

Artikelförfattare **PER LEVIN**

Sysselsättning
**Projektengagemang
Energi & klimatanalys**

Kontakt **per.levin@projektengagemang.se**

ARNE ELMROTH
Professor emeritus

JOHANNA SNYGG
Projektengagemang
Energi & klimatanalys
johanna.snygg@projektengagemang.se

Kvalitetssäkring ett måste

**Energi-
beräkning**

Sveby organiserade hösten 2010 en öppen energiberäkningstävling för flerbostadshus. Avsikten var att undersöka hur väl resultaten från energiberäkningar överensstämmer med uppmätta värden.

Här sammanfattas en djupanalys av tävlingsresultaten.

SVEBYPROGRAMMET SKA GENOM att ta fram branschstandarder underlätta för fastighetsägare, byggherrar, entreprenörer, konsulter och byggnadsnämnder att samverka om att nå uppställda krav på byggnaders energiprestanda och att undvika tvister på grund av oklarheter i föreskrifter, metoder, branschöverenskommelser och avtal.

Ett problem vid energiberäkningar är osäkerheten på vilka säkerhetsmarginaler som behöver användas jämfört med uppmätta värden samt att trovärdigheten tidigare varit låg. Därför inbjöd Sveby till en energiberäkningstävling för ett flerbostadshus hösten 2010, alla intresserade kunde delta. Tävligen, huvudresultaten och vinnarna har tidigare presenterats i artiklar och prisutdelning under våren. I denna artikel presenteras en djupare resultatanalys från tävlingen.

Kort om tävlingen

Huvudsyftet med energiberäkningstävlingen var att förankra och sprida kunskapen om Svebystandarderna i branschen. Det fanns också en tydlig önskan att få en bild av vilken precision och spridning på resultaten energiberäkningar har. Hur beror resultaten på användare och programvara. Med hjälp av tävlingen skulle Sveby få en möjlighet att kartlägga osäkerheter. En stor spridning skulle kunna indikera att mer detaljerade riktlinjer och hjälpmedel på beräkningsområdet skulle fylla en funktion.

Tävlingen genomfördes i två steg. Det första skulle efterlikna ett projekteringskede,



Figur 1: Tävlingshuset sett från innergården. Den kombinerade tvättstuge- och förrådsbyggnaden i mitten ingick ej i energiberäkningen.

FOTO: PER LEVIN

där tävlingsdeltagarna fick tillgång till ritningar och teknisk information om byggnaden. Därtill uppmanades tävlingsdeltagarna att använda Svebys anvisningar om brukarindata. Inlämningen av tävlingsbidragen gjordes i redovisningsmallar för in- och utdata. Resultaten från steg 1 avsågs kunna prediktera energianvändningen i det färdiga huset.

Syftet med steg 2 var att kunna korrigera husets beräknade energiprestanda mot driftdata så att jämförelsen med antagna data i steg 1 kunde göras. Tävlingsdeltagarna fick i steg 2 tillgång till vissa uppmätta värden.

En oberoende jury granskade bidragen.

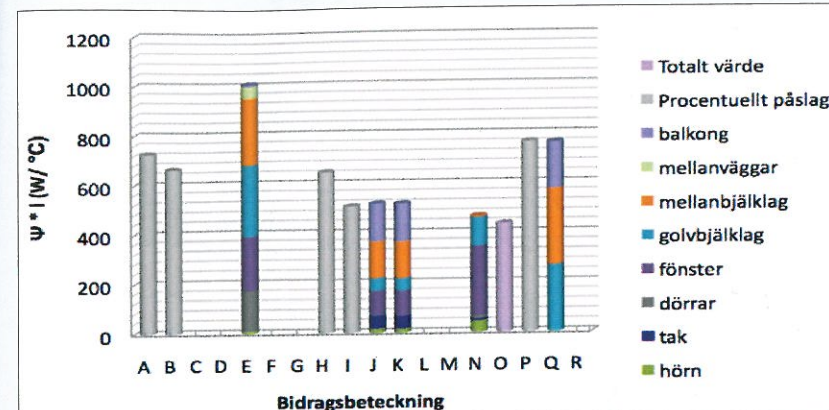
14 personer lämnade in sammanlagt 18 bidrag. Juryn beslutade att utse tre vinnare.

Byggnaden

Den utvalda byggnaden var Huga Fastigheters flerbostadshus i kv Kansliet 1 i Huddinge, figur 1. Huset har 117 lägenheter i tio trapphus. Inflyttning skedde i slutet av år 2008. Huset är byggt för att klara kraven i BBR 2006 (BBR12).

Uppmätt energianvändning

Beräknad energianvändning skulle kunna jämföras med uppmätt i huset under ett år efter inflyttning. Det visade sig bli stora



Figur 2: Inverkan av köldbryggor i $\Psi \times \text{längd}$ för de olika tävlingsbidragen. Redovisningen är mycket olika, från ingen särskild redovisning alls till en detaljerad redovisning av vad varje köldbrygga betyder. Bokstäverna A–R är beteckningar för de respektive tävlingsbidragen.

problem med att få fram tillförlitliga uppmätta värden.

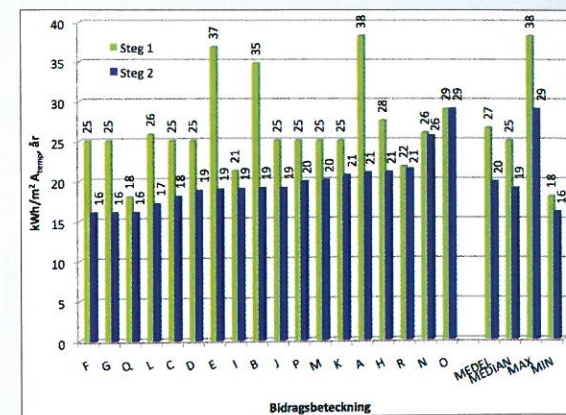
En utredning visade på flera felaktigheter i de uppmätta värdena som givits till tävlingsdeltagarna i steg 2. Det gällde uppmätt tappvarmvattenmängd, driftel och temperaturverkningsgrad på FTX-aggregatet. Dessutom framkom att förlusterna i en utvändigt kulvert blev över 10 kWh/kvm (A_{temp}). Det blev också nödvändigt att göra antaganden om storleken av utvändigt el med mera, som inte redovisats i handlingar. Det uppmätta värdet korrigerades från 125 till 80–85 kWh/kvm (A_{temp}). Sammanfattningsvis behövs betydligt större noggrannhet och kontroll vid mätning av energianvändning. Det måste vara tydligt vad som mäts och att systemgränser sammanfaller med de beräkningar som görs. Vanliga debiteringsmätningar är i många fall olämpliga för att verifiera husets energiprestanda. Det borde vara ytterst lönsamt för en fastighetsägare att investera i ett bra mätsystem för att kunna kontrollera att olika börvärden innehålls.

De systemgränser som finns i BBR gör att uppmätt energianvändning behöver korrigeras på flera olika sätt varvid osäkerheterna ökar. Detta leder ibland till att redovisade energiprestanda är betydligt bättre än i verkligheten. Konsumenten får en ofullständig bild och en dålig koppling till fastighetsägarens energikostnad.

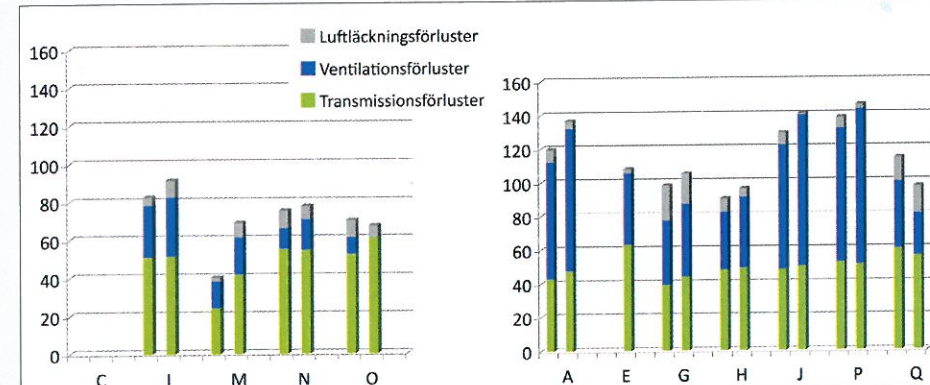
Klimatskärmsindata

U-värden för fönster angavs i byggeskrivningen i tävlingshandlingarna till 1,1 W/kvK. Trots det har fem bidrag använt sig av andra, högre värden, utan att kommentera detta. Övriga U-värden fick tävlingsdeltagarna beräkna utifrån de tillhandahållna konstruktionsritningarna. Spridningen för väggar, tak och golv är ganska liten, förutom ett bidrag som i stort sett fördubblat U-värden för väggar och tak.

Köldbryggor redovisas mycket olika antingen med ett beräknat Ψ -värde för olika anslutningsdetaljer eller med ett procentuellt påslag på U-värdet, se figur 2. Operatören är fri att välja vilka köldbryggor



Figur 3: Redovisad utdata för tappvarmvatten för steg 1 respektive steg 2 per bidrag. Vissa avvikande värden kan helt eller delvis förklaras med hur VVC-förluster redovisats och vilken area som använts vid fördelningen.



Figur 4: Beräknade förluster i kWh/kvm för steg 1, vänstra staplarna i stapelparen, och steg 2, högra, för IDA (vänstra diagrammet) respektive VIP (högra).

som ska tas med vilket innebär att flera helt enkelt utelämnas. Fem bidrag har använt sig av ett procentuellt påslag på 15–25 procent av summa $U \times A$. Sju bidrag har inte redovisat köldbryggor alls. De olika beräkningsprogrammen tar hänsyn till köldbryggor på olika sätt, vilket kan vara en anledning till olikheterna i redovisningen.

Användning av brukarindata

Att använda Svebys brukarindata för steg 1 var en av instruktionerna för tävlingen. Trots detta har flera valt att använda andra värden för inomhustemperatur, tappvarmvattenanvändning och vädringspåslag. Exempel på antaganden om energianvändning för varmvatten visas i figur 3.

Hur stor andel av tappvarmvattenenergin som kan tillgodogöras för uppvärmning samt hur stort påslag som görs för VVC-förluster anges inte. Vädringspåslag är ett annat exempel på att det finns olika tolkningar av Svebys instruktioner och driftel är ytterligare en parameter som tolkas mycket olika.

Värmeförluster och värmebehov

De beräknade värmeförlusterna varierar mycket mellan bidragen. I figur 4 visas beräknade värmeförluster enligt IDA- och VIP-bidragen. Beräknade ventilationsförluster visar på en mycket stor spridning där högsta värdet är cirka fem gånger högre än lägsta värde. Till viss del torde skillnaderna

bero på att värmeförlusterna ibland beräknas innan värmeåtervinning och ibland efter, men även andra okända orsaker till skillnaderna finns.

Beräknad värmeförlust på grund av luftläckage skiljer sig också mycket åt. En tredjedel av dem som valt att redovisa värmeförluster via luftläckage för båda stegen har trots ett minskat luftläckage som indata, fått högre värmeförlust via luftläckning för steg 2 än för steg 1.

En tydligare definition av hur olika värmeförluster ska redovisas behövs. Det behövs inte minst för att kunna göra fel-sökningar eller vid uppföljning av energianvändningen.

Beräknad energianvändning

Knappt hälften av bidragen redovisar en specifik energianvändning efter steg 2 i intervallet 80–85 kWh/kvm A_{temp} . Det var ett värde som juryn bedömde vara mest rimligt efter korrekationer av uppmätta värden, se figur 5. Eftersom den specifika energianvändningen innehåller värme, varmvatten och driftel finns det möjlighet att i beräkningarna kompensera en hög värmeanvändning med en låg tappvarmvattenanvändning och ändå få ett rimligt värde. Juryn har därför granskat enskilda poster i de beräknade värdena. Skillnaden i värden mellan steg 1 och steg 2 är för de flesta bidrag mindre än skillnaden

mellan olika bidrag. Sju bidrag har ändrat sitt värde mer än 10 kWh/kvm (A_{temp}) mellan steg 1 och steg 2. Sammanfattningsvis visar figur 5 att de tävlande redovisat mycket olika värden på den beräknade energianvändningen för det aktuella huset.

Synpunkter

Areamängdning för en så komplicerad byggnad som tävlingshuset innebär uppenbarligen stora risker för fel. Det är mycket viktigt att ha en kvalitetskontroll med rimlighetsrutin. 15 av de 18 bidragen redovisade en rimlig A_{temp} -area, men tre bidrag avvek betydligt.

Stora skillnader mellan bidragen gällde även beräknade areor för väggar, fönster och dörrar. Sju av 18 bidrag skilde sig mer än tio procent från median- och medelvärden. Det var nära en faktor två mellan största och minsta värde.

Det behövs bättre kvalitetskontroll av indata och definitioner av systemgränser vid beräkningarna. Speciellt viktigt är att beräkning av areor från ritningsunderlaget blir korrekta, eftersom det är svårt att granska.

Det är inte tillräckligt att ha ett validerat beräkningsprogram för att få ett trovärdigt beräkningsresultat. Operatören måste också vara väl förtrogen med programmet. Alldeles för många direkta fel hos redovisade data har upptäckts av juryn. Ofta tycks operatören inte ha haft känsla för storleksordningar på de utdata som presenterats.

Säkerhetsmarginaler

Hur detaljerade behöver datormodellerna och datorprogrammen vara och hur mycket behöver indata delas upp i olika tidssteg och zoner? Beräkningsresultaten tyder på att i flerbostadshus kan antalet beräkningszoner begränsas. Däremot blir det allt viktigare att tidsstegen är korta och timvisa beräkningar kan rekommenderas.

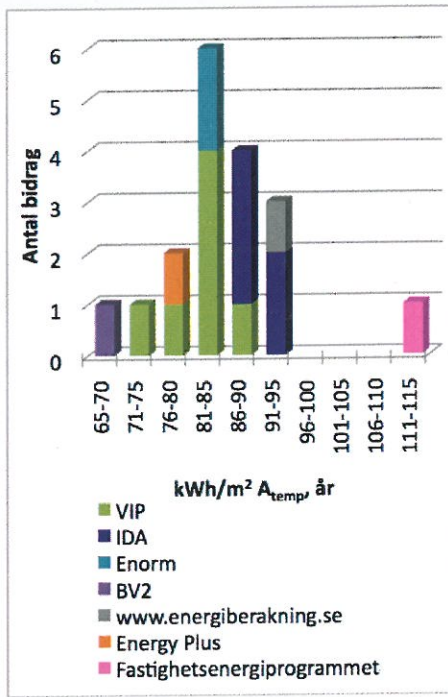
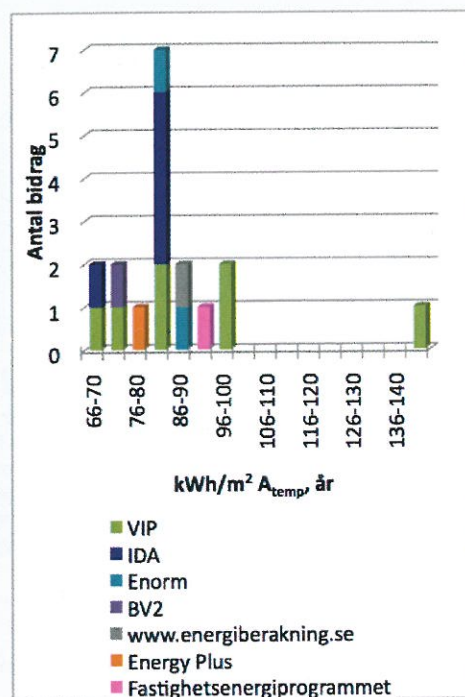
Energiberäkningar måste enligt BBR innehålla tillräckliga säkerhetsmarginaler så att kraven i det färdiga huset uppfylls vid normal användning. Beräkningsresultaten visade på stor spridning mellan de olika bidragen. Det är inte troligt att vi kan förvänta oss bättre prognoser än med tio procents marginal.

När vi går mot allt lägre energianvändning i nya byggnader kommer marginalerna för fel att krympa. Beräkningarna avser oftast bara byggnadens årliga energiprestanda och alla förhållanden är inte kända när energiprognozen görs. Dessutom tilläts i BBR korrekationer för olika parametrar i brukandet, förutsatt att det finns tillräckligt bra underlag för att bedöma inverkans storlek.

Slutsatser

Resultaten av tävlingen kan kort sammanfattas enligt nedan.

► Bättre kvalitetsrutiner behövs vid beräk-



Figur 5: Beräknad specifik energianvändning från tävlingsbidragen för steg 1 (vänster) respektive 2, fördelat på beräkningsprogram. Resultaten från VIP och IDA ligger mera samlade i steg 2 än i steg 1.

ningarna. Ett flertal brister i rimlighetskontroll av in- och utdata upptäcktes vid granskningen. Areaberäkningar är svåra att detaljgranska vilket gör kvalitetskontrollen extra viktig här

► Kunskapen om hur energin används i hus tycks inte vara tillräcklig hos programanvändarna eftersom fel storleksordningar i redovisade värden tilläts passera. Många handhavandefel och felaktiga tolkningar har upptäckts. Här behövs bättre utbildningar i programanvändning och förståelse för energiberäkningar

► Redovisningen av energibalansposter och terminologi i programutskrifts behöver definieras tydligare

► Många användare gör egna tolkningar av Svebys anvisningar, men säger ändå att de följt dem, vilket visar att tydligare anvisningar behövs

► Det är troligt att energianvändningsprognoser behöver en marginal med minst 10 procent. Beräknade värden bör vara ett mål

att sträva mot för driftpersonal som arbetar med att trimma in system i byggnader.

► Mätningar bör kvalitetssäkras bättre och en tydlig verifieringsmetodik tillämpas där systemgränser för mätningar och beräkningar koordineras.

Litteratur

- 1 Byggbolag tävlar i att räkna. Byggindustrin nr 26, 2010.
- 2 Bergqvist, Bengt, 2011, Rapport till Huga Fastigheter, Energianalys AB.
- 3 Levin, P, Snygg, J, Elmroth, A, Gehlin, S, Forsling, P, Tävlning i beräkning av ett flerbostadshus energiprestanda- kompetensen att värdera indata är viktigare än programvaran. Samhällsbyggaren nr 2, 2011.
- 4 Svårt att pricka rätt i energiberäkning, Energi & miljö nr 4, 2011.
- 5 Levin, P, Snygg, J, Resultat från energiberäkningstävling för ett flerbostadshus. Svebyprogrammet projektrapport 2011-09-26, www.sveby.org.

Fakta Sveby

► Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader" och i programmet fastställer bygg- och fastighetsbranschen standardiserat brukande för beräkning och hur verifiering av energiprestanda skall gå till

► Svebystandarderna är bygg- och fastighetsbranschens tolkning av de funktionskrav på energihushållning som finns i Boverkets Byggregler, BBR. Genom en gemensam syn på dessa, till synes enkla

men i avtalssammanhang mycket komplicerade, föreskrifter skapas överenskommer och praxis för att klara funktionskraven och undvika tvister mellan olika aktörer i byggprocessen

► Den första versionen av Svebys viktigaste delar har slutförts och nu behöver resultaten tillämpas för att: – Förankra och sprida Sveby i branschen, och genom detta öka kunskapsnivån på deltagande företag och personer

– Ge erfarenhetsutbyte och återkoppling på önskvärda förbättringar

► Svebyprogrammet finansieras av följande företag och organisationer inom bygg- och fastighetsbranschen: SBUF, Cerbof, Byggherrarna, Fastighetsägarna, Sabo, HSB, Diligentia, JM, NCC, Skanska, Svenska bostäder, Veidekke
► En beskrivning av Svebyprogrammet samt rapporter finns för gratis nerladdning på www.sveby.org.