



# CHALMERS

---

A

B

C

D

E

F

G



## **Energianvändning i enbostadshus** Skillnader mellan beräknad och uppföljd energianvändning i Lerums kommun

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CAROLINE BROWALL  
LINNÉA LINDH



EXAMENSARBETE 2015:42

# Energianvändning i enbostadshus

Skillnader mellan beräknad och uppföljd energianvändning i Lerums kommun

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

CAROLINE BROWALL

LINNÉA LINDH

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Byggnadsteknologi  
Byggnadsfysik  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2015

Energianvändning i enbostadshus  
Skillnader mellan beräknad och uppföljd energianvändning i Lerums kommun

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

CAROLINE BROWALL

LINNÉA LINDH

© CAROLINE BROWALL, LINNÉA LINDH, 2015

Examensarbete 2015:42 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,  
Chalmers tekniska högskola 2015

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

Omslag:  
Hus med energiklassningssystem, skapad av författarna

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Göteborg 2015

Energianvändning i enbostadshus

Skillnader mellan beräknad och uppföljd energianvändning i Lerums kommun

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

CAROLINE BROWALL

LINNÉA LINDH

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Byggnadsfysik

Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

När en bygglovshandling lämnas in ska den beräknade energianvändningen redovisas. Denna energianvändning bör verifieras av en energimätning som utförs inom en 2-årsperiod efter att byggnaden tagits i bruk. Det har framkommit att det finns brister hur energiberäkningarna utförs och hur mätningen av energianvändningen görs eftersom dessa slutvärden avviker avsevärt.

Syftet med denna rapport är att lokalisera vad som gör att den uppföljda energianvändningen skiljer sig ifrån energiberäkningarna. De osäkerhetsfaktorer som anses vara en anledning till att det blir skillnader mellan energiberäkningar och de uppföljda värdena kommer därför att analyseras.

Energiberäkningarna och uppföljningen av energianvändningen hade kunnat fungera bättre. I dagsläget används oftast standardvärden vid utförandet av en energiberäkning men eftersom beräkningsmetoden ser ut på olika sätt leder det till skiftande kvalitet. Uppföljning av energianvändning kan också utföras på olika sätt med varierande metoder och resultat. Då uppföljningen görs via en energideklaration blir resultatet ofta mer trovärdigt. Det förekommer dock att privatpersoner gör en egenavläsning till en egen energimätning vilket kan leda till felaktigt resultat i uppföljningen.

För att kunna genomföra detta arbete gjordes först litteraturstudier om energihushållning och faktorer som påverkar husets energianvändning. En databas där Lerums kommun samlar information om alla nybyggnationer i kommunen studerades noga för att kunna se viktiga samband till resultatkapitlet. Enkäter skickades sedan ut för att få mer information och underlag till sambanden från databasen. Efter framtagningen av resultaten till rapporten hölls intervjuer med energirådgivare och en kunnig inom energiberäkning för att diskutera teorier om resultat som tagits fram.

En av slutsatserna är den generella kompetensnivån, både hos de som tar fram underlag, de som utför beräkningen och de som granskar den, bör öka vid en ytterligare standardisering av energiberäkningarna.

Nyckelord: Energiberäkningar, energianvändning, energideklaration, energihushållning, energimätning, nybyggnation

Energy use in single family houses

Differences between calculated and measured energy use in Lerum Municipality

*Diploma Thesis in the Engineering Programme*

*Building and Civil Engineering*

CAROLINE BROWALL

LINNÉA LINDH

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Building Technology

Building Physics

Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

When a building permit is issued, the forecasted energy use should be calculated. The calculated energy use should then be verified by measurements of the energy use which should be carried out at least two years after commissioning.

However, it has emerged that there are deficiencies in how to calculate the energy use and the measuring of the energy use because the final values differ considerably.

The purpose of this report is to identify what makes the follow-up deviate from the energy calculations. The uncertainties considered to be the reason that the energy calculations and the measured energy use differ will therefore be analyzed.

The calculated energy use and the measured energy use could function better. In the current situation, default values are most commonly used when an energy calculation is performed, but since the energy calculations are carried out in different ways it leads to various qualities. The follow-up of energy use can also be performed in more than one way, with different methods and results. When the measurements is done via an energy performance certificate the result is often more credible. However, it is common that individuals do their own readings of the energy use which can lead to an incorrect result in the follow-up.

To carry out this work a literary survey was conducted on energy conservation and factors affecting the building's energy consumption. A database from Lerum municipality, which collects information on all new construction in the municipality, was studied to obtain information on the causes for deviations. Questionnaires were sent out to get more information and basis to the connections from the database. After the development of the results, interviews were held with energy advisers and a person with knowledge in energy calculations to discuss theories the results produced.

One of the conclusions is that the general skill level, both among those who produce data, those that perform the calculation and those who review it, should increase by a further standardization of energy calculations.

Key words: Energy calculations, energy use, energy performance certificate, energy measurement, new buildings

# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Precisering av frågeställning	1
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Metod	2
2 ENERGIHUSHÅLLNING	4
2.1 Helhetssyn på lagar och byggregler	4
2.2 Bygglovsprocessen	5
2.3 Specifik energianvändning	6
2.3.1 Uppföljning av specifik energianvändning	7
2.4 Avvikelser från energikraven	8
2.5 Klimatzoner	9
2.6 Frivilligt skärpt energihushållning	9
3 FAKTORER SOM PÅVERKAR ENERGIANVÄNDNINGEN I HUSET	11
3.1 Husets utformning	11
3.2 Klimatskal	11
3.3 Ventilation	12
3.4 Värmesystem	13
3.5 Brukarbeteende	13
4 RESULTAT	14
4.1 Tendenser att energiberäkningarna ligger precis under kravnivån	14
4.2 Värmesystemens inverkan på energianvändningen	15
4.3 Areans inverkan på energianvändningen	16
4.4 Enkäter	17
4.4.1 Arenas inverkan på energianvändningen	20
4.5 Skillnaden mellan energiberäkning och energimätning	22
<b>CHALMERS, Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2015:42</b>	<b>III</b>

4.5.1	Skillnaden i överensstämmelse med hänsyn till värmesystem	26
4.5.2	Skillnaden i överensstämmelse med hänsyn till $A_{temp}$	27
5	DISKUSSION	30
5.1	Brister när en energiberäkning utförs	30
5.2	Brister vid uppföljning av husets energianvändning	31
5.3	Tendenser att energiberäkningarna ligger precis under kravnivån	32
5.4	Skillnad mellan energiberäkningarna med hänsyn till värmesystemen	32
5.5	Sambandet mellan $A_{temp}$ och beräknad energianvändning	32
5.6	Överensstämmelsen mellan beräkningarna och uppföljd energianvändning	33
5.6.1	Med hänsyn till värmesystem	34
5.6.2	Med hänsyn till $A_{temp}$	35
5.7	Lerums kommuns miljöarbete	35
6	SLUTSATS	37
7	REFERENSER	39

## Bilagor

Bilaga 1 – Intervju med energirådgivare 1 och 2, 12 maj 2015

Bilaga 2 – Intervju med enregiberäkningskunnig person, 13 maj 2015

Bilaga 3 – Indata till referenshusen

Bilaga 4 – Mätning av byggnadens energianvändning



## Förord

Detta arbete har genomförts under våren 2015 och är den avslutande delen vid byggingenjörsprogrammet. Arbetet omfattar 15 hp och är skrivet vid Chalmers tekniska högskola för institutionen Bygg- och Miljöteknik.

Högskoleutbildningen på Chalmers har gett oss bra förutsättningar för att kunna genomföra denna rapport och vi skulle först vilja tacka vår examinator Ingemar Segerholm som föreslog detta examensarbete. Det har varit ett spännande och roligt arbete som vi fått ut mycket lärdom av.

Vi vill ge ett stort tack till våra handledare på Chalmers, Pär Johansson och Paula Wahlgren, som gett oss goda råd, bra tips och användbar feedback. Ett stort tack vill vi även ge till våra handledare på Lerums kommun, Erik Elgered och Peter Rosengren, som gett oss stort stöd, bra förutsättningar av material och visat stort engagemang i vårt arbete.

Vi vill dessutom tacka de personer som ställt upp på intervjuer vilket har resulterat användbart material till vårt arbete.

Göteborg juni 2015  
Caroline Browall  
Linnéa Lindh

# Beteckningar

## Definitioner enligt Boverkets byggregler, Kapitel 9:12 Definitioner

**A<sub>temp</sub>** - Areal av samtliga våningsplan, vindsplan och källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimat-skärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

**Byggnadens energianvändning** - Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning ( $E_{\text{uppv}}$ ), komfortkyla ( $E_{\text{kyl}}$ ), tappvarmvatten ( $E_{\text{tvv}}$ ) och byggnadens fastighetsenergi ( $E_f$ ). Om golvvärme, handdukstork eller annan apparat för uppvärmning installeras, inräknas även dess energianvändning. Byggnadens energianvändning ( $E_{\text{bea}}$ ) fastställs enligt nedanstående formel,

$$E_{\text{bea}} = E_{\text{uppv}} + E_{\text{kyl}} + E_{\text{tvv}} + E_f$$

**Byggnadens fastighetsenergi** - Den del av fastighetselen som är relaterad till byggnadens behov där den elanvändande apparaten finns inom, under eller anbringad på utsidan av byggnaden. I denna ingår fast belysning i allmänna utrymmen och driftsutrymmen. Dessutom ingår energi som används i värmekablar, pumpar, fläktar, motorer, styr- och övervakningsutrustning och dylikt. Även externt lokalt placerad apparat som försörjer byggnaden, exempelvis pumpar och fläktar för frikyla, inräknas. Apparater avsedda för annan användning än för byggnaden, exempelvis motor- och kupévärmare för fordon, batteriladdare för extern användare, belysning i trädgård och på gångstråk, inräknas inte.

**Hushållsenergi** - Den el eller annan energi som används för hushållsändamål. Exempel på detta är elanvändningen för diskmaskin, tvättmaskin, torkapparat (även i gemensam tvättstuga), spis, kyl, frys, och andra hushållsmaskiner samt belysning, datorer, TV och annan hemelektronik och dylikt.

**Normalår** - Medelvärde av utomhusklimatet (t.ex. temperatur) under en längre tidsperiod (t.ex. 30 år).

**Normalårskorrigerig** - Korrigerig av byggnadens uppföljda klimatberoende energianvändning utifrån skillnaden mellan klimatet på orten under ett normalår och det verkliga klimatet under den period då byggnadens energianvändning verifieras.

**Verksamhetsenergi** - Den el eller annan energi som används för verksamheten i lokaler. Exempel på detta är processenergi, belysning, datorer, kopiatorer, TV, kyl-/frysdiskar, maskiner samt andra apparater för verksamheten samt spis, kyl, frys, diskmaskin, tvättmaskin, torkapparat, andra hushållsmaskiner och dylikt.

**U<sub>m</sub>** - Värmeegenomgångskoefficient för byggnadsdel i (W/m<sup>2</sup>K).

## **Defintitioner**

**BVP** – Bergvärmepump

**Energideklaration** – Här redovisas energiprestandan (den specifika energianvändningen) för hela bostaden. Denna deklARATION kan endast utföras av en certifierad person som besöker byggnaden och är giltig i 10 år. Kravet från Boverket säger att denna ska göras inom två år efter att byggnaden tagits i bruk (när ett slutbevis utfärdats).

**Energimätning** – I denna rapport definieras energimätning som ett alternativ till energideklaration som ges av Lerums kommun, för att få in en uppföljning av energianvändningen. Där de boende fyller i det ”gröna bladet” (se Bilaga 4) som de sedan skickar in till kommunen för uträkning av byggnadens energianvändning.

**F** – Frånluft

**FLM** – Frånluftsvärmemodul

**FTX** - Från- och tilluftssystem med värmeväxlare

**FVP** – Frånluftsvärmepump

**GVP** – Grundvattenvärmepump

**JVP** – Jordvärmepump

**LVVP**- Luft- och vattenvärmepump

**Termiska drivkrafter** – Skapas när uteluften skiljer sig från inneluften i temperatur och därför densitet och en tryckskillnad uppstår.

**Uppföljd energianvändning** – I denna rapport används detta som ett samlingsnamn för energideklaration och energimätning



# 1 INLEDNING

När en bygglovshandling lämnas in ska den beräknade energianvändningen redovisas. Denna energianvändning bör verifieras av en energimätning (uppföljning av energianvändningen) som utförs inom två år efter att byggnaden tagits i bruk. Det finns många exempel på byggnader där den uppföljda och beräknade energianvändningen avviker avsevärt. Anledning till avvikelser mellan den beräknade och uppföljda energianvändningen har främst två orsaker: fel i indata i energiberäkningen och fel värde i mätningen av energianvändningen. Därför är det viktigt att, med hjälp av, insamlad data, intervjuer och enkäter lokalisera de källor som gör att dessa avvikelser uppstår för att sedan kunna arbeta bort dem.

## 1.1 Bakgrund

Eftersom skillnader i energiberäkning och uppföljd energianvändning i dagsläget är mer en regel än ett undantag blir det nödvändigt att jämföra och utreda hur de utförs och vilka faktorer från den första beräkningen till den sista uppföljningen som har en betydande roll. Lerum är en tätort i västra Sverige och ligger öster om Göteborg. Kommunen strävar efter att bli Sveriges ledande miljökommun år 2025. Den 2 maj 2011 infördes så kallade miljörabatter i Lerums kommun vid nybyggnationer för att främja energieffektiva byggnader. I och med detta har alla energiberäkningar och energimätningar som lämnats in till kommunen samlats ihop i en databas. I detta arbete har Lerums kommuns databas används som fallstudie för att kunna utreda och identifiera olika anledningar till avvikelser mellan energiberäkningar och uppföljd energianvändning.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att lokalisera de faktorer som gör att den uppföljda energianvändningen skiljer sig från energiberäkningarna. Viktiga osäkerhetsfaktorer, i främst den uppföljda energianvändningen, har undersökts för att kunna komma fram till vart de svaga punkterna återfinns.

## 1.3 Precisering av frågeställning

Då energideklarationer och den uppföljda energianvändningen har skillnader i den specifika energianvändningen ( $\text{kWh/m}^2/\text{år}$ ) har viktiga frågor ställts som sedan har utreds och diskuterats i olika aspekter.

- Vad finns det för brister när en energiberäkning utförs?
- Vad finns det för brister när en uppföljd energianvändning i huset utförs?
- Stämmer energiberäkningarna med uppföljd energianvändning?

- Vilket värmesystem ger bäst överensstämmelse mellan energiberäkning och uppföljd energianvändning?
- Hur påverkar husets storlek den specifika energianvändningen?
- Finns det något mönster i skillnader mellan beräknat och uppföljd värde?
- Finns det någon tendens att energiberäkningarna ligger precis under gränsen för sänkta avgifter eller kravnivån?
- Hur kan en förbättring ske i Lerums befintliga system för att eliminera de brister som finns i dagsläget?

## 1.4 Avgränsningar

Det som denna rapport har behandlat är enbostadshus som invånarna i Lerums kommun befinner sig i under ett helår. Information om fastigheterna har hämtats från Lerums databas från den 2 maj 2011 och framåt. Vid bristfällig information om bostäderna har endast de bostäderna med tillräckligt data tagits med. I varje resultatkapitel står det vad som tagits med och/eller fallit bort från de olika studierna.

När jämförelser gjordes mellan energiberäkningar och uppföljd energi i denna rapport har det förutsatts att energiberäkningarna är korrekta (dvs. att de data som användes i beräkningen även gäller för den uppförda byggnaden) och att bristerna finns i den uppföljda energin. Energiberäkningarna har också förutsatts vara tidiga beräkningar, dvs. inte uppdaterade efter att byggnaden färdigställts.

Vid sambanden mellan bostädernas areor ( $A_{temp}$ ) och den specifika energianvändningen ( $E_{beaspec}$ ) i resultatkapitlet 4.3 har endast fokus på arean användas i dessa jämförelser. Husets form har därför antagits bestå av liknande omslutningsarea (väggar, golv och tak) i förhållande till arean ( $A_{temp}$ ).

## 1.5 Metod

Arbetet har utförts i samarbete med Chalmers tekniska högskola och Lerums kommun. Litteratur har studerats om hur energianvändning i bostäder fungerar, viktiga delar i en nybyggnadsprocess, hur energin är kopplad till husets alla komponenter och vilka värme- och ventilationssystem som finns.

Ett antal dagar har spenderats i Lerums kommun för att ta del av deras databas med information om de olika fastigheterna. Där har även programvara TEKIS byggR används för att få fram underlag, såsom information om fastigheter till rapporten. Boverkets databas Gripen med information om energideklarationerna användes för att komma åt de energideklarationer som de boende i kommunen skickat in till Boverket.

När mer material hämtades för rapporten, utöver det som kunde hämtas från Lerums databas, skickades enkäter ut via webben och genom brev. Detta för att dels ha kompletterande informationen från databasen så att fler teorier och slutsatser kunde dras. Enkäterna gav också mer information om de boendes syn på Lerums miljöarbete.

För att öka förståelsen för hur processen ser ut i Lerums kommun när det gäller bygglov och uppföljning av energianvändningen och energiberäkningar i allmänhet genomfördes intervjuer med kunniga personer inom energihushållning. De personer som intervjuats är två energirådgivare på Lerums kommun och en kunnig inom energiberäkningar. Dessa intervjuer planerades och genomfördes efter att huvudstudien hade genomförts. Anledningen till denna planering var att, med hjälp av de intervjuade personerna utifrån resultatet, kunna diskutera och utveckla det resultat som framkommit i arbetet. Detta upplägg gjorde att frågor kunde ställas utifrån resultatet som sedan ledde till bra information för diskussion och slutsats för denna rapport.

De genomförda litteraturstudierna, databasen från Lerum, enkäter med ytterligare information och intervjuerna var tillräckligt med material för att syftet med rapporten kunde uppnås.

## 2 Energihushållning

Energihushållning är ett begrepp som blivit allt mer viktigt. Begreppet energihushållning innebär energieffektivisering så att det kan skapas ett mer miljövänligt och hållbart samhälle utifrån användning av energi från bostäder. För att kunna skapa detta hållbara samhälle med hjälp av god energihushållning finns det viktiga förutsättningar, lagar och regler. Detta kapitel om energihushållning tar upp olika delar som är viktiga i energihushållning.

För att beskriva hur allt ska gå rätt till från början vid nybyggnationer handlar de första avsnitten i detta kapitel delvis om olika lagar samt beskriver bygglovsprocessen i stort. Detta för att få en helhetssyn på vilka viktiga lagar som finns och vad de innebär samt få att få en övergripande bild av hur byggprocessen går till. Efter att byggnadsprocessen är klar får byggnaden tas i bruk och då är det viktigt att den har en energianvändning som inte överstiger Boverkets krav. Siffrorna från dessa krav kommer från *den specifika energianvändningen* som är en beräknad energiförbrukning utifrån varje enskild byggnad. Detta kan läsas vidare efter kapitlet bygglovsprocessen. Följande avsnitt handlar om hur uppföljningen av specifik energianvändning går till samt när det finns undantag från energikraven. Vid beräkning av specifik energianvändning är en viktig aspekt klimatzoner. Eftersom Sverige är ett avlångt land krävs det en indelning av zoner och detta beskrivs närmare i Kapitel 2.5. Kraven som Boverket har måste följas, men det går också att ligga under dessa krav och ha lägre energibehov än vad kraven talar om. Lerums kommun har visionen att bli Sveriges ledande miljökommun år 2025 och ser därmed väldigt positivt på att de boende väljer att ligga under gränserna. Därför handlar det sista kapitlet om frivillig skärpt energihushållning.

### 2.1 Helhetssyn på lagar och byggregler

Vid nybyggnationer, ombyggnationer och rivningsarbeten är det viktigt för byggherren att veta hur arbetet ska utföras på ett lagligt vis och vart han/hon ska vända sig för att fullborda detta. För att på ett lagligt sätt kunna fullfölja detta finns det lagar, förordningar, föreskrifter, allmänna råd och handböcker (Boverket, 2012).

Plan- och bygglagen (PBL) är en av lagarna och är indelad i sexton kapitel. Dessa kapitel innehåller övergripande syfte med lagen, allmänna bestämmelser och definitioner. Bestämmelserna i PBL innefattar planläggning av byggande, mark och vatten. När dessa bestämmelser följs uppfylls syftet med lagen, vilket i det stora hela är att främja en hållbar livsmiljö på ett långsiktigt perspektiv (Boverket, 2014a)

Utöver PBL finns också Plan- och byggförordningen (PBF). Denna förordning är uppbyggd på tio kapitel och omfattar bland annat krav på byggnadsverk, områdesbestämmelser, säkerhetsåtgärder, lov och anmälan m.m. (Socialdepartementet, 2014).

Från dessa lagar (PBL) och förordningar (PBF) har författningen Boverkets Byggregler (BBR) grundats och innehåller föreskrifter och allmänna råd som baseras på dessa lagar och förordningar. Föreskrifterna som finns i BBR måste alltid följas, men i vissa fall kan byggnadsnämnden (BN) göra små avvikelser. De allmänna råden som finns i BBR måste ej följas, utan de är ett riktmärke för att kunna uppfylla föreskrifterna.



Byggherren har därför möjligheten att följa de allmänna råden likväl som att gå efter andra metoder och lösningar om de leder till att föreskrifterna uppfylls.

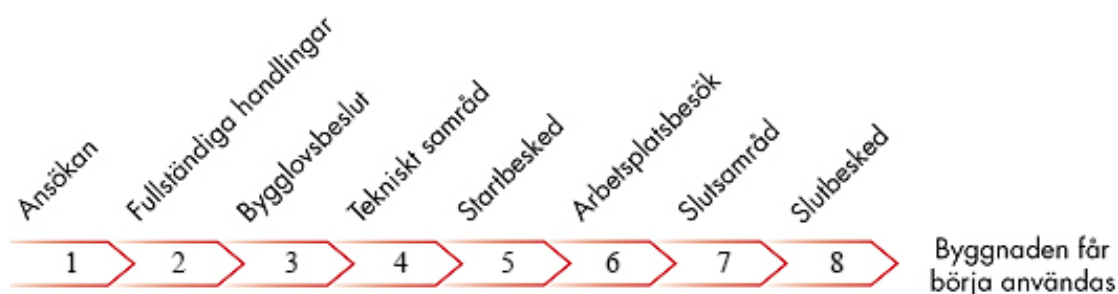
Byggherren kan även vända sig till handböcker för att få information och hjälpmedel, exempelvis "Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler". Dessa handböcker är indelade i avsnitt som sammanfattar väsentlig och grundläggande kapitel utifrån BBR:s innehåll. Handböckerna är således endast ett hjälpmedel och är till för att ge en helhetssyn på de olika områdena i BBR.

Avsnitten i handböckerna är skrivna på ett enklare och mer samlat sätt då texten och indelningen inte är densamma som i BBR (Boverket, 2012).

## 2.2 Bygglovsprocessen

När nybyggnationer genomförs är de mitt i en bygglovsprocess. För att kunna bygga ett nytt hus krävs det mycket förberedelser innan och efter byggnationen för att huset ska kunna godkännas och sedan tas i bruk. En av dessa förberedelser är att göra en energiberäkning. Dessa utförs oftast med dator i olika beräkningsprogram. Programmen finns i både enklare och mer avancerade program. Det som avgör vilket program som används beror på hur byggnadens komplexitet är. Beräkningen görs sedan på energibehovet i byggnaden som benämns specifik energianvändning (kWh/m<sup>2</sup>/år). Anledningen till att denna energiberäkning görs är för att visa om byggnaden kommer klara de energikrav som Boverket har (Boverket, 2012).

I bygglovsprocessen ska det också ske olika granskningar, möten och inspektioner. Efter byggnationen ska det även granskas och kontrolleras. Detta kapitel beskriver denna process steg för steg, hur det går till och vilka roller som ansvarar för vad. Se Figur 2.1 för ett flödesschema över processen.



Figur 2.1 Flödesschema hur bygglovsprocessen går till (Örebro kommun, 2014).

1. Ansökan är det första som sker i bygglovsprocessen och lämnas in till kommunen när en byggherre vill bygga. Byggherren erhåller en handläggare och ärendet registreras. Den sökande får sedan ett mottagningsbrev.

2. Innan bygglovets beviljande ska handlingar gås igenom och granskas. Bygglovshandläggaren granskar ärendet och de saker som undersöks är följande:

- Är byggnaden rätt placerad utifrån detaljplanen? Vad säger översiktsplanen eller planbestämmelserna?
- Geotekniska förhållanden
- Miljön för tomten (vibrationer, lukt, kraftledning, buller)
- Enskilt vatten eller kommunalt avlopp
- Trafiksäkerhet

När granskningen är klar och komplett skickas ett meddelande ut till byggherren. Det kan innebära att grannar eller remissinstanser måste tillfrågas eller har invändningar, vilket kan fördröja processen. Remissinstanser är exempelvis Räddningstjänsten (säkerhetsfrågor) och Trafikverket (trafikfrågor). Om det krävs godkännande från grannar eller dessa remissinstanser tar bygglovsenheten hand om detta och inte byggherren.

**3.** Innan bygglovsbeslutet tas måste alla svar från grannar och remissinstanser inkommit till bygglovsenheten. När beslutet skickats ut till alla som haft synpunkter vinner inte beslutet laga kraft förrän efter fyra veckor.

**4.** För att få startbesked måste teknisk utformning utredas och hur byggnationen ska kontrolleras. För att få ett startbesked krävs det alltid en kontrollplan. Om bygglovsenheten bedömer att det krävs ett tekniskt samråd eller om den sökande önskar detta ska ett samråd genomföras där byggherren och kontrollansvarig måste närvara. Här kontrolleras hela byggnationen från ritning till färdigt hus och bestämmer villkor för att byggnationen ska få påbörjas. Under detta möte bestäms det även vad som krävs för start- och slutbesked.

**5.** Startbeskedet lämnas av byggnadsinspektören då all teknisk redovisning är komplett. Om byggnationen startar innan beslut om startbesked lämnats måste byggherren betala en s.k. byggnadssanktionsavgift.

**6.** När startbeskedet har lämnats, kontrollplanen är fastställd och byggnationen har startat ska bygglovsenheten göra arbetsplatsbesök (vid större byggprojekt). Byggnadsinspektören från kommunen åker då tillsammans med kontrollansvarig ut och går igenom byggnationen. Beroende på vilken typ av byggnation kan antalet besök variera.

**7.** Vid slutsamråd ska detta hållas på plats. Samrådet hålls för att följa upp hur byggnationen har gått och vilka åtgärder som krävs för att få slutbesked.

**8.** Slutbesked är den sista delen i bygglovsprocessen innan byggnaden får tas i bruk. Beslutet om slutbesked fattas efter att den signerade kontrollplanen och alla intyg är inlämnade till bygglovsenheten (Lerums kommun, 2014).

## **2.3 Specifik energianvändning**

Sedan 2006 har Boverket infört nya regler för enbart energianvändning i byggnader. Detta gjordes i samband med att det upptäcktes för höga resultat på energianvändningen på nybyggda fastigheter. Syftet med de nya reglerna som kom 2006 var att i nya byggnader få ner energianvändningen genom att sätta en gräns som ej får överskridas.

De nya reglerna för byggnadens specifika energianvändning bidrog således till nya krav och dessa mäts som maximalt tillåten energimängd per uppvärmd golvarea och år (kWh/m<sup>2</sup>/år). Boverket införde även en ny regel år 2009 för elvärmda byggnader. Det infördes även här en övre gräns där uppvärmning från installerad eleffekt (kW) skulle begränsas i en byggnad (Boverket, 2012).

Reglerna för den specifika energianvändningen skiljer sig beroende på olika faktorer. Det ställs bland annat olika krav beroende på vad det är för slags byggnad (bostad eller lokal), vilken värme huset använder och vilken klimatzon byggnaden är belägen i.

I Sverige finns det i nuläget fyra klimatzoner (I, II, III och IV) som går från norr till söder (Boverket, 2015). Eftersom klimatet i Sverige varierar från den norra till den södra delen infördes denna indelning av klimatzoner. Detta medför att byggnader i olika delar av landet får ett mer anpassat krav utifrån vart fastigheten är belägen vilket gör att rimligare krav kan ställas. Mer ingående beskrivning av klimatzonerna i Kapitel 2.5.

För att veta om byggnaden håller dessa energikrav från BBR utifrån de olika nämnda förutsättningarna ska en beräkning göras för att ta reda på byggnadens specifika energianvändning, se ekvation 2.1. Beräkningen utförs med hjälp av dessa faktorer:

- byggnadens energianvändning ( $E_{bea}$ ) och
- byggnadens golvarea ( $A_{temp}$ ).

$$E_{beaspec} = E_{bea} / A_{temp}. \quad (2.1)$$

Byggnadens specifika energianvändning ( $E_{beaspec}$ ) är alltså byggnadens energianvändning dividerat med  $A_{temp}$ . Detta gör att olika stora byggnaden får samma jämförbara siffror och kan därför användas under samma krav från BBR. Viktigt att observera är att hushållsenergi och verksamhetsenergi inte ska räknas med i denna ekvation (Boverket, 2012).

### 2.3.1 Uppföljning av specifik energianvändning

Enligt lagen (2006:985) ska en uppföljning göras av byggnadens specifika energianvändning i en så kallad energideklaration. Denna uppföljning presenteras i en s.k. energideklaration och ska visa byggnadens energiprestanda som fortfarande ska klara kraven från BBR (Boverket, 2012).

En kontinuerlig uppföljning ska också kunna göras på en byggnads energianvändning. För att detta ska ske på rätt sätt ska det finnas ett mätsystem i byggnaden som ska kunna avläsas vid den tidsperiod som önskas till beräkning. Det som avläses från mätaren är alltså byggnadens energianvändning, den levererade energin till fastigheten (kWh). Den energin som ingår i denna mätning är de faktorer som inräknas i byggnadens energianvändning (uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi). Interna värmestillskott och eventuell solenergi räknas också in i byggnadens energianvändning, men avläses inte från denna mätare då det inte är "köpt energi" utan energi som tillkommer från andra källor.

I de fall där en byggnad är eluppvärmd och har både hushållsenergi och verksamhetsenergi bör det vara möjligt att avläsa dessa energimängder separat. Om

byggnaden är försedd med en elektrisk kylmaskin eller har ett annat uppvärmningssätt än elvärme bör även denna vara möjligt till en separat avläsning. Detta för att kunna mäta energin från just den el som kylmaskinen förbrukar. I vissa fall används andra energislag som exempelvis olja och bibränslen. Dessa erhålls inte i kWh och omräknas därför från deras uppmätta volymer till kWh. För detta används bränsletypernas s.k. värmevärde (Boverket, 2015). Dessa omvandlingsfaktorer för bränslen och pellets definieras av Energimyndigheten.

Det är viktigt att känna till dessa olika mätsystem för att kunna göra en uppföljning av energianvändningen i bostaden. För att kunna driva och förvalta en byggnad på ett energieffektivt sätt är kunskap om energianvändning en förutsättning. När byggnaden har ”rätt” mätsystem och förvaltaren har goda kunskaper om energianvändning underlättar detta uppföljning och genomförandet av energideklarationen.

Det kan förekomma att mätresultaten från en byggnad inte håller energikraven som BBR angivit. När detta inträffar ska kommunen ta beslut om huruvida någon sanktion ska dömas ut. Det är PBL kap. 11 som anger olika påföljder och ingripanden vid sådana överträdelser. Det händer också att energimätningar som ska genomföras enligt kontrollplanen uteblir från husägaren. Eftersom ägaren i detta fall brutit mot en skyldighet kan åtgärden även här bli sanktioner från kommunen (Boverket, 2012).

## 2.4 Avvikelser från energikraven

Genom att ha energikrav begränsas energianvändningen i hushåll och de bidrar därmed till en mer hållbar utveckling. För att kunna hålla dessa energikrav är det viktigt med effektiv elanvändning, lågt kylbehov, låga värmeförluster genom klimatskalet och effektiv värme- och kylanvändning. Dessa energikrav gäller för det flesta byggnader och lokaler, men det finns också några undantag. De fall där kraven inte gäller är (Boverket, 2015):

- byggnader som växthus eller liknande där dess funktion inte skulle fungera eller användas om kraven skulle behöva uppfyllas,
- byggnader som fritidshus eller delar av byggnader som inte används under hela året,
- när behovet av uppvärmning och komfortkyla inte behövs under större delen av året, och
- där inget utrymme i en byggnad har avseende att värmas till över 10° C och där energibehovet ska vara lågt för byggnadens fastighetsenergi, tappvarmvatten och komfortkyla.

Dessa undantag står i avsnitt 9:11 under tillämpningsområde i BBR för *Energihushållning* kap. 9. I detta kapitel om *Energihushållning* i BBR gäller inte kraven för fritidshus med högst två byggnader. Som tidigare nämnts, är inte energikraven anpassade för fritidshus och gäller inte om det är bebott under en liten period av året (Boverket, 2012).

## 2.5 Klimatzoner

I Sverige finns det fyra klimatzoner där de benämns med romerska siffror: zon I, II, III och IV, se Figur 2.2. Då Sverige är ett avlångt land med olika klimatförhållanden används dessa zoner för att kunna anpassa kravnivåerna utifrån var i landet bostaden uppförs. Zon I är den nordligaste och zon II i den mellersta delen av landet följt av zon III och IV (Boverket, 2015). Zon IV är den allra sydligaste zonen som även sträcker sig längs kustbandet i syd och är ny sedan 2014. Det konstaterades att kustlänen i Sveriges södra del hade mer fördelaktigt klimat jämfört med Stockholmsområdet (som tidigare var i samma klimatzon). Därför infördes ytterligare en klimatzon för att korrigera klimatfördelen hos den södra regionen (Boverket, 2014b).



Figur 2.2 Sveriges indelning av klimatzoner (Paroc, 2015).

Klimatzonernas kravnivåer finns definierade i BBR kap. 9:2 där det finns två tabeller för varje zon. Två tabeller används för att kraven är olika beroende på vilket uppvärmningssätt som används.

Den ena tabellen i varje zon är annat uppvärmningssätt än elvärme och innehåller delar som byggnadens specifika energianvändning ( $\text{kWh/m}^2/\text{år}$ ), genomsnittlig värmekoefficient  $U_m$  ( $\text{W/m}^2 \text{K}$ ) och klimatskärmens genomsnittliga läckage ( $\text{l/s m}^2$ ). Vid byggnader som har elvärme läggs ytterligare en kolumn till om installerad eleffekt för uppvärmning ( $\text{kW}$ ) (Boverket, 2015).

## 2.6 Frivilligt skärpt energihushållning

De energikrav som definieras i BBR måste alltid följas och får ej överstigas. Detta innebär dock inte att en byggherre får ha en ännu lägre specifik energianvändning

( $E_{\text{beaspec}}$ ). Vid önskemål om att klassa byggnaden utöver vad som anges i tabellerna från BBR finns det ett allmänt råd i BBR som talar om hur detta kan ske på ett enhetligt sätt (Boverket, 2012). Det finns två definitioner på strängare krav vid lägre energianvändning. När  $E_{\text{beaspec}}$  ligger under 75 % från BBR:s energikrav från tabellerna så anses byggnaden ha en *låg energianvändning*. Vid högst 50 % under BBR:s energikrav har byggnaden en *mycket låg energianvändning* (Boverket, 2015).

För att erhålla denna högre klassning på byggnaden med mindre energianvändning krävs det mer noggrannhet i projekteringen, utförande och kontroller. Det är med stor sannolikhet att dessa kontroller kan vara i behov av andra metoder och verktyg än en vanlig kontroll för en byggnad som endast ska klara de obligatoriska kraven. Detta för att mer exakt kunna avgöra om byggnaden klarar den sökta energiklassen, som antingen är låg eller mycket låg. På denna frivilliga klassning på byggnader ligger således ansvaret att detta uppfylls endast på byggherren. Kommunen har ingen rätt att ställa dessa krav på byggherren. Kommunen har inte heller någon rätt att kontrollera dessa frivilliga klassningar, utan har bara rätt att göra kontroller på de som står angivna i BBR (Boverket, 2012).

Kommuner kan sätta frivilliga gränser på byggnadens specifika energianvändning. En av dessa kommuner är Lerum som har en vision att år 2025 bli Sveriges ledande miljökommun. För att lättare nå detta mål har kommunen sedan maj år 2011 infört ett system med lägre planavgifter samt lägre avgifter för bygglov och startbesked. Detta kan byggherren erhålla om byggnaden har en låg energianvändning (Elgered & Rosengren, 2014).

Lerums kommun är beläget i Klimatzon III där byggnader med elvärme ej får överstiga 55 kWh/m<sup>2</sup>/år enligt Boverkets energikrav. Byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme som exempelvis fjärrvärme ligger kravet på maximalt 90 kWh/m<sup>2</sup>/år (Boverket, 2012). Beroende på hur långt under Boverkets krav byggherren hamnar med sin energianvändning fås olika sänkta planavgifter och avgifter för bygglov och startbesked. För att visa hur mycket energianvändning byggnaden har ska detta redovisas i en energiberäkning som lämnas in till kommunen.

I Lerums kommun finns det fem energinivåer och den lägsta nivån ligger på 50 % under Boverkets krav (55 kWh/m<sup>2</sup>/år för elvärme). Detta innebär att byggherren ska ha en specifik energianvändning på maximalt 27,5 kWh/m<sup>2</sup>/år. Om detta krav uppfylls betalas ingen planavgift och avgifter för bygglov och startbesked halveras (Elgered & Rosengren, 2014). Vid denna gräns får inte byggherren bara sänkta avgifter, utan kan även klassa sin byggnad som en byggnad med *låg energianvändning* enligt BBR (Boverket, 2012).

### 3 Faktorer som påverkar energianvändningen i huset

Ett gott inneklimat krävs för människans välbefinnande. En rad olika faktorer påverkar människans upplevelse av inomhusmiljön. Däribland: ljud, termiskt klimat, ljus och luftkvalitet (Ekberg, 2006) Dessa faktorer påverkar sedan byggnadens funktion och är därför viktiga för utformning och dimensionering (Petersson, 2012). Husets utformning, från klimatskal, antalet våningar, val av värmesystem till val av ventilationssystem ger olika energianvändning. En annan viktig aspekt när det kommer till energianvändning är brukarbeteende.<sup>1</sup>

#### 3.1 Husets utformning

Med hjälp av långsiktiga beräkningar har Achim Friedrich och Ekoff (2014) visat att husets utformning påverkar energianvändningen beroende på hur många plan huset består av. Beräkningar har gjorts på tre olika referenshus (1-plan, 1,5-plan och 2-plan) där alla tre hus består av samma boyta på 140 m<sup>2</sup>. För att få fram de olika byggnadernas effekt- och energibehov användes beräkningsprogrammet IDA, som främst är till för nybyggnation och ombyggnation. Olika schablonvärden från Sveby har använts i programmet för att ge en rättvis bild av hur effekt- och energibehovet ser ut när det bor människor i huset. Sveby är ett utvecklingsprogram som riktar sig åt de aktörer som berörs av hur byggnaders energiprestanda verifieras och drivs av bygg- och fastighetsbranschen.

Indata som användes för beräkningarna i referenshusen finns i Bilaga 3. Nedan i Tabell 3.1 Presenteras energibehovet för de olika referenshusen (Achim Friedrich & Ekoff, 2014).

Tabell 3.1 *Energibehovet (kWh) på både 20 år och 75 år framåt för husen med boytan 140 m<sup>2</sup> (Achim Friedrich & Ekoff, 2014).*

	1-plan	1,5-plan	2-plan
<b>Energibehov 20 år (kWh)</b>	232 000	224 100	220 660
<b>Energibehov 75 år (kWh)</b>	870 000	840 375	827 475

#### 3.2 Klimatskal

Klimatskalet är namnet på de byggnadsdelar som håller ute kylan och inne värmen i ett hus. Det vill säga: golv, tak, väggar, fönster och dörrar. Det är viktigt med ett bra klimatskal som håller kvar värmen i huset så länge som möjligt. När det är kallt ute strävar den varma luften i huset efter att ta sig ut till den kalla luften utomhus. Olika delar av klimatskalet har olika förmåga att bromsa värmeflödet. För att veta en del av klimatskärmens värmebromsningsförmåga används begreppet U-värde.

<sup>1</sup> Person (Energiberäkningskunnig) intervjuad av författarna 13 maj 2015

U-värdet anges i  $W/m^2K$  och innebär att om det är 2 grader kallare ute än inne och byggnadsdelen har U-värde på 0,5 läcker denna byggnadsdel ut 1 Watt per kvadratmeter. Ju lägre U-värde en byggnadsdel har, desto bättre behålls värmen. Tak och fönster är de största svagheter i klimatskalet. 50 % av värmen försvinner i genomsnitt ut genom dessa delar. Andra svagheter i klimatskalet uppstår via köldbryggor som uppstår när isoleringen bryts av till exempel en träregel eller sockel (Statens energimyndighet, 2010). Ett otätt klimatskal ger mer naturlig ventilation genom termiska drivkrafter. Den varma luften stiger i byggnaden genom ventiler och otätheter på grund av densitetskillnader gentemot uteluften och ny luft sugas in genom uteluftsventiler och otätheter i klimatskalet (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Ett tätt klimatskal ger energieffektiva hus men kräver infiltration genom klimatskalet då de termiska drivkrafterna minskas och luften står still (Svensk ventilation, 2005).

### 3.3 Ventilation

God ventilation behövs inomhus för att människan ska må bra. Arbetsmiljöverket har fastställt att i rum där personer vistas regelbundet får uteluftsflödet inte understiga 7 l/s och person + 0,35 l/s per  $m^2$  golvarea. För att klara luftkvalitets och klimatkraven behöver i stort sätt alla byggnader idag någon form av ventilation. De tre vanligaste ventilationssystemen i Sverige är:

- S-system (självdrag)

*S-system används främst på hus byggda innan 1970 och drivs endast av termiska drivkrafter. Detta betyder att det inte finns någon fläkt utan luften cirkulerar genom konstruktionen med hjälp av otätheter, ventiler eller genom ventilationskanaler i murstocken (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Detta system är helt ellöst eftersom det inte finns någon fläkt, trots det är S-systemet mycket energikrävande eftersom frånluften försvinner ut ur konstruktionen utan att värmen tas till vara på (Statens energimyndighet, 2010).*

- F-system (frånluft)

*I ett hus med F-system skapar en fläkt undertryck i huset och tar med sig frånluften ut. Tilluften tas in, antingen via ventiler som är placerade i de rum som människan vistas mest eller genom otätheter i fasaden (Statens energimyndighet, 2010). Fläkten drar elenergi. I ett renodlat frånluftssystem återvinns inte värmen i frånluften men det går att komplettera med en frånluftsvärmepump (Warfvinge & Dahlblom, 2010).*

- FTX-system (Till- och frånluft med värmeåtervinning)

*I ett FTX-system kan luften både filtreras, värmas och kylas. I värmväxlaren överförs värmen från frånluften till den kalla tilluften. Det går att använda frånluften i uppvärmningssyfte genom att koppla en värmepump till frånluftsfälkten (Statens energimyndighet, 2010). Eftersom det finns två fläktar drar FTX-systemet nästan dubbelt så mycket el som ett F-system, som endast har en fläkt. Men eftersom värmen återvinns minskas energibehovet för eftervärmning av tilluften med så mycket som 80 % (Warfvinge & Dahlblom, 2010).*



I och med ventilationen tillkommer värmeförluster från uppvärmningen av uteluften som kommer in i byggnaden och som senare ventileras ut. Denna kan minskas med hjälp av apparater, exempelvis frånluftsvärmepump, som tar vara på frånluftens värmeinnehåll och återvinner den i olika grad (Petersson, 2012).

### 3.4 Värmesystem

För att skapa ett behagligt inomhusklimat under vinterhalvåret behövs det ett värmesystem. Valet av värmekälla har varierat genom åren och styrs oftast av ekonomi, krav på underhåll och miljöpåverkan (Warfvinge & Dahlblom, 2010). De flesta nybyggnationerna i Lerums kommun använder sig av värmepumpar av olika slag. I nybyggda småhus är den vanligaste värmepumpen frånluftsvärmepump. Frånluftsvärmepumpen hämtar värme från frånluften som den sedan använder för att värma upp huset och eventuellt varmvattnet med. En frånluftsvärmepump kräver mekanisk ventilation för att kunna hämta värmen från frånluften. Ett alternativ/komplement till frånluftsvärmepumpen är bergvärmepumpen. Bergvärmepumpar hämtar värme från berggrunden via borrhål (energibrunn). Eftersom olika bergarter har olika värmeledningsförmåga måste det borraras olika djupt för att kunna uppnå samma värme (Statens energimyndighet, 2010). Köldbärarvätska förs via en slang ner i borrhålet och cirkulerar mellan energibrunnen och värmepumpen för att på så sätt utvinna värmen som finns lagrad i berget (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Frånluftsvärmepumpen har lägre effekt under de kalla månaderna medan bergvärmepumpen har möjlighet att producera nästan samma effekt året runt på grund av att berget som energikälla håller konstant temperatur alla årstider. För att uppnå ett optimalt resultat från värmepumpen krävs det att de andra delarna i värmesystemet (styrsystem, radiatorer med mer) är injusterat på bästa sätt. (Statens energimyndighet, 2010).

### 3.5 Brukarbeteende

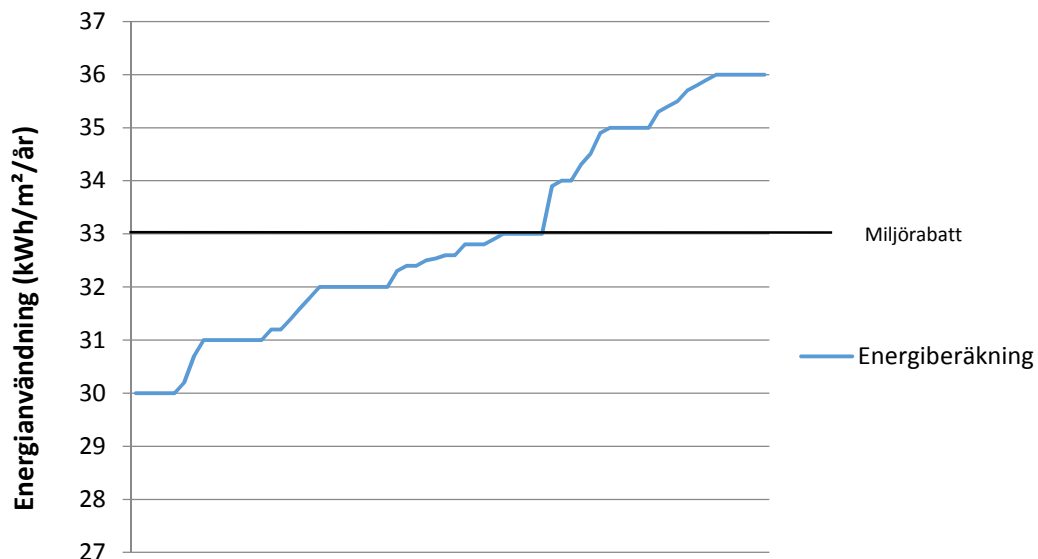
Med brukarbeteende menas boendes beteende. Allt från val av hushållsapparater och lampor med låg energianvändning till hur mycket varje person duschar spelar in när det kommer till energianvändningen. Hur brukarna upplever husets inomhusklimat spelar stor roll på energianvändningen i huset. Eftersom inomhustemperaturen har en direkt inverkan på energihushållningen. För att spara energi med hjälp av minskade värmeförluster och ventilationsförluster räknas varje grad inomhustemperaturen sänks (Petersson, 2012). Samtidigt minskar solinstrålning, värme som genereras av maskiner och värme som genereras av apparater behovet av köpt energi för uppvärmning. (Warfvinge & Dahlblom, 2010) Vädring är en aspekt som påverkar energianvändningen, i en undersökning gjord på passivhus 2014, svarade 50 % att de vädrade dagligen på vinterhalvåret, vilket kan leda till högre energianvändning i värmesystemen (Jimmefors & Östberg, 2014).

## 4 Resultat

I Lerums kommun har det samlats in information om nybyggnationer i kommunen och detta har sammanställts i en databas. Det finns information om allt från vilket värmesystem byggnaden använder till vilken  $A_{temp}$  byggnaden har. I detta kapitel presenteras först resultat från Lerums kommuns databas om det finns några tendenser till att energiberäkningarna ligger precis under kravnivån för att erhålla miljörabatten. Sedan redovisas värmesystemens inverkan på energianvändningen. Här studeras hur valet av värmesystemet har påverkat energianvändningen i energiberäkningarna. Sedan studerades arean ( $A_{temp}$ ) från databasen där det huvudsakliga syftet var att se om det fanns samband mellan storlek på byggnaden i förhållande till energianvändningen. Efter detta presenteras resultat från de enkäter som skickats ut. Slutligen har de byggnader där det finns en uppföljning av energianvändningen jämförts med energiberäkningarna för att kunna hitta de faktorer som gör att dessa skiljer sig från den uppföljda energin. Först studeras energianvändningen generellt och sedan studeras hur värmesystemen och  $A_{temp}$  påverkar den uppföljda energin jämfört med den beräknade energin.

### 4.1 Tendenser att energiberäkningarna ligger precis under kravnivån

För att få miljörabatten från Lerums kommun krävs det att den beräknade energianvändningen ligger på under  $33 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ . Om de nybyggnationerna med en energianvändning runt  $33 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  studeras (enligt Figur 4.1) visar det sig att 8 nybyggnationer hamnat på  $32 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  och 6 har hamnat precis på  $33 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ . I Lerums databas finns det 13 nybyggnationer som ligger på  $36 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  men eftersom 7 av dessa var exakt likadana i samma område med energiberäkningar utförda på samma sätt togs endast 1 av dessa 7 byggnationer med i Figur 4.1.



Figur 4.1 De nybyggnationerna med en beräknad energinivå på mellan  $30\text{-}36 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ .

## 4.2 Värmesystemens inverkan på energianvändningen

Av de energiberäkningar som finns i Lerums kommuns databas hos de som beviljats bygglov från den 2 maj 2011 finns det 247 energiberäkningar av 258 där det finns redovisade värmesystem. De värmesystem som används i olika kombinationer är:

- BVP
  - BVP + FTX
  - BVP + FLM
  - BVP + Övriga (JVP, F)
- FVP
  - FVP + Övriga (Solceller)
- Övriga (Ved + solvärme + solex, Luft/vatten + FTX, GVP, FTX + elradiatorer, Pellets + Solvärme)

Av de byggnaderna med redovisat värmesystem har 58,3 %, 144 stycken, en beräknad specifik energianvändning på 25 % under BBRs krav (55 kWh/m<sup>2</sup>/år). Det vill säga 41,25 kWh/m<sup>2</sup>/år och räknas därför som energieffektiva byggnader.

**Tabell 4.1** Värmesystemen i Lerums kommun uppdelade i antal och den procentuella fördelningen mellan energieffektiva byggnader och icke energi effektiva (övriga) byggnader.

Värmesystem	Sammanlagt antal	%	Energieffektiva byggnader	%	Övriga byggnader	%
<b>BVP</b>	28	100	28	100	-	-
<b>BVP+FTX</b>	19	100	18	94,7	1	5,3
<b>BVP+FLM</b>	8	100	8	100	-	-
<b>BVP+övriga</b>	6	100	6	100	-	-
<b>FVP</b>	176	100	79	44,9	97	55,1
<b>FVP+övriga</b>	2	100	2	100	-	-
<b>Övriga</b>	8	100	3	37,5	5	62,5

Enligt energirådgivaren på Lerums kommun<sup>2</sup> är värmesystemen inte helt tillförlitligt redovisade när det endast är bergvärmepump och frånluftsvärmepump då dessa kan vara i kombination med något annat trots att detta inte visas i databasen. Medan om värmesystem redovisas i kombination med något annat (till exempel BVP+FTX) så är de systemen som används korrekt redovisade.

**Tabell 4.2** Värmesystemen i Lerums kommun uppdelade i antal och den procentuella fördelningen mellan energieffektiva byggnader och icke energi effektiva (övriga) byggnader.

Värmesystem	Sammanlagt antal	%	Energieffektiva byggnader	%	Övriga byggnader	%
<b>BVP</b>	61	100	60	98,4	1	1,6
<b>FVP</b>	178	100	81	45,5	97	54,5
<b>Övriga</b>	8	100	3	37,5	5	62,5

<sup>2</sup> Erik Elgered (Energirådgivare, Lerums kommun) intervjuad av författarna den 12 maj 2015

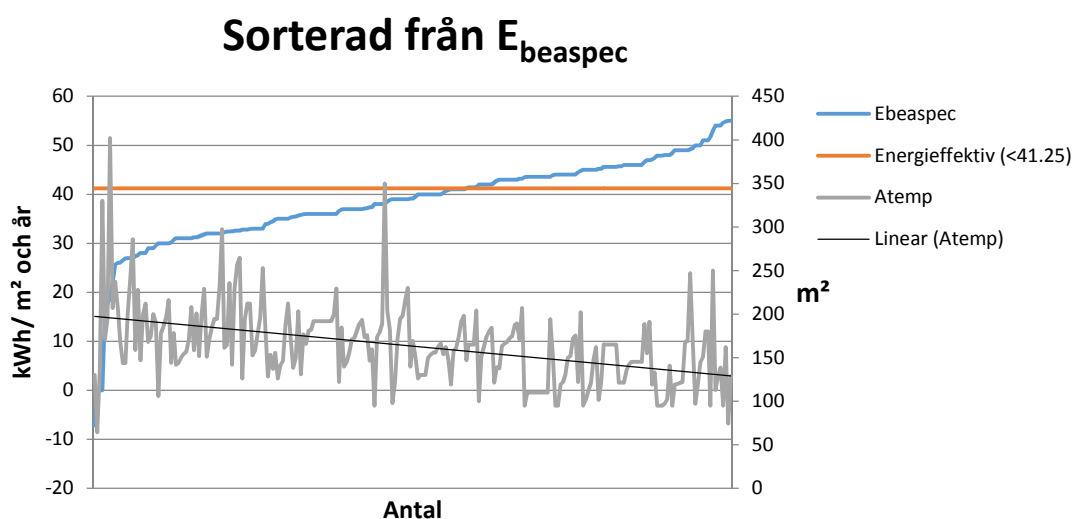
Frånluftsvärmepumparna dominerar värmesystemen i Lerums kommun. Av totalt 247 byggnader har 178 byggts med frånluftsvärmepump, alltså nästan 75 % av alla byggnader. Av de 144 energieffektiva byggnaderna är frånluftsvärmepumpen också vanligast. Om en jämförelse med de 103 byggnaderna som inte klassas som energieffektiva visar det sig att alla bergvärmepumpar utom en finns hos de energieffektiva byggnaderna.

### 4.3 Areans inverkan på energianvändningen

Av alla byggnader som togs med i denna jämförelse var det 251 av 258 stycken hushåll från och med den 2 maj 2011. Sju byggnader saknas då det var bristfällig information om deras  $A_{temp}$  och i vissa fall saknades även  $E_{beaspec}$ .

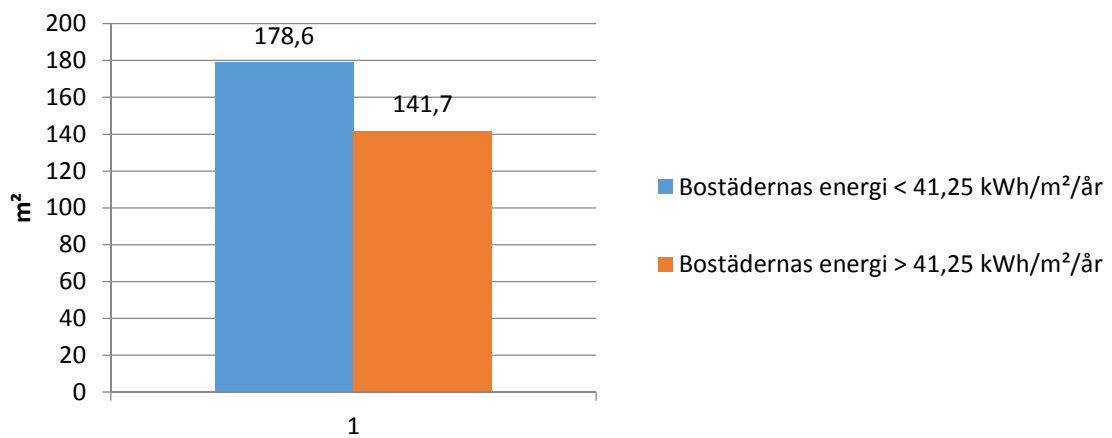
I de kommande diagrammen har dessa gjorts utifrån en sortering i storleksordning på  $E_{beaspec}$  (från -7,2 till 55 kWh/m<sup>2</sup>/år). För att förstå diagrammen på ett mer överskådligt sätt har hjälpmedel som olika medelvärden tagits fram samt hjälplinjer för att se mönster lättare.

Linjediagrammet nedan (se Figur 4.2) visar hur fördelningen ser ut på  $E_{beaspec}$  och hur arean ( $A_{temp}$ ) förhåller sig till detta.



Figur 4.2 Detta diagram består av en huvudaxel (kWh/m<sup>2</sup>/år) och en sekundäraxel (m<sup>2</sup>). Tillhörande till huvudaxeln är  $E_{beaspec}$  (kWh/m<sup>2</sup>/år) och värdet på Energieffektiv (<41,25). Sekundäraxeln visar hur  $A_{temp}$  är fördelat med avseende på storleksordningen på  $E_{beaspec}$  (kWh/m<sup>2</sup>/år). Den linjära linjen som minskar längs diagrammet är kopplad till  $A_{temp}$  för att visa en genomsnittlig lutning för arean.

Figur 4.2 visar ett tydligt samband mellan arean på en byggnad ( $A_{temp}$ ) och energianvändningen ( $E_{beaspec}$ ). Samtidigt som värdena på  $E_{beaspec}$  ökar finns en tendens att arean också ökar. Arean varierar en del från början till slut (intervallet mellan -7,2 till 55 kWh/m<sup>2</sup>/år), men med hjälp av den linjära linjen syns det att arean minskar ju högre värdena för  $E_{beaspec}$  blir. För att tydliggöra att arean fördelar sig på ett visst sätt utifrån energianvändningen har två olika medelvärden räknats ut, se Figur 4.3.



Figur 4.3 Dessa staplar visar hur medelvärdet på areor ser ut beroende på om de ligger över eller under gränsen 41,25 kWh/m²/år.

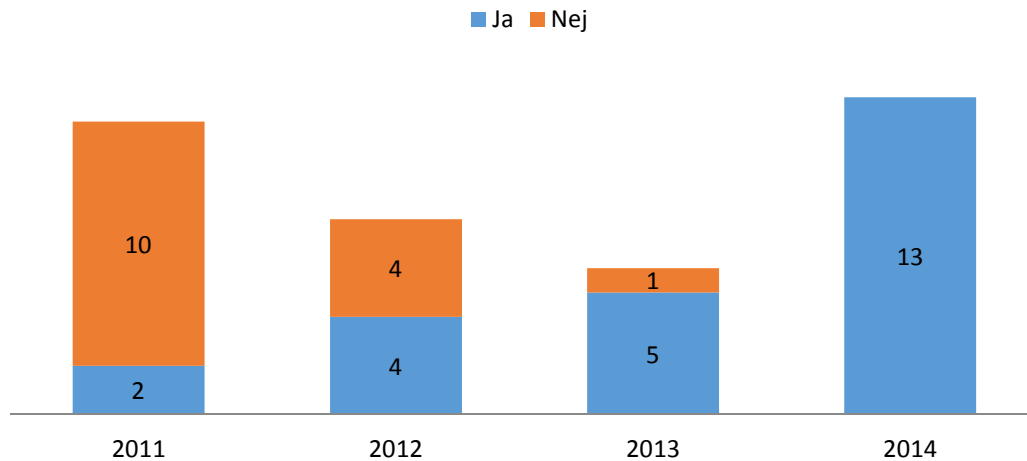
## 4.4 Enkäter

Enkäter skickades ut till alla boende i Lerums kommun som beviljats bygglov efter 2 maj 2011, som hade angiven email- eller hemadress. Detta gjordes för att undersöka hur personliga faktorer kan påverka energianvändningen. Frågor som besvarades inkluderade till exempel:

- Husets area
- Val av värmesystem
- De boendes medvetenhet om sänkta avgifter
- Om de boende gjorde ändringar för att minska energianvändningen

Det skickades ut 190 enkäter och 45 svar kom in, vilket är en svarsfrekvens på 23,7 %. Det första som går att säga om enkätsvaren är att Lerums kommun under senare år har lyckats nå fram bättre till de boende med informationen om sänkta avgifter, se Figur 4.4, år 2011 var endast 16,7 % medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter medan 100 % av de som besvarade enkäterna var medvetna om det år 2014.

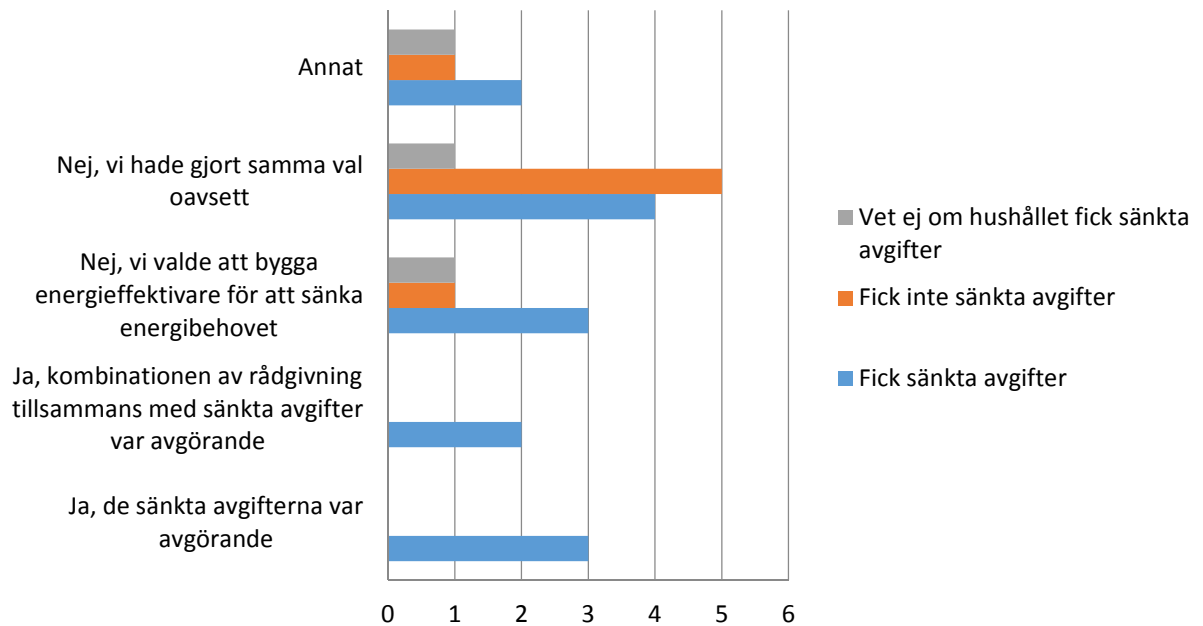
## Fick ert hushåll information om sänkta avgifter?



Figur 4.4 Enkät svar om de boende fått information om sänkta avgifter fördelat på året de fick bygglov.

Av de 24 deltagarna i enkäten som fått information om sänkta avgifter, valde 5 deltagare att göra förändringar som ger lägre energibehov på grund av de sänkta avgifterna eller de sänkta avgifterna i kombination med rådgivning. Ytterligare 5 deltagare valde att bygga energieffektivt för att sänka energibehovet, deras val hade ingenting med de sänkta avgifterna att göra. 10 deltagare gjorde samma val som de hade tänkt innan, trots att de fått informationen om sänkta avgifter. Och 4 deltagare hade andra orsaker till att göra förändringar i sitt energibehov.

Av dessa 24 deltagare fick 14 stycken sänkta avgifter. 7 stycken fick de inte och de övriga 3 visste inte om de fick sänkta avgifter eller inte. Figur 4.5 visar hur fördelningen ser ut hos dessa 24 deltagare med hänsyn till deras enkät svar om sänkta avgifter bidrog till förändringar som ger lägre energibehov. Här går det att se att de som gjorde förändringar utifrån att få sänkta avgifter på ett eller annat sett, har fått sänkta avgifter allihop, medan bland de som inte gjorde någon förändring är det fler som inte fått sänkta avgifter. De som inte hade koll på om de fått sänkta avgifter fanns bara i de kategorierna som valde att inte göra förändringar med hänsyn till sänkta avgifter.



Figur 4.5 Enkät svar om de boende fick sänkta avgifter med hänsyn till om möjligheten till att få sänkta avgifter bidrog till att de gjorde förändringar som ger lägre energibehov. Annat innebär att de boende hade andra anledningar att sänka (eller inte sänka) sitt energibehov.

Av de enkät deltagare som inte hade fått information om sänkta avgifter uppgav 78,6 % att de inte fick sänkta avgifter medan 21,4 % inte visste.

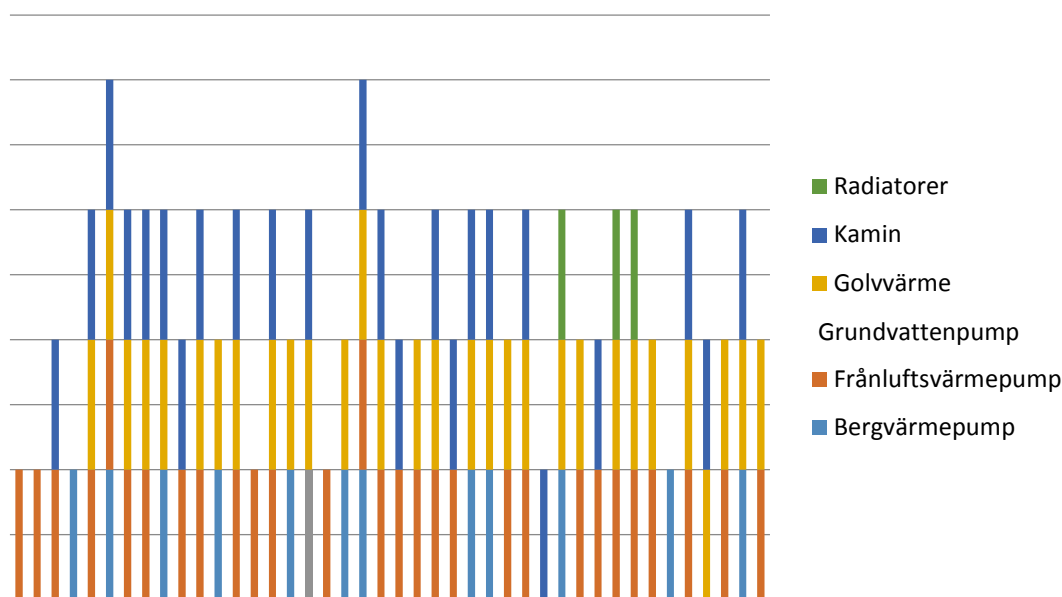
Utav de 14 enkät deltagare som fick sänkta avgifter utförde 3 energiberäkningarna helt själva. 5 uppger att husleverantören gjorde energiberäkningen utifrån deras val och önskemål. 5 uppger att de inte var delaktiga alls och 1 uppger en annan anledning. Alla dessa enkät deltagare var medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter, därför ser fördelningen mellan vilka som genomförde energiberäkningen ut likadan hos de som var medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter.

Utav de 18 enkät deltagare som inte fått sänkta avgifter uppger 1 deltagare att de gjort energiberäkningen helt själva. 4 uppger att husleverantören gjorde energiberäkningen utifrån deras val och önskemål. 11 uppger att de inte var delaktiga alls och 2 uppger en annan anledning.

Utav dessa 18 deltagare var 7 medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter. Av dessa 7 gjorde 1 energiberäkningen helt själv. 1 uppgav att husleverantören gjorde energiberäkningen utifrån deras val och önskemål. 4 uppger att de inte var delaktiga alls och 1 uppger en annan anledning.

Utav 43 enkät deltagare uppger 11 att de gjort en energimätning. Utav dessa 11 deltagare var det endast 1 som inte var nöjd med resultatet i energimätningen. Denna deltagare hade inte gjort en energideklaration utan en energimätning.

Utav de 45 stycken i Lerums kommun som svarat på enkäten fyllde 42 stycken i alla värmesystem som används i dagsläget. Fördelningen mellan dessa värmesystem visas enligt Figur 4.6.



Figur 4.6 Enkät svar om vilka värmesystem som används i dagsläget.

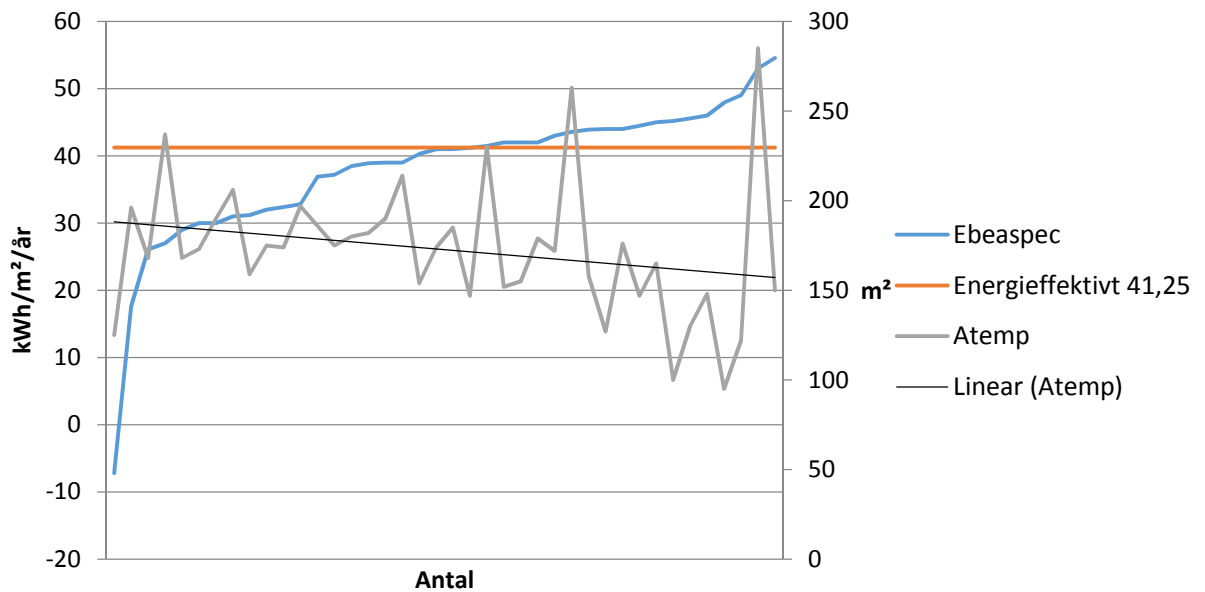
#### 4.4.1 Arenas inverkan på energianvändningen

Resultatet från denna studie har hämtats från data som samlats in från enkäterna. Det är 45 stycken boende som deltagit i enkäterna varav fem stycken hade bristfällig information. Statistik från följande diagram är därför baserat endast på 40 stycken enkät svar.

Diagrammet i detta kapitel från enkät svaren (se Figur 4.7) resulterar samma samband som upptäckts från Lerums indata, se Kapitel 4.2 Figur 4.2 , där arean ( $A_{temp}$ ) minskar när energianvändningen ( $E_{beaspec}$ ) ökar. För att beskriva den lutande linjen har en medelvärdesberäkning gjorts på arean ( $A_{temp}$ ) på de bostäder som deltog i enkäten. Dessa ligger antingen under och över gränsen för värdet på den horisontella linjen (Energieffektivt  $41,25 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ ), se Figur 4.7.

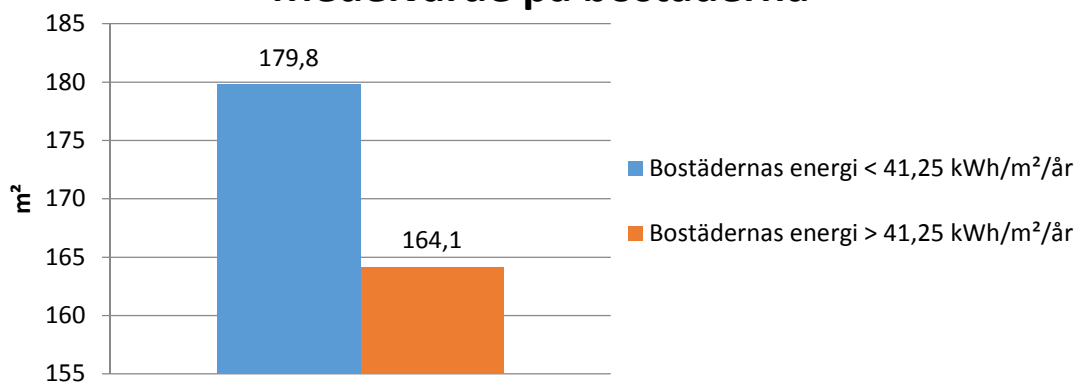


## Sorterad från Ebeaspec



Figur 4.7 Detta diagram består av en huvudaxel ( $kWh/m^2/år$ ) och en sekundäraxel ( $m^2$ ). Tillhörande till huvudaxeln är Ebeaspec ( $kWh/m^2/år$ ) och värdet på Energieffektiv ( $<41,25$ ). Sekundäraxeln visar hur  $A_{temp}$  är fördelat med avseende på storleksordningen på Ebeaspec ( $kWh/m^2/år$ ). Linjen som minskar längs diagrammet är kopplad till  $A_{temp}$  för att visa en genomsnittlig lutning för arean.

## Medelvärde på bostäderna

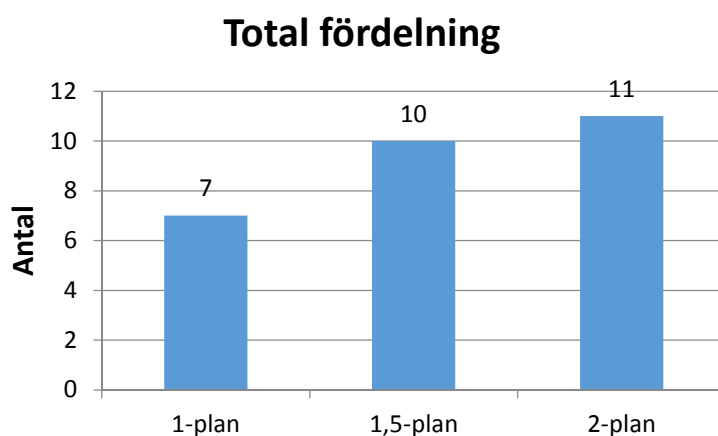


Figur 4.8 Dessa staplar visar hur medelvärdet på areor ser ut beroende på om de ligger över eller under gränsen  $41,25 kWh/m^2/år$ .

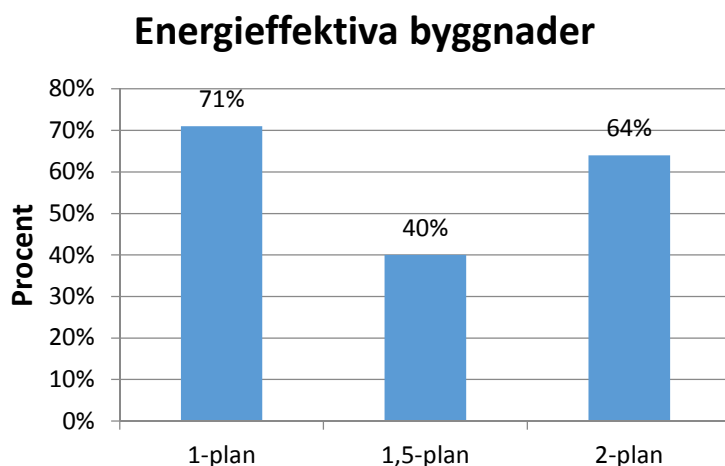
Ytterligare en parameter som möjligtvis har en inverkan på att bli en energieffektiv byggnad är hur husets utformning ser ut - hur boytan ( $A_{temp}$ ) fördelas på olika plan. Enligt en studie är det lättare att erhålla en lägre energianvändning vid flerplanshus, se Kapitel 3.1.

En undersökning gjordes därför bland de boende som svarat på enkäterna. För att få information om husets utformning användes Lerums kommun program TEKIS byggR, som är ett ärendehanteringsprogram. Av de 40 hushåll som tidigare använts för sambandet med area och energianvändning kunde denna studie bara ta med 28 bostäder (se den totala fördelningen i Figur 4.9). Information för resterande byggnader var ej tillgänglig. Utifrån dessa 28 byggnader var det 16 bostäder som var energieffektiva. I Figur 4.10 syns att 1-planshusen har störst procentsats som visar 71 %. Dock handlar det om ett litet antal, eftersom det totalt fanns sju 1-planshus. 2-planshusen var flest till antal (7/11), vilket resulterade i att 64 % av dessa byggnader var energieffektiva.

Slutligen går det inte säkert att avgöra om antal våningsplan har en inverkan på om byggnaden blivit energieffektiv, eftersom underlaget är för litet.



Figur 4.9 Fördelningen på våningsplan på de 28 bostäderna.



Figur 4.10 Andelen energieffektiva byggnader fördelat på antalet våningsplan.

## 4.5 Skillnaden mellan energiberäkning och energimätning

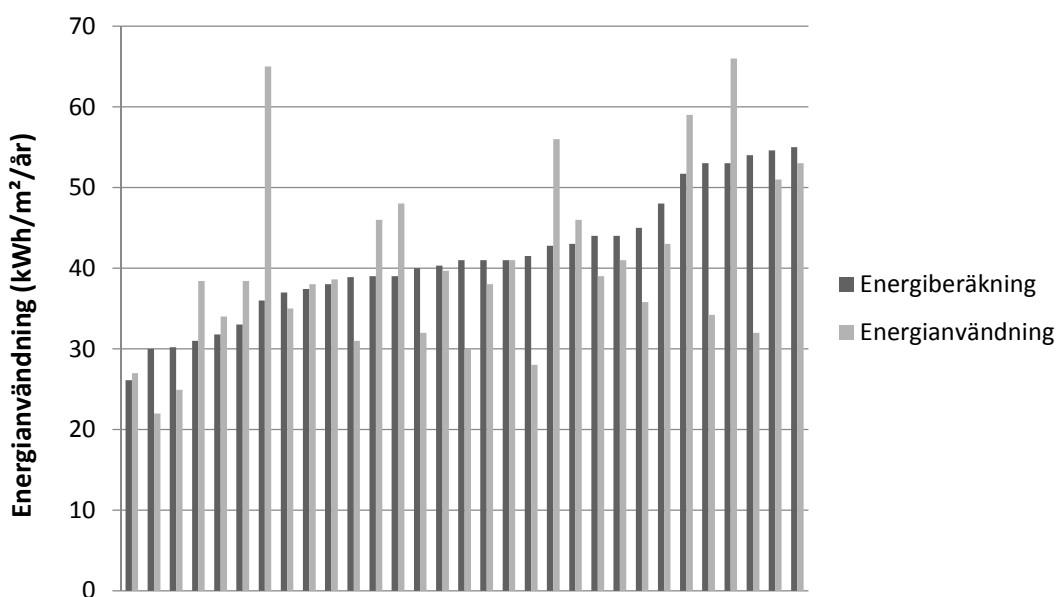
Av de som har fått bygglov efter 2 maj 2011 finns det totalt 31 stycken som har gjort både energiberäkning och energimätning i Lerums kommun. Frågan som då ställs är, hur energimätningarna stämmer överens med energiberäkningarna generellt. Det finns

två olika sätt som de boende gjort sin uppföljning av energianvändningen. Antingen genom egenrapporterade siffror, energimätning eller också med professionell hjälp (energideklaration). I detta arbete har vi valt att särskilja dessa.

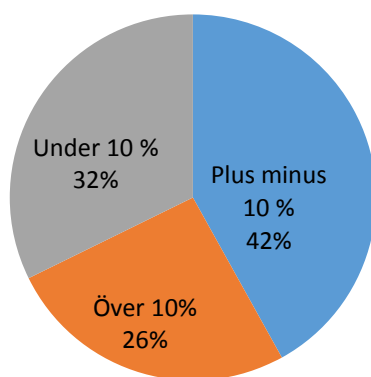
Skillnaden mellan energiberäkningarna och uppföljningen av energianvändningen har först delats upp i ett stapeldiagram där det är möjligt att se skillnaden för varje enskilt hus. För att få en mer överskådlig bild på hur det ser ut överlag har skillnaderna mellan energiberäkningarna och den uppföljda energianvändningen delats upp i tre kategorier i ett cirkeldiagram:

- Plus minus 10 %:  
*De hushållen där den uppföljda energianvändningen ligger mellan minus 10 % under till plus 10 % över värdet i energiberäkningarna*
- Under 10 %:  
*De hushållen där den uppföljda energianvändningen ligger mer än 10 % under värdet av energiberäkningarna*
- Över 10 %:  
*De hushållen där den uppföljda energianvändningen ligger mer än 10 % över värdet i energiberäkningarna*

Skillnaden mellan energiberäkning och den uppföljda energianvändningen visas i Figur 4.10. och Figur 4.11.

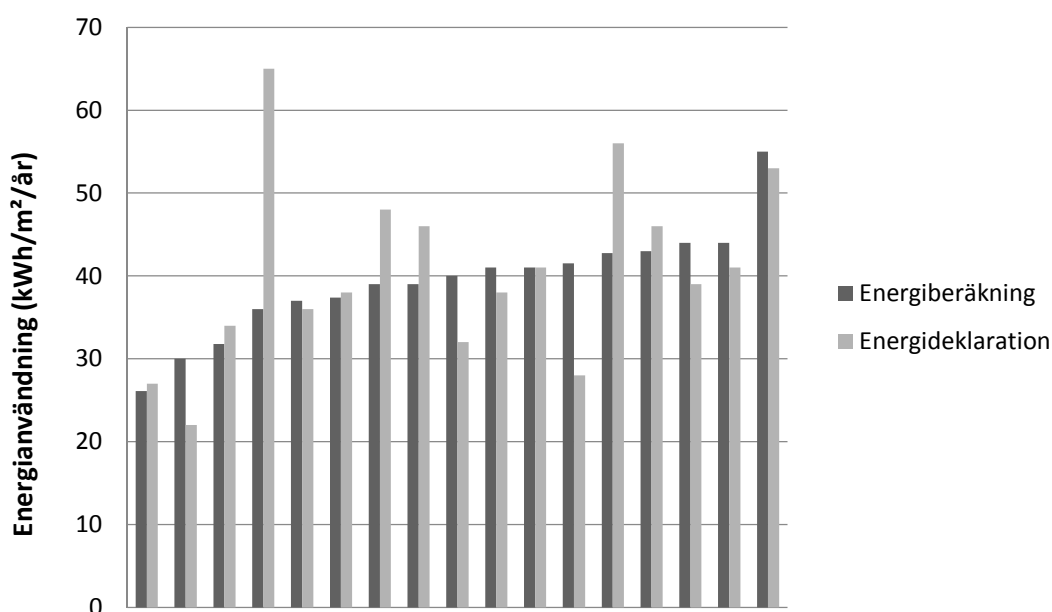


Figur 4.11 Skillnaden mellan energiberäkning och den uppföljda energianvändningen hos de 31 hus med inlämnad energimätning eller energideklaration.

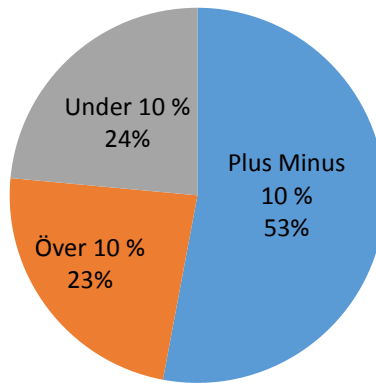


Figur 4.12 Skillnaden mellan energiberäkning och den uppföljda energianvändningen, procentuellt.

42 % ligger på plus minus 10 %. Men när stapeldiagrammet räknas in här syns det att det finns vissa byggnader där den uppföljda energianvändningen är exceptionellt högre eller lägre än energiberäkningen. Om skillnaden mellan energiberäkning och energideklaration räknas separat ser fördelningen istället ut enligt Figur 4.12 och Figur 4.13.

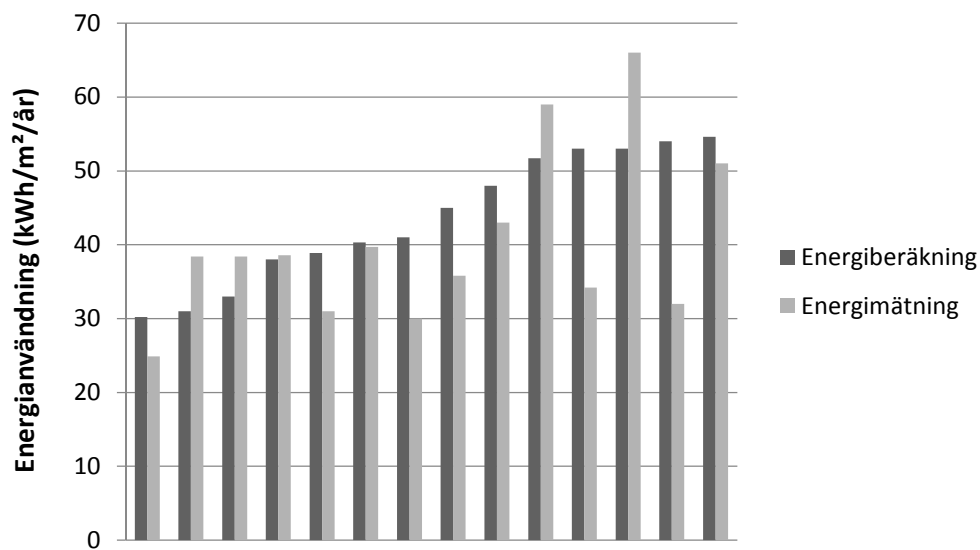


Figur 4.13 Skillnaden mellan energiberäkningar och energideklarationer hos de 17 hus med inlämnad energideklaration.

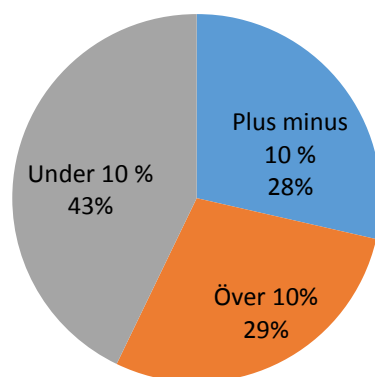


Figur 4.14 Skillnaden mellan energiberäkningar och energideklarationer, procentuellt.

Energideklarationerna överensstämmer bättre eftersom hela 53 % ligger på plus minus 10 %. Men även här finns det byggnader där energianvändningen är mycket högre eller lägre än energiberäkningen har visat. Överlag så ligger de byggnader som inte är träffsäkra på mer än 10 % över energiberäkningen när den uppföljda energin på energideklarationen studeras. Till slut undersöks skillnaden vid energiberäkning och energimätning enligt Figur 4.14 och Figur 4.15.



Figur 4.15 Skillnaden mellan energiberäkningar och energimätningar hos de 14 hus med inlämnad energimätning.



Figur 4.16 Skillnaden mellan energiberäkningar och energimätningar, totalt.

Här syns det tydligt att dessa är minst tillförlitliga eftersom endast 28 % överensstämmer. Figur 4.15 visar att energimätningarna är mer jämna än energideklarationerna. 43 % av energimätningen ligger på mer än 10 % mindre än energiberäkningen.

#### 4.5.1 Skillnaden i överensstämmelse med hänsyn till värmesystem

Utav alla enbostadshus i Lerums kommun som har beviljats bygglov efter 2 maj 2011 finns det 30 stycken inlämnade energimätningar/-deklarationer där värmesystem finns ordentligt redovisade. De värmesystem som används i olika kombinationer i dessa byggnader är:

- BVP
  - BVP + FTX
  - BVP + FLM
- FVP
  - FVP + Övriga (handukstork)
- Övriga (FTX + elradiatorer, Pellets + Solvärme)

Tabell 4.3 Den sammanlagda fördelningen av värmesystemen i Lerums kommun hos de som lämnat in en energimätning eller energideklaration, fördelade på antal och den procentuella fördelningen på överensstämmelsegraden mellan energiberäkningarna och den uppföljda energinivån.

Värmesystem	Sammanlagt	%	+/- 10%	%	Mer än 10%	%	Mindre än 10%	%
<b>BVP</b>	9	100	3	33,3	3	33,3	3	33,3
<b>FVP</b>	19	100	8	42,1	3	15,8	8	42,1
<b>Övriga</b>	2	100	-	-	1	50	1	50

Precis som det ser ut för alla nybyggda enbostadshus i kommunen som beviljats bygglov efter 2 maj 2011 har de flesta frånluftsvärmepump. Men för att kunna se hur värmesystemet påverkar träffsäkerheten studeras de 11 av 30 stycken som hamnat mycket nära energiberäkningen i sin energimätning/- deklaring (10 % över eller

under). Hos dessa 11 byggnader återfinns endast bergvärmepump och frånluftsvärmepump i olika kombinationer.

Tabell 4.4 Den sammanlagda fördelningen av värmesystemen i Lerums kommun hos de som lämnat in en energideklaration, fördelade på antal och den procentuella fördelningen på överensstämmelsegraden mellan energiberäkningarna och den uppföljda energinivån.

Värmesystem	Sammanlagt	%	+/- 10%	%	Mer än 10%	%	Mindre än 10%	%
<b>BVP</b>	5	100	2	40	1	20	2	40
<b>FVP</b>	10	100	6	60	2	20	2	20
<b>Övriga</b>	1	100	-	-	1	100	-	-

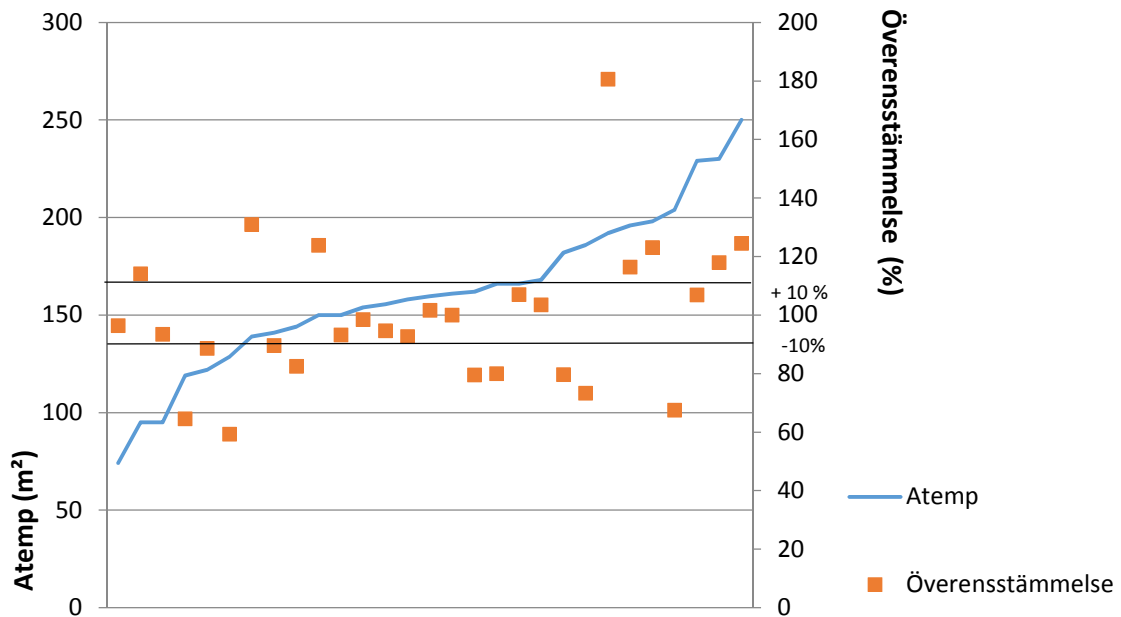
Hos de husen som lämnat in en energideklaration håller mönstret med att frånluftsvärmepump är det vanligaste värmesystemet i sig och 6 av 10 av de hus med frånluftsvärmepumpar hamnar nära energiberäkningen när energideklarationen har utförts. Endast 2 av 9 hamnar nära energiberäkningen i energimätningarna. Där hamnar istället 6 av 9 mindre än energiberäkningarna.

Tabell 4.5 Den sammanlagda fördelningen av värmesystemen i Lerums kommun hos de som lämnat in en energimätning, fördelade på antal och den procentuella fördelningen på överensstämmelsegraden mellan energiberäkningarna och den uppföljda energinivån.

Värmesystem	Sammanlagt	%	+/- 10%	%	Mer än 10%	%	Mindre än 10%	%
<b>BVP</b>	4	100	1	25	2	50	1	25
<b>FVP</b>	9	100	2	22,2	1	11,1	6	66,7
<b>Övriga</b>	1	100	-	-	-	-	1	100

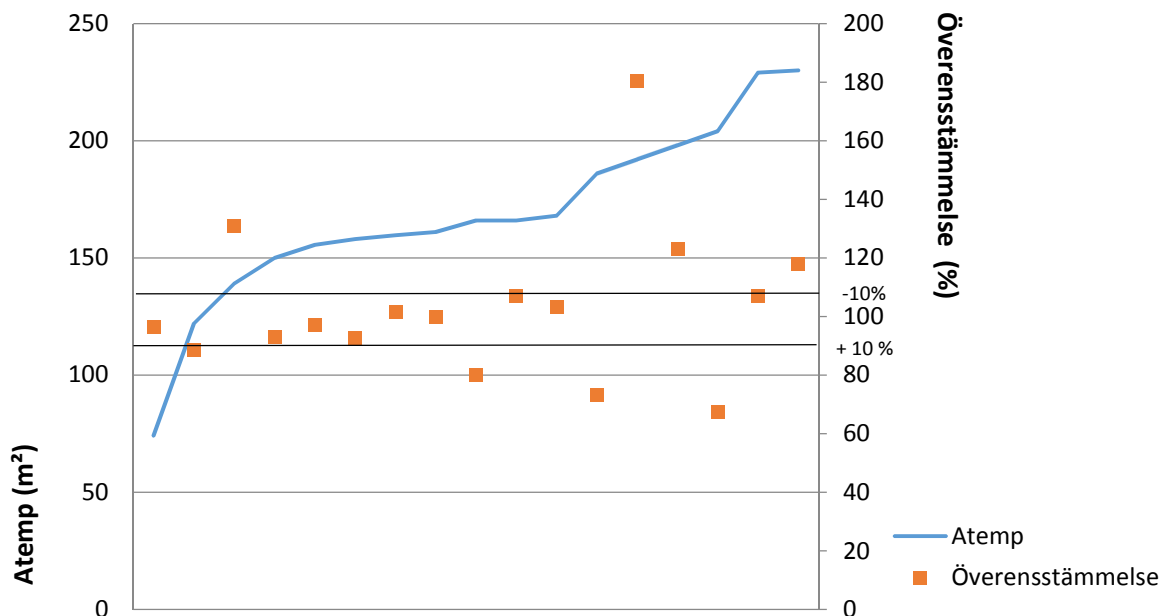
#### 4.5.2 Skillnaden i överensstämmelse med hänsyn till $A_{temp}$

Utav alla enbostadshus i Lerums kommun som har beviljats bygglov efter 2 maj 2011 finns det 29 stycken inlämnade energimätningar/-deklarationer där  $A_{temp}$  finns ordentligt redovisat. Den sammanlagda skillnaden mellan energiberäkning och uppföljning av energianvändning med hänsyn till  $A_{temp}$  redovisas enligt Figur 4.16.



Figur 4.16 Den sammanlagda fördelningen mellan de 29 nybyggnationer med redovisad  $A_{temp}$  med hänsyn till överensstämmelse mellan uppföljd energianvändning och energiberäkningar.

Överlag så är överensstämmelsen störst hos de enbostadshus som ligger mellan 150-170 m<sup>2</sup>. De enbostadshusen som är minst hamnar överlag mer än 10 % under värdet på energiberäkningen i energimätningen medan de större byggnaderna överlag hamnar på mer än 10 % över värdet på energiberäkningen i energimätningen. Här går det också se att de större byggnaderna har mindre träffsäkerhet än de mindre byggnaderna överlag. Om skillnaden mellan energiberäkning och energideklaration räknas separat ser fördelningen ut enligt Figur 4.17.

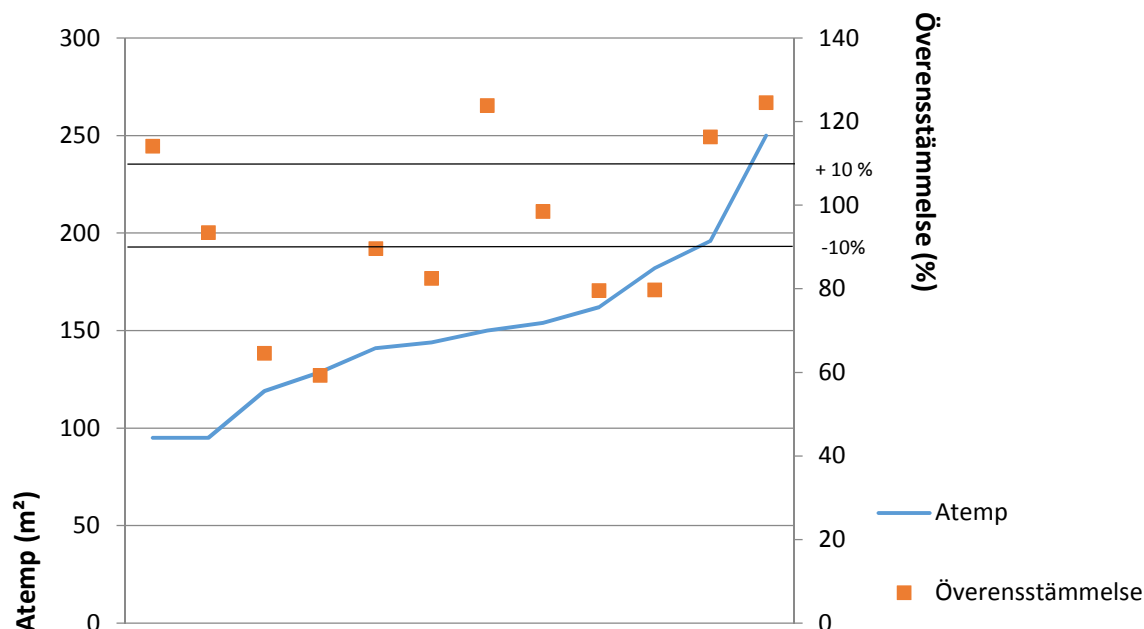


Figur 4.17 Fördelningen mellan de 17 nybyggnationer med redovisad  $A_{temp}$  med hänsyn till överensstämmelse mellan energideklarationer och energiberäkningar.



Överensstämmelsen är även här störst hos enbostadshusen mellan 150-170 m<sup>2</sup>. Här överensstämmer överlag de mindre byggnaderna. Medan de större byggnaderna överlag hamnar långt ifrån.

Tillslut presenteras skillnaden vid energiberäkning och energimätning i Figur 4.18.



Figur 4.18 Fördelningen mellan de 12 nybyggnationer med redovisad  $A_{temp}$  med hänsyn till överensstämmelse mellan energimätningar och energiberäkningar.

Endast 3 enbostadshus av 12 hamnar på mindre än 10 % över eller under värdet i energimätningen. Överensstämmelsen är alltså minst hos energimätningarna. Dessa byggnader ligger runt 150 m<sup>2</sup>. Överensstämmelsen ligger överlag på mer än 10 % under värdet i energiberäkningarna i energimätningen.

Överensstämmelsen hos  $A_{temp}$  är störst hos medelstora enbostadshus mellan 150-170 m<sup>2</sup> (medelstora eftersom medelvärdet på  $A_{temp}$  hos de som beviljats bygglov i Lerums kommun efter den 2 maj 2011 är 163 m<sup>2</sup>).

## 5 Diskussion

### 5.1 Brister när en energiberäkning utförs

Enligt intervju med energiberäkningskunnig (Bilaga 2) är det möjligt att mindre seriösa aktörer utför energiberäkningen på enbostadshus vilket leder till energiberäkningarna blir felaktiga. Detta kan bevisas när svaren från enkäterna kom in där 4 stycken uppgav att de hade utfört energiberäkningen själva (se Kapitel 4.4). Vilket kan få konsekvenser när deras energiberäkning jämförs med den uppföljda energianvändningen. Detta är dock för tidigt att titta på innan mer data samlas in, Lerums kommun har ännu för lite underlag för att kunna se om de egna energiberäkningarna håller för låg kvalitet för att kunna användas.

Det kan dock vara så att de som utför energiberäkningarna själva trots allt är ganska insatta och får fram ett bra värde, men det kan också vara så att den specifika energianvändningen stämmer bra överens, men att det ändå är fel i beräkningen. Enligt intervjupersonen är det viktigt att skilja på den sista raden i energiberäkningarna och om det är rätt i förluster och tillskott. Detta behöver dock inte bara gälla de som utför energiberäkningarna själva.

Ett annat problem är hur energiberäkningen specificeras, som kan ge stor skillnad i noggrannhet i slutet. Eller att det används ett fast värde på X antal kWh/m<sup>2</sup>/år medan det andra fall läggs in som en effekt över en tid.

En annan parameter som gör att det är svårt att komma nära energideklarationerna i värde är att brukarbeteendet spelar in så kraftigt. Intervjupersonen nämner ett fall där 6 identiska enbostadshus har energianvändning som skiljer sig +/-25 %. Enligt intervjun visas det att det möjligen saknas en osäkerhetsanalys i energiberäkningarna eftersom värdena som används in i energiberäkningarna till stor del är osäkra. Energiberäkningskunniga säger att det resultatet som anges är deras bästa gissning, men det kommer vara fel varje gång.

Även om det på senare tid blivit vanligare med sannolikhetsfördelningar som resultat, så syns detta inte så mycket i Sverige än. Då ser det ut som att beräkningen är rätt och detta blir problematiskt när det är dags att titta på åtgärder.

En annan problematik är zonindelningen, det kan vara väldigt olika laster i olika zoner men att de beräknas som en zon. Då smetas, enligt personen, allting ut på ett sätt som inte blir riktigt rätt. Eftersom det kan vara så att det finns ett kylbehov på sydsidan av huset, samtidigt som det finns ett värmebehov på norrsidan. Sätts allt i en zon blir det +/- 0.

Arbets sättet på energideklarationerna är idag standardiserade, till skillnad från energiberäkningarna. Indata i energiberäkningarna är standardiserade, men det är inte alltid rätt fördelning på parametrarna. Ett bra exempel på detta är, enligt personen, värdena från leverantörer på FTX-aggregat, värmepumpar och liknande som ibland har lite väl generös verkningsgrad. Energiberäkningarna räknas in i anbudsskedet och även om alla använt samma parametrar, är det möjligt att det här blir fel.

## 5.2 Brister vid uppföljning av husets energianvändning

Uppföljning av husets energianvändning kan göras på två olika sätt, antingen via energideklarationer som utförs professionellt eller energimätningar via egenavläsningar som de boende läser av från husets mätare. Enligt Kapitel 4.5 visas det tydligt att kvalitén på dessa två olika uppföljningar skiljer sig en hel del i procent där energideklarationer visar bättre resultat. Det som redovisas i kapitlet är överrensstämelsen på hur nära husens uppföljning (energideklarationen eller energimätningen) uttryckt i procent kommer energiberäkningen, se Figur 4.14 och Figur 4.16 i Kapitel 4.5.

En anledning till att överrensstämelsen i energimätningarna är sämre är att de saknar normalårskorrigerig. I intervjun med energirådgivarna (Bilaga 1) sa de att det är för svårt för en vanlig person, som inte är kunnig inom det området, att göra en normalårskorrigerig. Energirådgivarna har tagit detta till sig och funderar på att själva göra denna korrigerig när energimätningarna kommer in, så mätningarna blir mer pålitliga. Problemet med denna lösning för att åtgärda detta är att tiden inte finns att utföra arbetet. Energirådgivarna vill öka kvalitén på de energimätningar, "det gröna bladet", som de får in eftersom detta blad gärna används av de boende (drygt hälften av alla uppföljningar Lerum fått in). Den största sannolikheten till att det gröna bladet används är för att de boende vill spara på utgifterna. En energideklaration kan kosta mellan 3000-5000 kr enligt energirådgivarna, vilket kan göra att de boende väljer att använda det gröna bladet (som är kostnadsfritt) istället för att lägga pengarna på en energideklaration.

Normalårskorrigerig är garanterat en faktor som gör att det blir fel i det gröna bladet, eftersom de två senaste åren har varit i stort behov av denna korrigerig enligt energirådgivarna. Dock är det inte den enda bristen att denna uppföljning blir fel, utan de siffror som blanketten fyllts i med, kan vara i stort sett vad som helst enligt rådgivarna.

När en uppföljning ska lämnas kan det även ske via telefon. De boende meddelar då vilka värden de läst av som energirådgivarna sedan antecknar. Från ett perspektiv är detta ett bra sätt att göra en uppföljning då energirådgivarna får chans att fråga om det är husets huvudmätare de läst av, finns det en undermätare eller har de en kamin som kan ha hjälpt till. Energirådgivarna passar även på att fråga de boende om huset och dess form, hur stort det är och hur det ser ut med våningsplan. Kvalitén blir desto bättre, men då saknas fortfarande en normalårskorrigerig.

Energirådgivarna ser helst att en uppföljning av energin utförs av en certifierad person genom en energideklaration. Det största problemet är att de inte kan kräva in dessa energideklarationer trots att det finns en lag som säger att det ska göras. Lagstöd finns att energideklarationen ska göras, men inget stöd till vad som händer om energideklarationen uteblir. Det enda energirådgivarna kan kräva från de boende är en uppföljning, vilket bara kan vara det gröna bladet eller ett telefonsamtal. Då finns chansen att de boende väljer att göra en uppföljning i form av "det gröna bladet". Värdena får därför inte en lika bra överrensstämmelse som om uppföljningen hade utförts med en energideklaration. En av energirådgivarna skickade ut påminnelser om att göra en uppföljning i form av energideklaration till de hushåll som inte hade gjort denna efter två år. Detta ledde till att de boende ringde upp energirådgivaren och

frågade om ett annat alternativ, eftersom de då ville komma undan ekonomiskt. I det läget fick personen berätta att uppföljningen kan ske via det gröna bladet eller per telefon.

### **5.3 Tendenser att energiberäkningarna ligger precis under kravnivån**

En av hypoteserna i arbetet var att det finns tendenser att energiberäkningarna hamnar precis under kravnivån för miljörabatter. Om Figur 4.1 studeras i Kapitel 4.1, kan inte några sådana tendenser utläsas. Det är möjligt att dessa tendenser blir tydligare i framtiden när det kommer in mer data som kan studeras.

### **5.4 Skillnad mellan energiberäkningarna med hänsyn till värmesystemen**

Enligt resultatet i Kapitel 4.2 visas det tendenser att bergvärmepump leder till lägre energianvändning i byggnaden. Det finns endast en nybyggnation som använder sig av bergvärmepump som inte blivit energieffektiv i beräkningarna (se tabell 4.2). Men detta kan också bero på att de som redan har lagt pengar på ett bra, energieffektivt hus väljer att lägga pengar på den bästa värmepumpen också. Så det behöver inte betyda att bergvärmepumpen är mest energieffektivt, det kan betyda att de med mer kapital bygger bättre hus med en bättre värmepump.

Det svåraste är att se hur frånluftsvärmepump påverkar resultatet i energiberäkningarna. Eftersom 81 (46 %) frånluftsvärmepumpar blivit energieffektiva och 97 (54 %) inte blivit det är skillnaden mellan dessa två inte speciellt stor. Förmodligen så har frånluftsvärmepumpen ingen speciell inverkan på värdet i energiberäkningarna. Eller också är det möjligt att värmesystemens verkningsgrad är lite väl generösa på vissa energiberäkningar (intervju i Bilaga 2).

Fördelningen mellan de byggnaderna med övriga värmesystem (3 % av det totala antalet byggnaderna) visar att 5 av 8 av dessa inte blivit energieffektiva. Detta kan bero på att det eventuellt är svårare att göra en energiberäkning på udda värmesystem, med tanke på att det är svårare att få fram standardiserade värden (intervju i Bilaga 2).

### **5.5 Sambandet mellan $A_{temp}$ och beräknad energianvändning**

I avsnitt 4.3 visas tydligt sambandet mellan arean ( $A_{temp}$ ) och energianvändningen. Där klargörs att de byggnader som har större boyta ( $A_{temp}$ ) har bättre chans att bli en energieffektiv byggnad. Det ska uppmärksammas att denna jämförelse endast baseras på byggnadernas boyta ( $A_{temp}$ ) där husets utformning på den övriga omslutningsarean ej har beaktas. En hypotes till att detta inträffar kan ligga när beräkningen till den specifika energianvändningen utförs, se beräkning i Kapitel 2.3 enligt ekvation 2.1. Där slås hela bostadens energianvändning ( $E_{bea}$ ) ut på den boyta som byggnaden totalt sett har ( $A_{temp}$ ). Detta innebär att om exempelvis två byggnader har likvärdig energianvändning, men olika boytor, får det större huset en lägre specifik

energianvändning. Enligt denna teori blir lättare för större bostäder att få bättre specifik energianvändning om de bygger större med avseende på bostadsytan. De intervjuade personerna på Lerums kommun är medvetna om detta och skulle vilja se över hänsynen till storleken på husen i deras nya energisystem till år 2016. De intervjuade personerna yttrade i intervjun att de även vill se en förbättring i det hela miljöperspektivet som inkluderade byggmaterial, solceller och dagvattenhantering. Kan mängden material minskas, så kan även miljön besparas. Något som ska uppmärksammas är att denna jämförelse endast baseras på byggnadernas boyta ( $A_{temp}$ ) där husets utformning på den övriga omslutningsarean ej har beaktas. Hur omslutningsarean ser ut med höjder av väggar och antal våningar har nämligen en inverkan på energibehovet, se Kapitel 3.1 för beskrivning av en studie som visar detta.

En teori till detta resultat från studien kan vara att hus med större bottenplatta kräver mer uppvärmning då kontakten med mark inte genererar värme, utan där sker istället transmissionsförluster. Om byggnaden istället fördelas på två plan, med förutsättning att den har samma area, blir det mindre kontaktyta med mark och golvytan på ovanvåningen utgör inga värmeförluster till utsidan av klimatskalet.

Det gjordes en undersökning av denna studie utifrån enkätsvaren, se Kapitel 4.4.1. Hypotesen kring resultatet var att det skulle visa likadant samband som den tidigare studien påvisade, men så blev inte riktigt fallet. Tydligheten att det är lättare att åstadkomma en energieffektiv byggnad ju fler våningsplan som byggs framkom inte i detta resultat. Den största andelen i procent, att vara en energieffektiv byggnad, från enkätsvaren visade sig vara 1-planshusen och därefter 2-planshusen. En förklaring till detta är med största sannolikhet populationen. Urvalet låg på endast 28 stycken bostäder vilket inte genererar tillräckligt tillförlitliga resultat. Av dessa 28 hushåll så var endast sju stycken som bestod av 1-planshus och fem av dessa visade sig vara energieffektiva. Detta skapade därför andelen 71 %, vilket också blev den högsta. Hade populationen vart större för denna kategori, kanske utslaget på andelen, i procent av energieffektiva byggnader, blivit mindre.

## 5.6 Överensstämmelsen mellan beräkningarna och uppföljd energianvändning

I kap 4.4 syns det att det inte stämmer överlag när det kommer till överensstämmelsen mellan energiberäkningen och den uppföljda energianvändningen se Figur 4.11. Om endast energideklarationerna studeras enligt Figur 4.13, stämmer beräkningarna överens bättre med den uppföljda energianvändningen. Detta resultat pekar mot att energideklarationerna är mer tillförlitliga än energimätningarna. Vilket kan bero på att personen som utför energideklarationen måste ha erfarenhet av energimätningar medan energimätningarna utförs genom att de boende läser av siffrorna själv och fyller i det "gröna bladet". Figur 4.15 visar att de som inte utfört en energideklaration men som gjort en energimätning har en tendens att hamna under 10 % av värdet i energiberäkningen när det kommer till överensstämmelse. Dessa nybyggnationer är med andra ord mer generösa när det kommer till energimätningarna än vad energideklarationerna. Detta kan bero på att energimätningarna inte normalårskorrigeras på samma sätt som energideklarationerna (intervju i Bilaga 1). Förutsatt att beräkningarna är korrekta går det att se att energideklarationerna

överensstämmer bättre med energiberäkningarna än vad de egna energimätningarna gör.

### 5.6.1 Med hänsyn till värmesystem

När Kapitel 4.5.1 studeras bör det först och främst nämnas att när det kommer till överensstämmelsen mellan energiberäkningarna och den uppföljda energianvändningen med tanke på värmesystem, är det egentligen svårt att se ett mönster med tanke på att det 16 stycken respektive 14 stycken som studeras i tre olika kategorier (se Tabell 4.3). Det finns inte tillräckligt mycket data från databasen för att resultatet ska bli helt tillförlitligt. Dessutom så syns det från enkätsvaren, enligt Kapitel 4.4, Figur 4.6 att många som svarat på enkäterna har mer än till exempel bara frånluftsvärmepumpar eller bergvärmepumpar, vilket inte redovisas tillförlitligt i databasen (intervju, Bilaga 1). Det går att se att de som har övriga värmesystem (2 av 30) inte hamnat nära energiberäkningarna när det kommer till den uppföljda energianvändningen. Detta påverkas alltså inte av om det gjorts en energimätning eller energideklaration utan det ser ut så hur uppföljningen av energianvändningen än är utförd. Det kan, som nämnts tidigare, bero på att det är svårare att göra en bra energiberäkning på udda värmesystem. Eftersom de inte används lika mycket kan det vara svårt att få ett bra standardiserat värde från leverantören att räkna på för att få fram en bra energianvändning, enligt intervju i Bilaga 1. till skillnad från till exempel bergvärmepumpen eller frånluftsvärmepumpen som är vanligare bland värmesystemen.

Då frånluftsvärmepumparna studeras enligt Tabell 4.3 syns det att det är vanligare att hamna under värdet i energiberäkningen än över när både energimätningarna och energideklarationerna studeras. Detta går att se då uppdelningen studeras enligt Tabell 4.4 och det visas att vid energideklarationerna överensstämmer 60 % av frånluftsvärmepumparnas uppföljda energianvändning med energiberäkningarna. Det är alltså vid energimätningen som det är vanligare att hamna under. Vid energimätningarna ser ut så att 66,7 % ligger på mer än 10 % under energiberäkningarna när det kommer till frånluftsvärmepumparna (se Tabell 4.5). Eftersom frånluftsvärmepumpen måste användas i kombination med mekanisk ventilation (enligt Kapitel 3.4) är det möjligt att när de boende har skrivit upp sin egen energimätning, att de missat parametrar som är viktiga vid energimätningen och därför hamnat under nivån när det sammanlagda resultatet har räknats ut.

Enligt Tabell 4.3 med hänsyn bergvärmepumparna ligger fördelningen lika mellan hur bra de överensstämmer. Tabell 4.3 och Tabell 4.5 indikerar att det, med hänsyn till bergvärmepumpen, är lättare att den uppföljda energianvändningen överensstämmer med energiberäkningen när en energideklaration utförs än när en energimätning utförs. Skillnaden här (från frånluftsvärmepumparna) är att flera ligger för högt på energimätningen medan flera ligger för lågt på energideklarationen. Eftersom det är så få bergvärmepumpar som studeras är det svårt att ge ett bra resultat varför det blir såhär. Anledningen till att bergvärmepumparna överensstämmer bättre mellan energiberäkningarna och den uppföljda energianvändningen än de övriga värmesystemen gör kan förklaras (intervju i Bilaga). Att bergvärmepumpen jobbar med mer stabila faktorer. Den hämtar värme 100 meter ner i marken och därför påverkas den i mindre omfattning av andra faktorer som exempelvis brukarbeteende från människor. Generellt går det att se att frånluftsvärmepumparna är det värmesystemet där överensstämmelsen mellan energiberäkningarna och den uppföljda

energianvändningen. Men det är möjligt att bergvärmepumpen visar en bättre överensstämmelse i framtiden när det samlats in mer data.

## 5.6.2 Med hänsyn till $A_{temp}$

Enligt Kapitel 4.5.2, om  $A_{temp}$  beaktas så är överensstämmelsen mellan energiberäkningarna och uppföljd energianvändning störst hos de bostäderna med en  $A_{temp}$  mellan 150 - 170 m<sup>2</sup> (se Figur 4.16). Om Figur 4.16 studeras ytterligare syns det att det är bättre överensstämmelse mellan energiberäkningen och uppföljd energianvändning hos de byggnader som har en  $A_{temp}$  på under 150 m<sup>2</sup> än hos de byggnaderna som har en  $A_{temp}$  på över 170 m<sup>2</sup>. Enligt energirådgivare i intervju i Bilaga 1 kan detta bero på att det vid större hus är lättare att få en låg energianvändning medan den procentuella marginalen blir mindre. Det är alltså lättare att komma +/- 10 % nära ju högre energianvändning huset har. Energideklarationerna överensstämmer bättre med energiberäkningarna än vad energimätningarna gör när det kommer till  $A_{temp}$  (enligt Figur 4.17), precis som på den sammanlagda fördelningen överensstämmer beräkningarna bäst vid en  $A_{temp}$  mellan 150 - 170 m<sup>2</sup>. Figur 4.18 visar att överensstämmelsen mellan energiberäkningarna och energimätningarna knappt påverkas alls av  $A_{temp}$ . Detta kan bero på att vid en energideklaration används mer noggranna parametrar vid  $A_{temp}$  än vid en egen energimätning.

## 5.7 Lerums kommuns miljöarbete

Beaktas Kapitel 4.3, Figur 4.4, går det att se att Lerums kommun har under senare tid blivit bättre på att nå ut till invånarna med information om sänkta avgifter. Detta kan bero på att Lerums kommun har blivit bättre på att förmedla informationen om sänkta avgifter desto längre arbetet har fortskridit. Det kan lika gärna bero på att det pratats mer om det. Om en invånare fått sänkta avgifter och har en positiv inställning till det, ger det ringar på vattnet så att fler har det i åtanke när de går till kommunen för att ansöka om bygglov.

Enligt Figur 4.5 går det att avläsa om de boende var medvetna om de sänkta avgifterna och gjorde ett aktivt val att försöka sänka energianvändningen för att få lägre avgifter fick lägre avgifter. Detta kan bero på att det är lättare att göra val som förbättrar energianvändningen om det finns en nära kontakt med en branschperson som vet vilka val som är bra att göra och erfarenhet av vad som sänker energianvändningen.

Alla enkättagare som fick sänkta avgifter var medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter. Om någon av dessa 14 deltagare inte hade varit medvetna om de sänkta avgifterna kanske de inte fått sänkta avgifter, eftersom många gjorde aktiva val att förändra energianvändningen efter dem fått reda på möjligheten att få sänkta avgifter. De som varit medvetna om det sänkta avgifterna som uppger att de inte gjort någon förändring för att sänka energibehovet, men ändå fick sänkta avgifter kanske inte gjorde det för att deras energibehov redan låg "lågt nog". Det är möjligt att metoden med sänkta avgifter plockar upp de som har en energianvändning som ligger precis över OM de är medvetna om det sänka avgifterna eftersom alla som fick sänkta avgifter var medvetna om dem. 18 deltagare i enkäten har inte fått sänkta avgifter, utav dessa 18 deltagare var 7 medvetna om möjligheten att få sänkta avgifter. Utav dessa 7 uppger 5 att de inte valde att ändra något för att ge sänkt energibehov efter att ha fått reda på möjligheten om sänkta avgifter. Detta kan bero på att deras energianvändning var "för

hög” för att kunna sänka den på ett billigt sätt. Att det kostade mer än det smakade, de skulle aldrig tjänat på att t ex byta värmesystem eftersom det skulle blivit dyrare än den rabatten de skulle fått av kommunen (intervju i Bilaga 1).

Utav de som fått sänkta avgifter utförde 3 stycken energiberäkningen själva, till skillnad från en (som dessutom var medveten om de sänkta avgifterna) hos de som inte fått sänkta avgifter. De som utför energiberäkningarna själva är kanske mer insatta när det gäller energianvändningen i huset och vill utföra energiberäkningen själv för att kunna ändra vissa parametrar i energianvändningen. Eftersom det kräver ett visst intresse att utföra en energiberäkning själv.



## 6 Slutsats

När en bygglovshandling lämnas in ska den beräknade energianvändningen redovisas. Denna energianvändning bör verifieras av en energimätning (uppföljning av energianvändningen) som utförs åtminstone två år efter att byggnaden tagits i bruk. Eftersom skillnader i energiberäkning och uppföljd energianvändning i dagsläget är mer en regel än ett undantag blir det nödvändigt att jämföra och utreda hur de utförs och vilka faktorer från den första beräkningen till den sista uppföljningen som har en betydande roll. Syftet med detta arbete var att lokalisera de faktorer som gör att den uppföljda energianvändningen skiljer sig från energiberäkningarna.

För att optimera överensstämmelsen mellan energiberäkningarna och den uppföljda energianvändningen bör det byggas medelstora hus med frånluftsvärmepump som värmesystem. De svagaste alternativen när det kommer till överensstämmelse mellan energiberäkningar och uppföljd energianvändning är hus som är över 170 m<sup>2</sup> och hus som inte har bergvärmepump eller frånluftsvärmepump som värmesystem. Medelvärde på bostäderna i Lerums kommun är 163 m<sup>2</sup> och det vanligaste värmesystemet som används är frånluftsvärmepumpar. Det kan helt enkelt vara så att de som utför beräkningarna är mer vana att räkna på denna husstorlek och detta värmesystem och att det finns bättre indatavärden. Både med hänsyn till energiberäkningen och vid uppföljningen av energianvändningen. Därför blir resultatet nära den verkliga energianvändningen och därmed nära varandra i överensstämmelse.

### **Vad finns det för brister när en energiberäkning utförs?**

Den största bristen som uppkommer vid en energiberäkning är att de kan utföras av privatpersoner som eventuellt inte har rätt sorts erfarenhet för att göra en trovärdig bedömning. Den generella kompetensnivån, både hos de som tar fram underlag, de som utför beräkningen och de som granskar den, bör öka vid en ytterligare standardisering av energiberäkningarna. Riskerna här är dock att en standardiserad variant blir för generell.

### **Vad finns det för brister när en uppföljning av energianvändningen i huset utförs?**

Energimätningar via egenavläsningar bör inte längre tillåtas då normalårskorrigeringen uteblir i dessa. Detta leder till att personer som ska göra en uppföljd energianvändning efter två år måste använda sig av en energideklaration. Vid användning av endast energideklarationer kommer de uppföljda värdena att ha betydligt högre kvalitet. För att uppmuntra personer att investera i dessa energideklarationer skulle kommunen kunna införa någon form av förmån eller ett bidrag, eftersom kostnadsfrågan kan vara en av bromsklossarna för att energideklarationer inte väljs som alternativ.

### **Stämmer energiberäkningarna med uppföljd energianvändning?**

Skillnaden mellan energiberäkningen och energideklarationen är mindre än skillnaden mellan energiberäkningen och den egna energimätningen.

### **Vilket värmesystem ger bäst överensstämmelse mellan energiberäkning och uppföljd energianvändning?**

Eftersom energideklarationerna för hus med frånluftsvärmepump har visat sig ha bättre överensstämmelse med energiberäkningarna än energimätningarna kan slutsatsen dras att frånluftsvärmepumparna har bäst överensstämmelse och de övriga har sämst. Medan skillnaderna är lika stora vid bergvärmepumpar.

**Finns det något mönster i skillnader mellan beräknat och uppföljt värde?**

Det är svårare att räkna eller mäta energianvändningen när faktorerna som  $A_{temp}$  eller värmesystem än ovanliga (speciellt hus med stor  $A_{temp}$  och övriga värmesystem). För att få en bra överensstämmelse mellan beräknat och uppföljd värde är det enklast om huset är medelstort och har frånluftsvärmepump.

**Hur påverkar husets storlek den specifika energianvändningen?**

Det vore möjligtvis bra att bygga bostäder i två plan för att minska arean på bottenplattan, vilket bidrar till en mindre omslutningsarea för transmissionsförluster.

**Finns det någon tendens att energiberäkningarna ligger precis under gränsen för sänkta avgifter eller kravnivån?**

Det behövs mer indata för att kunna dra en definitiv slutsats om detta.

**Hur kan en förbättring ske i Lerums befintliga energisystem för att eliminera de brister som finns i dagsläget?**

För att motivera fler boende att använda sig av en energideklaration istället för det "gröna bladet" skulle en premie för detta alternativ vara en god idé. Detta för att i dagsläget är kostnadsfrågan avgörande då energideklarationen är ett dyrt alternativ till skillnad från det "gröna bladet" som är gratis.

## 7 Referenser

- Achim Friedrich, Joakim. Och Ekoff Pauline (2014): Opublicerat dokument. Lerum. Erik Elgered, Lerums kommun (2015-04-15).
- Boverket (2012): *Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler – utgåva två*, Boverket, Sverige, 2012.
- Boverket (2014a): *Konsekvensutredning BBR 2015*, Boverket, Sverige, 2014.
- Boverket (2014b): *PBL:s syfte, innehåll och definitioner*. <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/PBLs-syfte-innehall-och-definitioner/> (2015-02-20).
- Boverket (2015): *Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR*, Boverket, Sverige, 2015.
- Ekberg, Peter (2006): *R1- Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. Förlags AB VVS, Kristianstad, 2006.
- Elgered, Erik. och Rosengren, Peter. (2014): *Tänk på energin för lägre avgifter*, Lerum, Sverige.
- Jimmefors, Håkan, Östberg, Julia (2014): *Energy performance and indoor climate investigations in the passive house residential area Vallda Heberg*. (Examensarbete, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik).
- Lerums kommun (2014): *Söka bygglov*, Lerums kommun, Lerum, Sverige, 2014.
- Peterson, Bengt-Åke (2009): *Byggnadens klimatskärm*. Studentlitteratur AB, Lund, 2012.
- Socialdepartementet (2014) *Plan- och byggförordningen (2011:338)*, [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-byggforordning-2011\\_sfs-2011-338/?bet=2011:338](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-byggforordning-2011_sfs-2011-338/?bet=2011:338) (2015-02-20).
- Statens energimyndighet (2010): *Värme i villan*. Energimyndigheten, Stockholm.
- Statens energimyndighet (2010): *Välj rätt värmepump*. Energimyndigheten, Stockholm.
- Svensk ventilation (2005): *Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder*, Svensk ventilation, Växjö, 2005.
- Warfvinge, Catarina. och Dahlbom, Mats.(2010): *Projektering av VVS-installationer*. Studentlitteratur AB, Lund, 2014.

### Figurer

- Paroc (2015). *Sveriges indelning av klimatzoner* [Elektronisk bild]. Hämtad från: <http://www.paroc.se/om-paroc/nyheter-och-media/nyhetsarkiv/2015/boverket-skarper-energikrav>
- Örebro kommun (2014). *Flödesschema hur bygglovsprocessen går till* [Elektronisk bild]. Hämtad från <http://www.orebro.se/6238.html>

## Intervju med energirådgivare 1 och 2, 12 maj 2015

Person 1 och 2 jobbar som energirådgivare på Lerums kommun och har gjort detta i sex respektive drygt två år. De arbetar på bygglovsavdelningen inom sektor samhällsbyggnad och jobbar ständigt med deras miljöarbete. Det innebär bland annat att få Lerums kommun att nå deras vision- bli Sveriges ledande miljökommun år 2025.

Båda personerna säger att det viktigaste i deras arbete är att ge rådgivning om energieffektivisering till de boende i kommunen för att bli den ledande miljökommunen i Sverige. En annan viktig del i detta arbete är de sänkta avgifterna säger person 2 som komplement till rådgivningen. Person 1 poängterar att sedan år 2010 har ett stort fokus från det politiska uppdraget varit att just stimulera de boende att fler skall bygga energieffektivt. Person 1 menar också på att de boende skall förstå att det blir bättre och lägre kostnader genom att bygga energieffektivt. Genom att ha rådgivning till de boende menar personerna dessutom att de sänkta avgifterna ger resultat.

För att öka chanserna att nå kommunens vision säger person 2 att det är bra att rådgivning är kostnadsfri. Personen menar att många boende tycker detta är bra då de bara kan ringa om de har några frågor angående sin byggnad. En annan drivkraft som person 1 tillägger är att ständigt kolla kWh el, men att också se på allt som en helhet. Miljö innefattar mycket, så därför borde inte fokus ligga endast på el, utan även skydda natur och begränsa CO2, där transporterna är en viktig faktor i de totala koldioxidutsläppen.

Personen säger också att inställningen till att bygga energieffektivt från de boendes sida har varit väldigt positivt. Trots den positiva andan så finns det alltid detaljer som kan förbättras. Det enda som energirådgivarna lagt märke till som kan förbättras är att gynna de hushåll som inte är eluppvärmt och de mindre bostäderna, utan då ge en fördel för de bostäder som har exempelvis fjärrvärme och biobränslen samt småhus. För där har energirådgivarna märkt att det är svårare att nå fram till kommunens stimulansmedel.

Arbetet som Lerums kommun gör inom miljöeffektivitet i byggnader har dessutom inspirerat andra kommuner. Energrådgivarna har fått samtal från åtminstone ett tiotal andra kommuner som undrar hur det går och hur de gått tillväga för att införa detta system. Energrådgivarna anser att de andra kommunerna ser svårigheter att införa detta energisystem, men i Lerums kommun har personerna upplevt motsatsen. Det har varit en positiv inställning både internt bland kolleger och de boende. De har även haft ett gott samarbete med politikerna som också vill jobba med energieffektivt byggande. Person 1 berättar att det har varit ett arbete bakom införandet av de reducerade avgifterna, men inga stora hinder som gjort arbetet svårt att införa.

Lerums arbete med miljöstyrda bygglovsavgifter har skett i två etapper. År 2011 började etapp ett med de sänkta avgifterna och rådgivningen. Etapp två kom 2013 vilket innefattade premier som var kopplade till kommunala tomter. Nu har energirådgivarna planer inför/under år 2016 att utveckla miljöarbetet ytterligare en gång. Detta vill de göra för att säkerställa att verkligen nå fram till visionen år 2025. För att kunna utveckla detta nya paket kommer personerna delvis använda sig av vad studenterna kommer fram i sitt examensarbete. Detta för att se till så att rätt åtgärder stimuleras så att förändringarna främjar att visionen nås. Sen skulle energirådgivarna även vilja se över premierna för byggmaterial och solceller. Person 1

vill också få med dagvattenhantering i det nya paketet som han påstår kan förbättras i kommunen.

Arbetet som görs idag samlas i en Excel-fil. Där fylls egenskaper hos olika fastigheter i, exempelvis om bostaden fått miljörabatt. Studenterna har upptäckt att inte alla som fått miljörabatt hade fått sänkta planavgifter. Person 2 förklarade att det finns bara ett fåtal antal ställen i Lerum där det kan tas ut planavgifter på. Så för det första måste det finnas en detaljplan, vilket det inte alltid gör. Sen måste även detaljplanen säga att det kan tas ut en planavgift menar personen. Person 1 förklarade vidare om hur planavgifterna och bygglovsavgifterna uppkom. Personen yttrade att beslutet om dessa två slags avgifter togs i två helt olika politiska rum. Bygglovsavgiften tog miljö-och byggnadsnämnden, som inte har något att göra med planavgiften, för den har kommunstyrelsen hand om.

Utifrån de indata som studenterna fått av energirådgivarna så har de även sett att utav de 30-tal energideklarationerna som energirådgivarna har kryssat i som "ja" är endast 18 riktiga energideklarationer. Resterande är som de kallar det "det gröna bladet". Där har boende gjort egna mätningar och själva fyllt i energianvändningen i blanketten "det gröna bladet" eller ringt in och angivit en siffra som personerna sedan skrivit in i sitt system. Studenterna har studerat skillnaden mellan de riktiga energideklarationerna och det gröna bladet med avseende på energiberäkningarna. Där har de upptäckt tydligt att de egna mätningarna skiljer sig mycket mer från de tidigare energiberäkningarna än vad energideklarationerna gör. Person 1 förklarar att de är väl medvetna att egenmätningarna inte alls har samma kvalitet som energideklarationerna, men påstår samtidigt att det är bättre att få in en siffra än ingenting alls.

Personen säger också att när de boende ringer in till kommunen så får energirådgivarna chans att ställa frågor till dem om vad det är för siffror de har läst av. Energirådgivarna kan således fråga om det är husets huvudmätare de läst av, finns det en undermätare eller har de en kamin som kan ha hjälpt till. Personerna passar även på att fråga de boende om huset och dess form, hur stort det är och hur det ser ut med våningsplan. Trots denna information blir det ändå inte siffrorna från blanketten av samma kvalitet som energideklarationerna. Personen förklarar vidare att energideklarationerna dessutom blir av bättre kvalitet för att de är normalårskorrigerade, och att dessa siffror från normalårskorrigeringen är bedömda av en kunnig person. Person 1 inflikar och säger att det inte heller finns något lagstöd för att kunna kräva in energideklarationer. Utan det är bara en uppföljning som energirådgivarna kan kräva, vilket oftast blir egenavläsningar för att de boende vill komma undan så billigt som möjligt. Personen säger att en energideklaration kan ligga mellan 3000-5000 kronor, men då är det samtidigt en kunnig person som kommer ut och tittar.

Då normalårskorrigering endast sker vid energideklarationer och inte i det gröna bladet som de boende gör själva, undrade studenterna om det finns möjlighet till att ta med information i blanketten om normalårskorrigering så att den specifika energianvändningen blir mer rätt. Person 1 berättade att detta är för komplicerat för en person som inte är insatt eller kunnig inom detta område. Personen yttrar sedan en tanke på att de själva, rådgivarna, skulle kunna göra denna korrigering när energiberäkningarna kommer in till kommunen. Mycket statistik finns säkerligen för att kunna utföra detta arbete, det skulle bli en del jobb att leta fram denna statistik men det skulle inte vara omöjligt. Dock är det är inte det som är problemet, utan det som inte finns tillgängligt för att utföra detta arbete är tid. Personen fortsätter och säger att med 8 timmars effektiv arbetstid så skulle detta kunna genomföras, men den tiden finns inte och har aldrig funnits. Båda personerna tycker att denna åtgärd egentligen borde göras och känner att det är synd att den tiden inte finns.

Det förekommer att energideklarationer/egenavläsningar uteblir och inte utförs efter två år som det skall efter att bostaden tagits i bruk. Då har det hänt att kommunen skickat ut påminnelser till de boende. Person 2 gjorde ett arbete runt år 2013 med att få in energideklarationer genom att skicka ut påminnelser till de boende. Med dessa bifogades det förslag på alla företag som fanns i registret som hade utfört energideklarationer i kommunen. Urvalet på alla registrerade företag gjorde dels för att underlätta för de boende. Rådgivarna vill även vara opartiska, därför rekommenderades inte specifika firmor. I denna påminnelse försöker personerna verkligen trycka på att en energideklaration måste göras efter två år efter att byggnaden tagits i bruk, enligt Lag (2006:985) om energideklarationer för byggnader. Person 2 säger att de kan få samtal ibland där folk undrar om det finns ett annat sätt att göra istället för en energideklaration. Detta för att de vill komma undan ekonomisk. Då hamnar rådgivarna i sitsen att de får föreslå blanketten, det gröna bladet, som de boende själva kan fylla i säger personen.

När de boende valt att fylla i blanketten och skickat in den till kommunen tar byggnadsinspektörerna hand om dessa och skickar vidare dem till energirådgivarna. Oftast sätter de sig ner och räknar på om siffrorna stämmer eller om de ser rimliga ut säger person 1. Han menar också på att de tillfällen där det inte ser rimligt ut händer det att de ringer upp och frågar vad det är för siffror de boende har angett. Trots att de boende kan berätta vad det är för siffror som de har skrivit ner i blanketten finns det fortfarande en brist i kvalitén. Personerna funderar på att göra en förändring genom att sluta godta denna blankett utifrån det studenterna sett och kommit fram till.

En annan sak energirådgivarna vill se över till det nya paketet år 2016 är hänsynen till storleken på huset. Studenterna har, via studier från Lerums indata, kommit fram till att arean (Atemp) har en betydande roll när det gäller chanserna att bli en miljöeffektiv byggnad vid användning av energideklarationer. Tydliga mönster pekar på att större hus har bättre förutsättningar till att få lägre specifik energianvändning (kWh/m<sup>2</sup> och år). Person 1 bekräftar att de tänkt på detta tidigare och att utvecklingsarbetet till år 2016 skall utföras med studenternas rapport som ett hjälpande underlag. Han tillägger dessutom att den bästa kvadratmetern är den som inte byggs över huvud taget.

När däremot det gröna bladet används är det inte samma mönster med arean som energideklarationerna tydligt visar, att större area (Atemp) ger bättre förutsättningar. Studenterna menar på att det inte finns något hus, som gjort det gröna bladet med egenavläsning, ligger med en träffsäkerhet mellan energiberäkning och egenavläsning inom gränsen +/- 10 %. Personerna tycker detta är intressant då de inte var medvetna om detta tidigare. Person 2 tycker samtidigt att det är lite underligt, eftersom det står i det gröna bladet att arean skall anges. Studenter tydliggör och spekulerar kring att arean möjligtvis inte anges på rätt sätt i det gröna bladet, då de upptäckt att just träffsäkerheten är betydligt sämre där än i energideklarationerna. Person 1 anser också att det är konstigt och förklarar att när det mäts i procent borde det vara svårare att pricka rätt med låga värden än med höga värden. Personen är lite förvånad över resultatet, men tycker samtidigt att det är intressant.

De hus som har bäst träffsäkerhet mellan energiberäkningar och energideklarationer (inom gränsen +/- 10 %) är de medelstora husen. Storleken på dessa ligger mellan 150-170 m<sup>2</sup>. Detta misstänker person 1 har en statistisk förklaring eftersom urvalet inte är så stort på just dessa bostäder. Studenterna redovisade vidare att sammanlagt av energimätningarna och

energideklarationerna så visar 53 % utav dessa bra värden (inom gränsen +/-10 %). Person 2 föreslår en förklaring till att de 47 % som ligger utanför denna gräns (avviker mer än 10 %), har blivit underdimensionerade i brukarbeteende. Han menar att beräkningarna möjligtvis kan ha gjorts på hur en normal person/familj förbrukar energi, men i själva verket har dessa 47 % möjligtvis duschat mer eller eldat mer än beräknat. De båda energirådgivarna spekulerar bara och vet inte säkert vad anledningen till detta resultat kan vara.

Studenterna har också konstaterat utifrån Lerums indata att energiberäkningarna generellt visar bättre resultat än energideklarationerna på specifik energianvändning, men samtidigt visar energiberäkningarna sämre än egenavläsningarna (energimätningarna). Person 1 förklarar återigen att det finns möjlighet att det har med normalårskorrigerering att göra. Då egenavläsningar inte tar hänsyn till dessa korrigeringar resulterar detta lägre värden och visar således sämre resultat på energideklarationerna. Personen har tankar om att det handlar om så kallade glädjekalkyler har gjorts på dem energiberäkningar där uppföljningen visar för hög förbrukning i verkligheten, alltså på energideklarationerna.

Studenterna har dessutom sett i dagsläget att energiberäkningarna ser olika ut, men däremot är alla energideklarationer uppbyggda på samma sätt. Person 2 bekräftar detta och säger att det finns olika energiberäkningsprogram, som exempelvis VIP+ och BV2. Studenterna menar därför på att det skulle bli lättare att jämföra alla energiberäkningar och mellan energiberäkningar och energideklarationer om de skulle vara uppbyggda på samma vis. Energirådgivarna håller med om att detta och ser att standardisera energiberäkningarna skulle vara en bra idé och ett sätt att höja kvaliteten.

Det har framgått från Lerums databas att valet av bergvärmepump som värmesystem resulterar generellt sett lägre energianvändning. Det har visat sig att det bara är ett hushåll av dessa som inte fått miljörabatt (hamnat under 33 kWh/m<sup>2</sup> och år). Person 1 säger att valet av detta värmesystem är ett beslut som de boende tagit redan innan de pratat med energirådgivarna. Personen säger att de boende bara vill ha det bästa på marknaden och att de dessutom ser en chans att få miljörabatten. Bergvärmepumpen är bland de bättre värmesystemen eftersom den genererar mycket energi och samtidigt förbrukar lite, vilket resulterar till låg energianvändning berättar energirådgivarna.

I det flesta fallen där bergvärmepump förekommer visar sig även i studenternas arbete att det är en träffsäkerhet inom +/- 10 % mellan energiberäkningarna och uppmätt värde (egenavläsningar och energideklarationer). Anledningen till detta förklarar person 1 med att bergvärmepumpen jobbar med mer stabila faktorer. Den hämtar värme 100 meter ner i marken och därför påverkas den i mindre omfattning av andra faktorer som exempelvis brukarbeteende. Personen jämför med frånluftsvärmepumpen som är mer beroende av brukarbeteendet. Den får behandla öppning och stängning av fönster och dörrar vilket kan göra att den får mer kall luft att behandla säger personen.

Studenterna har även samlat olika värmesystem som sällan förekommer i Lerums kommun, exempelvis pellets och jordvärmepump. Där har de upptäckt att ingen av dessa udda värmesystem har hamnat inom träffsäkerheten på +/- 10 %. Person 1 förklarar att anledningen till dessa avvikelser möjligtvis kan vara att beräkningsprogrammen är anpassade för de lite mer vanligare värmesystemen, exempelvis frånluftsvärmepump och bergvärmepump med kombinationer.

Vid användning av solceller säger person 1 att enligt BBR så får husägaren reducera i energiberäkningen den energin som husägaren kan använda sig av. Dock har energirådgivarna inte bara dragit av energin från endast solcellerna, utan vad hela anläggningen producerat. Person 2 förklarar att denna miss uppstod i samband med deras premier, att nollenergihus skulle erhålla 50 000 kronor, men då stod det inget om solceller. Detta gjorde att energirådgivarna helt enkelt fick räkna på hela anläggningen. Personen förklarar vidare att detta är ytterligare en förändring de vill göra till det nya paketet år 2016. Annars är personen väldigt nöjd med deras system.



## Intervju med energiberäkningskunnig person, 13 maj 2015

Personen har erfarenhet av energiberäkningar sedan 5 år tillbaka. Personen arbetar med att modellera större byggnadsbestånd för att kunna göra energiberäkningar på. Istället för att titta på energiberäkningarna från byggnad till byggnad studeras distrikt upp till hela städer. Det är ingen större skillnad på hur energiberäkningarna utförs trots de olika nivåerna.

Energiberäkningarna utförs genom att flerzonsmodeller ställs upp i en professionell programvara och indata matas in. Branschstandarden är att indata hämtas från "Sveby" som bygger på undersökningar och mätstudier. Till skillnad från tidigare då det användes graddagar används nu för tiden oftast timbaserade, dynamiska modeller vid energiberäkning. Detta innebär att en fast temperatur som temperaturskillnaden räknats ut emot inte anges. Utan istället räknas på avgiven effekt från värmesystemet så får den balansera sig själv genom styrning, enligt personen.

När det kommer till energiberäkningarna på enbostadshusen i Lerums kommun har studenterna märkt skillnader i noggrannhet. Enligt personen är det möjligt att det på småhus är vanligt att mindre seriösa aktörer anlitas som använder en Excel-mall. Detta ger hela yrkeskåren dåligt rykte, när vem som helst kan utföra en energiberäkning. Att energiberäkningarna skiljer sig i noggrannhet tror personen också kan bero på att alla parametrar ibland inte kommer med i beräkningen. Oftast beror noggrannheten på hur energiberäkningen specificeras eller att det används ett fast värde på X antal kWh/m<sup>2</sup>/år medan det i andra fall läggs in som en effekt över en tid. Detta kan göra ganska stor skillnad i noggrannhet i slutet. Sen är det stor skillnad på dem som jobbar med energiberäkningar på heltid.

Det vanligaste sättet att utföra en energiberäkning är enligt personen genom de dynamiska summeringarna. Men energiberäkningarna blir aldrig bättre än värdena som stoppas in. Energiberäkningarna blir också olika utförda beroende på hur mycket erfarenhet personen som verkställer energiberäkningarna har.

Studenterna har en hypotes om att det skulle vara lättare att få seriösa energiberäkningar om de standardiseras på samma sätt som energideklarationerna är standardiserade. Personen håller med om att redovisningen inte är standardiserad på samma sätt som i energideklarationerna men anser att beräkningarna är ganska standardiserade med tanke på att det i flesta fall används samma indata. Detta är viktigt i anbudsskedet men det finns fortfarande mindre seriösa aktörer som väljer att räkna på ett annat sätt och då är det svårt att konkurrera på lika villkor.

Det är svårt att komma nära energideklarationerna enligt personen eftersom brukarbeteendet spelar in så kraftigt. Personen nämner ett fall där sex identiska enbostadshus har energianvändning som skiljer sig +/- 25 %. Det är det som är det luriga enligt personen, att anpassa beräkningarna till brukarbeteendet.

Annars så är de flesta parametrarna med i energiberäkningarna enligt personen, men fördelningen mellan parametrarna är inte alltid rätt. En del parametrar underskattas och en del underskattas. Ett bra exempel på detta är, enligt personen, värdena från leverantörer på FTX-aggregat, värmepumpar och liknande som ibland har lite väl generös verkningsgrad. VVC-förluster (cirkulerande varmvatten i flerbostadshus) är en parameter som ändrats eftersom

tiden det ska ta för varmvattnet att komma fram förkortades 2006-2007 vilket leder till att VVC-förlusterna är större än vad som först troddes.

Personens bästa tips till någon som vill utföra en energiberäkning utan professionell hjälp är att inte göra det överhuvudtaget. Studenterna undrar om personen ser någon mening i att ställa ett krav från Boverkets sida att det skall utföras av en kunnig person. Personen tycker att det inte låter helt fel, men att det räcker med att vara kunnig inom området. Det behövs alltså inte ställas krav på utbildning utan att det räcker att jobba med det och ha erfarenhet av det.

Personen pratar också om energihuskalkyler, standardiserade indatamallar. Några kommuner och några beställare står bakom sådana för att få enhetliga beräkningar i anbudsskedet.

Personen känner att han saknar en osäkerhetsanalys i energiberäkningarna eftersom värdena som stoppas in i energiberäkningarna till stor del är osäkra. Det sägs att det resultatet som anges är deras bästa gissning, men det kommer vara fel varje gång. Men det har börjat komma mer sannolikhetsfördelningar som resultat, även om personen inte sett det så mycket i Sverige. Personen anser att det är viktigt att skilja på den sista raden i energiberäkningarna och om det är rätt i förluster och tillskott. Eftersom den specifika energianvändningen kan stämma bra överens, men att det ändå är fel i beräkningen. Då ser det ut som att beräkningen är rätt och detta blir problematiskt när det är dags att titta på åtgärder.

En annan problematik är zonindelningen, det kan vara väldigt olika laster i olika zoner men att de beräknas som en zon. Då smetas, enligt personen, allting ut på ett sätt som inte blir riktigt rätt. Eftersom det kan vara så att det finns ett kylbehov på sydsidan, samtidigt som det finns ett värmebehov på norrsidan. När allt sätts i en zon blir det +/- noll enligt personen.

## Indata till referenshusen

- Husen har placerats med Landvetter som klimatort, dvs i zon IV
- Den sida av huset med störst fönsterarea är placerad mot norr
- Inomhustemperatur är 21 °C
- Våringspåslag 4 kWh/m<sup>2</sup>, år
- Belysning: 4 W/m<sup>2</sup> kl 6-8 och 18-23 alla dagar
- Övrig hushållsel: 3,5 W/m<sup>2</sup> kl 6-8 och 18-23 alla dagar, 50 % övrig tid
- Personvärme: 1 W/m<sup>2</sup>, närvarotid 14 tim/dygn enligt Sveby, kl 18-8
- Varmvattenanvändning: 20 kWh/m<sup>2</sup>, år enligt Sveby

# Mätning av byggnadens energianvändning



NAMN		
ADRESS		
FASTIGHETS BETECKNING		
A <sub>temp</sub> - Yta som värms till mer än 10 °C	m <sup>2</sup> (Hittas i er projekterade energiberäkning)	
INT. SLUTBESKED – DATUM – ÅÅ-MM-DD	-	-
VÄRMESYSTEM / MODELL		
ELANVÄNDNING ENLIGT VÄRMESYSTEMETS SKÄRM	Datum:	kWh
MÄTARSTÄLLNING PÅ HUSETS ELMÄTARE	Datum:	kWh
MÄTPERIOD, 12 månader – ÅÅ-MM-DD	Start:	Avslut:
ANNAN TILLFÖRD ENERGI		
BRASKAMIN INSTALLERAD – ÅÅ-MM-DD	-	- EJ BRASKAMIN: <input type="checkbox"/>
BRASKAMIN – ANVÄNDNING UNDER VINTERHALVÅRET	Några ggr/vecka <input type="checkbox"/>	Några ggr/månad <input type="checkbox"/>
HUSHÅLLELSEL		

Ort och datum

Namnteckning

.....

Kontakta gärna kommunens Energirådgivare vid frågor.

**Kopia av detta dokument skickas ifyllt till:**

*Lerums kommun*

*Sektor Samhällsbyggnad/Bygglovsenheten*

*443 80 Lerum*

Energi- och klimatrådgivare Peter Rosengren 0302-52 12 23 & Erik Elgered 0302-52 15 38  
energiradgivning@lerum.se