

p

Utveckling av energiberäkningar - Energiberäkningstävling för Hedlundaskolan

Svebyprogrammet

2016-09-28

Förord

Projektet som redovisas i denna rapport ingår som ett delprojekt i Sveby-programmet och är finansierat av Energimyndighetens program E2B2, med samfinansiering av bygg- och fastighetsbranschen.

Sveby har huvudsyftet att säkerställa branschanpassat underlag för energianvändning, från beräkningar i tidiga skeden till verifierade uppmätta värden efter två års användning.

Delprojektets syfte är att utveckla området energiberäkningar, främst genom att anordna en energiberäkningstävling. Tävlingsresultaten avser ge en förnyad uppfattning om spridningen i energiprognoser för nya byggnader samt öka användningen av Svebys riktlinjer för beräkningar, i detta fall rapporten Brukarindata för undervisningslokaler som avses definiera normalt brukande enligt Boverkets byggregler.

Arbetet med tävlingen har följts och diskuterats i en tävlingsjury, som har haft följande sammansättning:

Bengt Bergsten/Chalmersfastigheter

Maria Brogren/Sveriges Byggindustrier

Magnus Härdling/SISAB

Catarina Warfvinge/Bengt Dahlgren AB.

Arbetet med tävlingsledning och rapporten har utförts av Per Levin och Daniel Bergsten, Projektengagemang Energi & klimatanalys i samråd med juryn.

Tävlingen utannonserades i början på hösten 2015 via inbjudningar till ett stort antal beräkningsintresserade konsulter, flygblad vid konferenser, samt några notiser i fackpressen. En ekonomisk delersättning erbjöds till de 10 först anmälda bidragen, under förutsättning att de slutförde tävlingens tre steg. 27 deltagare anmälde sig och 19 fullföljde tävlingen. Efter tre genomförda etapper korades slutligen vinnaren, Caroline Erström från NCC, vid en prisutdelning vid NordBygg-mässan i april 2016.

Denna rapport sammanfattar förutsättningarna och tävlingsresultaten och utgör slutredovisning av E2B2-projektet.

Danderyd i augusti 2016

Per Levin

Projektledare för Sveby

Sveby

Sveby betyder "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". Sveby är ett utvecklingsprogram som drivs av bygg- och fastighetsbranschen och finansieras av Energimyndigheten och SBUF samt av följande branschrepresentanter: NCC/Mikael Zivkovic, Skanska/Jonas Gräslund, JM/Kjell-Åke Henriksson, SABO/Petter Jurdell, Veidekke/Johan Alte, HSB/Roland Jonsson, Skandia Fastigheter/Lars Pellmark, Fastighetsägarna/Veronica Eade, Svenska Bostäder/Yngve Green, PEAB/Johan Svensson, Sveriges Byggindustrier/Maria Brogren, Vasakronan/Lennart Lifvenhjelms, Riksbyggen/Mari-Louise Persson, Familjebostäder/Lisa Engqvist.

Projektledare är Projektengagemang/ Per Levin.
Ordförande är Byggherrarna/Tommy Lenberg.

Sammanfattning

Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". En branschstandard har skapats inom Sveby-programmet som täcker in energiberäkningar, energimätningar, verifiering av energiprestanda (dvs klimatnormalisering och korrigering av uppmätt energianvändning) samt en avtalsmodell som kan användas tillsammans med standarddokumenten. Sveby utgör branschens tolkning och förtydligande av Boverkets Byggreglers funktionskrav på energianvändning.

Huvudsyftet med detta projekt var att utveckla energiberäkningar genom att genomföra en energiberäkningstävling för en utvald lokalbyggnad under 2015-2016. Ett syfte med tävlingen var att undersöka spridning i resultat mellan olika beräkningsprogram och mellan olika individuella användare, samt att jämföra det med resultaten från den förra tävlingen som genomfördes 2010-2011. Målet var att ge bättre underlag till vilka säkerhetsmarginaler som bör tillämpas samt vilket behov som finns för utbildningar och certifieringar av användare. Det andra syftet med tävlingen var att få prova och förankra Svebys nya Brukarindata för undervisningsbyggnader samt verifieringsmetoder och uträkning av energivite enligt Sveby/BKKs Energiavtal 12.

En nybyggd förskola i Umeå, Hedlundaskolan, valdes ut som beräkningsobjekt och relevant ritningsunderlag och kompletterande information tillhandahölls. 27 deltagare anmälde intresse att delta och 19 st fullföljde. Ett par av dessa hoppade över något moment.

Tävlingen genomfördes i tre etapper, först i systemhandlingsskede vid projektering och därefter relationskede precis vid ibruktagandet. Den sista etappen avsåg verifieringsberäkning för att korrigera uppmätt energianvändning för avvikelser efter det första årets brukande.

I rapporten jämförs deltagarnas resultat för olika in- och utdataparametrar med hjälp av inskickade ifyllda blanketter.

Från tävlingen och arbetet kan följande kortfattade slutsatser dras:

- Mycket kvarstående olikheter finns i tolkningar vid inmatning av indata, vilket också syns på enskilda in- och utdataparametrar samt på beräkningsresultatet. Ibland beror detta på fel och missförstånd, ibland på att olika standardiserade sätt används. Till exempel kan en standard tillåta olika sätt att definiera areor, medan BBR bara tillåter ett sätt.
- Det är svårt att ge tillräckligt entydiga instruktioner som medför att alla gör lika.
- Variationer i resultaten liknar förra tävlingen, men procenttalen är betydligt högre eftersom energianvändningen på förskolan är hälften mot flerbostadshuset. 10 %-enheter för förskolan är lika stort som Svebys schablon för vådringspåslag.
- Stor variation finns i hur stora säkerhetsmarginaler som använts och hur de beräknats eller tillämpats.

Det finns ett behov av fortsatt arbete för att utveckla energiberäkningar, speciellt för att öka kvaliteten och reproducerbarheten i resultaten.

Beräkningsprogrammen har utvecklats inom bland annat automatiserad byggnadsmodellimport från CAD, vilken inte kunde tillämpas fullt ut i detta projekt, och visualisering. Fortfarande blir det ofta en hel del handpåläggning vid importen och en del definitionsskillnader behöver ses över, så att rätt areor för energianvändning används på byggnadsdelar och för normalisering.

För Svebys del har följande utvecklingsbehov påtalats:

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

Frågan om en certifiering av energiberäknare kommer att medföra bättre precision och mindre spridning i resultaten kvarstår. Precisionen på beräkningarna behöver ökas allteftersom byggnadernas energianvändning minskar och felmarginalerna krymper. Framtagande av tydligare och mer entydiga instruktioner och utbildningar i dessa borde kunna bidra till detta.

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	3
1. Inledning och bakgrund	5
2. Syfte & mål	6
3. Tävlingsens upplägg	6
Etapp 1 – Systemhandling	6
Etapp 2 – Relationshandling	6
Etapp 3 – Verifiering av mätvärden	6
4. Hedlundaskolan	7
5. Mätdata och verksamhetsinformation	10
Lufttäthetsmätningar	12
6. Jämförelse mellan inkomna tävlingsbidrag	13
A_{temp} -beräkning	13
Omslutningsarea A_{om}	16
Beräknade U-värden	18
Köldbryggor	19
Värmeförlustfaktor	21
Luftläckning	22
Installationer	24
Fastighetsenergi	27
Val av klimatdatafiler	28
Brukarindata	29
7. Energiprestanda	32
8. Verifiering och vite	34
9. Energivite	37
10. Diskussion	38
Nedlagd tid och erfarenhet	38
Indatahantering byggnad och klimatskärm	39
Indatahantering installationer	39
Indatahantering brukare och klimatdata	39
Program och beräkningsresultat	39
Säkerhetsmarginaler	39
Jämförelse med förra tävlingen 2010-2011	39
11. Slutsatser	40
12. Behov av fortsatt arbete	40
Bilaga 1. Instruktioner och kompletterande indata för etapp 1 i Svebys beräkningstävling	41
Bilaga 2. Instruktioner och kompletterande indata för etapp 2 i Svebys beräkningstävling	44
Bilaga 3. Instruktioner och kompletterande indata för etapp 3 i Svebys beräkningstävling	47
Bilaga 4. Jämförelse mellan klimatdatafiler	51
Bilaga 5. Redovisade ψ -värden från tävlingsdeltagarna i etapp 2	52
Bilaga 6. Redovisade säkerhetsmarginaler från tävlingsdeltagarna i etapp 2	53

1. Inledning och bakgrund

Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". En branschstandard har skapats inom Sveby-programmet som täcker in energiberäkningar, energimätningar, verifiering av energiprestanda (dvs klimatnormalisering och korrigering av uppmätt energianvändning) samt en avtalsmodell som kan användas tillsammans med standarddokumenten. Sveby utgör branschens tolkning och förtydligande av Boverkets Byggreglers funktionskrav på energianvändning. Det möjliggör ett enhetligt svar och en gemensam syn på hur mycket energi som går åt i husen. Minst lika viktigt är att det underlättar för byggherrar att beskriva och följa upp sina krav och undvika tvister mellan olika aktörer i byggprocessen.

Initiativet till Sveby-programmet togs 2007 av Fastighetsägarna Sverige med finansiellt stöd av BQR. Byggherrarna Sverige har stått som huvudman sedan 2012 och en egen hemsida med nedladdningsbart material har skapats, www.sveby.org.

Sveby-standarderna, där version 1.0 presenterades i november 2012, täcker nu in de viktigaste momenten för bostäder och kontor: Avtal, beräkning, mätning och verifiering. En avsiktsförklaring från branschens parter har undertecknats, vilken stärker Svebys roll som branschstandard för energi. Svebys tydliga koppling som förtydligande av Boverkets byggregler stärker Svebys position jämfört med en del övriga nyare initiativ som tagits inom delar av energiområdet.

Arbetet med Sveby går vidare med att stimulera användandet av standarderna, komplettera med nya anvisningar samt vid behov uppdatera befintliga standarder. Arbetet med hjälpmedel i form av AMA-texter för förfrågningar samt provningsprotokoll och verifieringsmetodik för delsystem har påbörjats tillsammans med Belok, branschorganisationer och tillverkare av ventilationsaggregat och värmepumpar.

Utvecklingen mot allt energieffektivare byggnader gör också att marginalerna minskar och allt större krav ställs på beräkningsmodellernas noggrannhet. Trovärdigheten i energiberäkningar har förbättrats de senaste åren, men fortfarande tillämpas olika säkerhetsmarginaler av olika företag och energiberäknare.

För fem år sedan genomfördes en energiberäkningstävling för ett flerbostadshus inom Sveby med stöd av CERBOF. Tävlingen var mycket lyckad i och med att den avslöjade brister i både beräkningar, mätuppföljningar och verifiering. En rapport finns nedladdningsbar på sveby.org.

Användningen av Sveby-standarderna har ökat kontinuerligt, speciellt används standardiserade brukarindata för energiberäkningar för bostäder och kontor i stor omfattning av konsulter och entreprenörer som bygger i egen regi. Behov av indata för ytterligare byggnadstyper har ofta påtalats, såväl som förtydligande av den gränsdragning mellan verksamhets- och fastighetsenergi som finns i BBR, vilket blir olika för olika byggnadstyper.

Eftersom Sveby syftar till att få bättre precision i energiberäkningar, -mätningar och -verifiering kommer användningen av Sveby att resultera i att vi på ett bättre sätt kan säga hur vi uppfyller ställda krav på energiprestanda i byggnader, vilket i sin tur gör att vi bättre kan verifiera uppfyllelsen av det Nationella miljömålet god bebyggd miljö.

2. Syfte & mål

Projektets huvudsyfte var att utveckla energiberäkningar genom att genomföra en energiberäkningstävling för en utvald lokalbyggnad under 2015-2016.

Ett syfte med tävlingen var att undersöka spridning i resultat mellan olika beräkningsprogram och mellan olika individuella användare, samt att jämföra det med resultaten från den förra tävlingen som genomfördes 2010-2011. Målet är att ge bättre underlag till vilka säkerhetsmarginaler som bör tillämpas samt vilket behov som finns för utbildningar och certifieringar av användare.

Det andra syftet med tävlingen var att få prova och förankra Swebys nya Brukarindata för undervisningsbyggnader samt verifieringsmetoder och uträkning av energivite enligt Energiavtal 12.

3. Tävlingsens upplägg

Tävlingsarbetet inleddes under hösten 2015. Inga särskilda krav eller restriktioner sattes upp för vilka dataprogram som fick användas eller vilka företag och personer som fick möjlighet att anmäla sig, mer än att de inte skulle ha förkunskaper om den aktuella byggnaden.

Stor vikt lades vid att tävlingsdeltagarna inte skulle få tillgång till någon annan information om huset än den som var tillhandahållen av Swebys tävlingsledning, detta för att säkerställa att alla tävlingsdeltagare skulle ha samma förutsättningar. Tävlingsdeltagare informerades och uteslöts från tävlande om de på något sätt varit i kontakt med beräkningsobjektet. Ritningar avidentifierades för att göra byggnaden anonym. Tävlingsregler med kompletterande byggnadsinformation redovisades i ett särskilt PM.

Under byggprocessen bör tidigt genomförda energiberäkningar uppdateras allteftersom ny information tillkommer i samband med projekteringen och byggandet. Tävlingen var därför indelad i tre etapper där de tävlande skulle beräkna den specifika energianvändningen för byggnaden i olika skeden enligt nedan.

Ettapp 1 – Systemhandling

Ettapp 1 skulle avspejla ett systemhandlingsskede. Informationen om byggnaden var begränsad. Byggnadsdata i form av arkitektritningar samt beskrivningar av byggnaden lämnades ut som underlag till beräkningen. Swebys brukarindata skulle användas i hög utsträckning. Se Bilaga 1 för vilka instruktioner och beskrivningar som gavs ut i ettapp 1.

Ettapp 2 – Relationshandling

I ettapp 2 kompletterades informationen med mer detaljerad information om ventilationssystemet. Byggnaden flyttades från Halmstad till Umeå, där den är uppförd. Se Bilaga 2 för vilka instruktioner och beskrivningar som gavs ut i ettapp 2.

Ettapp 3 – Verifiering av mätvärden

I den sista etappen verifierades byggnadens energiprestanda mot uppmätta data och avvikelser mot projekterat. Se Bilaga 3 för vilka instruktioner och beskrivningar som gavs ut i ettapp 3.

4. Hedlundaskolan

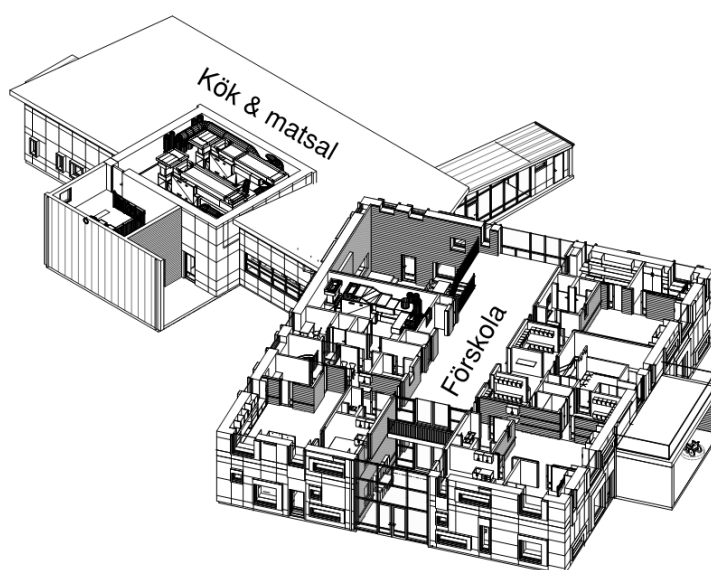
Hedlundaskolan valdes ut som beräkningsobjekt i början av projektet. Den är en förskola i Umeå som byggdes under 2014 med slutbesiktning i september. Byggnaden består av en förskola i två plan med intilliggande matsal och storkök som används av övrig skolverksamhet på platsen, se bild 4.1 och 4.2.

Byggkonstruktionen består av en trästomme med lättreglar och cellulosa som isolermaterial. I byggnaden finns två ventilationsaggregat. Det ena försörjer storköket och matsalen och det andra förskolan. Båda aggregaten är kopplade till ett Lindinvent-system som styr luftflödet på personnärvaro och CO₂-halt i byggnaden. Uppvärmning sker via en undercentral belägen i närliggande byggnad och värmen distribueras via golvvärme och ventilationsluft. Undercentralen försörjer även ett tappvarmvattensystem med tillhörande varmvattencirkulation.

Förskolan har erhållit flera certifieringar, bl.a. Internationellt passivhus och BREEAM valör "Good".

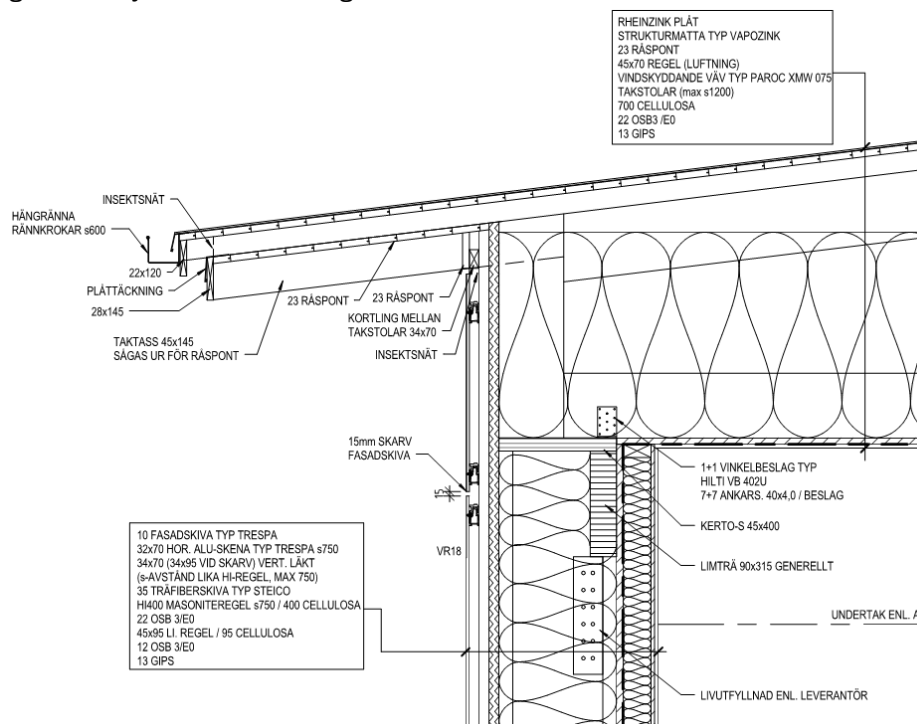


Figur 4.1 Perspektivbild på förskolebyggnaden och kök- och matsalsbyggnaden. Den senare ingick inte i tävlingen.

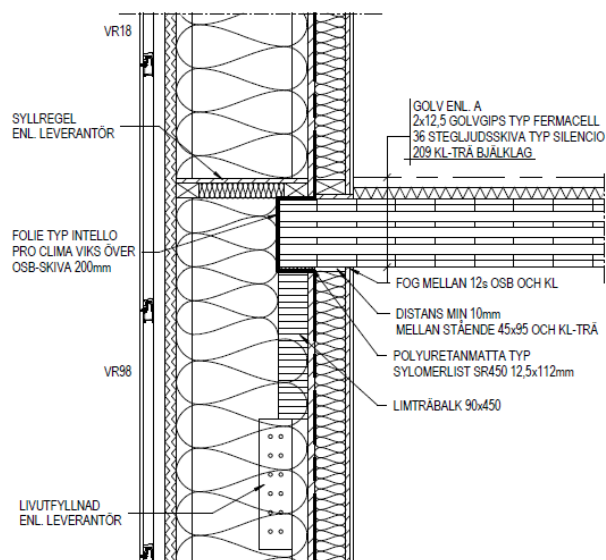


Figur 4.2 Sprängskiss på förskolebyggnaden och kök- och matsalsbyggnaden.

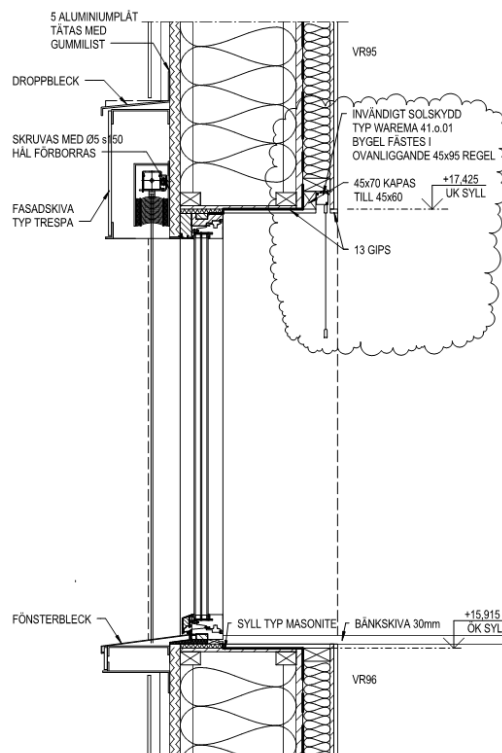
I ritningsunderlaget ingick konstruktionsdetaljer för att ge möjligt till verklighetsnära beräkning av köldbryggorna. De viktigaste detaljerna redovisas i figurerna 4.3 till 4.6.



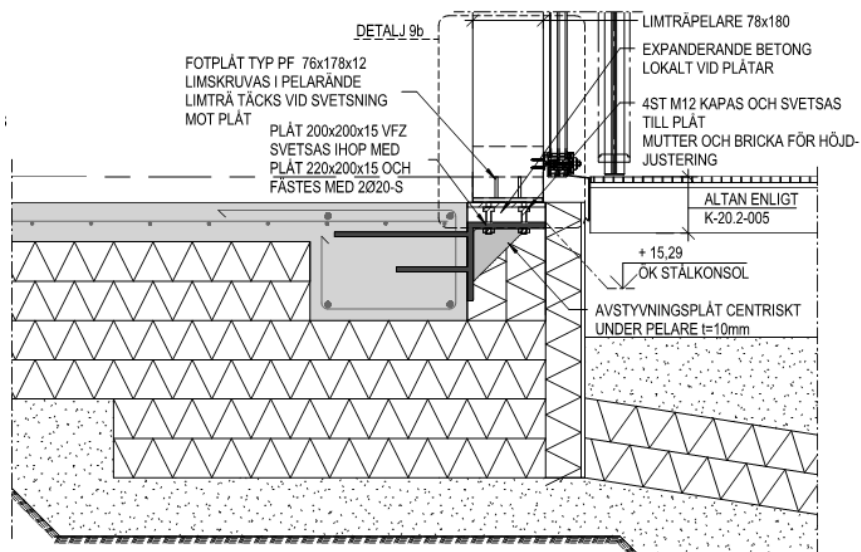
Figur 4.3 Takfotsdetalj från ritningsmaterialet som underlag för köldbryggeberäkning.



Figur 4.4 Mellanbjälklagsanslutning från ritningsmaterialet som underlag för köldbryggeberäkning.



Figur 4.5 Fönsteranslutning från ritningsmaterialet som underlag för köldbryggeberäkning.



Figur 4.6 Konstruktionsdetalj vid kantbalk för beräkningar av köldbryggor.

5. Mätdata och verksamhetsinformation

I byggnaden finns ett detaljerat uppföljningssystem som mäter byggnadens energianvändning. Mätningen är avgränsad till respektive verksamhet. Separat mätning sker för förskoleverksamheten och köksverksamheten och är fördelad på fastighetsenergi och verksamhetsenergi. Mätningarna startades under september 2014 och mätdata från systemet samlas in kontinuerligt. Förskolan har separat mätning och loggning av värme, VVC, tappvarmvatten, fastighetsenergi och verksamhetsenergi.

Förskolebyggnadens beräknade energianvändning skulle i etapp 3 verifieras mot uppmätta värden. I tabell 5.1 visas den uppmätta energianvändningen som tävlingsdeltagarna verifierade energiprestandan mot, från oktober 2014 till och med september 2015.

De tillhandahållna mätvärdena i tabellerna är ej klimatkorrigerade, eftersom detta skulle göras med klimatdata för den aktuella mätperioden.

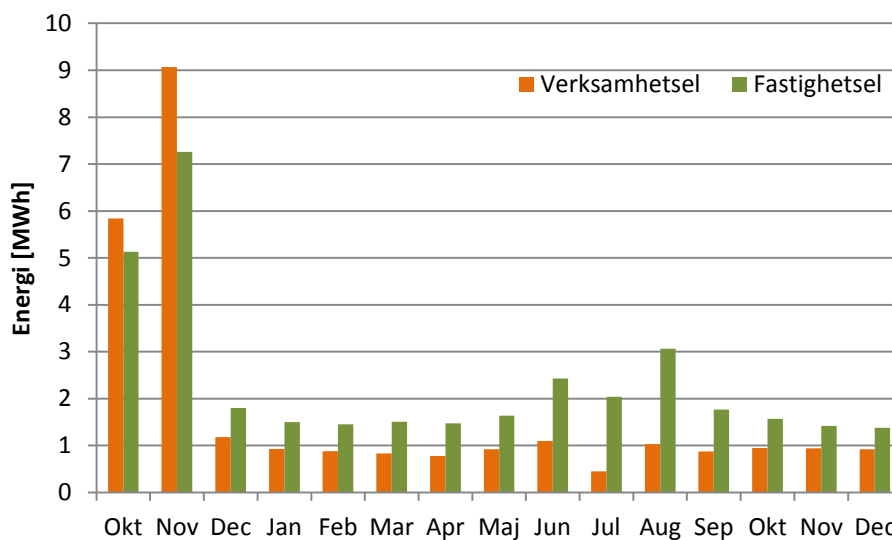
Tabell 5.1 Uppmätt energianvändning som användes i beräkningstävlingen, baserat på mätdata från oktober 2014 till och med september 2015. Specifik energianvändning är beräknad med arean $1100 \text{ m}^2 A_{\text{temp}}$. VVC-förluster som redovisas här, 50 % av totala VVC-förluster, antas tillhöra förskoledelen.

Energianvändning	Total	Specifik
Värme	MWh	kWh/m²,år
Förskola (till rad. och vent)	15,5	14,2
VVC	3,4	3,1
Värme tot	18,9	17,3
Tappvarmvatten		
Tappvarmvatten	2,1	2,8
Tappvarmvatten tot.	2,1	2,8
Fastighetsel		
Plan 1	4,7	4,3
Plan 2	26,3	23,9
Fastighetsel tot.	31,1	28,2
Verksamhetsenergi (el)	23,9	21,7
Energianvändning	52,1	MWh
Specifik energianvändning	47,4	kWh/m ² ,år

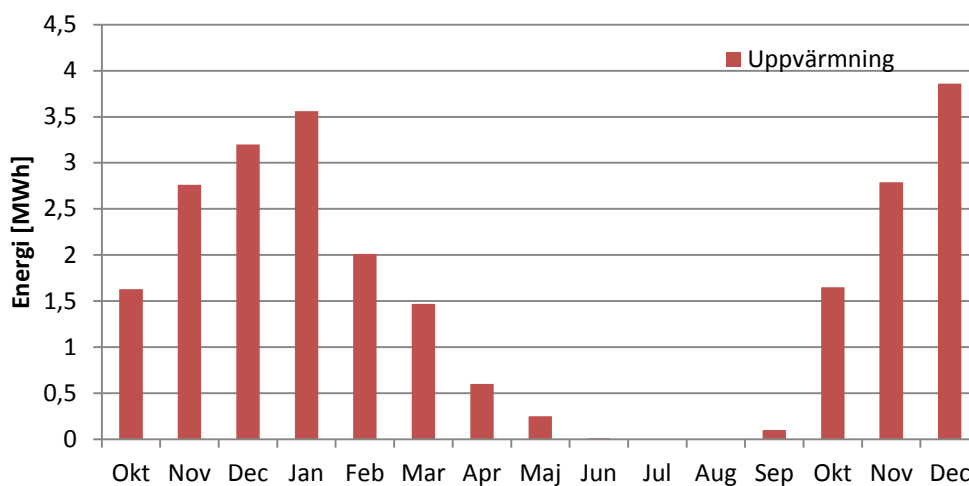
Med den beräknade A_{temp} -arean för byggnaden visar mätningarna att förskolans specifika energianvändning (icke normalårskorrigerad) är lite över 47 kWh/m²,år. Värdena representerar i princip första årets drift, när förskolan var inflyttad, i september 2014. Mätningarna hade vissa uppstartsproblem, där det mesta kunde korrigeras.

Fastighetselanvändningen var anmärkningsvärt hög och tappvarmvattenanvändningen låg. Månadsvärdena visar på att elanvändningen var betydligt högre under oktober och november 2014 i jämförelse med senare månader. Den höga elanvändningen kunde förklaras med att entreprenörerna inte var helt färdiga när verksamheten flyttade in, vilket framförallt verkar belastat fastighetselanvändningen på plan 2, se figur 5.1. Enligt fastighetsägaren och verksamheten finns ingen eller mycket liten utvändig elanvändning.

Månadsvis uppvärmningsenergi för hela perioden framgår av figur 5.2. Mätningen avser energi till golvvärmen och ventilationsaggregatet och värdena är inte normalårskorrigerade.

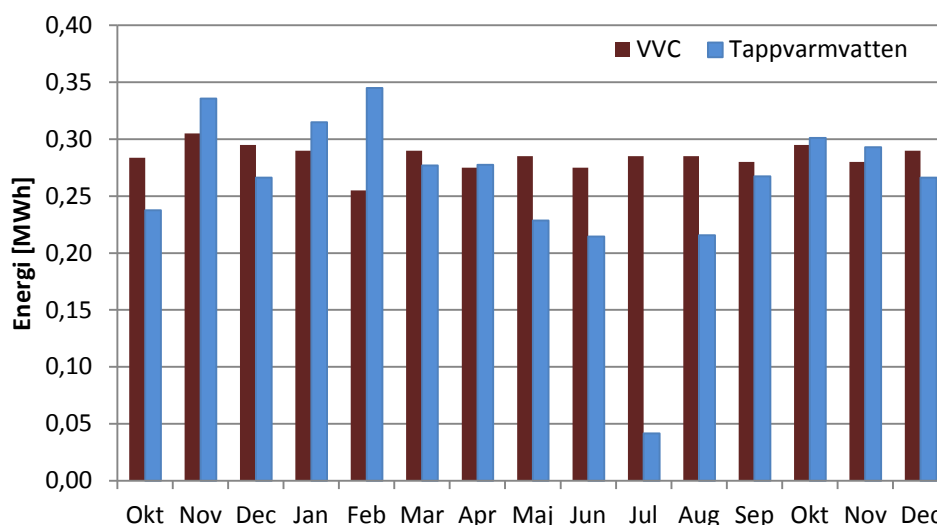


Figur 5.1 Uppmätt fastighetsel och verksamhetsel från oktober 2014 tom december 2015, där den mycket höga elanvändningen för de första två månaderna framgår. Den ökade fastighetselen under sommartid skulle kunna förklaras med längre drifttider på ventilationen, men detta har inte kunnat bekräftas.



Figur 5.2 Uppmätt uppvärmningsenergi från oktober 2014 tom december 2015. Värdena är ej normalårskorrigerade.

I figur 5.3 visas energi till tappvarmvatten samt VVC-förluster (totalt för tappvarmvattenkretsen). VVC-förlusterna är relativt konstanta över året, medan tappvarmvattenenergin minskar kraftigt sommartid.



Figur 5.3 Uppmätta VVC-förluster och tappvarmvattenenergi från oktober 2014 tom december 2015.

Mätdata för helåret 2015 blev tillgängligt först efter att tävlingen avslutats, se tabell 5.2. Dessa mätdata visade på en betydligt lägre elanvändning, men fortfarande hög, för förskolan, när de inledande månaderna inte är med. Även intrimning och injustering kan ha påverkat utfallet. Den behovsstyrda ventilationen gick på låga varvtal och låga flöden, trots detta är fastighetselanvändningen i förskolan relativt hög.

Tabell 5.2 Uppmätt energianvändning kalenderåret 2015. Specifik energianvändning är beräknad med $1100 \text{ m}^2 A_{\text{temp}}$. 50 % av VVC-förlusterna antas tillhöra förskolebyggnaden.

Energianvändning	Total	Specifik
Värme	MWh	kWh/m ² ,år
Uppvärmning	16,3	14,8
VVC	3,4	3,1
Värme tot.	19,7	17,9
Tappvarmvatten		
Tappvarmvatten	3,0	2,8
Tappvarmvatten tot.	3,0	2,8
Fastighetsel		
Plan 1	3,4	3,1
Plan 2	17,8	16,2
Fastighetsel tot.	21,2	19,3
Verksamhetsenergi (el)	10,6	9,6
Byggnadens energianvändning	43,9	MWh
Specifik energianvändning	39,9	kWh/m ² ,år

Lufttäthetsmätningar

I augusti 2014 gjordes täthetsmätning på byggnaden. Resultatet uppvisade en lufttäthet på 0,11 l/s,m² omslutande area vid 50 Pa, under goda mätförutsättningar. Resultatet var således betydligt bättre än kravet för passivhus, 0,3 l/s,m².

6. Jämförelse mellan inkomna tävlingsbidrag

I detta kapitel jämförs och analyseras in- och utdata för olika delar av energiberäkningen. Jämförelsen baseras på de ifyllda in- och utdatatablanketter som lämnades in. Deltagarnas namn har i rapporten ersatts med bokstavs-beteckningar A till S.

I första hand jämförs resultaten från etapperna 1 (projekteringsberäkning) och 2 (relationsberäkning). Beräkningarna i etapp 3 skiljer sig mycket lite från etapp 2 och är därför bara med i enstaka jämförelser.

A_{temp}-beräkning

Deltagarna skulle beräkna förskolans A_{temp}-area genom mätning på planritningar i pdf- eller dwg-format ("linjal"- eller CAD-format). Boverkets definition på A_{temp}-arean är (BBR 22):

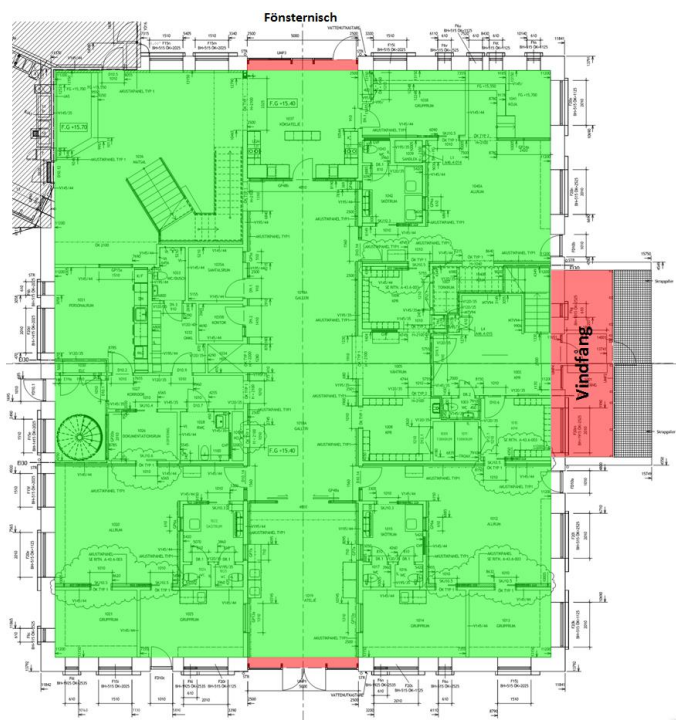
"Aren av samtliga våningsplan, vindsplan och källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte."

I Svebys rapporter om brukarindata görs i bilaga följande förtydligande avseende ljusgårdar:

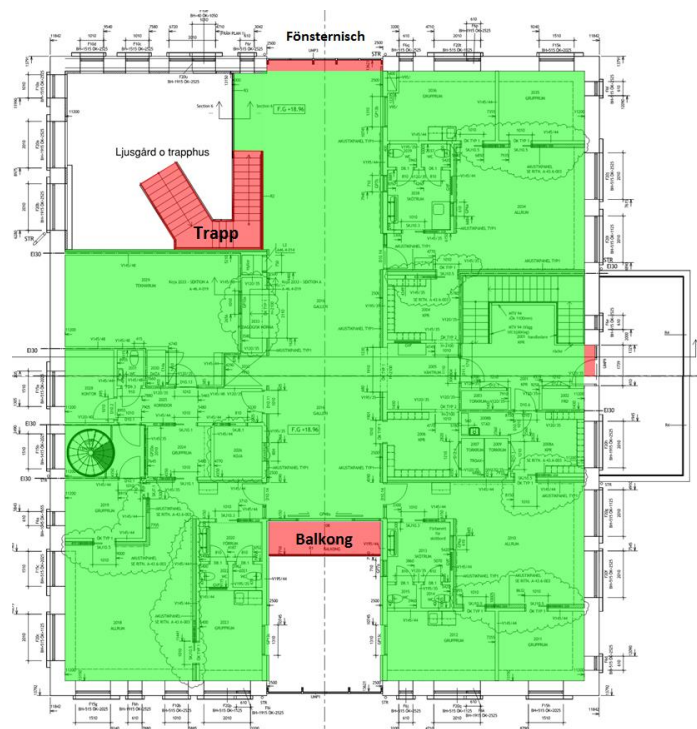
"När det gäller indragna våningsplan (mellanvåningar, ljusgårdar eller större ljusschakt) får man ta hänsyn till indragningens storlek när A_{temp} bestäms. Utgör indragningen av ett våningsplan endast en mindre del av arean, kan indragningen räknas med i A_{temp} (jämför öppningar för trappa, schakt och dylikt i definitionen av A_{temp}). Om indragningens area är större än arean för trapphus och stannplan ska A_{temp} reduceras med indragningens överstigande storlek."

Sveby har beräknat förskolans A_{temp} enligt definitionerna ovan. Först beräknades hela arean mellan ytterväggarnas insidor som inkluderar golvarea, area för innerväggar samt öppningar för trapp för bägge våningsplanen, se grönmarkering i figur 6.1 och 6.2 nedan.

Byggnaden innehåller en ljusgård med trapp vilket gör det svårare att bedöma A_{temp}-arean. I mitten av byggnaden finns stor hall som går genom hela byggnaden och innehåller en öppning till det andra planet. I öppningen finns en balkong vilket också bör tas med i beräkningen. Längs med en av ytterväggarna ansluter ett vindfång som används som ingång till byggnaden. Är detta utrymme uppvärmt bör det räknas med.



Figur 6.1 A_{temp}-area på plan 1. Grönmarkerad basarea samt tillägg för fönsterdörrnischer och vindfång (om uppvärmt) markerat i rött.



Figur 6.2 A_{temp} -area på plan 2. Basarea (grönmarkerad) och tillägg för trapp i ljushärd, balkong och fönsterdörrnisch markerad i rött.

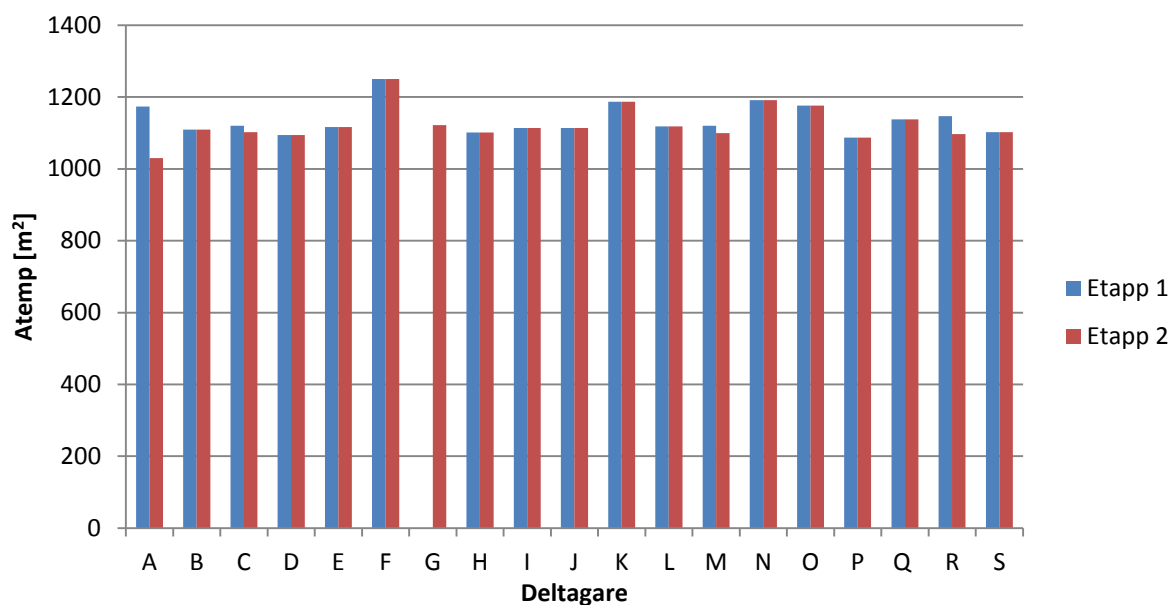
I tabell 6.1 nedan visas beräknade A_{temp} -areor med tillägg för areor som kan tolkas som A_{temp} -areor. Skillnaden med och utan samtliga tillägg är 52 m², dvs knappt 5 procent av A_{temp} . Räknas endast golvarean inklusive innerväggar och trappöppningar fås 1084 m² A_{temp} . Görs ett tillägg för fönsterdörrnischer som går ner till golv fås 1092 m², med tillägg för balkong i öppning på plan 2, 1099 m², samt tillägg för trappuppgång i ljushärd 1113 m². Vindfånget ger ett tillägg på 23 m² (det är ouppvämt och ska ej inräknas).

Tabell 6.1 Beräknad A_{temp} för förskolan med tillägg för fönsterdörrnischer, balkong, trapp i ljushärd samt vindfång.

A_{temp}	m ²
Golvarean inkl. innerväggar och trappöppningar	1084
Golvarean med fönsterdörrnischer	1092
Golvarean med fönsterdörrnischer + balkong	1099
Golvarean med fönsterdörrnischer + balkong + trapp i ljushärd	1113
Golvarean med fönsterdörrnischer + balkong + trapp i ljushärd + vindfång	1136
Golvarean med fönsterdörrnischer utan avdrag för ljushärdar + vindfång	1209

Resultatet från tävlingsdeltagarnas A_{temp} -beräkningar visar en viss spridning, se figur 6.3 och 6.4. Majoriteten har en beräknad A_{temp} kring 1080-1119 m², vilket kan betyda att deltagarna har gjort olika tillägg.

Efter etapp 1 fick tävlingsdeltagarna informationen att vindfånget inte är uppvämt och skall således inte räknas med i senare etapper. Några deltagare verkar ha korrekterat för detta medan de flesta behållit beräkningen från etapp 1. Spridningen ökade något efter etapp 2, vilket kan bero på deltagare A:s stora korrigering. Deltagare F verkar ha överskattat arean och ev. använt utvändiga mått och räknat in alla fönsternischer i arean.

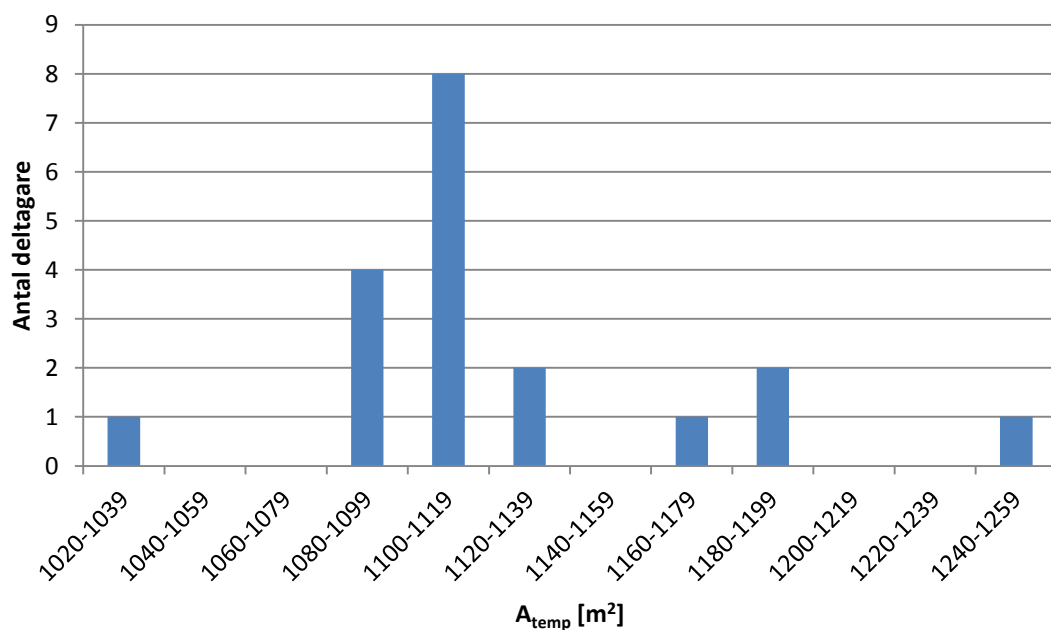


Figur 6.3 Tävlingsdeltagarnas beräknade A_{temp} för förskolan efter etapp 1 och 2.

Tabell 6.2 Statistik för tävlingsdeltagarnas beräknade A_{temp} efter etapp 1 och 2.

A_{temp}, m^2	Medel	Stdavv.	Max	Min
Etapp 1	1137	42	1250	1087
Etapp 2	1124	47	1250	1030

I figur 6.4 visas spridningen i A_{temp} -beräkningarna. 14 av 19 deltagare (74 %) hamnar inom $\pm 3\%$ av medelvärdet.



Figur 6.4 Spridningen av tävlingsdeltagarnas beräknade A_{temp} för förskolan efter etapp 2.

Omslutningsarea A_{om}

Nedan presenteras jämförande resultat för klimatskärmens omslutningsarea och uppdelningen på olika byggnadsdelar. Skillnaderna i total area och fördelning påverkar värmeförlustfaktorn för transmission och U_m -värdet. Osäkerheter i omslutningsarean påverkar även normaliseringen av lufttäthetsmätningen, vilken nästan alltid görs av den som utfört mätningen.

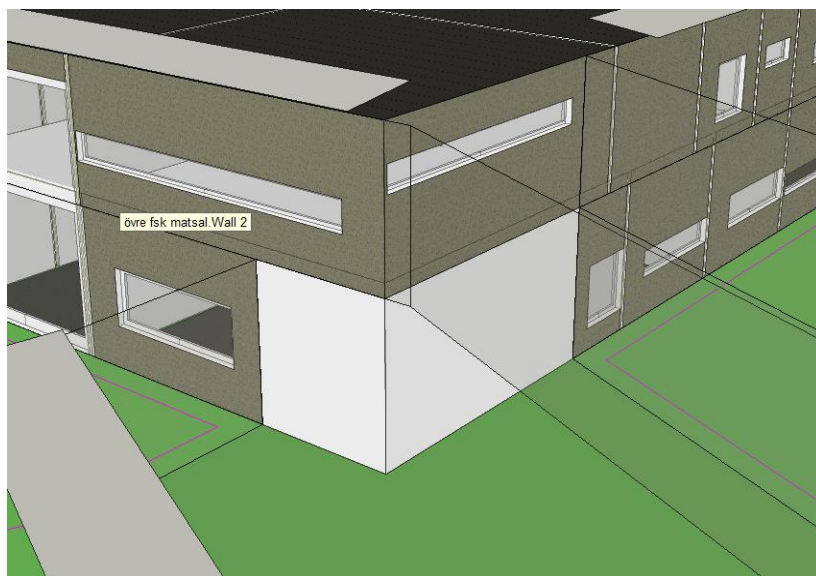
Boverket definierar i BBR omslutningsarean A_{om} som:

"Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft (m^2). Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen."

Definitionen innebär att t.ex. bjälklagskanter enbart har en längd och inte någon egentlig area. De kommer då inte alls med i A_{om} , och måste då beaktas i köldbryggeberäkningen, vilken behandlas i senare avsnitt.

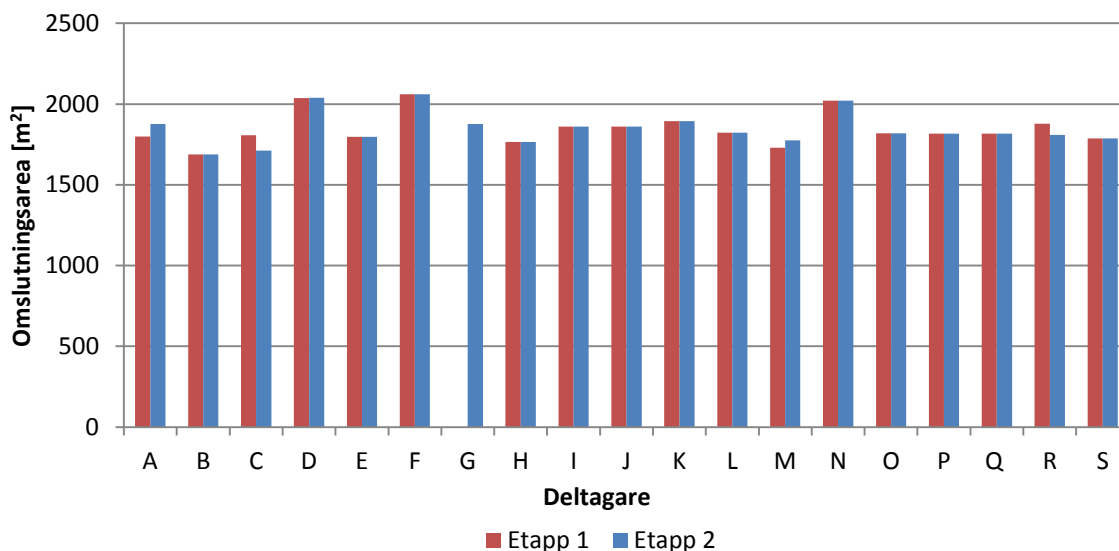
Det är, vid beräkning av byggnaders transmissionsförluster, viktigt att ta med hela klimatskärmens förluster, så att ingen byggnadsdel kommer bort, dvs invändiga areor som räknas bort ska ingå i beräkningen av köldbryggor. Beroende på om BBR eller standard följs (ISO 10211, Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations), kan detta göras på olika sätt och försvåra jämförelser. Även själva standarden ger fler olika möjligheter att göra detta.

Beräknas omslutningsarean för förskolan som omsluten uppvärmd inneluft fås ca 1770 m^2 . I denna area ingår inte arean mot intilliggande matsal som anses vara permanent uppvärmt utrymme, vilken är ca 50 m^2 . Se figur 6.5. Mellanbjälklagskantens area ca 26 m^2 , är inte inräknad. Inte heller har något tillägg gjorts för fönster- eller dörrnischer.



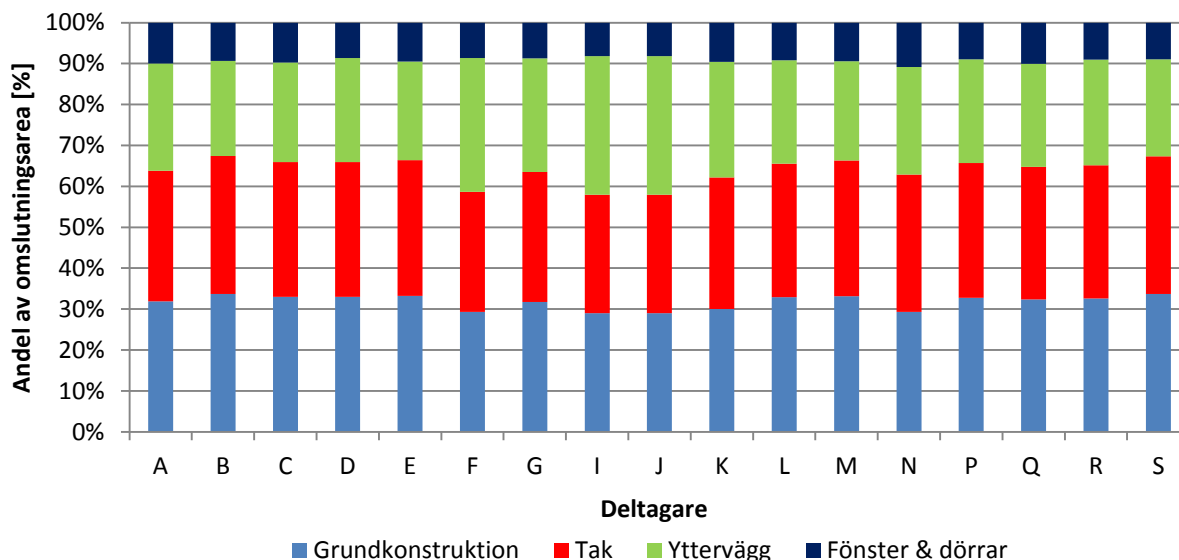
Figur 6.5 Väggarea av förskolebyggnaden som gränsar mot uppvärmd area i matsalen, ca 50 m^2 , se vit markering i figuren.

Resultatet visar att det finns en spridning mellan tävlingsbidragens beräknade omslutningsarea. Mellan deltagare F och H skiljer det 467 m^2 vilket är högsta respektive lägsta beräknade area, se figur 6.6. Detta tyder på mät- eller skalfel, förutom att deltagarna tolkar omslutningsarean olika. Tolkningsskillnaden berör nästan enbart ytterväggen och borde inte betyda mer än 100 m^2 .



Figur 6.6 Tävlingsdeltagarnas beräknade totala omslutningsarea för förskolan i etapperna 1 och 2.

Skillnaderna i deltagarnas olika totala omslutningsarea kan analyseras i mer detalj genom att se fördelningen av arean på grundkonstruktion, tak, yttervägg samt fönster och dörrar, se figur 6.7. Resultatet visar att deltagarna har liknande andel fönster och dörrar av total omslutningsarea. För övriga konstruktionsdelar är skillnaderna större.



Figur 6.7 De olika byggnadsdelarnas andel av omslutningsarean, där den informationen givits (H och O saknas).

Spridningen visas även i tabell 6.3. Den relativa standardavvikelsen är för tak och grundkonstruktion är 4 % respektive 3 %. För fönster och dörrar samt yttervägg är den relativa standardavvikelsen högre, 9 % respektive 20 %. Att standardavvikelsen är hög för ytterväggen vilket kan bero på hur deltagarna valt att ta hänsyn till intilliggande matsal eller bjälklagskanter.

Medelvärde av area för tak är högre än area för grundkonstruktion vilket tyder på att deltagarna räknar arean för byggnadskonstruktionerna olika. Att takarean är något större kan betyda att deltagarna tagit hänsyn till eventuell taklutning. Dock beräknas omslutande takarea mot uppvärmd inneluft dvs mot vindsbjälklaget som inte har något lutning i förskolan. En korrekt tolkning borde innebära samma area för tak- och grundkonstruktion i detta fall.

Tabell 6.3 Statistik för de omslutande areorna efter etapp 2.

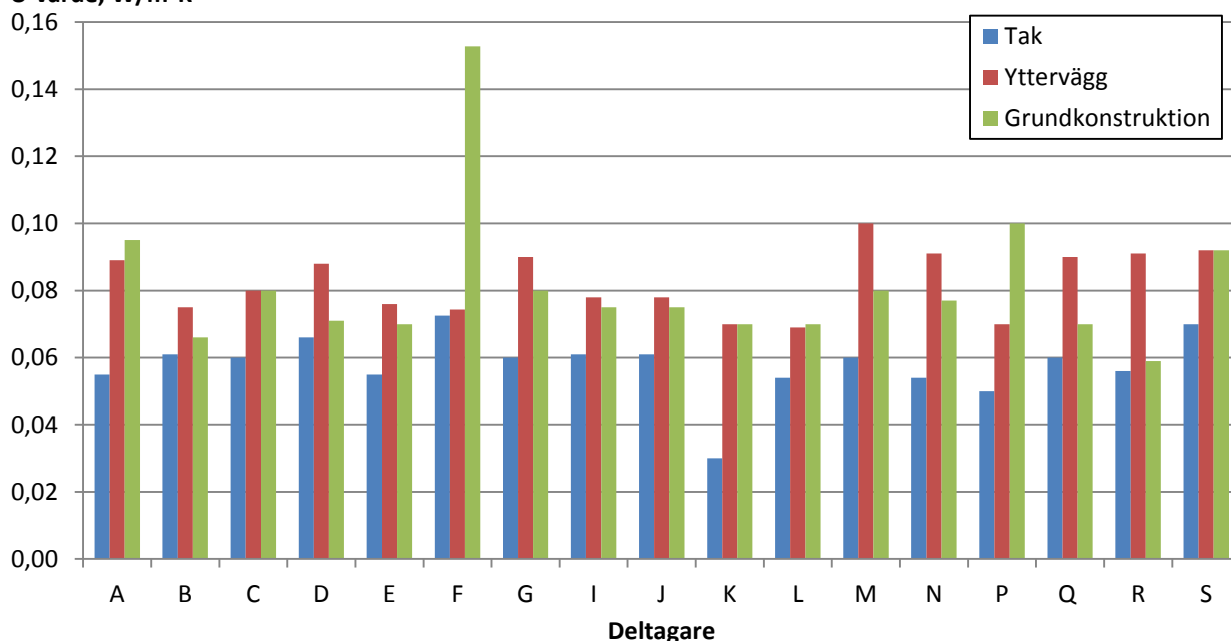
	Medel [m ²]	Stdavv. [m ²]	Stdavv. [%]	Max [m ²]	Min [m ²]
Fönster och dörrar	173	15	9	218	154
Yttervägg	505	100	20	739	413
Tak	601	26	4	675	564
Grundkonstruktion	594	19	3	661	564

Vid summering av resultatet för tävlingsdeltagarnas olika byggnadsdelsareor upptäcktes en avvikelse i total area i jämförelse med den totala omslutningsarea 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 innerväggar och mellanbjälklag inte tas med i beräkningarna.

Beräknade U-värden

U-värden för tak, väggar och grundkonstruktion beräknades utifrån de tillhandahållna konstruktionsritningarna, se figur 6.8. I många energiberäkningsprogram beräknas U-värdet utifrån skiktjocklekar och material, men används inte specifikt, medan i enklare program kan U-värden användas som indata. 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.

Spridningen för tak är relativt liten, endast deltagare K har en stor avvikelse från övriga med 0,03 W/m²K. Spridningen för ytterväggar är större, dock är det ingen deltagare som har en betydande avvikelse från övriga. Eftersom λ -värdet för cellulosaisoleringen var given, 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, dock har deltagare F ett högt avvikande värde på 0,15 W/m²K.

U-värde, W/m²K

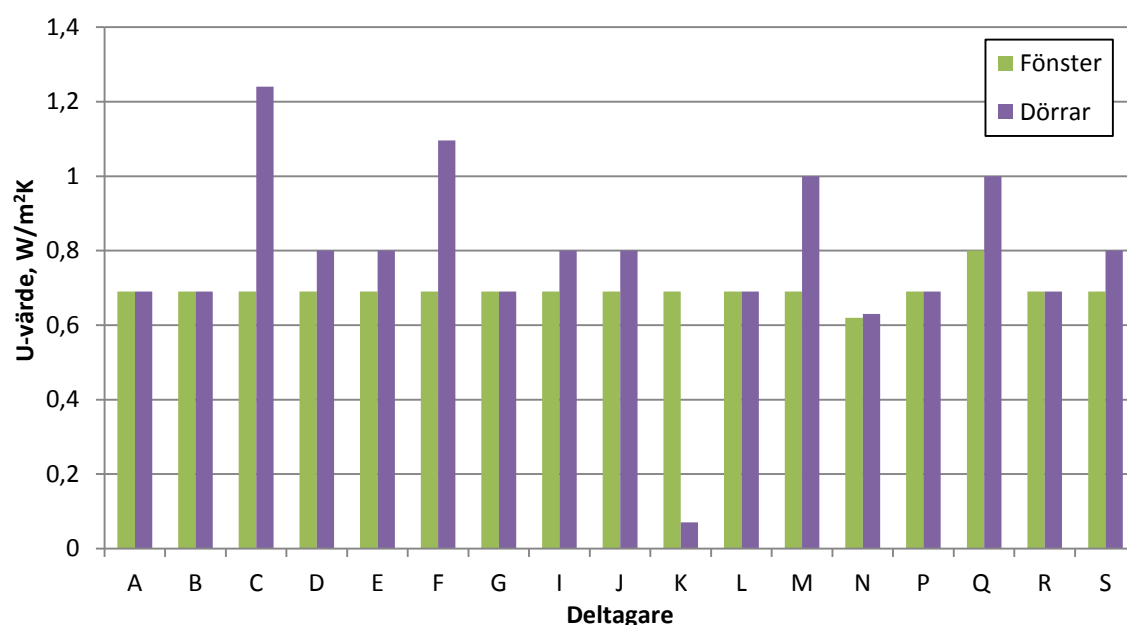
Figur 6.8 Tävlingsdeltagarnas redovisade U-värden för tak, yttervägg och grundkonstruktion vid beräkning för etapp 2. Information från deltagare H och O saknas.

I tabell 6.4 redovisas beräknade U-värden för förskolans konstruktioner, se kapitel 4, med olika verktyg. Skillnaden är störst för ytterväggen, men ändå liten, vilket innebär att programvalet inte är orsaken till spridningen utan snarare deltagarnas fel och förenklingar i inmatningen samt tolkning av ritningsdetaljerna.

Tabell 6.4 Resultat för U-värdeskontroll för golv-, vägg- och takkonstruktion i förskolan, W/m²K.

	Golv	Vägg	Tak
Beräknade värden med Unorm-programmet och excel	0,067	0,081	0,060
Beräkning utförd i www.energiberäkning.se	0,070	0,086	0,060
Från IDA-modell av förskolan (Sweco)	0,070	0,072	0,063

U-värden för fönster angavs i byggbeskrivningen i tävlingshandlingarna till 0,69 W/m²K, vilket majoriteten av deltagarna har använt, se figur 6.9. För dörrar fick deltagarna själva anta rimliga värden. Då förskolan har stora fönsterpartier har flera av deltagarna antagit samma U-värde för dörrar som för fönster. Deltagare K redovisade ett orimligt lågt U-värde för dörrarna.



Figur 6.9 Tävlingsdeltagarnas redovisade U-värden för fönster och dörrar vid beräkning av etapp 2. Information från deltagare H och O saknas.

Köldbryggor

Tävlingsdeltagarna har haft möjlighet att beräkna transmissionsförlusterna från klimatskärmens köldbryggor utifrån givna detaljritningar. Majoriteten av deltagarna har dock valt att använda schablonvärden för köldbryggorna. Endast ett fåtal har valt beräkna köldbryggorna utifrån detaljritningarna. Några har valt att använda energiprogrammets fördefinierade schablonvärde för respektive byggnadsdetalj.

Resultatet visar en mycket stor spridning. Tabell 6.5 visar hur stor andel köldbryggorna är av den totala värmeförlustfaktorn som beräknats eller antagits. Störst respektive minst andel har deltagare G med 30 % respektive deltagare L med 3 %. Det första värdet är ett antaget schablonvärde och det senare är ett beräknat värde. Spridningen är stor bland de som har använt schablonvärden, men även bland de deltagare som har beräknat köldbryggorna. I bilaga 5 visas deltagarnas redovisade värden för respektive byggnadsdel.

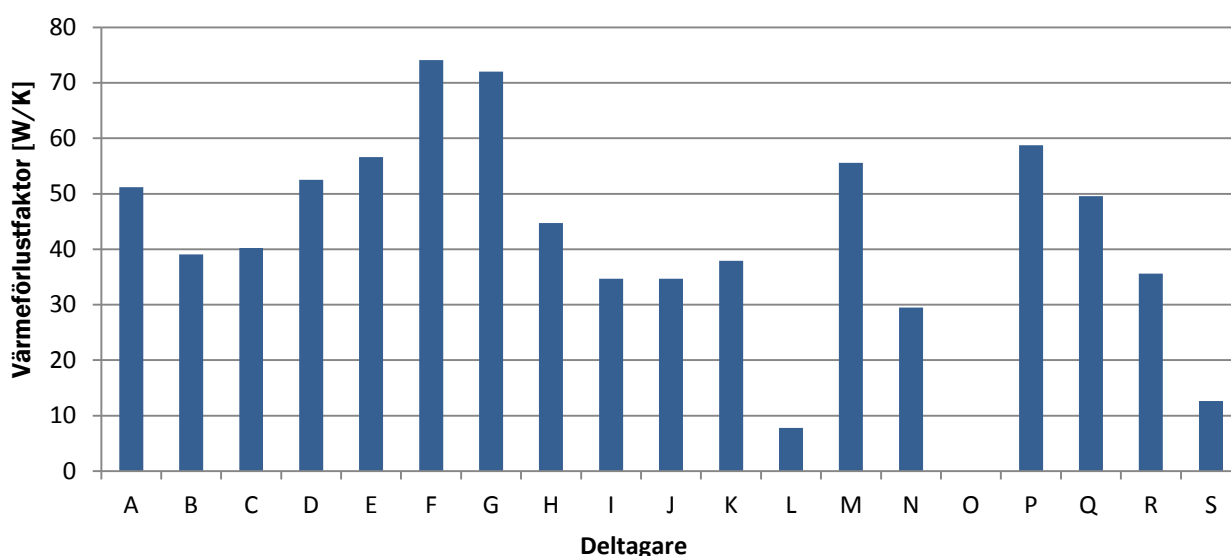
Tabell 6.5 Andel köldbryggor av total värmeförlustfaktor i etapp 2, [%].

Deltagare	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Andel köldbryggor	16	15	15	19	20	18	30	13	12	12	17	3	18	10	-	20	16	14	5

Spridningen bedöms bero på följande skillnader i beräkningssätt:

- Olika beräkningssätt för areor avseende mellanliggande konstruktioner, dvs om arean för bjälklagskanter ingår i köldbryggan eller inte.
- Olika erfarenhetsvärden och principer för påslag t.ex. % på $\sum UA$ eller påslag på U-värden.
- Olika beräkningssätt, 2-3-dimensionell värmeflödesberäkning eller bara 1-dimensionellt antagande (U-värde) för areorna.
- Användning av energiberäkningsprogrammets inbyggda defaultvärden, vilka varierar.

Tävlingsdeltagarnas redovisade totala värmeförlustfaktor på grund av köldbryggor visas i figur 6.10.

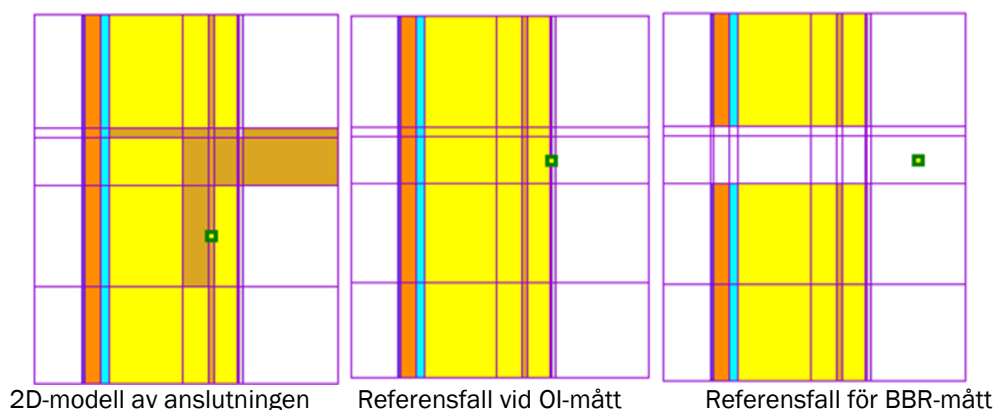


Figur 6.10 Beräknad värmeförlustfaktor på grund av köldbryggor för respektive deltagare i etapp 2. Följande strategier användes:
 Antagna påslag (%) baserat på erfarenhet? (E,F,G,M,N,P,Q,R,S)
 Antaget eller beräknat för enskilda köldbryggor (A,C,D,H,K,L)
 Beräkning baserad på ritningsdetaljer (B,I,J). Deltagare O har ej redovisat.

Nedan redovisas ett exempel på konsekvens av olika principer att beräkna areor som "tillhör" köldbryggorna. Exemplet avser en mellanbjälklagsanslutning, vilken visas i figur 4.4.

Vid invändigt "heltmåt" (Overall Internal), dvs höjden från golvbjälklaget till vindsbjälklaget beräknades köldbryggan till $\psi_{oi} = 0,017 \text{ W/mK}$. Vid "tapetmåt" dvs, höjden mot uppvärmd inneluft enligt BBR, blev köldbryggan $\psi_w = 0,032 \text{ W/mK}$. Skillnaden beror på att referenserna för köldbryggan blir olika, se figur 6.11. De tävlandes beräknade eller bedömda värde för bjälklagskanten var mellan 0,002 och 0,107 W/mK.

För att korrekt jämföra effektförlusten för mellanbjälklagskanten behövs ett tillägg till OI -värdet motsvarande U -värdet gånger arean av mellanbjälklagskanten, vilket sammanlagt ger ett värde på 3,84 W/K för OI -metoden, jämfört med 3,12 W/K för BBR-metoden, dvs ca 26 % skillnad för bjälklagskantens köldbrygga.



Figur 6.11 Beräkningsmodell av mellanbjälklagsanslutning med referensfall vid invändigt "helmått" (Ol) och "tapetmått" (BBR).

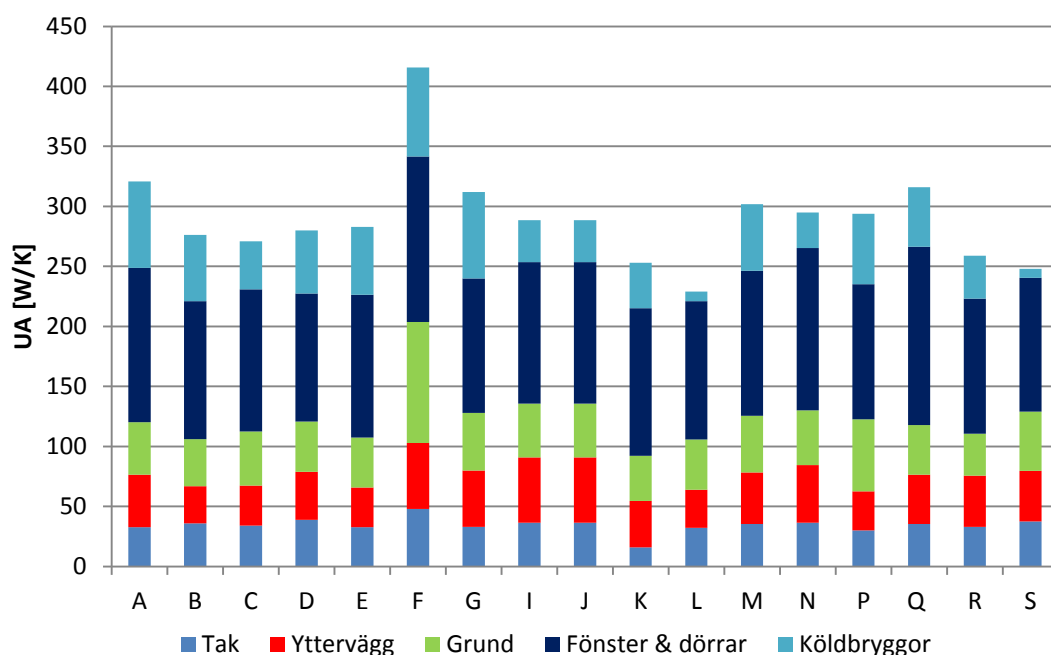
Värmeförlustfaktor

Värmeförlustfaktorn för transmission beräknas genom att multiplicera värmegenomgångstalet (U-värdet) med omslutande area för respektive byggnadsdel och sedan summera dessa. När värmeförlustfaktorn tas fram enligt täljaren i U_m -formeln i BBR, ingår olikheter i total omslutningsarea, byggdelenas andel av omslutningsarean, U-värdesberäkning och köldbryggor, se figur 6.12. Som vi sett, finns det ju olika sätt att korrekt beräkna och beskriva klimatskärmens hela area. Det viktiga är att ingen byggnadsdel eller signifikant köldbrygga glöms bort i hanteringen.

$$U_m = \frac{(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \Psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j)}{A_{om}}$$

Figur 6.12 U_m -formeln i BBR kapitel 9. U_m -formeln används sällan direkt i en energiberäkning,

Tävlingsdeltagarnas beräknade totala värmeförlustfaktor från etapp 2 visas i figur 6.13 med uppdelning i grundkonstruktion, yttervägg, tak, fönster och dörrar samt köldbryggor. Statistik visas i tabell 6.6.



Figur 6.13 Tävlingsdeltagarnas beräknade specifika värmeförlustfaktorer för värmetransmission efter etapp 2 uppdelat på olika byggnadsdelar (W/K). Deltagare H och O saknas.

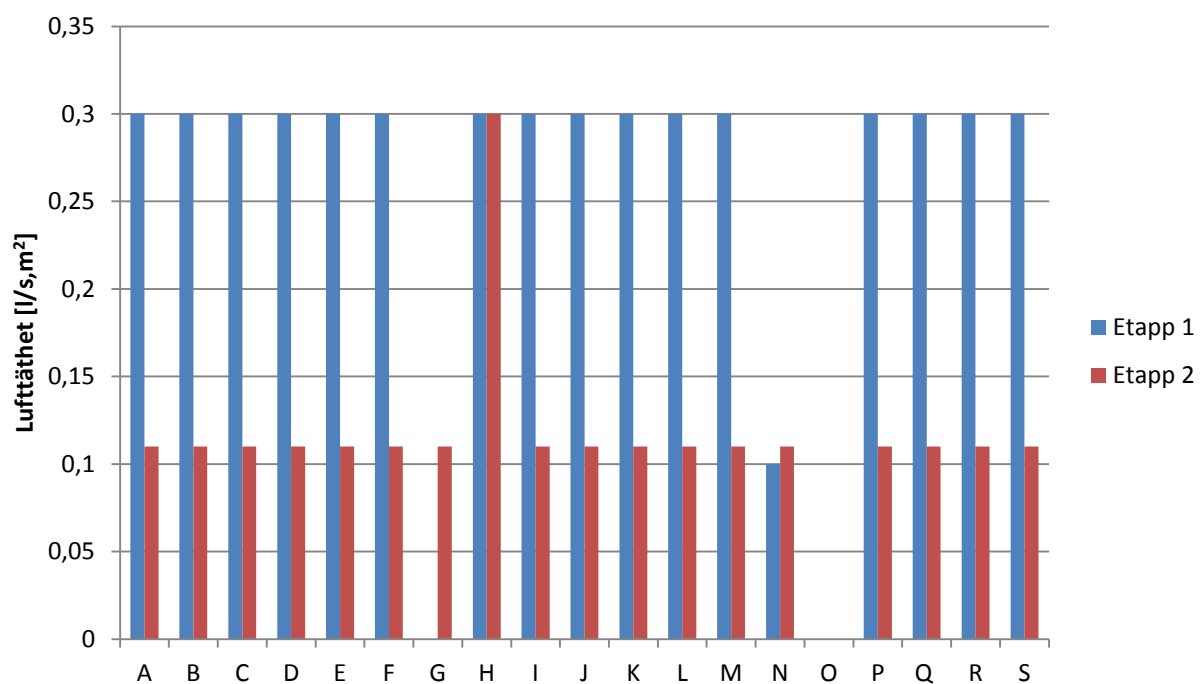
Tabell 6.6 Statistik avseende fördelning av värmeförlustfaktorn (W/K) efter etapp 2.

	Medel	Stdavv.	Max	Min
Köldbryggor	45	19	74	7
Fönster & dörrar	121	11	149	107
Grund	48	14	101	35
Yttervägg	42	8	55	31
Tak	34	6	48	16
Hela	292	41	416	229

Den största variationen kommer från köldbryggorna. Skillnaderna på hela värmeförlustfaktorn för transmission är relativt stor, med en standardavvikelse på 14 % (41 W/K). Spridningen minskar något på hela förlustfaktorn, vilket kan bero på att metodskillnaderna då jämnat ut sig något.

Luftläckning

Luftläckning genom otätheter i klimatskärmen har tillhandahållits genom resultat från täthetsmätningar vid 50 Pa tryckskillnad. I projekteringsskedet antas passivhus-kraven (0,3 l/sm²), och i relationsskedet det uppmätta värdet 0,11 l/sm². Deltagare H verkar inte ha noterat ändringen och deltagare N har använt ett för bra värde i etapp 1. De allra flesta har dock använt givna indata.



Figur 6.14 Tävlingsdeltagarnas använda indata för lufttätthet.

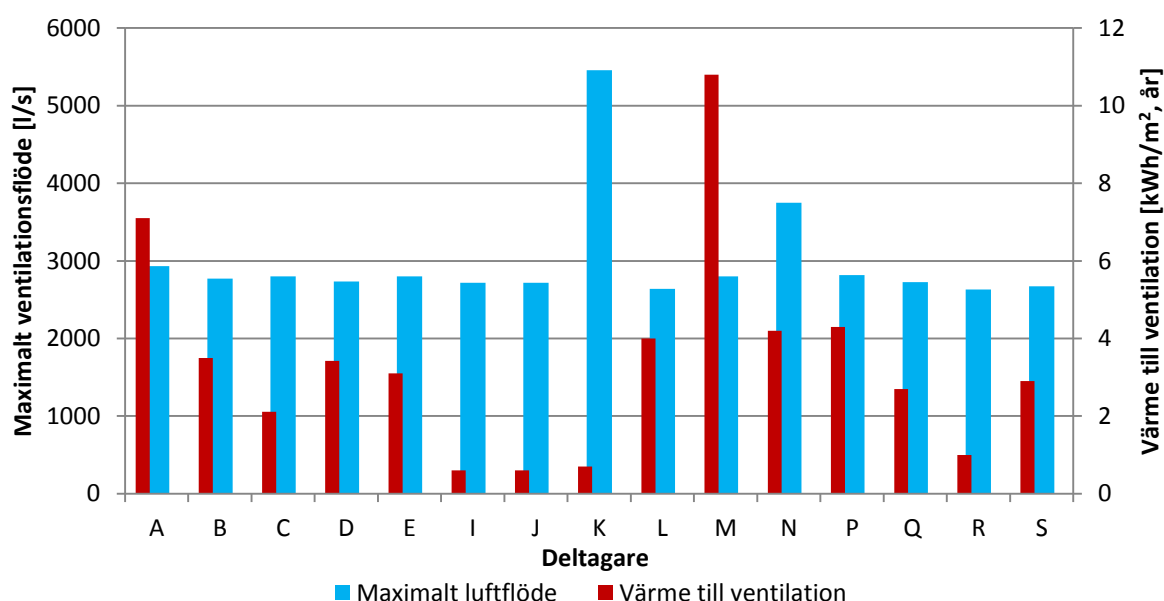
Installationer

Under tävlingen har ventilationssystemet förändrats. I etapp 1 antogs ett ventilationssystem med konstanta luftflöden, medan i de två senare etapperna anpassades ventilationen mot förskolans installerade ventilationssystem med variabla luftflöden. I tabell 6.7 visas tävlingsdeltagarnas antagna värden för det specifika luftflödet under etapp 1. Resultatet visar att majoriteten har använt Swebys schablonvärde på 2,5 l/s, m² för ventilationen när den är i full drift. Några av deltagarna använder andra flöden. Vissa delar upp flödet i flera zoner och använder andra flöden för kök och teknikrum. Med en A_{temp} på 1100 m² motsvarar 2,5 l/s, m² ett schablonmässigt totalt luftflöde på 2750 l/s.

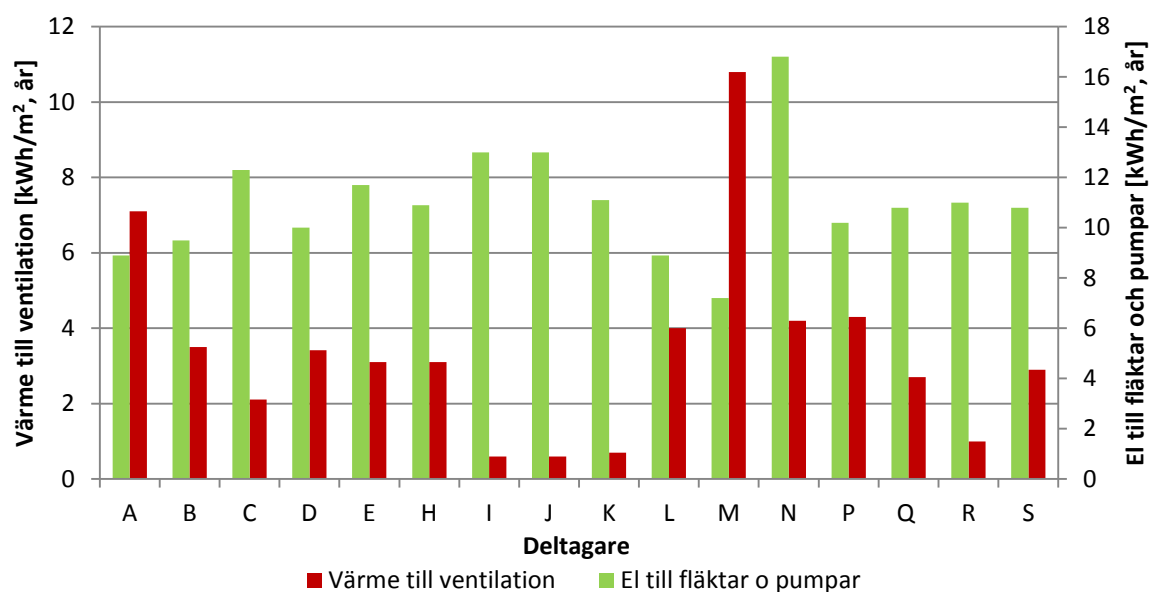
Tabell 6.7 Många av tävlingsdeltagarna använder Swebys schablonvärde för rekommenderat luftflöde vid konstantluftflödessystem, CAV, i etapp 1. Deltagare K sticker ut med nästan det dubbla luftflödet.

Deltagare	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
CAV (l/s, m ²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	2,4	2,4	4,6	2,4	2,5	3,1	-	2,6	2,4	2,3	2,4

I figur 6.15 visas deltagarnas använda maximala luftflöden och beräknad tillförd värme för ventilationen i etapp 1, och i figur 6.16 visas tillförd el till ventilation och pumpar samt tillförd värme (CAV-system).



Figur 6.15 Jämförelse mellan använt maximalt ventilationsflöde och beräknad tillförd värme för ventilation i etapp 1.

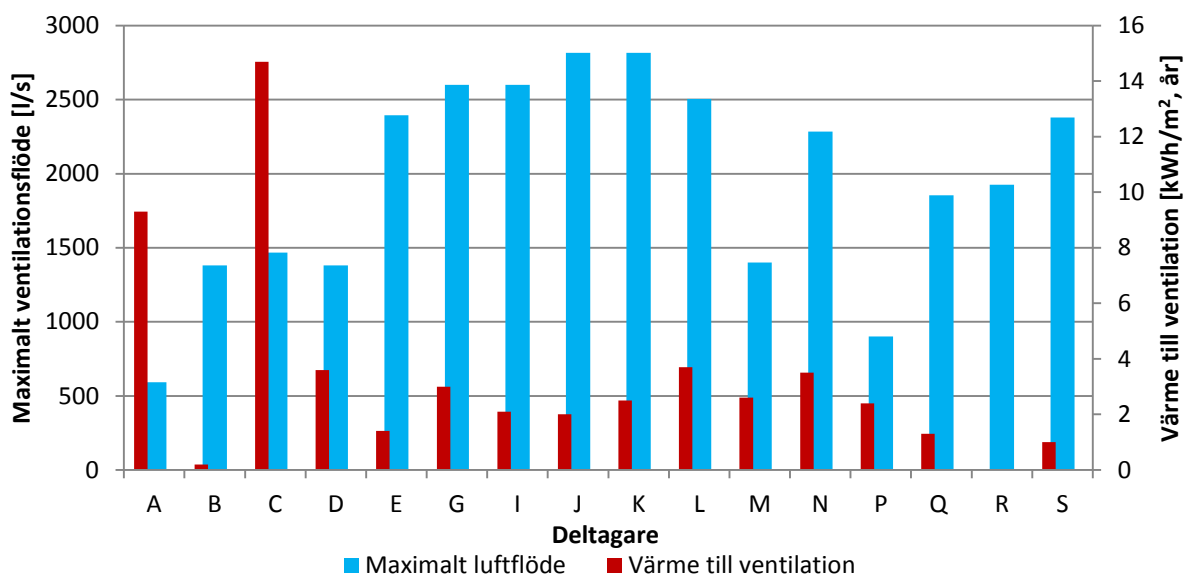


Figur 6.16 Beräknad tillförd el till fläktar och pumpar samt beräknad tillförd värme för ventilation, etapp 1.

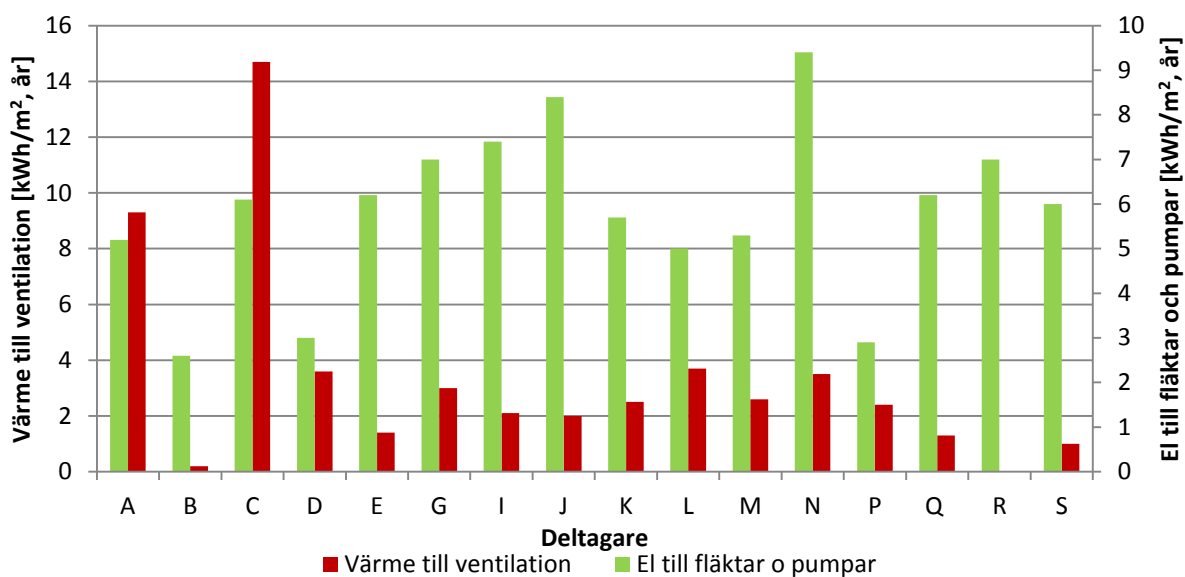
I etapp 2 byttes till VAV-ventilation, och deltagarnas använda indata visas i tabell 6.8. Motsvarande diagram som för CAV redovisas för VAV i figur 6.17 och 6.18.

Tabell 6.8 Tävlingsdeltagarnas använda indata för ventilation i etapp 2, för de som uppgett detta.

Deltagare	VAV: Högsta luftflöde	Tilluftstemperatur	Temperaturverkningsgrad	Fläktverkningsgrad	Tryckhöjning fläktar	SFP	Drifttid
A	591	16-19	83	60	450	1,5	60
B	1380	18	83	60	450	1,1	60
C	1467	18	83	67	478	1,5	60
D	1380	22	83	62	180	1,5	60
E	2395	18	83			1,5	60
F			83			1,5	
G	2600	21	83	60	450	1,5	60
H		20	83	60		1,5	50
I	2600	18	83	100	900	1,5	60
J	2816	18	83	100	900	1,5	60
K	2816	18	83			1,5	60
L	2505	18	83	63	475	1,5	60
M	1400		74,7			1,5	60
N	2285	20	83	65	600/500	1,7	-
P	900	18	83	60	450	1,5	60
Q	1855		80	100	750	1,5	60
R	1925	18	83	40	300	1,5	60
S	2380	18	83	60	450	1,5	60



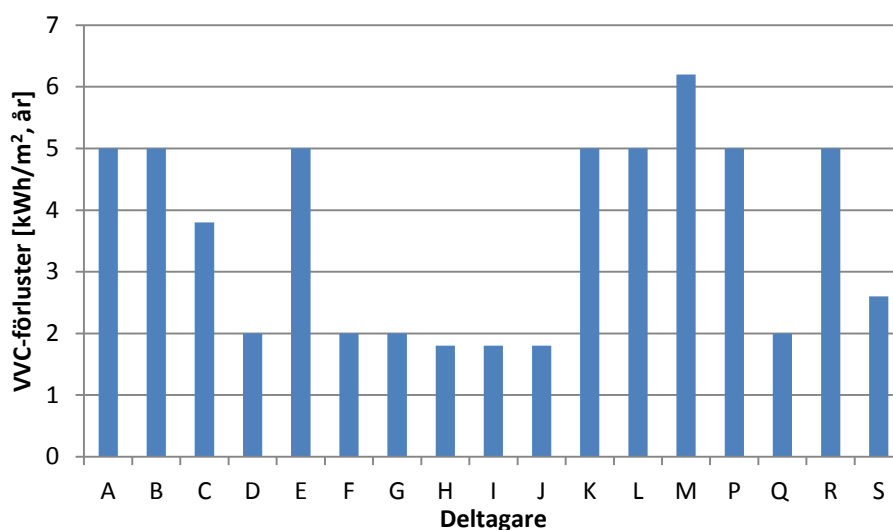
Figur 6.17 Jämförelse mellan maximalt ventilationsflöde och tillförd värme för ventilation i etapp 2.



Figur 6.18 Tillförd el till fläktar och pumpar i förhållande till tillförd värme för ventilation i etapp 2.

I tävlingen har deltagarna varit tvungna att anta VVC-förlusterna utifrån egen erfarenhet. I Sveby finns inga schablonvärden som deltagarna har kunnat använda sig av. I figur 6.19 visas deltagarnas antagna värden från etapp 2, vilket visar på två grupperingar. En grupp har antagit VVC-förluster kring 5 kWh/m²,år och en annan grupp antar värden kring 2 kWh/m²,år.

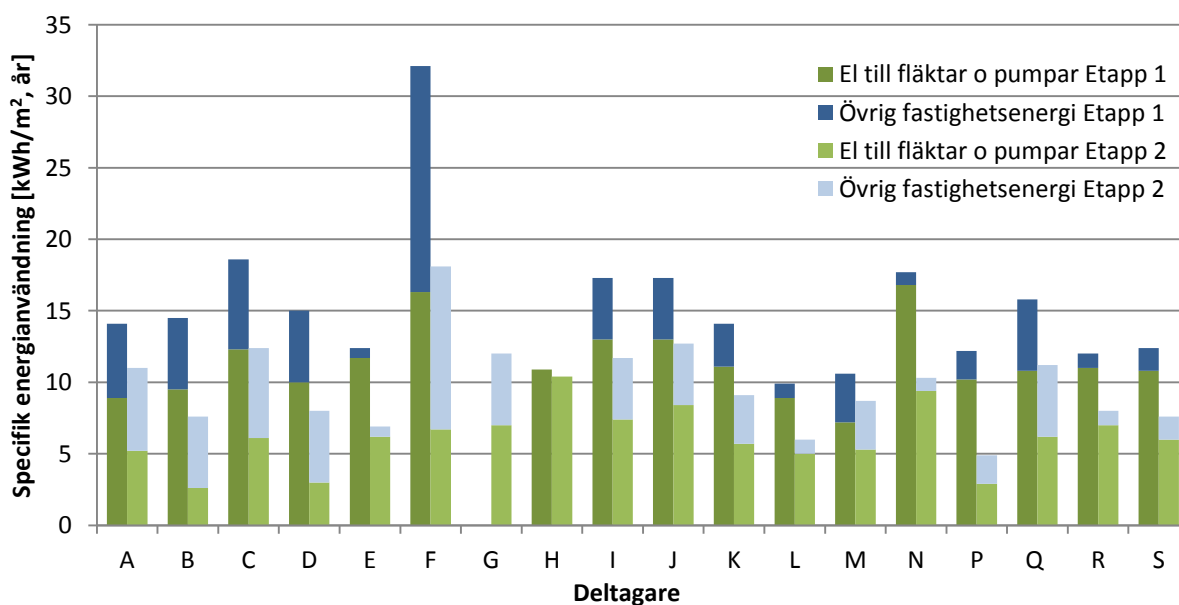
Mätvärden i tidigare kapitel visar att förlusterna från hela tappvarmvattenkretsen är inom detta område. Vid tolkning av mätvärdena har antagits att 50 % av uppmätta VVC-förluster avser förskolan, vilket är en förenkling.



Figur 6.19 Tävlingsdeltagarnas antagna VVC-förluster i etapp 2. Information från deltagare N och O saknas. Deltagare M har dessutom inkluderat rörförluster från värmekretsarna i detta.

Fastighetsenergi

I tävlingen har deltagarna beräknat förskolans fastighetsenergi. I figur 6.20 visas resultatet från etapp 1 och etapp 2. Fastighetsenergin är uppdelad i el för fläktar och pumpar samt övrig fastighetsenergi. Det är oklart vad deltagarnas övriga fastighetsenergi innehåller då resultatet saknar kommentarer. Några deltagare har gjort tillägg för hissar, ytterbelysning samt eventuella eluppvärmda stuprör och hängrännor. Resultatet visar att dessa antaganden varierar, till viss del också beroende på hur in- och utdatablanketterna tolkats och fyllts i. I etapp 1 där ventilationen är CAV-system har dessa antaganden mindre betydelse i jämförelse med i etapp 2 då ventilationen är VAV-system. I etapp 2 behövs mindre el till fläktar och pumpar, vilket gör att övrig fastighetsenergi blir en större andel av total fastighetsenergi.



Figur 6.20 Tävlingsdeltagarnas beräknade fastighetsenergi i etapp 1 och 2. Deltagare O har ej redovisat.

Val av klimatdatafiler

I tävlingen rekommenderades att följa Sveby's anvisningar avseende val av klimatdatafiler för energiberäkningarna. Under tävlingsperioden fanns 11 olika klimatdatafiler för typår (normalår) tillgängliga via Svebys hemsida. I tillhörande rapport (Nya klimatfiler för Lågan, 2015) finns instruktioner för vilken klimatdatafil som är bäst lämpad för orten. I rapporten rekommenderas att för Halmstad använda klimatdatafilen för Göteborg.

I tabell 6.9 visas tävlingsdeltagarnas val av klimatdatafiler för respektive etapp. Viss koppling finns mellan beräkningsprogram och val av klimatdatafil. Resultatet visar att deltagarna under etapp 1, då förskolans placering var Halmstad, använde klimatdatafiler för Göteborg, Halmstad, Ängelholm och Malmö. I etapp 2 ändrades byggnadens placering till Umeå vilket innebar nytt val av klimatdatafil för deltagarna. Resultatet visar att fler deltagare valt Svebys klimatdatafil för Umeå. I etapp 3 distribuerades, tillsammans med instruktionerna, en klimatdatafil för Umeå 2015 att användas för verifiering av byggnadens energianvändning.

I Svebys nya rapport (Klimatdatafiler för Sveriges kommuner, Rapport 160217) redovisas klimatdatafiler för typår för Sveriges samtliga kommuner (310 orter). Rapporten visar hur indata i klimatdatafiler påverkar byggnaders energianvändning. Jämförelser i årsmedeltemperatur, graddagar, vindtimmar samt wattimmar för direkt och diffus solstrålning redovisas även.

I bilaga 4 visas årsmedeltemperaturen respektive antal graddagar för tävlingsdeltagarnas valda klimatdatafiler i varje etapp. I första etappen där tävlingsdeltagarna har valt klimatdatafiler för olika orter är skillnaden i årsmedeltemperatur 0,6 °C och i antalet graddagar 216 st mellan klimatdatafilerna för Göteborg och Malmö. I etapp 2, där tävlingsdeltagarna valt olika klimatfiler för samma ort, är skillnaderna större. Där skiljer årsmedeltemperaturen 1,2 °C och antal graddagar 455 st mellan Svebys klimatdatafil och klimatdatafilen från Meteonorm. Klimatdatafilerna baseras på väderdata från olika tidsperioder, vilket är den troligt största orsaken till skillnaderna.

Tabell 6.9 Använda klimatdatafiler och beräkningsprogram.

Delta-gare	Klimatdatafil etapp 1	Klimatdatafil etapp 2	Klimatdatafil etapp 3	Beräkningsprogram
A	Malmö 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	IDA 4.6.2
B	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.6
C	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby		IDA 4.7
E	Halmstad 1996-2005	Umeå 1996-2005	SMHI Umeå för 2015	VIP 2.1.4
F	Halmstad ur Bv2	Umeå ur Bv2	Umeå ur Bv2	BV2
H	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.7
I	Ängelholm (ASHRAE IWEC2)	Umeå (ASHRAE IWEC2)	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.6.2
J	Ängelholm (ASHRAE IWEC2)	Umeå (ASHRAE IWEC2)	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.6.2
K	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.6.2
L	Halmstad (Typår från Meteonorm)	Umeå (Typår från Meteonorm)	SMHI Umeå för 2015	Riuska 4.18.14
M	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	Balans
N	Halmstad 1996-2005	Umeå 1996-2005	Umeå 1996-2005	VIP 3.1.1
P	Ängelholm (ASHRAE IWEC2)	Umeå (ASHRAE IWEC2)	SMHI Umeå för 2015	IDA 4.7
Q	Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	VIP 3.0.3
R	Halmstad 1996-2005	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	VIP 3.1.0
S	Halmstad	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	SMHI Umeå för 2015	VIP 3.1.0

Brukarindata

I etapp 1 och 2 har majoriteten av deltagarna använts Svebys brukarindata för utrustning och belysning som belastar verksamhetsdelen i byggnaden. I tabell 6.10 visas deltagarnas valda värden i etapp 2.

Resultatet visar att deltagarna har använt 4 W/m² och 2 W/m² som belastning för utrustning respektive belysning. Några har använt andra värden för teknikrum och kök. Andra delar upp belastningen för sommar- och vinterperiod. De flesta har använt Svebys rekommenderade 47 driftveckor, dock skiljer det när på året deltagarna placerar uppehållen.

Tabell 6.10 Tävlingsdeltagarnas indata för brukare i etapp 2. Ett X i tabellen markerar att värdet är okänt eller på annat sätt inte kunnat redovisas.

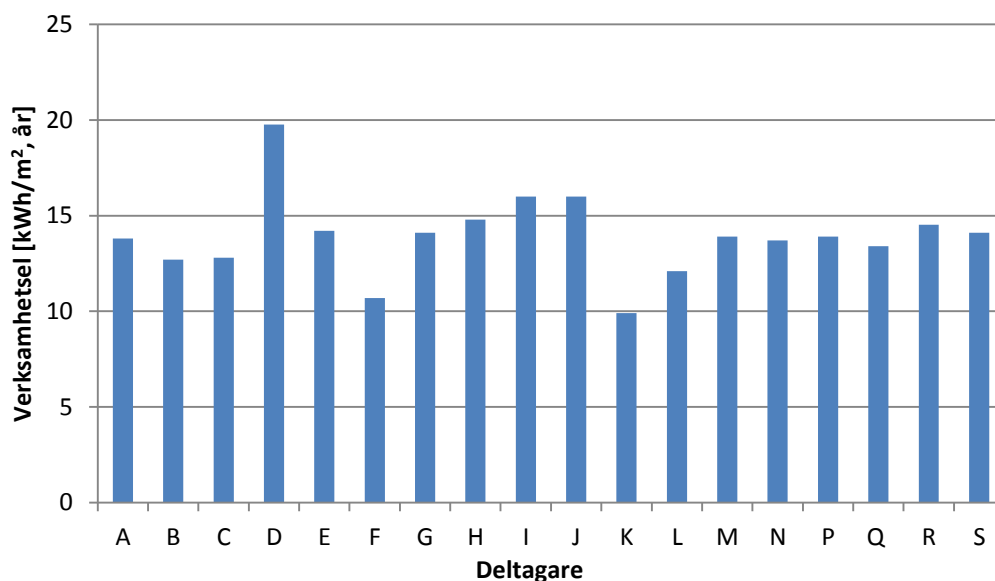
Deltagare	Utrustning		Belysning	
	Tidschema	Belastning	Tidschema	Belastning
A	9/X/X	4	9/X/X	2
B	10/5/47	4	10/5/47	2
C	10/5/47	3,9	10/5/47	2
D		4		2
E	10/5/47	4	10/5/47	2
F	10/X/52	4/8	X/X/48	1/2
G	10/5/47	4	10/5/47	2
H				
I	10/5/47	4	10/5/47	2
J	10/5/47	4	10/5/47	2
K	10/5/47	4/5	10/5/47	2/5
L	10/5/47	4	10/5/47	2
M	10/5/47	4	10/5/47	2
N	10/X/X	4	10/X/X	2
O				
P	10/X/47	4/5	10/X/47	2/5
Q	10/X/47	4	10/X/47	2
R	10/X/47	4/5	10/X/47	2/5
S	10/5/47	4	10/5/47	2

Majoriteten använder Sveby brukarindata för personvärme, verksamhetsutrustning och belysning. Dock skiljer sig hur stor andel som antas bli internvärme och kommer byggnaden tillgodo. Många antar att all belastning blir internvärme men några antar lägre värden, i vissa fall 60 %, se tabell 6.11.

Tabell 6.11 Andel av brukarindata för personlast, utrustning och belysning som blir till internvärme.

Deltagare	Andel av belastning som blir internvärme (%)		
	Personlast	Utrustning	Belysning
A	80	80	80
B	100	100	100
C	100	100	100
D			
E	100	100	100
F			
G	100	100	100
H			
I	100	100	100
J	100	100	100
K	70	100	100
L	100	70	100
M	80	100	100
N	100	100	100
O			
P	100	100	100
Q	100	100	100
R	60	70	70
S	100	100	100

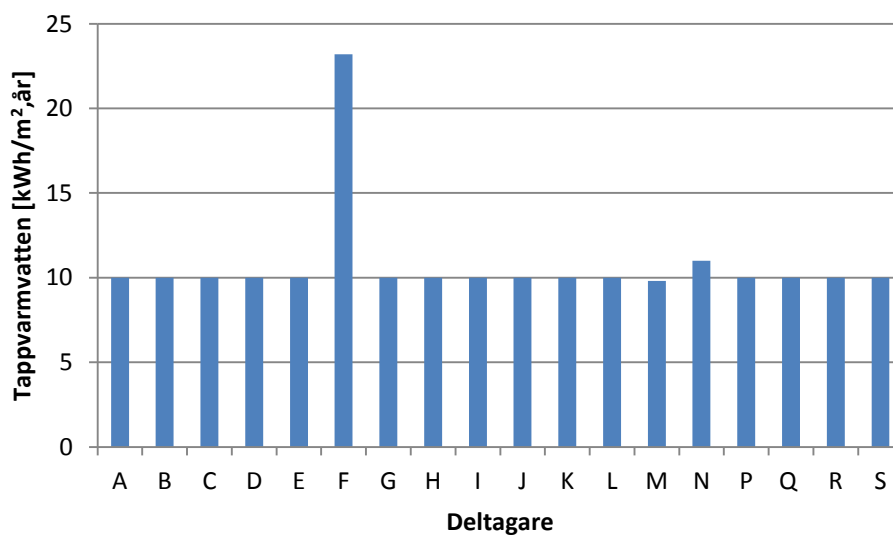
I figur 6.21 visas resultat för beräknad specifik verksamhetsel efter etapp 2. I resultatet finns en betydande spridning, vilket bör påverka deltagarnas uppvärmningsbehov. Orsaken till denna spridning kan bero på deltagarnas olika uppskattning av brukarindata för utrustning och belysning men även skillnaderna i antaganden om hur stor del som blir tillgodogjord internvärme.



Figur 6.21 Tävlingsdeltagarnas beräknade verksamhetsel i etapp 2. Deltagare O saknas.

Samtliga deltagare använde ett värdringspåslag på 4 kWh/m²,år, dock redovisas detta på olika sätt. Några väljer att belasta endast värme för uppvärmning medan några väljer att dela upp posten på värme för uppvärmning och värme för ventilation.

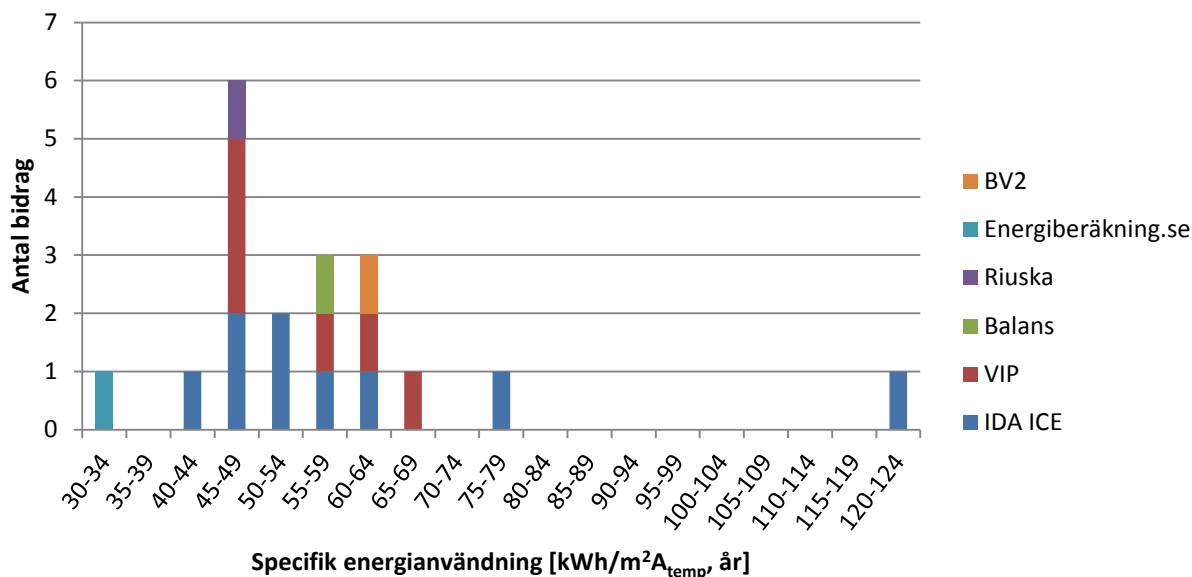
I de nya brukarindata för undervisningslokaler som lanserades i samband med energiberäkningstävlingen rekommenderades 10 kWh/m²,år som schablon för tappvarmvatten. Resultatet visar att majoriteten har använt detta värde i etapp 2. Endast deltagare F har ett avvikande resultat som är betydande, se figur 6.22, vilket troligtvis beror på fel i inmatningen eller fel redovisat.



Figur 6.22 Tävlingsdeltagarnas brukarindata för tappvarmvatten i etapp 2.

7. Energiprestanda

I figur 7.1 nedan 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/m²,år med sex stycken. Tolv av nitton deltagare ligger inom området 40-60 kWh/m²,år.



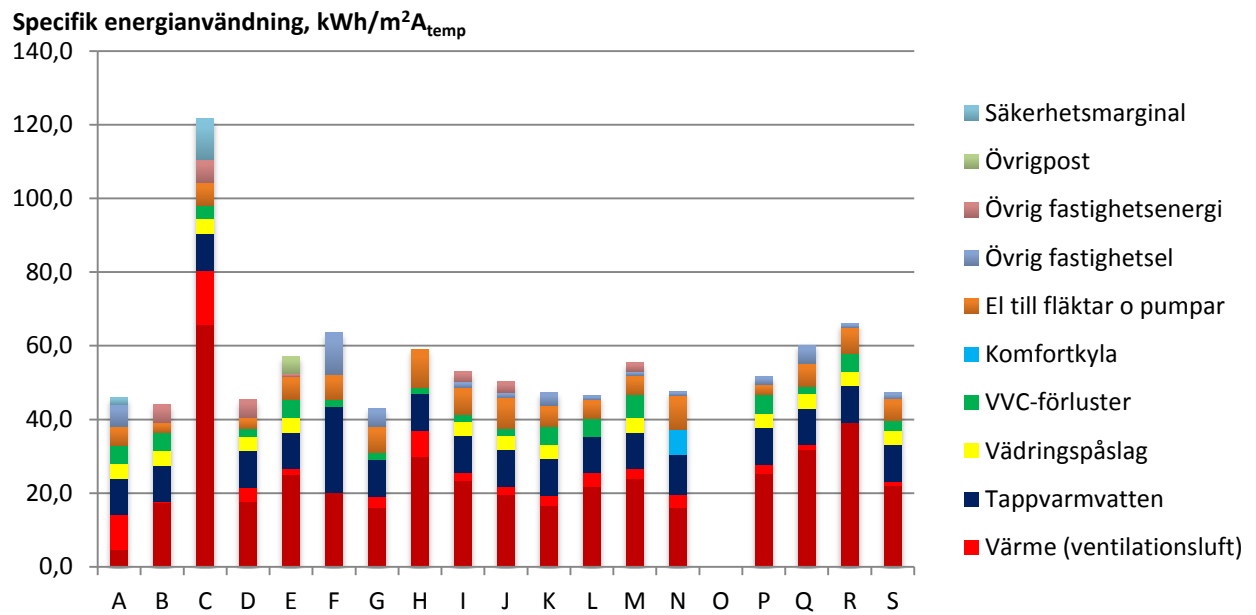
Figur 7.1 Spridning av tävlingsdeltagarnas beräknade specifika energianvändning efter etapp 2.

Om alla deltagare tas med, blir statistiken för energiprestanda enligt tabell 7.1 nedan. Om de kraftigt avvikande högsta och lägsta värdena exkluderas, t.ex. att beräkningsfel upptäckts i processen, så blir spridningen betydligt mindre. Spridningen i energiprestanda är i paritet med förra tävlingen om de mest avvikande värdena tas bort. Procenttalen är dock ca dubbelt så höga på grund av att energianvändningen är ca hälften i förskolan som i flerbostadshuset som användes i förra tävlingen.

Tabell 7.1 Statistik för energiprestanda efter etapp 2, kWh/m²A_{temp}.

	Medel	Stdavv.	Max	Min
Energiprestanda	56,8	18,3 (32 %)	121,7	31,0
EP om det högsta värdet utesluts	53,2	10,4 (20 %)	78,5	31,0
EP om både högsta och lägsta värdet utesluts	54,5	9,2 (17 %)	78,5	44,1

Andelen av de olika energiposterna i deltagarnas specifika energianvändning varierar. Värme till uppvärmning står för ca 50 % av den totala användningen. Värme till ventilation varierar från 0 till 14,7 kWh/m², år. Detta beror till stor del vilka indata deltagarna har använt för ventilationen, vilket tidigare har diskuterats i rapporten. Figur 7.2 sammanfattar resultaten på specifik energianvändning för etapp 2. 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 fastighetsel, Övrig fastighetsenergi och Övrigt varit, där en eller flera av dessa använts för samma sak av olika deltagare.



Figur 7.2 Tävlingsdeltagarnas beräknade specifika energianvändning i etapp 2. Underlag saknas från deltagare O.

8. Verifiering och vite

I den sista etappen av tävlingen skulle tävlingsdeltagarna först verifiera förskolans energianvändning efter ett års drift. Enligt tävlingsinstruktionerna har Sveby Energiavtal 12 tecknats.

Med uppmätt energianvändning och Sveby's verifieringsmall skulle korrigering göras för klimat och brukande som avvek från det normala. Enligt tävlingsinstruktionerna skulle klimatfil för Umeå 2015 samt detaljerad brukarindata för verksamheten 2015 användas i en upprepad energiberäkning.

Enligt Svebys Energiprestandaanalys korrigeras en byggnads energiprestanda enligt följande beräkning:

$$EP_{\text{verifierad}} = EP_{\text{uppmätt}} + EP_{\text{bnormal}} - EP_{\text{bverkl}}$$

där:

$EP_{\text{verifierad}}$ = Verifierad energiprestanda.

$EP_{\text{uppmätt}}$ = Uppmätt energiprestanda från mätdata.

EP_{bnormal} = Beräknad energiprestanda med normalt brukande och normalt klimat.

EP_{bverkl} = Beräknad energiprestanda med verkligt brukande och klimatdata för verifieringsår.

Korrigeringen görs på energiprestandans olika klimat- och brukarpåverkade delar. I tabell 8.1 nedan redovisas tävlingsdeltagarnas valda korrigeringar och summan. Korrigeringens storlek baseras således på tidigare energiberäkning i etapp 2 jämfört med beräkningen i etapp 3. Detta gör att deltagarnas korrigeringar skiljer sig åt. Korrigeringarna baseras även delvis på deltagarnas val av korrigering. Resultatet visar att flera av deltagarna valt att normalårskorrigera värmeanvändningen men även tappvarmvattenanvändningen.

Utifrån tidigare resultat på använda brukarindata i etapp 2 har majoriteteten av deltagarna använt Svebys rekommenderade värde för tappvarmvattenanvändning. I resultatet nedan har flera deltagare liknande storlek på korrigeringen för tappvarmvatten.

Endast brukarrelaterad energi ska korrigeras, vilket innebär att fastighetsenergi normalt inte ska korrigeras. I detta fall kan fastighetsenergi för ventilation korrigeras då styrningen av ventilationen i förskolan delvis baseras på brukarnas närvaro. Resultatet visar att flera av tävlingsdeltagarna har valt att korrigera hela den uppmätta fastighetsenergin, vilket inte är korrekt. Någon deltagare har utifrån erfarenhet bedömt den uppmätta fastighetsenergin som orimligt hög för förskolan, och ansett den som felaktig. I tävlingsinstruktionerna gavs endast uppmätta värden utan någon möjlighet att kunna kontrollera rimligheten.

Tabell 8.1 Tävlingsdeltagares olika korrigeringar vid verifiering av energiprestanda. Deltagare C och H redovisade ej.

Deltagare	Uppvärmning	Tappvarmvatten	Fastighetsenergi	Summa korrigering
	[kWh/m ² , år]	[kWh/m ² , år]	[kWh/m ² , år]	[kWh/m ² , år]
A	7,0	9,5	0,9	17,4
B	13,8	8,1	-20,4	1,5
D	-6,2	8,1	-23,8	-21,9
E	15,9	0	2,5	18,4
F	9,8	0,6	-0,3	10,1
G	-10,2	7,1	3,0	-0,1
I	12,6	0	0,3	12,9
J	10,7	0	-0,7	10,0
K	10,1	8,2	-17,1	1,2
L	11,0	8,1	2,0	21,1
M	5,5	0,4	-1,7	4,2
N	6,4	6,4	-13,5	-0,7
O	-19,3	10,3	-20,9	-29,9
P	10,9	10	-0,8	20,1
Q	24	8,2	-16,1	16,1
R	-2,7	8,3	-21,1	-15,5
S	-4,6	0	2,1	-2,5

Den totalt uppmätta energianvändningen för förskolan var 52 140 kWh, se tabell 5.1. Då tävlingsdeltagarna har beräknat olika A_{temp} -area ger detta skillnader i uppmätt specifik energianvändning, se tabell 8.2. Dock verkar en hel del andra fel i omvandlingen från kWh till kWh/m² smugit sig in för många deltagare. Resultatet visar även att den slutliga verifierade energiprestandan har en stor spridning mellan deltagarna.

Tabell 8.2 Tävlingsdeltagarnas beräkning av verifierad energiprestanda. Deltagare C och H har ej redovisat.

Deltagare	A _{temp}	Uppmätt/levererad EP	Summa korrigering	Verifierad EP
	[m ²]	[kWh/m ² , år]	[kWh/m ² , år]	[kWh/m ² , år]
A	1030	52,1	17,4	69,5
B	1109	47,0	1,5	48,5
D	1095	50,7	-21,9	28,8
E	1116	46,7	18,4	65,1
F	1250	41,7	10,0	51,7
G	1122	46,5	-0,1	46,4
I	1114	46,8	12,9	59,7
J	1114	46,8	10,0	56,8
K	1187	43,9	1,2	45,2
L	1118	46,5	21,1	67,7
M	1099	47,4	4,2	51,7
N	1191	62,5	-0,7	61,8
O	1176	44,3	-29,9	14,5
P	1087	48,0	20,1	68,1
Q	1138	45,8	16,0	61,9
R	1097	47,5	-15,6	32,0
S	1102	47,3	-2,5	44,8
Medel	1126	47,7	3,7	51,4
Stdav.	49	4,3	14,4	14,8
Max	1251	63	21	70
Min	1030	42	-30	15

9. Energivite

Den avslutande uppgiften i tävlingens etapp 3 var att beräkna första årets energivite enligt Swebys Energiavtal 12 med utgångspunkt från den verifierade energiprestandan, EP. Om denna var högre än avtalat skulle ett energivite utgå med 2 kr/kWh,år. Den avtalade specifika energianvändningen sattes till 45 kWh/m²,år vid normalt brukande och normalt klimat, dvs beräkningsresultatet efter etapp 2. Resultaten kan tas från Swebys verifieringsmall. Resultatet visar en stor spridning i beräknat energivite bland deltagarna, se tabell 9.1.

Tabell 9.1 Tävlingsdeltagarnas beräknade energivite i etapp 3 baserat på skillnaden mellan avtalad och verifierad energiprestanda. Deltagare C, H och K beräknade ej vitet.

Deltagare	Avtalad EP	Verifierad EP	Energivite
	[kWh/m ² ,år]	[kWh/m ² ,år]	[kr]
A	18	22,6	4 737
B	45	48,5	7 763
D		28,8	63 043
E	45	65,1	44 863
F	45	51,7	16 702
G	45	46,5	3 366
I	45	59,6	32 576
J	45	57,8	28 557
L	45	67,7	50 800
M	45	49,1	9 012
N	45	62,8	42 400
O	45	44,9	0
P	45	68,1	50 219
Q	60,2	61,9	3 869
R	45	32,0	28 520
S	45	44,8	0
Medel	44,2	50,7	23 910
Stdavv.	8,0	13,5	19 897
Max	60,2	68,1	63 043
Min	18,0	22,6	0

Flera orsaker till fel och missförstånd förekom, bland annat:

- Verifierad energiprestanda användes inte för vitesberäkningen (jämför tabellerna 8.2 och 9.1).
- Avtalad energiprestanda användes inte som jämförelse.
- Korrigeringar för avvikelser missuppfattades av många.
- Energivitet baserades på verifierad EP och inte differensen mellan avtalad och verifierad EP.

Många av felen är av enkel art och borde kunna ha undvikits med bättre kvalitetskontroll och läsning av instruktionstexten. Resultaten visar ändå att instruktioner för användning av Verifieringsmallen och beräkning av energivitet behöver förtydligas.

10. Diskussion

Nedlagd tid och erfarenhet

Uppgifter om deltagarnas nedlagda tid på beräkningarna samlades in via in- och utdatablanketterna, se tabell 10.1. Här finns en mycket stor variation i uppgiven tidsåtgång, mellan 7 och 120 timmar. Inga riktigt tydliga samband har hittats. De deltagare som anmälde sig först fick ett litet ekonomisk bidrag. Någon som inte fyllt i så mycket i blanketterna har också lagt lite tid. Av de som detaljberäknat köldbryggor har någon lagt mycket tid medan fler har tidsåtgång på nedre halvan. Av de två som avviker mest i energiprestanda har en lagt mycket lite tid medan den andra lagt mycket tid. Etapp 1 har tagit längst tid, mer tid än de andra etapperna tillsammans, vilket är förväntat. Verifieringen och vitesberäkningen i etapp 3 har för många tagit ett par dagar eller mer i anspråk, vilket tyder på att instruktionerna inte varit tillräckligt tydliga för deltagarna, där det för många var första gången som detta beräknades.

Tabell 10.1 De tävlandes nedlagda tid i timmar och antal års erfarenhet av energiberäkningar.

Deltagare	Etapp 1	Etapp 2	Etapp 3	Totalt, h	Energiberäkningserfarenhet, år
A	30	15	10	55	
B	40	16	24	80	4
C	40	24	-	64	
D	20	3	5	28	3
E	17	8	6	31	
F	9	8	6	23	
G	13	10	4	27	
H	8	6	6	20	
I	20	6	12	38	25
J	20	6	12	38	
K	32	16	24	72	
L	25	8	8	41	3
M	40	30	30	100	
N	17	5	10	32	
O	3	2	2	7	
P	80	20	20	120	4
Q	20	3	16	39	
R	14	5	5	24	6
S	12	4	6	22	
Summa	460	125	206	861	41
Medel	24	10	11	45	8,2

Antal års energiberäkningserfarenhet efterfrågades också, men här svarade endast ett fåtal. Mot den bakgrunden är det svårt att säga någonting om deltagarnas erfarenhet av energiberäkningar och det program de använt. Har de mindre erfarna på kontoren satts att delta i tävlingen i utbildningssyfte? Det är nog lätt att ge beräkningsuppgifter till de mindre allmänt erfarna konsulterna som ändå har beräkningsvana. Har deltagarna känt sig stressade av att arvodet för arbetet var lågt eller inget och då lämnat ifrån sig ett sämre kvalitetssäkrat resultat än vid ett ordinarie beräkningsuppdrag? Intrycket från resultaten är att många inte granskat vad

som skrivits in i in- och utdatatablanketterna. Behöver vi certifiera energiberäknare? Kommer resultaten att bli mer pålitliga då? Allmän certifiering av beräknare eller programvis? Detta underlag är för litet för att svara på dessa frågor.

Indatahantering byggnad och klimatskärm

- A_{temp} - och A_{om} -beräkningar varierar med ambitionsnivå och detaljeringsgrad avseende vilka mått som beaktats och t.ex. om fönsterdörrnischer tagits med eller om BBR-definitioner alternativt andra standardiserade sätt följts. Detta påverkar också storleken på köldbryggeandelen, när schabloner i %-påslag används. Det finns ett behov av att förtydliga och standardisera beräkningsrutinerna.
- Köldbryggeberäkningarna visade på stor spridning, bland annat beroende på ovanstående. I den nya tävlingen genomförde tre deltagare detaljerade köldbryggeberäkningar medan ingen gjorde det förra gången. Dock var spridningen stor även mellan dessa. Fler av beräkningsprogrammen har utvecklat bättre rutiner för beräkning och visualisering av köldbryggor, även om de inte följer standard riktigt.
- I tävlingen tillhandahölls ritningar i DWG (CAD) och PDF där DWG går att importera till vissa energiberäkningsprogram. PDF går att konvertera till bilder som sedan kan importeras till några program. Det tredje alternativet är rita av ritningen i energiberäkningsprogrammet, ev. med Sketch-up programmet. Olika heter i hanteringen kan ha bidragit till spridningen i resultat.

Indatahantering installationer

- Hur skall VAV-ventilation och andra behovsstyrda system hanteras i prognoser och i verifiering inkl. normalisering? Vilka flöden skall användas vid "normalt brukande"? Resultaten visar på stora skillnader i energiprestanda för fläktar och pumpar, både i mätningar och beräkningar. Förskolans luftflöden blev betydligt lägre än förväntat, trots relativt hög närvaro.
- Indata för fastighetsel (-energi) kan vara svår att göra, speciellt i tidiga skeden. Sedan behöver det nog förtydligas hur vi hanterar fastighetsel vid korrigering för beteendestyrd avvikelse.

Indatahantering brukare och klimatdata

- Andelen av personvärmen som blir internvärme bör förtydligas. Flera räknar olika.
- Sveby SMHs nya klimatdatafiler för typår för alla kommuner får allt större användning. Fler av deltagarna har börjat använda de nya filerna som standard.

Program och beräkningsresultat

- Inget av de använda programmen är direkt olämpligt att använda för förskolebyggnaden. Alla program räknar med timvärden eller dynamiskt.
- Spridningen i resultat består till stor del även när samma program används. Fyra program har bara ett bidrag inlämnat. För de program som hade fler deltagare, VIP och IDA ICE, var resultaten spridda. Det är svårt att dra några slutsatser om programmen av detta.

Säkerhetsmarginaler

- Här har mycket olika och företags- och personspecifika mer eller mindre avancerade principer tillämpats. En sammanställning av deltagarnas svar på frågan redovisas i Bilaga 6. I princip varierar påslagens storlek med mellan 0 och 20 % på beräknad energiprestanda.

Jämförelse med förra tävlingen 2010-2011

Den förra tävlingen genomfördes för ett stort flerbostadshus i två etapper. Slutsatserna sammanfattades i några punkter som redovisas här tillsammans med kommentarer efter den nya tävlingen.

1. Bättre kvalitetsrutiner behövs vid beräkningarna. Ett flertal brister i rimlighetskontroll av in- och utdata upptäcktes vid granskningen. Areaberäkningar är svåra att detaljgranska vilket gör kvalitetskontrollen extra viktig här.
Kommentar: Beräkningsrutinerna har säkert utvecklats och blivit bättre. Spridningen i resultat finns fortfarande, men har möjligen minskat en aning.
2. Utbildningsnivån på programanvändarna verkar i många fall inte vara tillräcklig. Många handhavandefel och felaktiga tolkningar har upptäckts. Här behövs bättre utbildningar för

beräkningskonsulter i handhavande och förståelse för energiberäkningar.

Kommentar: Inga direkta handhavandefel har upptäckts denna gång, däremot andra indatafel beroende på slarv och okunskap.

3. Redovisningen av energibalansposter och terminologi i programutskrifter behöver likriktas.
Kommentar: Inga programutskrifter har studerats denna gång. Däremot har synpunkter inkommit från deltagarna att in- och utdatamallarna var otydliga i vissa avseenden.
4. Många användare skapar egna tolkningar av Svebys anvisningar, men säger ändå att de följt dem, vilket visar att tydligare anvisningar behövs.
Kommentar: Det har nog blivit bättre, även om det inte är tydligt.
5. Det är inte troligt att vi kan förvänta oss bättre prognoser än med 10 % marginal utan att ha uppmätta värden att kalibrera beräkningarna emot. Beräknade värden kan vara ett mål att sträva mot för driftspersonal som arbetar med att trimma in system i nya byggnader.
Kommentar: Med hänsyn till resultatet för energiprestanda kvarstår denna kommentar, snarare att procenttalet ökar på grund av att felen är lika stora som förut men energianvändningen minskar. Förskolan är möjligen lite svårare att beräkna än flerbostadshuset på grund av större variation i brukandet och mer komplicerade installationer.
6. Mätningar bör kvalitetssäkras bättre och en tydlig verifieringsmetodik tillämpas.
Kommentar: En känslig punkt fortfarande, även om exempel på gott genomförande ibland kommer fram.

11. Slutsatser

Från tävlingen och arbetet kan följande kortfattade slutsatser dras:

- Mycket kvarstående olikheter finns i tolkningar vid inmatning av indata, vilket också syns på enskilda in- och utdataparametrar samt på beräkningsresultatet. Ibland beror detta på fel och missförstånd, ibland på att olika standardiserade sätt används. Till exempel kan en standard tillåta olika sätt att definiera areor, medan BBR bara tillåter ett sätt.
- Det är svårt att ge tillräckligt entydiga instruktioner som medför att alla gör lika.
- Variationer i resultaten liknar förra tävlingen, men procenttalen är betydligt högre eftersom energianvändningen på förskolan är hälften mot flerbostadshuset. 10 %-enheter för förskolan är lika stort som Svebys schablon för vädringspåslag.
- Stor variation finns i hur stora säkerhetsmarginaler som använts och hur de beräknats eller tillämpats.

12. Behov av fortsatt arbete

Det finns ett behov av fortsatt arbete för att utveckla energiberäkningar, speciellt för att öka kvaliteten och reproducerbarheten i resultaten.

Beräkningsprogrammen har utvecklats inom bland annat automatiserad byggnadsmodellimport från CAD, vilken inte kunde tillämpas fullt ut i detta projekt, och visualisering. Fortfarande blir det ofta en hel del handpåläggning vid importen och en del definitionsskillnader behöver ses över, så att rätt areor för energianvändning används på byggnadsdelar och för normalisering.

För Svebys del har följande utvecklingsbehov påtalats:

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

Frågan om en certifiering av energiberäknare kommer att medföra bättre precision och mindre spridning i resultaten kvarstår. Precisionen på beräkningarna behöver ökas allteftersom byggnadernas energianvändning minskar och felmarginalerna krymper. Framtagande av tydligare och mer entydiga instruktioner och utbildningar i dessa borde kunna bidra till detta.

Bilaga 1 Instruktioner och kompletterande indata för etapp 1 i Svebys beräkningstävling

I etapp 1 finns en begränsad mängd information om byggnaden. Förutsättningar är tänkta att efterlikna en situation i tidigt projekteringsskede. Ni skall med hjälp av beskrivningen nedan samt bifogade ritningar beräkna energiprestandan för byggnaden. I beräkningen skall underlag från Sveby utnyttjas, främst brukarindata för undervisningsbyggnader (preliminär).

I etapp 1 ingår följande delmoment:

- Beräkna A_{temp} samt beräkna övriga areor och längder enligt indata-mall
- Beräkna U-värden för byggnadskonstruktionerna
- Beräkna U_{medel}
- Uppskatta eller beräkna köldbryggor
- Beräkna byggnadens specifika energianvändning

Alla tävlade ska ha samma förutsättningar. Det är därför endast tillåtet att använda det material som tillhandahålls från tävlingsledningen. Den som på annat sätt har kännedom om byggnadens konstruktion och utformning tillåts inte delta i tävlingen. Det material som tillhandahålls är:

- Detta dokument med instruktioner och beskrivningar om byggnaden.
- Ritningar (i dwg och pdf)
- In- och utdatamall (excel)
- Sveby brukarindata för undervisningsbyggnader (preliminär)

För ev. frågor finns ett speciellt tävlingsforum på <http://svebytavling.freeforums.net/>. För att kommunicera på forumet krävs registrering. En registrering per tävlingsbidrag.

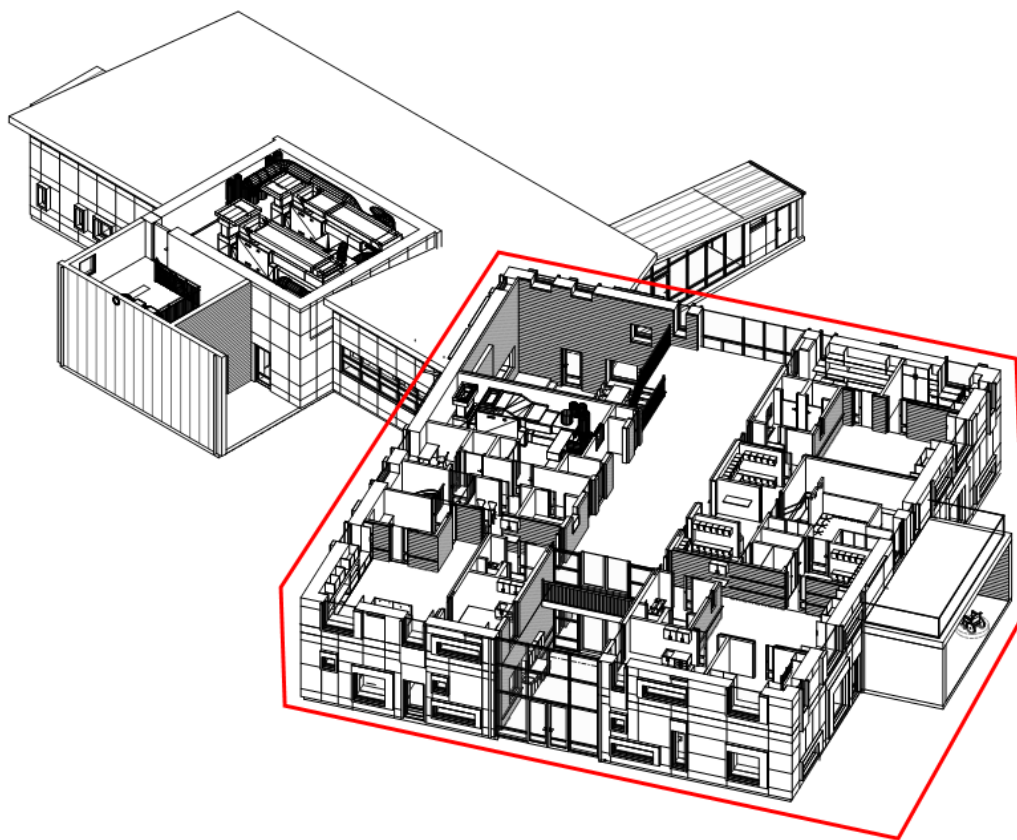
Inlämning av etapp 1 sker genom att skicka in ifylld In- och utdatamall, senast den 15e januari 2016 till daniel.bergsten@projektengagemang.se.

Beskrivning av byggnaden

Beräkningsobjektet är en förskola som just nu är i projekteringsstadiet. Arkitekter och konstruktörer har arbetat fram ritningar som ligger till grund för en första beräkning av energiprestanda för förskolan. Halmstad kommun planerar att bygga förskolan längs med Norddalavägen i stadsdelen Vallås i Halmstad.

Avgränsningar

Då byggnaden består av en förskola samt ett skolkök med matsal, avgränsas beräkningarna till endast förskolebyggnaden, se rödmarkering i figur 1.



Figur 3. Rödmarkerad förskola som ingår i beräkningen. Övrig del med matsal och storkök ingår inte.

Lufttätethet

Då kommunen önskar att förskolan skall byggas med en lufttät klimatskärm, har ambitionen satts till 0,3 l/s m² omslutande area vid +50 Pa.

Ventilationssystem

- FTX-system med konstanta luftflöden, CAV.
- Värmeåtervinning med 83 % temperaturverkningsgrad.
- Eleffektiva fläktar, SFP 1,5 kW/(m³/s).
- Ventilationsflöden enligt Sveby brukarindata undervisningsbyggnader.

Uppvärmningssystem

- Fjärrvärme
- Vattenburen golvvärme.

Glaskonstruktion

Goda fönsteregenskaper med lågt U-värde.

$U_{\text{fönster}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

g-värde = 53,1 %

Isolering

Värmeisolering byggnad: Cellulosaisolering utan bor, $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

Värmeisolering under platta och fundament: $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

Ritningsförteckning

DWG:

20140411_PLAN_1
20140411_PLAN_2
20140512_PLAN_1_3D
20140512_PLAN_2_3D

PDF:

Fasadritningar

A-40.3-001
A-40.3-002
A-40.3-003
A-40.3-004

Fönsterritningar

A-42.4-002
A-42.4-003
A-42.4-004
A-42.4-006
A-42.4-008

Planritningar

A-40.1-011
A-40.1-012
A-40.1-021
A-40.1-022

Sektionsritningar

A-40.2-001
A-40.2-002

Konstruktionsdetaljer

K-20.6-001
K-20.6-002
K-20.6-003
K-20.6-005
K-20.6-007

K-15.6-001
K-15.6-002

K-20.2-001

Översikt 3D

A-40.7-100
A-40.7-100

Bilaga 2. Instruktioner och kompletterande indata för etapp 2 i Svebys beräkningstävling

I etapp 2 kompletteras informationen med relationshandlingar. Projektspecifika värden ersätter delvis Svebys brukarindata. Ni skall med hjälp av beskrivningen nedan samt bifogade ritningar beräkna energiprestandan för byggnaden. I beräkningen skall underlag från Sveby utnyttjas. Brukarindata för undervisningsbyggnader (preliminär) bifogas.

I etapp 2 ingår följande delmoment:

- Uppdatera befintlig modell med ny indata
- Anpassa modellen efter information om ventilationssystemet
- Beräkna byggnadens specifika energianvändning

Etapp 2 kommer till stor del bedömmas på hur väl de tävlande anpassar modellen efter information om ventilationssystemet. Det är därför viktigt att kommentera antaganden i kommentarfälten i in- och utdatamallen. Kommentera även ev. ändringar från etapp 1. Nytt underlag för etapp 2 är indata kring ventilationssystemet samt ventilationsritningar.

Alla tävlande ska ha samma förutsättningar. Det är därför endast tillåtet att använda det material som tillhandahålls från tävlingsledningen. Den som på annat sätt har kännedom om byggnadens konstruktion och utformning tillåts inte delta i tävlingen. Det material som tillhandahålls är:

- Detta dokument med instruktioner och beskrivningar om byggnaden.
- Ritningar (i dwg och pdf)
- Teknisk beskrivning för ventilationssystemet
- In- och utdatamall (excel)
- Sveby brukarindata för undervisningsbyggnader (preliminär)

För ev. frågor finns ett speciellt tävlingsforum på <http://svebytavling.freeforums.net/>. För att kommunicera på forumet krävs registrering. En registrering per tävlingsbidrag.

Inlämning av etapp 2 sker genom att skicka in ifyllt In- och utdatamall, senast den 21a februari 2016 till daniel.bergsten@projektengagemang.se.

Beskrivning av byggnaden

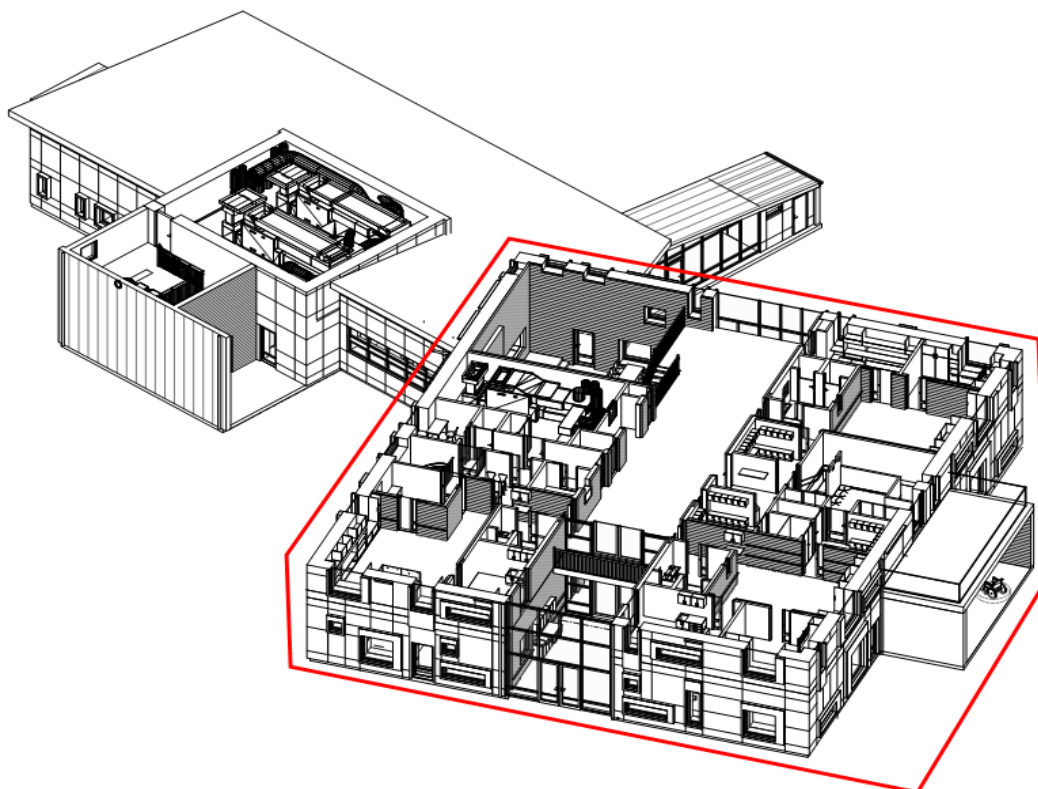
I detta skede är entreprenörerna färdiga med byggnaden och arkitekter och konstruktörer har kompletterat bygghandlingarna till färdiga relationshandlingar. När bygghandlingarna var färdiga valde Halmstad kommun att inte bygga förskolan då behovet av undervisning hade sjunkit. I stället kontaktades Halmstad av Umeå kommun som just då planerade att bygga en förskola. Förskolan i Umeå har precis flyttat in i sina nya lokaler och mätvärden har börjat loggas inför etapp 3. Mer detaljerad information om verksamheten saknas fortfarande.

Ny placering av byggnaden (observera!)

Umeå kommun

Avgränsningar

Då tävlingen fokuserar på förskolebyggnaden används samma avgränsningar i etapp 2 som i etapp 1, se rödmarkering i figur 1.



Figur 4. Rödmarkerad förskola som ingår i beräkningen. Övrig del med matsal och storkök ingår inte.

Lufttäthet

Efter täthetsmätningar av entreprenör blev resultatet 0,11 l/s m² omslutande area vid +50 Pa.

Ventilationssystem

Enligt relationshandlingar installerades ett ventilationssystem med variabelt luftflöde som styrs efter närvaro och CO₂-nivå.

- FTX-system med variabelt luftflöde, VAV.
- Styrparametrar: Närvaro inkl. CO₂-nivå

Se teknisk beskrivning för mer information.

Uppvärmningssystem

Enligt relationshandlingar installerades följande uppvärmningssystem:

- Fjärrvärme
- Vattenburen golvvärme.

Glaskonstruktion

Enligt relationshandlingar monterades fönster med följande egenskaper:

$U_{\text{fönster}} = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

g-värde = 53,1 %

Ritningsförteckning

DWG:

20140411_PLAN_1
20140411_PLAN_2
20140512_PLAN_1_3D
20140512_PLAN_2_3D

PDF:

Fasadritningar

A-40.3-001
A-40.3-002
A-40.3-003
A-40.3-004

Fönsterritningar

A-42.4-002
A-42.4-003
A-42.4-004
A-42.4-006
A-42.4-008

Planritningar

A-40.1-011
A-40.1-012
A-40.1-021
A-40.1-022

Sektionsritningar

A-40.2-001
A-40.2-002

Ventilationsritningar

V-57.1-11
V-57.1-12
V-57.1-21
V-57.1-22
V-58.1-01

Konstruktionsdetaljer

K-20.6-001
K-20.6-002
K-20.6-003
K-20.6-005
K-20.6-007

K-15.6-001
K-15.6-002

K-20.2-001

Översikt 3D

A-40.7-100
A-40.7-100

Bilaga 3. Instruktioner och kompletterande indata för etapp 3 i Swebys beräkningstävling

I etapp 3 skall byggnadens energiprestanda verifieras genom uppmätta data genom klimatkorriger-
ing och beaktande av avvikelser mot projekterat brukande.

Ett år har nu gått sedan förskolan togs i bruk, och byggnadens specifika energianvändning ska nu
verifieras för första gången. Swebys Energiavtal 12 har tidigare undertecknats av beställare och
total-entreprenör. Den avtalade specifika energianvändningen sattes till $45 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ vid nor-
malt brukande och för orten normalt klimat, med beräkningen (etapp 2) som underlag.

Energivitet, enligt Energiavtal 12, är bestämt till 2 kr per överstigande kWh. Korrekationer för avvi-
kelser från normalt brukande och klimat ska utföras, för att svara på frågan:

Hur stort blir första årets energivite?

I etapp 3 ingår följande delmoment:

- Uppdatera befintlig modell med nya indata och beräkna enligt beskrivning nedan. Uppda-
tera in- och utdatamallen.
- Normalårskorrigerings ska utföras med klimatdata för Umeå 2015, vilken finns i bifogad
exclfil.
- Mata in uppmätta värden och beräkningarna i Swebys Verifieringsmall enligt instruktioner-
na i följande avsnitt (Verifieringsmallen hämtas på www.sveby.org).
- Beräkna första årets energivite. Skriv in på utdatamallens kommentarsrader.

Etapp 3 kommer till stor del bedömas på hur väl de tävlande anpassar sin modell efter beskrivning
av byggnaden, hur väl korrigeringar görs i verifieringsmallen samt beräknat energivite.

Det är viktigt att kommentera utförda antaganden och ändringar från föregående etapper i kom-
mentarfälten i in- och utdatamallen.

Alla tävlande ska ha samma förutsättningar. Det är därför endast tillåtet att använda det material
som tillhandahålls från tävlingsledningen. Den som på annat sätt har kännedom om byggnadens
konstruktion och utformning tillåts inte delta i tävlingen. Det material som tillhandahålls är:

- Detta dokument med instruktioner och beskrivningar om byggnaden.
- Ritningar (i dwg och pdf)
- In- och utdatamall (excel)
- Klimatdatafil för Umeå 2015
- Sveby brukarindata för undervisningsbyggnader (preliminär)
- Sveby verifieringsmall.

För ev. frågor finns ett speciellt tävlingsforum på <http://svebytavling.freeforums.net/>. För att kom-
municera på forumet krävs registrering. En registrering per tävlingsbidrag.

Inlämning av etapp 3 sker genom att skicka in ifyllt In- och utdatamall, verifieringsmall samt upp-
gift om energivitets storlek, senast den 15 Mars 2016 till
daniel.bergsten@projektengagemang.se.

Anvisningar för ifyllande av Swebys verifieringsmall

Nedanstående instruktioner är tänkt att underlätta ifyllandet av verifieringsmallen. Observera att
endast vita rutor i mallen ska fyllas i.

1. Fliken "Försättsblad-börja här" fylls i med A_{temp} , avtalad energiprestanda samt därutöver
valfria uppgifter.
2. Fliken "Mätvärden värme" fylls i med uppmätta värden på värme och varmvatten. Upp-
mätta värden tas från bifogade tabell. Det går bra att bara fylla i årsvärden. Observera att
ingen normalårskorrigerings ska göras här, eftersom blanketten är gjord för graddagskorri-
gering. Sätt normalårsfaktorn=1.
3. Fliken "Mätvärden el" fylls i med fastighetsel och verksamhetsel. Uppmätta värden tas
från bifogade tabell. Det går bra att bara fylla i årsvärden.

4. Fliken "Underlag-BBR" fylls i med BBR-version =16, aktuell klimatzon och ev. årsvisa korrigeringar på värme- och elanvändning som ska dras av eller läggas till för att stämma med BBR.
5. Fliken "Underlag-brukande" fylls i med de celler/rader som avviker från normalt brukande, både för den gamla (etapp 2) och den nya beräkningen. I den övre tabellen fylls kolumnen "Beräknad" i med indata som använts vid energiberäkningen (etapp 2). Avvikande indata fylls i kolumnen "Uppmätt". Skriv J eller N om värdet korrigeras för eller inte (Detta är bara för dokumentation och går inte vidare). En upprepad energiberäkning genomförs med nya korrigerade indata samt tillhandahållna klimatdata för mätperioden. Utdata från beräkningarna fylls i den undre tabellen, för etapp 2 i kolumnen "Beräknad" och för etapp 3 i kolumnen "Uppmätt/beräknad". Notera enheten, kWh. Normalisering med A_{temp} görs automatiskt i de högra kolumnerna. Se till att båda kolumnerna fylls i eftersom differensen förs vidare till sammanställningsbladet.
6. Fliken "Verifiering- sammanställning" fylls i med beräknade etapp 2-värden. I övrigt kontroll och ifyllnad av lämpliga värden. Resultatet syns nu på försättsbladet.

Övriga flikar behöver ej fyllas i för tävlingens skull.

Byggnaden

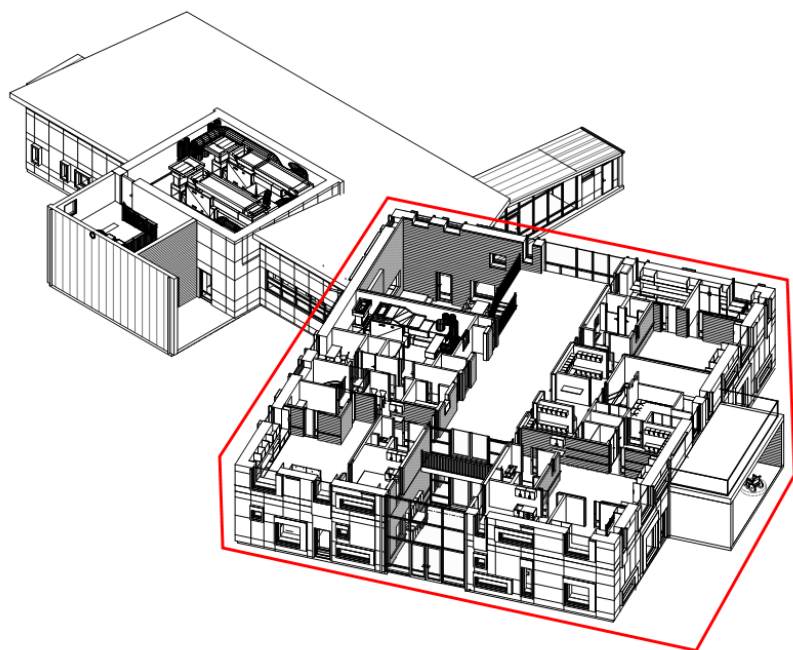
I detta skede har verksamheten flyttat in i lokalen och mätvärden har kunnat loggas. Umeå kommun har nu mätvärden för byggnaden för ett helår. Eftersom mätningarna har dragits med vissa uppstartsproblem, får mätvärdena anses som preliminära, och kan komma att justeras senare. Befintliga mätvärden ska dock användas nu för att verifiera byggnadens specifika energianvändning efter första året och stämma av första årets resultat, och se om vite ska utfalla eller inte.

Placering av byggnaden

Umeå kommun.

Avgränsningar

Då tävlingen fokuserar på förskolebyggnaden används samma avgränsningar i etapp 3 som i etapp 1 och 2, se rödmarkering i figur 1.



Figur 5. Rödmarkerad förskola som ingår i beräkningen. Övrig del med matsal och storkök ingår inte.

Ventilation

Tidkanalen är ställd på 05-18.30 men ventilationen startar/slutar på närvaro.

Det totala ventilationsflödet varierar mellan 0 till 1380 l/s.

Full belastning uppnås sällan, genomsnittligt totalt luftflöde har uppmätts till 750 l/s, under den tid då ventilationen är i drift.

Brukarindata

Personalantal: 25st

Antal barn: 92 st

Närvaroschema för personal på vardagar:

Klockslag	Personalantal
06.00-07.00	1
07.00-07.30	2
07.30-08.00	6
08.00-08.30	12
08.30-15.00	25
15.00-16.00	12
17.00-18.00	4
18.00-18.30	1

Närvaron för barnen varierar och mer detaljerad information saknas.

Temperaturkrav inom Umeå kommun för förskolor:

Nedan angivna temperaturgränser gäller då
uppvärmningsbehov föreligger och verksamhet pågår.
Lägre temperatur ska eftersträvas så långt som möjligt då
lokaler inte används.

SOCIALA INSTITUTIONER

Förskolor, fritidshem, elevhem, dagcenter etc 21 °C

Uppmätt energianvändning

Ej normalårskorrigerat.

Energianvändning	MWh
Värme	21,08
varav tappvarmvatten	2,10
varav VVC	3,40
Fastighetsel	31,06
Verksamhetsel	22,26

Ritningsförteckning

DWG:

20140411_PLAN_1
20140411_PLAN_2
20140512_PLAN_1_3D
20140512_PLAN_2_3D

PDF:

Fasadritningar

A-40.3-001
A-40.3-002
A-40.3-003
A-40.3-004

Fönsterritningar

A-42.4-002
A-42.4-003
A-42.4-004
A-42.4-006
A-42.4-008

Planritningar

A-40.1-011
A-40.1-012
A-40.1-021
A-40.1-022

Sektionsritningar

A-40.2-001
A-40.2-002

Ventilationsritningar

V-58.1-01

Konstruktionsdetaljer

K-20.6-001
K-20.6-002
K-20.6-003
K-20.6-005
K-20.6-007

K-15.6-001
K-15.6-002

K-20.2-001

Översikt 3D

A-40.7-100
A-40.7-100

Bilaga 4. Jämförelse mellan klimatdatafiler

Tabell B4.1 Klimatdatafilernas årsmedeltemperatur i respektive etapp.

Klimatdatafil Etapp 1	Medeltemperatur	Klimatdatafil Etapp 2	Medeltemperatur	Klimatdatafil Etapp 3	Medeltemperatur
Göteborg 1981-2010 SMHI Sveby	8,2	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	3,9	SMHI Umeå för 2015	5,2
Ängelholm (ASHRAE IWEC2)	8,3	Umeå (ASHRAE IWEC2)	3,9	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	3,9
Halmstad (Typår från Meteonorm)	8,3	Umeå (Typår från Meteonorm)	2,7	Umeå från Bv2	2,7
Halmstad ur Bv2	8,7	Umeå ur Bv2	2,7		
Halmstad 1996-2005	8,7	Umeå 1996-2005	3,7		
Malmö 1981-2010 SMHI Sveby	8,8				
Medel	8,5	Medel	3,4	Medel	11,8
Stdavv.	0,2	Stdavv.	0,6	Stdavv.	1,0

Tabell B4.2 Klimatdatafilernas graddagar i respektive etapp.

Klimatdatafil Etapp 1	Graddagar	Klimatdatafil Etapp 2	Graddagar	Klimatdatafil Etapp 3	Graddagar
Göteborg 81-10 Sveby SMHI	3 305	Umeå 81-10 Sveby SMHI	4 765	Umea_102905_2015.csv	4 307
Ängelholm (ASHRAE IWEC2)	3 244	Umeå (ASHRAE IWEC2)	4 823	Umeå 1981-2010 SMHI Sveby	4 765
Halmstad (Typår från Meteonorm)	3 285	Umeå (Typår från Meteonorm)	5 218	Umeå från Bv2	5 220
Halmstad ur Bv2	3 181	Umeå ur Bv2	5 220		
Halmstad 1996-2005	3 181	Umeå 1996-2005	4 865		
Malmö 1981-2010 SMHI Sveby	3 089				
Medel	3 214	Medel	4 978	Medel	4 764
Stdavv.	73	Stdavv.	199	Stdavv.	373

Bilaga 5. Redovisade ψ -värden från tävlingsdeltagarna i etapp 2

Deltagare	Beräknat/Antaget	Vindsbjälklag - Yttervägg	Ytterväggshörn horizontalsnitt	Yttervägg - Innervägg	Yttervägg - Mellanbjälklag	Yttervägg - Grundbjälklag	Fönster	Dörrar	Yttervägg - Balkong
A	Antaget	0,09	0,08	0,015	0,025	0,2	0,03		
B	Beräknat	0,0382	0,0426		0,0733	0,0629	0,0519		
C	Beräknat el. antaget	0,028	0,176	0,002	0,002	0,035	0,074		
D	Beräknat el. antaget	0,089	0,064		0,107	0,092	0,068	0,068	0,104
E	Schablon								
F	Schablon								
G	Schablon								
H	Antagna	0,09	0,08	0,015	0,025	0,14	0,031		
I	Beräknat	0,075	0,085	0,009	0,006	0,038	0,031		
J	Beräknat	0,075	0,085	0,009	0,006	0,038	0,031		
K	Beräknat el. antaget	0,03	0,08	0,02	0,018	0,03	0,045	0,045	0,2
L	Beräknat & Antaget	0,0125	0,0118	0,0114	0,0114	0,064			
M	Schablon								
N	Schablon								
O	Schablon								
P	Schablon								
Q	Schablon								
R	Schablon								
S	Schablon								

Bilaga 6. Redovisade säkerhetsmarginaler från tävlingsdeltagarna i etapp 2

I in- och utdatablanketten efterfrågades en beskrivning hur deltagarna hanterar osäkerheter vid energiberäkningar, samt säkerhetsmarginal i kWh/m². Svaren har sammanställts i tabellen nedan.

Deltagare	Säkerhetsmarginal (±) [kWh/m ² A _{temp,år}]	Deltagarnas kommentarer
A	2	Säkerhetsmarginal 5 %.
B	7	10 % marginal
C	11,06	Generellt påslag på 10 %
D		För varje konstruktionsdel läggs 0,01 W/m ² K på. Alla köldbryggor läggs åt norr.
E	8,7	Osäkerhetens storlek varierar beroende på beräkningsmetod och indatakvalitet men man bör räkna med 10-15%.
F	6,4	Avrundning uppåt. Fel-/säkerhetsmarginal bedöms till ± 10 %.
G	10	I tidiga skeden så som det här brukar vi anta + 10%.
H		Inget påslag. Vi tydliggör att energiberäkningen är en uppskattning av verkligheten och att det förekommer ett antal osäkra parametrar.
I	5	I slutändan läggs 10% som säkerhetsmarginal.
J	5	I slutändan läggs 10% som säkerhetsmarginal.
K	5	Väl tilltagna köldbryggor. U-värden avrundas uppåt. Större schablonvärden.
L	5	Utför en riskanalys. Anpassar sedan säkerhetsmarginalen utifrån denna.
M	3	Använd standardiserade mallar för indata.
N	3	Använder säkerhetsmarginaler på indata för installationer.
O	5	Sparsam med gratis tillskottsenergi samt en försiktig syn på FTX-verkningsgrad över året. (75%).
P	5,1	Vid energiberäkningar görs normalt ett påslag på 10%, för att inte underskatta energianvändningen.
Q	0	Säkerhetsmarginal på mellan 10-20 % bör finnas i beräkningarna.
R	5,6	10-20 % säkerhetsmarginal utöver den beräknade specifika energianvändningen i programmet.
S	6	Påslag med 12 procent. Aldrig mindre än 10 procent säkerhetsmarginal.