

Artikelförfattare: **Per Levin**

Sysselsättning: **Konsult, Projektengagemang Energi & klimatanalys**

Kontakt: **per.levin@pe.se**

# Svebys tävling avslöjar osäkra energiberäkningar

En energiberäkningstävling har genomförts i Svebys regi med delfinansiering av Energimyndighetens E2B2-utlysningar. Syftet var att se spridningen för energiberäkningars resultat för en byggnad mellan olika användare och program, kunna sätta fingret på osäkerheter och därigenom bidra till utveckling och standardiseringsbehov för energiberäkningar.

Resultaten visar att spridningen för beräknad energiprestanda ligger kvar på samma nivå som för den förra tävlingen i absoluta tal, men att den procentuella skillnaden ökat, eftersom energiprestandan är betydligt bättre för den nya byggnaden än för flerbostadshuset för fem år sedan. Det verkar finnas en stor potential för förbättringar och standardisering av hur byggnader ska modelleras för att åstadkomma rättvisa och verklighetsnära prognoser av byggnaders energianvändning.

Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". En branschstandard har skapats inom Sveby-programmet som täcker in energiberäkningar, -mätningar, verifiering av energiprestanda, samt en avtalsmodell som kan användas tillsammans med standarddokumenten.

Sveby utgör branschens tolkning och förtydligande av Boverkets Byggreglers funktionskrav på energianvändning vid normalt brukande och för orten normalt klimat där normalisering av uppmätt energianvändning och klimat ingår. Svebys riktlinjer återfinns till stor del i Boverkets nya föreskrift BEN 1, som trädde i kraft 15 december 2016.



Figur 1: Perspektivritning över Hedlundaskolan.

## Energiberäkningstävling

Syftet med detta projekt var att genomföra en energiberäkningstävling för en utvald lokalbyggnad, för att undersöka spridning i resultat mellan olika beräkningsprogram och användare. Viss jämförelse kan då ske med resultaten från den förra tävlingen som genomfördes 2010–2011. I tävlingen användes Svebys brukarindata för undervisningsbyggnader och verifieringsmetoder samt uträkning av energivite enligt Sveby/BKK:s Energiavtal 12, vilket är en avtalsmall som ansluter till ABT06. Där kan krav på energiprestanda ställas och eventuella avvikelser regleras.

## Tävlingsupplägg

En nybyggd förskola i Umeå valdes ut som ett avgränsat objekt med uppföljning, se figur 1. Ritningsunderlag och kompletterande information tillhandahölls. 27 deltagare anmälde intresse för tävlingen och 19 fullföljde, men ett par av dessa hoppade över något moment.

Tävlingen genomfördes i tre etapper:

- **Etapp 1:** Systemhandlingsberäkning baserat på ritningsunderlag, kompletterande data samt Svebys anvisningar
- **Etapp 2:** Relationshandlingsberäkning vid ibruktagandet baserat på information om förändringar

► **Etapp 3:** Korrigering av uppmätta värden för avvikelser i brukandet efter första årets användning.

Deltagarna fyllde i resultaten för olika in- och utdataparametrar i de tillhandahållna blanketterna.

## Areaberäkningar

$A_{temp}$  är en relativt tydligt mått, men likväl förekommer variationer i de inlämnade förslagen, främst beroende på olika hantering av areor för ljusgårdar, uppvärmt vindfång och dörrnischer. Spridningen i inlämnade resultat gav standardavvikelsen cirka fyra procent för en beräknad medelarea av cirka 1 130 kvm. Även om ett par deltagare avvek med mer än tio procent, är resultatet bättre än vid en liknande tävling för fem år sedan.

$A_{om}$  däremot är en större felkälla, med en standardavvikelse på cirka sex procent. Speciellt för ytterväggsarea uppvisas stora skillnader, men även för fönster- och dörrareor. Här har olika fördelningar mellan ytterväggar och fönster och dörrar tillämpats av deltagarna. Vindsbjälklagets area blev något större än golvet och något mer spridd, vilket troligtvis beror på att några deltagare räknade den lutande arean på taket i stället för den horisontella arean på vindsbjälklaget.

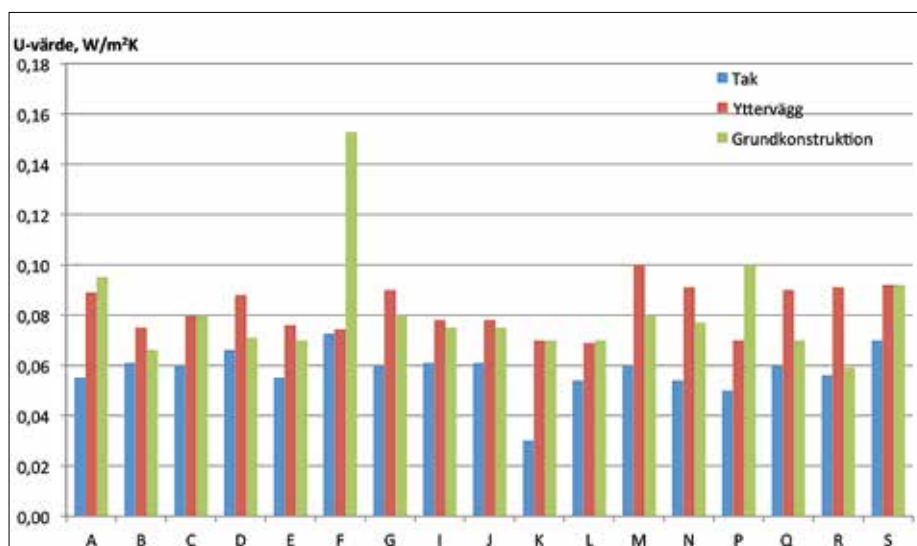
Vid summering av  $A_{om}$  för tävlingsdeltagarnas olika byggnadsdelsareor upptäcktes en avvikelse i jämförelse med den  $A_{om}$  som deltagarna själva specificerat. En orsak till detta kan vara att deltagarna har räknat en area för köldbryggor. En annan orsak kan vara att deltagarna har tagit areor från zoner som representerar rum i beräkningsprogrammet, vilket kan göra att area för mellanbjälklag och innerväggar mot klimatskärm inte tas med i beräkningarna.

## Klimatskärmens värmeförluster

U-värden för tak, väggar och grundkonstruktion kunde beräknas utifrån de tillhandahållna konstruktionsritningarna. Deltagarnas resultat visas i *figur 2*.

Spridningen för takets U-värde är relativt liten, med ett undantag. Spridningen för ytterväggar är större. Dock är det ingen deltagare som har en betydande avvikelse från övriga. Eftersom  $\lambda$ -värdet för cellulosa-isoleringen var givet, beror spridningen troligtvis på hur man avläst material och skiktjocklek på ritningarna, samt vilken hänsyn som tagits till reglarna i konstruktionerna. U-värden för grundkonstruktionen har en liknande spridning, förutom ett högt avvikande värde. I vissa program räknas markens bidrag till U-värdet ut separat från grundkonstruktionens, vilket kan utgöra en källa till osäkerhet vid inmatning och tolkning av resultatet.

Den största variationen i värmeförlusterna kommer från köldbryggorna. Skill-



Figur 2: Tävlingsdeltagarnas redovisade U-värden för tak, yttervägg och grundkonstruktion vid beräkning för etapp 2.

naderna på hela värmeförlustfaktorn för transmission är relativt stor, med en standardavvikelse på 14 procent (41 W/K).

Tävlingsdeltagarna har haft möjlighet att beräkna värmeförlusterna från klimatskärmens köldbryggor utifrån givna detaljritningar. Endast ett fåtal har dock valt beräkna köldbryggorna utifrån detaljritningarna.

Resultatet visar en mycket stor spridning. Köldbryggornas andel av den totala värmeförlustfaktorn varierar mellan tre procent och 30 procent. Det första värdet är ett beräknat värde och det senare är ett antaget schablonvärde. Spridningen är stor, även bland de deltagare som har beräknat köldbryggorna. Spridningen bedöms bero på följande skillnader:

- Olika beräkningssätt för areor avseende mellanliggande konstruktioner, det vill säga om arean för bjälklagskanter ingår i köldbryggan eller inte
- Olika erfarenhetsvärden och principer för påslag
- Olika beräkningssätt: 2–3-dimensionell värmeflödesberäkning eller bara 1-dimensionellt antagande (U-värde) för areorna
- Användning av energiberäkningsprogrammets inbyggda defaultvärden, vilka varierar.

## Ventilation och VVC

Under tävlingen förändrades ventilationsystemet från ett system med konstanta luftflöden i etapp 1 till ett system med variabla luftflöden för de senare etapperna. Resultatet visar att majoriteten har använt Svebys schablonvärde på 2,5 l/s, kvm för konstantflödesystemet men skillnaderna är större för det största variabla luftflödet i etapp 2. Vissa delar upp flödet i flera zoner och använder andra flöden för kök och teknikrum. Andra parametrar varierade också, även de där förutsättningarna var givna.

I tävlingen har deltagarna varit tvungna att anta VVC-förlusterna utifrån egen erfarenhet. Deltagarnas antagna värden från etapp 2, visar på två grupperingar: En grupp har antagit VVC-förluster kring 5 kWh/kvm,år och en annan grupp antar värden kring 2 kWh/kvm,år.

Mätvärden visar att förlusterna från hela tappvarmvattenkretsen ligger omkring 3 kWh/kmv  $A_{temp}$  för byggnaden.

## Elanvändning och klimat

I tävlingen har deltagarna beräknat förskolans fastighetsenergi, vilken är uppdelad i el för fläktar och pumpar samt övrig fastighetsenergi. Det är oklart vad deltagarnas övriga fastighetsenergi innehåller då resultaten saknar kommentarer. Några deltagare har gjort tillägg för hissar, ytterbelysning samt eventuella eluppvärmda stuprör och hänggräddor. Dessa antaganden varierar, till viss del också beroende på hur in- och utdatatablanketterna tolkats och fyllts i.

Beräknad specifik verksamhetsel efter etapp 2 varierar från 10 till 20 kWh/kvm.

Deltagarna anmodades använda Sveby/SMHI:s nya klimatdatafiler för typår, vilka är framtagna för att användas vid energiberäkningar för Boverkets nya föreskrifter, BBR och BEN. Endast en tredjedel av deltagarna använde de anvisade/tillhandahållna klimatdatafilerna för alla etapperna. Övriga använde andra klimatdatafiler som var tillgängliga i energiberäkningsprogrammen. Detta medverkar givetvis till spridningen i slutresultatet.

## Resultat energiprestanda

I *figur 3* (se nästa sida) presenteras tävlingsdeltagarnas beräknade specifika energianvändning (energiprestanda) i etapp 2, relationsberäkning med normalt brukande och klimat. Resultatet visar en spridning mellan tävlingsdeltagarna och vilket beräkningsprogram de har

använt. Intervallet med flest deltagare var 45–49 kWh/kvm, år med sex stycken. Tolv av 19 deltagare ligger inom området 40–60 kWh/kvm, år.

Om alla deltagare tas med, blir standardavvikelsen för energiprestanda cirka 18 kWh/kvm (32 procent). Om de kraftigt avvikande högsta och lägsta värdena exkluderas, till exempel om beräkningsfel upptäckts i processen, blir spridningen hälften, 9 kWh/kvm. Spridningen i energiprestanda är i paritet med förra tävlingen om de mest avvikande värdena tas bort. Procenttalen är dock cirka dubbelt så höga på grund av att energianvändningen är omkring hälften i förskolan mot flerbostadshuset som användes i förra tävlingen.

### Varierande utdataposter

De olika delposterna i deltagarnas beräknade specifika energianvändning varierar. Värme till uppvärmning står för cirka 50 procent av den totala användningen och är den post som varierar mest, se figur 4. Deltagare N har lagt in komfortkyla, som dock inte finns installerat. En del missförstånd i övrigt kan ha förekommit vid ifyllande av in- och utdatatablanketterna. Speciellt förvirrande verkar posterna Övrig fastighetsenergi, Övrig fastighetsenergi och Övrigt varit, där en eller flera av dessa använts för samma sak av olika deltagare.

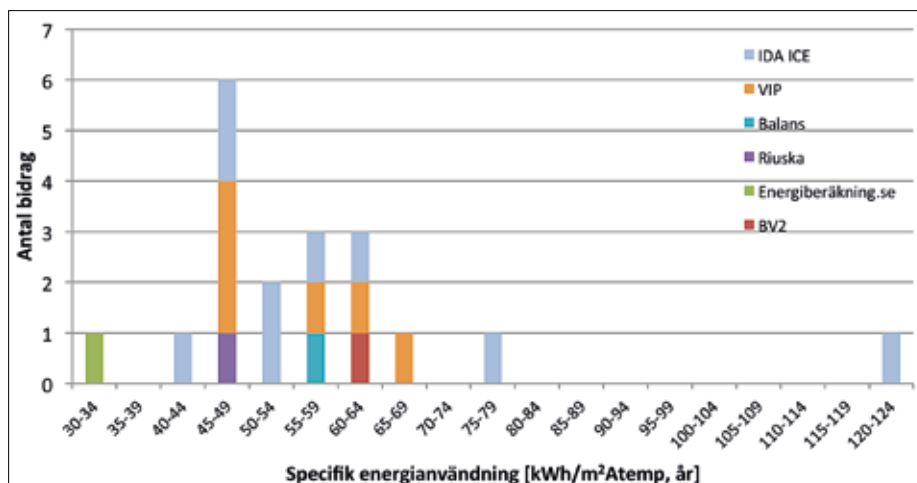
### Beräkning av energivitet

Den avslutande uppgiften i tävlingens etapp 3 var att beräkna första årets energivite enligt Svebys Energiavtal 12, vilket skulle utgå med 2 kr/kWh, år. Den avtalade specifika energianvändningen sattes till 45 kWh/kvm, år vid normalt brukande och normalt klimat. Resultatet visar en stor spridning i beräknat energivite bland deltagarna, mellan 0 och 63 000 kronor.

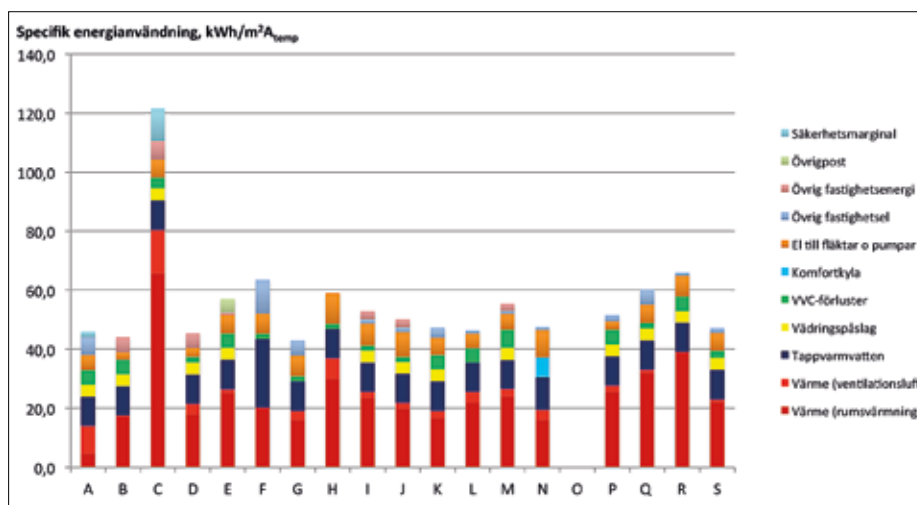
### Slutsatser

Från tävlingen och arbetet kan följande slutsatser dras:

- ▶ Intrycket från resultaten är att många deltagare inte granskat tillräckligt vad som fyllts i in- och utdatatablanketterna
- ▶ Många fel berodde på deltagarnas svårigheter att förstå och följa givna instruktioner. Det är svårt att ge tillräckligt entydiga instruktioner som medför att alla gör lika. Mycket kvarstående olikheter finns i tolkningar av indata, vilket också syns på enskilda parametrar och på beräkningsresultatet
- ▶ Resultatspridningen liknar förra tävlingen, men procenttalen är betydligt högre eftersom energianvändningen på förskolan är nästan hälften mot flerbostadshuset
- ▶ Köldbryggeberäkningarna visade på stor spridning, bland annat beroende på ovanstående
- ▶ Indata för fastighetsel (-energi) kan vara svår att bedöma, speciellt i tidiga skeden



Figur 3: Spridning av tävlingsdeltagarnas beräknade specifika energianvändning efter etapp 2. Uppmätt värde var cirka 47 kWh/kvm.



Figur 4: Beräknad specifik energianvändning efter etapp 2 uppdelat på olika delposter.

▶ De använda energiberäkningsprogrammen är alla lämpliga att använda för förskolebyggnader. Användarens kunskap om sitt program och noggrannhet är dock viktigare än vilket program som används

▶ Stor variation finns i hur stora säkerhetsmarginaler som använts och hur de beräknats eller tillämpats. I princip varierar påslagets storlek med mellan 0 och 20 procent på beräknad energiprestanda.

Fortsatt arbete för att utveckla energiberäkningar behövs, speciellt för att öka kvaliteten och reproducerbarheten i resultaten. För Svebys del har följande utvecklingsbehov påtalats:

- ▶ Tydligare riktlinjer för areaberäkningar,  $A_{temp}$  och  $A_{om}$ , behövs
- ▶ Instruktioner för vitesberäkning behöver skapas
- ▶ Anvisningar i Verifieringsmallen behöver förtydligas
- ▶ Önskvärt att uppdatera Verifieringsmallen, eventuellt med mer automatiserat gränssnitt.

**Och tävlingen då** – hur gick det med den? Jo, vinnaren, Caroline Erström från NCC/Bonava, kunde utses efter en grundlig analys och värdering av en oberoende jury.

### Referenser

- [1] Energiberäkningstävling för Hedlundaskolan, 2016-09-28, [www.sveby.org](http://www.sveby.org).
- [2] Resultat från energiberäkningstävling för ett flerbostadshus, 2011-10-03, [www.sveby.org](http://www.sveby.org).