

# Energiuppföljning av Portvakten och Limnologen

Eva-Lotta Kurkinen, Azar Neisari och Johan Nordén

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



# Energiuppföljning av Portvakten och Limnologen

Eva-Lotta Kurkinen, Azar Neisari och Johan Nordén

## **Abstract**

### **Energy monitoring of Portvakten and Limnologen**

Portvakten and Limnologen are two multifamily apartment building areas with massive wooden framework which were built by Martinson in Växjö city, Sweden. Portvakten is designed to meet passive house energy requirements which is 45 kWh / m<sup>2</sup> per year and Limnologen is built to consume energy less than 90 kWh / m<sup>2</sup> per year.

This report evaluated the actual energy consumption and compared with the estimated value in design phase. The result is also compared with the previous studies that conducted by graduate students and Energikontor Sydost as well as energy declarations.

The evaluation shows that the result may vary as much as 10% depending on when and by whom previous studies is done. Energy follow-up has been divided into residential electricity, domestic hot water and heating demand. For both areas the amount of estimated domestic hot waters usage was higher than actual consumption while heating demand was much higher in reality in comparison with projected amount. Residential electricity consumption was almost as the planned values.

Both areas comply with design goals of 45 and 90 kWh / m<sup>2</sup> per year in specific energy. It should however be noted that energy plans were designed with good margin. Portvakten did not meet the first energy plan of 38 kWh / m<sup>2</sup> per year, neither did Limnologens meet 55 kWh / m<sup>2</sup> per year. Measured values are around 42 kWh / m<sup>2</sup> per year for Portvakten and 66 kWh / m<sup>2</sup> per year for Limnologen.

Key words: evaluation of energy use, multifamily apartment building areas, massive wooden framework

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2015:50  
ISBN 978-91-88001-74-0  
ISSN 0284-5172  
Borås 2015

# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Abstract</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>Innehållsförteckning</b>              | <b>4</b>  |
| <b>Förord</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>Sammanfattning</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>1 Inledning</b>                       | <b>7</b>  |
| 1.1 Syfte                                | 7         |
| 1.2 Metod                                | 7         |
| <b>2 Beskrivning av byggnaderna</b>      | <b>8</b>  |
| 2.1 Portvakten                           | 8         |
| 2.1.1 Byggnadsbeskrivning                | 9         |
| 2.1.2 Tidigare studier och uppföljningar | 10        |
| 2.2 Linnologen                           | 11        |
| 2.2.1 Byggnadsbeskrivning                | 12        |
| 2.2.2 Tidigare studier och uppföljningar | 13        |
| <b>3 Resultat av mätuppföljningarna</b>  | <b>14</b> |
| 3.1 Portvakten                           | 14        |
| 3.2 Linnologen                           | 14        |
| <b>4 Diskussion</b>                      | <b>16</b> |
| <b>5 Slutsats</b>                        | <b>18</b> |
| <b>6 Referenser</b>                      | <b>20</b> |

## Förord

Denna rapport är en del av forskningsprojektet Energi och klimateffektiva byggsystem som finansierats av Energimyndigheten, Riksbyggen, Betongkonsortiet, Martinsons, Göteborg Energi, SP och Skånska Energikonstruktioner Produktion AB. Den här delen av arbetet har bestått av att utföra energiuppföljningar på Portvakten och Limnologen. Arbetet hade inte varit möjligt utan hjälp från följande personer och föreningar:

Stefan Olsson, Energikontor Sydost AB  
Henrik Runehagen, Växjö Energi  
Brf Limnologen1 och Limnologen 2  
Simon Rudin, TM  
Anders Persson, Midroc Property Development AB

Hjälpen har bestått av att tillhandahålla mät- och projekteringsdata för de aktuella byggnaderna.

## Sammanfattning

Portvakten och Limnologen i Växjö är två områden med flerfamiljshus som byggts med massiv trästomme från Martinsons. Portvakten är projekterad för att klara passivhuskraven på 45 kWh/m<sup>2</sup>,år i specifik energianvändning och Limnologen är byggd för att ligga på en nivå under 90 kWh/m<sup>2</sup>,år i specifik energianvändning.

I den här rapporten följs den verkliga energianvändningen upp och jämförs mot projekteringsberäkningarna. Uppföljningen jämförs också mot tidigare uppföljningar som genomförts av examensarbetare, Energikontor Sydost och mot energideklarationerna.

Resultaten visar att beroende på när och av vem uppföljningen är utförd kan resultatet variera så mycket som 10%. Uppföljningen har delats upp i fastighetsel, tappvarmvatten och uppvärmning. För båda Portvakten och Limnologen har projekterad tappvarmvattenanvändning varit högre än verklig förbrukning medan uppvärmningen har varit betydligt högre i verkligheten än vad som projekterats. Fastighetselen har stämt väl överens med projekteringen.

Båda områdena uppfyller med god marginal de uppsatta målen på 45 respektive 90 kWh/m<sup>2</sup> och år i specifik energianvändning. Det ska då påpekas att energiprojekteringarna var utförda med god marginal. Portvaktens första energiprojektering på 38 kWh/m<sup>2</sup> och år klarades inte. Det gjorde inte heller Limnologens projektering på 55 kWh/m<sup>2</sup> och år. Uppmätta värden ligger på ca 42 kWh/m<sup>2</sup> och år för portvakten och 66 kWh/m<sup>2</sup> och år för Limnologen.

# 1 Inledning

Att följa upp energianvändningen i nybyggda bostäder efter ett antal år bidrar till ökad kunskap om den verkliga energiprestandan för husen, indikationer på vad som inte stämt i projekteringen samt vad vi kan göra bättre i framtiden. Att samla på sig erfarenheter från andra byggprojekt är ett sätt att stärka kompetensen inom lågenergibygandet i hela Sverige.

Portvakten och Limnologen är två flerbostadshus i Växjö som är uppförda med byggsystemet CLT (Cross Laminate Timber) från Martinsons i Bygdsiljum. Båda husen har enligt sina respektive energideklarationer uppvisat en betydligt lägre energianvändning än gällande normkrav i BBR. Det ska då tilläggas att husen också är projekterade för en lägre användning. Portvakten är tex uppförd enligt passivhuskriterierna. Både Portvakten och Limnologen har förekommit i flera forskningsprojekt, då främst för att utvärdera träbyggnadstekniken för flerbostadshus men också för uppföljning av inomhusmiljö och energianvändning (Frantz Å. (2008), Rosenkilde A., Jarnerö K. & Axelson M. (2008), Serrano E. (2009)). Forskningsprojekten har bland annat varit Framtidens Trähus och EU-projektet Concerto SESAC. Energianvändningen har främst följts upp i Portvakten (Olsson S. (2013), Imsirovic A & Alajbegovic F. (2013), Kildsgaard I. & Prejer E. (2011)). Resultaten varierar beroende på för vilket år uppföljningen är utförd.

I det här arbetet har ytterligare två energiuppföljningar genomförts, en för Limnologen (år 2012) och en för Portvakten (år 2010-2012). Dessa uppföljningar stärker redan tidigare kunskap om byggnaderna och visar på att energianvändningen för båda byggnaderna ligger på en ganska stadig nivå.

## 1.1 Syfte

Arbetets syfte är att följa upp energianvändningen i Portvakten och Limnologen samt jämföra utfallet mot tidigare uppföljningar och projekterat värde. Resultaten används för att utreda anledningen till eventuella skillnader samt ge rekommendationer för framtida projekteringar av liknande byggsystem.

Faktorer som beaktas vid analysen är:

- Använt simuleringsverktyg
- Indata i simuleringsmodellen
- Normalårskorrigerering
- Innetemperatur
- Brukarbeteende
- Effekt av värmelagring

## 1.2 Metod

Mätdata för året 2012 har erhållits från Växjö Energi för Limnologen. För Portvakten kommer mätdata från Energikontoret Sydost för åren 2010-2012. Normalårskorrigerering är utförd enligt SMHIs graddagsindex. Beräkningsindata är jämfört mot SVEBYs rekommendationer för indata.

## 2 Beskrivning av byggnaderna

### 2.1 Portvakten

Portvakten i Växjö är ett område som består av flera olika flerfamiljshus som är byggda i olika etapper. Det här projektet avser bara de två byggnaderna som kallas Portvakten söder och som i rapporten bara benämns som Portvakten.

Portvakten består av två huskroppar som byggdes under 2008 och var inflyttningsklart 2009. Hyresbostäder AB i Växjö fungerade som byggherrar och är också ägare av fastigheterna. Några samarbetspartner i byggprojektet var Energikontor Sydost, NCC (generalentreprenör), Martinssons (konstruktör och leverantören av väggelement) och IV Produkt Växjö (konstruktören och leverantören av ventilationssystemet). Målet med byggnaderna var att uppföra höghus med massiv trästomme och passivhusteknik. Detta för att få ned den specifika energianvändningen till 45 kWh/m<sup>2</sup> och år. Boverkets byggregler vid samma tidpunkt var max 110 kWh/m<sup>2</sup>,år i specifik energianvändning.



Figur 1 Portvakten Söder, Växjö



## 2.1.1 Byggnadsbeskrivning

Tabell 2.1 Byggnadsdata för Portvakten enligt bygglovshandlingar inkomna till Växjö kommun 2008-07-03

| Utformning och storlek                         |                     |
|--|---------------------|
| Byggnadsår                                     | Inflyttning 2009    |
| Huskroppar                                     | 2 st friliggande    |
| Våningsplan                                    | 8 st                |
| Lägenheter                                     | 64 lägenheter       |
| Uppvärmad yta ( $A_{temp}$ ) (Hus 007 och 008) | 5714 m <sup>2</sup> |

| Klimatskalet  |                    |  |
|---|--------------------|--|
| U <sub>m</sub> -fönster och dörrar                      |                    | 1,0 W/m <sup>2</sup> K                 |
| U <sub>m</sub> -ytterväggar                             | Massivträ plan 2-8 | 0,098 W/m <sup>2</sup> K               |
|   | Betongplan         | 0,126 W/m <sup>2</sup> K               |
| U <sub>m</sub> -tak (Yttertak viktat)                   |                    | 0,08 W/m <sup>2</sup> K                |
| U <sub>m</sub> -grund (Bottenplatta viktat)             |                    | 0,097 W/m <sup>2</sup> K               |
| U <sub>m</sub> -hela klimatskalet inklusive köldbryggor |                    | 0,26 W/m <sup>2</sup> K                |
| Lufttäthet  |                    | 0,2 l/s och m <sup>2</sup> vid ± 50 Pa |
| Solskydd  |                    | Fönster med solskyddsglas              |

| Installationer                              |   |
|---|---|
| Uppvärmning                                 | Fjärvärme                                   |
| Ventilation                                 | FTX (plattvärmeväxlare) med 85% återvinning |
| Avlopp                                      | Återvinning av avloppsvärme                 |
| Varmvatten                                  | Fjärvärme                                   |
| Individuell mätning av värme och varmvatten | Ja  |
| Inomhustemperatur                           | 21 °C                                       |

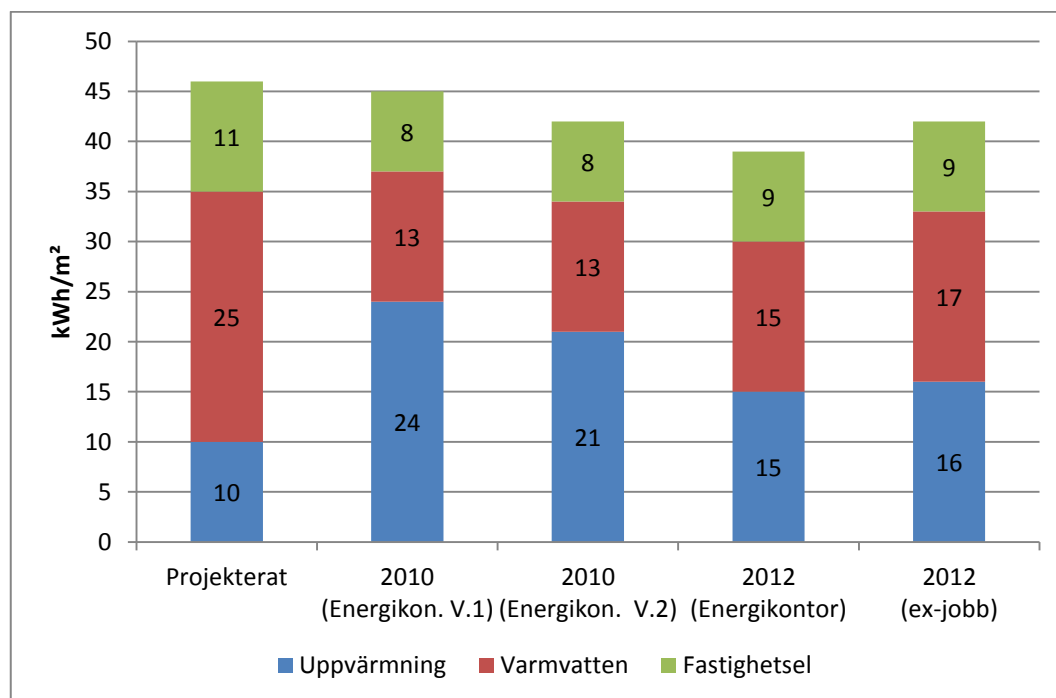
| Projekterad energianvändning (Hus 007 och 008)  |   |        |
|---|---|--------|
| Beräkningsprogram   | IDA 3.0   | DEROB* |
| Hushålsel (schablon) (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år)  | 30  | 30     |
| Fastighetsel (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år)  | 10  | 11     |
| Varmvatten (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år)  | 18  | 25     |
| Uppvärmning (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år)   | 10  | 10     |
| Specifik energianvändning   | Beräknad till 38 kWh/m <sup>2</sup> och år för att ha marginal för att klara det projekterade värdet på 45 kWh/m <sup>2</sup> |        |
| Energiprestanda enligt energideklaration (Hus 008)<br>Beräknat för A <sub>temp</sub> 2377 m <sup>2</sup> vilket är 197 m <sup>2</sup> mindre än i projekteringsberäkningen. | 65 kWh/m <sup>2</sup> och år (mätår 2010) varav 16 kWh/m <sup>2</sup> och år är fastighetsel.                                 |        |

\*Beräknat inom forskningsprojektet Framtidens Trähus och har använts som jämförelse vid tidigare energiuppföljningar.

## 2.1.2 Tidigare studier och uppföljningar

Förutom energideklarationen så har både Energikontor Sydost (Olsson S, 2013) och två examensarbetare (Imsirovic A & Alajbegovic F, 2013) utfört energiuppföljning av Portvakten. Detta arbete innefattar även en utvärdering av spillvattenvärmeväxlaren som visar sig ha en återvinning på 2,9 kWh/m<sup>2</sup>. Projekterat värde var 6 kWh/m<sup>2</sup>. Den första uppföljningen genomfördes av Energikontor Sydost redan år 2010 då husen varit i drift under knappt ett och ett halvt år. Resultaten visade då på en betydligt lägre varmvattenförbrukning än projekterat och ett mycket högre uppvärmningsbehov. Detta förklarades med att ett stort antal av lägenheterna fortfarande var outhyrda under den aktuella mätperioden. Därför gjordes också en senare uppföljning under 2012 (Olsson S. 2013 och Imsirovic A & Alajbegovic F. 2013). Det bör också påpekas att 2010 var ett ovanligt kallt år vilket ökar osäkerheten hos normalårskorrigeringen. Samtliga resultat redovisas i figur 2.

Dessa mätresultat är jämförda mot ett projekterat värde på 46 kWh/m<sup>2</sup> och år som har räknats fram inom forskningsprojektet Framtidens Trähus. Programmet DEROB har använts. Energiberäkningen som lämnats in till Byggnadsnämnden i Växjö har däremot NCC utfört i Programmet IDA 3.0 och ligger på 38 kWh/m<sup>2</sup> och år. Anledningen till att jämförelsen gjorts mot beräkningen utförd inom Framtidens Trähus tros vara att dessa är utförda i ett senare skede och det har varit möjligt att anpassa dessa efter verkligheten i större utsträckning än vid själva projekteringsutförandet.



**Figur 2** Samtliga resultat av tidigare uppföljningar utförda av Energikontor Sydost och av examensarbetare.

Beroende på vem och när uppföljningarna är utförda skiljer sig resultaten åt något, spridningen är ca 10 %.

## 2.2 Limnologen

Limnologen i Växjö består av fyra huskroppar med vardera 8 våningsplan. Husen byggdes under 2007 och var inflyttningsklara 2008. Midroc Property Development var byggherre. Martinsons levererade byggsystemet av massivträ och Midroc Projects AB byggde husen som totalentreprenad. Husen ägs nu av bostadsrättsföreningen Brf Limnologen 1 och Brf Limnologen 2. Då flerbostadshusen började byggas var dessa med sina åtta våningar de högsta massivträbostäderna i Europa. Limnologen ingick också i EU-projektet Concerto SESAC med syfte att uppföra ekologiskt riktiga byggnader med bra energiprestanda. Byggnaderna projekterades mot ett energimål på 90 kWh/m<sup>2</sup> och år vilket är 20 % under då gällande energikrav på 110 kWh/m<sup>2</sup> och år.



**Figur 3** Kv Limnologen, Växjö

## 2.2.1 Byggnadsbeskrivning

Tabell 2.2 Byggnadsdata för Limmologen1 Hus2 enligt energiberäkning utförd i ENORM 2006-09-28

| <b>Utformning och storlek</b> |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| Byggnadsår                    | Inflyttning 2008 för etapp 1 |
| Huskroppar                    | 1 st                         |
| Våningsplan                   | 8 st                         |
| Lägenheter                    | 33 st                        |
| Uppvärmad yta ( $A_{temp}$ )  | 3656 m <sup>2</sup>          |

| <b>Klimatskalet</b>                        |  |
|--|--|
| $U_m$ -fönster och dörrar                  | 1,2 W/m <sup>2</sup> K   |
| $U_m$ -ytterväggar                         | 0,16 W/m <sup>2</sup> K  |
| $U_m$ -tak                                 | 0,12 W/m <sup>2</sup> K  |
| $U_m$ -grund                               | 0,26 W/m <sup>2</sup> K reducerad till 0,195 W/m <sup>2</sup> K på grund av markeffekt |
| $U_m$ -hela klimatskalet inkl. köldbryggor | 0,38 W/m <sup>2</sup> K  |
| Lufttäthet                                 | 0,8 beräknat och 0,19 l/sm <sup>2</sup> vid ±50 Pa uppmätt                             |
| Solskydd                                   | -  |

| <b>Installationer</b>                       |                       |
|---|-----------------------|
| Uppvärmning                                 | Fjärrvärme, golvvärme |
| Ventilation                                 | FTX                   |
| Avlopp                                      | Ingen återvinning     |
| Varmvatten                                  | Fjärrvärme            |
| Individuell mätning av värme och varmvatten | Ja                    |
| Inomhustemperatur                           | 20 °C                 |

| <b>Projekterad energianvändning</b>  |  |
|--|--|
| Beräkningsprogram  | ENORM  |
| Hushålsel  | 39 kWh/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ och år  |
| Fastighetsel   | 8 kWh/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ och år   |
| Varmvatten   | 35 kWh/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ och år  |
| Uppvärmning  | 12 kWh/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ och år  |
| Specifik energianvändning  | Beräknad till 55 kWh/m <sup>2</sup> och år för att klara projekteringsvärdet på 90 kWh/m <sup>2</sup> och år |
| Energiprestanda enligt energideklaration. Beräknat för $A_{temp}$ 6142 m <sup>2</sup> vilket är 2486 m <sup>2</sup> större än i projekteringsberäkningen | 30 kWh/m <sup>2</sup> och år (mätår 2012) varav 14 kWh/m <sup>2</sup> och år är fastighetsel                 |

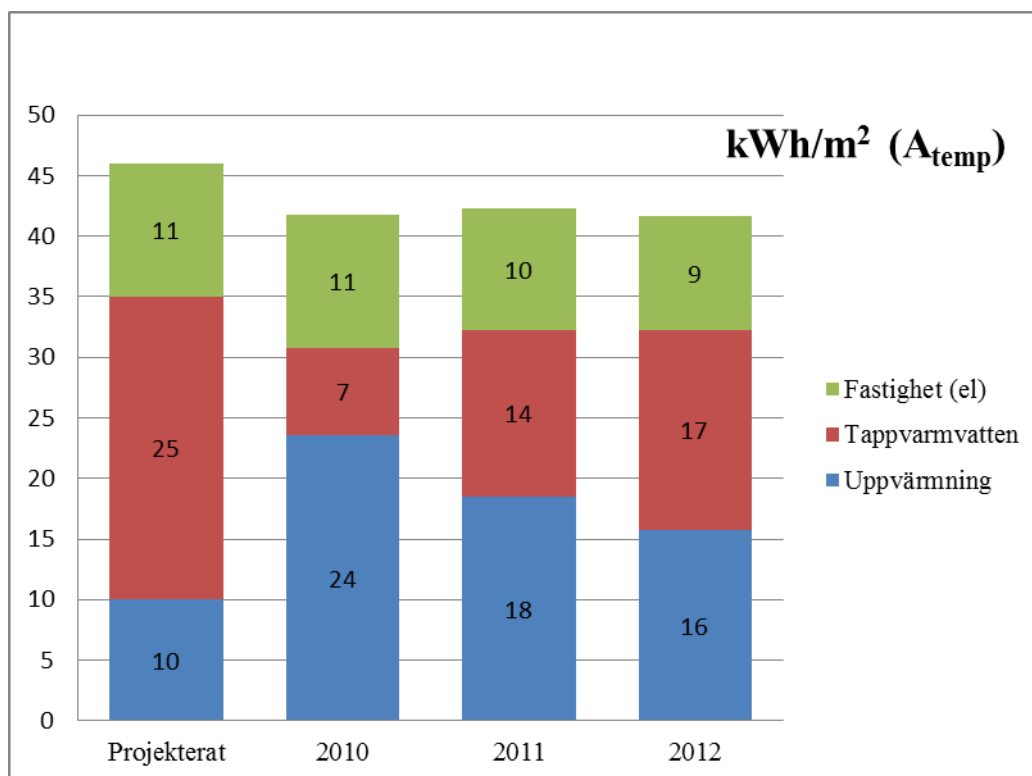
## 2.2.2 Tidigare studier och uppföljningar

Linnologen är främst uppföljd med avseende på de produktionstekniska lösningarna som är kopplade till de massiva träväggarna samt den minskade miljöpåverkan dessa ger i form av lägre utsläpp av CO<sub>2</sub>. Energiuppföljning har skett i samband med energideklarationen för mätåret 2012. I energideklarationen har det dock visat sig att ett felaktigt, och betydligt högre värde på  $A_{temp}$  har använts för att räkna ut byggnadens energiprestanda vilket resulterat i ett för lågt värde. Vid användning av mätdata för 2012 och korrekt värde på  $A_{temp}$  blir energiprestandan 59 kWh/m<sup>2</sup> och år och detta stämmer väl överens med den framräknade specifika energianvändningen på 55 kWh/m<sup>2</sup> och år.

## 3 Resultat av mätuppföljningarna

### 3.1 Portvakten

Mätdata har erhållits från Energikontor Sydost och finns för åren 2010 till 2012. Separata mätare har funnits för värme, varmvatten och fastighetsel för vilket gjort att det varit möjligt att hålla isär de olika posterna för de båda huskropparna, vilka benämns Hus 007 och Hus 008. Resultaten av uppföljningarna visas i figur 4. Även här har vi valt att jämföra resultaten mot det beräknade värdet från Framtidens Trähus på 46 kWh/m<sup>2</sup> (A<sub>temp</sub>). Samtliga mätdata är normalårskorrigerade och värdena som redovisas gäller för båda fastigheterna.



**Figur 4** Resultat av verklig energianvändning i Portvakten, Hus007 och Hus008, Växjö

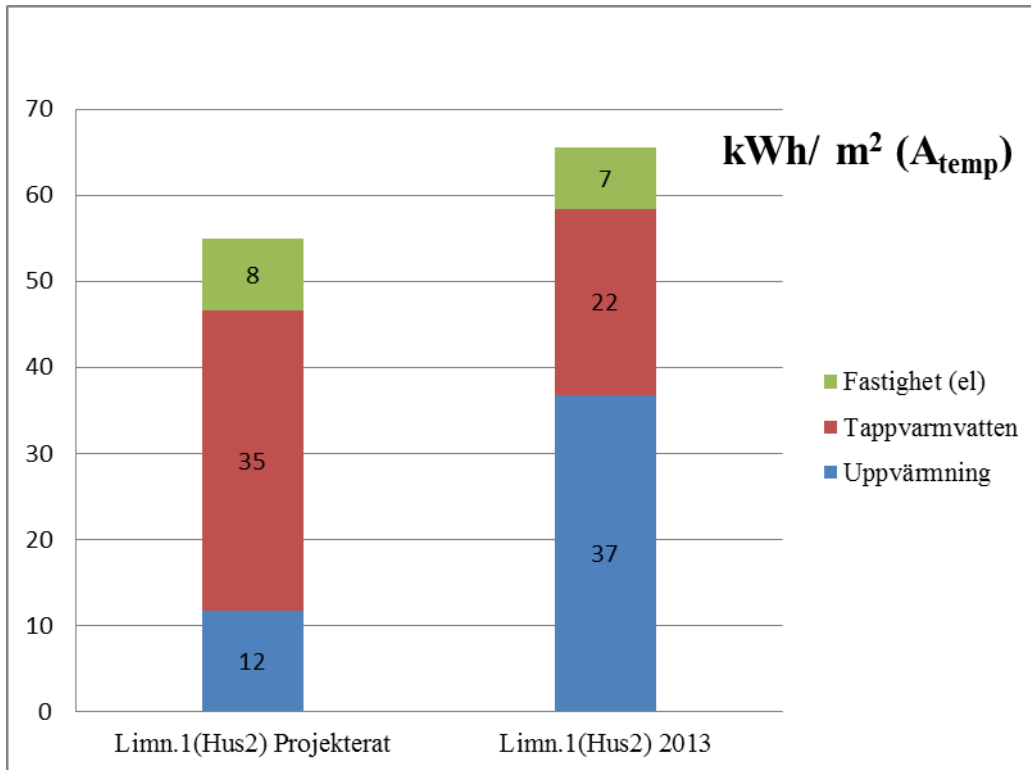
Uppföljningen visar att totala energianvändningen är mindre än projekterat värde. Och för samtliga år är värdet under kravet för passivhus som ligger på 45 kWh/m<sup>2</sup> och år.

2010 var husen inte fullt uthyrda vilket ledde till högre värmebehov men lägre tappvarmvattenanvändning. Under åren 2011 och 2012 var den specifika energianvändningen 42 respektive 41 kWh/m<sup>2</sup> (A<sub>temp</sub>) och år. Andelen för uppvärmning har minskat från år 2010 men ligger fortfarande över projekterat värde. I takt med att samtliga lägenheter har blivit uthyrda så har också varmvattenanvändningen ökat.

### 3.2 Limnologen

Mätdata har erhållits från Växjö Energi för året 2013. Separata värden för inkommen fjärrvärme fördelat på uppvärmning och varmvatten har funnits. Då data från de olika centralerna studerats har det framgått att det funnits en betydande förlust i fjärrvärmedistributionen från huvudcentralen och ut i husens olika tappställen. Värdet från huvudcentralen har ansetts vara det mest tillförlitliga och förlusterna har fördelats jämt

mellan uppvärmning och tappvarmvatten med en viss justering kopplat till vattenflödesstorlekarna. Energiprojekteringen har TM Konsult AB utfört och programmet Enorm 1000 version 1.02 har använts. Mätresultaten visas i figur 5.



**Figur 5** Limnologen 1 (Hus2)

Resultatet av uppföljningen visar att verklig fastighetsel ligger nära beräknat värde medan uppvärmningsbehovet är mycket större och tappvarmvattenanvändningen betydligt mindre. Totalt är den verkliga specifika energianvändningen på 66 kWh/m<sup>2</sup> och år högre än det projekterade på 55 kWh/m<sup>2</sup> år, men betydligt mycket lägre än målet på under 90 kWh/m<sup>2</sup> och år.

## 4 Diskussion

Generellt kan konstateras att både Portvakten och Limnologen har en låg energi-användning och båda husen uppfyller med god marginal det uppsatta målen på 45 respektive 90 kWh/m<sup>2</sup> och år i specifik energianvändning. Det ska då påpekas att energiprojekteringarna var utförda med god marginal. Portvaktens första energi-projektering på 38 kWh/m<sup>2</sup> och år klarades inte. Det gjorde inte heller Limnologens projektering på 55 kWh/m<sup>2</sup> och år.

Energiprojekteringarna är utförda olika noggrant för de båda områdena. För Portvakten har programmet IDA använts och för Limnologen har ENORM använts. IDA är ett detaljerat program som också kan beräkna termisk komfort i olika zoner. Programmet är dynamiskt och tar hänsyn till klimatvariationer och solinstrålning från olika vinklar samt luftläckage. ENORM är ett betydligt enklare program som främst används för att skapa en snabb och enkel bild över förväntad energianvändning i byggnader. ENORM bygger på schablonvärden och förenklingar av bland annat solinstrålning vilket också medför en något sämre överensstämmelse mot verkligheten jämfört mot IDA-beräkningen. (Beräknat 55 och uppmätt 65 kWh/m<sup>2</sup> och år för Limnologen och beräknat 38/46 och uppmätt 41 kWh/m<sup>2</sup> och år för Portvakten.)

Studeras de enskilda posterna så som varmvattenanvändning, fastighetsel och uppvärmning syns det att det är fastighetselen som stämmer bäst överens med projekterat värde. Projekterad tappvarmvattenanvändning ligger högre för båda byggprojekten, 25 kWh/m<sup>2</sup> och år för Portvakten och 35 Wh/m<sup>2</sup> och år för Limnologen. 25 kWh/m<sup>2</sup> och år för tappvarmvatten i flerbostadshus är det värde som SVEBY förespråkar att man bör anta. Att det ligger lägre för Portvakten är troligt eftersom där finns värmeåtervinning på tappvarmvattnet (spillvattenvärmeväxlare). Enligt projekteringsberäkningarna ska besparingen ligga på ca 6 kWh/m<sup>2</sup> och år medans det uppmätta värdet via Imsirovic A och Alajbegovic F. (2013) visar på en besparing av 2,9 kWh/m<sup>2</sup> och år. En annan bidragande orsak till att lägre värden är uppmätta för båda objekten kan vara att de har individuell mätning på tappvarmvattnet. I Portvakten har man även energi- och vattenbesparande köks- och tvättställsblandare.

Projekterad energianvändning för uppvärmning är den posten som skiljer sig mest i jämförelsen för de båda objekten. Projekteringsvärdena är 10 respektive 15 kWh/m<sup>2</sup> och år för Portvakten respektive Limnologen medan de uppmätta värdena för 2012 är 16 respektive 37 kWh/m<sup>2</sup> år. En snabb överslagsberäkning enbart baserad på respektive byggnads U-medelvärde och ett uppvärmningsbehov motsvarande 100 000 gradtimmar skulle ge en transmissionsförlust motsvarande 26 kWh/m<sup>2</sup> och år respektive 38 kWh/m<sup>2</sup> och år för Portvakten respektive Limnologen. Observera att detta inte är några värden som kan användas vid en energiprojektering utan endast fungera som en fingervisning över klimatskalets prestanda men genom att jämföra dessa mot projekteringsberäkningarna kan konstateras att de sistnämnda är räknade lågt.

En förklaring till att energianvändningen för uppvärmningen är högre än beräknat skulle kunna vara att inomhustemperaturen varit högre. För beräkningen av Portvakten antogs inomhustemperaturen 21 °C och för Limnologen 20 °C. Inga mätdata över den verkliga innertemperaturen har funnits att tillgå men beräkningar utförda inom projektet Framtidens Trähus för Portvakten visar att temperaturen i en representativ lägenhet har en temperatur som varierar runt 23 °C över året. Enkätundersökningar har också genomförts för båda objekten på hur de boende uppfattar inommiljön som visar att inga klagomål på för kallt klimat har funnits vilket gör att vi kan förmoda att temperaturen varit över 20 °C i samtliga lägenheter. Extra energisimuleringar som utförts för Portvakten inom Framtidens Trähus visar att om man höjer innetemperaturen med 2 °C motsvarar detta en



extra energianvändning på 4 kWh/m<sup>2</sup> och år. Det vill säga har temperaturen varit 24 °C istället för 21 °C skulle det ge en beräknad energianvändning på 16 kWh/m<sup>2</sup> och år istället för 10 kWh/m<sup>2</sup> och år. 16 kWh/m<sup>2</sup> och år för uppvärmning av Portvakten är faktiskt det uppmätta för år 2012.

Vid analysen av mätdata för uppvärmning och varmvatten för Limnologen konstaterades stora förluster från fjärrvärmens huvudcentral och ut till undercentralerna i huset. Förlusterna var så stora som 15 kWh/m<sup>2</sup> och år fördelat på hela husets  $A_{temp}$ . De projekterade förlusterna för värme och varmvatten var tillsammans 4 kWh/m<sup>2</sup> och år vilket innebär att huset har 11 kWh/m<sup>2</sup> och år i extra förluster som inte tagits hänsyn till i projekteringen. Adderar vi dessa extra förluster till energiprojekteringen hamnar värdet på 66 kWh/m<sup>2</sup> och år vilket är samma som det uppmätta för året 2013.

## 5 Slutsats

Arbetet med att följa upp energianvändningen i Portvakten och Limnologen samt jämföra utfallet mot tidigare uppföljningar och projekterat värde resulterar i följande konstateranden:

- Både Portvakten och Limnologen har en energianvändning som ligger betydligt lägre än målen vid uppförandet. Portvakten hade ett mål på under 45 kWh/m<sup>2</sup> och år och Limnologens mål var under 90 kWh/m<sup>2</sup> och år. För att vara säkra på att målen skulle uppfyllas projekterades husen för en betydligt lägre användning. Portvakten projekterades för 38 kWh/m<sup>2</sup> och år och Limnologen projekterades för 55 kWh/m<sup>2</sup> och år. Energiuppföljningarna visar att Portvakten har en uppmätt specifik energianvändning på runt 42 kWh/m<sup>2</sup> och år medan Limnologen har motsvarande uppmätta värde runt 65 kWh/m<sup>2</sup> och år.
- Utfallet av en mätuppföljning kan variera så mycket som 10 % beroende på vem som utfört den. Detta trots att samma mätdata har använts. En förklaring skulle kunna vara hur normalårskorrigeringen är utförd samt vilket värde för  $A_{temp}$  som har använts. En annan anledning kan också vara hur man fördelat och tagit hänsyn till värmeförluster från fjärvärmecentralen och ut till de olika tappställena i husen.
- Storleken på  $A_{temp}$  har stor betydelse då den specifika energianvändningen räknas fram i enheten kWh/m<sup>2</sup> och år. Både för Portvakten och Limnologen figurerar olika värden på  $A_{temp}$ . För Limnologen har t ex en nästan dubbelt så stor  $A_{temp}$  använts i energideklarationen vilket resulterat i ett alldeles för lågt värde i energiprestanda. För Portvakten används också olika värden på  $A_{temp}$  men här är skillnaden inte så stor. Ett värde som är 197 m<sup>2</sup> mindre än det projekteringsvärdet används i energideklarationen.
- Skillnaden mellan projekterat värde och uppmätt värde är störst för den energi som används för uppvärmning. Nästan dubbelt så mycket för Portvakten och drygt tre gånger så mycket för Limnologen.. Den stora skillnaden för Limnologen kan förklaras genom att beräkningen utförts i ett mindre noggrant program (ENORM jämfört mot IDA) samt att stora förluster från fjärvärmens huvudcentral in till husens undercentraler har mätts upp. De beräknade förlusterna för värme och varmvatten är 4 kWh/m<sup>2</sup> och år medan de uppmätta är 15 kWh/m<sup>2</sup> och år. Den faktiska innetemperaturen har också stor betydelse men tyvärr har det inte funnits någon mätdata loggad över detta. Beräkningar från Kildsgard (2011) visar att en temperaturökning med 2 °C i Portvakten resulterar i 4 kWh mer energianvändning per m<sup>2</sup> och år för uppvärmning. Det går heller inte att tyda från beräkningarna om något vädringspåslag på 4 kWh/m<sup>2</sup> och år har gjorts i enlighet med SVEBYS rekommendationer.
- Rekommenderat värde från SVEBY för varmvattenanvändning i flerbostadshus på 25 kWh/m<sup>2</sup> och år stämmer väl med värdena som är uppmätta i Portvakten och Limnologen om man tar hänsyn till värmeåtervinningen från spillvattnet. Inget av husen överskrider detta värde. Kan också delvis bero på individuell mätning och debitering av varmvatten samt energi- och vattenbesparande köks- och tvättställsblandare
- Någon koppling till termisk massa och låg energianvändning har inte kunnat göras men däremot kan konstateras att båda objekten är mycket lufttäta med uppmätta värden på under 0,2 l/sm<sup>2</sup> vid ±50 Pa.

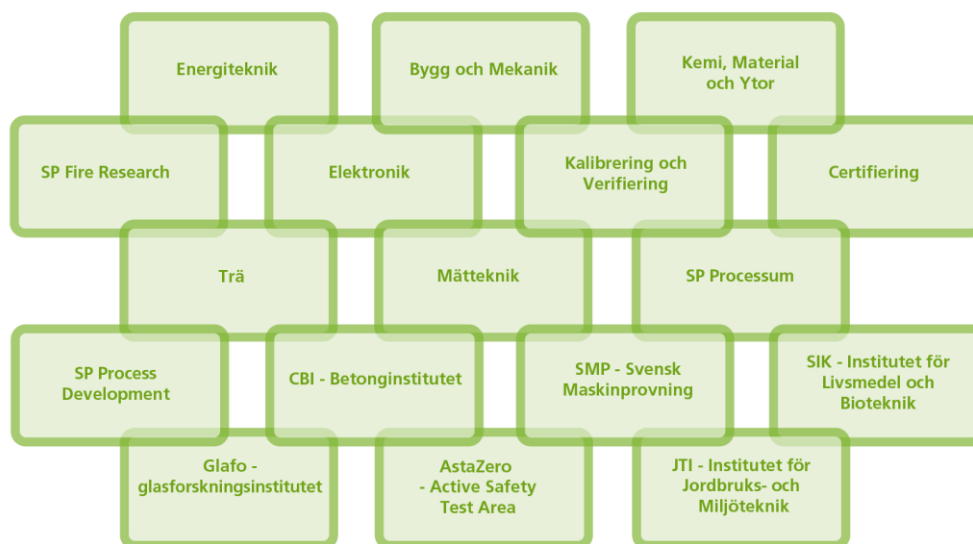
- Tydliga riktlinjer och rekommendationer krävs för att energiuppföljningar ska kunna jämföras mot varandra och mot projekterade värden. I energideklarationerna som är tänkta att ge en rättvis jämförelse mot andra byggnader är det mycket lätt att göra fel på antal m<sup>2</sup>. Det finns inte heller någonstans där man kan ange vilken innetemperatur byggnaden haft vilket kan resultera i att energideklarationen är utförd för en byggnad med betydligt lägre eller högre temperatur. Som indikeras i mätningarna på Portvakten har även hushållselen stor betydelse för uppvärmningsbehovet.
- En annan osäkerhet är hur normalårskorrigeringen har gjorts. Speciellt gäller detta ovanligt varma eller kalla år, exempelvis år 2010.

## 6 Referenser

- Frantz Å., 2008, *Limnologen – Inblick i svenskt träbyggande*, Examensarbete nr TD 009/2008 avdelningen för byggteknik vid Växjö universitet.
- Jarnerö K., 2008, *Tekniska data för byggprojektet – Kv Limnologen i Växjö*, SP Rapport 2008:19 SP Trätek
- Rosenkilde A., Jarnerö K., Axelson M., 2008, *Flervåningshus med trästomme – Uppföljning av Kv Limnologen och Kv Rya, Rydebäck*, SP Rapport 2008:18
- Serrano E., 2008/rev 2009, *Uppföljnings- och dokumentationsprojektet Limnologen. Översikt och delprojektrapporter i sammanfattning*, Växjö Universitet Report No 47
- Olsson S., 2013, *Wood Frame Passive house in eight stories Portvakten*, Växjö, Passivhus Norden 2013 s. 328-335
- Imsirovic A., Alajbegovic F., 2013, *Uppföljning av energiprestanda samt boendes upplevelser av Portvakten Söder*, Examensarbete Linneuniversitetet Institutionen för teknik.
- Slutredovisning av Demonstrationsprojekt inom Energimyndighetens program för Passivhus och Lågenergihus, demonstrationsprojekt 2006:09; Portvakten Söder
- Kildsgaard I., Prejer E., 2011, *Framtidens trähus- energieffektiva med god innemiljö Documentation of project's development, planning, and building phases Building's energy performance*. Report B1986 IVL.
- Energideklaration Portvakten 1*, Boverket 2011
- Energideklaration Limnologen 1*, Boverket 2013
- SVEBY, 2012, *Brukarindata Bostäder*. Version 1.0, 2012-10-10

### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

[www.sp.se](http://www.sp.se)

Mer information om SP:s publikationer: [www.sp.se/publ](http://www.sp.se/publ)

SP Rapport 2015:50

ISBN 978-91-88001-74-0

ISSN 0284-5172