

Energiberäkningstävlingen är ett CERBOF-finansierat delprojekt inom Sveby-programmet. Det övergripande målet har varit att samla in många beräkningar med olika beräkningsprogram av förväntad energiprestanda (specifik energianvändning) för ett utvalt nybyggt flerbostadshus.

Beräkning av ett flerbostadshus energiprestanda

– kompetensen att värdera indata är viktigare än programvaran

Avsikten har varit att resultaten ska kunna ge underlag för att bedöma vilka säkerhetsmarginaler som bör tillämpas, samt vilket behov som finns för programutveckling, utbildningar och/eller certifieringar av användare. Det har också varit av intresse att undersöka om olika resultat beror på programmens kvalitet eller på operatörens hantering av desamma. Tävligen har genomförts i två steg. I steg 1 lämnades byggnadsdata i form av ritningar och tekniska beskrivningar ut till deltagarna, dvs information som normalt är tillgänglig vid en projektering. I steg två kompletterades informationen med driftdata (innetemperatur, tappvarmvatten, hushålls- och drift-

Bild 1. Del av tävlingsbyggnaden kv Kansliet 1 i Huddinge.



el, luftflödesstorlek, verkningsgrader på växlare m.m.) och beräkningarna uppdaterades med de nya kända värdena på indata.

Varför ha en tävling i energiberäkning?

Syftet med de två stegen har varit att kunna se skillnader i resultat och spridning mellan Sveby-indata mot uppmätta driftdata, samt att få en uppfattning om olika beräkningsprogram och olika användares påverkan på resultatet i olika skeden. Beräkningarna från steg 1 avses kunna ligga till grund för byggnadslov och avtalsskrivning, medan beräkningarna från steg 2 skall kunna användas för verifiering av om huset uppfyller förväntad energiprestanda. Tävligen organiserades av en arbetsgrupp utsedd av Svebys styrgrupp. Arbetsgruppen har också tagit fram underlag till den oberoende juryn, vilken utsett de vinnande tävlingsbidragen.

Stor vikt lades vid att alla tävlingsdeltagare skulle ha samma förutsättningar och få tillgång till samma information om huset, som tillhandahölls av Svebys tävlingsledning. Fastighetsägare och energileverantörer informerades därför om att inte lämna ut någon ytterligare information som kunde varit till hjälp för beräkningarna. Ritningarna ansågs dock inte rimligt att helt oidentifiera, varför fastighetsbeteckningen och fastighetsägaren blev känd.

Oberoende jury

Vinnarna utsågs av en oberoende jury, som träffades vid fem tillfällen för att granska de inlämnade redovisningsmallarna från steg 1 och 2, samt vissa sammanställningar av materialet. Juryn bestod av ordf. Arne Elmroth, Signhild Gehlin, EMTF och Per Forsling, Fastighetsägarna Stockholm. Inkomna tävlingsresultat från både steg 1 och steg 2 analyserades av juryn. Juryn bedömde att vinnande bidrag dels skulle visa god

överensstämmelse med uppmätta energiprestanda dels att resultaten uppnåts genom att i beräkningarna använda så korrekta data som möjligt.

Vilka vann beräkningstävlingen och varför?

Det visade sig vara komplext att få fram ett korrekt värde på specifik energianvändning, varför flera korrekationer och justeringar av värdena visade sig vara helt nödvändiga. Det beror helt enkelt på att de mätningar som görs normalt för debitering inte överensstämmer med hur specifik energianvändning definierats av Boverket. Det första utgångsläget för tävlingen, att uppmätt energianvändning skulle bli avgörande facit fick därför stå tillbaka något. Ett riktvärde för uppmätt korrigerad specifik energianvändning bestämdes till 80-85 kWh/m² Atemp.

Ett stort antal av tävlingsbidragen sällades bort på grund av för stora avvikelser på redovisade delposter, trots att redovisad specifik energianvändning låg relativt nära det uppmätta korrigerade värdet.

För att kvalificeras som vinnarkandidat bedömdes bl.a. att de olika efterfrågade areorna inte fick avvika för mycket från sanno-

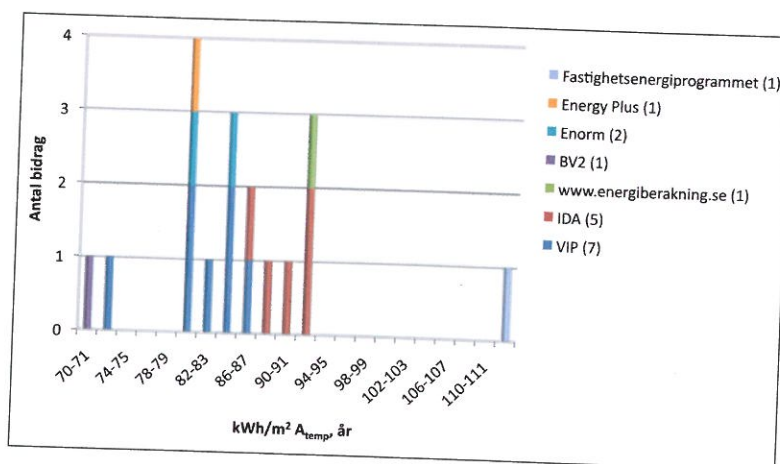
lika värden, samt att Svebys indata konsekvent använts för steg 1. Det senare har angivits som ett villkor enligt tävlingsinstruktionerna. Därefter granskades resterande bidrag utifrån de flesta poster på redovisningsmallarna, för att upptäcka eventuella oklarheter. Dessa undersöktes djupare och bidraget avfärdades om avvikelserna ansågs för stora eller för många utan godtagbar förklaring. När granskningen var klar, beslutades att utse tre vinnande bidrag (utan inbördes rangordning), vilka var utförda av:

- David Burman, Sweco
- Kajsa Flodberg NCC
- Christopher Irminger Street, NCC.

Tävlingsresultat

Av 33 anmälda bidrag lämnades 18 in till steg 1. Dessa fullföljde även steg 2. Tävlingsbidragen har gjorts av 14 olika personer från 12 olika företag. Följande beräkningsprogram har använts (antal inom parentes):

- VIP (7)
- IDA (5)
- Enorm (2)
- BV2 (1)
- Energy Plus (1).
- Fastighetsenergiprogrammet (1)
- Energiberakning.se (1)



Figur 1. Beräknad specifik energianvändning efter steg 2 från de olika tävlingsbidragen.

Spridningen av den beräknade specifika energianvändningen i de olika tävlingsbidragen visas i figur 1. Värdena ska jämföras med den uppmätta korrigerade energianvändningen på 82 kWh/m². Använda beräkningsprogram framgår också. Det är mycket stora skillnader i resultat mellan högsta och lägsta värde, även om ett stort antal bidrag ligger relativt väl samlade. Tävlingsresultaten visar också att användaren har minst lika stor inverkan på resultatspridningen som själva programvaran.

Beräkning av areor

Det tidsödande steget i en energiberäkning är att mäta upp byggnadens geometri, vilket antingen kan göras direkt på ritning eller mer eller mindre automatiskt via CAD-filer (dwg). Majoriteten av tävlingsdeltagarna redovisade en beräknad A_{temp} -area mellan 10 000 och 10 400 m², men tre bidrag skilde

sig markant från mängden, se figur 2. I diagrammet visas också vilka bidrag som använt sig av pdf-filer respektive dwg-filer som underlag för mängdningen.

Variationen för redovisade väggareor är betydligt större, se figur 3. Här har en del tävlande valt att försumma dörrarean, eller slå ihop den med fönsterarean. Det är stora skillnader i redovisade areor trots att de tävlande har haft exakt samma underlag. Det tyder på brister i kvalitetsgranskningen, olika förenklingsmetoder eller möjligen ovana att korrekt läsa ritningar.

Krav på byggnaden

Tävlingsledningen beslutade att ställa mycket preciserade krav för den tävlingsbyggnad som skulle användas. Följande kriterier skulle tävlingens byggnad uppfylla:

- Byggnaden bör vara ett nästan eller just färdigt flerbostadshus, så att uppmätta data på energi-



Per Levin,
Docent SVR,
K78, Sveby
Projekt-
engagemang



Arne Elmroth,
Prof. em SVR,
K61,



Johanna Snygg,
H. ing Bygg
Projekt-
engagemang



Per Forsling,
civ ing V, K03,
Fastighets-
ägarna
Stockholm



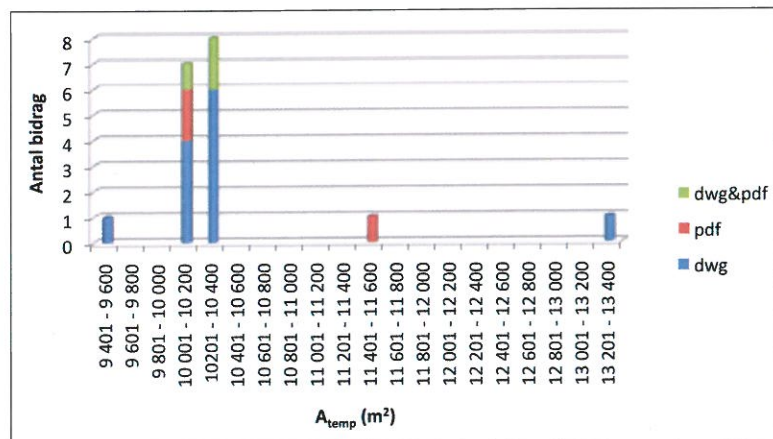
Signhild Gehlin,
civ ing S, Lu96,
EMTF

användning kan finnas en kort tid efter det att beräkningarna lämnats in.

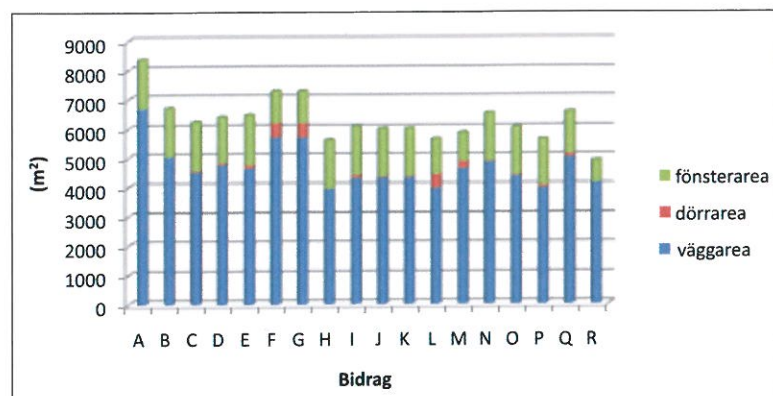
- Byggnadsort har mindre betydelse.
- Byggnaden ska inte ha alltför enkel geometri och verksamhet, utan kan t.ex. ha en lokal i bottenvåningen.
- Handlingar ska finnas som underlag för energiberäkningen. Dessa bör kunna avidentifieras.
- Byggnaden skall vara avgränsad eller fristående och kunna utrustas med mätfunktioner så att omräkning till standardiserad användning låter sig göras. Värme, tappvarmvatten, driftel och hushållsel skulle kunna mätas separat.
- Momentana mätningar av luftflöden (inkl. OVK-protokoll), luftläckning m.m. ska kunna göras.
- Byggnaden ska vara utrustad med värmeåtervinning på ventilationsluften, och byggd för att klara Boverkets byggregler (BBR 12 eller senare).

Tävlingsbyggnad

Valet av byggnad föll på Kv Kansliet i Huddinge, vilken verkade uppfylla kriterierna. Byggnaden tillhandahölls av Huga fastigheter. Byggnaden är ett 4 till 5 våningar högt flerbostadshus med 10 trapphus. Lägenhetsfördelningen är 110 hyresrätter på 1 till 5 rum och kök samt ett gruppboende, som i tävlingen räknats som sex mindre lägenheter och en på 5 rum och kök. A_{temp} -arean var inte uppmätt före tävlingen men är ca 10 200 m². Byggnaden är belägen i Huddinge, söder om Stockholm, och togs i bruk under 2008. Tävlingsdata avser kalenderåret 2009. I byggnaden finns två boplygsbara tvättstugor. I en mindre friliggande byggnad på gården finns ytterligare två tvättstugor samt förråd. Denna fristående byggnad ingår inte i tävlingen och korrigeringar för detta har utförts. Ventilationssystemet är ett till- och frånluftssystem med dubbla plattvärmeväxlare, fönstren är 3-glas med argonfyllning och grundläggning är platta på mark. Ytterväggskonstruktionen består av utfackningsväggar av träregelkonstruktion förstärkt med stålpelare. Isolertjockleken är 170+50 mm mineralull med utanpåliggande putsfasad. Byggnaden värms med fjärrvärme. Byggnaden visas i Bild 1 och 2.



Figur 2. Beräknad A_{temp} fördelat på källa för uppmätning i de olika tävlingsbidragen. Dwg-filer används i CAD-program.



Figur 3. Tävlingsbidragens beräknade ytterväggs-, fönster- och dörrareor.

	Fjärrvärme kWh/år	Fastighetsel kWh/år	TOTALT kWh/år	Fjärrvärme kWh/m ²	Fastighetsel kWh/m ²	TOTALT kWh/m ²
Uppmätta värden	1 025 700	252 088	1 277 788	100,6	24,7	125,3
Avdrag el till:						
Hushållsel för gruppboende		-21 000	-21 000		-2,1	-2,1
Gårdsbelysning		-16 000	-16 000		-1,6	-1,6
Tvättstuga på gården		-25 000	-25 000		-2,5	-2,5
Motorvärmare		-10 000	-10 000		-1,0	-1,0
Avdrag värme till:						
Tvättstuga på gården	-8 050		-8 050	-0,8		-0,8
Korrigerings för felaktiga tävlingsvärden:						
Kulvertförluster	-105 120		-105 120	-10,3		-10,3
Försämrade temp.verkn.-grad för värmesladdar från 65 % till 50 %	-75 000		-75 000	-7,4		-7,4
Driftel*		19 084	19 084		1,9	1,9
Tappvarmvatten	-197 200		-197 200	-19,3		-19,3
SUMMA	640 330	199 172	839 502	63	20	82

* Korrigering på grund av att gruppboendet ingick i lämnad information om fastighetsel i steg 2, samt avrundningsavvikelser för övriga korrekationer.

Tabell 1. Mätvärden och korrigeringar för att överensstämja med indata till beräkningarna. Energianvändningen avser år 2009 och arean avser Atemp (10200 m²). Ingen normalårskorrigerings är utförd eftersom jämförelsen sker med aktuell klimatfil.

Resultat för uppmätta värden

Uppmätta värden på fjärrvärme och fastighetsel erhöles från fastighetsägaren samt från energi- och elleverantören. De erhållna mätvärdena indikerade en betydligt sämre energiprestanda än vad som kunnat

förutses. Kontroller och preliminära undersökningar antydde brister hos såväl data som hos huset. Fastighetsägaren startade därför en utredning som komplement till tävlingsledningens besiktningar för att hitta fel i byggnaden. Resultatet av

denna utredning har sammanställts i en rapport (Bergqvist 2011). I denna utredning framkom flera olika brister i huset och att energianvändningen inte lokaliserats till de systemgränser som gäller för Boverkets definition av energiprestanda. Bl.a. upptäcktes följande: Högre tappvarmvattenanvändning, sämre års-temperaturverkningsgrad på FTX-aggregat på grund av avfrostningsproblem samt en lång utvändigt kulvert för värmedistribution, är de huvudsakliga anledningarna till den högre energianvändningen. Alla korrekationer av mätvärdena visas i Tabell 1.

Viktigt med idrifttagning

Det är tyvärr inte ovanligt att brister kvarstår i nya hus om inte en omfattande och noggrann idrifttagning görs. Vid en sådan är det mycket angeläget att uppföljande kontrollmätningar görs så att man säkerställer att all utrustning fungerar som planerat och att "bör"-värden verkligen innehålls. Även det här projektet tydliggör hur viktigt det är med relativt omfattande och noggranna mätningar.

Korrigerings för fel och BBR

Enligt BBR-kraven ska inte hushållsel ingå i mätvärdet för husets energiprestanda. Dessutom ska energi som används på tomten utanför

Bild 2. Tävlingsbyggnaden sett från gårdssidan.



Foto Per Levin

byggnaden inte heller räknas med. Korrigeringarnas storlek baseras på bedömningar utgående från inventeringar och registrerade mätningar på plats. Det bör noteras att Boverkets definition på specifik energianvändning inte överensstämmer särskilt väl med hur debiteringsmätningar normalt görs.

Korrigerat värde för byggnaden enligt BBR blir 105 kWh/m² normalår för år 2010. Uppmätt årsvärde på hushållsel var 348 763 kWh (38 kWh/m² Atemp) inklusive ett gruppboende som i Huges statistik redovisades som fastighetsdel, vilket korrigerats för i tabellen.

För att kunna jämföra resultaten från tävlingsbidragen visade det sig sålunda vara nödvändigt att också göra korrekationer för felaktigt givna indata. Trots att dessa baserades på uppmätta värden, visade de sig inte hålla måttet.

Vad har tävlingen givit för lärdomar?

Tävlingen ger upphov till bl.a. följande reflektioner:

- Det är inte tillräckligt att ha ett validerat beräkningsprogram för att få ett trovärdigt beräkningsresultat. Det är uppenbart att operatören måste vara väl förtrogen med programmet. Det syns också som om det behövs bättre kvalitetskontroll vid beräkningarna. Exempelvis borde inte grova fel i areaberäkningar få finnas. Alldeles för många direkta fel hos redovisade data har upptäckts och ofta tycks operatören inte haft känsla för storleksordningar på de utdata som presenterats.
- Det behövs betydligt större noggrannhet vid mätning av energianvändning. Ett bra mätsystem borde vara ytterst lönsamt för en fastighetsägare eftersom det då finns en god möjlighet att kontrollera att olika börvärden innehålls. Avvikelse innebär onödigt hög energianvändning eller felaktiga debiteringar. Det kan inte nog understrykas hur

FAKTA

Vad är Sveby?

Sveby står för "Standardisera och verifiera energianvändning i byggnader". I Sveby-programmet fastställer bygg- och fastighetsbranschen standardiserade brukardata för energiberäkningar och hur verifiering av energiprestanda skall gå till, dvs branschens tolkning och förtydligande av Boverkets Byggreglers funktionskrav på energihushållning. Det möjliggör ett enhetligt svar och en gemensam syn på hur mycket energi som går åt i huset. Minst lika viktigt är att det underlättar för byggherrar att beskriva och följa upp sina krav och undvika tvister mellan olika aktörer i byggprocessen. En beskrivning av Sveby-programmet samt rapporter för gratis nedladdning finns bl.a. på www.fastighetsagarna.se.

Av Sveby-programmets 18 definierade projekt har ca 15 nu slutförts eller påbörjats och nu behöver resultaten från de hittills genomförda Sveby-projekten tillämpas och därmed:

- Förankra och sprida projektresultat i branschen, och genom detta öka kunskapsnivån på deltagande företag och personer.
- Ge erfarenhetsutbyte och återkoppling på önskvärda förbättringar.

Sveby-programmet finansieras av företag och organisationer inom bygg- och fastighetsbranschen i samarbete med SBUF och CERBOF.

viktigt det är med en väl genomförd idrifttagning som säkerställer att huset fungerar som avsett vid årets olika uteklimat.

- Systemgränser för vad som ska ingå i byggnaders energiprestanda behöver ses över. Den nuvarande systemgränsen medför att ett stort antal korrekationer behöver utföras, vilket minskar noggrannheten på uppmätt energiprestanda. Vanliga debiteringsmätningar är i många fall olämpliga för att använda till verifiering av byggnaders energiprestanda. Detta leder ibland till att redovisad energiprestanda är betydligt bättre än vad verkligheten visar, vilket dels ger konsumenten en ofullständig bild, dels en dålig koppling till fastighetsägarens energikostnad.
- Det finns ett behov av en gemensam och tydlig redovisningsstandard som är tillräckligt omfattande för att täcka in olikheter i programmets in- och utmatningsrutiner. Även om Svebys anvisningar sägs följas så skapar många användare egna tolkningar. Användningen av en

enhetlig ordlista för beräkningsord, tex Svebys, i programmen skulle underlätta.

- Samma resultat verkar kunna redovisas på flera olika sätt, vilket kan få konsekvenser vid uppfyllande av avtalskrav m.m. Om resultatredovisningen ska vara underlag för en kontrollerande eller jämförande beräkning är entydighet vid redovisning, kategorisering och tolkning viktigt.

Referens

Bergqvist, Bengt, 2011, Rapport till Huga Fastigheter, Energianalys AB.

Läs mer på Internet

www.fastighetsagarna.se
www.sveby.org

Författarnas e-post

per.levin@projektengagemang.se
arne.elmroth@byggtek.lth.se
johanna.snygg@projektengagemang.se
gehlina@emtf.se
per.forsling@fastighetsagarna.se