

Sveby PM

Anvisning för beräkning av luftflödestillägg

Enligt Boverkets byggregler får ett tillägg till kravet på primärenergital för lokaler göras då det genomsnittliga specifika uteluftsflödet i temperaturreglerade utrymmen av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m².

Detta PM är avsett att förtydliga och likrikta beräkningen av luftflödestillägg för lokalbyggnader i samband med BBR29. Beräkningen hanteras idag på flera olika sätt och det finns ett behov av samsyn i branschen. Detta PM ger Svebys ståndpunkt gällande vilket tillvägagångssätt som bör användas. Ventilationstillägg för flerbostadshus med små lägenheter samt för installerad eleffekt för uppvärmning finns även enligt BBR29, men behandlas ej i detta PM.

1. Anvisning vid fastställande av krav på primärenergital i BBR29

Bestämning av lokalernas specifika uteluftsflöde av hygieniska skäl

- I energiberäkningen samt vid beräkningen av luftflödestillägg ska de projekterade hygienluftflödena och drifttider som avses användas vid byggnadens verkliga drift användas som indata. (Det kan finnas luftflöden som inte är av hygieniska skäl också, t.ex. för att kyla byggnaden, vilka ska vara med i energiberäkningen men inte vid beräkning av luftflödestillägget).
- Då projekterade hygienluftflöden från VVS-projektör finns ska dessa användas i energiberäkningen och i beräkningen av luftflödestillägget. I tidiga skeden, innan projekterade hygienluftflöden från VVS-projektör finns, behöver energikonsulten göra en beräkning av hygienluftflöde efter personbelastning. Riktvärdet 7 l/s per person med tillägg av 0,35 l/s och m² golvarea ska användas om inte verksamhetens karaktär kräver högre hygieniskt luftflöde, exempelvis lokaler för idrott. Observera att luftflödet ska dimensioneras efter den antagna maximala personbelastningen i respektive rum och inte efter byggnadens totala personbelastning. Hur många personer som rummet är avsett för ska stämmas av med arkitekten och/eller beställaren, alternativt kan en bedömning göras utifrån rummets möbleringsplan i planritningen. Observera att detta inte gäller för angivelse av personbelastning för personvärme, där gäller byggnadens totala personbelastning.
- Förhöjda luftflöden för luftburen värme eller kyla samt luftflöden kopplade till processventilation ingår ej i hygienluftflödet.
- BBR (6:251) definierar uteluftsflöde per m² golvarea och inte A_{temp} . Eftersom enheten för primärenergitalet är m² A_{temp} bör även luftflödestillägget beräknas per m² A_{temp} . Således summeras byggnadens luftflöden och divideras med A_{temp} , se följande stycken.

Bestämning av lokalernas genomsnittliga specifika uteluftsflöde q_{medel}

- Stäm av vilka drifttider och driftfall som gäller för ventilationen och dokumentera detta tydligt i energiberäkningsrapporten. Tänk på att ventilationen ofta startas ca en timme före verksamhetens början.
- Q_{medel} ska beräknas som tidsvägt medelvärde av hygieniska luftflöden under uppvärmningssäsongen eller en hel vecka. I följande stycken beskrivs två metoder för beräkning av q_{medel} :

Metod 1 (uppvärmningssäsong):

Det hygieniska luftflödet (l/s) för varje timme som använts i energiberäkningen kan exporteras till Excel ifrån de flesta energiberäkningsprogram. En hel vecka (måndag - söndag) under uppvärmningssäsongen väljs sedan ut och medelvärdet av luftflödet under alla timmar under denna vecka kan beräknas i Excel med formeln MEDEL. Medelvärdet av luftflödet divideras sedan med byggnadens A_{temp} för att få q_{medel} . Denna metod rekommenderas då det säkerställer att samma luftflöde som använts i energiberäkningen även används för beräkningen av q_{medel} (och därmed senare till luftflödestillägget).

Metod 2 (vecka):

I fall där det hygieniska luftflödet inte varierar så mycket över dygnet och veckan (tex bara har två lägen) kan en enklare beräkning göras manuellt utan export av timvärden. Medelluftflödet per vecka beräknas utifrån de olika luftflödena viktat efter antal timmar som respektive luftflöde körs. Medelluftflödet divideras sedan med byggnadens A_{temp} för att få q_{medel} . Eftersom beräkningen görs manuellt är det viktigt att kontrollera att samma indata för luftflöde och drifttider används som i energiberäkningen.

Exempelberäkning med metod 2:

A_{temp} : 100 m²

Totalt antal timmar per vecka: 168 h

Luftflöde 1: 100 l/s kl 7-18 vardagar (11 h*5 dygn = 55 h/vecka)

Luftflöde 2: 0 l/s övrig tid på vardagar samt helger (13 h*5 dygn + 24 h*2 dygn = 113 h/vecka)

$Q_{medel} = ((100 \text{ l/s} * 55 \text{ h} + 0 \text{ l/s} * 113 \text{ h}) / 168 \text{ h}) / 100 \text{ m}^2 = 0,33 \text{ l/s, m}^2$.

- För CAV-system utgår man ifrån att alla rum alltid har sin respektive maximala personbelastning under ventilationens drifttid, dvs projekterade luftflöden.
- För VAV-system ska utgångspunkten vara samma projekterade hygieniska luftflöden som vid CAV-system men luftflödet minskas efter personbelastning (Inget luftflöde för att värma och kyla lokalen ska ingå. Kan stämmas av med VVS-projektör om oklart.). Schemat för personbelastning kommer därför att vara avgörande. För VAV-system har rummen sin respektive maximala personbelastning under ett visst antal timmar per dag och resterande tid antas personbelastningen mindre efter ett projektspecifikt schema. Variationen i personbelastningen kan vara svår att förutse för de flesta verksamheter och rekommendationen är därför att göra scheman med grova skalor av tidsperioder och i samråd med byggherren. Personbelastningen och luftflödena få härvid inte minskas ner för mycket. Q_{medel} bör inte understiga 60 % av motsvarande med CAV-system. Scheman bör fastställas i projektet och dokumenteras tydligt i energiberäkningsrapporten.

2. Anvisning vid verifiering

Förberedelser

- Planera mätningar utifrån Svebys Mätanvisningar 2.0. Vid upprättande av mätplan ska hänsyn tas till att framtagande av energiprestanda även innebär att normalisering ska kunna utföras för avvikelser, vilket medför att viktiga delposter som innetemperatur, luftflöden, drifttider m.m. även behöver mätas.

Verifiering

- Om ventilationens drifttider och luftflöden (avsiktliga) vid verifieringen väsentligt avviker från de projekterade, som också använts i energiberäkningen, behöver en ny beräkning utföras utifrån uppmätta drifttider och luftflöden. Beräkningsresultaten jämförs och korrigeringsdivisorer tas fram per delpost, enligt Svebys Verifieringsanvisningar 2.0 kap 4. Normalisering kan utföras med upprepad dynamisk energiberäkning med stöd av mätvärden.
- BBR kravet inklusive luftflödestillägg som beräknades vid byggnadens ibruktagande (relation) ska fortsatt gälla för byggnaden. Vid väsentligt avvikande drifttider ska dessa normaliseras enligt ovanstående punkt för att samma BBR-krav ska kunna gälla fortsatt.
- I byggnader med mycket processventilation från verksamheten som inte ska ingå i byggnadens energiprestanda, exempelvis storkök, behöver processventilation kunna särskiljas från hygienventilation i verifieringen. Det kan antingen ske med separat mätning eller genom en beräknad avvägning.

3. Bakgrund

Boverket – BBR29

Primärenergitalet för lokaler får maximalt uppgå till $70 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}$ och är enligt Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringar tom 2020:4 – BBR29, tabell 9:2a. Under fotnot 2 i denna tabell kan följande läsas "Tillägg får göras med $40 \times (q_{\text{medel}} - 0,35)$ då uteluftsflödet i temperaturreglerade utrymmen av utökade hygieniska skäl är större än $0,35 \text{ l/s per m}^2$, där q_{medel} är det genomsnittliga specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till $1,00 \text{ l/s per m}^2$ för lokalbyggnader." Det är dock den lokala byggnadsnämnden som tolkar BBR, inte Boverket, och bedömer om beräkningar är korrekta och acceptabla.

Krav på inneluftens kvalitet och ventilation ställs i BBR 29 kapitel 6 Hygien, hälsa och miljö. "Kraven på inneluftens kvalitet ska bestämmas utifrån rummets avsedda användning. Luften får inte innehålla föroreningar i en koncentration som medför negativa hälsoeffekter eller besvärande lukt" (6:21). I allmänt råd hänvisas även vidare till Arbetsmiljöverkets och Folkhälsomyndighetens regler om luftkvalitet och ventilation. Vidare ska ventilationssystem "utformas så att erforderligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden. Ventilationssystem ska också kunna föra bort hälsofarliga ämnen, fukt, besvärande lukt, utsöndringsprodukter från personer och byggmaterial samt föroreningar från verksamheter i byggnaden i den utsträckning sådana olägenheter inte förs bort på annat sätt" (6:25).

"Ventilationssystem ska utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande $0,35 \text{ l/s per m}^2$ golvarea. Rum ska kunna ha kontinuerlig luftväxling när de används" (6:251). Riktvärde för lägsta uteluftsflöde i allmänna lokaler, skolor och förskolor enligt Folkhälsomyndigheten, samt generellt arbetsplatser inomhus enligt Arbetsmiljöverket, är minst 7 l/s per person med tillägg av $0,35 \text{ l/s och m}^2$ golvarea. Utökat ventilationsflöde avsett att värma eller kyla får inte räknas som utökade hygieniska skäl. Föroreningar från specifik verksamhet med separat ventilation räknas normalt inte in i byggnadens energianvändning.

SGBC – Miljöbyggnad

Tidigare var SGBCs tolkning i Miljöbyggnad att byggnadens verksamhet skulle ligga till grund för luftflödestillägget (och därmed BBR kravet) och inte val av teknisk ventilationslösning, men energiberäkningen skulle däremot baseras på byggnadens projekterade tekniska lösning. Det fanns även ett Excelverktyg som SGBC tillhandahöll för beräkning av BBR-kravet i lokalbyggnader som utgick från dimensionerande hygienkrav i varje rum med konstanta luftflöden oavsett om ventilationen projekterades med behovsstyrning eller ej.

Sedan Miljöbyggnads manual 3.0 har SGBC gjort en ny tolkning som kan läsas i Tekniska rådets förtydliganden 181213: " q_{medel} som används i energiberäkningen omräknat till specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen, (exklusive förhöjda luftflöden för luftburen värme eller kyla) ska användas". Detta överensstämmer även med det som förordas i BBR29. Excelverktyget är därmed inte aktuellt att använda längre. Tolknigen innebär att det är den tekniska ventilationslösningen samt antagen genomsnittlig belastning som bestämmer BBR-kravet och inte byggnadens verksamhet. Detta innebär alltså att det är de projekterade luftflödena som ska användas i både beräkningen av luftflödestillägget och i energiberäkningen vilket även överensstämmer med BBR29.

Underlag och litteratur

Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringar tom 2020:4 – BBR29

Folkhälsomyndigheten, Vägledning om ventilation:

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/ventilation/#Riktvarder>

Arbetsmiljöverket, AFS 2020:1, Arbetsplatsens utformning

Detta PM har tagits fram av en arbetsgrupp inom Sveby.

Skanska, NCC, SISAB, m.fl har dessutom bidragit med sina interna anvisningar.

Remissinstanser har varit externt via utskick "Byggherrarnas energibrev" samt Svebys styrgrupp.

4. BILAGA

Beräkningsexempel för förskola och kontor

Beräkningsexempel har tagits fram för att synliggöra hur luftflödestillägget beräknas med olika tolkningar samt vilka skillnader i BBR-krav som detta innebär för samma byggnad med samma verksamhet men med olika tekniska lösningar för styrning av ventilationssystem. Beräkning har skett i IDA ICE 4.8 med nedan redovisade indata. Luftflödet per timme har sedan exporterats till excel där q_{medel} beräknats under uppvärmningssäsongen. Observera att redovisningen ger exempel för endast två byggnader: Förskola och kontor, och indata kan ej användas generellt. I de rödmarkerade exemplen har luftflödet beräknats utifrån personbelastning för hela byggnaden vilket inte är ett korrekt tillvägagångssätt enligt detta PM, då det inte motsvarar luftflöden som används vid byggnadens verkliga drift, därav rödmarkeringen.

Exempel 1: Förskola

A_{temp} : 1419 m²

F_{geo} : 1,0

Inomhustemperatur: 22 °C

Formfaktor: 1,8

U-medelvärde: 0,20 W/m²K

Ventilation: FTX-aggregat med verkningsgrad 80%, SFP 1,4 kW/(m³/s), tilluftstemperatur 19 °C.

Uppvärmningssystem: Fjärrvärme.

Personbelastning för hela byggnaden: 172 personer under verksamhetstid.

Personbelastning per rum: Byggnaden har 8 typrum med personbelastning utifrån angivelser på arkitektens planritning. Det finns även ytor för förråd och teknik utan personbelastning där luftflöde 0,35 l/s,m² använts.

Verksamhetstid: kl 8-16 vardagar, 49 veckor per år.

Gröna kolumner: Korrekt tillvägagångssätt för beräkning av hygieniskt luftflöde.

Röda kolumner: Fel tillvägagångssätt för beräkning av hygieniskt luftflöde enligt detta PM. Visas för jämförelse.

	CAV Luftflöde utifrån personbelastning per rum	CAV Luftflöde utifrån personbelastning för byggnaden	VAV Luftflöde utifrån personbelastning per rum	VAV Luftflöde utifrån personbelastning för byggnaden
Hygieniskt luftflöde, l/s	4253	1701	4253 (Vid 100%)	1701 (Vid 100%)
Hygieniskt luftflöde l/s,m ²	3,0	1,2	3,0 (Vid 100%)	1,2 (Vid 100%)
Schema ventilation	100% kl 7-17 vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	100% kl 7-17 vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	30% kl 7-8, kl 16-17 50% kl 8-10, kl 14-16 100% kl 10-14 Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	30% kl 7-8, kl 16-17 50% kl 8-10, kl 14-16 100% kl 10-14 Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.
q_{medel} , l/s,m ² A_{temp}	0,80	0,32	0,56 (>60% av 0,80)	0,20
Vent-tillägg, kWh/m ² A_{temp}	17,9	0	8,4	0
BBR29 krav EPpet kWh/m ² A_{temp}	87,9	70	78,4	70
Beräknad EPpet, kWh/m ² A_{temp}	83,2	56,2	66,8	48,6
Marginal till BBR krav, kWh/m ² A_{temp}	4,7	13,8	11,6	21,4
Marginal till BBR krav, %	5,3	19,7	14,8	30,6

Exempel 2: Kontor

A_{temp} : 7108 m²

F_{geo} : 1,0

Inomhustemperatur: 21 °C

Formfaktor: 0,8

U-medelvärde: 0,31 W/m²K

Ventilation: FTX-aggregat med verkningsgrad 80%, SFP 1,4 kW/(m³/s), tilluftstemperatur 19 °C.

Uppvärmningssystem: Fjärrvärme

Personbelastning för hela byggnaden: 654 personer under verksamhetstid.

Personbelastning per rum: Typrummen innefattar kontorsrum, kontorslandskap, pausrum och mötesrum med personbelastning enligt planritning. Det finns även ytor för trapphus, förråd och teknik utan personbelastning där luftflöde 0,35 l/s,m² använts.

Verksamhetstid: kl 8-17 vardagar.

Gröna kolumner: Korrekt tillvägagångssätt för beräkning av hygieniskt luftflöde.

Röda kolumner: Fel tillvägagångssätt för beräkning av hygieniskt luftflöde enligt detta PM. Visas för jämförelse.

	CAV Luftflöde utifrån personbelastning per rum	CAV Luftflöde utifrån personbelastning för byggnaden	VAV Luftflöde utifrån personbelastning per rum	VAV Luftflöde utifrån personbelastning för byggnaden
Hygieniskt luftflöde, l/s	11941	7087	11941 (vid 100%)	7087 (vid 100%)
Hygieniskt luftflöde l/s,m ²	1,7	1,0	1,7 (vid 100%)	1,0
Schema ventilation	100% kl 7-18. Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	100% kl 7-18. Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	Mötesrum och pausrum: 100% 4 h/dag. Övriga rum: 70% kl 7-18. Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.	Mötesrum och pausrum: 100% 4 h/dag. Övriga rum: 70% kl 7-18. Gäller vardagar, 49 veckor per år. I övrigt avstängd.
Q_{medel} , l/s,m ² A_{temp}	0,51	0,30	0,35 (>60% av 0,51)	0,23
Vent-tillägg, kWh/m ² A_{temp}	6,3	0	0	0
BBR29 krav EPpet kWh/m ² A_{temp}	76,3	70	70	70
Beräknad EPpet, kWh/m ² A_{temp}	54,7	49,3	48,0	46,8
Marginal till BBR krav, kWh/m ² A_{temp}	21,6	20,7	22,0	23,2
Marginal till BBR krav, %	28,4	29,5	31,4	33,1

Resultatanalys

Beräkningsexemplen visar att olika luftflödestillägg och därmed olika BBR-krav erhålls beroende på om luftflödena hålls konstanta eller varierar med belastning, dvs. CAV- eller VAV-system. Vid analys är det främst resultatet med marginal till BBR-krav i % som är relevant att jämföra. Eftersom förskolan har behov av ett högre hygieniskt luftflöde än kontoret (på grund av högre persontäthet) samt mer varierande schema vid VAV blir skillnaderna större för det exemplet.

Jämförelse och analys av resultaten kan göras mellan de olika tekniska lösningarna (CAV/VAV). Jämförelse kan också ske för respektive teknisk lösning mellan de olika tillvägagångssätten att beräkna luftflödet på (luftflöde utifrån personbelastning per rum alternativt beräknat luftflöde utifrån total personbelastning för byggnaden).

Jämförelsen mellan CAV och VAV för respektive luftflöde visar att VAV-systemen ger ett mindre luftflödestillägg och skarpare EPpet-krav men även ett lägre beräknat EPpet och större marginal till respektive krav än CAV-systemen. Detta innebär att det finns incitament för VAV-systemen.

Jämförelsen mellan de olika tillvägagångssätten och luftflödena för respektive teknisk lösning visar att luftflöden utifrån personbelastning per rum ger ett större luftflödestillägg och lättare EPpet-krav än beräkningarna utifrån total personbelastning för byggnaden. De förstnämnda beräkningarna visar dock även en högre beräknad energiprestanda, EPpet, och mindre marginal mellan beräknat EPpet och respektive krav än de sistnämnda.

Beräkningarna visar att de olika tillvägagångssätten ger betydande skillnad i resultat och i marginal till kravet. Det är därmed av stor vikt att tillvägagångssättet synkroniseras i branschen för att beräkningarna ska ske på samma sätt. Sveby rekommenderar att tillvägagångssättet där projekterade luftflöden (personbelastning per rum) används vid beräkning av luftflödestillägg samt energiberäkning.