

# Intelligenta Hus

– Ett koncept för framtidens bostäder?

Sebastian Bjärtun

Andreas Persson

Copyright ©  
Sebastian Bjärtun & Andreas Persson  
Institutionen för byggvetenskaper  
Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola, Lund

Tryckt av Media-Tryck 2011

ISRN LUTVDG/TVBP—11/5405—SE

Lunds Tekniska Högskola  
Institutionen för byggvetenskaper  
Byggproduktion  
Box 118  
221 00 Lund

Telefon: 046-222 74 21  
Telefax: 046-222 44 20  
Hemsida: [www.bekon.lth.se](http://www.bekon.lth.se)

## Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av vår utbildning till civilingenjörer inom Väg- och Vattenbyggnadsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet har genomförts under hösten och vintern 2010 i samarbete med avdelningen för byggproduktion och Peab Sverige AB.

Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare Henrik Persson på Peab och Kristian Widén på LTH för god vägledning under arbetets gång. Vi vill också tacka Anders Hylén som möjliggjorde uppstarten av arbetet. Vidare vill vi tacka de personer och företag som ställt upp och svarat på frågor samt velat träffa oss för att hjälpa oss med underlag till vårt arbete. Till sist vill vi också tacka personalen på Peabs huvudkontor i Förslöv för ett trevligt bemötande, god frukost och uppiggande kaffe.

Ängelholm, mars 2011

Sebastian Bjärtun och Andreas Persson



## Sammanfattning

### Titel:

Intelligenta hus – ett koncept för framtidens bostäder?

### Författare:

Sebastian Bjärtun och Andreas Persson

*V06, Lunds Tekniska Högskola*

### Handledare:

*Kristian Widén, Avdelningen för Byggproduktion, Institutionen för Bygghälsa, Lunds Tekniska Högskola*

*Henrik Persson, Utvecklingschef Småhus, Peab Sverige AB*

### Examinator:

*Stefan Olander, Avdelningen för Byggproduktion, Institutionen för Bygghälsa, Lunds Tekniska Högskola*

### Problemställning:

I takt med den tekniska utvecklingen som har skett de senaste decennierna har ett nytt begrepp och utförande gällande nya bostäder vuxit fram – Intelligenta hus. Detta innebär att byggnader automatiseras i större utsträckning och med hjälp av ett kommunikationssystem kan den boende kontrollera och styra hemmets funktioner efter närvaro och aktivitet. Denna studie ska utreda vilka funktioner som finns tillgängliga och hur kostnadsbilden ser ut för en småhusköpare. Då svenska myndigheter och EU ställer högre krav på att bostäder ska bli mer energieffektiva genomförs även en undersökning om vilken energibesparingspotential intelligent system har.

En förutsättning för att den här typen av installation i nya bostäder ska få ett genombrott är att byggherren kan erbjuda den till sina beställare. Därför ska rapporten belysa möjligheter och hinder med en implementering av intelligenta hus.

**Syfte:**

Syftet är att kartlägga dagens teknik inom intelligenta hus och öka kunskapen hos byggtreprenören. Rapporten ska också utreda hur tekniken kan implementeras i entreprenörens verksamhet och därmed göra tekniken lättillgänglig för brukaren.

**Metod:**

Det inledande arbetet bestod av en inlärningsprocess för att skapa tillräcklig kunskap och förståelse samt för att undvika att upprepa tidigare problem eller studier inom ämnet. Detta genomfördes genom litteraturstudier, kartläggning av marknaden samt möten med aktörer. Rapporten är delvis utformad i form av en komparation eftersom jämförelser genomförs utifrån generaliserade företeelser. Bearbetningen av information har utförts med hjälp av kvantitativa metoder.

**Slutsatser:**

Att energianvändningen i småhus kan reduceras betydligt med hjälp av ett intelligent system är troligt. Författarna anser dock att en minskning med så mycket som en tredjedel, vilket anges av vissa aktörer, är osannolikt att uppnå. Med avseende på de beräkningar som genomförts i denna rapport är bedömningen att tekniken i intelligenta hus kan bidra med upp till 15 % lägre energianvändning.

För att intelligenta system ska bli mer accepterat inom byggbranschen och därmed kunna bli vanligare krävs det att de första leden i en byggprocess övertygas. För att uppfattningen om tekniken i intelligenta hus ska bli mer intressant krävs utbildning av ansvariga i planeringsskedet – projektutvecklare, projektörer och entreprenadingsjörer. Dessutom kan även en viss attitydförändring krävas för att våga frångå den vanliga installationsformen. Den interna utbildningen bör längre fram också omfatta ledande personer i utförandeskedet så som platschefer.

För att de intelligenta funktionerna även ska få genomslag på flerbostadsmarknaden krävs det att fastighetsbolagen satsar på individuell mätning och debitering av uppvärmning och varmvattenförbrukning. Utan denna förändring uteblir den energieffektiviserande potentialen och investeringen blir omotiverad.

**Nyckelord:** Intelligent hus, intelligenta system, hem- och fastighetsautomation, energianvändning, energibesparingspotential, besparingsbehov, implementering, innovation





## **Abstract**

**Title:** Intelligent house – a concept for future dwellings?

**Authors:**

Sebastian Bjärtun and Andreas Persson

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lund University

**Supervisors:**

Kristian Widén, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lund University

Henrik Persson, Development Manager, Peab Sverige AB

**Examiner:**

Stefan Olander, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lund University

**Approach to the problem:**

Intelligent house is a result of the technical development during the last decades and is a new concept and method concerning construction. A building automation system makes it possible to control and adjust appliances and other systems in the home regarding presence and activity. The system provides improved convenience, comfort, energy efficiency and security. This study will investigate the functions available on the market and the costs of a home automation system. Due to increased demands, from Swedish authorities and the EU, from more energy efficient buildings shall the thesis study the potential of saving energy with intelligent house systems.

A possible breakthrough for this kind of technique requires that contractors are able to offer it to its clients. Therefore the thesis illuminates the possibilities and difficulties with an implementation of intelligent house.

**Purpose:**

The purpose is to describe the intelligent house systems and increase contractors' knowledge. Further shall the thesis investigate how to implement it in the contractors businesses and by that make it available to the end users.

**Method:**

The first step in the procedure was to get enough knowledge about the subject to avoid repeating previous thesis and mistakes. This was carried out through studies of literature, exploring the market and by meeting actors from the market. The adaptation of information was made by quantitative methods and comparisons conducted from generalized features.

**Conclusion:**

It is possible to reduce the energy consumption in residential by the use of intelligent house systems. Suppliers indicate an energy saving potential to about a third of the total consumption. Regarding to the calculations in this study the authors claim that an energy saving potential about fifteen percents is more realistic.

In order to make the intelligent systems become more accepted in the business of construction and to become more common, it is necessary to convince those responsible of the first stages in the construction process. For the perception of intelligent house to become more interesting, educating those responsible of the planning stages e.g. project developers, planners and construction engineers are needed. Furthermore it may take a change of attitude to abandon conventional solutions. Later, the internal training should include site managers and other leading figures in the construction phase.

To succeed a breakthrough among apartment buildings a change of practice is required. Real estate owners and residents have to accept the use of individual measurement and debit of heating and hot water consumption. Without this change investing in intelligent house systems in apartment buildings will be unjustified and energy savings will not occur.

**Keywords:** Smart house, intelligent systems, home- and building automation, energy consumption, energy savings potential, implementation, innovations

## Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning.....	5
Abstract.....	9
1 Inledning .....	15
1.1 Bakgrund .....	15
1.2 Syfte .....	17
1.3 Mål .....	17
1.4 Frågeställning.....	17
1.5 Avgränsningar .....	17
1.6 Disposition .....	17
2 Metod.....	19
2.1 Vetenskapliga metoder och tekniker.....	19
2.1.1 Deskription.....	19
2.1.2 Komparation .....	19
2.1.3 Induktion och deduktion.....	19
2.1.4 Insamling av information .....	20
2.1.5 Validitet och reliabilitet.....	21
2.2 Genomförandet .....	21
2.2.1 Val av metod .....	21
2.2.2 Litteraturstudier.....	21
2.2.3 Tillvägagångssätt.....	22
3 Teori .....	23
3.1 Begreppet "Intelligenta hus" .....	23
3.2 Funktioner.....	24
3.2.1 Belysning .....	24
3.2.2 Uppvärmning.....	25
3.2.3 Ventilation.....	25

3.2.4	Mätning och visualisering av energiåtgång.....	25
3.2.5	Övriga funktioner .....	25
3.3	Intelligenta system.....	26
3.3.1	Systemens struktur .....	26
3.3.2	Installation av intelligenta system .....	28
3.4	Energi .....	28
3.4.1	Energikrav och mål.....	29
3.4.2	Normalårskorrigerig.....	31
3.5	Beteendevanor i bostaden.....	31
3.5.1	Beteendets koppling till intelligenta system.....	31
3.6	Brukarens behov och önskemål.....	32
3.6.1	Projektbeskrivning .....	32
3.6.2	Resultat .....	33
3.7	Besparingspotential .....	35
3.8	Implementering .....	37
3.8.1	Innovationsmodeller .....	37
3.8.2	Innovationstyper .....	38
3.8.3	Drivkraften till innovation .....	39
3.8.4	Hinder mot innovation.....	40
3.8.5	Implementeringsstrategi.....	40
4	Empiri.....	48
4.1	Typbostad – Småhus .....	48
4.1.1	Beskrivning .....	48
4.1.2	Intelligent system.....	48
4.2	Typbostad – Flerbostadshus .....	48
4.2.1	Beskrivning .....	48
4.2.2	Intelligent system.....	49
4.3	Energiprisets utveckling .....	49

4.4	Bolåneränta.....	51
4.5	Energianvändning .....	52
4.5.1	Småhus.....	52
4.5.2	Flerbostadshus.....	53
4.5.3	Specifik energianvändning och total energianvändning.....	53
4.5.4	Årskostnad .....	54
4.6	Kostnader .....	55
4.6.1	Investerings- och räntekostnader .....	55
4.6.2	Energikostnader .....	56
4.7	Besparingsbehov.....	57
4.8	Beräknad besparingspotential .....	58
4.8.1	Uppvärmning.....	58
4.8.2	Varmvattenberedning.....	60
4.8.3	Hushållsel .....	61
4.8.4	Belysning .....	61
4.8.5	Beräknad total besparingspotential.....	62
5	Analys och diskussion.....	63
5.1	Känslighetsanalys .....	63
5.1.1	Energipris och återbetalningstid .....	63
5.1.2	Bolåneräntan och återbetalningstid .....	66
5.1.3	Energianvändningen .....	70
5.2	Investeringskostnad .....	70
5.3	Användaren och beteendevanor .....	71
5.4	Energibesparingspotentialen med intelligenta system .....	72
5.5	Övriga funktioner .....	75
5.6	Flerbostadshus.....	75
5.7	Implementering .....	76
5.7.1	Vilken innovationstyp är intelligenta hus?.....	76

5.7.2	När och vem i byggprocessen? .....	77
5.8	Möjligheter.....	78
5.9	Hinder.....	78
6	Slutsats.....	80
6.1	Hur kan tekniken i intelligenta hus bidra till en effektivare energianvändning i småhus och flerbostadshus?.....	80
6.2	Hur stor är den eventuella energibesparingspotentialen?.....	81
6.3	Kan tekniken vara självfinansierande?.....	82
6.4	Vilka är de största bromsklossarna i byggprocessen som måste förebyggas i implementeringsskedet?.....	83
6.5	Kan intelligenta hus få större genomslag på marknaden? .....	83
7	Förslag på fortsatta studier.....	84
8	Referenslista .....	86
8.1	Litteratur .....	86
8.2	Företag .....	91
<b>Bilagor</b>	.....	<b>92</b>
<b>Bilaga 1: Energianvändning småhus</b>	.....	<b>92</b>
<b>Bilaga 2: Energianvändning flerbostäder</b>	.....	<b>95</b>
<b>Bilaga 3: Planritning - Typbostad Småhus</b>	.....	<b>99</b>
<b>Bilaga 4: Förutsättningar till beräkningar</b> .....		<b>100</b>
<b>Bilaga 5: Årligt energipris – Utveckling</b> .....		<b>101</b>
<b>Bilaga 6a: Årlig räntekostnad – Utveckling</b> .....		<b>102</b>
<b>Bilaga 6b: Årlig räntekostnad – Utveckling</b> .....		<b>103</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

De senaste decennierna har en stor utveckling skett inom teknik-, elektronik- och IT-branschen. I takt med detta har även tanken fötts att mer avancerad teknik ska användas i våra bostäder. Förr bestod uppvärmnings- och klimatsystemen av enskilda system. Småhusen värmdes normalt upp från en enda källa och ventilationen uppfylldes genom självdrag. Idag är installationerna mer tekniskt avancerade och bostäder utrustas med flera komponenter som tillsammans ska skapa ett bra inomhusklimat. Uppvärmningen tillgodoses allt oftare från flera kompletterande källor och ventilationen drivs mekaniskt och med möjlighet till värmeåtervinning. Detta leder till att nya krav ställs på systemen för att de ska kunna styras på ett effektivt sätt.

En del av den tekniska utvecklingen har lett till att begreppen intelligenta hus och intelligenta funktioner uppkommit. Uttrycken har använts sedan slutet av 1980-talet och avser en byggnad utrustad med automatiserade funktioner. I början av 2000-talet fick det intelligenta kylskåpet stor uppmärksamhet i Sverige, som idag framstår som ett stort misslyckande. Konceptet har fortfarande inte fått genomslag på bostadsmarknaden men med dagens intelligenta hus ligger fokus istället på att erbjuda mervärde för den boende ur komfort-, säkerhets-, energi- och miljösynpunkt. Syftet med systemen är att brukaren ska kunna kontrollera och styra hemmets funktioner anpassat efter närvaro och aktivitet vilket även bidrar till en effektivare energianvändning.<sup>1</sup>

Dagens syfte med intelligenta hus uppfattas som ett marknadsmässigt rimligare koncept och att den svenska och internationella marknaden ligger i ungefär samma fas. En fas där tillverkare och leverantörer försöker övervinna de åsikter, som funnits det senaste decenniet, om att tekniken är för dyr, komplicerad eller både och<sup>2</sup>. I Nordamerika har i större utsträckning undersökningar gjorts där olika användningsområden behandlas samt vad kunder efterfrågar och marknaden är värd. När det gäller energibesparing med tekniken i småhus är det dock inget som tyder på någon skillnad gentemot Sverige. Referensobjekt med

---

<sup>1</sup> Soleimani –Mohseni & Thomas (2001)

<sup>2</sup> Cronin (2010)

energieffektiviserande funktioner finns huvudsakligen i skolor, sjukhus och kontor<sup>3</sup> medan efterfrågan hos småhusägare har fram till idag präglats av komfort och underhållning<sup>4</sup>. Dock har det volatila energipriset och en oförutsedd världsekonomi lett till att intresset för att spara energi i hushållet aldrig varit större<sup>5</sup>. Rapporter har även visat på att färre än tio procent av respondenterna har uppfattat sig själva som "mycket intresserade" av intelligenta system<sup>6</sup>. Med andra ord har konceptet inte fått något genombrott i Nordamerika heller vilket framhåller behovet av att utreda hur mycket de intelligenta funktionerna kan effektivisera energianvändandet för att motivera investeringen för kunden.

Energi- och miljöfrågan är idag mycket aktuell och stort fokus ligger på att minska energianvändningen i samhället. Svenska myndigheter och EU har stärkt kraven på lägre energianvändning i nybyggda bostäder. Till följd av de högre kraven, kunders ökade miljömedvetenhet och krav på energideklaration blir byggtreprenörerna tvungna att kunna erbjuda energieffektivare bostäder. För att uppnå detta krävs en utveckling i byggtreprenörens verksamhet där ny kunskap och nya metoder måste implementeras.

Med allmänhetens, och i synnerhet de yngre generationernas, ökade kunskap och intresse för teknik i kombination med större krav på komfort samt energimedvetenhet öppnar för tekniken med intelligenta hus. För en "vanlig" husköpare kan dock kunskapen kring husets installationer vara begränsad. Genom att en byggtreprenör kan erbjuda konceptet "Intelligenta hus" kan förståelsen, nyttan och tryggheten för investeringen öka. I tron om en framtida efterfrågan bör det ligga i deras intresse att följa utvecklingen och anpassa sin verksamhet därefter.

Rapporten ska utreda om tekniken med intelligenta hus kan vara en del av de energieffektiviserande åtgärder som kommer att krävas. Studien kommer att baseras på en kartläggning av dagens teknik där de energibesparande funktionerna undersöks. Dessutom görs studier på implementeringsprocesser och hur dessa kan tillämpas i införandet av intelligenta hus i byggprocessen.

---

<sup>3</sup> Continental Automated Building Association (2002)

<sup>4</sup> Continental Automated Building Association (2009)

<sup>5</sup> Continental Automated Building Association (2009)

<sup>6</sup> Cronin (2010)



## 1.2 Syfte

Syftet är att kartlägga dagens teknik inom intelligenta hus och öka kunskapen hos byggherren. Rapporten ska också utreda hur tekniken kan implementeras i byggherrens verksamhet och därmed göra tekniken lättillgänglig för brukaren.

## 1.3 Mål

Målet är att klargöra energibesparingspotentialen med intelligenta hus och utreda om tekniken är självfinansierande samt identifiera vilka problem i implementeringsfasen som hindrar konceptet från att bli brukarens valmöjlighet och framtida standard.

## 1.4 Frågeställning

1. Hur kan tekniken i intelligenta hus bidra till en effektivare energianvändning i småhus och flerbostadshus?
2. Hur stor är den eventuella energibesparingspotentialen?
3. Kan tekniken vara självfinansierande?
4. Vilka är de största bromsklossarna i byggprocessen som måste förebyggas i implementeringsskedet?
5. Kan intelligenta hus få större genomslag på marknaden?

## 1.5 Avgränsningar

Rapporten berör endast nybyggda småhus och flerbostadshus i Sverige där energibesparingspotentialen utreds utifrån valda, specifika typhus. Kostnadsbilden undersöks inte för flerbostadshus utan en diskussion förs kring vilka ytterligare hinder som föreligger jämfört med småhus.

Använda energislag för uppvärmningen i småhus avgränsas till två fall; enbart vattenburen el och enbart fjärrvärme.

Studien avser de funktioner och komponenter som finns på den svenska marknaden oberoende av vad respektive företag/leverantör kan erbjuda. Undersökningen har genomförts med förutsättning att de efterfrågade funktionerna i kostnadsförslagen uppfylls.

## 1.6 Disposition

Inledningen beskriver bakgrunden, syftet och målet med studien. Här har även frågeställningarna formulerats samt vilka avgränsningar som gjorts för att begränsa omfattningen och skapa ett större fokus på valda delar. Slutligen

innehåller avsnittet en begreppsdefinition som ska vara till hjälp för läsaren och öka förståelsen av studien. Metodavsnittet beskriver hur undersökningen genomförts och tillvägagångssättet för att uppnå ett resultat. Teoridelen är uppbyggd av underrubrikerna; begreppet "Intelligenta hus", funktioner, installation av intelligenta system, styrsystem, energi, beteendevanor i bostaden, brukarens behov och önskemål, besparingspotential och implementering. Empirin innehåller beskrivning av valda typbostäder och egna beräkningar vilket utgör ett komplement till teoridelen för att kunna genomföra analysen. I analysen diskuteras och utvärderas teorin och empirin med utgångspunkt från syfte och mål med studien samt för att besvara frågeställningarna. Studien ska slutligen resultera i en slutsats där frågeställningarna besvaras i största möjliga utsträckning.

## 2 Metod

Metodavsnittet ska presentera teori om metodbeskrivning och en beskrivning av hur undersökningen och datainsamlingen genomförts. På så sätt framställs tillvägagångssättet för att uppnå ett rimligt och generaliserbart resultat.<sup>7</sup>

### 2.1 Vetenskapliga metoder och tekniker

Beskrivningen av vetenskapliga metoder och tekniker ska visa hur ett ämne kan behandlas och studeras på ett vetenskapligt sätt i ett examensarbete. Avsnittet ska även redogöra för vilka tekniker som kan användas för att samla material för att sedan kunna analysera, jämföra och formulera teorier och slutsatser.<sup>8</sup>

#### 2.1.1 Deskription

Deskription är en enkel metod som går ut på att skapa en systematik i faktainsamlingen. Arbetssättet är vanligt när frågeställningen är allmänt formulerad vilket kräver en bred utgångspunkt inom ämnet. Informationen ska filtreras och kategoriseras så att innehållet framställs på ett relevant sätt med synpunkt från projektets syfte, mål och frågeställning.<sup>9</sup>

#### 2.1.2 Komparation

I studier och vetenskaper där jämförelser genomförs bör man tänka på att:

- I. Utgå från enheter som går att jämföra.
- II. Före jämförelsen ska de företeelser som ska granskas generaliseras.
- III. Beskriva såväl likheter som olikheter.

#### 2.1.3 Induktion och deduktion

Vid forskning ska teorier tas fram för att ge en riktig uppfattning om verkligheten. Här används data och information om det område som studeras som underlag. Deduktion och induktion är två olika arbetsätt för en forskare att ta fram teorier.

Med en deduktiv metod utgår man från befintliga teorier som testas i det specifika fallet för att se om dessa överensstämmer. Här vill man alltså bevisa redan befintliga teorier. Vid en induktiv metod studeras området utan

---

<sup>7</sup> Davidsson & Patel (1994)

<sup>8</sup> Ejvegård (2002)

<sup>9</sup> Ejvegård (2002)

utgångspunkt i tidigare teorier. Utifrån den insamlade informationen formuleras sedan en egen teori om hur problemet förhåller sig.<sup>10</sup>

#### 2.1.4 Insamling av information

Faktainsamlingen genomförs för att skapa en kunskapsbas hos författarna. Genom en noggrann litteraturgenomgång kan den aktuella teorin inom ett ämnesområde fastställas<sup>11</sup>. Detta krävs för att få tillräcklig förståelse, få en bild av vad som redan gjorts på området och vilka de viktigaste frågeställningarna är. Litteraturstudier utgörs oftast av sökning av tryckt material som t.ex. böcker, artiklar, rapporter, uppsatser och tidskrifter<sup>12</sup>. För att den information som samlas in och används ska kännas tillförlitlig kan fyra grundläggande krav ställas:

- Äkthetskrav: d.v.s. att materialet anses äkta.
- Oberoendekrav: prioritera att använda och utvärdera primärkällor.
- Färskhetskrav: Nyare källor är normalt mer tillförlitliga än äldre.
- Samtidighetskrav: Med avseende på förståelsefaktorn och glömskefaktorn är information som ligger närmare tidshändelser bättre i särskilda fall.<sup>13</sup>

Bearbetningen av det insamlade materialet kan sedan normalt fullföljas genom kvantitativ eller kvalitativ metod. En kvantitativ metod används då det man undersöker ska göras mätbart och resultatet ska presenteras numeriskt<sup>14</sup>. Denna metod utgår ifrån att samla in fakta och utreda densamma och därefter kunna mäta och utnyttja vetenskapliga tekniker för att i slutändan försöka dra generaliserbara slutsatser<sup>15</sup>. Den kvantitativa metoden kan delas in i ett deskriptivt och ett hypotesprövande sätt och används för att belysa ett forskningsproblem respektive testa statistiska hypoteser. Kvalitativa metoder används då allt inte kan göras mätbart. Om det är en kvantitativ eller kvalitativ metod beskrivs principiellt som skillnaden på ämnen som naturvetare respektive samhällsforskare utreder<sup>16</sup>. Valet av metod kan utgå från följande:

- Ämnet.
- Hur man uppfattar ämnet.

---

<sup>10</sup> Davidsson & Patel (1994)

<sup>11</sup> Bell (2006)

<sup>12</sup> Ejvegård (2002)

<sup>13</sup> Ejvegård (2002)

<sup>14</sup> Davidsson & Patel (1994)

<sup>15</sup> Bell (2006)

<sup>16</sup> Andersen et al. (1994)

- Undersökningens syfte.<sup>17</sup>

### 2.1.5 Validitet och reliabilitet

Vid insamling av information är det viktigt att veta om uppgifterna som används är korrekta och tillförlitliga. Att ha en god validitet innebär att uppgifterna som söks är inom ramen för projektets syfte, mål och avgränsningar d.v.s. att informationen är relevant<sup>18</sup>. Dessutom ska det genomföras på ett tillförlitligt sätt d.v.s. en god reliabilitet måste tillgodoses. Med en god reliabilitet erhålls samma resultat vid olika tillfällen av samma tillvägagångssätt under i övrigt lika förutsättningar<sup>19</sup>.

## 2.2 Genomförandet

### 2.2.1 Val av metod

Metodvalet i denna rapport föreföll som en kombination av kvantitativ och kvalitativ metod. I huvudsak genomfördes rapporten på ett objektivt sätt och genom att empirisk fakta användes för att ifrågasätta leverantörernas påstådda besparingsmöjligheter. Den kvantitativa metoden uttrycks dessutom genom att utgångspunkten görs ifrån specifika bostäder medan resultatet generaliseras. Den kvalitativa ansatsen i rapporten utgörs i huvudsak av den subjektiva synvinkeln på bedömningen av materialet. Eftersom liknande undersökningar inte legat till grund för denna studie och inga teorier kring ämnet finns har den induktiva metoden använts.

### 2.2.2 Litteraturstudier

Det inledande arbetet i projektet bestod av en inlärningsprocess i syfte att skapa en bredare och djupare kunskap inom ämnet. På så sätt tillgodosågs en tillräcklig kunskap och förståelse för att kunna precisera problemet och sedan formulera syfte, mål och frågeställning. Att författarna bygger upp en tillräcklig kunskap i inledningsskedet kan dessutom minimera risken för att studera problem utanför rapportens syfte eller upprepa redan tidigare gjorda undersökningar eller misstag.

Konstaterat problemområde → Litteraturstudier för ökad kunskap → Preciserat problem

---

<sup>17</sup> Andersen et al. (1994)

<sup>18</sup> Davidsson & Patel (1994)

<sup>19</sup> Bell (2006)

Faktainsamlingen genomfördes i form av en litteraturstudie av böcker, artiklar publicerade i vetenskapliga tidskrifter och rapporter. Intelligent hus -ämnet är relativt nytt och på grund av att systemen inte är speciellt utbredda på marknaden har tillgången och möjligheten till dokumentationer varit begränsat. Därför har huvuddelen av det fakta som berör intelligenta hus hämtats från leverantörers och tillverkares webbsidor och genom personliga möten. Litteraturstudien till avsnittet om implementering har i synnerhet bestått av rapporter, avhandlingar och artiklar.

### 2.2.3 Tillvägagångssätt

Parallellt med litteraturstudierna pågick en identifiering av aktörer och tillgängliga komponenter och system på marknaden. Detta genomfördes i form av en kartläggning av ett antal större aktörer som tillhandahåller olika lösningar på intelligenta bostäder. Marknaden undersöktes för att få en bild av vilka funktioner som finns och hur ett intelligent system kan vara uppbyggt. De funktioner och system som undersöktes i studien baseras på det sammantagna utbudet som företagen kan erbjuda.

Med fokus på energianvändning och besparingspotential i frågeställningen samlades och utvärderades statistik på energianvändningen i bostäder. Referensvärdena valdes med utgångspunkt för att kunna vara tillämpbara på typbostäderna i studien. Statistik på bostäder producerade under 2000-talet användes för att statistiken skulle vara så representativ som möjligt. Typbostäderna har valts och konstruerats efter hur bostäder byggs idag och troligen kommer att byggas under den närmsta framtiden. Ett av Peabs ritningsförslag på småhus utgör basen för hur småhuset har konstruerats i denna studie.

Kostnaderna för de intelligenta systemen har tagits fram med hjälp av förfrågningsunderlag som skickats ut till ett antal företag. Förfrågningsunderlagen har varit identiska till samtliga tillfrågade och har innefattat en beskrivning av innehållande funktioner samt en definition av bostaden. Det som efterfrågats har varit kostnad för komponenter, material, projektering och installation. Författarna har inte gjort någon ingående jämförelse av innehållet med avseende på hur väl respektive system uppfyller de efterfrågade funktionerna. Detta beror på bristen på uppföljning av genomförda projekt och eftersom omfattningen av en sådan undersökning ligger utanför denna rapports gränser.

## 3 Teori

Syftet med intelligenta hus - systemen är att brukaren ska kunna mäta, kontrollera, styra och reglera installationerna i bostaden. De installationer som berörs är inom uppvärmning, varmvatten, ventilation samt fastighets- och hushållsel. Denna studie genomförs inom ramen för de tekniker som finns på marknaden idag. Det som gör tekniken med intelligenta hus unik i sammanhanget är att enheterna i bostaden kan kommunicera med varandra samt möjligheten till en samlad funktion för styrning och kontroll av installationerna.

### 3.1 Begreppet "Intelligenta hus"

I slutet på 1990-talet och början på 2000-talet pratades och skrevs det i media mycket om så kallade intelligenta hus. Då presenterades bland annat "intelligenta kylskåp" som hade en display där man skulle kunna vara uppkopplad mot internet och bl.a. kunna sköta inköp samt se om mjölken höll på att ta slut.<sup>20 21</sup>

Information kunde sen visas i t.ex. mobiltelefonen.<sup>22</sup> Tekniken var mycket dyr och fick aldrig något stort genomslag. Idag har begreppet intelligenta hus åter fått en del uppmärksamhet men fokus ligger på andra saker än för 10 år sedan. Idag när man pratar om intelligenta hus handlar det om funktioner som gäller säkerhet, komfort, miljö- och energibesparing. Alltså hur man genom att bygga in teknik kan uppnå detta och skapa ett mervärde för bostadsköparen eller hyresgästen. När ett hus blir "intelligent" kan diskuteras eftersom en del av de funktioner som avses och redan idag är vanliga i många bostäder kan sägas vara intelligenta då de verkar var för sig, medan enligt vissa uppstår "intelligensen" inte förrän olika funktioner kopplas samman, samverkar och kan styras från en central enhet. I bostäder har tekniken inte fått speciellt stort genomslag medan den är vanligare i nybyggda kontor och lokaler där det allt som oftast finns någon form av fastighetsautomation.

Att idén kring intelligenta hus återigen är aktuell när det gäller bostäder visar sig bland annat genom att många företag nu tillhandahåller, utvecklar och marknadsför produkter inom området som riktar sig till just bostäder. Det finns numera en gemensam standard för fastighetsautomation (KNX) dit ett antal större företag anslutit sig medan andra företag utvecklat sina egna system.

---

<sup>20</sup> ABB (2010)

<sup>21</sup> Bårtås (2010)

<sup>22</sup> Sundström (2008)

## 3.2 Funktioner

Detta kapitel beskriver de funktioner som idag finns tillgängliga på marknaden och som sedan kan ingå i ett intelligent system. De funktioner som tas upp är dels sådana som har potential att spara energi och i längden eventuellt även pengar för brukaren av huset dels de som kan ses som komfort- eller säkerhetsfunktioner. Informationen är hämtat från tillverkare, leverantörer och konsulter inom intelligenta hus – området. De olika företagen beskriver och tillhandahåller i stort sett samma funktioner. Företagen som avses är:

- Elko AB – Elko Living System
- House Control
- Carlo Gavazzi – Smart House
- Schneider Electric (Merten)
- Tekniska Byrån
- ABB

### 3.2.1 Belysning

Belysningen i ett hem kan styras på ett antal olika sätt för att passa användarna genom att olika typer av sensorer och brytare placeras i huset. För att undvika att belysning står på i onödan kan den göras närvarostyrd så att den tänds då man kommer in i ett rum och släcks då man lämnar det<sup>23</sup>. Belysningen kan också göras tidstyrd så att den tänds eller släcks efter valda tider. Genom ett intelligent system kan belysningen programmeras så att den med en enda brytare eller genom en pekskärm kan tända belysningen enligt ett bestämt scenario. Sådana scenarion kan anpassas efter vilken aktivitet som ska utföras i huset, som exempel anges ofta ”välkommen hem” som kan tända en önskad belysning då man kommer in i huset, ”natt” som kan släcka ner till önskad nattbelysning och ”hej då” som släcker ned belysning då man går hemifrån. Utomhusbelysning kan tändas automatiskt på kvällen och släckas på morgonen eller tändas då någon till exempel kör upp på uppfarten och sedan släckas igen efter en viss tid<sup>24</sup>. Användandet av dimmers är också möjligt att koppla samman med de intelligenta systemen<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup>Elko (2010a)

<sup>24</sup>Elko (2010a)

<sup>25</sup>House Control (2010)



### 3.2.2 Uppvärmning

Gällande uppvärmningen är tanken att den ska kunna styras mer exakt än vad som idag är brukligt för att på så sätt inte förbruka mer energi än nödvändigt. Detta innebär att systemen programmeras så att temperaturen regleras efter hur huset används samt brukarens krav på komfort. Med rumsvis temperaturreglering kan varje valt rum hålla en specifik temperatur. Med detta kan till exempel sovrummen hålla en temperatur som är ett par grader lägre än övriga huset. Temperaturen kan även sänkas i hela huset under en kortare tid då ingen är hemma, under t.ex. en arbetsdag, eller under en längre tid då de boende är bortresta<sup>26</sup>. Under natten kan temperaturen sänkas för att sedan höjas igen då de boende stiger upp. Genom temperaturgivare i varje rum och automatisk reglering av värmesystemet kan temperaturen hållas på en konstant nivå oavsett väderförhållande. Uppvärmningssystemet kan även få information om att fönster är öppna och då slås av för att inte förbruka energi vid exempelvis vädring av huset.

### 3.2.3 Ventilation

När det gäller behovsstyrning av ventilation är principen samma som för belysning och uppvärmning. Här måste dock hänsyn tas till lufttryck, inomhusmiljön med tanke på koldioxidhalt, luftfuktighet samt emissioner under byggnadens första år. Även gällande ventilation nämns "bortafunktion" som ett sätt att minska energibehovet.<sup>27</sup>

### 3.2.4 Mätning och visualisering av energiåtgång

Genom att mäta energiåtgången och visualisera detta på ett enkelt sätt för brukaren görs denna uppmärksam på vilken förbrukning vid olika tidpunkter och beroende på hur varm bostaden hålls.<sup>28</sup> Detta i sin tur kan skapa en beteendeförändring vilket är en viktig förutsättning för att spara energi. I flerbostadshus är lägenhetsvis mätning i kombination med debitering ett sätt att få de boende att själva ta ansvar för sin förbrukning.

### 3.2.5 Övriga funktioner

Förutom de funktioner som beskrivits ovan finns en mängd andra lösningar för ett småhus som kan ingå i det intelligenta systemet. Detta kan innebära system för larm vid inbrott som vid utlösning tänder hela huset, låter sirener ljuda och

---

<sup>26</sup> ABB (2010)

<sup>27</sup> Aton Teknikkonsult (2007)

<sup>28</sup> Tekniska Byrån (2010a)

meddelar ägaren av huset via mobiltelefon. Liknande funktioner finns även vid brand eller vattenläckage med hjälp av rök eller fuktsensorer. Med systemen kan även valda vägguttag göras strömlösa för att undvika att apparater står i stand-by-läge. En funktion i ett intelligent hem är att huset kan "närvarosimuleras" för att minska inbrottsrisken det vill säga belysningen tänds och släcks automatiskt för att simulera att någon är hemma då huset står tomt<sup>29 30</sup>. Eftersom tekniken innebär att strömbrytare kan göras trådlösa kan man undvika håltagning vid känsliga utrymmen så som badrummen för att minska risken för fuktskador<sup>31</sup>. Att styra solavskärmning automatiskt genom ljusreläer är en annan möjlighet med tekniken vilket kan innebära att persienner eller jalousier fälls ned vid starkt solljus för att sedan fällas upp vid skugga eller skymning<sup>32</sup>. De olika funktionerna i systemen kan antingen programmeras så att de styrs automatiskt eller kan brukaren genom exempelvis en pekskärm vid ytterdörren, eller någon annanstans i huset, styra funktionerna istället för att manuellt utföra åtgärderna. Att kunna övervaka och även styra sitt hus via Internet eller mobiltelefonen är andra möjligheter med tekniken. Att med fjärrkontroll kunna styra en större del av installationerna i huset är en funktion som också nämns bland fördelarna.

### 3.3 Intelligent system

Det intelligenta huset är komplext eftersom dess installationer ska samverka och styras i ett gemensamt system. Teoridelen om styrsystem ska därför beskriva vilka styr- och reglertekniker som kan användas i intelligenta hus samt hur kommunikationen fungerar för att behövsanpassa installationer och elektronik i hushållet. Kommunikationen baseras på IT-teknik för att kunna integrera flera olika enheter i hemmet<sup>33</sup>. Med hjälp av en användarvänlig styrcentral kan brukaren få tillgång till att styra och reglera bland annat inomhusklimatet på ett energieffektivare sätt.

#### 3.3.1 Systemens struktur

Det ställs höga krav på styrsystemen eftersom de ska tillämpas för många olika användningsområden. För att kunna ha en intelligent klimatreglering samt en individanpassad styrning av en mängd olika elektroniska apparater krävs att systemen är flexibla. Förutsättningen för att uppfylla detta är en systemstandard

---

<sup>29</sup> Schneider Electric (2010a)

<sup>30</sup> Tekniska Byrån (2010a)

<sup>31</sup> Schneider Electric (2010b)

<sup>32</sup> Carlo Gavazzi (2011)

<sup>33</sup> Fahlén et al. (2006)

som kan anpassas till en stor mängd komponenter. Idag är det framförallt KNX, LonWorks, IHC och Smart House som utvecklade styrsystem som lämpar sig till intelligenta hus<sup>34</sup>. Därför utgår rapporten från deras produkter och systemlösningar.

Styrsystemen kan vara utformade på två olika sätt; centralt system eller decentraliserat system. Det centrala systemet är uppbyggt av mottagare, givare och en central enhet. Dessa komponenter kopplas samman i ett system så att enheterna kan kommunicera med varandra. För att kunna tillgodose en intelligent kommunikation krävs att bostaden är utrustad med flera informationsgivare<sup>35</sup>. Dessa givare är sensorer som ska samla information om förutsättningarna i bostaden genom att mäta angivna faktorer. Mätvärdena behandlas i den centrala enheten, där intelligensen sitter, för att kunna styra berörda installationer efter brukarens behov och önskemål.

De decentraliserade systemen har ingen styrande central utan intelligensen sitter i enheterna för respektive funktionsområde. Genom att brukaren har gett systemet sina personliga inställningar t.ex. önskad inomhustemperatur eller belysningsstyrka kan informationsmottagarna, s.k. aktorer, ta emot styrorder. De flesta elektroniska apparater kan fungera som informationsmottagare och regleras efter behov<sup>36</sup>. Den här processen sker automatiskt i ett intelligent hus med ett gemensamt styrsystem där kommunikationen sker via speciella kablar, elnätet och/eller trådlöst<sup>37</sup>.

Kommunikationen mellan sensorer och aktorer sker vanligtvis med en partvinnad koppartråd, en s.k. busskabel. Alternativa kommunikationsmedium finns i form av fiberoptik, nätverkskablar och det vanliga elnätet<sup>38</sup>. Eventuella störningar som kan uppstå beror på vilket medium som används och de yttre förutsättningarna. Dessa störningar måste minimeras för att mottagaren ska förstå informationen som skickas. Fördelen med fiberoptik och tvinnad parkabel är att de är okänsliga för elektromagnetiska fält vilket vanliga elektriska ledningarna i bostaden ger upphov till och som kan störa kommunikationen<sup>39</sup>. Lämpligheten med respektive kabel

---

<sup>34</sup> Tekniska byrån (2010b)

<sup>35</sup> Soleimani Mohseni & Thomas (2001)

<sup>36</sup> Soleimani Mohseni & Thomas (2001)

<sup>37</sup> Nordahl (2010)

<sup>38</sup> KNX (2008)

<sup>39</sup> Kihl (2006)

varierar beroende på mängden information som ska överföras i förhållande till pris och störningskänslighet.

Trådlösa kommunikationsmedium kan användas i form av radiovågor, mikrovågor eller infraröd överföring<sup>40</sup>. Den här typen av teknik kan komplettera ett befintligt system eftersom inga kabeldragningar är nödvändiga.

Med hjälp av ett dubbelriktat informationsflöde i systemen kan felsökningar genomföras vilket underlättar servicen<sup>41</sup>. På så sätt kan underhållet av kommunikationssystemet effektiviseras.

### 3.3.2 Installation av intelligenta system

Installationen av de intelligenta systemen görs normalt av vanliga elinstallatörer som utbildats i tekniken. Den extra kunskap som behövs är att kunna konfigurera systemen men i övrigt är utförandet principiellt densamma som vid traditionell installation. Konfigureringen innebär att bestämma vilka sensorer (t.ex. tryckknappar, rörelsevakter, fuktgivare) som ska kopplas till vilka aktorer (reläer eller analoga utgångar för att styra exempelvis en lampa), för att utföra de tänkta åtgärderna. Här väljs också gränsvärden för de olika sensorerna så att signaler skickas till en aktör som utför åtgärden. Ett gränsvärde kan t.ex. innebära att uppvärmningssystemet anpassas efter önskad högsta och lägsta rumstemperatur. Vid installationen dras traditionella 230 VAC – kablar till varje förbrukare t.ex. en lampa eller ett vägguttag. För kommunikationen dras i KNX-systemen en 24V busskabel mellan sensorer och aktorer. I dessa system sitter intelligensen i varje deltagare vilket innebär att de fattar sina egna beslut och informationen behöver inte gå via en undercentral. För de övriga systemen finns en undercentral som bearbetar informationen från sensorerna som sedan skickar kommandon till aktörerna. Här läggs busskabeln i en slinga mellan sensorer, aktorer och undercentral.<sup>42</sup>

## 3.4 Energi

Idag läggs större och större fokus på hur mycket energi som förbrukas i våra hem. De stigande energipriserna påverkar den enskilda husägaren mer och mer. Detta har bidragit till ett större energimedvetande hos brukaren för att hålla nere sina energikostnader. Dessutom har nya lagar och direktiv gjort ämnet än mer aktuellt.

---

<sup>40</sup> Larsson & Nilsson (2001)

<sup>41</sup> Sundström (2008)

<sup>42</sup> Tekniska byrån (2011)

Under husets hela livscykel används 85 % av energiåtgången under husets drifttid och resterande till uppförandet och rivningen<sup>43</sup>. Därmed bör möjligheten vara störst att kunna spara energi och pengar i förvaltningsskedet.

### 3.4.1 Energikrav och mål

Från och med den första januari 2009 ska alla nybyggda småhus energideklareras inom två år efter bruktagandet. Energideklarationen ska bland annat innehålla uppgifter om husets energiprestanda d.v.s. det nödvändiga energibehovet för normalt bruk av huset under ett år. Deklarationen ska också göra det möjligt för andra att bedöma och jämföra husets energiprestanda genom angivna referensvärden<sup>44</sup>. Dessutom ska det utredas om det kan genomföra några kostnadseffektiva åtgärder på byggnaden för att förbättra energianvändningen med hänsyn till en god inomhusmiljö. Energideklarationen ska genomföras av en oberoende expert och ska enligt lag upprättas:

- när en byggnad uppförs, dvs. vid nybyggnation.
- när en byggnad säljs, förutsatt att det då inte redan finns en deklARATION, som inte är äldre än 10 år.
- för byggnader som upplåts med nyttjanderätt i form av bostads- eller hyresrätt (i huvudsak flerbostadshus och hus med lokaler). Ägaren ansvarar för att det finns en energideklaration som inte är äldre än tio år.
- för lokaler med offentlig verksamhet, s.k. specialbyggnader, med större golvyta än 1 000 m<sup>2</sup>, t ex. bad-, sports- och idrottsanläggningar, vårdbyggnader m fl. Ägaren ansvarar för att det finns en energideklaration som inte är äldre än tio år.<sup>45</sup>

Detta är en följd av EU:s direktiv om att sänka energianvändningen i hus samt minska utsläppen av växthusgaser. Ytterligare EU-direktiv har formulerats och säger att alla nya hus som uppförs efter år 2020 ska vara "nära nollenergibyggnader"<sup>46</sup>. En nollenergibyggnad ska inte göra av med mer energi än vad den producerar. Det finns även uppsatta miljömål för hela fastighetssektorn i Sverige där energianvändningen ska minskas med 20 % och 50 % till år 2020 respektive 2050. För att detta ska lyckas är det framförallt de befintliga bostäderna som måste energieffektiviseras men även att utvecklingen på nya byggnader fortsätter.

---

<sup>43</sup> Persson(2002)

<sup>44</sup> Villaägarnas riksförbund (2010)

<sup>45</sup> Berner & Olsson (2008)

<sup>46</sup> Boverket (2010)

Byggnader står för 40 % av Sveriges totala energianvändning och för att klara av uppsatta mål har Boverket satt specifika krav på hur stor energianvändningen får uppgå till i bostäder. Eftersom utomhusklimatet har stor inverkan på uppvärmningsbehovet så är kraven indelade i tre klimatzoner samt om huset är eluppvärmt eller om annat uppvärmningssystem används. Den specifika energianvändningen anges i kWh/A<sub>temp</sub> och år. Det är den köpta energimängd som används till uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi fördelat på arean i huset som är avsedd att värmas upp till mer än 10 grader<sup>47</sup>. Fastighetsenergin är den el som förbrukas av installationer och elektriska apparater för byggnadens behov. Elanvändningen hos t.ex. fläktar och pumpar ska räknas som fastighetsel. I samband med bostäder och energianvändning används även uttrycket hushållsel. Hushållsel definieras som den energianvändning som går åt till hushållsändamål som t.ex. diskmaskin, tvättmaskin, spis, kyl, frys och andra hushållsmaskiner samt belysning, tv, dator och annan hemelektronik<sup>48</sup>. Den uppmätta förbrukningen av hushållselen ingår inte i den specifika energianvändningen då den inte används till driften av bostaden.

Kraven är enligt följande:

**Ej eluppvärmda bostäder:**

Klimatzon 1: 150 kWh/kvm/år

Klimatzon 2: 130 kWh kvm/år

Klimatzon 3: 110 kWh kvm/år

**Eluppvärmda bostäder:**

Klimatzon 1: 95 kWh/kvm/år

Klimatzon 2: 75 kWh kvm/år

Klimatzon 3: 55 kWh kvm/år<sup>49</sup>

Indelningen av landets län i respektive klimatzon är enligt följande:

**Klimatzon 1:** Norrbottens, Västerbottens och Jämtlands län.

**Klimatzon 2:** Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län.

---

<sup>47</sup> Boverket (2008)

<sup>48</sup> Boverket (2008)

<sup>49</sup> Boverket (2008)

**Klimatzon 3:** Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län.

### 3.4.2 Normalårskorrigerigering

Energiåtgången i bostäder påverkas av varierande väderförhållanden och medeltemperaturer över året. För att statistiken från tidigare år ska vara tillämpbara i en jämförelse måste energianvändningen normalårskorrigeras. Detta innebär att man korrigerar den mängd uppvärmningsenergi som är klimatberoende. Den klimatberoende delen utgörs av den energi som behövs för uppvärmning av tappvarmvatten samt för varmvattencirkulation<sup>50</sup>. Statistik visar att uppvärmning av nya småhus, byggt år 2000, utgör över hälften av energianvändningen<sup>51</sup>. Eftersom byggnadens värmebehov påverkas av konstruktionsval, funktionen på de tekniska installationerna, boendes beteende så som tappvarmvattenanvändning, vädring och inomhustemperatur samt utomhusklimatet är normalårskorrigerigering nödvändig för att kunna jämföra olika byggnaders energiprestanda.

## 3.5 Beteendevanor i bostaden

Energianvändningen i byggnader kan definieras som en bygg- och installationsteknisk del samt en verksamhetsanknuten del<sup>52</sup>. Med andra ord beror energiåtgången både på tekniken och beteendet hos användaren vilket skapar en viss osäkerhet kring att skapa en generell bild av hur förbrukningen ser ut. Beteendesättet är individuellt för den boende och beror bland annat på typ av bostad, familj och livsstil<sup>53</sup>. Därför ska detta kapitel belysa att beteendet och vanor hos brukaren påverkar den totala energianvändningen.

### 3.5.1 Beteendets koppling till intelligenta system

Forskningsområdet är relativt litet avseende hur beteendet kan påverka energianvändningen. Dock har de som genomförts påvisat betydande energibesparingspotential genom att förändra vanorna hos brukaren<sup>54</sup>.

Att tekniken kring intelligenta hus blir relevant i sammanhanget som gäller beteendet hos brukaren beror främst på mät- och visualiseringsfunktionen.

---

<sup>50</sup> Schultz (2003)

<sup>51</sup> Persson (2002)

<sup>52</sup> Persson (2002)

<sup>53</sup> Sköldberg et al. (2005)

<sup>54</sup> Carlsson-Kanyama & Lindén (2002)

Funktionen erbjuder den boende att följa upp sin energianvändning på ett lättöverskådligt sätt och kan på så vis följa upp effekten av vidtagna åtgärder.

Idag är det i huvudsak enbart hushåll i småhus som får en specifik energiräkning eftersom värme och varmvatten oftast är inräknad i månadshyran för boende i flerbostadshus. Bristen på att inte kunna följa upp och kontrollera de största energiposterna leder därför sannolikt till att motivationen för ändrat beteende är lägre hos lägenhetsboende<sup>55</sup>. Dessutom kan en tydlig visualisering och jämförbar information motivera kunden till att ta till sig kunskap om energianvändningen och även hur man kan effektivisera användningen och därmed beteendet i hemmet<sup>56</sup>.

Ytterligare aspekter är hur beteendet skiljer sig mellan olika generationer och livsstilar. Med avseende på energianvändningen i hushållet så har de äldre generationerna sundare värderingar och konsumtionsbeteenden. Detta avspeglar sig bland annat i form av att elförbrukningen för belysning och vägguttag är lägre bland äldre trots att vistelsetiden i hemmet är längre för dem. Anledningen kan troligtvis vara färre antal elektronikapparater, vanan att släcka i rum och att stänga av apparater med strömbrytaren.<sup>57</sup> Personer med teknikintresse, praktisk kunskap och en positiv attityd till energibesparingar är de som har bäst förutsättningar till ett mer energisnålt beteende<sup>58</sup>.

### 3.6 Brukarens behov och önskemål

De intelligenta systemen är fortfarande förhållandevis unga och därför har inte så många undersökningar eller uppföljningar gjorts på brukarnas behov, önskemål eller erfarenheter. Dock genomfördes en stor undersökning av tre bostadsprojekt i Stockholm under första halvan av 2000-talet. Undersökningen genomfördes och beskrevs av Greger Sandström i "*Smart Homes and User Values - Long-term evaluation of IT-services in Residential and Single Family Dwellings*" vilket ligger till grund för sammanställningen av brukarens behov och önskemål i denna studie.

#### 3.6.1 Projektbeskrivning

De tre projekten omfattades av 169 bostadsrätter, sex friliggande småhus respektive 59 bostadsrätter. Bostadsrätterna i de två olika projekten var utrustade med i princip samma funktioner som t.ex. brand-, inbrotts- och läckagelarm,

---

<sup>55</sup> Carlsson-Kanyama & Lindén (2002)

<sup>56</sup> Egan (1999)

<sup>57</sup> Carlsson-Kanyama & Lindén (2002)

<sup>58</sup> Sköldberg et al. (2005)



status på energiförbrukningen med individuell mätning av vatten, el, gas och inomhustemperatur samt eluttagsstyrning och styrning av inomhustemperaturen via den centrala enheten.

I de sex småhusen var vatten, uppvärmning, ventilation, belysning och passagesystem sammankopplade till ett gemensamt system och kunde kontrolleras i den centrala enheten. Systemen var dessutom konfigurerade för olika scenarion beroende på om de boende var hemma eller inte.

Undersökningen genomfördes under flera år uppdelat på tre olika frågetillfällen, ett i inflyttningsfasen där fokus låg på förväntningar, krav samt önskemål på systemen och ett tillfälle tre år senare där uppföljning gjordes på hur attityden och beteendet eventuellt förändrats hos boende. I den sista fasen undersöktes de intelligenta systemen i det långsiktiga perspektivet med avseende på service och underhåll samt utveckling av nya tjänster och dess tillgänglighet i den befintliga tekniken.

### 3.6.2 Resultat

”Resultatet från undersökningarna visar att smarta hem-funktioner har boendevärde. Funktioner som ökade trygghet och säkerhet (t.ex. larm), som sparade tid (t.ex. tvättstugebokning) och som ökade bekvämligheten (t.ex. markisstyrning) är funktioner som värderats förhållandevis högt. Energisparande funktioner värderades lägre vid denna tidpunkt. Genomgående konstateras dock att IT-funktionerna i sig knappast på något avgörande sätt påverkat bostadsköparnas val av ny bostad. Det skall också nämnas att priset på de IT-utrustade bostäderna var detsamma som för motsvarande bostäder utan IT-teknik.”<sup>59</sup>

Dessutom poängterar Greger Sandström betydelsen med tillgänglighet och tillit till systemen vilket till stor del byggs upp i inledningsfasen av användandet. De funktioner som inte fungerar problemfritt eller kan användas på ett enkelt sätt i början får även en låg nyttjandegrad under det långa perspektivet.

Brukarens behov och önskemål baseras delvis på de förväntningar och den inställning som den boende har på funktionerna. En del av undersökningen berörde besparingsmöjligheten med funktionerna i de intelligenta systemen. Tabell 1 visar på hur stor grad olika intelligenta funktioner resulterade eller antogs

---

<sup>59</sup> Sandström (2009b), sid.3

resultera i sänkta kostnader enligt den boende i hushållet. Vallgossen är ett projekt med intelligenta system medan Fatbusstranden är bostäder utan intelligenta system.

Fråga: I vilken grad har följande funktioner resulterat eller antas ha resulterat i sänkta kostnader i hushållet?	Projekt	Svar
<b>Individuell mätning av elanvändning</b>	Vallgossen	2
	Fatbusstranden	3
<b>Individuell mätning av varm- och kallvatten</b>	Vallgossen	2
	Fatbusstranden	3
<b>Visualisering av energianvändningen</b>	Vallgossen	2
	Fatbusstranden	3
<b>Möjligheten att reglera temperaturen rumsvis</b>	Vallgossen	3
	Fatbusstranden	3
<b>Möjligheten att konfigurera belysningen efter valda tidpunkter</b>	Vallgossen	2
	Fatbusstranden	2
<b>Gradering</b>		
1= väldigt lite/ inte alls		
2= lite		
3= ganska mycket		
4= väldigt mycket		
5=Ingen åsikt		

Tabell 1. Svaresresultat i utredningen om hur brukaren uppfattar de intelligenta funktionerna som kostnadsbesparande.<sup>60</sup>

I mer detaljerad form presenterar Greger Sandström resultatet med åsikten att förväntningarna visade sig vara högre i Fatbusstranden än vad de boende med intelligenta funktioner i Vallgossen upplevde. 40 % av de boende i Vallgossen svarade att visualisering av energianvändningen hade ”väldigt liten” påverkan på kostnaderna medan 29 % svarade att de hade sänkt kostnaderna ”lite”. Närmare

<sup>60</sup> Sandström (2009a)

en tredjedel i Fatbusstranden antog att en individuell mätning av deras elanvändning skulle sänka deras kostnader "våldigt mycket" jämfört med 13 % för samma svar i Vallgossen. Förväntningarna var även högt ställda när det gällde individuell mätning av varm- och kallvatten. Där trodde 24 % i Fatbusstranden att deras kostnader skulle sänkas "våldigt mycket" jämfört med bara 8 % i Vallgossen.

I det andra bostadsbeståndet med intelligenta funktioner var inställningen och erfarenheten mycket bättre till individuell energimätning. Resultatet visade också att boende i småhus hade bäst inställning och störst intresse av att spara energi och därmed sänka sina boendekostnader.

### **3.7 Besparingspotential**

Besparingspotentialen för de olika funktionerna som kan sammankopplas med intelligenta hus-tekniken varierar ofta beroende på vem eller vilka som anger den och vad de har för intressen. I tabellen nedan har sammanställts siffror på vad olika parter anger för besparingspotentialer för de olika områdena som intelligenta hus-tekniken berör. Den minskning av kostnader och energiförbrukning som avses kan båda bero på beteendeförändringar hos brukaren och en mer aktiv styrning av husets installationer.

	Besparingen avser	Besparing	Kommentar	Källa
<b>Flerbostadshus</b>	Lägenhetsvis mätning av varmvatten	15-30 %	Stora skillnader mellan lägenheter	Sveriges Byggindustrier
	Individuell mätning och redovisning av varmvatten	15-30%		Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric
	Individuell mätning och redovisning av värme	10-20%	Beror på hur bra värmesystemet är injusterat	Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric
	Feedback och visualisering av energianvändning	5-15%	Besparingen avser beteendeförändring	Artikel: Engaging design for energy conservation in households
	Belysningsstyrning i trapphus	75 %		Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric
	Bortaknapp	700kWh/loft och år	Om ventilationen dras ned med 50 %	Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric
	Driftsövervakning av fastighet	10-30%	Siffran anger sänkt energikostnad	Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric
	Rumsanpassad temperaturreglering	20-30kWh/m <sup>2</sup> och år	Kombinerat med lägenhetsvis debitering	Nya affärsmöjligheter med intelligenta hus
<b>Småhus</b>	Elförbrukning för uppvärmning	20 %	Anges som upp till 20 %	Elko
	Elförbrukning och uppvärmning	20-30%		Smarta Villor
	Elförbrukning för belysning	30 %	Anges som upp till 30 %	Schneider

Tabell 2. Besparingspotential med intelligenta hus-teknik <sup>61 62 63 64 65 66 67</sup>

<sup>61</sup> Nilsson & Warfvinge (2008)

## 3.8 Implementering

Implementering är en del av en innovationsprocess och beskrivs som den aktivitet som genomförs av en aktör för att förverkliga en utveckling eller nyskapande av en produkt eller tjänst<sup>68</sup>. Innovationsprocessen består av tre delar i form av uppfinning, utveckling och implementering<sup>69</sup>.

Innovationer är ett sätt för företag inom byggbranschen att ge sig själv fördelar avseende konkurrenskraft. För att kunna ta tillvara dessa fördelar måste man förstå tillvägagångssättet för att implementera dessa innovationer. Olika strategier kan följas av olika företag beroende på vilken typ av innovation det gäller, deras resurser och deras övergripande strategi.<sup>70</sup>

Införande av ny teknik, nya arbetssätt eller funktioner kan vara ett företags sätt att uppnå en kunds krav och behov eller sina egna mål genom att tillämpa dem i olika projekt för olika kunder.<sup>71</sup>

### 3.8.1 Innovationsmodeller

#### Technology-push och market-pull

Två av de vanligaste innovationsmodellerna är "Technology-push" och "Market-pull". Det är två linjära modeller där idén till innovationen uppkommer genom forskning respektive ett bekräftat behov på marknaden<sup>72</sup>.

Forskning      →      Tillverkare      →      Marknaden

Ovan: Technology-push-modell

En tydlig skillnad mellan modellerna är hur involverad slutkunden är. I "Market-pull" kan kundens behov, och att tillgodose detta, ses som orsaken till innovationsprocessen till skillnad från "Technology-push" där kunden beskrivs

---

<sup>62</sup>Lövström & Sjölander (2001)

<sup>63</sup>Elko (2010b)

<sup>64</sup>Nordahl (2005)

<sup>65</sup>Nyman (1998)

<sup>66</sup>Katzeff (2010)

<sup>67</sup>Schneider Electric Sverige AB (2009)

<sup>68</sup>OECD (1997)

<sup>69</sup>Widén (2002)

<sup>70</sup>Slaughter (2000)

<sup>71</sup>Slaughter (2000)

<sup>72</sup>Jones & Saad (2003)

som passiv<sup>73</sup>. Informations- och kommunikationsflödet är viktigt i dessa modeller. För "Technology-push"-modellen är det av betydelse för att tillverkaren ska kunna nå ut med sin information om den nya produkten till marknaden.

Forskning ← Tillverkare ← Marknaden

Ovan: Makret-pull-modell

Flödesriktningen är omvänd i "Market-pull"-modellen vilket ställer krav på att tillverkarna lyssnar på marknadens önskemål och behov. Både den interna och den externa kommunikationen är viktig för att ta tillvara på anställdas, kunders och andra externa aktörers kunskap om potentiella innovationer<sup>74</sup>.

### 3.8.2 Innovationstyper

Innovationer kan indelas med hänsyn till huruvida den kräver ny kunskap eller hur den är kopplad till och påverkar andra komponenter eller system. Innovationstyperna delas in i inkrementella, modulära, strukturella, system och radikala innovationer.<sup>75</sup>

Inkrementella innovationer genomförs med hjälp av redan tillgänglig kunskap och resulterar i mindre förändringar av verksamheten. Dessa processer liknas vid stegvis växande utvecklingsfaser och kan genomföras med hjälp av eller tillsammans med andra aktörer inom organisationen för ett byggprojekt. Effekten av en inkrementell innovation är normalt förutsägbar och påverkar sällan andra delar av verksamheten i ett projekt. Modulära innovationer innebär en stor förändring eller helt nytt koncept inom ett område men som inte påtvingar en ändring av andra system eller komponenter. En strukturell innovation är en liten förbättring inom ett område eller koncept som kräver stora ändringar i andra system eller komponenter. En systeminnovation är ett antal innovationer som samverkar för att tillföra nya egenskaper eller funktioner och avsevärt ökar kunskaps- eller utförandenivån. Radikala innovationer innebär fullständigt nya koncept eller angreppssätt som ofta gör gamla lösningar föråldrade eller överflödiga och möjligen även samverkande system eller komponenter.<sup>76</sup>

---

<sup>73</sup> Jones & Saad (2003)

<sup>74</sup> Widén (2002)

<sup>75</sup> Slaughter (1998)

<sup>76</sup> Slaughter (1998)

Genom att kategorisera innovationerna enligt ovan kan man bestämma till vilken grad det kommer att krävas speciella kunskaper, aktiviteter eller expertis för att de på ett effektivt sätt ska kunna implementeras. Beroende på vilken typ av innovation, vilka resurser och marknadsstrategier en byggentreprenör har kan olika strategier för implementering av innovationer användas.<sup>77</sup>

### 3.8.3 Drivkraften till innovation

Anledning till innovationsprocesser för företag är att öka sin konkurrenskraft och därmed förbättra företagets position på marknaden. Det kan vara för att vara banbrytande och ledande i en branschgren eller för att göra nödvändiga förbättringar i sin verksamhet för att överleva som företag. För att besluta om man ska försöka implementera en ny produkt eller tjänst i ett företag är det nödvändigt att ha någon form av underlag till beslutet. Därför bör man undersöka vilket användarbehov som finns för den nya produkten eller tjänsten. Efterfrågan är en grundförutsättning för att kunna kommersialisera en produkt. Om efterfrågan finns krävs det fortfarande en väl genomförd implementering av produkten för att den ska få genomslag på marknaden. För att sedan produkten ska bli konkurrenskraftig på marknaden måste den uppfylla kundens krav och förväntningar i förhållande till investeringskostnaden.

Motivation (anledning), tid och pengar är nödvändigt för att implementera ny teknik. Tid och pengar är mätbara parametrar som definierar om företagets resurser är tillräckliga eller inte. Motivationen baseras bland annat på ett behov eller en brist på marknaden. Ingen motivation kan dock väga upp för en brist i någon av de andra faktorerna, tid och pengar, för att genomföra en implementering av en innovation inom ett företag. Efterfrågan som ger upphov till denna motivation måste utredas för att kunna uppfylla kundens krav och behov. Behovet kan uttryckas antingen som en produkt, tjänst eller funktion.<sup>78</sup>

Problemet inom byggbranschen är inte att innovationer saknas utan tvärt om så uppkommer ofta nya idéer. Problemet ligger i att frekvensen av innovationer släpar efter andra branscher. För att innovationer i branschen ska få genomslag måste de framhävas mer. Det räcker då inte med att uppmana till innovationer utan de incitament som motiverar olika aktörer måste också motivera till

---

<sup>77</sup> Slaughter (2000)

<sup>78</sup> Widén (2002)

innovationer. Därför är incitamenten som gäller beslutstagande viktiga för att en innovation ska genomföras.<sup>79</sup>

### 3.8.4 Hinder mot innovation

En av anledningarna till att byggprocessen hindrar möjligheten till implementering av ny teknik är att man i många projekt skiljer på konstruktörens och byggtreprenörens verksamhet<sup>80</sup>. Byggprocessen är unik på det viset att det genomförs tillfälliga projekt som kan ha varierande förutsättningar i form av olika upphandlingsformer, aktörer och utföranden.

Upphandlingsförfarandet i byggbranschen anses också begränsa innovationstänkandet då förfrågningsunderlagen sällan uppmuntrar byggtreprenören till egna lösningar. Innovativa lösningar begränsas ytterligare av ersättningsformen fast pris<sup>81</sup>.

Ett problem är att en byggnad består av många komplexa system som är beroende av varandra för att fungera som helhet. På grund av detta kan en mindre förändring i någon del göra att större förändringar måste göras på något annat område. Att kunden ofta är mycket involverad i byggprocessen gör att hänsyn måste tas till ytterligare en aktör i innovationsprocessen till skillnad mot många andra branscher.<sup>82</sup>

### 3.8.5 Implementeringsstrategi

Processen för att effektivt planera implementeringen av innovationer i byggprocessen kan beskrivas i sex steg. Dessa steg är:

- Identifiering
- Utvärdering
- Beslut
- Förberedelse
- Faktiskt användande
- Utvärdering efter användande<sup>83</sup>

---

<sup>79</sup> Winch, Graham (1998)

<sup>80</sup> Widén (2002)

<sup>81</sup> Widén (2002)

<sup>82</sup> Winch (1998)

<sup>83</sup> Slaughter (2000)



## Identifiering

Här specificeras målen kopplade till projektet och organisationen samt möjliga tillvägagångssätt för att uppnå dessa mål. Dessa alternativ är normalt framtagna utifrån hur företagen har gått tillväga för uppnå liknande mål i tidigare projekt. När det gäller innovationer inom byggbranschen kan ofta initiativen för att identifiera och utveckla dem komma från övriga aktörer i byggprocessen. Därmed är också kunskapen för att identifiera och utveckla innovationerna mer spridda.<sup>84</sup>

Tidigare har leverantörer och tillverkare setts som de som initierar innovationer. Dock har entreprenörer visat sig vara viktiga källor för innovationer inom byggbranschen framförallt då det gäller innovationer som påverkar flera områden, till exempel strukturella och systeminnovationer som nämnts tidigare.

Ett par viktiga roller i identifikationsskedet kan definieras. Den ena är att en person i företaget bör vara tillräckligt kunnig för att vara medveten om vilka möjliga lösningar som kan tillämpas på problemet i fråga. Dessa ska kunna identifiera nya alternativ och ta fram relevant information till efterföljande skeden. Den andra rollen är en person som ska kunna bearbeta problem som dyker upp genom att ta fram nya lösningar.<sup>85</sup>

## Utvärdering

Identifieringen av tillvägagångssätten följs upp av en utvärdering med hänsyn till projektets mål. Detta görs enligt ett antal kriterier för projektet och företaget, ofta enligt tabell nedan.

---

<sup>84</sup> Slaughter (2000)

<sup>85</sup> Slaughter (2000)

Projektets kriterier	Företagets kriterier
Kostnader	Effekter för företagets rykte
Byggnadens långsiktiga prestanda	Unika möjligheter
Tidsåtgång (planering, projektering, produktion)	Nya marknader
Teknisk genomförbarhet	Kompatibilitet och utnyttjande av befintliga resurser
Säkerhet för arbetare	Förbättring av befintliga resurser
Miljömässig påverkan	Fördelarnas relevans
Risk för misslyckande	Effektivt användande av innovationen
Implementeringens komplexitet	Åtagandes initiala storlek

Tabell 3. Utvärderingskriterier för innovationer utifrån projektets och företagets perspektiv.<sup>86</sup>

På grund av att konkurrensen inom byggbranschen oftast är så starkt kopplad till prissättningen är de vanligaste förväntningarna på innovationer att de ska minska konstruktörs- och produktionsrelaterade kostnader. Det finns dock forskning som visar på att många av de accepterade innovationerna inom byggbranschen istället är sådana som förbättrar genomförandet av antingen konstruktörs- eller produktionsprocessen eller förbättrar egenskaperna hos den färdiga byggnaden.

Då man utvärderar en innovation främst utifrån kostnadsfrågor och inte tar hänsyn till de potentiella förbättringar som inte är direkt kopplade till innovationen, finns risk att man förbiser eventuella fördelar gällande de övriga nämnda kriterierna. Även om en innovation ofta är tänkt för ett visst projekt kan de mycket väl även ge fördelar för hela företaget. Under vissa omständigheter kan det till och med vara en fördel i sig att använda sig av innovationer då en lyckad implementering av en innovation kan förbättra ett företags rykte. En innovation kan ge konkurrensmässiga och strategiska fördelar på längre sikt eller efter fler genomförda projekt även om det för det aktuella projektet inte ger tillräckliga vinster för att kompensera det man lagt ner i form av tid och resurser. Det är

<sup>86</sup> Slaughter (2000)

därför viktigt då man utvärderar en innovation att se till hela projektet och företaget samt över en längre tid.<sup>87</sup>

### **Prototyper**

Det mest pålitliga sättet att undersöka resultatet av en ny produkt är genom fullskaliga prototyper. Detta kan vara svårt att genomföra i byggsammanhang eftersom testprojekt kan bli väldigt kostsamma och tar lång tid att genomföra. Att bygga och förvalta bostäder är väldigt komplext då flera system samspelar med varandra samtidigt som variationen på den omgivande miljön ställer olika krav på byggnaden beroende på var man bygger. Därför gör ett fullskaligt testprojekt det möjligt att undersöka eventuella störningar mellan olika system samt om genomförandet fungerar.<sup>88</sup>

Företagen kan i vissa fall även testa innovationen i mindre skala innan man åtar sig att införa den i full skala. Detta kan ofta ge viktiga erfarenheter och visa på kritiska delar i ett fullskaleprojekt. Resultaten från sådana försök kan dock oftast inte appliceras direkt på projekten i full skala då de kan ge fel information om kostnader och vinster med innovationen.<sup>89</sup>

### **Risk och vinst**

Att utveckla nya produkter och tjänster samt implementera ny teknik och genomföra förändringar i sin verksamhet medför en del risker för ett företag. Normalt sett medför en enkel produkt eller en liten förändring av företagets verksamhet liten risk. Risken ökar sedan i takt med komplexiteten<sup>90</sup>. Dessa risker måste givetvis i största möjliga utsträckning utredas före en projektstart för att utvärdera om den möjliga ekonomiska vinsten motiverar till ett genomförande. Resultatet av riskbedömningen kan delvis uttryckas i det riskkapital som krävs för att finansiera företagets åtagande vid en innovationsprocess. Företaget måste säkerställa att man kan ta den risk som uppstår rent ekonomisk. Genom att dela upp finansieringen mellan de olika aktörerna kan risken fördelas.

Att förändra verksamheten görs inte enbart av ekonomiska skäl. Därför är inte den ekonomiska vinsten det enda måtvärdet. En förändring kan ge många andra

---

<sup>87</sup> Slaughter (2000)

<sup>88</sup> Slaughter (1998)

<sup>89</sup> Slaughter (2000)

<sup>90</sup> Widén (2002)

mervärden både för företaget och brukaren vilket gör att förhållandet mellan risk och vinst bör kompletteras med andra parametrar i bedömningsunderlaget.

### ***Speciella resurser***

En annan faktor som kan påverka implementering av ny teknik i byggprocesser är den mängd av speciella resurser som krävs vid genomförandet. Svårigheten att få tag på resurser såsom utförandekunskap, material eller maskiner påverkar också kostnaderna. Genom att utveckla företaget och förse det med rätt kompetens och resurser kan företaget minimera sitt beroende av andra leverantörer<sup>91</sup>.

### **Beslut**

Efter utvärderingen kan byggföretaget, om de ser tillräckliga fördelar, åta sig innovationen. Detta visar sig genom att man internt inom företaget tilldelar implementeringen av innovationen de resurser som krävs samt att man offentliggör beslutet att använda sig av innovationen. Att man går ut offentligt kan göra att motivationen för att fullfölja implementeringen ökar och därmed att problem löses efterhand som de dyker upp.<sup>92</sup>

Huruvida ett företag åtar sig att genomföra implementeringen av en innovation beror ofta på om det finns en person som brinner för projektet och är villig att leda införandet under tiden<sup>93</sup>. Här ingår att se till att det finns ekonomiska resurser, personal, utrustning och material för genomförandet men även resurser för att bibehålla kvaliteten och fullfölja genomförandet.<sup>94</sup>

### **Förberedelse**

Här ska alla involverade parter förberedas för implementeringen. De parter som berörs är: personerna inom företaget som ska genomföra implementeringen, projektgruppen (byggherre, beställare, konstruktörer, underentreprenörer, leverantörer) samt byggentreprenören. Under förberedelseskedet måste de personer som ska leda och genomföra en innovation skaffa sig tillräcklig kompetens. Man måste även säkerställa att man har tillgång till de resurser som kommer att krävas.<sup>95</sup> Kunskapsnivå och personalens utveckling hänger samman

---

<sup>91</sup> Slaughter (1998)

<sup>92</sup> Slaughter (2000)

<sup>93</sup> Nam & Tatum (1997)

<sup>94</sup> Slaughter (2000)

<sup>95</sup> Slaughter (2000)

med hur väl kommunikationen och erfarenhetsåterföringen fungerar i företaget<sup>96</sup>. Här spelar projektledaren en viktig roll för att koordinera och förhandla mellan de olika aktörerna.

Det är viktigt att alla involverade parter känner att de har någon fördel av den tänkta implementeringen av innovationen. På så sätt kommer alla att sträva efter samma mål och kan motivera parterna till samarbete och ta upp de problem som dyker upp. Att genomföra en lyckad implementering kan till exempel försvåras om en part känner att den gör det stora arbetet medan en annan part gör de stora vinsterna.<sup>97</sup>

### ***Kommunikation***

För att en ny teknik ska introduceras och användas så kostnadseffektivt som möjligt bör berörda aktörer vara väl informerade och utbildade. Därför är det viktigt att kommunikationen har inletts i ett så tidigt skede som möjligt. Både den interna och den externa kommunikationen är viktig i en innovationsprocess. Den interna kommunikationen omfattar det informationsutbyte som går mellan de interna leden. Den externa kommunikationen är kunskap och feedback som går över gränserna, mellan olika aktörer i en byggprocess. Informationskanalerna måste därför vara tydliga och direkta för att undvika att informationen förändras från sändare till mottagare. Gränsdragningar inom projektet, ansvarsfördelning och avtal är också en del av innehållet i kommunikationen. Här formuleras bland annat hur informationen ska flöda, vem som är beslutstagare samt hur risk och vinst fördelas.<sup>98</sup>

I grund och botten gäller det att tillfredsställa brukarens krav och behov. Därför är det nödvändigt att i någon form integrera slutkunden i innovationsprocessen. Genom att ha undersökt vad kunden behöver så minimeras risken för kostsamma korrigeringar i ett senare skede och försämrat resultat.<sup>99</sup>

### ***Utbildning***

En viktig del av att implementera ny teknik i en verksamhet är att dra lärdom av den. För att möjliggöra en god utveckling och en effektiv inläring av en

---

<sup>96</sup> Widén (2002)

<sup>97</sup> Slaughter (2000)

<sup>98</sup> Widén (2002)

<sup>99</sup> Widén (2002)

innovationsprocess utbilda i ny kunskap samt ge feedback på tidigare innovationer. Genom att ta vara på erfarenheter från tidigare projekt och ge feedback till varandra inom projektorganisationen kan framtida problem förebyggas. Om man genomför detta på ett organiserat sätt och arbetar över gränserna i projektorganisationen kan processen bli effektivare. Detta kan leda till längre och nyttigare samarbete mellan aktörerna.<sup>100</sup>

### ***Samarbete med andra aktörer***

Ett samarbete mellan flera aktörer i en innovationsprocess kan leda till en bättre produkt, en effektivare process och därmed en mindre ekonomisk risk. Ett brett samarbete behöver dock inte innebära enbart fördelar eftersom andra risker uppstår med ett samarbete över gränserna. Innovationsprocessen blir mer beroende av avtal och därmed är risken större för kontraktstvister. Samarbetsproblem under pågående innovationsprocess kan leda till att projektet läggs ned med ekonomiska och kunskapsmässiga förluster som följd.<sup>101</sup>

Nya produkter och aktiviteter i ett projekt kräver samordning av de olika aktörerna i ett projekt. Lönsamheten av en innovation kan variera beroende på hur krävande innovationen är och hur stort samordningsbehovet blir. Samordningen kan bestå av informella förhandlingar, problemlösning, informationsutbyte eller samordning av olika aktiviteter. Dessutom kan implementeringen få till följd att ytterligare förhandlingar om risk, ansvar och garanti måste genomföras mellan byggtreprenörer, leverantörer, installatörer samt beställare. Ett stort behov av samordning kan komplicera en process i ett projekt vilket man måste ta hänsyn till vid implementering.<sup>102</sup>

### **Införande**

Eftersom innovationer i byggbranschen ofta är förändringar som införs i stora komplexa system genomförs ofta ändringar och justeringar kontinuerligt under införandet för att uppnå de krav som ställts. Här kan menas både förändringar för att effektivisera själva införandet samt förändringar i innovationens funktioner. Här spelar personen som har kontrollen över de resurser som krävs hos de olika parterna en viktig roll. Även den person med kompetens inom innovationen har betydelse för att kunna bedöma vilka ändringar som krävs. Personalen som berörs

---

<sup>100</sup> Widén (2002)

<sup>101</sup> Widén (2002)

<sup>102</sup> Slaughter (1998)

av införandet av innovationen måste utbildas för att kunna använda den på ett effektivt sätt.<sup>103</sup>

### **Uppföljning**

I samband med implementering och användning av innovationer ska en fortlöpande uppföljning genomföras. Omfattningen på uppföljningen kan variera beroende på storleksgraden på innovationen. Kontrollen ska vara en del av organisationen där rollerna och aktiviteterna är tydligt definierade i form av kunskapsbehov, vilka led i företagsorganisationen som ska involveras samt hur uppföljningen ska genomföras och rapporteras. En tydlig rollfördelning i organisationen kan beskrivas med vilka som är aktivt involverade i implementeringen, beslutsfattande och strategistyrande för hela företaget. Uppföljningen och kommunikationskanalerna blir därmed väl definierade kopplat till innefattande roller.<sup>104</sup>

### **Utvärdering av användning**

Trots att de aktörer som är inblandade i ett byggprojekt ofta skiljs åt då ett projekt är avslutat är det viktigt att information om hur implementeringen gått samlas in omedelbart. Detta används sen för att utvärdera processerna i organisationen och användandet av innovationen i sig. Det första som görs är att jämföra förväntningarna på vinsterna respektive kostnaderna med det faktiska utfallet. Projektets och företagets ursprungliga kriterier ses över och uppdateras efter erfarenheterna från innovationen. Kunskap och erfarenheter ska sedan överföras till identifierings- och utvärderingsskedet i kommande projekt.<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> Slaughter (2000)

<sup>104</sup> Slaughter (1998)

<sup>105</sup> Slaughter (2000)

## 4 Empiri

För att kunna få en uppfattning om prisnivån på de olika intelligenta systemen utifrån slutkundens perspektiv samt göra beräkningar på energianvändning och besparing har ett typhus definierats och använts som förfrågningsunderlag.

### 4.1 Typbostad – Småhus

För småhusen erhöles ett underlag från Peab för ett typhus, se bilaga 3 .

#### 4.1.1 Beskrivning

Villan är i två plan och har kök, vardagsrum, samt wc/dusch och tvättstuga på undre planet. På det övre planet finns tre sovrum, ett allrum eller fjärde sovrum samt badrum. Plan 1 är på ca 70m<sup>2</sup> och plan 2 ca 60m<sup>2</sup>. Vid kontakten med leverantörerna frågades efter ett intelligent system som skulle uppfylla följande krav på funktioner i de olika rummen. Uppvärmning sker genom vattenburna radiatorer. Tilluft sker genom ventiler i sovrum vardagsrum och allrum. Frånluften tas ut via kök, badrum, wc, tvättstuga och klädkammare och frånluftsvärmepump överför värme till uppvärmningssystemet.

#### 4.1.2 Intelligent system

I vardagsrummet, allrummet samt köket ska finnas närvarostyrd belysning. Möjlighet till rumsanpassad temperaturreglering i sovrummen, vardagsrummet samt i allrummet. Husets energi- och vattenförbrukning ska kunna mätas samt visualiseras på ett enkelt sätt. Markiser eller jalousier ska kunna styras automatiskt efter förinställd tid eller ljusstyrka. Systemen ska vara möjliga att programmera för olika scenarion gällande belysning, värme och ventilation som till exempel dag- eller nattscenarion och hemma- eller bortascenarion. Huset antas vara beläget i södra Sverige vilket innebär klimatzon 3.

### 4.2 Typbostad – Flerbostadshus

#### 4.2.1 Beskrivning

Denna studie ska även undersöka möjligheten med intelligenta system i flerbostadshus. Kostnaderna för energianvändningen presenteras för en trappuppgång med fem våningar. Varje våning består av tre lägenheter varav en lägenhet med två rum och kök och två lägenheter med tre rum och kök. Lägenheterna är 60 m<sup>2</sup> respektive 80 m<sup>2</sup> stora fördelat på kök, sovrum, vardagsrum, wc/dusch och hall. Trerumslägenheten består av två sovrum.



#### 4.2.2 Intelligent system

Det ska finnas närvarostyrd belysning i vardagsrummet, allrummet samt köket. Temperaturregleringen avser hela lägenheten och delas inte upp för varje rum. Lägenhetens energi- och vattenförbrukning ska kunna mätas samt visualiseras på ett enkelt sätt. Systemen ska vara möjliga att programmera för olika scenarion gällande belysning, värme och ventilation som till exempel dag- eller nattscenarior och hemma- eller bortascenarior.

#### 4.3 Energifaktans utveckling

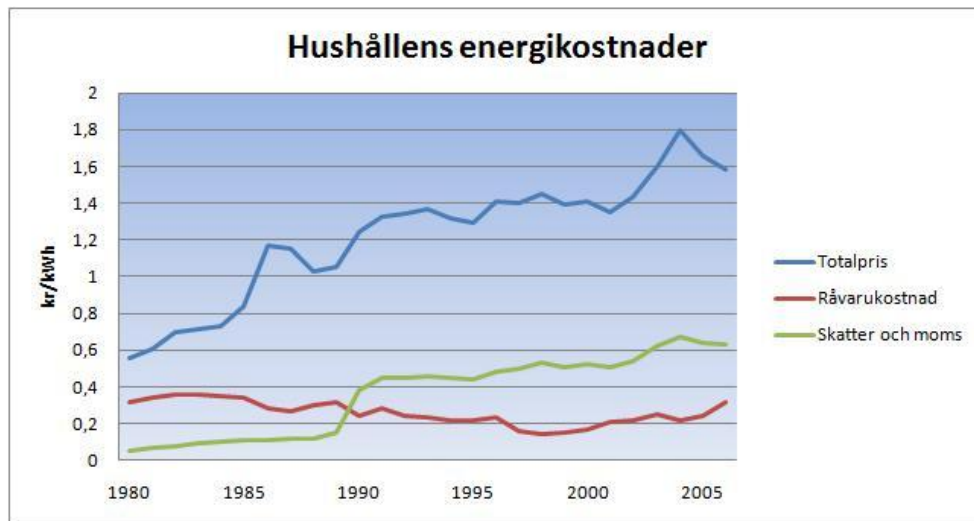
Elenergifaktans utveckling har de senaste decennierna ökat stadigt. Figuren nedan visar hur det totala slutpriset för en kWh har utvecklats sig mellan 1980 och 2006. Grafen nedan visar bland annat att det totala energipriset för hushåll har ökat med närmare 300 %, från 0,56 kr/kWh till 1,58 kr/kWh. Detta motsvarar en genomsnittlig ökning med 3,9 % per år och inkluderar energipris inklusive skatter, råvarukostnad och handels påslag<sup>106</sup>. Anledningen till den kraftiga ökningen beror främst på ökade skatter och införandet av moms 1990<sup>107</sup>. Däremot har råvarupriset för energi varit relativt konstant under samma tidsperiod. Elenergifaktan i andra delar av Europa är generellt sett högre som t.ex. i Tyskland där priset är ungefär 10 öre/kWh dyrare än i Sverige<sup>108</sup>.

---

<sup>106</sup> Energifakta (2011)

<sup>107</sup> Statens Energimyndighet (2008)

<sup>108</sup> Vattenfall



Figur 1. Utvecklingen på hushållens energikostnader innehållande totalpris, råvarukostnad samt skatter och moms.<sup>109</sup>

Utvecklingen på fjärrvärmepriset har inte varit lika kraftigt som elenergi priset. Priset på fjärrvärme till hushåll har utvecklats ungefär i takt med kostnadsutvecklingen i samhället. Konsumentprisindex har i genomsnitt ökat med 1,6 % per år och har under det senaste decenniet ökat med totalt 17,2 %.



Figur 2. Konsumentprisindex utveckling 1980-2010.<sup>110</sup>

<sup>109</sup> Energifakta (2011)

Energifrågor har blivit mer och mer aktuellt i samhället vilket har resulterat i ett större fokus även i byggbranschen. Därför är utvecklingen på energipriserna aktuell i samband med energieffektivt byggande och energieffektiva bostäder. Variationen på elenergi priset beror på typ av energislag och påverkas av utbud, efterfrågan, priset på fossila bränslen och utsläppsätter. Dessutom kan priserna variera beroende på område, nätavgift och pris på elcertifikat. Prisutvecklingen på elenergi och hushållsel bedöms avta fram till år 2015-2030 och prisnivån vara densamma eller lägre. I samma prognos bedöms fjärrvärmepriiset för småhus och flerbostadshus öka med 24 respektive 25 % under samma 25-årsperiod.<sup>111</sup> Detta motsvarar en årlig fjärrvärmeprisökning med 0,9 %.

#### 4.4 Bolåneränta

Vid köp av bostad är det vanligt att köparen tar ett bolån för att finansiera köpet. Med ett bolån kan låntagaren välja att binda räntan under en vald tid eller ha en rörlig ränta. Bolåneräntan kan bindas på olika tider såsom tre månader, ett, två, tre, fem och tio år. På mitten av 1990-talet var bolåneräntorna väldigt höga. Under den senaste 15-årsperioden har räntorna sjunkit från ungefär 12 % till drygt 5 % för ett bolån bundet på 10 år.

---

<sup>110</sup> Statistiska Centralbyrån (2010c)

<sup>111</sup> Statens Energimyndighet (2008)



Figur 3. Utvecklingen av bolåneräntan från 1995.<sup>112</sup>

## 4.5 Energianvändning

Avsnittet energianvändning innehåller statistik på hur mycket energi som används i småhus respektive lägenheter i flerbostadshus. Statistiken ska vara underlag till utredningen om det finns möjlighet att spara energi och sänka driftkostnaderna med intelligenta hus-teknik i bostaden. I denna studie delas energianvändningen upp i uppvärmning, varmvattenberedning, fastighets- och hushållsel.

### 4.5.1 Småhus

Den genomsnittliga energianvändningen för småhus baseras på statistik från Statistiska Centralbyrån och är sammanställd av Energimyndigheten. Se bilaga 1 för närmare beskrivning och referenser till statistiken. Energianvändningen vid duschning ingår i statistiken för varmvattenberedning. Antaget att användaren duschar i 40°C under fem minuter förbrukas ungefär 60 liter varmvatten och 2,2 kWh<sup>113</sup>.

<sup>112</sup> SE Banken (2010)

<sup>113</sup> EON (2007)

Uppvärmning exklusive varmvattenberedning– fjärrvärme	74,25 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Uppvärmning exklusive varmvattenberedning– elvärme med vattenburet system	60,75 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning - fjärrvärme	24,75 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning - elvärme	20,25 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Hushållsel exklusive belysning	36,8 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Belysning	9,2 kWh/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 4. Genomsnittlig energianvändning i småhus.

#### 4.5.2 Flerbostadshus

Statistiken på energianvändningen i den här studien för flerbostadshus baseras på Repabs nyckeltal för bostäder 2010. Riktvärdena grundar sig på flera års förbrukningsstatistik för bostadsfastigheter och är avsedda för flerbostadshus. Repabs typfastigheter innefattar ett antal förutsättningar som används för låg, normal och hög typfastighet. För att riktvärdena ska bli så tillämpbara som möjligt väljs en typfastighet i Repab vars värde är jämförbara med typbostaden i denna studie. Se bilaga 2 för närmare beskrivning och referenser till statistiken.

Uppvärmning exklusive varmvattenberedning - fjärrvärme	97,5 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning	32,5 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Fastighetsel	30 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Hushållsel exklusive belysning	32 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Belysning	8 kWh/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 5. Genomsnittlig energianvändning i flerbostadshus.

#### 4.5.3 Specifik energianvändning och total energianvändning

Specifik energianvändning och den totala energianvändningen i småhus beroende på typ av energislag som uppvärmning samt flerbostadshus.

Bostadstyp	Specifik energianvändning	Total energianvändning
Småhus med fjärrvärme	99 kWh/A <sub>temp</sub> /år	145 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Småhus med elvärme	81 kWh/A <sub>temp</sub> /år	127 kWh/A <sub>temp</sub> /år
Flerbostadshus med fjärrvärme	160 kWh/A <sub>temp</sub> /år	200 kWh/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 6. Specifik energianvändning och total energianvändning (d.v.s. inklusive hushållsel) i småhus och flerbostadshus.

#### 4.5.4 Årskostnad

Årskostnaden för respektive användningsområde baseras på angivna förbrukningsmängder i avsnittet "Energianvändning" och räknas ut med hjälp av enhetsprisen som är sammanställda i bilaga 1 och bilaga 2 för småhus respektive flerbostadshus.

##### Småhus

Uppvärmning exklusive varmvattenberedning (0,70 kr/kWh) - fjärrvärme	52,00 kr/A <sub>temp</sub> /år
Uppvärmning exklusive varmvattenberedning (1,56 kr/kWh) - elvärme	94,80 kr/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning (0,70 kr/kWh) - fjärrvärme	17,30 kr/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning (1,56 kr/kWh) - elvärme	31,60 kr/A <sub>temp</sub> /år
Hushållsel exklusive belysning (1,56 kr/kWh)	57,40 kr/A <sub>temp</sub> /år
Belysning (1,56 kr/kWh)	14,40 kr/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 7. Årskostnad för uppvärmning, varmvattenberedning och belysning i småhus.

##### Flerbostadshus

Uppvärmning exklusive varmvattenberedning – fjärrvärme (0,70 kr/kWh)	68,25 kr/A <sub>temp</sub> /år
Varmvattenberedning – fjärrvärme (0,70 kr/kWh)	22,75 kr/A <sub>temp</sub> /år
Fastighetsel (1,35 kr/kWh)	40 kr/A <sub>temp</sub> /år
Hushållsel exklusive belysning (1,49 kr/kWh)	29,70 kr/A <sub>temp</sub> /år
Belysning (1,49 kr/kWh)	7,40 kr/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 8. Årskostnad för uppvärmning, varmvattenberedning, fastighetsel, hushållsel och belysning i flerbostadshus.

##### Kostnad per A<sub>temp</sub> och år

Småhus – fjärrvärme	141,10 kr/A <sub>temp</sub> /år
Småhus - elvärme	198,20 kr/A <sub>temp</sub> /år
Flerbostadshus - fjärrvärme	168,10 kr/A <sub>temp</sub> /år

Tabell 9. Kostnad per A<sub>temp</sub> och år för olika bostadstyper med avseende på energislag.

## 4.6 Kostnader

Priserna på de intelligenta systemen baseras på förfrågningsunderlag innehållande en beskrivning av typhuset samt önskade funktioner. Med detta som underlag har företagen lämnat ett kostnadsförslag. De priser som lämnats och presenteras i denna studie avser kostnader utöver en vanlig elinstallation.

### 4.6.1 Investerings- och räntekostnader

Investeringskalkylen utgår från en vald grundförutsättning och representerar merkostnaderna för ett intelligent system. Detta innebär att ett antal antaganden har gjorts. De variabla parametrarna är bolåneräntan, energiprisets utveckling för elvärme och fjärrvärme samt återbetalningstiden för systemen.

Grundförutsättningen ska representera det mest troliga fallet och definieras med 6 % bunden bolåneränta och en årlig energiprisutveckling på 3 % för både el- och fjärrvärme. Storleken på parametrarna i utgångsfallet baseras på den historiska utvecklingen samt Energimyndighetens långsiktsprognos. Historiskt sett har elenergi priset utvecklats med ca 4 % per år och fjärrvärmepriset med ca 2 %. Prisutvecklingen på elenergin bedöms stagnera medan fjärrvärmepriset antas öka.

Räntekostnaderna är beräknade enligt ett rakt lån med en lånetid på 50 år och en ränta på 6 % med förutsättning att 85 % av investeringskostnaden belånas och resterande del betalas i form av handpenning (se bilaga 6). Under 2010 är räntan på bolån, med lång löptid, ca 5%<sup>114</sup>. Dessutom antas ett avdrag på 30 % av räntekostnader vilket resulterar i följande:

<b>Småhus - Totala kostnader</b>			
	<b>Investeringskostnad</b>	<b>Räntekostnad</b>	<b>Total-kostnad</b>
Företag A	80 000	73 000	153 000
Företag B	90 000	82 000	172 000
Företag C	38 000	35 000	73 000
Företag D	78 000	71 000	149 000

Tabell 10. Investerings- och räntekostnader för intelligenta system i småhus.

För att utreda energibesparingsbehovet för de intelligenta systemen beräknas förhållandet mellan den totala kostnaden och kostnaden för den totala energianvändningen under en viss tid. För att motivera köparen till en investering antas att systemen bör vara återbetalda efter max 15 år. Studien genomförs även

<sup>114</sup> Swedbank

med en återbetalningstid på 10, 20 och 25 år. Livslängden bedöms idag till minst 20 år för material och komponenter i ett intelligent system vilket motsvarar livslängden för knappsatser och andra grundläggande delar i en vanlig installation<sup>115</sup>. Detta grundar sig på befintliga fall där material och komponenter använts i industriell miljö och lokaler under motsvarande tid. I dessa fall har systemen i sig inte krävt några reinvesteringar vilket ger utrymme för att den potentiella livslängden är längre 20 år.

Under de beräknade tidsperioderna antas drift- och underhållskostnaderna, som utgör en merkostnad för de intelligenta systemen i förhållande till en vanlig installation, vara försumbara. En normal elinstallation kostar ungefär 55 000 kr per småhus i ett grupphusområde vilket innebär att en investering av intelligenta system ökar den initiala kostnaden med ungefär 50 %. Motsvarande installation för singelhus kostar ungefär 65 000 kr<sup>116</sup>.

#### 4.6.2 Energikostnader

Kostnaden för energianvändningen baseras på angivna värden under rubriken "Energianvändning" och enligt förutsättningarna för typbostaden. För den totala energikostnaden har hänsyn tagits till ett ökande energipris i form av en årlig ökning med 3 % för både elvärme och fjärrvärme (se bilaga 6). Den totala, årliga årskostnaden för fjärrvärme består av ett rörlig och ett fast pris. Vid en eventuell effektivisering av energianvändning påverkas enbart den rörliga delen. Därför hanteras inte den fasta kostnaden i studien.

---

<sup>115</sup> Carlo Gavazzi

<sup>116</sup> Peab



<b>Årlig energikostnad, småhus:</b>	
Småhus - fjärrvärme	18 000 kr (exklusive fast kostnad 3500-4000 <sup>117 118</sup> kr)
Småhus - elvärme	26 000 kr

Tabell 11. Årlig energikostnad för typbostaden med avseende på energiform.

<b>Årlig energikostnad, flerbostadshus:</b>	
Lägenhet, 60 kvm (2 rok)	10 000 kr
Lägenhet, 80 kvm (3 rok)	13 500 kr
Hela flerbostadshuset – fem våningar a´ en 2 rok och två 3 rok	185 000kr

Tabell 12. Årlig energikostnad för lägenheter i flerbostadshus.

<b>Total energikostnad:</b>				
Energiprisökning - fjärrvärme	3 %			
Energiprisökning -elvärme	3 %			
<b>Återbetalningstid</b>	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
Småhus - fjärrvärme	210 000	341 000	493 000	669 000
Småhus - elvärme	295 000	479 000	692 000	939 000

Tabell 13. Total energikostnad för 10, 15, 20 och 25 år.

#### 4.7 Besparingsbehov

Beräkningsmodellen för besparingsbehovet tar hänsyn till hela investeringskostnaden från respektive företag med tillhörande räntekostnader och den sammanlagda energikostnaden för respektive återbetalningstid. Förhållandet dessa emellan visar på hur stor besparingen behöver vara för att systemen ska vara återbetald efter en viss tid med hjälp av energibesparande funktioner i en intelligent bostad.

<b>Småhus - fjärrvärme</b>	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
Företag A	73%	45%	31%	23%
Företag B	82%	50%	35%	26%
Företag C	35%	21%	15%	11%
Företag D	71%	44%	30%	22%

Tabell 14. Besparingsbehov för småhus med fjärrvärme.

<sup>117</sup> Lunds Energi

<sup>118</sup> Öresundskraft

Småhus - elvärme	10 år	15 år	20 år	25 år
Företag A	52%	32%	22%	16%
Företag B	58%	36%	25%	18%
Företag C	25%	15%	10%	8%
Företag D	50%	31%	22%	16%

Tabell 15. Besparingsbehov för småhus med elvärme.

## 4.8 Beräknad besparingspotential

För att göra en bedömning av rimligheten i de uppgifter som tidigare angivits gällande energibesparing till följd av intelligenta system har beräkningar gjorts enligt nedan. Beräkningen är en grov bedömning i syfte att ge en uppskattning om hur konkreta åtgärder påverkar energibesparingen samt att sätta det i förhållande till den besparing som angivits av leverantörer. Sammanställningen baseras på följande energiposter med respektive funktioner.

- Uppvärmning – Styrning av temperaturen
- Varmvattenberedning – Visualisering av varmvattenförbrukning
- Hushållsel – Strömlösa vägguttag
- Belysning – Närvarostyrd belysning och bortascenario

### 4.8.1 Uppvärmning

Denna beräkning har utgått ifrån tumregeln att vid en grads sänkning av inomhustemperaturen minskar energiförbrukningen med 5%. Eftersom uppvärmning ger upphov till den enskilt största energiförbrukningen i en villa, ca 50 %, har beräkningen genomförts på denna post. Den besparing som avses görs möjlig med hjälp av en mer exakt styrning av temperaturen.

- Bortascenario – Temperaturen sänks med ett antal grader under den tid på dygnet då ingen är hemma.
- Hemma/dag – avser den tid på dygnet då personer är hemma men natten ej inräknad. Temperaturen hålls alltså lägre i sovrummen men är den normala i övriga huset.
- Natt – avser natten då personer är hemma och sover. Temperaturen antas då sänkas i övriga huset till samma temperatur som i sovrummen.

Att temperaturen hålls lägre i sovrummen beror som tidigare nämnts på att personer ofta vill ha ett par grader svalare då de sover och att de inte vistas där under övrig tid.

	Åtgärd	Timmar per dygn	Del av dygn	BOA	Sänkning i grader	Sänkning förbrukning	Energibesparing för uppvärmning
<b>Borta</b>	Sänkt temperatur i hela huset	5	21%	100%	3	15%	3,1%
<b>Hemma</b>	Lägre temperatur i sovrum	13	54%	22%	2	10%	1,2%
<b>Natt</b>	Sänkt temperatur i hela huset	6	25%	100%	2	10%	2,5%
						<b>Total besparing</b>	<b>6,8%</b>

Tabell 16. Beräknad energibesparing för uppvärmning, normalfall

Tabellen visar på ett, av författarna bedömt som rimligt, fall som ger en total besparing på energiåtgången för uppvärmning på ca 7 %. Tiden för bortanattscenariot påverkas av hur de boende i husets vanor ser ut med avseende på bland annat arbete och skolgång. Den tid som temperaturen kan hållas lägre i huset minskas även av att det tar en viss tid för huset att värmas upp igen efter att temperaturen varit lägre. Nedan visas ett bedömt fall med bästa möjliga förutsättningar för energibesparing.

	Åtgärd	Timmar per dygn	Del av dygn	BOA	Sänkning i grader	Sänkning förbrukning	Energibesparing
<b>Borta</b>	Sänkt temperatur i hela huset	10	42%	100 %	4	20%	8,3%
<b>Hemma</b>	Lägre temperatur i sovrum	7	29%	22 %	3	15%	1,0%
<b>Natt</b>	Sänkt temperatur i hela huset	7	29%	100 %	3	15%	4,4%
						<b>Total besparing</b>	<b>13,7%</b>

Tabell 17. Beräknad energibesparing, extremfall

I tabellen visas resultatet då beräkningen gjorts utifrån en större sänkning av temperaturen samt att tiden då någon vistas i huset är kortare. I detta fall skulle energibesparingen för uppvärmning bli ca 14 %. Den besparing på 7 respektive 14 % som kan uppnås på energiförbrukningen för uppvärmning motsvarar i ca 3,5 respektive 7 % på den totala energiförbrukningen. Detta eftersom uppvärmningen står för runt hälften av den totala energiförbrukningen.

<b>Energibesparing - Uppvärmning</b>		
	<b>Besparing av uppvärmningen</b>	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Normalfall	7 %	3,5 %
Extremfall	14 %	7 %

Tabell 18. Sammanställning av besparing av uppvärmning.

#### 4.8.2 Varmvattenberedning

Uppvärmning av varmvatten utgör 15-20% av den totala energianvändningen i småhus. Varmvattenförbrukningen är individuell och beror på brukarens vanor i hemmet. Därför finns det ingen intelligent funktion som automatiskt sänker

varmvattenförbrukning utan brukaren måste själv vara aktiv för att åstadkomma en besparing. I beräkningen görs antagandet att visualiseringen bidrar med en halvering av duschtiden från 10 minuter till 5 minuter. Dessutom antas att halva varmvattenförbrukningen går till duschning. Energiåtgången för 5 minuters duschning motsvarar en varmvattenförbrukning på 60 liter och därmed 2,2 kWh.

<b>Energibesparing - Varmvatten</b>		
	<b>Besparing av varmvattenberedning</b>	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Halvering av duschtid från 10 till 5 minuter	25 %	3,8 - 5 %

Tabell 19. Besparing av varmvatten.

### 4.8.3 Hushållsel

Av den totala energianvändningen i ett hushåll förbrukas 25-30 % av elektriska apparater. Dock förbrukas upp till 10 % av energin när apparaterna står i standby. Genom att göra vägguttagen strömlösa kan därför delar av hushållselen sparas in. Apparaternas standby motsvarar 1-3 % av den totala energianvändningen.

<b>Energibesparing - Hushållsel</b>		
	<b>Besparing av hushållsel</b>	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Halvering av standby-energi	5 %	1,5 - 3 %

Tabell 20. Besparing av hushållsel.

### 4.8.4 Belysning

Belysningen utgör 4-8 % av den totala energianvändningen i bostäder vilket kan minskas med hjälp av närvarostyrd belysning och bortascenarion.

Besparingsmöjligheten med närvarostyrd belysning anges som upp till 30 %. Med detta som grund väljs ett intervall på 10 – 30 %.

<b>Energibesparing - Belysning</b>		
	<b>Besparing av belysning</b>	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Närvarostyrd belysning och bortascenario	10 %	0,4 – 0,8 %
	20 %	0,8 – 1,6 %
	30 %	1,2 – 2,4 %

Tabell 21. Besparing av belysning.

#### 4.8.5 Beräknad total besparingspotential

En summering av respektive intervall för den beräknade besparingspotentialen resulterar i följande:

<b>Beräknad energibesparingspotential med intelligenta system</b>	
	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Uppvärmning	3,5 - 7 %
Varmvattenberedning	3,8 - 5 %
Hushållsel	1,5 - 3 %
Belysning	0,4 - 2,4 %
<b>Totalt</b>	<b>9,2 – 17,4 %</b>

Tabell 22. Beräknad besparingspotential på den totala energianvändningen.

## 5 Analys och diskussion

Eftersom tekniken i det avseende som rapporten behandlar ännu inte har fått något större genomslag på bostadsmarknaden varken gällande småhus eller flerbostäder finns endast ett begränsat underlag för denna undersökning. För de projekt som genomförts har inte avsikten enbart varit att minska energianvändningen utan komfort- och säkerhetsfunktioner har också ingått i systemen. Utöver detta skiljer sig även energianvändningen i småhus och flerbostadshus beroende på hur det byggs med avseende på t.ex. klimatskal, uppvärmningssystem samt de boendes beteende. Med ett utökat bestånd med intelligent teknik samt uppföljning på detta i kombination med energideklarationer på bostäder skulle teknikens faktiska möjligheter kunna bedömas.

### 5.1 Känslighetsanalys

I lönsamhetskalkylen för hur stor energibesparing som krävs för att de intelligenta systemen ska bli självfinansierande har ett antal antaganden gjorts. Dessa antaganden är parametrar i form av energipris, bolåneränta och återbetalningstid. Dessutom är investeringskostnaden och energianvändningen viktiga faktorer som kan variera i sammanhanget. Känslighetsanalysen ska åskådliggöra hur respektive faktor påverkar utfallet av resultatet.

#### 5.1.1 Energipris och återbetalningstid

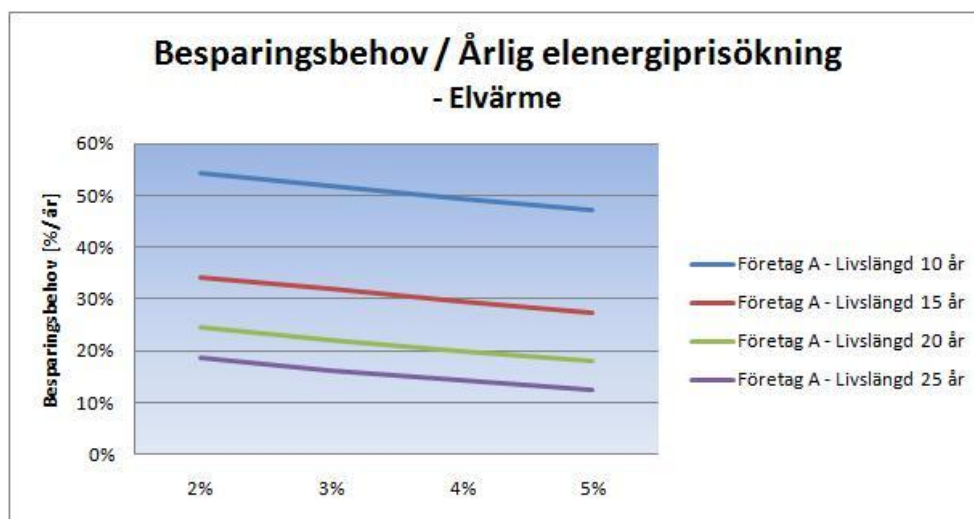
Med ett ökande energipris ökar följaktligen också de kostnadsbesparingar som kan göras med systemen. Energipriset har ökat kraftigt de senaste åren och då främst elenergin. Detta beror både på ökade skatter och ökade nätavgifter. Enligt en prognos som Energimyndigheten presenterat kommer ökningen att stagnera eller, priset till och med att minska. Eftersom de svenska energipriserna är låga sett till övriga Europa anser andra att priserna bör stiga. Hur utvecklingen kommer se ut i framtiden spelar en stor roll för hur de ekonomiska fördelarna blir med energibesparande åtgärder.

Nedan visas hur besparingsbehovet förhåller sig till en årlig energiprisökning. Graferna representerar småhus med elvärme respektive fjärrvärme för olika återbetalningstider för de intelligenta systemen. I den här studien antas merkostnaderna för drift och underhåll av de intelligenta systemen vara försumbara i jämförelse med en vanlig installation. De åtgärder som kommer krävas är bland annat mindre konfigurationer och uppdateringar vilka inte bör innebära några omfattande kostnader eller förändra beständigheten på systemen

till det negativa. Material och komponenter i de intelligenta systemen har enligt tillverkare och leverantörer varit beprövade i industriell miljö under minst 20 år vilket bekräftar att en livslängd på 20 år är rimlig. Därför bedöms risken för att behöva byta ut huvuddelen av systemet efter 10 år som relativt liten. Däremot är det sannolikt i behov av en större uppgradering och förnyelse inom 25 år för att kunna uppfylla behov och önskemål som den boende har.

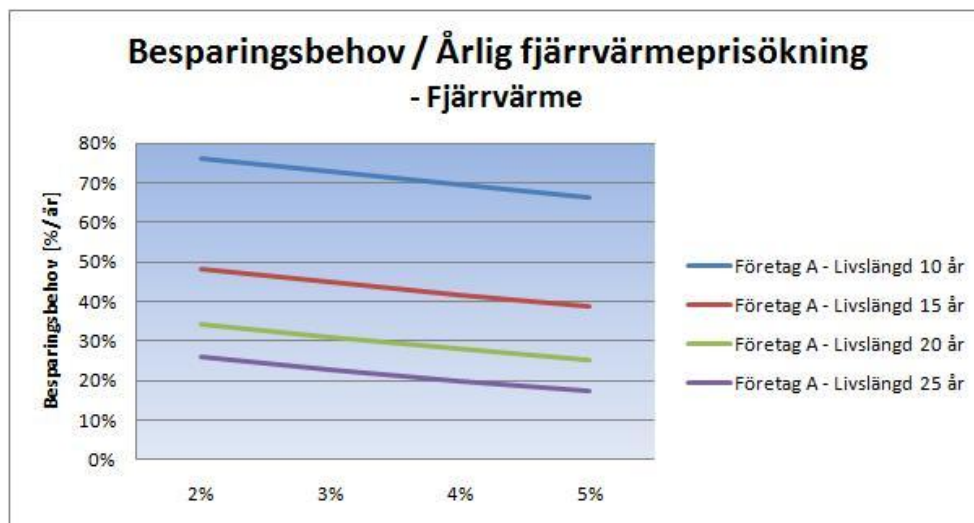
Med en återbetalningstid på 10 år krävs en besparing på 47 – 54 % beroende på hur energipriset utvecklar sig med tiden. Bedömningen är att det är högst osannolikt att en installation av ett intelligent system skulle sänka energianvändningen med ungefär 50 % då det i bästa fall anges kunna spara 20 – 30 %.

För att ett intelligent system ska vara självfinansierat efter 20 år krävs ett besparingsbehov på 15- 20 % under 20 år för småhus med elvärme samt 25 år för småhus med fjärrvärme. Dessutom måste ökningen på energipriset vara minst 4 % varje år.



Figur 4. Besparingsbehov för småhus med elvärme i förhållande till årlig energiprisökning.





Figur 5. Besparingsbehov för småhus med fjärrvärme i förhållande till årlig energiprisökning.

Med Företag A görs en investering på 80 000 kr och den totala kostnaden för hela livscykeln uppgår till ca 153 000 kr. För att denna investering ska vara finansierad efter 20 år med en årlig energiprisökning på 4 % krävs att den totala energianvändningen, 16500 kWh/år, minskar med 20 %. Besparingsbehovet sjunker till 18 % om energipriset ökar med 5 % för varje år och ökar till 22 % om energipriset ökar med 3 % för varje år. Detta mönster uppstår genom hela undersökningen om hur energipriset påverkar besparingsbehovet. Resultatet för småhus med elvärme säger att för varje ökad procentenhet av det årliga elenergi priset sjunker besparingsbehovet med 2 procentenheter.

<b>Känslighetsanalys</b>				
<b>– varierad årlig elenergi prisökning</b>				
<b>Elvärme - Företag A</b>				
	<b>Återbetalningstid</b>			
	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
<b>2%</b>	54%	34%	24%	19%
<b>3%</b>	52%	32%	22%	16%
<b>4%</b>	49%	30%	20%	14%
<b>5%</b>	47%	27%	18%	12%
<b>15%</b>	29%	12%	6%	3%

Tabell 23. Förändring av besparingsbehov för småhus med elvärme med avseende på årlig elenergi prisökning och återbetalningstid.

Motsvarande fall för småhus med fjärrvärme resulterar i att besparingsbehovet sjunker med 3 procentenheter för varje ökad procentenhet av det årliga fjärrvärmepriset. Dessutom visar resultatet av typbostaden småhus med fjärrvärme att besparingsbehovet är orimligt högt i de flesta fallen. Med en sannolik besparing av energianvändningen krävs att fjärrvärmepriset ökar med minst 4 % varje år och att systemen kan användas i minst 25 år. Med avseende på livslängden är det inte orimligt men en ökning av fjärrvärmepriset med minst 4 % varje år under en 25-årsperiod bedöms osannolikt. Detta grundar sig på att den historiska utvecklingen av fjärrvärmepriset har i stort sett följt KPI vilket motsvarat mindre än 2 % per år. Dessutom säger långsiktsprognozen att fjärrvärmepriset bedöms öka med endast 1 % per år. Analys av den historiska trenden och bedömning av framtida utveckling av fjärrvärmepriset medför att besparingsbehovet för småhus med intelligenta system blir för stort inom rimlig återbetalningstid.

<b>Känslighetsanalys</b>				
<b>– varierad årlig fjärrvärmeprisökning</b>				
<b>Fjärrvärme - Företag A</b>				
	<b>Återbetalningstid</b>			
	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
<b>2%</b>	76%	48%	34%	26%
<b>3%</b>	73%	45%	31%	23%
<b>4%</b>	69%	42%	28%	20%
<b>5%</b>	66%	39%	25%	17%
<b>15%</b>	41%	18%	8%	4%

Tabell 24. Förändring av besparingsbehov för småhus med fjärrvärme med avseende på årlig fjärrvärmeprisökning och återbetalningstid.

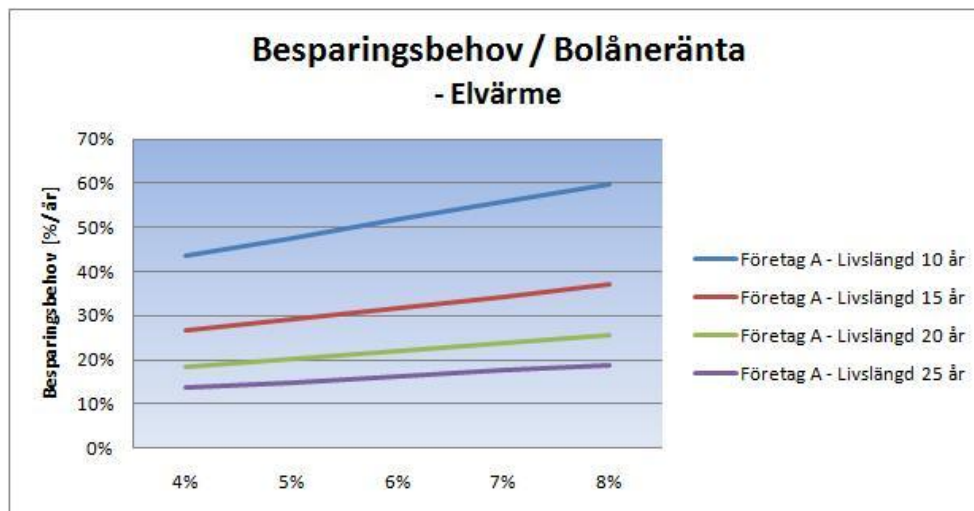
Att göra en prognos på hur energipriset kommer att utveckla sig är osäkert och med tanke på 2010 och 2011 års extrema elprisutveckling har en analys genomförts på en 15 procentig förändring. På så vis åskådliggörs hur en extrem förändring av priset skulle påverka besparingsbehovet som krävs för att investeringen ska vara självfinansierande. Med förutsättning att resterande variabler är enligt grundfallet skulle besparingsbehovet ligga på en relativt rimlig nivå närmare bestämt 12 respektive 18 procent för en återbetalningstid på 15 år.

### 5.1.2 Bolåneräntan och återbetalningstid

I livscykelkostnaden för ett intelligent system ingår de räntekostnader som uppstår under lånetiden. Räntekostnaderna kan beräknas som en del av

investeringskostnaden. Därför har detta också tagits i beaktning med varierad storlek på räntesatsen. Graferna i figur 6 och 7 visar att med ökade bolåneräntor stiger besparingsbehovet. Figureerna är uppdelade efter energislag med en årlig energiprisökning på 3 %. Likt tidigare utgångspunkt med en påstådd energibesparingspotential på 20-30 % kan fallen med en återbetalningstid på 10 och 15 år samt delvis de med 20 år förkastas som orimliga eftersom de överstiger detta gränsvärde.

Idag ligger räntorna på mellan 3 och 5 % beroende på bindningstiden vilket är väldigt lågt med avseende på ränteläget de senaste 15 åren. Orsaken till de låga räntorna idag är delvis en följd av finanskrisen 2008. En fortsatt återhämtning efter finanskrisen bör resultera i stigande räntor och därmed högre räntekostnader. Följden av detta blir att livscykelkostnaden för de intelligenta systemen blir högre och kräver en större energibesparing för att vara självfinansierat efter en bestämd tid.



Figur 6. Besparingsbehov för småhus med elvärme i förhållande till bolåneränta.

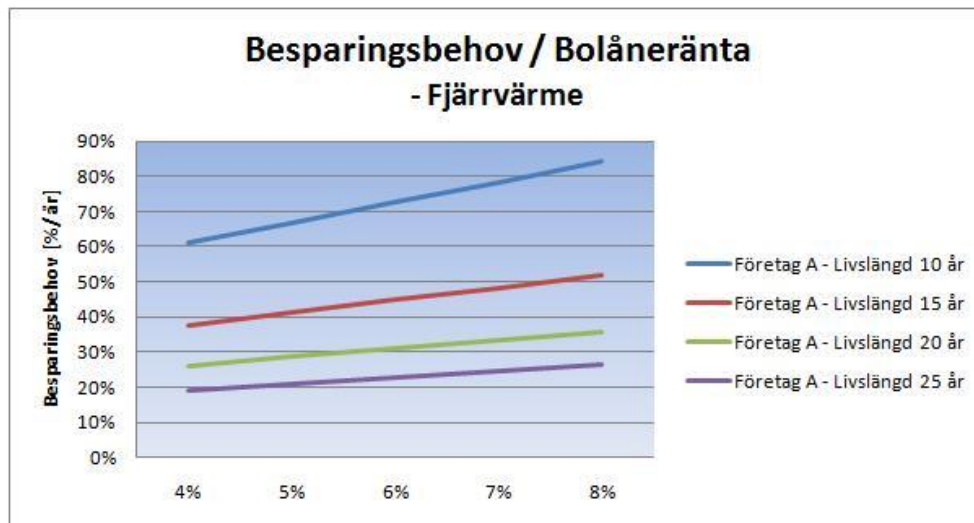
Figur 6 visar hur en eventuell ökning av räntan, från 4 % till 8 %, för ett elvärmigt småhus skulle påverka besparingsbehovet. Behovet ökar från 19 % till 26 % med en återbetalningstid på 20 år. Detta visar på att besparingsbehovet med hjälp av ett intelligent system påverkas mycket av bolåneräntan trots en lång återbetalningstid. Med avseende på leverantörers, tillverkares och konsulters riktvärde på besparingspotentialen med intelligenta hus så bör en eventuell låntagare, med målet att ha finansierat sitt system efter 20 år, inte ha en

bolåneränta högre än 5 %. I dagsläget är det rimligt med en ränta under 5 % men historiskt sett och med hänsyn till den förväntade utvecklingen kommer troligtvis förutsättningarna försämrats.

En lång återbetalningstid på de intelligenta systemen gör att besparingsbehovet påverkas mindre av en förändrad bolåneränta. Detta avspeglar sig på lutningen på kurvorna i figurerna. Exempelvis förändras besparingsbehovet, d.v.s. lutningen på kurvan, med 2,5 procentenheter för varje ökad procentenhet på räntesatsen för ett system med återbetalningstid 15 år. På motsvarande sätt förändras ett system med återbetalningstid 25 år enbart 1,3 procentenheter vilket visar på en mindre känslighet för en förändrad ränta.

<b>Känslighetsanalys</b>				
<b>– varierad bolåneränta</b>				
<b>Elvärme - Företag A</b>				
	<b>Återbetalningstid</b>			
	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
<b>4%</b>	43.5%	26.8%	18.6%	13.7%
<b>5%</b>	47.6%	29.4%	20.3%	15.0%
<b>6%</b>	51.7%	31.9%	22.1%	16.3%
<b>7%</b>	55.8%	34.4%	23.8%	17.6%
<b>8%</b>	60.0%	37.0%	25.6%	18.9%

Tabell 25. Förändring av besparingsbehov för småhus med elvärme med avseende på bolåneränta och återbetalningstid.



Figur 7. Besparingsbehov för småhus med fjärrvärme i förhållande till bolåneränta.

Figuren ovan visar att besparingsbehovet överstiger 20 % för samtliga fall förutom för ett system med återbetalningstid 25 år och en fyraprocentig bolåneränta. Detta beror på att kostnaden för energianvändningen i småhus med fjärrvärme är lägre än småhus med elvärme. Således blir investeringskostnaden större i förhållande till den totala energikostnaden och därmed krävs ett större besparingsbehov för att systemen ska vara självfinansierat efter bestämd tid. Därmed ökar också känsligheten för en förändrad bolåneränta. Besparingsbehovet för småhus, med återbetalningstiden 20 år och fjärrvärme, ökar med 2,5 procentenheter för varje ökad procentenhet på bolåneräntan i jämförelse med 1,75 procentenheter för småhus med återbetalningstiden 20 år och elvärme.

<b>Känslighetsanalys</b>				
<b>– varierad bolåneränta</b>				
<b>Fjärrvärme - Företag A</b>				
	<b>Återbetalningstid</b>			
	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>20 år</b>	<b>25 år</b>
<b>4%</b>	61.1%	37.7%	26.1%	19.2%
<b>5%</b>	66.9%	41.2%	28.5%	21.0%
<b>6%</b>	72.7%	44.8%	31.0%	22.9%
<b>7%</b>	78.4%	48.4%	33.5%	24.7%
<b>8%</b>	84.2%	51.9%	35.9%	26.5%

Tabell 26. Förändring av besparingsbehov för småhus med fjärrvärme med avseende på bolåneränta och återbetalningstid.

### 5.1.3 Energianvändningen

De värden som använts för energianvändning i småhus med fjärrvärme respektive elvärme och flerbostadshus baseras på statistik från det befintliga bostadsbeståndet i Sverige. Av denna anledning kan relevansen vara osäker då utvecklingen inom energieffektiv byggteknik och bättre installationer bidrar till en lägre energiförbrukning i nya bostäder. Detta har delvis tagits i beaktning genom att välja statistik från bostäder byggda under 2000-talet. Dock finns det en större osäkerhet för hur representativa siffrorna är för framtida bostäder. Om värdena är för högt antagna kommer möjligheten att spara in investeringen att minska även om energibesparingen i procent blir densamma. De energibesparande aspekterna kan få mindre betydelse i framtiden eftersom bostäderna blir mer energieffektiva och således sänker energibesparingspotentialen med den intelligenta tekniken.

Energipriset för fjärrvärme är lägre än elvärme vilket resulterar i en lägre total årskostnad för småhus med fjärrvärme. Med andra ord är möjligheten att spara tillräckligt mycket energi med intelligenta system i dagsläget sämre med fjärrvärme.

## 5.2 Investeringskostnad

Att investera i ett intelligent hus innebär en merkostnad på mellan 38 000 och 90 000 kr. Detta innebär att köparen belastas med en kostnadsökning på 70 – 165 % för installationerna i hemmet och en total kostnadsökning av husbygget med 2-3 %.

Om och hur snabbt en investering återbetalar sig beror på investeringskostnaden. Olika leverantörer anger olika priser men har också olika utbud och troligen skiftande kvalitet och förmåga att uppfylla energibesparingen. Här måste en bedömning göras av prestandan på systemen i jämförelse med priserna vilket också försvåras på grund av bristen på genomförda projekt med fokus på energibesparing i bostäder. Idag kan marknaden uppfattas som otydlig där företagen har olika bild av och syfte med intelligenta hus - tekniken. Detta gör att prestandan på funktionerna och utbudet kan variera mycket mellan företagen. Däremot kan ett större antal intelligenta hus med en fortsatt utveckling av innehållande material och komponenter samt en större marknad med flera aktörer och en ökad konkurrens bidra till lägre investeringskostnader för den slutliga köparen.

Att investera i ett intelligent system enbart med energi – och kostnadsbesparing i åtanke måste sättas i relation till vad man kan göra för samma summa i form av alternativa energibesparande åtgärder. Kan man då för samma summa exempelvis göra klimatskalet effektivare eller genomföra annan energibesparande åtgärd är detta en investering som kan uppnå samma mål men utan att krav ställs på brukaren att göra aktiva val, förändra sitt beteende eller utsätta sig för ökad risk för oförutsedda kostnader som t.ex. reparationer och konfigureringar.

Om ett byggföretag ska lansera intelligenta hus i sin verksamhet och därmed försöka övertyga potentiella köpare krävs en lättförståelig beskrivning och tydliga argument. Dock ligger störst fokus på investeringskostnaden och hur den ska finansieras. Ett tillvägagångssätt för att göra intelligenta hus mer attraktivt är att byggföretaget tar en del av investeringskostnaden i form av en kapitalsatsning för att förbättra sin position på marknaden. Således minskar investeringskostnaden för kunden så att återbetalningstiden blir kortare.

### **5.3 Användaren och beteendevanor**

Trots att ett intelligent hus innehåller teknik som automatiserar hemmet så kan en aktiv användare öka systemets nyttoeffekter. Den boende kan göra aktiva val såsom rumsvis temperaturreglering och skapa hemma- och bortascenarion. Dessutom kan en tydlig visualisering av energianvändningen i hemmet skapa större kunskap och intresse för hur energin förbrukas. Därför är varje intelligent hus personligt och den potentiella energibesparingen beror delvis på användarens förväntningar, attityd och beteende.

En aktiv brukare med en medveten inställning till att spara energi har goda möjligheter att med hjälp av intelligenta funktioner sänka sin energianvändning. En individuell mätning av exempelvis varmvattenanvändningen eller uppvärmningen kan redovisas så att användaren kan utläsa trender och tydliga samband mellan sitt förändrade beteende och sänkta energikostnader. Förutsatt att en normalanvändare halverar sin duschtid under ett års tid kan den boende se sin totala energianvändning minska med 4-5 %.

Risken för att användaren inte är intresserad av att utnyttja funktionerna och på så sätt spara energi och sänka sina kostnader avgörs huvudsakligen i inledningsskedet av användandet. Eventuella komplikationer med en funktion eller om tekniken inte är användarvänlig kan orsaka en låg nyttjandegrad under en längre tid. Systemet bidrar fortfarande med en energibesparing, genom automatisk styrning av uppvärmning och belysning. Däremot minskar den potentiella energibesparing som användaren kan bidra med vid ett aktivt användande och ett förändrat beteende.

Resultatet av genomförda undersökningar visar på att boende prioriterar energibesparande funktioner lägre än trygghet, säkerhet och komfort. I en undersökning av ett befintligt flerbostadsbestånd med intelligenta system svarade 69 % att visualisering av energianvändningen hade "väldigt liten" eller "liten" påverkan på energikostnaderna. Resultatet visade också att boende i småhus hade bäst inställning och störst intresse av att spara energi och därmed sänka sina boendekostnader. Med ett ökat fokus på energi och miljö samt lag om energideklaration för byggnader så kommer troligtvis medvetenheten för energibesparing att öka vilket är en förutsättning för att förändrade beteendevanor tack vare intelligenta hus-funktioner ska bidra till sparad energi.

#### **5.4 Energibesparingspotentialen med intelligenta system**

Den mängd energi som kan besparas genom att installera ett intelligent system påverkas av en rad faktorer. Energibesparing har angivits från olika aktörer upp till så mycket som 30 %.

I empirin utreds utifrån givna förutsättningar var gränsen går för hur mycket energi som måste sparas till följd av att ett intelligent system installeras för att investeringen ska vara självfinansierande. Den procentsats som krävs per år för att under den tänkta återbetalningstiden spara in investeringen påverkas av de ingående parametrarna. Författarnas bedömning är att de procentsatser på 20-30 % som anges gällande energibesparing för småhus till följd av ett intelligent



system inte är rimliga. I de beräkningar som författarna gjort tidigare i rapporten bedöms 9-17 % vara ett mer realistiskt antagande. Där kan dock viss besparingspotential för uppvärmning försakats i form av bl.a. minskat luftflöde på ventilationen. Med sänkt frånluftsflöde ventileras mindre volym uppvärmd luft bort. De uppgifter om besparingspotential som anges upp till 30 procent är en siffra som troligen gäller ett bästa fall och där brukaren kanske själv måste vara mycket aktiv i sina val och sätta energibesparing som första prioritet med de intelligenta systemen, om besparingen ens är möjlig att genomföra.

Att få investeringen återbetald efter 10-15 år, som kan anses vara gränsen för vad en privatperson kan acceptera, är i de flesta fall orimlig med dagens förutsättningar. Möjligen kan nödvändig besparing uppnås med företaget med det billigaste alternativet i fallet eluppvärmd villa för att inom 15 år få investeringen återbetald. Låga räntor, högre energipriser och framförallt lägre investeringskostnad är faktorer som kan öka möjligheten till att ett intelligent system blir självfinansierande.

Eftersom energin för uppvärmning står för ca 50 procent av hushållets totala energianvändning är det också där de största besparingarna kan göras. I kombination med behovsstyrd ventilation minskar också energiförbrukningen för uppvärmning eftersom mindre värme går till spillo. Att minska ventilationen innebär dock att hänsyn måste tas till andra faktorer som till exempel de hygieniska kraven från BBR vilket innebär en begränsning för denna möjlighet. Beroende på om ett värmeåtervinningssystem finns eller ej förändras möjligheterna för energibesparing med de intelligenta systemen. Utvecklingen mot effektivare installationer i bostäder såsom FTX-system och värmepumpar minskar energianvändningen i hushållen. Det får till följd att potentialen att spara stora mängder energi för uppvärmningen med intelligenta system minskar. Dessutom har valet av uppvärmningssystem stor betydelse för hur stor möjlighet brukaren har att spara energi. Idag är det relativt vanligt med golvvärme i småhus vilket är ett trögt system i jämförelse med exempelvis ett vattenburet radiatorsystem. Tröga uppvärmningssystem gör att fördelen med rums- och närvarostyrd temperatur minskar då temperaturförändringen tar längre tid.

När det gäller potentialen att spara energi med avseende på belysningen finns faktorer som gör att en mer aktiv styrning inte medför att några större mängder energi kan sparas i bostäder. Belysningen utgör endast en mindre del av den totala energiförbrukningen i en bostad. Precis som för uppvärmningen går i detta

fall utvecklingen mot energisnålare produkter då glödlamporna fasas ut och ersätts med energisnålare alternativ.

Solavskärmning kan verka för minskad energianvändning i kontor och lokaler genom att minska kylbehovet då komfortkyla används. I takt med att fler och fler värmepumpar installeras i villor blir det vanligare med komfortkyla även där eftersom värmepumparna ofta är reversibla och kan användas för kylning. Detta kan öppna för att viss energibesparing kan åstadkommas med solavskärmning även i villor. Under uppvärmningssäsongen kan solavskärmningen utnyttjas för att minska värmeförlusterna genom fönster till följd av strålning.

Möjligheten att göra vägguttag strömlösa genom en knapptryckning kan vara ett sätt att spara elenergi genom att apparater som annars står i standby-läge görs strömlösa. Även om utvecklingen går mot att apparater blir energieffektivare ökar samtidigt antalet apparater i hemmet vilket gör att en potential fortfarande finns för att spara energi.

Genom att systemen arbetar för att hålla en konstant temperatur i husets olika rum innebär detta att tillskottsvärme från till exempel solljus, personer och apparater kan tas tillvara på ett optimalt sätt.

Att energiförbrukningen i bostäder är starkt kopplad till boendes vanor och beteenden gör att mätning och visualisering troligen spelar en viktig roll för att minska förbrukningen. Att på ett enkelt sätt kunna se hur mycket energi som förbrukas gör också att boende hela tiden görs medvetna om den och på så vis ökar tankarna på energibesparing. Här ställs dock krav på att de boende själva är intresserade av att minska sin förbrukning och aktivt jobbar för detta.

Energibesparingspotentialen med intelligenta system kan enligt författarnas undersökning uppgå till 9-17 % i jämförelse med en angiven potential på 20-30 %. Dessutom förutsätter motsvarande besparing ett förändrat beteende hos brukaren vilket kan uppfyllas även utan ett intelligent system. Den potentiella effekten av mätnings- och visualiseringsfunktionen är ungefär en tredjedel av den totala besparingspotentialen. Utan att ta beteendeförändring i beaktning blir den möjliga besparingen betydligt mindre. Dessutom är energibesparingspotentialen med förändrade vanor individuell.

I kontor och lokaler där denna typ av teknik idag är relativt vanlig är förutsättningarna för att spara energi annorlunda. För det första gör de regelbundna tiderna som folk vistas där att både värme, ventilation och belysning

kan gå på "sparläge" under större delen av dygnet samt på helger. Förbrukningen är dessutom större vilket gör att åtgärder får större effekt utan en motsvarande investeringskostnadsökning. Då komfortkyla används i stor utsträckning gör det att besparingsmöjligheten är större även under sommarhalvåret.

## 5.5 Övriga funktioner

Tekniken kring intelligenta hus inriktar sig inte enbart mot energibesparing utan även, eller till och med i första hand handlar om att öka komforten och säkerheten i bostäderna. Anledningen till att installera ett intelligent system skiljer sig mellan olika kunder beroende på vad de eftersträvar. Delar av kostnaden för systemen är samma oavsett vad de boende väljer för funktioner. Dessa kostnader är bland annat de för kabeldragning, installation och centralenhet. Om ett system installeras med syfte att öka komforten finns alltså redan en stor del av det som behövs för att kunna installera de energibesparande funktionerna. Kostnaden för de energibesparande funktionerna blir då endast en mindre del i tillägg vilket motiverar för att installera även dessa. Alltså om en kund bestämt sig för att installera ett system för att uppnå högre komfort finns troligen anledning att även satsa på energibesparande funktioner. Dessutom kan vissa funktioner ses som både energibesparande och en förbättring av komforten eftersom till exempel rumsreglerad temperaturstyrning både kan ge minskad energiförbrukning och ett behagligare inomhusklimat genom samma komponenter.

## 5.6 Flerbostadshus

Förutsättningarna med ett intelligent system i flerbostadshus skiljer sig från ett intelligent småhus. Med två intressenter i flerbostadshus i form av fastighetsägare och hyresgäst eller bostadsrättsinnehavare uppstår frågan om hur investeringskostnaden ska fördelas. Detta beror bland annat på att det uppstår kostnader för funktioner som används i gemensamma utrymmen.

Nyttan med respektive funktion kan variera beroende på storleken på lägenheten. Dessutom är energianvändningen i lägenheter totalt sett lägre än i småhus. I den genomsnittliga lägenheten utgör uppvärmning och varmvattenberedning drygt 50 % av energikostnaderna medan belysning bara står för drygt 4 %. Bortsett från möjligheten att minska stand-by-förbrukningen är uppvärmning och belysning de områden där intelligenta funktioner kan bidra med energibesparing. För att ett intelligent system ska vara återbetalt efter en rimlig tid och med hänsyn till de energikostnader som den boende själv kan påverka är bedömningen att enbart

funktionerna för uppvärmning och visualisering är kostnadseffektiva. Funktionsmässigt innebär detta att enkelt kunna reglera och kontrollera uppvärmningen samt följa upp varmvattenförbrukningen i lägenheten. De flesta lägenheter som byggs idag utformas med öppen planlösning och i kombination med att boarean är mindre i lägenheter blir rumsreglerad temperaturstyrning troligen inte lönsam. Därför bör temperaturstyrningen avse hela lägenheten.

För att fastighetsägare ska kunna installera intelligenta system vid nybyggnation av flerbostadshus krävs en förändring av hur mätning och debitering av uppvärmningskostnaderna hanteras. I normala fall är denna kostnad inräknad i hyran och därmed ser inte den boende hur stora uppvärmningskostnaderna är. Genom att införa lägenhetsvis mätning och debitering av uppvärmningskostnaderna kan brukaren själv se och påverka sin förbrukning och kostnad.

En förutsättning för att lyckas sänka sina kostnader med upp till 15-30 % för uppvärmning av varmvatten är att brukaren själv är energimedveten. En energimedveten inställning till användandet av funktionerna kan generera sänkta energikostnader. Dock visar en undersökning, gjord under första halvan av 2000-talet, på att majoriteten är av uppfattningen att individuell mätning av varmvatten har liten påverkan på energikostnaderna.

## 5.7 Implementering

Med ett byggföretags tro på att konceptet "intelligenta hus" i framtiden kommer efterfrågas i stor grad av beställare måste ett ställningstagande göras för vilken roll konceptet ska få i verksamheten. Beslutet grundar sig på vilken vision företaget har med tekniken och hur efterfrågan ska bemötas. Därför kan drivkraften till implementering utgå från att bli ledande för tekniken och vinna större marknadsandelar eller utsätta sig för en mindre risk och enbart för att kunna tillgodose beställares önskemål.

### 5.7.1 Vilken innovationstyp är intelligenta hus?

Intelligenta hus -tekniken kan enkelt uttryckas som ett utvecklat, modernt komplement till dagens installationer. Dagens elinstallationer ser i stort sett ut på samma vis som det gjorde för 50 år sedan. Likheterna mellan dagens tillvägagångssätt och de intelligenta systemen är tydliga i kabeldragningen samt installation av styr- och reglersystemen i utförandeskedet. Den stora skillnaden är att den nya tekniken kopplar samman installationerna till ett gemensamt nätverk för att kunna kommunicera mellan sändare och mottagare.

Kommunikationsmöjligheten gör den intelligenta tekniken till ett nytt koncept inom elinstallationer och likt modulära innovationer påtvingas inga större förändringar på andra system och komponenter som t.ex. uppvärmnings-, ventilations- och belysningsystem.

### 5.7.2 När och vem i byggprocessen?

I implementeringsförfarandet har innovationen identifierats för att kunna bygga upp en tillräcklig kunskapsnivå, projektorganisation samt formulerar mål och vision med införandet av intelligenta hus. Därefter följer en utvärdering av tekniken med avseende på företags uppsatta mål. Kostnadsbilderna är oftast den avgörande faktorn men det är även av stor betydelse att ta hänsyn till de konkurrensmässiga och strategiska fördelar som kan bli betydelsefulla på längre sikt. Med en ökad acceptans och intresse för teknik hos kommande generationers husköpare kommer sannolikt efterfrågan på intelligenta hus att växa. I kombination med en växande konkurrens och ett stegvis effektivare genomförande i byggprocessen och lägre dolda omkostnader i företaget finns möjlighet till en växande potential med intelligenta system i bostäder.

För att förebygga problem och minimera motståndet med den nya tekniken i byggprocessen bör implementeringen genomföras i samarbete med aktörer från hela projektorganisationen d.v.s. projektörer, byggledare, installatörer, produktutvecklare och leverantörer. Då utnyttjas alla inblandade aktörer och ett optimalt kunskapsutbyte tillgodoses. Med tydliga kommunikationskanaler, som uppnås med hjälp av en välstrukturerad organisation, kan platschefer och entreprenadingenjörer i platsorganisationen få tillräcklig kunskap och förståelse.

De skeden i byggprocessen som påverkas av ett införande av intelligenta system är projekterings- och utförandestadiet. Inledningsvis måste det ligga i projektörens intresse att ta till sig den nya tekniken och se möjligheten med att föra in den i nya projekt. Detta ställer i sin tur nya krav på efterföljande steg i byggprocessen, nämligen utförandet. Där belastas installatörerna med ytterligare ett moment, utöver kabeldragning, i form av konfigurering av systemen.

För att sedan föra vidare kunskapen om problem och lösningar från respektive projekt bör alla inblandade aktörer samlas till erfarenhetsåterföring. Slutsatsen kan sedan i en välstrukturerad organisation spridas effektivt internt.

## 5.8 Möjligheter

Faktorer som talar för intelligenta hus:

- Begreppet intelligenta hus har idag en mer realistisk innebörd än för tio år sedan. Dagens intelligenta funktioner ligger rätt i tiden och marknaden är mer mottaglig för det idag.
- Genom att acceptansen, kunskapen och intresset för teknik är högre hos den yngre delen av befolkningen kommer troligen framtidens husköpare vara mer positivt inställda till intelligenta hus.
- Ett eventuellt stigande energipris samt pågående miljödebatt och en i allmänt större energimedvetenhet är faktorer som kan gynna utbredningen av tekniken.
- Högre energi- och miljökrav från myndigheter.
- Byggtreprenörer som driver på produktionen kan öka förtroendet för tekniken.
- Med ökat antal intelligenta hus får tekniken uppmärksamhet och intresset ökar.
- Ett ökat bestånd och ökad konkurrens kan successivt sänka investeringskostnaderna för kunden.
- Tekniken innefattar även komfort-, säkerhets- och larmfunktioner.
- Tekniken är till stor del beprövad i industriell miljö och lokaler.
- En gemensam standard finns idag utan krav på att binda sig till en tillverkare.
- Flexibelt system med möjlighet till att uppgradera och lägga till funktioner efterhand.

## 5.9 Hinder

Faktorer som talar mot intelligenta hus:

- Energieffektivare apparater och lampor.
- Energieffektivare byggteknik.
- Högre totalkostnad för ett intelligent system än en traditionell installation i bostäder.
- Stort fokus på investeringskostnaden trots sänkt driftkostnad.
- Tekniken ska accepteras i många led för ett införande i byggbranschen. Projektutvecklare, projektörer och byggtreprenörer ska övertygas.

- Oklar gränsdragning för vem som tar ansvar för garanti, service och underhåll.
- Eventuellt motstånd mot införandet av individuell mätning och debitering av uppvärmning och varmvatten.

## 6 Slutsats

I kapitel besvaras följande frågeställningar:

1. Hur kan tekniken i intelligenta hus bidra till en effektivare energianvändning i småhus och flerbostadshus?
2. Hur stor är den eventuella energibesparingspotentialen?
3. Kan tekniken vara självfinansierande?
4. Vilka är de största bromsklossarna i byggprocessen som måste förebyggas i implementeringsskedet?
5. Kan intelligenta hus få större genomslag på marknaden?

### 6.1 Hur kan tekniken i intelligenta hus bidra till en effektivare energianvändning i småhus och flerbostadshus?

Att energianvändningen i bostäder kan reduceras betydligt med hjälp av ett intelligent system är troligt. Författarna anser dock att en minskning med så mycket som en tredjedel, vilket anges av vissa aktörer, är osannolikt att uppnå. Med avseende på de beräkningar som genomförts i denna rapport är bedömningen att i ett normalfall kan tekniken i intelligenta hus bidra med ungefär 15 % lägre energianvändning.

Uppvärmningen är den enskilt största andelen av energianvändningen i bostäder och det är även här som mest energi kan sparas med hjälp av rumsviss temperaturreglering. Den automatiska funktionen gör att den boende inte behöver göra några aktiva val bortsett från att välja önskad inomhustemperatur i varje rum. Utöver de 15 procent som beräknats kan uppvärmningsbehovet minska ytterligare genom att närvarostyra ventilationen. Med ett sänkt frånluftsflöde ventileras mindre volym uppvärmd luft bort. De intelligenta funktionerna möjliggör också en effektivare användning av hushållselen, närmare bestämt standby-förbrukning och belysning. Funktionerna är automatiska genom strömlösa uttag när brukaren lämnar och låser bostaden samt närvarostyrd belysning i rummen. Funktionerna för uppvärmning, hushållsel och belysning utgör ungefär två tredjedelar av den bedömda energieffektiviseringen vilket påvisar att brukarens beteende och vanor är av stor betydelse för att spara energi. Brukarbeteendet representeras i beräkningen av den energieffektivisering som kan göras på varmvattenberedningen genom att halvera duschtiden från tio till fem minuter. Med en tydlig och enkel visualisering av energiförbrukningen i detta,



och även andra, sammanhang kan brukarens motivation för energieffektivisering öka.

Med en energieffektivisering med totalt 10-15 % resulterar den specifika och totala energianvändningen i bostäderna i denna studie enligt följande:

<b>Bostadstyp</b>	<b>Utan intelligenta funktioner</b>	<b>Med intelligenta funktioner</b>
Specifik energianvändning: Småhus med fjärrvärme	99 kWh/Atemp/år	84-89 kWh/Atemp/år
Total energianvändning: Småhus med fjärrvärme	145 kWh/Atemp/år	123-130 kWh/Atemp/år
Specifik energianvändning: Småhus med elvärme	81 kWh/Atemp/år	69-73 kWh/Atemp/år
Total energianvändning: Småhus med elvärme	127 kWh/Atemp/år	108-114 kWh/Atemp/år
Specifik energianvändning: Flerbostadshus med fjärrvärme	160 kWh/Atemp/år	136-144 kWh/Atemp/år
Total energianvändning: Flerbostadshus med fjärrvärme	200 kWh/Atemp/år	170-180 kWh/Atemp/år

Tabell 27. Skillnad på specifik och total energianvändning i bostäder med och utan intelligenta funktioner.

## 6.2 Hur stor är den eventuella energibesparingspotentialen?

Energibesparingspotentialen med tekniken i intelligenta hus är individuell för varje bostad och brukare. Potentialen kan dessutom variera beroende på yttre faktorer som t.ex. energipris och räntor. En generell bedömning är att det finns en rimlig möjlighet att spara energi med konceptet, intelligenta hus. Den beräknade energibesparingspotentialen med intelligenta system framgår av tabellen nedan och representerar ett intervall för vad som anses rimligt för en normalförbrukare.

<b>Beräknad energibesparingspotential med intelligenta system</b>	
	<b>Besparing av totala energianvändningen</b>
Uppvärmning	3,5 - 7 %
Varmvattenberedning	3,8 - 5 %
Hushållsel	1,5 - 3 %
Belysning	0,4 - 2,4 %
<b>Totalt</b>	<b>9,2 – 17,4 %</b>

Tabell 28. Beräknad energibesparingspotential för en normalförbrukare. Beräkningen är baserad på, enligt författarna, rimliga antagande av scenario eller beteendeförändringar hos brukaren.

<b>Bostadstyp</b>	<b>Påverkande parameter</b>	<b>Förändring av besparingsbehov</b>
<b>Småhus med fjärrvärme</b>	En procentenhets ökning av fjärrvärmepriset	-3 procentenheter
	En procentenhets ökning av räntesatsen om investeringen ska vara återbetald efter 15 år	+3,5 procentenheter
<b>Småhus med elenergi</b>	En procentenhets ökning av elenergi priset	-2 procentenheter
	En procentenhets ökning av räntesatsen om investeringen ska vara återbetald efter 15 år	+2,5 procentenheter

Tabell 29. Förändring av besparingsbehov vid förändring av påverkande parametrar.

### 6.3 Kan tekniken vara självfinansierande?

Att en investering av ett intelligent system helt skulle återbetala sig genom den minskade energianvändningen ses inte som möjligt med dagens förutsättningar. Med de påverkande faktorer så som räntor, energiförbrukning och energipris är investeringskostnaden idag för hög. Att investeringen skulle återbetalas efter 15 år vilket anses vara gränsen för vad en privatperson kan acceptera skulle innebära att en besparing på över 30 % måste göras i en eluppvärmd villa med system från de tre dyrare leverantörerna. För den billigare leverantören blir motsvarande siffra 15 % vilket därmed blir något av ett gränsfall för ett självfinansierat system. Här uppstår dock frågan huruvida priset avspeglar kvaliteten på systemen och därmed besparingspotentialen. På grund av ovanstående är ett intelligent system inte ett alternativ då endast driftskostnadssänkning efterfrågas.

Den driftkostnadssänkning som trots allt anses kunna uppnås kan ändå vara en viktig fråga. Då en husköpare överväger att installera ett intelligent system med anledning av komfort- och säkerhetsfunktioner kan driftskostnadssänkningen uppnås utan att investeringskostnaden blir så stor i tillägg eftersom stora delar av systemet då redan utnyttjas för andra funktioner.

## **6.4 Vilka är de största bromsklossarna i byggprocessen som måste förebyggas i implementeringsskedet?**

För att intelligenta system ska bli mer accepterat inom byggbranschen och därmed kunna bli vanligare krävs det att de första leden i en byggprocess övertygas. För att uppfattningen om tekniken i intelligenta hus ska bli mer intressant krävs utbildning av ansvariga i planeringsskedet – projektutvecklare, projektörer och entreprenadingenjörer. Dessutom kan även en viss attitydförändring krävas för att våga frångå den vanliga installationsformen. Den interna utbildningen bör längre fram också omfatta ledande personer i utförandeskedet så som platschefer.

Det är dock oftast kostnadsbilden som är avgörande. Då slutkostnaden för ett intelligent system är dyrare måste andra argument motivera för att implementera intelligenta hus i en byggtreprenörs verksamhet. Genom att ta hänsyn till konkurrensmässiga och strategiska fördelar som kan bli betydelsefulla på längre sikt kan de inledningsvis acceptera en högre kostnad. För att förbättra förutsättningarna för köparen kan byggtreprenören ta en del av investeringskostnaden.

I implementeringsskedet är det viktigt att redan i planeringsskedet involvera tillverkare, leverantörer och installatörer. Fördelen med ett tidigt samarbete är att problem minimeras och förebyggs, tillräcklig kunskap säkerställs i organisationen och tydliga gränsdragningar avtalas för garanti- och serviceansvar. På så sätt kan byggtreprenören erbjuda intelligenta hus utan att köparen tvingas vara i kontakt med ytterligare en aktör. Om byggtreprenören kan erbjuda ett antal funktioner och tydligt beskriva vad respektive alternativ kostar och vilka fördelar det ger, görs valet enklare för kunden.

Större byggtreprenörer genomför sina småhusprojekt i form av grupphusområden med i stort sett likadana hus. I kombination med att erbjuda förutbestämda paket kan utförandet standardiseras och på så sätt effektivisera verksamheten och sänka kostnaderna ytterligare. Genom erfarenhetsåterföring kan sedan kommande småhusprojekt underlättas.

## **6.5 Kan intelligenta hus få större genomslag på marknaden?**

Möjligheterna för intelligenta hus bedöms vara relativt stora där kommande generationers teknikintresse utöver teknikens direkta fördelar bedöms vara ett ledande argument. Intelligenta hus kan tillgodose många önskemål gällande

komfort-, säkerhets- och larmfunktioner i kombination med att delar av energianvändningen kan sparas in. De största hindrena idag är slutkostnaden för kunden och energieffektivare byggteknik och installationer. Om investeringskostnaden kan minska i takt med en växande marknad kan energieffektivare byggteknik och installationer överkommas.

För att de intelligenta funktionerna även ska få genomslag på flerbostadsmarknaden krävs det att fastighetsbolagen satsar på individuell mätning och debitering av uppvärmning och varmvattenförbrukning. Utan denna förändring uteblir den energieffektiviserande potentialen och investeringen blir omotiverad.

Då fördelarna med funktionerna är större och tydligare i kontor och lokaler är det ett användningsområde för byggtreprenören som bör vara till stor nytta för att göra det vanligare, dra lärdom av och kunna tillämpa på småhus.

## 7 Förslag på fortsatta studier

- I. Med risk för en otydlig gränsdragning för vem som tar ansvar för underhållet och garantin efter utförandet krävs en tydlig ansvarsfördelning mellan entreprenör, installatör och leverantör om det inte är samma aktör. Vem tar risk och garanti vid inbyggnad av ny teknik?
- II. För att optimera eventuella paketeringar av tillgängliga funktioner bör det utredas vad respektive funktion bidrar med i energibesparing i förhållande till kostnad? För att en eventuell lansering av konceptet ska bli så lyckosam som möjligt bör en genomgående marknadsundersökning göras av befintliga och potentiella användares intresse och behov.
- III. En stor del av besparingen med hjälp av intelligenta funktioner åstadkoms på uppvärmningen. Dessutom förutsätts att inomhustemperaturen varierar mellan rummet efter den boendes egna val. Detta får till följd att värmeläckage kan ske mellan olika rum. På så sätt uppstår frågan om nya krav ställs på byggtekniken för att de intelligenta funktionerna ska behålla sin fulla potential?

- IV. Den här studien har med avseende på energibesparingspotentialen med intelligenta funktioner ämnat nybyggda småhus i storleksordningen 130 kvm. Energianvändningen i större småhus ökar givetvis men investeringskostnaden för ett intelligent system bör dock inte öka proportionellt. Därför kan det vara av intresse att även undersöka förhållandet mellan storleken på småhusen och investeringskostnaden.
  
- V. Om möjligheten finns att använda tekniken i det befintliga bostadsbeståndet på ett kostnadseffektivt sätt kan den potentiella marknaden öka avsevärt då nybyggnation bara utgör en liten del av den totala bostadsmarknaden. På grund av detta kan en utredning kring vilka funktioner som kan användas och hur kostnadsbilden ser ut klargöra denna möjlighet.

## 8 Referenslista

### 8.1 Litteratur

ABB (2010), *Teknik för ett energisnålare hus och ett enklare liv*, hämtad 2010-12-08 från

<http://www.abb.se/cawp/seabb361/ddfa450ba627b671c125744b0037d75c.aspx>

Andersen, Heine, Andersen, Vilmer & Gamdrup, Peter (1994) *Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion*, Lund: Studentlitteratur

Aton Teknikkonsult (2007-Version 2), *Metoder för besiktning och beräkning*

Bell, Judith – översatt av Nilsson, Björn (2006). *Introduktion till Forskningsmetodik*, Danmark: Narayana Press

Berner, Per & Olsson, Leo (2008), *Energideklaration*, bilaga till Dagens Nyheter den 11 februari 2008

Boverket (2008), *Regelsamling för byggande*, Okänd ort: Edita Västra Aros AB

Boverket (2010), *EU-direktivet om byggnaders energiprestanda-konsekvenser och behov av förändringar i det svenska regelverket*, Artikel 9.1 a

Bröms, Gunnar & Wahlström, Åsa (2008) *Energianvändningen i flerbostadshus och lokaler*, ELFORSK Rapport 08:32

Bärtås, Lars (senast uppdaterad 2010) *Smart teknik håller koll på huset*, hämtad 2010-12-08 från <http://www.byggahus.se/artiklar/smart-teknik-haller-koll-pa-huset>

Carlo Gavazzi (2010), hämtat 2011-01-30 från <http://www.smart-house.nu/index.asp?p=11>

Carlsson-Kanyama, Annika & Lindén, Anna-Lisa (2002), *Hushållens energianvändning. Värderingar, beteenden, livsstilar och teknik*, FMS Rapport 176

Continental Automated Building Association (2002), *Technology Roadmaps for Intelligent Buildings*

Continental Automated Building Association (2009), *The 2008 State of the connected home market study-press release*, hämtad 2011-02-12 från [www.caba.org/resources/Documents/caba-press-release-2009-01.pdf](http://www.caba.org/resources/Documents/caba-press-release-2009-01.pdf)

Cronin, Mary (2010), *Towards a Smart Home Automation Breakthrough*, IHomes and Buildings, Autumn 2010 volume 7 – number 3

Davidsson, Bo & Patel, Runa (1994). *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*, Lund: Studentlitteratur

Egan, Christine (1999), Graphical Displays and comparative energy information- what do people prefer?

Elko (2010a), *Ljusstyrning*, hämtat 2010-11-07 från [http://www.elko.se/wsp/elko2\\_sve/frontend.cgi?func=publish.show&table=PUBLISH&l1exp=1590&main\\_id=1585&func\\_id=1590&l2exp=&l3exp=](http://www.elko.se/wsp/elko2_sve/frontend.cgi?func=publish.show&table=PUBLISH&l1exp=1590&main_id=1585&func_id=1590&l2exp=&l3exp=)

Elko (2010b), *Värmestyrning*, hämtat 2010-11-03 från [http://www.elko.se/wsp/elko2\\_sve/frontend.cgi?func=publish.show&table=PUBLISH&l1exp=1591&main\\_id=1585&func\\_id=1591&l2exp=&l3exp=](http://www.elko.se/wsp/elko2_sve/frontend.cgi?func=publish.show&table=PUBLISH&l1exp=1591&main_id=1585&func_id=1591&l2exp=&l3exp=)

Ejvegård, Rolf (2002) *Vetenskapliga metoder för projektarbete*, Lund: Studentlitteratur

EON (2007-april), *Lilla Energisparboken*, Hilanders

Energifakta (2011), hämtat 2011-01-25 från [www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Energikostnader/Hushallens-energikostnader/](http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Energikostnader/Hushallens-energikostnader/)

Energimyndigheten (2007), hämtat 2010-10-26 från <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Hembelysning/>

Energimyndigheten (2008) *Energistatistik för småhus 2008*

Energimyndigheten (2009), *Energiläget 2009 - ET2009:28*

Fahlén, Per, Fransson, Niklas, Gustén, Jan, Jagemar, Lennart, Karlsson, Andreas, Mohsen, Soleimani Mohseni, Skoog, Jennie & Thomas, Bertil (2006). *Energianvändning, inomhusmiljö och beteendevetenskap – Fas II: Behov och behovsstyrning*, Elforsk rapport 06:26

House Control (2010), hämtat 2010-11-12 från  
<http://www.housecontrol.se/belysning.htm>

Jones, Martyn & Saad, Mohammed (2003), *Managing innovation in construction*, London: Thomas Telford

Katzeff, Cecilia (2010), *Engaging design for energy conservation in households*, Metering International Issuu 1-2010

Kihl, Maria (2006) *Datakommunikation – En inledande översikt*, Lund: Studentlitteratur

KNX (2008), hämtat 2010-09-15 från <http://www.knx.org/se/knx-standard/main-advantages/>

Larsson, Sofia & Nilsson, Thomas (2001), *Fallstudie av testmiljö för intelligenta hus*, Lunds Tekniska Högskola

Lövström, Leif & Sjölander, Lars-Eric (2001), *Miljömöjligheter med smarta tjänster och funktioner i bostäder - Slutrapport Teknikupphandling smarta hus*, Lokala investeringsprogrammet

Nam, C.H. & Tatum, C.B. (1997) *Leaders and champions for construction innovation*, Construction Management Economics, nr 15

Nilsson, Annika & Warfvinge, Catarina (2008), *Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader*, Malmö: SG Zetterqvist AB

Nordahl, Mats (2005), *Smarta villor*, Morgongåva: Hallvigs

Nordahl, Mats (2010), *Smarta system håller koll på hemmet*, hämtad 2010-09-14 från <http://www.viivilla.se/Hemelektronik/Smarta-system-haller-koll-pa-hemmet.aspx>

Nyman, Johan (1998), *Utlandsrapport – Nya affärsmöjligheter med intelligenta hus*, Sveriges Tekniska Attachéer, Stockholm

Persson, Agneta (2002), *Energianvändning i bebyggelsen*, Eskilstuna: Multityck

OECD (1997), *The measurement of scientific and technological activities*, Oslo Manual



Repub (2010) *Bostäder-Nyckeltal för kostnader och förbrukningar*, Göteborg:  
Litorapid Media AB

Sandström, Greger (2009a), *Smart Homes and User Values - Long-term evaluation of IT-services in Residential and Single Family Dwellings*, Stockholm:  
Universitetsservice US AB

Sandström, Greger (2009b), *Smart Homes and User Values - Long-term evaluation of IT-services in Residential and Single Family Dwellings: Svensk Sammanfattning*

Schneider (2011a), *Smarta hus, hämtat 2011-01-30* <http://www.schneider-electric.se/sites/sweden/sv/kunder/konsument/smarta-hus/smarta-hus.page>

Schneider (2011b), *Smarta rum-badrummet, hämtat 2011-01-30*  
<http://www.schneider-electric.se/sites/sweden/sv/kunder/konsument/smarta-rum/badrummet.page>

Schneider Electric Sverige AB (2009), *Energieffektivisering – den enkla vägen*

Schultz, Linda (2003), *Normalårskorrigerad av energianvändningen i byggnader - en jämförelse av två metoder*

SE Banken (2010), *Räntehistorik villor/fritidshus*, hämtat 2010-12-07 från  
<http://swp2.vv.sebank.se/pow/apps/HistoriskaBorantor/villaframe.aspx> (2010-12-07)

Sköldberg, Håkan, Rydén, Bo & Wågerman, Viveca (2005), *ELFORSK: Litteraturöversikt - beteendestudier och elanvändning*

Slaughter, E. Sarah (2000), *Implementation of construction innovations*, Building, Research and Information

Slaughter, E. Sarah (1998), *Models of construction Innovation*, Journal of construction engineering and management, maj/juni

Soleimani -Mohseni, Mohsen & Thomas, Bertil (2001). *Reglerteknikens möjligheter i framtidens intelligenta hus*, Göteborg: Chalmers Lindholmen Högskola

Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2006 – EN 16 SM 0704, korrigerad version 2008-04-23*

Statistiska Centralbyrån (2010a), *Elpriser för olika typkunder och avtal, tidsserie*, hämtat 2010-10-26 från [http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_\\_\\_\\_85471.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____85471.aspx)

Statistiska Centralbyrån (2010b), *Elnätspriser för olika typkunder, tidsserie*, hämtat 2010-10-27 från [http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_\\_\\_\\_24710.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____24710.aspx)

Statistiska Centralbyrån (2010c), *Tabell: KPI, fastställda tal (1980=100)*, hämtat 2010-11-29 från [www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_\\_\\_\\_272151.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____272151.aspx)

Statistiska Centralbyrån (2010d), *Tabell: Priser på el för hushållskunder 2007-*, hämtad 2011-01-30 från [http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_\\_\\_\\_212957.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____212957.aspx)

Statens Energimyndighet (2008), *Långsiktsprogno- ER 2009:14*

Sundström, Ulrika (2008), *Intelligenta hus*, hämtad 2010-12-08 från <http://www.byggahus.se/artiklar/intelligenta-hus>

Tekniska Byrån (2010a), hämtat 2010-11-12 från [www.smartavillor.se](http://www.smartavillor.se)

Tekniska byrån (2010b), hämtat 2010-09-15 från [www.tekniskabyran.se/tekniskabyran/tjanster/Tjanster\\_rikt/villa-ih-ppid.asp](http://www.tekniskabyran.se/tekniskabyran/tjanster/Tjanster_rikt/villa-ih-ppid.asp)

Tekniska Byrån (2011), hämtat 2011-01-18 från [www.tekniskabyran.se](http://www.tekniskabyran.se)

Villaägarnas riksförbund (2010), *Råd och tips kring energideklaration*, hämtat 2010-09-20 från [http://www.villaagarna.se/portal/page?\\_pageid=100,1613506&\\_dad=portal&\\_sc\\_hema=PORTAL](http://www.villaagarna.se/portal/page?_pageid=100,1613506&_dad=portal&_sc_hema=PORTAL)

Widén, Kristian (2002), *Innovation in the construction process-a theoretical framework*, Lund: KFS AB

Winch, Graham (1998), *Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction*, Building Research and Information

## **8.2 Företag**

Carlo Gavazzi

Lunds Energi

Peab Sverige AB

Swedbank

Vattenfall

Öresundskraft

## Bilagor

### Bilaga 1: Energianvändning småhus

#### Värmeförbrukning - fjärrvärme

Värmekostnader och värmeförbrukning är normalårskorrigerade med hjälp av graddagstal för att ta hänsyn till klimatzon och temperaturavvikelse från normalår.

*Omfattning:* Omfattar all energiförbrukning för uppvärmning och varmvattenberedning. Kostnaderna för värmeförbrukning innefattar endast inköp av fjärrvärme. Inga drift- eller underhållskostnader för värmeanläggningen ingår.

*Enhetskostnad:* I och med den stora variationen på fjärrvärmepriset så presenterar Repab olika kostnadsnivåer indelat i tre nivåer; låg, normal och hög. Energiförbrukningen för fjärrvärme, med fasta avgifter och effektagifter är enligt Repab:

<b>Låg</b>	0,58 kr/kWh inkl moms
<b>Normal</b>	0,70 kr/kWh inkl moms
<b>Hög</b>	0,80 kr/kWh inkl moms

[Energiförbrukning fjärrvärme för småhus.](#)

Beräkningarna i denna studie genomförs med riktvärdet för normal enhetskostnad, 0,70 kr/kWh inkl. moms.

<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	99 kWh / $A_{temp}^{119}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 0,70 kr/kWh)</b>	69,30 kr/ $A_{temp}$
<b>Riktvärde årsförbrukning exklusive varmvattenberedning</b>	74,25 kWh/ $A_{temp}$

[Riktvärde på uppvärmning med fjärrvärme i småhus.](#)

#### Varmvattenberedning med fjärrvärme

I den här studien antas att 25 % av den totala energianvändningen för uppvärmningen går åt till uppvärmning av varmvattnet vilket ger:

---

<sup>119</sup> Energimyndigheten (2008)

<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	$0,25 \times 99 \text{ kWh} / A_{\text{temp}} = 24,75 \text{ kWh} / A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 0,70 kr/kWh)</b>	$17,40 \text{ kr} / A_{\text{temp}}$

Riktvärde på varmvattenberedningskostnad med fjärrvärme i småhus.

### Värmeförbrukning – elvärme, vattenburet system

*Omfattning:* Omfattar all energiförbrukning för uppvärmning och varmvattenberedning. Värdet representerar småhus byggda år 2001 eller senare utan uppvärmd biarea.

*Enhetskostnad:* Genomsnittligt pris på el, för första halvåret 2010, för hushåll med en årlig konsumtion på 5000–15000 kWh. Priset anger totalpriset för kund, dvs. inklusive elcertifikat, elnätspris, skatt och moms. Priset är 1,56 kr/kWh.<sup>120</sup>

<b>Riktvärde elenergi</b>	1,56 kr/kWh
<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	$81 \text{ kWh} / A_{\text{temp}}$ <sup>121</sup>
<b>Riktvärde årskostnad (vid elenergi 1,56 kr/kWh)</b>	$118,60 \text{ kr} / A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årsförbrukning exklusive varmvattenberedning</b>	$60,75 \text{ kWh} / A_{\text{temp}}$

Riktvärde på värmeförbrukning med elvärme i småhus.

### Varmvattenberedning med elvärme

Tappvarmvatten antas utgöra ungefär 25 % av den totala energianvändningen för uppvärmningen, därav:

<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	$0,25 \times 81 \text{ kWh} / A_{\text{temp}} = 20,25 \text{ kWh} / A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid elenergi 1,56 kr/kWh)</b>	$31,60 \text{ kr} / A_{\text{temp}}$

Riktvärde på varmvattenberedning med elvärme i småhus.

### Elförbrukning – hushållsel och belysning

*Omfattning:* Den elenergi som apparater och installationer förbrukar.

*Enhetskostnad:* Genomsnittligt pris på el, för första halvåret 2010, för hushåll med en årlig konsumtion på 5000–15000 kWh. Priset anger totalpriset för kund, dvs. inklusive elcertifikat, elnätspris, skatt och moms. Priset är 1,56 kr/kWh.

### Hushållsel

Förbrukningen av hushållsel i småhus är ungefär 6000 kWh vilket motsvarar  $46 \text{ kWh} / A_{\text{temp}}$  och år<sup>122</sup> för huset i denna studie.

<sup>120</sup> Statistiska Centralbyrån (2010d)

<sup>121</sup> Energimyndigheten (2008)

<b>Riktvärde elenergi</b>	1,56 kr/kWh <sup>123</sup>
<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	46 kWh/A <sub>temp</sub>
<b>Riktvärde årskostnad (vid elenergi 1,56 kr/kWh)</b>	71,80 kr/A <sub>temp</sub>

Riktvärde på hushållsel inklusive belysning.

Hushållsel exklusive belysning enligt beräkning under "belysning".

<b>Riktvärde årsförbrukning exklusive belysning</b>	36,8 kWh/ A <sub>temp</sub>
<b>Riktvärde årskostnad (vid energi 1,56 kr/kWh) exklusive belysning</b>	57,40 kr/ A <sub>temp</sub>

Riktvärde på hushållsel exklusive belysning.

### Belysning

Belysningen skiljs åt från den totala hushållselen för att tydligare åskådliggöra besparingspotentialen med närvarostyrd belysning. Den andel av den totala elförbrukningen som går till belysning beräknas vara 20%<sup>124</sup>.

$$20\% \times 46 \text{ kWh/ A}_{\text{temp}} = 9,2 \text{ kWh/ A}_{\text{temp}}$$

<b>Riktvärde årsförbrukning</b>	9,2 kWh/ A <sub>temp</sub>
<b>Riktvärde årskostnad (vid energi 1,56 kr/kWh)</b>	14,40 kr/ A <sub>temp</sub>

Riktvärde på belysning.

---

<sup>122</sup> Energimyndigheten (2008)

<sup>123</sup> Statistiska Centralbyrån (2010d)

<sup>124</sup> Energimyndigheten (2007)

## Bilaga 2: Energianvändning flerbostäder

Källa: Repab (2010) *Bostäder-Nyckeltal för kostnader och förbrukningar*, Göteborg

Repabs typfastigheter innefattar ett antal förutsättningar som används för låg, normal och hög typfastighet. För att riktvärdena ska bli så tillämpbara som möjligt väljs en typfastighet i Repab vars beskrivna förutsättningar är jämförbara med typbostaden i denna studie. Typbostaden är belägen i klimatzon 3. Därför är värdena enbart representativa för bostäder i denna klimatzon.

### Värmeförbrukning - fjärrvärme

Värmekostnader och värmeförbrukning är normalårskorrigerade med hjälp av graddagstal för att ta hänsyn till klimatzon och temperaturavvikelser från normalår.

*Omfattning:* Omfattar all energiförbrukning för uppvärmning och varmvattenberedning. Kostnaderna för värmeförbrukning innefattar endast inköp av fjärrvärme. Inga drift- eller underhållskostnader för värmeanläggningen ingår.

*Enhetskostnad:* I och med den stora variationen på fjärrvärmepriset så presentera Repab olika kostnadsnivåer indelat i tre nivåer; låg, normal och hög. Energiförbrukningen för fjärrvärme, med fasta avgifter och effektagifter är enligt Repab:

<b>Låg</b>	0,58 kr/kWh inkl moms
<b>Normal</b>	0,70 kr/kWh inkl moms
<b>Hög</b>	0,80 kr/kWh inkl moms

**Energiförbrukning fjärrvärme för flerbostadshus.**

Beräkningarna i denna studie genomförs med det normala riktvärdet för enhetskostnaden, 0,70 kr/kWh inkl. moms.

### Uppvärmning

#### Riktvärde för typfastighet LÅG

- Fastighet med värmeisolering och täthet enligt 1975 års energinormer eller nyare
- Balanserad ventilation med effektiv värmeåtervinning
- Effektiv styr- och reglerutrustning för värme och ventilation
- Rumstemperatur 21 grader

<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	130 kWh/ $A_{temp}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 0,70 kr/kWh)</b>	91 kr/ $A_{temp}$
<b>Riktvärde årsförbrukning exklusive varmvattenberedning</b>	97,5 kWh/ $A_{temp}$

Riktvärde på uppvärmning med fjärrvärme i flerbostadshus.

### Varmvattenberedning

När uppvärmning sker med hjälp av fjärrvärme uppskattas ett schablonvärde på varmvattenberedning på drygt 40 kWh/  $A_{temp}$ <sup>125</sup>. Detta motsvarar ungefär 25 % av den totala energianvändningen för uppvärmningen, vilket antas i denna studie:

<b>Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3)</b>	$0,25 \times 130 \text{ kWh/ } A_{temp} = 32,5 \text{ kWh/ } A_{temp}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 0,70 kr/kWh)</b>	$32,5 \times 0,70 = 22,75 \text{ kr/ } A_{temp}$

Riktvärde på årsförbrukning och årskostnad för varmvattenberedning.

### Elförbrukning – fastighetsel, hushållsel och belysning

Kostnaden för elförbrukningen avser fastighetsinstallationer, t.ex. pumpar, fläktar och hissar. Elförbrukningen som avser icke gemensamma utrymme i flerbostadshus benämns hushållsel.

*Omfattning:* Den del av elförbrukningen som används vid uppvärmning av tilluften i FT- och FTX – ventilation tillskrivs värmeförbrukning fjärrvärme.

*Enhetskostnad:* Energifriset på el varierar beroende på abonnemangstyp och elleverantörens taxa. Repab presenterar en tabell för låg, normal och hög prisklass för ett 80A-abonnemang för en fastighet med ungefär 50 lägenheter. I priset innefattas nätavgift, energiavgift, elcertifikat och energiskatt samt mervärdesskatt. Energiskatten är 28 öre/kWh i huvuddelen av Sveriges kommuner vilket även antas i detta fall.

<sup>125</sup> Statistiska Centralbyrån (2008)



## Fastighetsel

Typ av tariff	Årsförbrukning kWh	Energipriser, kr/kWh		
		Låg	Normal	Hög
Normaltariff, 80A	56 000	1,23	1,35	1,55

Riktvärde på energipris för normaltariff 80A.

Beräkningarna i denna studie genomförs med det normala riktvärdet för enhetskostnaden, 1,35 kr/kWh.

### Riktvärde för typfastighet HÖG

- 80-talsfastighet med hög installationstäthet
- Från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning
- Normal hisstandard
- Hög andel barnfamiljer

Riktvärde årsförbrukning	30 kWh/ $A_{temp}$
Riktvärde årskostnad (vid energipris 1,35 kr/kWh)	40 kr/ $A_{temp}$

Riktvärde på elförbrukning.

## Hushållsel

*Enhetskostnad:* Elenergifriset för levererad el vid tvåårsavtal för lägenhet, 64,8 öre/kWh<sup>126</sup> och elnätspriset, 56,1 öre/kWh<sup>127</sup> Energiskatten är 28 öre/kWh<sup>128</sup> i huvuddelen av Sveriges kommuner vilket även antas i detta fall. Total enhetskostnad blir 148,90 öre/kWh.

Riktvärdena för elförbrukningen i lägenheter i flerbostadshus varierar kraftigt. Repab anger att användningen ligger mellan 20 och 30 kWh/  $A_{temp}$  medan Energimyndigheten antar 40 kWh/  $A_{temp}$ <sup>129</sup>. Energimyndighetens värde är ett schablonvärde som tagits fram vid en enkätundersökning av lägenhetsinnehavares energianvändning 1997-1999, genomförd av Statistiska Centralbyrån. Detta riktvärde styrks även av ELFORSKs rapport där

<sup>126</sup> Statistiska Centralbyrån (2010a)

<sup>127</sup> Statistiska Centralbyrån (2010b)

<sup>128</sup> Repab (2010)

<sup>129</sup> Energimyndigheten (2009)

medelanvändningen av hushållsenergi uppgår till  $40,5 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$ <sup>130</sup>. Därför väljs ett värde på  $40 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$ .

<b>Riktvärde årsförbrukning</b>	$40 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 1,49 kr/kWh)</b>	$59,60 \text{ kr}/A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årsförbrukning exklusive belysning</b>	$32 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$

Riktvärde på hushållsel i lägenheter i flerbostadshus.

### Belysning

Belysningen skiljs åt från den totala hushållselen för att tydligare åskådliggöra besparingspotentialen med närvarostyrd belysning. Den andel av den totala elförbrukningen som går till belysning beräknas vara 20%<sup>131</sup>.

$$0,20 \times 40 \text{ kWh}/A_{\text{temp}} = 8 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$$

<b>Riktvärde årsförbrukning</b>	$8 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$
<b>Riktvärde årskostnad (vid energipris 1,49 kr/kWh)</b>	$12 \text{ kr}/A_{\text{temp}}$

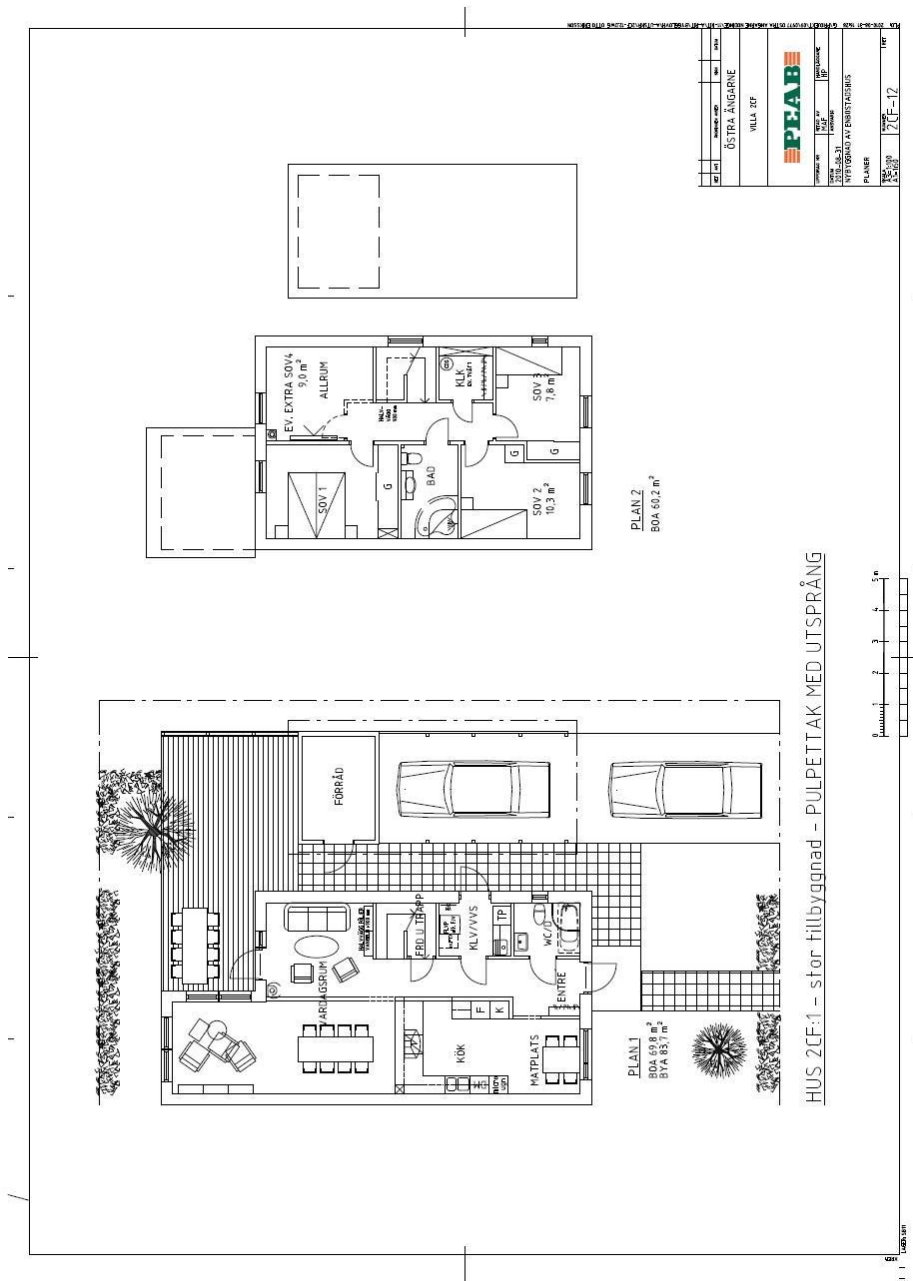
Riktvärde på belysningskostnader för lägenheter i flerbostadshus.

---

<sup>130</sup> Bröms & Wahlström (2008)

<sup>131</sup> Energimyndigheten (2007)

# Bilaga 3: Planritning - Typbostad Småhus



#### Bilaga 4: Förutsättningar till beräkningar

<b>Småhus</b>		
<b>Energianvändning</b>		
Uppvärmning exkl. varmvattenberedning- fjärrvärme	74.25	kWh/Atemp
Uppvärmning exkl. varmvattenberedning- elvärme, vattenburet system	60.75	kWh/Atemp
Varmvattenberedning - fjärrvärme	24.75	kWh/Atemp
Varmvattenberedning - elvärme	20.25	kWh/Atemp
Hushållsel exklusive belysning	36.8	kWh/Atemp
Belysning	9.2	kWh/Atemp
<b>Årskostnad</b>		
Uppvärmning exkl. varmvattenberedning (0,70 kr/kWh) - fjärrvärme	51.98	kr/ Atemp
Uppvärmning exkl. varmvattenberedning (1,56 kr/kWh) - elvärme	94.77	kr/ Atemp
Varmvattenberedning (0,70 kr/kWh) - fjärrvärme	17.33	kr/ Atemp
Varmvattenberedning (1,56 kr/kWh) - elvärme	31.59	kr/ Atemp
Hushållsel exklusive belysning (1,56 kr/kWh)	57.41	kr/ Atemp
Belysning (1,56 kr/kWh)	14.35	kr/ Atemp
<b>Energiprisökning</b>		
Årlig prisökning fjärrvärme	3%	
Årlig prisökning elvärme	3%	
Max återbetalningstid	25	år
Fjärrvärmepris år 0	0.70	kr/kWh
Elenergipris år 0	1.56	kr/kWh
<b>Årlig energikostnad:</b>		
Småhus - fjärrvärme	18 343	kr
Småhus - elvärme	25 766	kr
<b>Total energianvändning:</b>		
Småhus med fjärrvärme	145	kWh/Atemp
Småhus med elvärme	127	kWh/Atemp
Atemp	130	kvm



## Bilaga 6a: Årlig Räntekostnad - Utveckling

<b>Räntekostnader - Företag A</b>		Drar av 30 % av räntekostnaderna i deklarationen:	
Ränta	6%		Slutlig räntekostnad: <b>72 828</b>
Lånetid	50 år		70%
Pris	80 000		
FK	68 000	85%	
EK	12 000	15%	
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
		<b>20</b>	<b>30</b>
		<b>40</b>	<b>50</b>
Räntekostnad	4 080	3 346	2 530
Amortering	1360	1360	1360
Kapitalkostnader	5 440	4 706	3 890
			3 074
			2 258
			1 442
FK	68 000	54400	40800
			27200
			13600
			0
			82
			1360
			104 040

<b>Räntekostnader - Företag B</b>		Drar av 30 % av räntekostnaderna i deklarationen:	
Ränta	6%		Slutlig räntekostnad: <b>81 932</b>
Lånetid	50 år		
Pris	90 000		
FK	76 500	85%	
EK	13 500	15%	
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
		<b>20</b>	<b>30</b>
		<b>40</b>	<b>50</b>
Räntekostnad	4 590	3 764	2 846
Amortering	1530	1530	1530
Kapitalkostnader	6 120	5 294	4 376
			3 458
			2 540
			1 622
FK	76 500	74970	61200
			45900
			30600
			15300
			0
			92
			1530
			117 045

## Bilaga 6b: Årlig räntekostnad - Utveckling

<b>Räntekostnader - Företag C</b>		Drar av 30 % av räntekostnaderna i deklarationen:				
Ränta	6%				Slutlig räntekostnad: <b>34 593</b>	
Lånetid	50 år					
Pris	38 000					
FK	32 300	85%				
EK	5 700	15%				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	
					<b>40</b>	
					<b>50</b>	
Räntekostnad	1 938	1 589	1 202	814	426	
Amortering	646	646	646	646	646	
Kapitalkostnader	2 584	2 235	1 848	1 460	1 072	
FK	32 300	31 654	25 840	19 380	12 920	
					6 460	
					0	
					49 419	

<b>Räntekostnader - Företag D</b>		Drar av 30 % av räntekostnaderna i deklarationen:				
Ränta	6%				Slutlig räntekostnad: <b>71 007</b>	
Lånetid	50 år					
Pris	78 000					
FK	66 300	85%				
EK	11 700	15%				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	
					<b>40</b>	
					<b>50</b>	
Räntekostnad	3 978	3 262	2 466	1 671	875	
Amortering	1 326	1 326	1 326	1 326	1 326	
Kapitalkostnader	5 304	4 588	3 792	2 997	2 201	
FK	66 300	64 974	53 040	39 780	26 520	
					13 260	
					0	
					101 439	