

Brukarindata undervisningsbyggnader

Svebyprogrammet

Version 1.0
2016-05-16

Förord

Projektet som redovisas i denna rapport är finansierat av Energimyndigheten och ingår som ett delprojekt i Sveby-programmet, vilket har syftet att säkerställa branschanpassat underlag för energianvändning, från beräkningar i tidiga skeden till verifierade uppmätta värden efter två års användning.

Brukarindata för undervisningslokaler är en efterföljare till brukarindata för bostäder och kontor. Syftet med brukarindata är att tolka byggreglernas definition av byggnadens energianvändning avseende normalt brukande genom att ta fram, sammanställa och förankra normala brukarrelaterade indata till energiberäkningar i form av en vägledande anvisning.

Genom att specificera det normala brukandet underlättas processen med verifiering av energianvändningen avseende framförallt normaliseringen av uppmätt energianvändning, i de fall det föreligger ett behov av detta.

Förankringen av värden på olika indata har varit viktig i detta projekt och förhoppningsvis kan denna anvisning ersätta de företagsspecifika anvisningar som tagits fram.

Arbetet har följts och diskuterats i en arbetsgrupp, som har haft följande sammansättning:

Jasenka Hot/WSP

Joachim Claesson/KTH

Terese Kuldkepp/Incoörd

Sune Häggbom/Sunda hus rådgivning

Eje Sandberg/ATON Teknikkonsult

Micael Östlund/Skolfastigheter Uppsala

Johan Gunnebo/Lokalförvaltningen Göteborgs stad

Magnus Härdling/SISAB

Robert Linder/NCC Teknik

Jan-Ulric Sjögren/Stockholms stad, Energicentrum.

Arbetet med rapporten har utförts av Per Levin och Anton Clarholm, Projektengagemang Energi & klimatanalys i samråd med arbetsgruppen. Arbetsgruppen har inte varit helt enig i alla frågor, och vid val av data eller strategi har majoritetens intressen beaktats. Resultaten har förankrats i Sveby-programmets styr- och referensgrupper. Indata för förskolan har också provats i Svebys energiberäkningstävling, som avslutades i mars 2016.

Danderyd i maj 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/Yogesh Kumar, 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.

Läsanvisning

Denna skrift är upplagd för att lätt kunna användas i samband med energiberäkningar. Rekommenderade värden på brukarindata är sammanställda i tabeller i kapitel 2. För följande kapitel redovisas för respektive indatakategori först ett kort förtydligande av rekommenderade brukarindata. Därefter följer en sammanställning av relevant bakgrundsinformation och referenser som tagits fram och som delvis utgjort underlag för rekommenderade brukarindata.

Termer och definitioner ansluter till Boverkets byggregler och återfinns i de flesta fall i Svebys ordlista.

Innehåll

| | |
|---|----|
| Förord | 2 |
| 1. Inledning | 4 |
| Krav på energianvändning i BBR | 4 |
| BBR-tillägg för genomsnittligt specifikt uteluftsflöde | 4 |
| Syftet med Sveby brukarindata | 5 |
| Sveby brukarindata eller projektspecifika värden? | 5 |
| Vad ingår i brukarindata för undervisningsbyggnader? | 6 |
| Undervisningsbyggnader – definition och avgränsning | 6 |
| 2. Sammanställning av brukarindata för undervisning | 8 |
| 3. Verksamhetsenergi eller byggnadens fastighetsenergi? | 11 |
| Byggnadens fastighetsenergi | 11 |
| Verksamhetsenergi | 11 |
| Processenergi | 11 |
| Gränsdragningsstabell | 11 |
| 4. Rumstemperaturer | 13 |
| Bakgrund | 13 |
| Referenser | 13 |
| 5. Ventilation - luftflöden och drifttider | 14 |
| Bakgrund | 14 |
| Referenser | 16 |
| 6. Tillägg för vädring och öppning av dörrar och portar | 17 |
| Bakgrund | 17 |
| Referenser | 17 |
| 7. Solavskärmning | 18 |
| Bakgrund | 18 |
| Referenser | 18 |
| 8. Verksamhetsenergi | 19 |
| Bakgrund | 19 |
| Referenser | 21 |
| 9. Personvärme | 22 |
| Bakgrund | 22 |
| Referenser | 22 |
| 10. Tappvarmvatten och VVC | 24 |
| Bakgrund | 24 |
| Referenser | 25 |
| Övergripande referenser | 26 |
| Bilaga 1. Grundläggande definitioner | 27 |
| Energianvändning | 27 |
| Areabegreppet A_{temp} | 27 |
| Konstruktionsareor vid beräkning av U_m | 27 |

1. Inledning

Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". Inom Sveby-programmet har en branschstandard skapats för tolkning av de funktionskrav på energianvändning som finns i Boverkets byggregler, BBR. I programmet har bygg- och fastighetsbranschen fastställt standardiserat brukande för beräkning och hur verifiering av energiprestanda ska gå till. Genom en gemensam syn på dessa, till synes enkla men i avtalsammanhang komplicerade föreskrifter, skapas överenskommelser och praxis för att veta att funktionskraven klaras och undvika tvister mellan olika aktörer i byggprocessen.

I denna rapport, framtagen inom Sveby-programmet, redovisas anvisningar för normala brukarrelaterade indata vid beräkning av energianvändning för undervisningsbyggnader i anslutning till kraven i byggreglerna. Anvisningarna gäller främst för nya byggnader men kan användas för andra utbildningslokaler i andra byggnadstyper, t ex. för en förskola i ett flerbostadshus.

Krav på energianvändning i BBR

I Sverige är specifik energianvändning (energiprestanda) definierad som till byggnaden levererad energi per $m^2 A_{temp}$. Energianvändning för uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetseenergi ingår i kravet.

Interna värmestillskott från personer, elapparater, belysning m.m. påverkar i hög grad behovet av levererad energi för värme eller komfortkyla, vilket gör att tydliga definitioner och gränsdragningar behövs för olika delposter av el- och energianvändning.

Speciellt behöver gränsdragning tydliggöras mellan elanvändning för fastighetsdrift och verksamhet inklusive de olika processer som kan finnas i en byggnad, t.ex. laboratorier, serverhotell, restauranger m.m.

BBR-tillägg för genomsnittligt specifikt uteluftsflöde

Energikravet i BBR får justeras med hänsyn till att större uteluftsflöden behövs för att uppfylla hygienkraven för vissa lokaltyper. Ventilationstillägget beräknas i BBR 22 enligt formlerna nedan:

| | |
|---------|--|
| Zon I | $110 \cdot (q_{medel} - 0,35) / m^2 A_{temp}$ och år |
| Zon II | $90 \cdot (q_{medel} - 0,35) / m^2 A_{temp}$ och år |
| Zon III | $70 \cdot (q_{medel} - 0,35) / m^2 A_{temp}$ och år |
| Zon IV | $70 \cdot (q_{medel} - 0,35) / m^2 A_{temp}$ och år |

där q_{medel} är storleken på det genomsnittliga uteluftsflödet av hygieniska skäl under uppvärmningssäsongen. Notera att inget extra luftflöde på grund av luftburen värme eller komfortkyla får medräknas. Formlerna ovan gäller för lokalbyggnader med annat uppvärmningssätt än el. Samma princip men delvis andra värden gäller för elvärmade byggnader. Högsta tillåtna värde på q_{medel} är 1,0 trots att högre värden kan uppnås vid stort behov av luft och långa drifttider.

Olika mer eller mindre generösa tolkningar av denna text förekommer i branschen. Utgångspunkten inom Sveby är att det hygieniska luftflödets storlek baseras på personbelastningen, verksamhet, fuktillskott, materialemissioner samt emissioner från mark och vatten enligt BBR kap 6.

I denna rapport tillhandahålls schablonvärden för luftflöden som kan användas i tidiga skeden av byggprocessen. När projekterade luftflöden finns fastställda bör de dock användas i beräkningen (givetvis beroende på beräkningens syfte).

I fall med variabla luftflöden så behöver den hygieniska delen av luftflödet specificeras. Detta eftersom den del av luftflödet som är för värmning/komfortkylning inte får medräknas.

Syftet med Sveby brukarindata

Syftet med Sveby brukarindata är att standardisera indata om brukares inverkan på byggnaders energianvändning vid energiberäkningar. De ska representera "normalt brukande" enligt BBRs energikrav, vilket också finns med i EU-direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD) som "standardised use". Brukarindata ska dessutom vara realistiska, så att beräkningsresultatet inte hamnar för långt ifrån uppmätta värden.

Brukarindata ska vara spårbara, för att tydligt visa hur de tagits fram, för att noggrannheter ska kunna bedömas och att behov av framtida uppdateringar lättare ska kunna avgöras.

Statistiska brukarrelaterade data som medelvärden för hela bestånd av befintliga byggnader av olika ålder, kan avvika från värden i nyproducerade hus, eftersom förutsättningarna i form av t.ex. nya armaturer kan medföra skillnader i energianvändning för beteendestyrd aktivitet mellan nya och äldre hus. Svebys standardiserade brukarindata är i första hand avsedda för nyproducerade byggnader, men kan med beaktande av armaturskillnader m.m. även användas för beskrivning av brukarpåverkan på energianvändning i befintliga byggnader.

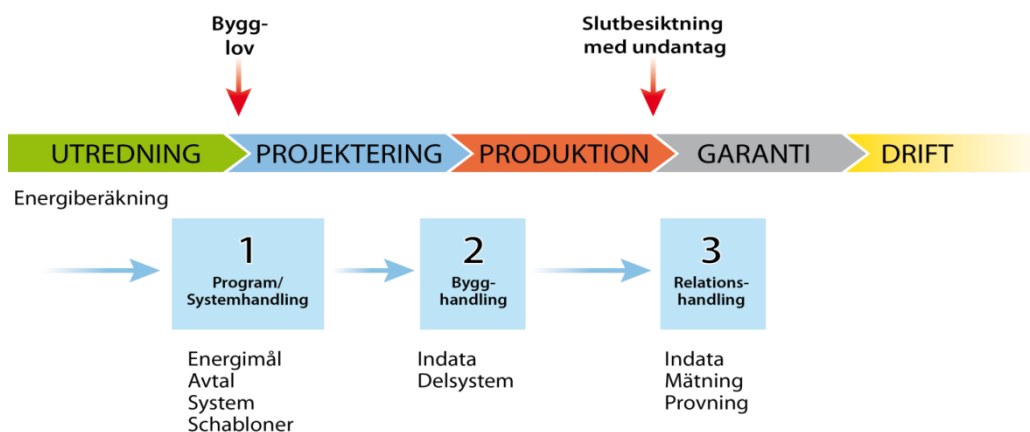
Sammanfattningsvis är motiven för att använda standardiserade brukarindata:

- Tolka BBR:s definition av normalt brukande.
- Underlätta beräkning av energianvändning.
- Underlätta normalisering av uppmätt energianvändning.
- Realistiskt och standardiserat kunna beskriva normala verksamhetstyper och deras inverkan på energianvändningen.
- Vara en hjälp för att ta fram referensvärden för olika byggnadskategorier i samband med energideklarationer.

Sveby brukarindata eller projektspecifika värden?

I vissa fall är det mer lämpligt att använda andra brukarindata än de som anges i Sveby, beroende på god kännedom om verksamheten och syftet med beräkningen. Det är viktigt att beställare är bekanta med Svebys metoder och verktyg, och att en god dialog förs i projektet om vilka indata som ska användas samt hur verifieringen ska gå till.

Vid energiberäkningar i byggprocessens tidiga skeden, t.ex. program- eller systemskede, finns ofta mycket lite information tillgänglig som underlag för energiberäkningarna. Den som utför beräkningen är då hänvisad till att använda schabloner och defaultvärden som indata, i första hand Svebys brukarindata. Allteftersom projekteringen fortskrider blir mer information tillgänglig och kan användas för energiberäkningen. Det behöver under processens gång kontrolleras hur ändringar i konstruktioner och utförande påverkar energiprestandan. Det är speciellt viktigt att beräkningarna uppdateras när byggnaden är färdig så att alla eventuella ändringar kommer med och att det tydliggörs vilken beräkning och indata som mätvärdena ska jämföras mot. Se princip i figur 1.1 nedan.



Figur 1.1 Förfining av indata till energiberäkning under byggprocessens gång.

Enligt BBR ska energiberäkningar utföras med "tillräcklig säkerhetsmarginal" för att täcka variationer i utförande m.m. Säkerhetsmarginalens storlek har inte ännu standardiserats, varför den kommer att variera mellan olika utförare av energiberäkningar samt hur väl kända indata är för den aktuella byggnaden.

Verifieringen kan ske mot standardiserade eller avtalade brukarindata, vilket innebär att den uppmätta energianvändningen behöver korrigeras med hjälp av energiberäkningar i efterhand av både verkliga uppmätta brukarindata och standardiserade brukarindata. Alternativt sker verifieringen mot projektspecifika brukarindata, där detta uttryckligen avtalats. Detta förfarande beskrivs i Svebys Energiprestandaanalys och Verifieringsmall.

Vad ingår i brukarindata för undervisningsbyggnader?

I denna rapport har standardiserade brukarindata definierats med utgångspunkt från några typiska undervisningsbyggnader, vilka ansetts representera de viktigaste delverksamheterna inom undervisning. En mer detaljerad uppdelning hade kunnat utföras, men underlag för detta saknas i stor utsträckning. Om väsentligt avvikande verksamheter förekommer i byggnaden kan projektspecifika värden användas efter överenskommelse.

Den som utför energiberäkningar bör alltid tänka på verifieringsmetodik i samband med val av indata.

I rapporten finns i vissa fall noterat när man ska vara uppmärksam på defaultinställningar i energiberäkningsprogrammen.

I dessa brukarindata ingår:

- Rumstemperaturer vinter- och sommartid (börvärden) (se kapitel 4).
- Ventilationsluftflöden avseende luftmängder och drifttider, (se kapitel 5).
- Fönstervädring, dörr- och portöppning (se kapitel 6).
- Solavskärmning med manuell styrning, t ex gardiner, markiser (se kapitel 7).
- Verksamhetsrelaterad el, processel och processkyla (se kapitel 8).
- Fastighetsrelaterad energi (se kapitel 8).
- Internvärme från personer, antal och närvarotid (se kapitel 9).
- Tappvarmvattenanvändning exklusive VVC-förluster (se kapitel 10).

Här redovisade indata kan behöva struktureras om något för att passa olika energiberäkningsprogrammens inmatningsrutiner.

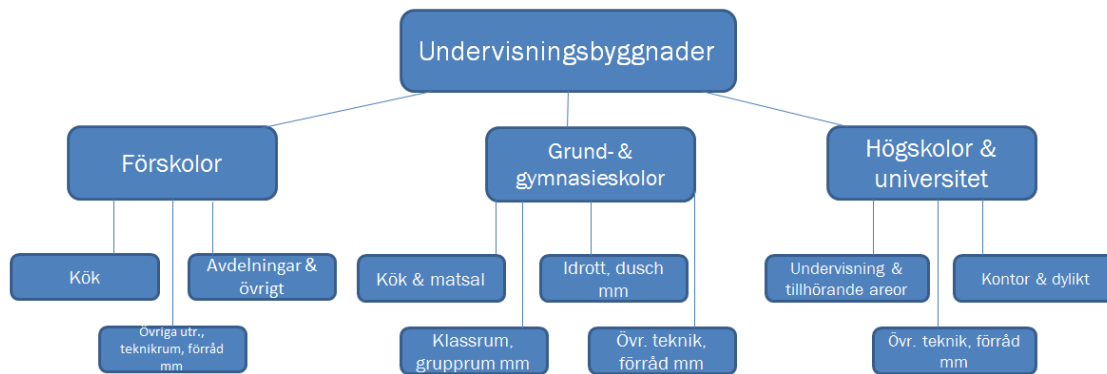
Undervisningsbyggnader – definition och avgränsning

Undervisningsbyggnader har delats in i tre underkategorier:

- Förskolor
- Grund- och gymnasieskolor
- Universitet och högskolor.

De tre underkategorierna har sedan delats upp för olika verksamheter, vilka har bedömts vara representativa för underkategorins energianvändning, se figur 1.2. I energiberäkningen görs bedömningen av vilken area som ska representera vilken verksamhet. Detta innebär att t.ex. beräkning total verksamhetsel beror på storleken av de olika verksamheterna inom byggnaden. I vissa fall (speciellt högskolor och universitet) kan verksamheten avvika mot de som preciseras i denna rapport. I dessa fall får överenskomna projektspecifika brukarindata antas, vilka då tydligt ska specificeras i projektet.

I de fall en undervisningslokal är insprängd i en annan byggnad, kan dessa brukarindata användas för den aktuella arean.



Figur 1.2 Uppdelning av brukarindata på olika verksamheter för undervisningsbyggnader.

2. Sammanställning av brukarindata för undervisning

Dessa brukarindata till energiberäkningar gäller främst vid nyproduktion och är avsedda att användas i t.ex. tidigt skede så länge projektspecifika uppgifter saknas.

Indatasammanställning för de tre olika underkategorierna av undervisningsbyggnader visas i tabellerna 2.1-2.3. För undervisningsbyggnader redovisas verksamhetsel både som årsmedelvärden och timvärden, där effekter för belysning och utrustning specificerats. Exempelvis har värdet för utrustning och belysning för kök i förskolor 23,5 kWh/m²år i total verksamhetsenergi beräknats enligt nedan:

$$\text{Effekt belysning+utrustning: } 5+5=10 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Drifttid i timmar per år: } 10 \cdot 5 \cdot 47 = 2350 \text{ h/år}$$

$$\text{Verksamhetsenergi över året } = 10 \cdot 2350 / 1000 = 23,5 \text{ kWh/m}^2\text{år.}$$

Tabell 2.1 Rekommenderade brukarindata för energiberäkningar för förskolor. Kategorin "avdelningar och övrigt" inkluderar alla ytor som hör till förskolan förutom köksutrymmen samt teknikrum, förråd etc., där personer normalt ej vistas.

| Förskolor | | Kök | Avdelningar och övrigt | Övriga utr., teknikrum, förråd mm. |
|---|------------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|
| Rumstemperatur, börvärde Inom/utanför drifttid (se kap 4) | Lägsta lufttemperatur (°C) | 22 | 22 | 18 |
| | Timmar/dygn/veckor | 24/7/52 | 24/7/52 | 24/7/52 |
| | Högsta lufttemperatur (°C) | - | - | - |
| | Timmar/dygn/veckor | - | - | - |
| Luftflöden (se kap 5) | Grund/forc. (l/sm ²) | 2,0/4,0 | 2,5 | 0,35 |
| | (h/d/v)/(h/d/v) | (6/5/47)/(6/5/47) | (12/5/47) | (12/5/47) |
| Solavskärmning (se kap 7) | Beteendestyrd avskärmning, g-värde | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| Tappvarmvattenanvändning exkl. vvc-förluster (se kap 10) | (kWh/m ² ,år) | 10 | 10 | 10 |
| Verksamhetsel internlast (se kap 8) | (kWh/m ² ,år) | 23,5 | 14,1 | 0 |
| | Belysning (W/m ²) | 5,0 | 4,0 | 0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | (10/5/47) | (10/5/47) | - |
| | Utrustning (W/m ²) | 5,0 | 2,0 | 0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | (10/5/47) | (10/5/47) | (10/5/47) |
| Personvärme (se kap 9) | Persontäthet (p/m ²) | 0,067 | 0,067 | 0 |
| | Timmar/dygn/veckor | 6/5/47 | 6/5/47 | - |
| Vädringspåslag (se kap 6) | (kWh/m ² ,år) | 4,0 (adderas till beräknad energiprestanda) | | |

Tabell 2.2 Rekommenderade brukarindata för energiberäkning för skolor. Kategorin "klassrum, grupprum mm" är tänkt att inkludera samtliga ytor som inte hamnar i de övriga kategorierna.

| Grund- och gymnasieskolor | | Kök och matsal | Idrott, dusch mm. | Klassrum, grupprum mm. | Övr, teknik, förråd mm. |
|---|------------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Rumstemperatur, börvärde Inom/utanför drifttid (se kap 4) | Lägsta lufttemperatur (°C) | 22 | 22 | 22 | 18 |
| | Timmar/dygn/veckor | 24/7/52 | 24/7/52 | 24/7/52 | 24/7/52 |
| | Högsta lufttemperatur(°C) | - | - | - | - |
| | Timmar/dygn/veckor | - | - | - | - |
| Luftflöden (se kap 5) | Grund/forc. (l/sm ²) | 2,0/4,0 | 2,0/4,0 | 3,0 | 0,35 |
| | (h/d/v)/(h/d/v) | (5/5/44)/(5/5/44) | (5/5/44)/(5/5/44) | 10/5/44 | 10/5/44 |
| Solavskärmning (se kap 7) | Beteendestyrd avskärmning, g-värde | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| Tappvarmvatten-användning exkl. vvc-förluster (se kap 10) | (kWh/m ² ,år) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Verksamhetsel internlast (se kap 8) | (kWh/m ² ,år) | 22 | 22 | 22 | 0 |
| | Belysning (W/m ²) | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 0,0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | (10/5/44) | (10/5/44) | (10/5/44) | - |
| | Utrustning (W/m ²) | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | (10/5/44) | (10/5/44) | (10/5/44) | - |
| Personvärme (se kap 9) | Persontäthet (p/m ²) | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0 |
| | Timmar/dygn/veckor | (6/5/44) | (6/5/44) | (6/5/44) | (6/5/44) |
| Vädringspåslag (se kap 6) | (kWh/m ² år) | 4,0 (adderas till beräknad energiprestanda) | | | |

Tabell 2.3 Rekommenderade brukarindata för energiberäkning i tidigt skede eller där projekt-specifik uppgift saknas. Gäller högskolor och universitet. Kategorin ”undervisning och tillhörande biutor” utgör här de ytor som inte klassas som kontor eller teknik, förråd etc.

| Högskolor och universitet | | Undervisning och tillhörande areor | Kontor och dylikt | Övr, teknik, förråd mm. |
|---|------------------------------------|---|-------------------|-------------------------|
| Rumstemperatur, börvärde Inom/utanför drifttid (se kap 4) | Lägsta lufttemperatur (°C) | 22/20 | 21/20 | 18 |
| | Timmar/dygn/veckor | 15/5/52 | 15/5/52 | |
| | Högsta lufttemperatur (°C) | 24 | 24 | - |
| | Timmar/dygn/veckor | | | - |
| Luftflöden (se kap 5) | Grund/forc. (l/sm ²) | 2,0 | 1,3 | 0,35 |
| | (h/d/v)/(h/d/v) | 15/5/52 | 10/5/52 | 15/5/52 |
| Solavskärmning (se kap 7) | Beteendestyrd avskärmning, g-värde | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| Tappvarmvattenanvändning exkl. vvc-förluster (se kap 10) | (kWh/m ² ,år) | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Verksamhetsel internlast (se kap 8) | (kWh/m ² ,år) | 47 | 50 | 0 |
| | Belysning (W/m ²) | 15 | 11,4 | 0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | 9/5/52 | 9/5/52 | - |
| | Utrustning (W/m ²) | 5,0 | 10 | 0 |
| | (Timmar/dygn/veckor) | 9/5/52 | 9/5/52 | - |
| Personvärme (se kap 9) | Persontäthet (p/m ²) | 0,067 | 0,05 | - |
| | Timmar/dygn/veckor | 9/5/52 | 9/5/52 | - |
| Vädringspåslag (se kap 6) | (kWh/m ² år) | 4,0 (adderas till beräknad energiprestanda) | | |

3. Verksamhetsenergi eller byggnadens fastighetsenergi?

I Boverkets byggregler, BBR, definieras byggnadens energianvändning som "den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Byggnadens specifika energianvändning är energianvändningen dividerat med A_{temp} -arean. Verksamhetsenergi och hushållsenergi ingår inte, vilket gör det viktigt att skilja dessa från fastighetsenergin.

Tydliga definitioner och gränsdragningar behövs således för att skilja på verksamhetsenergi och fastighetsenergi. För undervisningsbyggnader har en uppdelning gjorts som skiljer sig från exempelvis kontorsbyggnader på några punkter, vilket redovisas i detta kapitel. Skillnaderna gäller främst belysning och ventilation.

Byggnadens fastighetsenergi

Byggnadens fastighetsenergi avser energianvändning för drift av byggnadens installationer och gemensamma funktioner, det vill säga den el (eller annan energi) som används för att driva de centrala systemen i byggnaden som krävs för att byggnaden ska kunna användas på avsett sätt. Exempel på detta är elanvändningen för fläktar, pumpar och hissar. För undervisningsbyggnader ska el- och energianvändning för all ventilation som är till för hygieniska skäl räknas som byggnadens fastighetsenergi. Detta innebär att forcerade ventilationsflöden för kök, matsal, laboratorium m.m. ska medräknas, och får även medräknas vid beräkning av ventilationstillägget i BBR.

I Svebys ordlista finns termen driftenergi som alternativ till byggnadens fastighetsenergi. **Byggnadens fastighetsenergi ingår i byggnadens energianvändning.**

Verksamhetsenergi

Den el (eller annan energi) som används för verksamheten i lokaler. Exempel på detta är belysning, datorer, kopiatorer, laddare, TV samt andra apparater för verksamheten. Spis, kyl och frys och andra hushållsmaskiner i fikarum/pentry/kök räknas också in. För undervisningsbyggnader räknas all belysning som verksamhetsenergi. **Verksamhetsenergi ingår inte i byggnadens energianvändning.**

Processenergi

Processenergi är en del av verksamhetsenergin och kan sägas utgöra en för byggnadstypen "främmande" verksamhet, som kan ha stor inverkan på el- och energianvändningen och de interna lasterna. Eftersom processenergi ingår i verksamhetsenergi, behövs termen egentligen inte. Den har ändå tagits med i denna sammanställning för tydlighetens skull.

Gränsdragningstabell

Utöver de grundläggande definitionerna i BBR på verksamhetsenergi och fastighetsenergi, redovisas i tabell 3.1 förtydliganden på gränsdragningen.

I kolumnen för verksamhetsenergi redovisas för enkelhets skull även t.ex. utvändigt el eller annan energi som inte ska inräknas i byggnadens energianvändning, exempelvis markvärme, vilket normalt inte är att betrakta som verksamhetsenergi.

Tabell 3.1 Olika energiposters uppdelning i verksamhets- och fastighetsenergi för undervisningsbyggnader.

| Exempel på energiposter i undervisningsbyggnader | Byggnadens fastighetse- nergi | Verksamhets- energi eller ej byggnads- relaterad energi |
|--|----------------------------------|---|
| El för apparater, exempelvis datorer, kopiatorer, skrivare, TV, spis, kyl, frys, kyl-/frysdiskar, diskmaskin, tvättmaskin, torkaparat och dylikt. | | x |
| El för verktyg, maskiner, apparater, tillverkning, processer etc. som används i yrkesmässig verksamhet. | | x |
| Elvärme som kallrasskydd. | x | |
| Golvvärme, handdukstork eller annan apparat i våtrum avsedd för uppvärmning. | x | |
| El till fläktar för ventilation. | x | |
| Elenergi till följd av forcering av ventilation. | x | |
| Infravärme på balkong, inglasad balkong, loggia, terrass eller uteplats som installerats av hyresgäst eller brukare. | | x |
| Motorvärmare på parkeringsplats. | | x |
| Utebelysning på byggnadens fasad vid entréer till enskilda lokaler och deras uteplatser, större skärmtak, terrasser m.m. (även om ljuskällan är placerad på ett avstånd från byggnaden, men inom fastigheten). | | x |
| Utebelysning på tomtmark inom fastigheten. | | x |
| Belysning inomhus i lokallägenheter, cellkontor, kontorslandskap, mötesrum, korridorer, trapphus, källare, teknikrum m.m. | | x |
| El till hiss och hissbelysning. | x | |
| Elvärme i hängrännor, stuprör och dagvattenbrunnar i tak eller terrasser, avsedda att förhindra isbildning. | x | |
| Värmekabel (rör) i mark utanför byggnad, avsedd för snösmältning, samt frysskydd för ledning eller liknande. | | x |
| Uppvärmning av bassäng avsedd för allmänheten eller flera hyresgäster. | | x |
| El till bastuaggregat. | | x |
| Kyla till verksamhetsspecifika ändamål exempelvis serverrum, datorcentral, motionslokal, laboratorium, restaurangkök, kyl-diskar eller liknande | | x |
| Värme för ventilation och komfortkyla för verksamhet utöver normal drifttid. | | x |
| Tappvarmvatten utöver normal användning. | | x |

4. Rumstemperaturer

Som indata för rumstemperatur i energiberäkningar används börvärden på lufttemperaturen. Rumstemperaturerna skiljer något mellan olika delar av undervisningslokalerna.

Rekommenderade börvärden för värme och komfortkyla finns i tabellerna 2.1 - 2.3. För utrymmen såsom trapphus, förråd, källare och dylika är rumstemperaturen 18 °C.

Särskilda system för komfortkyla förekommer sällan i skolor och förskolor, men är vanligt i universitet och högskolor. För skolor och förskolor rekommenderas därför inget börvärde för komfortkylning.

Bakgrund

I R1 - Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav, specificeras nedanstående målvärden på operativ temperatur för lokaler:

| Parameter | Värde | Anm. | Källa |
|--|----------------|----------|---------------|
| Börvärde operativ rumstemperatur för värme | +22 ± 2 °C | målvärde | TQ1 enligt R1 |
| Börvärde operativ rumstemperatur för komfortkyla | +24,5 ± 1,5 °C | målvärde | TQ1 enligt R1 |

Energimyndighetens beställargrupp för lokaler, BELOK, har utgivit innemiljökrav som omfattar åtta olika delar inom buller, luftkvalitet och termisk komfort. Där sägs att rumstemperaturen under arbetstid alltid ska kunna hållas över 21 °C samt under en övre gräns, som definieras i form av en varaktighetskurva för olika temperaturklasser, t_b , där vald temperatur inte får överskridas mer än 80 arbetstimmar per år.

Mätningar som SISAB har utfört i skolbyggnader visar lufttemperaturer på cirka 22 °C.

I universitets- och högskolebyggnader förekommer i stor utsträckning kontorsrum för administration, forskning m.m. För dessa används Sveby brukarindata för kontor, vilket även KTHs generella riktlinjer för sina lokaler hänvisar till. Skillnaden är dock att börvärdet för komfortkyla är 24 °C istället för 23 °C.

Nattsänkning av temperaturen förekommer som driftoptimeringsåtgärd.

Referenser

BELOK Innemiljökrav, Version 3, maj 2008. www.belok.se

Ekberg, L., 2006, R1-Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav. Energi- och Miljötekniska Föreningen, www.emtf.se.

KTH, Att arbeta och samverka med KTH i utformningen av lokaler för forskning och utbildning. Planeringsunderlag – vägledning för lokalanpassning och byggnadsprojektering, Preliminär utgåva 2015-09-01

SISAB 2015, Personlig kommunikation.

5. Ventilation - luftflöden och drifttider

Antalet personer ska i första hand bestämma hur stort uteluftsflödet i en lokal ska vara. Underlag finns dock inte alltid tillgängligt för alla olika förekommande lokaltyper. I tabellerna 2.1-2.3 redovisas representativa rekommenderade drifttider och luftflöden för energiberäkningar då projektspecifika värden saknas eller för normalisering av luftflöden. När projekteringen är genomförd bör dessa luftflöden användas för att uppdatera energiberäkningen.

Luftflödena i tabellerna 2.1-2.3 avser normala rekommenderade värden för att åstadkomma bra kvalitet på inomhusluften. I dessa luftflöden ingår inte luftburen komfortkyla eller värme.

Luftflödena är framtagna baserat på erfarenhetsvärden och uppskattningar. Eftersom antalet personer i en undervisningsbyggnad varierar mellan olika verksamheter men även dimensioneringsmässigt från rum till rum, så har överslagsvärden tagits fram. De luftflöden som anges ska ses som genomsnittliga för de ytor som faller under zonkategorin. Även drifttider är uppskattade. I dessa schabloner antas ingen aktivitet under kvällar och helger eller under sommaruppehåll i skolor och förskolor.

I byggnader med VAV-system, dvs där luftflödet är behovsstyrt, kan hänsyn tas till förmodad närvaro vid energiberäkningen. Vid energiberäkningar med normalt brukande ska ingen reduktion av luftflöden utföras för behovsstyrning. Det kan vara svårt att ta hänsyn till behovsstyrning av luftflöden i energiberäkningar. Oftast måste något tidsvägt medelvärde på luftflödena användas. Det är här även viktigt att verifieringsmetodik fastställs så att det blir tydligt hur ev. korrigeringar av luftflöden ska beaktas baserat på uppmätta värden.

Bakgrund

Underlagen till val av luftflöden för undervisningslokaler har bestått av anvisningar för energiberäkningar från SISAB och Göteborgs stad samt värden erhållna från utländska standarder. Det står klart att det finns stora skillnader mellan vad som anses vara normalt projekterade luftflöden, både mellan olika länder samt inom Sverige.

Enligt SISABs projekteringsanvisningar är ca 4,5 l/sm² ett vanligt luftflöde i befintliga skolor och i befintliga förskolor ca 2,5 l/sm² exklusive kök. Drifttider för ventilation i skolor och förskolor är 10 timmar per dag och 5 dagar per vecka för både skolor eller förskolor. I skolor är ventilationen i drift 44 veckor per år och i förskolor 47 veckor per år.

Notera att rekommenderade luftflöden för energiberäkningen även omfattar närliggande verksamheter som inkluderats i samma zon av beräkningstekniska skäl. Tanken är de ska fungera även med enklare energiberäkningsprogram

I kök, matsalar och gymnastiksalarna används vid energiberäkningen dels ett grundflöde dels ett forceringsflöde. Grundflödet antas vara på 5 timmar per vardag och det forcerade flödet minst 5 timmar. Övrig tid antas anläggningarna avstängda.

Tabell 5.1 visar en sammanställning av värden som används för energiberäkningar enligt olika källor.

I "Minimikrav på luftväxling" (Enberg 2012) redovisas krav på luftflöden i Boverkets byggregler, Arbetsmiljöverkets föreskrifter, Socialstyrelsens allmänna råd och andra dokument. Erforderliga luftflöden har där sammanställts för många olika lokaltyper, bland annat förskolor och skolor. För lekutrymmen, matrum, allrum och vilrum i daghem, förskolor och fritidshem anges ett minsta luftflöde på 0,35 l/sm² + 7 l/s och person med en persontäthet av 0,4 personer/m². Detta ger ett motsvarande luftflöde av 3,15 l/sm². En hänvisning till skriften Ventilation och hälsoskydd görs, där rådet 2,4 l/sm² ansågs ge låg förekomst av besvär.

Tabell 5.1 Luftflöden och drifttider enligt olika källor.

| Underlag | Lokaltyp | Värde |
|--|----------------------------------|--|
| Göteborgs stad, SISAB, Helsingborg, Malmö stad, Lundafastigheter | Skola och förskola | Hänvisar vid nyproduktion i projekteringsanvisningar till Arbetsmiljöverkets krav på luftkvalitet, dvs högst 1000 ppm eller 7 l/s, person + 0,35 l/s, m ² vid normalt brukande. |
| BBR, minimikrav | Skola och förskola | Hänvisar till Arbetsmiljöverket och till Folkhälsomyndigheten. |
| Arbetsmiljöverket, minimikrav | Skola och förskola | Koldioxidhalt under 1000 ppm ska eftersträvas. Vid normal takhöjd motsvarar detta 7 l/s, person + 0,35 l/s, m ² . |
| Folkhälsomyndigheten, minimikrav | Skola och förskola | 7 l/s, person vid stillasittande sysselsättning + minst 0,35 l/s, m ² för hantering av föroreningar från andra källor än människor. |
| Enberg | Daghem, förskolor och fritidshem | 3,15 l/sm ² för lekutrymmen, matrum, allrum och vilrum. 5,0 l/sm ² för personalrum. |
| | Skolor | 7 l/s, person + 0,35 l/s, m ² vid normalt brukande för klassrum. 3,85 l/sm ² för grupprum. I skolmatsal, samlingsal och bibliotek beror erforderliga luftflöden på om ventilationen är deplacerande eller omblandande. Ex. vis i skolmatsal krävs 4,8 l/sm ² vid deplacerande don och 6,7 l/sm ² vid omblandande. För gymnastiksal anges flödet 5,55 l/sm ² . |
| Göteborgs stad | Förskola | Projektspecifikt flöde, Drifttid: 12 h/dag under 230 dagar/år. Särskilt för kök: 2 h/dag under 230 dagar/år. |
| | Grundskola | Projektspecifikt flöde. Drifttid i klassrum: 8 h/dag och 200 dagar/år. Drifttid i allmänna utrymmen: 8 h/dag under 200 dagar/år. |
| SISAB | Skola | Projektspecifikt flöde. Allmänt riktvärde: 10 h/dygn, 5 dagar i veckan under 44 veckor/år. Särskilt för kök: 5+5 h/dygn, 5 dagar i veckan, 44 veckor/år. |
| | Förskola | Projektspecifikt flöde. Allmänt riktvärde: 10 h/dygn, 5 dagar i veckan, 47 veckor/år. |

| | | |
|----------------|------------------------------------|---|
| | | or/år. Särskilt för kök 5+5 h/dygn, 5 dagar i veckan, 47 veckor/år |
| NCM (CIBSE A) | C2_Schools_Teaching | 5,5 l/s/p, persontäthet 0,55 personer/m ² ger 3,04 l/sm ² |
| | School Workshop | 10 l/s/p med persontätheten 0,063 personer/m ² ger 0,63 l/sm ² |
| | Uni lecture | 10 l/s/p med persontätheten 0,20 personer/m ² ger 2,0 l/sm ² |
| Tysk standard | Klassrum | 30 m ³ /person,h med persontätheten 2,5-3,5 m ² /person ger 2,4-3,3 l/sm ² |
| | Föreläsningssal | 30 m ³ /person, timme persontäthet 0,8-1,2 m ² /person ger 6,9-10,4 l/sm ² |
| Norsk Standard | Förskolor (inom/utanför drift-tid) | 12/3 m ³ /(m ² h) ger 3,33 l/sm ² |
| | Skolor | 16/3 m ³ /(m ² h) ger 4,44 l/sm ² |
| | Universitet | 13/3 m ³ /(m ² h) ger 3,61 l/sm ² |

Referenser

Arbetsmiljöverket, 2009, Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2.

British Research Establishment, NCM activity database, Microsoft Access databas för brukarrelaterad indata för energiberäkningar.

DIN V 18599-10, Energy efficiency of buildings – Calculation of the energy needs, delivered energy and primary energy for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 10: Boundary conditions of use, climatic data. Tysk standard.

Enberg, H., 2012, Minimikrav på luftväxling, utgåva 9

Folkhälsomyndigheten, 2014, Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation, FoHMFS 2014:18.

Göteborgs Stad, 2014, Energi, indata till energianalys.

NS 3031:2007, Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Norsk standard, www.standard.no.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar.

6. Tillägg för vädring och öppning av dörrar och portar

I undervisningslokaler förekommer värmeförluster till följd av fönstervädring samt öppning av dörrar och portar. Underlag för undervisningslokaler saknas i stor utsträckning, men i Sveby rekommenderas ett tillägg på energiprestandan på $4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$.

Det finns flera olika sätt att hantera vädring i energiberäkningar. I simuleringsprogram kan man ofta ange fönsteröppning baserat på schema. Vanligast är dock att denna energiförlust läggs på som säkerhetspåslag på det beräknade resultatet. Motsvarande värde anges även i Sveby Brukarindata för bostäder.

Bakgrund

I Brukarindata för bostäder, kap 5, rekommenderas ett påslag på $4 \text{ kWh/m}^2\text{år}$ som bygger på resultat från Nordquist 2002.

I SISABs projekteringsanvisningar för energiberäkningar anges ett vädringspåslag på $4 \text{ kWh/m}^2\text{år}$, där värmeenergin delas lika mellan radiatorsystem och ventilationssystem.

Referenser

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar.

Nordquist, Birgitta, 2002, Ventilation and window Opening in Schools – Experiments and Analysis. Report TABK-02/1024, Installationsteknik; LTH.

Sveby 2012, Brukarindata för bostäder, version 1.0, www.sveby.org.

7. Solavskärmning

I Sveby Brukarindata kontor redogörs vad som avses med brukarrelaterad solavskärmning, där både en fast del och en rörlig del anges. Den fasta delen representerar yttre objekt såsom horisont, träd, intilliggande byggnader, balkonger och dyl. Den rörliga delen representerar avskärmning som kan styras av brukarna, t.ex. gardiner, persienner m.m.

Effekten av den rörliga delen av solavskärmningen, g-värdet, varierar från solskydd till solskydd. Dessutom varierar g-värdet beroende på vilken typ av fönsterglas som används. Det rekommenderade g-värdet, 0,65, är satt för alla kategorier av undervisningslokaler, och är ett uppskattat medelvärde på rörlig solavskärmning, se tabellerna 2.1 – 2.3.

Sedan Sveby Brukarindata för bostäder och kontor publicerades har många energiberäkningsprogram utvecklats med möjlighet att ta hänsyn till fasta solavskärmningar på ett verklighetstroget sätt. Den yttre fasta avskärmningar bör modelleras på ett sådant sätt att den stämmer överens med verkligheten inom ramen för vad som är rimligt. Eftersom en yttre solavskärmningsfaktor är bunden till geometri och solvandring så kommer effekten av denna att i hög grad variera med tiden.

Bakgrund

I SISABs projekteringsanvisningar för energiberäkningar anges att solavskärmning med rörliga solskydd ska aktiveras vid solinstrålning större än 150 W/m^2 fönsteryta. För enklare energiberäkningsprogram, där detta val ej finns, bedöms solskyddsstyrning från fall till fall. Det är viktigt att inte underskatta solinstrålning sommartid för exempelvis högskolor, då detta kan leda till underskattning av byggnadens komfortkylbehov.

I skolor och förskolor förekommer sällan någon komfortkyla, men det är viktigt att inte över-skatta solinstrålningen eftersom denna sänker värmebehovet.

I rapporten Performance of Energy Efficient Windows and Solar Shading Devices (Rosenkrantz, 2005) behandlas bl.a. g-värdet för olika solavskärmningar, där man utgår från mätningar i laboratorium samt simuleringar. g-värdet för invändiga avskärmningar visade sig variera mellan ca 0,45-0,85 beroende på avskärmningens reflektans, transmittans och värmeemissionsfaktor.

Referenser

Rosencrantz, T., 2005, Performance of Energy Efficient Windows and Solar Shading Devices. Evaluation through Measurements and Simulations. Report No EBD-T-05/5. Licentiate thesis, Department of Architecture and Built Environment, Division of Energy and Building Design, Lund University.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar

8. Verksamhetsenergi

Verksamhetsenergi har här delats upp i belysning och övrig utrustning. Med apparatur avses här all typ av elanvändande utrustning som hänförs till verksamheten, exempelvis tv-apparater, datorer, etc. Denna energipost ska ej räknas till byggnadens energianvändning, men den skapar internvärme som påverkar byggnadens energibehov. I vissa beräkningsprogram går det att ha olika indata för belysning och apparatur. I de beräkningsprogram där den distinktionen ej görs kan de angivna effekterna i tabell 2.1-2.3 adderas.

Vidare anges, för varje zontyp, verksamhetsel både som effekt med angivna scheman samt omräknat till årsenerginivå.

För universitet och högskolor baseras värden för kontors- och administrationsdelar på brukarindata kontor, med skillnaden att effekt för belysning resp. utrustning har delats upp i olika poster.

Bakgrund

Det saknas statistiskt underlag som visar installerade effekter och energianvändning för nya undervisningslokaler. STIL-undersökningen för skolor från 2007 anger för belysning 21,4 kWh/m²år som genomsnittsvärde i befintliga skolbyggnader (STIL skolor s102) med genomsnittlig drifttid på 1650 timmar/år. Nyproducerade undervisningslokaler bör dock ha betydligt lägre installerade effekter än genomsnittet av de befintliga på grund av den snabba utveckling som skett inom området.

I STIL-studien differentieras även belysningen mellan kategorin "förskolor" och "skolor och gymnasier". Olika belysningstyper används i olika rumstyper. I förskolor användes glödlampor i betydligt större utsträckning än i skolor och gymnasier, vilket förklarar den högre installerade effekten. I tabellerna 8.1 och 8.2 redovisas resultat från STIL för skolbyggnader avseende installerade effekter för byggnader och olika rumstyper.

Tabell 8.1 Sammanställning av installerade belysningseffekter i skolbyggnader enligt STIL. Areabegreppet som används är A_{temp} .

| | |
|--|-----------------------|
| Viktad genomsnittlig installerad effekt för förskolor, skolor och gymnasier. | 11,7 W/m ² |
| Genomsnittlig installerad effekt i förskolor | 17,3 W/m ² |
| Genomsnittlig installerad effekt i skolor och gymnasier | 10,9 W/m ² |

Tabell 8.2 Installerade genomsnittliga belysningseffekter i olika rumstyper i befintliga skolor och förskolor med hänsyn till deras nationella vikt, STIL skolor.

| Rumstyp | Installerad effekt (W/m ² A _{temp}) |
|---------------------------|--|
| Klassrum | 13,4 |
| Gymnastiksal | 11,1 |
| Matsal | 12,0 |
| Administration och kontor | 10,3 |
| Aula | 9,2 |
| Trä- och tekniskal | 14,8 |
| Allrum | 11,7 |
| Allmänna utrymmen | 8,2 |
| Övrigt | 9,3 |
| Utomhus | 0,7 |
| Medelvärde | 11,7 |

Ett alternativt sätt att uppskatta belysningseffekter är att utgå ifrån krav på belysningsstyrka (lux) och sedan beräkna effekt beroende på val av armatur. Detta förhållningssätt används av flera utländska beräkningsstandarder vid energiprestandaberäkningar, bl.a. i Tyskland och Storbritannien. Sammanställning av några utländska standarders hantering av belysningseffekter redovisas i tabell 8.3.

Tabell 8.3 Sammanställning av belysningsvärden enligt några utländska beräkningsstandarder. Areabegreppen varierar mellan de olika källorna.

| Källa | | Belysningsenergi/effekt | Övrigt |
|---|---------------|--|--|
| Finlands byggbestämmelse-samling D5, "utbildningsbyggnad" | | 23 kWh/brm ² år* Motsvarar 12,1 W/m ² | Typisk användningstid/år anges till 1900 timmar |
| Norsk standard | Förskolor | 8,1 W/m ² | 10/5/52 |
| | Skolbyggnader | 10,0 W/m ² | 10/5/44 |
| | Universitet | 8,0 W/m ² | 12/5/52 |
| ISO 13790 Educational buildings | | Metod baserat på behov enl EN15193-1. | Se Annex A i std |
| Tysk standard med olika typer av skolzoner. | | Metod baserat på ljusbehov. | Olika ljuskrav för olika typer av zoner, se tabell 4 i DIN V 18599-10:2007-2 |
| NCM Database Storbritannien | | Metod baserat på ljusbehov | Olika ljuskrav för olika typer av zoner, se i databasfil. |

*Avser bruttoarea.

SISAB's projekteringsanvisningar för energiberäkningar anger belysningseffekt som kan tillgodogöras som internvärme till 3 W/m². Detta gäller nya skolor och förskolor med LED-belysning och närvarostyrning.

Goteborgs stads anvisningar för energiberäkningar anger belysning för förskola 8 W/m², 920 h/år, 4 h/dag, 230 dagar. För skolor ges 10 W/m², 1000 h/år, 5 h/dag, 200 dagar.

Även apparatlasten varierar mellan olika källor. Tabell 8.4 nedan sammanställer apparatlasten för utländska standarder för energiprestandaberäkningar.

Tabell 8.4 Apparatlast i några olika länder.

| Källa | | Apparatur | Övr. |
|--|-----------------------------|---|--|
| Finlands byggbestämmelse-samling D5 (övriga anordningar, ej belysning eller aggregat) "utbildningsbyggnad" | | 25 kWh/brm ² år* | |
| Norsk standard | Förskolor | 1,9 W/m ² | 10/5/52 |
| | Skolbyggnader | 5,9 W/m ² | 10/5/44 |
| | Universitet | 10,9 W/m ² | 12/5/52 |
| ISO 13790 Educational buildings | | Årlig energianvändning: 10 kWh/m ² år Värmealstring under närvaro: 5 W/m ² . | Enl. tabell G11 och G12. Fraction of time present: 0,15. |
| Tysk standard | Klassrum | 2-6 W/m ² | 8:00-15:00, se tabell A.8 i DIN V 18599-10:2007-2 |
| | Föreläsningssal, auditorium | 2-6 W/m ² | 8:00-18:00, se tabell A.9 i DIN V 18599-10:2007-2 |
| NCM Database Storbritannien föreläsningssal | | 2 W/m ² | BRE estimates, 07:00-21:00, 5 % tomgång nattetid. Hall/Lecture theatre/Assembly area heated. |
| NCM Database Storbritannien laboratorium | | 10,95 W/m ² , 3 % latent | 8:00-18:00 4,57 %, tomgång övrig tid. |

*Avser bruttoarea.

I SISAB's projekteringsanvisningar för energiberäkningar anges att maximalt 1 kWh/m²år av verksamhetselen får tillgodogöras som internvärme.

Referenser

British Research Establishment, NCM activity database, Microsoft Access databas för brukarrelaterad indata för energiberäkningar.

DIN V 18599-10, Energy efficiency of buildings – Calculation of the energy needs, delivered energy and primary energy for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 10: Boundary conditions of use, climatic data. Tysk standard.

Energimyndigheten, "Energianvändning & inomhusmiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2", ER2007:11

Göteborgs Stad, 2014, Energi, indata till energianalys.

Internationell standard, ISO 13790, Energy performance of buildings" –Calculation of energy use for space heating and cooling, 2:a upplagan, 2008

NS 3031:2007, Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Norsk standard, www.standard.no.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar

9. Personvärme

Personvärme har i sammanställningen över rekommenderade indata (se tabellerna 2.1 – 2.3) angetts i antal personer per m². Den persontäthet som anges, 0,067 personer/m²A_{temp} motsvarar ca 15 m²A_{temp}/person, vilket är något tätare än för kontorsbyggnader. För att räkna om detta till effekt, för tillämpning i beräkningsprogram som är anpassade för detta, kan följande riktvärden användas:

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| Förskolor: | 70 W/person (kök 80 W/person) |
| Skolor: | 80 W/person |
| Högskolor/universitet: | 108 W/person. |

Bakgrund

Personer som vistas i byggnaden alstrar värme vilket tillgodogörs byggnaden som internvärme. Inmatnings- och beräkningsmetod för personvärme varierar mellan olika beräkningsprogram. Exempelvis beräknar VIP Energy hela personvärmens som konvektion medan IDA ICE tillämpar en modell baserat på Fangers komfortekvationer, där sensibel (konvektion och strålning) samt latent (vätskebunden) värme beräknas utifrån flera parametrar såsom aktivitetsnivå, beklädnad mm.

Vid uppskattning av medeleffekt för personer som vistas i skolor och förskolor beaktas skillnader i kroppsytta för de personer som vistas i respektive lokaltyp. I SISABs projekteringsanvisningar för energiberäkningar anges 60 W för barn i förskolor och 80 W för vuxna. För skolor anges 80 W per person. Vidare anges utan motivering att enbart 70 % av värmen får tillgodogöras samt att antagen närvaro ska sättas till 60 %.

Persontätheten i undervisningslokaler varierar dels med typ av skolbyggnad, dels med placering i landet, men även inom själva byggnaden. De värden på persontäthet som presenteras i tabell 9.1 är uppskattningar.

Tabell 9.1 Angiven personvärme i några utländska standarder.

| Källa | | Personlast | Övrigt |
|--|-----------------------------|---|---|
| Finlands byggbestämmelse-samling D5 "utbildningsbyggnad" | | 58 kWh/brm ² år | Närvaro 8-16, mån-fre. |
| Norsk standard, förskolor | | 6,1 W/m ² | 10/5/52 |
| Norsk standard, skolbyggnader | | 11,8 W/m ² | 10/5/44 |
| Norsk standard, universitet och högskolor | | 6,1 W/m ² | 12/5/52 |
| ISO 13790 Educational buildings | | Värmealstring under närvaro: 5 W/m ² , månatligt genomsnitt 4 h/dag. | Enl tabell G12. |
| Tysk standard | Klassrum | 60 W/person, 17-24 W/m ² | 8:00-15:00 1398 h/år, se tabell A.8 i DIN V 18599-10:2007-2 |
| | Föreläsningssal, auditorium | 70 W/person, 59-88 W/m ² | 8:00-18:00 1409 h/år, se tabell A.9 i DIN V 18599-10:2007-2 |
| NCM Database Storbritannien | Föreläsningssal | 0,22 pers/m ² 140 W/pers 39 % latent blir 30,8 W/m ² . | Ca 7 timmar/ dag (komplex profil mån-fre) |
| NCM Database Storbritannien | Laboratorium | 0,21 pers/m ² , 160 W/ pers, 39 % latent ger 33,6 W/m ² | Ca 7 timmar/ dag (komplex profil mån-fre) |

Referenser

British Research Establishment, NCM activity database, Microsoft Access databas för brukarrelaterad indata för energiberäkningar.

DIN V 18599-10, Energy efficiency of buildings – Calculation of the energy needs, delivered energy and primary energy for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 10: Boundary conditions of use, climatic data. Tysk standard.

Finlands Miljöministerium, 2007 “*Beräkning av byggnaders energianvändning och uppvärmningseffekt*”. Anvisningar.

Göteborgs Stad, 2014, Energi, indata till energianalys.

Internationell standard, ISO 13790, 2008, Energy performance of buildings” –Calculation of energy use for space heating and cooling, 2:a upplagan

NS 3031:2007, Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Norsk standard, www.standard.no.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar

10. Tappvarmvatten och VVC

Rekommenderad tappvarmvattenanvändning som anges i tabellerna 2.1 -2.3 är exklusive VVC-förluster. Till skillnad från flera övriga brukarindata har tappvarmvattnet ett värde gällande hela byggnaden. Inga momentana effekter definieras. Värden presenteras enbart som årsschabloner. För universitet och högskolor har samma tappvarmvattenanvändning valts som för kontorsverksamhet, 2 kWh/m²år.

Eftersom VVC-förlusterna inte är brukarberoende, är det viktigt att mäta VVC-förluster inför verifiering, eftersom det enbart är själva tappvarmvattenanvändningen som ska normaliseras.

Bakgrund

SISABs projekteringsanvisningar för energiberäkningar anger 15 kWh/m²år för tappvarmvatten inkl. VVC. Andra modeller att ange normal tappvarmvattenanvändning används. Göteborgs stads indatanvisningar för energianalys anger för förskola 5 l/person och dag i 230 dagar och för skolor 10 l/person, dag i 200 dagar.

Sammanställning av tappvarmvattenanvändningen för några olika källor redovisas i tabell 10.1 nedan.

Tabell 10.1 Tappvarmvattenanvändning från olika källor.

| Typ av underlag | | Värde | Källa |
|---|-----------------------|---|-----------------------------------|
| SISAB projekteringsanvisningar Energiberäkningar | | 15 kWh/m ² ,år i både förskola och skola | Denna siffra är inklusive VVC. |
| Indata till energianalys Göteborgs stad | | Förskola 5 l/person och dag i 230 dagar årligen. Skola 10 l/person, dag i 200 dagar | |
| Finlands byggbestämmelsesamling D5, "undervisning" | | 180 dm ³ /brm ² år | Tabell 5.1 |
| Norsk standard | Förskolor | 5 kWh/m ² år | Tabell A.1 |
| | Skolor | 10 kWh/m ² år | Tabell A.1 |
| | Universitet | 5 kWh/m ² år | Tabell A.1 |
| ISO 13790 | | 10 kWh/m ² år | Tabell G2 |
| Tysk standard | Skola utan duschar | 0,5 kWh/person och dag 170 Wh/m ² _{klassrum} dag | Tabell 6 |
| | Skola med duschar | 1,5 kWh/person och dag 500 Wh/m ² _{klassrum} dag | Tabell 6 |

I förskolorna Temmelburken 1 och 2 har SISAB följt upp tappvarmvattenanvändningen. Denna sammanställdes i ett examensarbete utfört på KTH under 2015. Uppföljningen, som pågick i fyra månader, visade att för två i princip identiska byggnader med samma användning och barnantal uppmättes tappvarmvattenanvändningen till 13,7 kWh/m²år exklusive VVC.

Statistik från NCC för sex undervisningsbyggnader redovisas i tabell 10.2. Resultaten visar stor spridning på tappvarmvattenenergin.

Tabell 10.2 Uppmätt tappvarmvattenanvändning från NCC 2015.

| Lokal nr | Verksamhet | A _{temp} (m ²) | Tappvarmvattenanvändning exkl. VVC (kWh/m ² år) | Kommentar |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 1 | Gymnasieskola | 1811 | 1-2 | All tappvarmvatten i byggnaden enl. princip-schema. Undermätning saknas. |
| 2 | Förskola | 3160 | 7,2 | Troligen allt tvv. Undermätning på tvv saknas och det finns inga uppgifter om att det ska finnas kök. |
| 3 | Förskola och LM-skola och fritidshem | 4516 | 8,0 | Lokalt placerade varmvattenberedare med elmätare. |
| 4 | Förskola med kök | 904 | Totalt 17,3, utan kök 14,2 | Uppmätt efter värmepump. |
| 5 | Förskola med kök | 904 | Totalt 5,1, utan kök 1,7 | Uppmätt efter värmepump. |
| 6 | Förskola med kök | 904 | Totalt 7,0, utan kök 5,0 | Uppmätt efter värmepump. |

Referenser

British Research Establishment, NCM activity database, Microsoft Access databas för brukarrelaterad indata för energiberäkningar.

DIN V 18599-10, Energy efficiency of buildings – Calculation of the energy needs, delivered energy and primary energy for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 10: Boundary conditions of use, climatic data. Tysk standard.

Finlands Miljöministerium, 2007 "Beräkning av byggnaders energianvändning och uppvärmningseffekt". Anvisningar.

Göteborgs Stad, 2014, Energi, indata till energianalys.

S. Härdelin, M. Holmén, 2015, Energikartläggning av förskolor – en fallstudie. Examensarbete vid Avdelningen för tillämpad termodynamik, KTH.

Internationell standard, ISO 13790, 2008, Energy performance of buildings" –Calculation of energy use for space heating and cooling, 2:a upplagan

NS 3031:2007, Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Norsk standard, www.standard.no.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar.

NCC (Olsson, Zivkovic), 2016, Undersökning av energi till tappvarmvatten i undervisningslokaler från NCCs energiuppföljning. Rapport till Sveby 2016-02-05.

Övergripande referenser

Arbetsmiljöverket, 2009, Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2.

BELOK Innemiljökrav, Version 3, maj 2008. www.belok.se

British Research Establishment, NCM activity database, Microsoft Access databas för brukarrelaterad indata för energiberäkningar.

DIN V 18599-10, Energy efficiency of buildings – Calculation of the energy needs, delivered energy and primary energy for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 10: Boundary conditions of use, climatic data. Tysk standard.

Ekberg, L., 2006, R1-Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav. Energi- och Miljötekniska föreningen, www.emtf.se

Enberg, 2012, Minimikrav på luftväxling, utgåva 9

Energimyndigheten, "Energianvändning & inomhusmiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2", ER2007:11

Finlands Miljöministerium, 2007 "Beräkning av byggnaders energianvändning och uppvärmningseffekt". Anvisningar.

Folkhälsomyndigheten, 2014, Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation, FoHMFS 2014:18.

Göteborgs Stad, 2014?, Energi, indata till energianalys.

Internationell standard, ISO 13790, 2008, Energy performance of buildings" – Calculation of energy use for space heating and cooling, 2:a upplagan.

KTH, 2015, Att arbeta och samverka med KTH i utformningen av lokaler för forskning och utbildning. Planeringsunderlag – vägledning för lokalanpassning och byggnadsprojektering, Preliminär utgåva 2015-09-01.

NS 3031:2007, Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Norsk standard, www.standard.no.

SISAB, 2015, Personlig information.

SISAB, 2015, Projekteringsanvisning Energiberäkningar.

Bilaga 1. Grundläggande definitioner

Energianvändning

Byggnadens energianvändning definieras av Boverket som den till byggnaden levererade (normalt köpta) energi som vid normalt brukande under ett normalår tillförs för:

- Uppvärmning
- Komfortkyla
- Tappvarmvatten
- Drift av installationer (pumpar, fläktar etc)
- Övrig fastighetsel (trapphusbelysning etc).

Hushållsel och verksamhetsel ingår inte i "byggnadens energianvändning".

En byggnad definieras normalt som en varaktig konstruktion av tak och väggar som står på marken och är så stor att människor kan uppehålla sig i den. Vid tillämpningar har t.ex. även villa-bygge med rest stomme, transformatorbyggnad, stort varmluftstält, carport och husbåt ansetts som byggnader (BBR). Tillbyggnad innebär att byggnadens volym ökas.

Areabegreppet A_{temp}

A_{temp} är arean av samtliga våningsplan 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 dyligt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

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 dyligt i definitionen av A_{temp}). Om indragningens area är större än arean för trapphus och stannplan ska A_{temp} reduceras med indragningens överstigande storlek.

Fastighetsägare använder olika areadefinitioner. Vanligt förekommande är bruttoarea, BTA (landsting och andra offentliga verksamheter) eller lokalarea, LOA, och boarea, BOA, samt bruksarea, BRA. Areabegreppen skiljer sig främst åt genom att LOA och BOA inte omfattar trapphus och andra kommunikationsutrymmen.

Konstruktionsareor vid beräkning av U_m

Vid beräkning av den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten U_m enligt BBR ska följande formel användas:

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

där:

A_i avser klimatskärmens olika delars invändiga area mot uppvärmd inneluft,

l_k är de linjära köldbryggornas längd,

A_{om} är sammanlagd area för omslutande byggnadsdelar mot uppvärmd inneluft.

Definitionerna betyder att t.ex. bjälklagskanter som enbart har en längd och inte någon egentlig area, inte alls kommer med i A_{om} , vilken då blir summa A_i . Eftersom U_m -formeln sällan används direkt i en energiberäkning, spelar denna otydlighet mindre roll.

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.