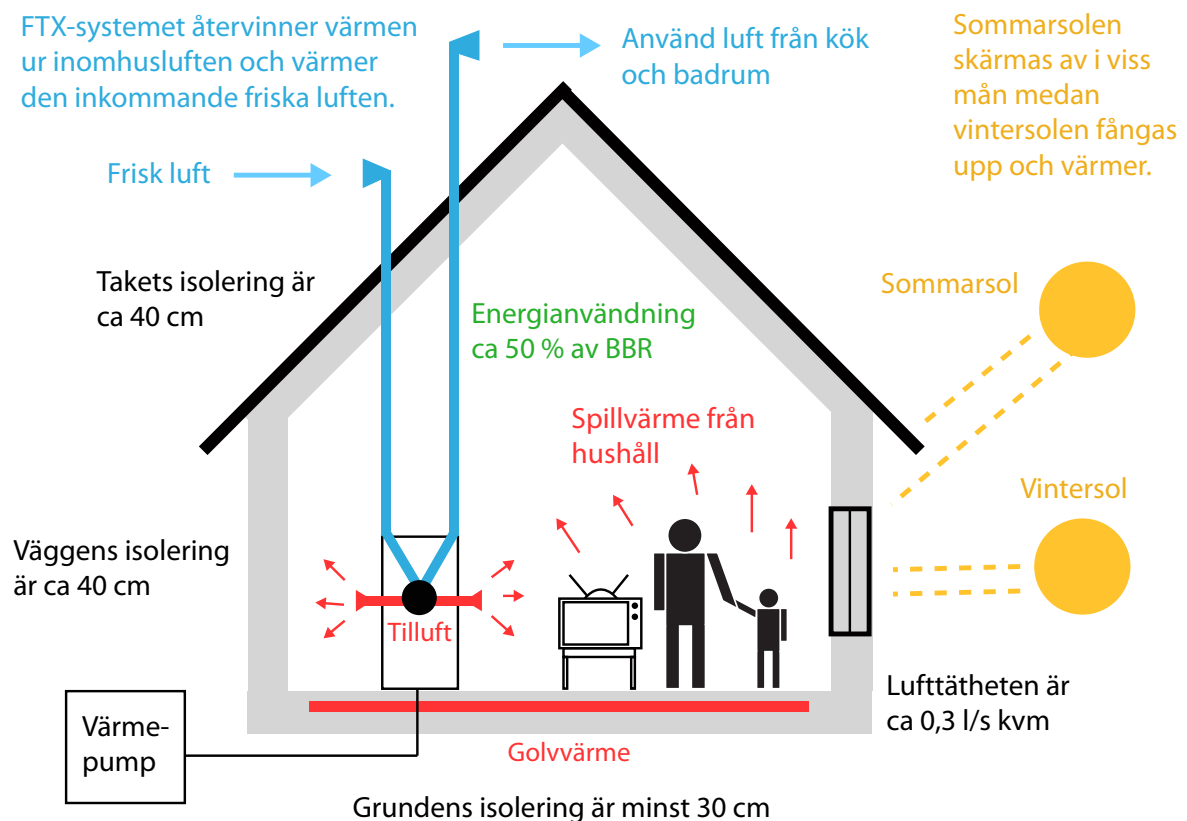
Vidare är det svårt att fastställa slutsatser om hur mycket dyrare ett energieffektivt hus är att producera då definitionerna skiljer sig ifrån varandra. I intervjuerna nämns två spann; 2-5 % respektive 15-20 % dyrare. I exemplet från avsnitt (4.5.1) motsvarar ett elpris på knappt 4 kr/kWh den kostnad som krävs för att motivera energieffektiviseringen, jämfört med dagens 1 kr/kWh. Detta exempel är baserat endast på ett renodlat ekonomiskt perspektiv, vilket inte är direkt översättbart med verkligheten, då flera andra faktorer, exempelvis miljöavtryck, spelar in. Samtidigt måste man tänka på att det ekonomiska intresset idag är det främsta för kunden.

Då konceptet om energieffektiva byggnader är relativt nytt beror troligen en stor del av kostnaderna på att marknaden är ung. Precis som i andra branscher under utveckling är ofta materialen dyra och metoderna ineffektiva initialt. Flera företag har börjat ta steget mot energieffektivisering men det krävs att hela branschen gör det för att utvecklingen skall ta fart, då efterfrågan och konkurrens skapar prisfall.

5.3 Framtidens småhus

Frågeställningen som lyder; vart är marknaden på väg? – Besvaras på så sätt att vi vill hoppas på att framtidens småhus är ett passivhus eller motsvarande, men med dagens klimat i byggbranschen kommer detta troligen inte att ske de närmaste åren. Dock kommer inte energi bli billigare utan dyrare samt att hållbara lösningar för miljön måste tas fram. En rimlig väg att gå är att bygga energieffektivt, vilket flera av företagen gör, men inte i enlighet med passivhusstandard. Ett exempel är:

Figur 5.3 Det framtida småhuset enligt resultat- och diskussionskapitlet (Österlin och Ahrén, 2013).



- Isoleringsskikt om ca 300 – 400 mm
- Lufttäthet om ca 0,3 l/s m² (vid 50 Pa)
- Vattenburen golvvärme på botten- och ovanvåning
- Bergvärmepump/fjärrvärme med FTX med styrsystem.
- Minimering av köldbryggor med hjälp av beräkningsprogram.

Detta är ett typhus i undersökningen, i det energieffektivare spektret. Det är inte ett passivhus, men det är inte heller ett konventionellt hus.

Energiförlusterna minimeras men inte till följd av en för hög kostnad för kunden. Ett småhus i denna utformning skulle uppskattningsvis ha en specifik energianvändning motsvarande ca 30 – 45 kWh/m²,år fördelat på landets tre klimatzoner med eluppvärmning. Detta motsvarar ca 50 % av dagens krav enligt BBR och definieras enligt detsamma ”ett hus med mycket låg energianvändning” (BBR, 2011). Detta hus anser vi vara lämplig kompromiss mellan energieffektivt respektive konventionellt byggande och skulle vara uppnåbart idag till rimlig kostnad så länge efterfrågan finns.

Vad ska då göras för att öka efterfrågan på energieffektiva byggnader? En lagändring kommer, enligt företagen, endast att innebära högre kostnader för kunden, vilket vi håller med om. Driftkostnaderna blir visserligen lägre men

den högre investeringskostnaden kommer medföra höga månadskostnader i form av räntor etc. En byggnad som har liten påverkan på miljön är en bra byggnad, men merparten av målgruppen är intresserad av energieffektiva byggnader pga. lägre kostnader – inte miljöpåverkan och detta måste tas i åtanke. Ur ett kostnadsperspektiv finns det därför idag ingen anledning att bygga extremt energieffektiva hus. Lösningen kan i stället innebära någon form av incitament för den boende, där framförallt nettodebitering/nettoavräkning av egenproducerad energi framstår som en fördelaktig lösning. Detta kan skapa viljan att bygga energieffektivt i en högre omfattning, där dessutom plusenergi-hus skulle kunna bli lönsamma. Problemen som företagen upplever med att bankerna inte tar i beaktande att ett energieffektivt hus har lägre driftkostnader, måste också lösas för att incitament skall skapas.

Flera av de tillfrågade företagen tillverkar modulhus, där merparten av konstruktionsdelarna är prefabricerade. Detta är en lösning som är rätt i tiden, där effektiviteten i produktionen är hög med välbeprövade metoder. Dessa byggnader för tankarna till bilindustrin, vars struktur skiljer sig radikalt från byggbranschen. Skillnaden verkar dock minska då fler och fler företag inser hur mycket produktivare det är att framställa stora delar av byggnaden i egen fabrik. Då modulhusen är prefabricerade styrs utformningen till stor del av efterfrågan, där en hustyp måste passa en stor andel av målgruppen. Följden blir således att dessa hus inte är särskilt energieffektiva då det inte motiveras av kunden.

Slutligen skall det tilläggas att utvecklingen ständigt för med sig nya metoder och tekniker. Både billigare och effektivare värmepumpar samt FTX – system för att nämna ett par. Datorstyrda installationssystem blir allt vanligare vilket definitivt är något som är nära i tiden. Samtidigt är det befintliga byggnadsbeståndet det stora problemet i energifrågan, vilket flera företag anser. Dessa hus energianvändning är avsevärt större än dagens nyuppförda byggnader – energieffektiva eller ej.

5.4 Rapportens styrkor och svagheter

En av rapportens styrkor är antalet tillfrågade företag. Flertalet intervjuer ger en bredare mängd data att analysera och på så vis stärks sannolikheten att korrekta slutsatser fastställs. I alla undersökningar finns det en viss osäkerhet. I denna rapport uttrycker dessa sig främst i den kvantitativa delen, där de intervjuade ombads ange olika parametervärden för sina hus. Framförallt frågan om specifik energianvändning kan vara missvisande då beräkningarna kan ha utförts på fel sätt alternativt att korrekt värde ej angivits. Detta gäller

exempelvis klimatzonerna där flera företag angivit byggnader i Stockholm för klimatzon II, när det egentligen tillhör zon III:

Vi har minimerat denna risk genom att tillfråga kunniga personer inom företagen, exempelvis personer som är tekniskt ansvariga för produktionen.

Vi anser att vi uppnått hög validitet då insamlad data är ytterst relevant för studien. Samtidigt är reliabiliteten hög, framförallt gällande den kvantitativa delen som bygger på parametervärden.

5.5 Förslag på fortsatt forskning

Av ovanstående att döma är det primära problemet nödvändigtvis inte de nyuppförda byggnaderna utan det befintliga beståndet. Även detta problem har koppling till att incitament behöver skapas för energieffektivt byggande. Således skulle förslag på framtida forskning kunna vara att studera lösningar på det befintliga beståndet och vidare utvärdera hur incitament kan skapas. Samtidigt måste alla nya byggnader vara energieffektiva eftersom de kommer att finnas kvar om 50-100 år.

6 Referenser

6.1 Litteratur

Bryman A. & Bell E. 2011. *Business research methods*. Tredje upplagan. Oxford university press: New York.

Nevander L-E & Elmarsson B. 2006. *Fukthandbok: Praktik och teori*. Tredje utgåvan. Svensk Byggtjänst: Stockholm.

Sandin K. 2010. *Praktisk Byggnadsfysik*. Första upplagan. Studentlitteratur AB: Lund.

Warfvinge C. & Dahlblom M. 2010. *Projektering av VVS-installationer*. Första upplagan. Studentlitteratur AB: Lund.

6.2 Elektroniska källor

Bjärtun S. & Persson A. 2011. *Intelligenta hus: Ett koncept för framtidens bostäder?* Institutionen för byggvetenskaper. Examensarbete, LTH. Lund. Hämtad 14 maj 2013.
<http://www.bekon.lth.se/fileadmin/byggnadsekonomi/SBjaertun_APersson_Arbetet_-_Tryckning.pdf>

Boverket. 2011. *Boverkets Byggregler: föreskrifter och allmänna råd*. 19:e upplagan. Hämtad 6 mars 2013
< <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2011-26-BBR19.pdf>>

Clase M. 2010. *Inventering och Utvärdering av Högpresterande Isolering*. Teknik och projekteringsledning Hus och Bostad, Skanska Sverige AB, Göteborg, mars 2010. Hämtad 14 maj 2013.
< <http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/ProjectDocuments/711DBF18-F83A-4F42-95DC-7C0BD0ADFE96%5CFinalReport%5CSBUF%2012315%20Slutrapport%20Inventering%20och%20utv%E4rdering%20av%20h%F6gpresterande%20isolering.pdf> >

Eskilsson M. 2013. *Golvvärme – el eller vatten*. Bygghus 27:e februari. Hämtad 14 maj 2013.
<<http://www.byggahus.se/varme/golvvarme>>

Europeiska Unionens officiella tidning. 2010. *Europaparlamentet och rådets direktiv 2010/31/EU*. Strasbourg 19 maj 2010. Hämtad 21 mars 2013.

< <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SV:PDF>>

Fasth E-M. 2013. *Skärp energikraven för nära-nollenergihus. Intervju med Carl Schlyter*. VVS forum. 25 januari. Hämtad 18 mars 2013.
<<http://www.vvsforum.se/?id=8140>>

FEBY. 2012. *Kravspecifiaktion för Nollhus, Passivhus och Minienergihus: bostäder*. Passivhuscentrum. Hämtad 27 april 2013.
<http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/kravspecifikation_feby12_-_bostader_sept.pdf>

Filipsson H, Heincke C, Jagemar L & Wahlström Å. 2011. *Marknadsöversikt av uppförda lågenergibyggnader*. LÅGAN: Göteborg 25 mars 2011. Hämtad 22 maj 2013.
<http://www.laganbygg.se/UserFiles/Filer/LAGAN_rapport_2011_01.pdf>

Janson U. 2010. *Passive houses in Sweden: from design to evaluation of four demonstration projects*. Lunds University: Faculty of Engineering. Hämtad 22 maj 2013.
<http://www.ebd.lth.se/fileadmin/energi_byggnadsdesign/images/Publikationer/Doc_avhandling_UJ_Bok_webb.pdf>

Köhler N. 2010. *Inga nollenergihus när EU skärper kraven*. Intervju med Nikolaj Tolstoy. Byggindustrin. 22 oktober. Hämtad 18 mars 2013.
<http://www.byggindustrin.com/energi-miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven__8266>

Levin P. 2012. *Brukarindata Bostäder*. Svebyprogrammet 10 oktober 2012. Hämtad 3 maj 2013.
<http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/10/Sveby_Brukarindata_bostader_version_1.0.pdf>

Naturskyddsföreningen. 2012. *Nettodebitera mera!* Hämtad 20 maj 2013.
<http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2012_netodebitera_mera.pdf>

Norrman S. 2012. *Boverket PM: Jämförelse mellan energiregler i de nordiska länder och Tyskland*. Boverket. 16 januari. Hämtad 10 april 2013.
<http://www.boverket.se/Global/Om_Boverket/Dokument/diarium/Yttrande%20över%20remisser/2012/5433-2011-3.pdf>

Paroc. 2012. *Produktkatalog 2012*. Skövde. Hämtad 3 maj 2013.
< <http://www.paroc.se/~media/Files/Brochures/Sweden/Productcatalogue-Buildinginsulation-2012-SE.ashx>>

Passivhuscentrum. 2013. *Om passivhus*. Passivhuscentrum. Västra Götaland. Hämtad 12 april 2013.
<<http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhus>>

Passivhuscentrum. 2012. *Phpp*. Passivhuscentrum. Västra Götaland. Hämtad 12 april 2013.
< <http://www.passivhuscentrum.se/passivhusteknik/phpp>>

PHIUS. 2012. *What is a passive house*. Passive House Institute US. Hämtad 17 april 2013
<<http://www.passivehouse.us/passiveHouse/PassiveHouseInfo.html>>

Regeringens skrivelse 2011/12:131. *Vägen till nära-nollenergibyggnader*. Stockholm: 29 mars 2012. Hämtad 21 maj 2013.
<<http://www.regeringen.se/content/1/c6/18/97/90/7427abd3.pdf>>

Trä och möbelföretagen. 2013. *TMF energi*. Trä och möbelföretagen. Hämtad 20 maj 2013.
< http://www.tmf.se/bransch/bransch-_och_produktdgrupper/trahus/tmfenergi>

6.3 Intervjuer

Företag A: 25 mars 2013. Lund.

Företag B: 22 mars 2013. Lund.

Företag C: 4 april 2013. Lund.

Företag D: 27 mars 2013. Lund.

Företag E: 27 mars 2013. Lund.

Företag F: 26 mars 2013. Lund.

Företag G: 2 april 2013. Lund.

Företag H: 12 april 2013. Lund.

Företag I: 16 april 2013. Lund.

Företag J: 19 april 2013. Lund.

Företag K: 18 april 2013. Lund.

Företag L: 3 april 2013. Lund.

7 Bilagor

7.1 Bilaga 1

Frågor till intervjuade företag.

1. Vad är årsenergibehovet för era byggnader i kWh/m²,år? Dvs. den energi som levereras till en byggnad (ofta kallad köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, varmvatten, fläktar och pumpar. Hushållsel ingår inte.

Svara gärna i intervall. Ange gärna vilket beräkningsprogram ni använt.

2. Vilket U_{medel} har era byggnader i W/m²K, beräknad enligt BBR? Dvs. genomsnittlig värmegenomgångskoefficient förr byggnadsdelar och köldbryggor (W/m²K) bestämd enligt SS-EN ISO 13789:2007 och SS 02 42 30.

Svara gärna i intervall.

3. Vilka U-värden har respektive byggnadsdel i era lösningar (W/m²K):

- väggar (svara gärna i intervall):
- grund (svara gärna i intervall):
- tak (svara gärna i intervall):
- fönster (svara gärna i intervall):
- dörrar (svara gärna i intervall):

4. Vilken lufttäthet har era byggnader i l/s, m² vid 50 Pa (provtryckning)?
Svara gärna i intervall.

5. Vilka tekniska lösningar använder ni idag för att minska husens energianvändning? Detta kan t.ex. vara:

- Vägg- och takkonstruktioner (isoleringstjocklek, materialval, avskärmning av sommarsol/effektiv användning av vintersol etc.)
- Konstruktionen som helhet (dvs. att utformningen av byggnaden har betydelse för energiförbrukningen)
- Värmeåtervinning i ventilationssystem (dvs. värmeväxlare för att använda energin i frånluften eller på annat sätt)

- Styrssystem (t.ex. ventilationsflöden etc.)
 - Värmesystem (vilka lösningar erbjuder ni; radiatorer, golvvärme, uppvärmd luft etc.)
 - Uppvärmningsätt/värmekälla (vilka typer av värmekällor erbjuder ni);
 - Eluppvärmd (vilket effekttak har ni i så fall?)
 - Värmepump (vilken sort?)
 - Pellets/oljapanna
 - etc.
 - Ventilationssystem (vilka lösningar erbjuder ni; frånlufts, FTX-system etc.)
6. Vad enligt er är den/de mest kostsamma tekniska lösningar i att energieffektivisera ett hus?
 7. Ger ni i dagsläget ut någon energiinformation till brukaren?
 8. Vilka nya lösningar arbetar ni mot gällande ovanstående frågor fram till år 2020?
 9. Upplever ni att det finns några luckor i dagens teknik/arbetsätt som förhindrar er att utveckla energisnålare byggnader?
 10. Har ni någon uppfattning om vad de nya energidefinitionerna (dvs. Nära-nollenergihus) kommer att innebära i praktiken?
 11. Vilka risker ser ni med energieffektiva småhus?
 12. Vilka fördelar ser ni med energieffektiva småhus?
 13. Ser ni några specifika nackdelar med att energieffektivisera småhus? T.ex. med avseende på kostnadseffektivitet?
 14. Hur många hus byggde ni totalt under det gångna året (2012)?