

ENERGIUPPFÖLJNING AV KÄNGURUN 18



LÅGAN Rapport maj 2014

Maria Skarrie
Peter Cottman

HUSVÄRDEN

KÄNGURUN 18
MÖLNDAL

ENERGIUPPFÖLJNING AV KÄNGURUN 18 - LÅGAN SLUTRAPPORT




Antal sidor: 14
Projekt nr: 8618210
Maria Skarrie

Göteborg 2013-05-28
Bengt Dahlgren AB

Peter Cottman

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	SIDA
1 INLEDNING.....	4
2 BAKGRUND.....	5
3 RESULTAT	6
3.1 Energianvändning	6
3.2 Avvikelser	10
4 ENERGI OCH MILJÖ.....	11
5 INOMHUSKLIMAT.....	11
6 FINANSIERING	12
7 INFORMATION	13
8 DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	14

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	4
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

1 INLEDNING

Kängurun 18, Mölndal ingår i LÅGAN – ett projekt som stödjer uppförandet av energieffektiva byggnader.


I projektet Kängurun 18 har en energiberäkning upprättats i ett mycket tidigt skede, som därefter förfinats under projekteringsskedet och slutligen har en sista energiberäkning gjorts för den färdiga byggnaden.

Enligt BBR skall den beräknade energianvändningen följas upp mot den verkliga energianvändningen inom en två-årsperiod. Detta ingår även i LÅGAN-projektet.

Syftet med energiberäkningen var att säkerställa att Kängurun 18 uppfyllde ställda krav avseende energianvändning. De krav som fanns var att uppfylla GreenBuilding, dvs 75 % av BBR-kravet, och Miljöbyggnad GULD som är 65 % av BBR-kravet. BBR kravet för denna byggnad är 100 kWh/m², år och således är målet som skall uppnås 75 kWh/m², år resp 65 kWh/m², år (värme+fastighetsel). Som övergripande målsättning fanns att byggnaden skulle uppfylla GreenBuilding-kravet inklusive verksamhetsel, dvs den totala mängden köpt energi skulle maximalt vara 75 kWh/m², år.

Energiberäkning visade att såväl BBR-krav som GreenBuilding- och Miljöbyggnads-krav uppfylldes då total mängd köpt energi till byggnaden beräknades till 46 kWh/m², år (värme+fastighetsel). Enligt beräkningen uppfylldes dock inte målet om att total köpt energi till byggnaden (fastighetsenergi + verksamhetsenergi) på 75 kWh/m², år då beräkningen resulterade i 89 kWh/m², år.

Byggnaden har varit i full drift sedan årsskiftet 2010/2011 varpå fem uppföljningar gjorts. Den senaste uppföljningen bygger på mätdata för driftsperioden januari-december 2013. Uppföljningen visar att energianvändningen motsvarande BBR-kravet (fastighetsel+ värme) nu mätts till 37 kWh/m², år och total köpt energi (fastighetsenergi + verksamhetsenergi) mätts till 75 kWh/m², år. Detta innebär att energimålet för byggnaden om att underskrida GreenBuilding-kravet på 75 kWh/m², år inklusive verksamhetsel uppfylls.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	5
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

2 BAKGRUND

Kängurun 18, Mölndal är en byggnad som enbart innehåller kontorsverksamhet. Byggnaden ägs av Husvärden och som enda hyresgäst är teknikkonsulten Bengt Dahlgren AB. Hyresgästen var tidigt involverad i planering och projektering av byggnaden. Inflyttning skedde 2010/2011.

Tidigt i processen formerades viktiga mål för den nya byggnaden:

- Nära till allmänna kommunikationer
- Värdeskapande – för företaget och medarbetarna
- Energieffektivt
- Kostnadseffektivt att bygga
- Underhållseffektivt
- Baserat på våra grundläggande värderingar **Helhetssyn Engagemang Spetskompetens Nytänkande**

En av de viktigaste målsättningarna för byggnaden var att den skulle vara energieffektiv och på så sätt visa på ett tydligt exempel för medarbetare och kunder att det verkligen går att bygga ett hus som både använder lite energi och har ett bra inomhusklimat. De tekniska lösningarna som valdes för att uppfylla dessa krav har som gemensam nämnare att de alla är behovsstyrda. Detta gäller för ventilationssystemet såväl som för belysningsystemet. En grundtanke med de tekniska systemen är att de är lätta att underhålla vilket egentligen innebär att systemen skall bygga på enkla principer och att deras funktioner utnyttjas maximalt.

Nedan beskrivs de tekniska systemen mer i detalj.

Värme:

Fjärrvärme
Radiatorer sekvensstyrda med tilluftsdonen
Värme återvinns från kylmaskin för serverrum och KK-rum

Kyla:

Uteluftsvärmepumpar för värme/kyla till luftbehandlingsaggregat
Värmepumparna är placerade framför avluftsgallren
Vätskekylmaskin till serverrum och KK-rum

Luftbehandling:


Ventilation styr på närvaro- och temperaturgivare i tilluftsdonen
Variabelt flöde i tre steg; frånvaroflöde → närvaro min → närvaro max
Dubbla aggregat med hög återvinning och låg el-energianvändning

Kraft och belysning:

Behovsstyrd belysning (närvaro + dagsljus)
Eluttag (50%) i kontoren styrs på närvaro

Klimatskal:

Krav – mycket fönster (hyresvärd och antikvarie)
 $U_{\text{fönster}} = 0,85 \text{ W/m}^2, \text{ K}$ inklusive karm
 $U_{\text{vägg}} = 0,2 \text{ W/m}^2, \text{ K}$
 $U_{\text{medel}} = 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	6
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

Solavskärmning:

Utvändig motoriserad solavskärmning av lameller
 Effektiv styrning – fälls ner vid kylbehov och kalla klara vinternätter vid värmebehov (termoseffekt, dvs behålla värmen inomhus),
 tvingas upp vid sol ute och värmebehov inne (tillvarata gratisenergi)

Solceller 50 m² (motsvarar ca 5 000 kWh el/år)

All el och fjärrvärme som köps in är märkt med Bra Miljöval enligt Naturskyddsföreningen

3 RESULTAT

Kängurun 18, Mölndal ingår i LÅGAN – ett projekt som stödjer uppförandet av energieffektiva byggnader.


I projektet Kängurun 18 har en energiberäkning upprättats i ett mycket tidigt skede, som därefter förfinats under projekteringsskedet och slutligen har en sista energiberäkning gjorts för den färdiga byggnaden.

Enligt BBR skall den beräknade energianvändningen följas upp mot den verkliga energianvändningen inom en två-årsperiod. Detta ingår även i LÅGAN-projektet.

Byggnaden har varit i full drift sedan årsskiftet 2010/2011 varpå fem uppföljningar gjorts. Den senaste uppföljningen bygger på mätdata för driftsperioden januari-december 2013. Uppföljningen visar att energianvändningen motsvarande BBR-kravet (fastighetsel+ värme) nu mätts till 37 kWh/m², år och total köpt energi (fastighetsenergi + verksamhetsenergi) mätts till 75 kWh/m², år. Detta innebär att energimålet för byggnaden om att underskrida GreenBuilding-kravet på 75 kWh/m², år inklusive verksamhetsel uppfylls.


3.1 Energianvändning

Energianvändningen presenteras både för det beräknade värdet och de mätta värdet. För de tidsperioder som inte omfattar ett helt år har mätningarna kompletterats med en prognos för de månader som byggnaden inte varit i drift för att ändå få jämförbara värden på årsbasis. Prognoser baseras på en jämförelse mellan beräknade värden och mätta värden för de månader som byggnaden verkligen varit i drift.

	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida 7
		Projektnr 8618210
PETER COTTMAN		Datum 2013-05-28

Jämförelsen resulterar i nedanstående fördelning av byggnadens totala energianvändning, dvs inkl. verksamhetsel.

	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]
	Beräkning	Mätning jan-dec 2011	Mätning jan-aug / prognos 2012	Mätning jan-nov / prognos 2012	Mätning jan-dec 2012	Mätning jan-dec 2013
Ventilationsaggregat	1	2	1	1	1	2
Värmesystem	20	15	14	22	19	17
Tappvarmvatten (inkl. kök)	3	3	3	3	3,5	3,5
Återvinning värme; serverkyla	-9	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>
Värmeförsörjning	15	20	18	26	24	22,5
Kylbehov; klimat	11	6	6	6	6	4
Distributionsförluster värme/kyla	1,5	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>	<i>ingår i värmesystem ovan</i>
Fläktar, pumpar, hiss, VAVdon etc	19	12	11	11	12	11
Solceller	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Fastighetsel	18	11	10	10	11	10
Fastighetsenergi totalt	46*	37	34	42	41	37
Verksamhetsel (belysning, datorer, kontorsutrustning etc.)	18	25	24	22,5	22	23,5
Kylmaskin; server	4	4	4	4	4	4
El; server	12	8	8	8	8	7,5
Telefonförstärkare						
Köksutrustning	3	1,5	2,5	2	2	1,9
Brand, passage, inbrott, styr- och övervakning	2	1,5**	2**	2**	2**	1,5**
Belysningsstyrning	0,4					
Visualiseringskärmar	0,4					

	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida 8
		Projektnr 8618210
PETER COTTMAN		Datum 2013-05-28

	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]	Specifik energianvändning [kWh/m ² , år]
	Beräkning	Mätning jan-dec 2011	Mätning jan-aug / prognos 2012	Mätning jan-nov / prognos 2012	Mätning jan-dec 2012	Mätning jan-dec 2013
Bastu	0,2					
Fasadskylt + fasadbelysning	2,9					
Släckutrustning serverrum	0,2					
Verksamhetsel totalt	43 exkl. säkerhetsmarginal	41	40,5	39	38	38
Totalt	89	78	74,5	81	79	75
U-medel [W/m²,K]	0,40	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

*inkl. säkerhetsmarginal 20%

**summan för alla beräknade mätpunkter är angiven.

”Gratisenergi”

	Specifik energianvändning [kWh/m ²]	Specifik energianvändning [kWh/m ²]	Specifik energianvändning [kWh/m ²]	Specifik energianvändning [kWh/m ²]	Specifik energianvändning [kWh/m ²]	Specifik energianvändning [kWh/m ²]
	Beräkning	Mätning jan-aug / prognos 2011	Mätning jan-aug 2012 / prognos 2012	Mätning jan-nov 2012 / prognos 2012	Mätning jan-dec 2012	Mätning jan-dec 2013
Återvinning värme; serverkyla	- 9	-8	-12	-12	-11,5	-10,5
Solceller	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Enligt den senaste statistikuppföljningen är den verkliga energianvändningen (värme+ fastighetsel) ca 20 % lägre än beräknat. Om även verksamhetsenergin inkluderas är den verkliga totala energianvändningen ca 16 % lägre än beräknat.

I diagram 2 och 3 nedan redovisas köpt energi (värme, fastighetsel, verksamhetsenergi).

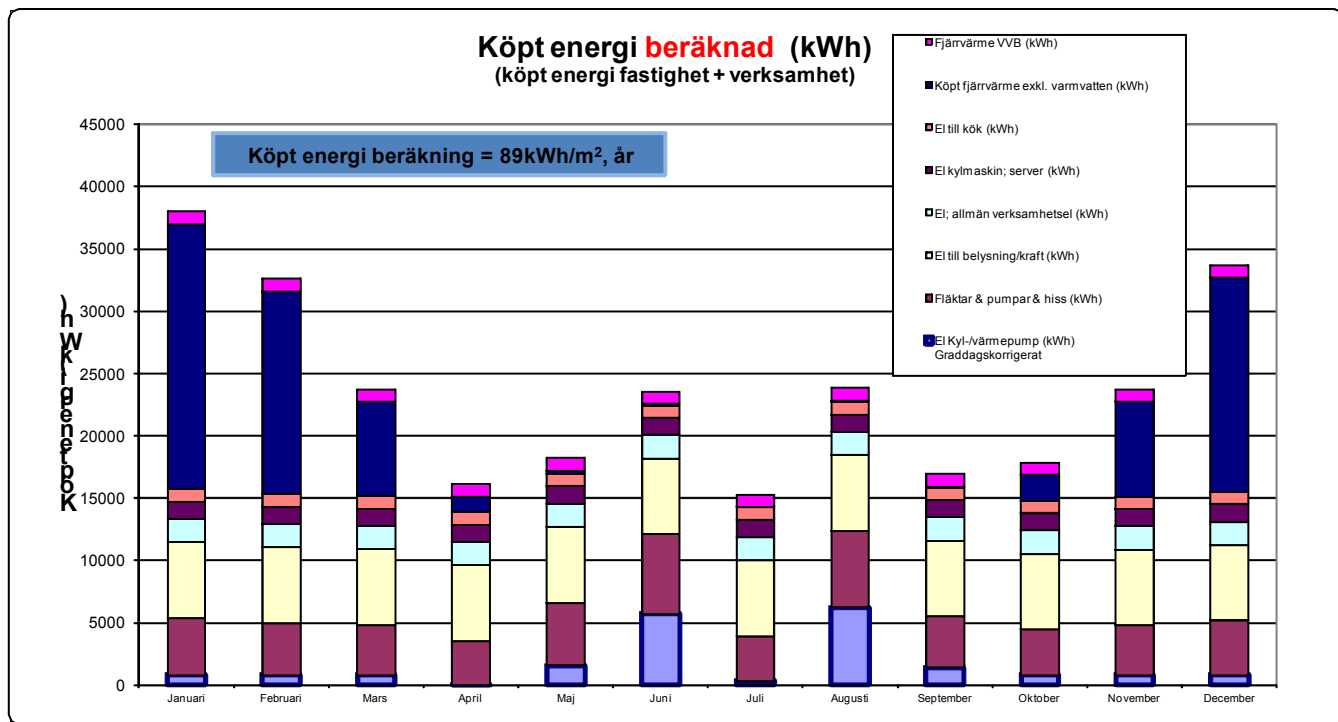


Diagram 1 Totalt köpt energi (fastighet + verksamhet) baserat på beräkningar för Kängurun 18.

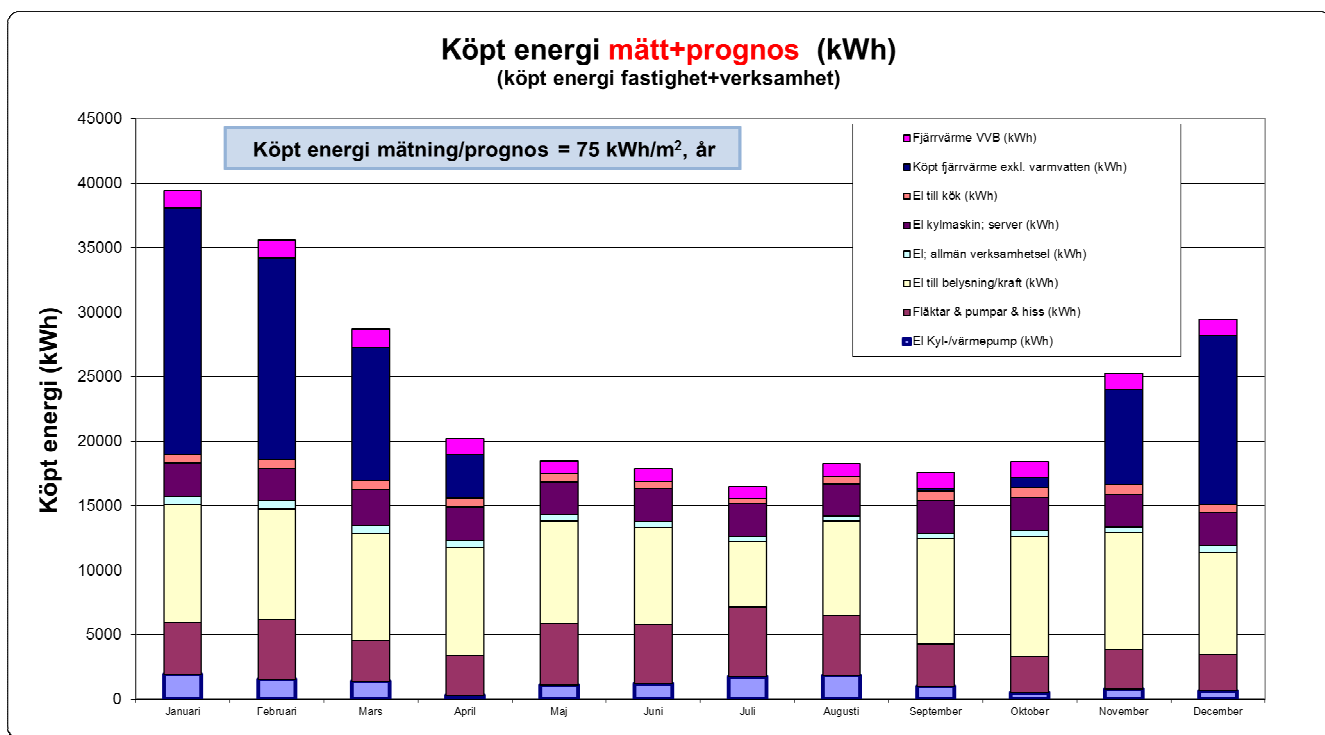



Diagram 2 Totalt köpt energi (fastighet + verksamhet) baserat på mätningar januari- december 2013 och prognos för Kängurun 18.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida 10
		Projektnr 8618210
PETER COTTMAN		Datum 2013-05-28

3.2 Avvikelser


Under drifttiden det första året kan ett antal avvikelser från indata i beräkning ses. Det har inte gjorts någon vidare analys om orsaker, men till varje avvikelse som nämns har en kommentar angivits. Avvikelserna har sammanställts i tabell 1.

Indata	Beräkning	Verklighet	Kommentar
Rumstemperatur (börvärden); närvaro	Min 20 °C Max 25,5 °C (PPD<10%)	Min 22 °C Max 23 °C	Börvärdena fick höjas/sänkas pga av att brukarna tyckte att det var för kallt resp. för varmt. Detta tror vi slagit igenom mest på värmesidan. Stomlagring påverkar möjligheten att uppfylla börvärden vid närvaro.
Rumstemperatur (börvärden); ej närvaro	Min 18 °C Max 28 °C	Min 21 °C (dag) Max 24 °C (dag) Min 19 °C (natt) Max 26 °C (natt)	
Medelluftflöde dagtid; vinter	0,83 l/s, m ²	0,58 l/s, m ²	Trolig orsak är att närvaron på kontoret har varit lägre än beräknat. Detta får till följd att ventilationen krävt mindre luft än beräknat pga dess närvarostyrning. Dessutom kan den öppna planlösningen medföra större sammanlagringseffekter än beräknat.
Kylbehov	Maximalt luftflöde sommar 2,6 l/s, m ²	Maximalt luftflöde sommar 1,9 l/s, m ²	Troliga orsaker till att byggnaden använt mindre kyla än beräknat trots att börvärdet varit lägre än beräknat kan vara: - Närvaron av människor och därmed belastningen av internlast har varit lägre än beräknat. - Solavskärmningen är bättre än beräknat.
Verksamhetsenergi; el till belysning, datorer, kontorsutrustning	18 kWh/m ² , år	22 kWh/m ² , år	Belysningen har sedan byggnaden driftsattes justerats och därigenom har energianvändningen för belysning minskat ca 1,5 kWh/m ² , år.
Verksamhetsenergi; el övrigt	21 kWh/m ² , år	11 kWh/m ² , år	Många av beräkningarna bygger på schabloner. Rimligt är att anta att dessa är för höga.

Tabell 1 Avvikelser från beräkning för Kängurun 18.

Det har kontinuerligt pågått förbättringar och justeringar av inställningar på de i byggnaden ingående systemen. Detta har bidragit till att byggnadens energianvändning minskat sedan den driftsattes.

Det skall tilläggas att viss korrigering av den kalla sommarperioden har gjorts för att kylenergibehovet inte skall bli orimligt lågt jämfört med ett normalår.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	11
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

Utetemperaturberoende energiposter har i uppföljningarna sedan 2012 korrigerats med energi-index. Föregående uppföljningar har korrigerats mot graddagar. På samtliga elmätare har mätvärdena korrigerats med hänsyn till mätonoggrannhet där ett påslag gjorts som varierar mellan 5-7 %.

4 **ENERGI OCH MILJÖ**

Energi och miljö är två aspekter som har ett tydligt samband. I denna byggnad märks detta bland annat genom att man valt att köpa både fjärrvärme och el med låga koldioxidutsläpp, i detta fall energi miljömärkt med Bra Miljöval. Detta ger en årlig mängd koldioxidutsläpp på ca 520 kg CO₂/år vilket skall jämföras med om vi istället valt att köpa ”vanlig” fjärrvärme och el då siffran skulle varit ca 17 100 kg CO₂/år. Om vi istället skulle ha byggt ett BBR-hus (värme +komfortkyla+ fastighetsel 100 kWh/m²,år) och köpt ”vanlig” fjärrvärme och el skulle koldioxidutsläppen bli ca 50 100 kg CO₂/år.

För att översätta detta till lite mer greppbara jämförelsetal kan sägas att koldioxidutsläppen, genom att köpa energi märkt med Bra Miljöval, motsvarar en flygresor för en person från Stockholm till Chicago. Skulle vi istället köpt ”vanlig” fjärrvärme och el skulle en person kunna ta sig tre varv runt jorden med flyg och slutligen och skulle vi byggt ett hus enligt BBR-kraven skulle en person kunna ta sig 9 varv runt jorden med flyg.

El Bra Miljöval – 0,001 kg CO₂/kWh

El Mölndals Energi ospec – 0,4102 kg CO₂/kWh

Fjärrvärme Bra Miljöval – 0,006 kg CO₂/kWh

Fjärrvärme Mölndals Energi – 0,113 kg CO₂/kWh


5 **INOMHUSKLIMAT**

För att säkerställa inomhusklimatet i Kängurun 18 genomfördes 2013 en enkätundersökning bland medarbetarna. Enkäten var utformad med 11 frågor med fem svarsalternativ. Av de 147 personer som blev inbjuden till att svara uppnåddes en svarsfrekvens på 83 %. Resultatet från enkätundersökningen visar att 95 % av medarbetarna är nöjda med inomhustemperaturen under sommarhalvåret och 63 % under vinterhalvåret. 93 % av medarbetarna är nöjda med luftkvaliteten vid sin arbetsplats.

Slutsatsen från enkätundersökningen visar att inomhustemperaturen är bra större delen av året. För att få en tydligare bild vad som kan vara orsaken till den höga missnöjdheten vid ett vinterklimat har noggrannare studier av inomhustemperaturen genomförts.

Fem slumpmässigt utvalda arbetsplatser, på byggnadens fem olika plan, där det har funnits klagomål på inomhustemperaturen har valts ut för vidare studier.

Temperaturmätningar visar att den riktade operativa temperaturen och rumstemperaturen vid medarbetarnas arbetsplatser är mellan 21-23 °C vid en utetemperatur på -3 °C vilket teoretiskt sätt anses vara en komfortabel inomhustemperatur vintertid.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	12
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

Vad temperaturmätningarna inte tar hänsyn är personlig upplevelse och personlig variation. Detta har även uppmärksammats i branschtidningen Energi&miljö i en artikel, Kalla händer en ny metod, publicerad 2014-04-28 diskuteras fenomenet och faktorer som ålder och kön presenterades som tänkvärda förklaringar. Studier visar att trots, på pappret, ett bra inomhusklimat finns variationer om hur personer uppfattar inomhusklimatet.

Eftersom inomhustemperaturen upplevdes som bra sommartid har inte riktad operativ temperatur eller rumstemperatur mätts på specifika arbetsplatser. Temperaturmätningar görs däremot kontinuerligt via rumsgivarna i storrummen. Mätningar visar att temperaturen håller sig inom börvärdet för sommarfallet (23 °C) ett värde för varje våningsplan, se diagram 3.

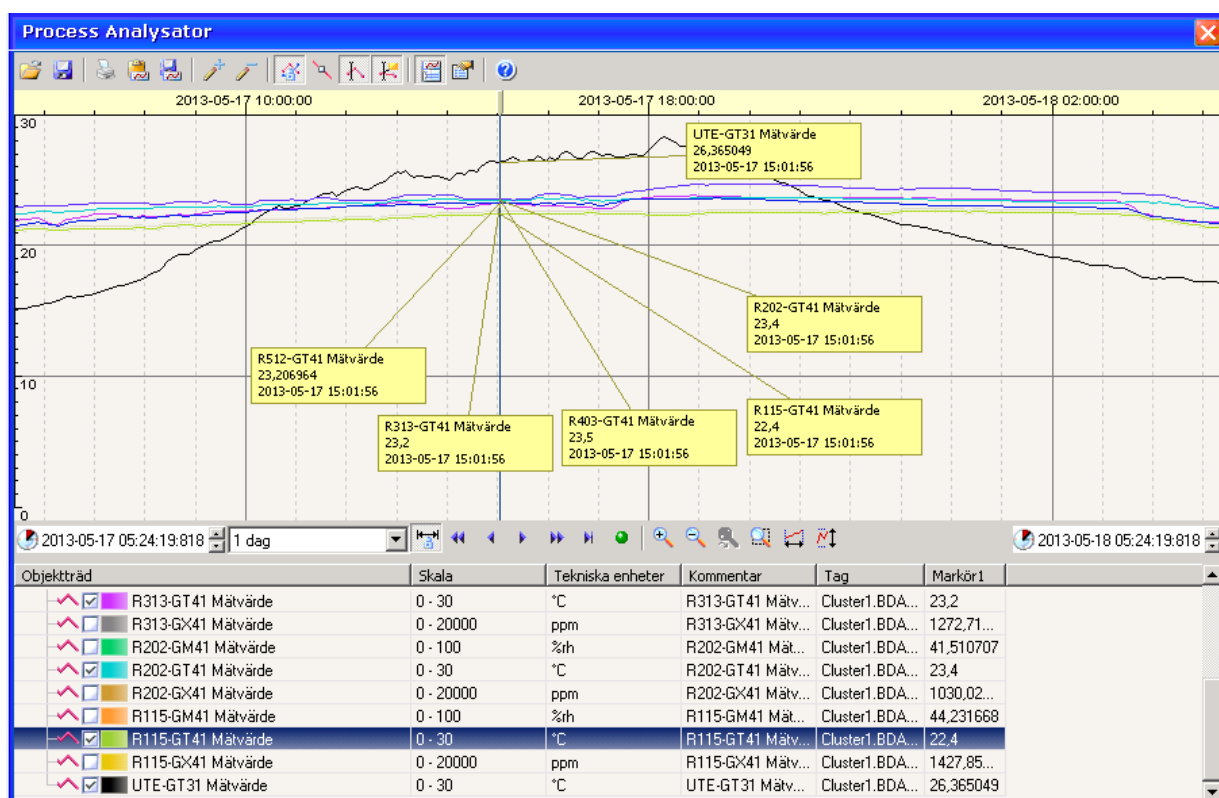



Diagram 3 Temparturmätning i storrum samtliga plan kl 15, 2013-05-17 vid utetemperatur 26,4 °C för Kängurun 18. Källa: Saia (byggnadens driftsystem).

Slutsatsen är att den relativt höga missnöjdheten med temperaturen vintertid sannolikt beror på andra faktorer än den faktiska inomhustemperaturen. Börvärdena för värme- och kylsystemen är 22 °C respektive 23 °C. För att öka nöjdheten hos den enskilde brukaren används lokala justeringar vid respektive persons arbetsplats.

6 FINANSIERING


Nedan redovisas de konstruktionsdelar, installationslösningar och produkttyper som resulterade i en merkostnad för projektet. Gemensamt för dessa var att de alla bidrar till en mer energieffektiv byggnad jämfört med vad som vanligtvis skulle ha byggts.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida 13
		Projekt nr 8618210
PETER COTTMAN		Datum 2013-05-28

MERKOSTNAD		
	Förklaring	Merkostnad (kr)
Klimatskärm		
Fasad (fönster, dörrar, vägg)	<ul style="list-style-type: none"> • 3-glas istället för 2-glas • extra isolering 	2 500 000
Grundisolering	Extra isolering	70 000
Takisolering	Extra isolering	70 000
Täthet	<ul style="list-style-type: none"> • Fler provtryckningar (2 st) • Tät anslutning bjälklag/fasad 	50 000 150 000
Solskydd	<ul style="list-style-type: none"> • Utvändiga persienner • Automatisk styrning • Höga tekniska egenskaper 	1 050 000
Värme		
Verkningsgrad		
VP återvinning kylmaskin	Återvinning av serverkyla till VS och VV	100 000
Ventilation		
Verkningsgrad		
Aktiva don	Swegon don för behovsstyrd ventilation	1 000 000
Övrigt		
Vitvaror	Energiklass A++	15 000
Belysning	<ul style="list-style-type: none"> • DALI • Dagsljusstyrning • Närvarostyrning 	1 200 000
Hissar	Regenerering	30 000
Solceller	Solceller + installation	600 000
Styr och Övervakning	26 mätpunkter (BBR-krav 3 st) Kostnad avser projektering + installation	260 000
Karusell dörr	Entréplan	200 000
Total merkostnad		7 295 000
Total investeringskostnad		95 000 000
Total investeringskostnad/m²		22 600
Total merkostnad (%)		7,7 %

7 INFORMATION

I vårt mål att skapa en byggnad med mycket låg energianvändning är informations-spridning kring hur vi projekterade samt hur byggnaden fungerar i driftsskedet en viktig del för att bidra till att skapa en långsiktig hållbar utveckling.

 BENGT DAHLGREN	HUSVÄRDEN KÄNGURUN 18	Sida	14
		Projektnr	8618210
PETER COTTMAN		Datum	2013-05-28

Sedan inflyttningen den 20/12-2010 har Bengt Dahlgren AB haft möten med beställare, projektledare och högskolor 2-3 gånger per månad i vårt kontor, där våra tankar och erfarenheter av byggnaden har presenterats. Vi har även informerat om byggnaden i branschtidningar (ex. Bygg&Teknik 2012-06) och på seminarier (ex. Passivhusdagarna 2013).

Bengt Dahlgren AB kommer även i framtiden att sprida de erfarenheter som byggnaden givit oss genom att presentera resultat och lärdomar såväl i presentationer som hålls vid besök i byggnaden som vid externa presentationer. Rapporter kommer att publiceras på vår hemsida samt internt inom BDAB's intranät.

8 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Under en byggnads första drifttid pågår kontinuerligt justeringar för att få systemen att fungera som avsett och att anpassa systemen till brukarnas beteende. Dessa justeringar och anpassningar påverkar i många fall även energianvändningen.

Efter att byggnaden nu varit i drift i tre år kan det konstateras att det är mycket viktigt att ha intresserad och kunnig driftspersonal som styr husets funktioner på de sätt som är avsedda. Detta är något som finns i denna fastighet. Det är också viktigt att ha kontinuerlig uppföljningen av fastighetens energianvändning av olika delfunktioner med hjälp av flertalet undermätare. På så sätt kan eventuella felaktigheter som ger upphov till ökad energianvändning enklare och snabbare upptäckas.

Av de kontinuerliga mätningarna och uppföljningarna att döma uppfyller byggnaden idag de energikrav som ställts.



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges Byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se

