

GLAPPET MELLAN PROJEKTERAD OCH UPPMÄTT ENERGIPRESTANDA

Varför och hur minska glappet

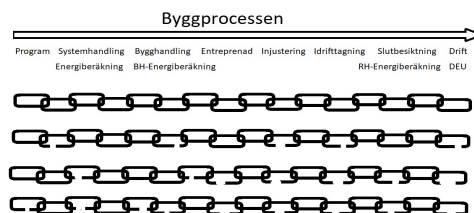
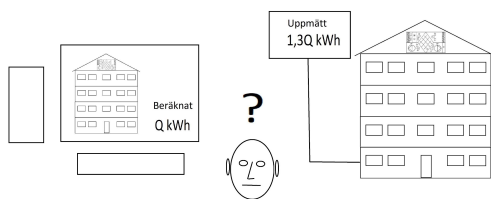
Presentation för BeBo 2022-06-13

Tekn. dr. Per Kempe
PE Teknik&Arkitektur AB
per.kempe@pe.se



1

Glappet mellan projekterad och uppmätt energiprestanda



Exempel på tidigare utvärderingar

Utvärdering av lågenergibygnader – Fallstudie 2017.

Boverket och Energimyndighetens uppdrag Kontrollstation 2015 och Demonstrationsprojektet. Där 75 procent av byggnaderna använder mer eller mycket mer energi än beräknat.

Energiprestanda i SABO Kombohus BAS 2015-2017; 46 av SABO Kombohus Bas analyserade, Fjärrvärmehusen hade i medeltal en uppmätt normerad energiprestanda på 77 kWh/m²Atemp,år, där den beräknade i medel var 57 kWh/m²Atemp och år. (Återkommer till Kombohusens avvikelser.)

Varför

Energiberäkningar ideala och det är bristande kvalitet i detaljer i många delar av byggprocessen

Varför Fokus på Installationerna? Normalt sett fokuserar man på klimatskärmen, men nu behöver man komplettera med detaljkunskap om installationssystemen i energieffektiva byggnader för att klara energikraven.



2

Projektet syfte

- Öka branschens kunskap om komplexiteten i installationerna, hur de samverkar med byggnaden och hur dessa detaljer påverkar energianvändningen
- Belysa vanliga fel och bristers betydelse för energianvändningen
- Öka erfarenhetsåterföringen. Rapporter blir sällan lästa så sammanfatta korta erfarenhetstexter om vanliga fel och brister till "databas" på LÅGANs hemsida, som BeBo och BELOK hänvisar/länkar till.
- Öka kunskapen i branschen om metoder för bestämning av förluster vilka måste anpassas till de energikrav som byggnaden ska uppfylla.

Relationsenergiberäkning och brukarpåverkan

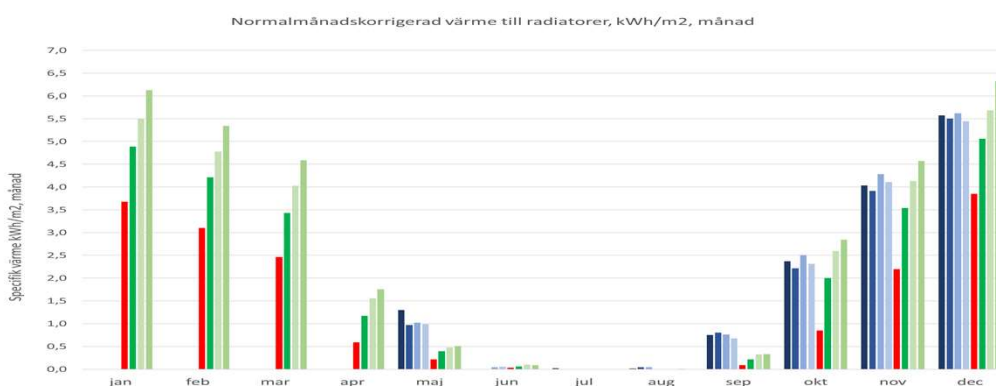
- Relationsenergiberäkningen med månadsenergier för byggnadens delsystem är den energiberäkning som driftavdelningen månadsvis kan jämföra normaliserad uppmätt energianvändning för byggnadens olika delsystem med.
- Brukarpåverkan. Det är viktigt att månadsenergierna korrigeras för brukarpåverkan (hushållsel/ verksamhetsel, varmvattenanvändning samt medelinnnetemperatur) månadsvis.

Finansiärer: LÅGAN (Energimyndigheten) och SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond)
BeBo-, BELOK-medlemmar, med flera har bidragit



3

Relationsenergiberäkningar med jämförelse mot uppmätt



Normalmånadskorrigerad uppmätt värmeanvändning för fyra likadana punkthus, blå staplar, med inflyttning våren 2021 och energiuppföljningen startade maj 2021 och är värmeenergin i relationsenergiberäkningen, röda staplar, samt mörkgröna staplar är med korrekationer för hushållsel (-30%) och innetemperatur (+1,5°C).

Den mittersta gröna är med korrektion för VVC-förluster med mera och den gröna stapeln längst till höger är med uppdaterade köldbryggförluster som tidigare var underskattade.



4

Energieffektivt flerbostadshus energianvändning

Energieffektivt flerbostadshus energianvändning fördelas ungefär (kWh/kvm,år):

- Värme (Inkl VVC, vädring och säkerhetsmarginal) 25
- Varmvatten 25 (brukarberoende och ska normeras)
- Fastighetsel 10 (Varav fläktel är ca hälften)

Sedan kan viss egen energiproduktion förekomma som ger utrymme för lite mer värme

- Solceller (direkt egenanvändning till fastighetsel)
- Solfångare
- Avloppsvärmeväxlare

Den låga värmeanvändningen gör att detaljerna i projektering, utförande, injustering och drift blir viktiga för att ha möjlighet att uppnå önskad energiprestanda



5

Vad kan avvikelserna i energianvändning bero på?

- VV-användningen
- Hushållselanvändning
- Innetemperatur
- Uteklimat (EI- eller GD-normering)
- Avvikelse i VVC-förluster
- Värmeförluster från andra installationssystem
- Köldbryggor
- Luftflöden (sfp, eftervärme)
- Luftläckning (pga vind respektive luftflödesobalans)
- Ventilationens värmeåtervinning (avlufsttemperatur vintertid)
- Takvärme, Markvärme



6

Normering till normalt brukande och klimat

BEN - Boverkets föreskrifter om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår

Normalisering av energianvändningen månadsvis i byggnader (flerbostadshus)

- Tappvarmvatten normalt brukande 25 kWh/kvm,år (55kWh/kbm 8 -> 55°C, KV 3-18°C)
- Större avvikelse än 1°C i innetemperatur från +21°C (brukaren har valt annan temperatur)
- Avvikelser i internlast (Hushållsel 30 kWh/kvm,år)
- Normalårskorrigerigering av värme (Uteklimat)



7

VV, Hushållsel, Innetemp, Uteklimat

Helst månadsdata med månadskorrekationer

- VV (ca 40 % av energieffektiv flerbostadshus energianvändning)
Mät åtminstone KV som blir VV (KV-temp. kan krävas för att beräkna VV-energi)
- Hushållselanvändning
- Om möjligt (GDPR) summa Hushållsel från elleverantör eller egen mätning
70 % av elanvändningen antas bli värme och bidrar **när det finns värmebehov** till uppvärmning
Analys av betydelsen för värmen map Hushållselanvändning för energieffektiva flerbostadshus
Normalt brukande 30 kWh/kvm,år (21 kWh/kvm,år)
Hushållsel 20 kWh/kvm,år ger med energiberäkning ett ökat värmebehov på ca 4 kWh/kvm,år
- Innetemperatur Mätning i minst 20% lgh (Atemp). Fördel för driften med 100 % BEN-korrigerigering med 5%/°C när innetemp avviker mer än 1°C från brukarindata
- Uteklimat (EI- eller GD-normering)



8

Glappet mellan projekterad och uppmätt energiprestanda

SBUF
ID: 14025

LÅGAN
LÅGAN Rapport december 2021

GLAPPET MELLAN PROJEKERAD OCH UPPMÄTT ENERGIPRESTANDA
Varför och hur minskar glappet - felsökning, metoder och arbetssätt

Beräknat Q kWh
Uppmätt 1,3Q kWh

Per Kempe, PE Teknik&Arkitektur AB
2022-03-01

https://laganbygg.se/avslutade/glappet-mellan-projekterad-och-uppmatt-e__282

LÅGAN - FÖR ENERGIEFFektIVA BYGGNADER

Sök (Sök...)

Torsdag 02 Juni 2022

Glappet mellan projekterad och uppmätt energiprestanda

Det här projektet tittar på felsökning, metoder och arbetssätt för att minska på glappet mellan projekterad och uppmätt energianvändning.

Studien bygger på analyser av avvikelser och kritiska jämförelser av funktioner i installationsystem med stöd av mätdata och platsbesök i ett antal byggnader. Under studiens gång har diskussioner förts med intressenter såsom fastighetsägare, driftpersonal, konsulter, entreprenörer och tillverkare.

[Rapport](#)

Projektet avser att öka branschen kunskap och belysa vanliga fel och bristers betydelse för energianvändningen. För detta ändamål föreslås en erfarenhetsdatabas för spridning av kunskapen på LÅGANs hemsida i samarbete med BeBo och BELOK. Ett exempel på erfarenhetstexter i en sådan databas finns nedan.

1. VVC-förluster
2. Bristfällig isolering av uteluft- och avluftskanaler
3. Avvikande luftflöden, luftflödesbalans och tryck
4. Avfrostningens betydelse för energianvändning och funktion
5. Frostskydd/ventilationsaggregat som aktiveras vid ca -10C
6. Förvärmning till mer än -2C
7. Brist på mätning av varmvatten, hushålls- och innetemperatur
8. Vidareleveranser, betäningsområden för energimätare
9. Styrarenalen
10. Bristande funktion hos branddetektorer

Projektet har finansierats både från Energimyndigheten och SBUF (Svenska byggbranschens utvecklingsfond).

Den 12 maj genomfördes en workshop för att diskutera hur kunskapen i de framtagna texterna bäst kan spridas inom branschen.

[Dokumentation från workshopen](#)

LÅGAN SKA STIMULERA TILL ENERGIEFFektiv NY- OCH OMBYGGNAD, SYNLIGGÖRA EN NATIONELL MARKNAD FÖR BYGGNADER MED LÅG ENERGIANVÄNDNING SAMT BIEDA TILL ETT BRETT NATIONELLT UFRBJUD AV LEVERANTÖRER AV PÅVERKAN OCH TÄNSTER OCH TRYGGA BESTÄLLARE.

PE Teknik & Arkitektur
PROJEKTENGAGEMANG

9

Metodval att bestämma extra värmeförluster till byggnadens energiberäkningar, mm.

Många använder schablonvärden, som skapar stora avvikelser i uppföljd energianvändning

Energiambition	Tidigt skede	Systemskede	Byggskede	Relationshandling
BBR	Avstämde katalogvärden / Erfarenhetsvärden från likadana byggnader (lpm)	Beräknade värden	Avstämde beräknade värden	Uppmätning av vissa förluster. VVC, luftflöden, avfrostning/ avluftstemperatur
70 % av BBR	Beräknade värden	Avstämde beräknade värden	Avstämde beräknade värden	Uppmätning av vissa förluster. VVC, luftflöden, avfrostning/ avluftstemperatur

Vidareutveckling av tabell i SBUF 12801 "Undvik fel och fallor med köldbryggor" (2015)

Olika typer av förluster man måste ta hänsyn till i energiberäkningsprogram är:

- Köldbryggor främst runt fönster och kanter, balkonginfästningar och loftgångar, eventuella stålpelare vid utfackningsväggar samt kantbalken.
- Värmeförluster från distributionsrör (VV/VVC, kyla, värme) samt ventilationskanaler
- Luftflödesbalans, infiltration och undertryck i byggnaden
- Avfrostningsfunktion / fuktalstringens påverkan för FTX främst i bostadsbyggnader

10

VVC-förluster är avvikelsen som kan bli störst - 1

Funktionskrav W/WC

Varmvattencirkulation (VVC) krävs i de flesta byggnader, för att uppfylla BBR:

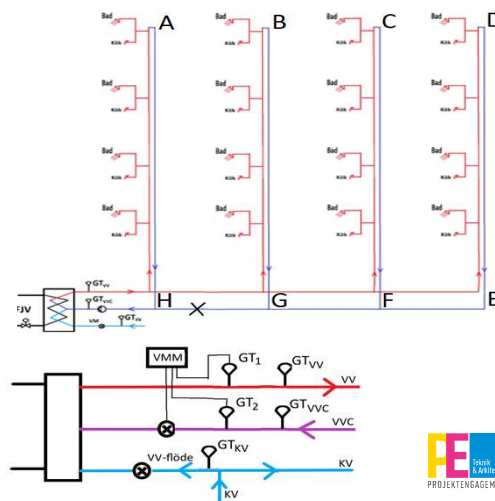
- Väntetid på varmvatten bör vara max 10 sek (Före 2006 max 30 sek)
- Lägsta temperaturen i VVC-ledning är 50 °C (Legionellrisk)
- Högsta temperaturen i tappställe är 60 °C (Skållningsrisk)

Detta innebär att temperaturen i W/WC-rören är ca 55 °C 8760 tim/år, så de värmeförlusterna är större än förluster från andra rörsystem. Det innebär att det viktigt att W/WC-systemen är optimerade för låga totala värmeförluster.

För att ge en viss känsla för storleksordningen på värmeförlusterna från W/WC-rör:

- Isolerat rör ca 30 W/lpm. (beror på rördimension)
- Rör med 40 mm tjock isolering 3–4 W/lpm (beror på rördimension)
- Fyrdubbling av isolertjocklek behövs för halvering av värmeförlusterna från isolerade rör, men det är inte realistiskt med de isolertjocklekarna

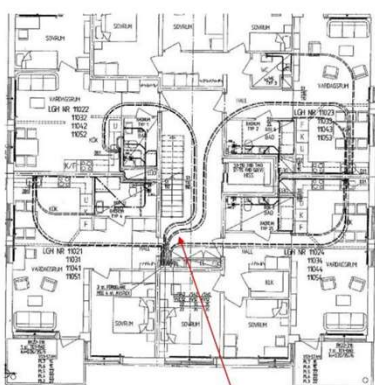
Verifiera funktionskraven



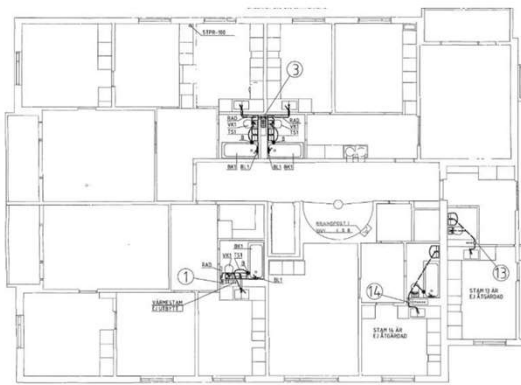
11

VVC-förluster är avvikelsen som kan bli störst - 2

Exempel på VVC-förluster kan ses i figuren nedan där det vänstra exemplet har 5 gånger högre VVC-förluster än det högra exemplet.



VVC-förluster 23 kWh/m²,år (Jmf VV, värme)



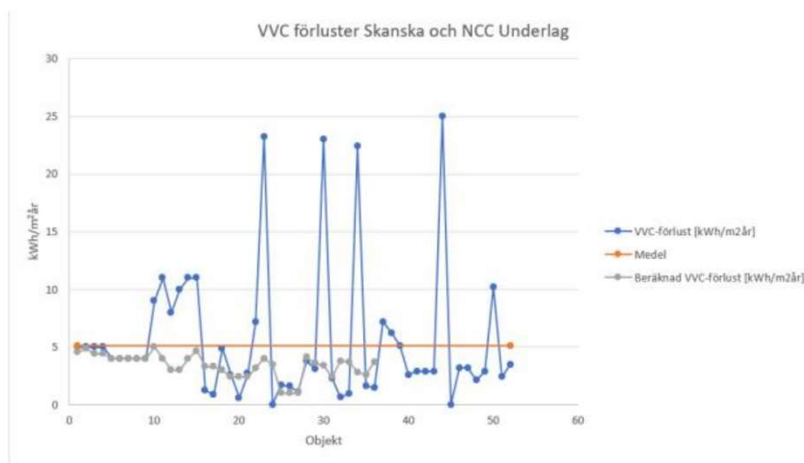
4,7 kWh/m²,år

BeBo-rapport "Kartläggning av VVC-förluster – mätningar i 12 fastigheter" 2015, Bengt Bergqvist.



12

VVC-förluster är avvikelsen som kan bli störst - 3



Figur 5: Beräknade och uppmätt VVC förluster i hus från NCC och Skanska byggda mellan 2016-2019. Mätdata kommer från NCC och Skanskas egna energiuppföljningar.

Utdrag ur SBUF 13631 Kartläggning av VVC-förluster i flerbostadshus, Burke, S. et.al. (2021)



13

VVC-förluster är avvikelsen som kan bli störst - 4

I projekt ska man beräkna VVC-förluster utifrån designen av VV/VVC-systemet med dess rörlängder, isolering, tillägg för bjälklagsgenomföringar, blanka kopplingar, rörsvep, med mera samt minimera värmeförlusterna (optimera).

Projekt där det finns större risk för höga VVC-förluster är smålägenheter, lamellhus med fördelning under bottenplattan, vilket ger många löpmeter VV/VVC-rör och i en del projekt har VVC-förlusten blivit mycket stor.

Det är viktigt i tidiga skeden när man arbetar med planlösningar och schaktplaceringar att göra överslag på VVC-förluster, så man kan optimera schaktplaceringar, VV/VVC-stråk för att begränsa VVC-förluster

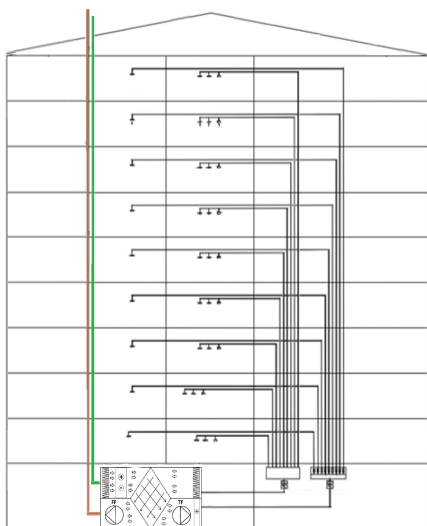
Kan man inte erhålla tillräckligt låga VVC-förluster behöver man minska övriga värmeförluster (mer isolering, bättre fönster, etcetera) och addera mer lokal energiproduktion för att kunna uppfylla energikrav.

VVC-förlusterna ger en ökad risk för övertemperaturer under sommaren, dyrare produktionskostnad med mer isolering och bättre fönster, mindre boyta med tjockare ytterväggar, ...



14

Förluster från andra distributionssystem med avvikande medietemperatur från omgivningen



Analysera förlusterna från alla rör- och kanalsystem som har en medietemperatur som avviker från sin omgivning.

Det är relativt vanligt att ute- och avluftskanaler endast har kondensisolering mellan ventilationsaggregat och utelufts respektive avluftshuv. När ventilationsaggregatet är placerat i källaren och ute- och avluftshuv ovan yttertak blir värmeförlusterna relativt stora.

Isolera ventilationskanalerna enligt BTI rekommendationer och analysera värmeförlusterna för alla ventilationskanaler, som har en temperatur som avviker från sin omgivning.

Vid luftvärme se till att huvuddelen av övertemperaturen kommer fram till rummen som har värmebehov. (Ryms erforderlig mängd isolering)

Är ute/avluftsschakten tillräckligt stora för ca 150 mm isolering på kanalerna och montage?

Storleksordningen på förluster är 3 respektive 1 kWh/kvm,år. Räkna på ert utförande.

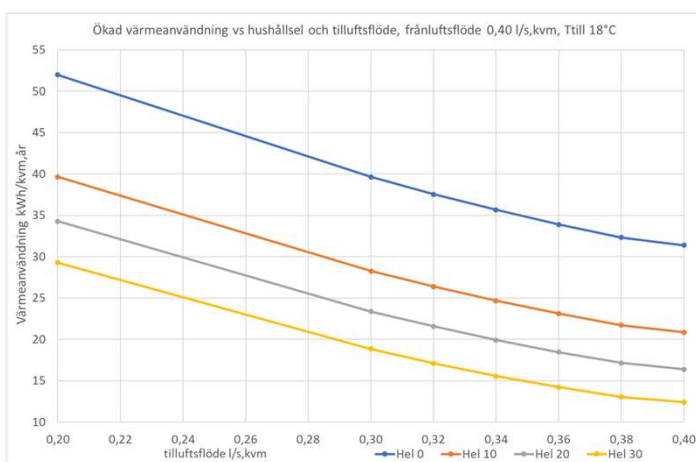


15

Avvikande luftflöden, luftflödesbalans och tryck

Flerbostadshus värmebehov beroende av total luftflödesbalans resp. hushållsel (30, 20, 10 kWh/kvm,år samt 0 med 0 personlast)

Flerbostadshus värmebehov beroende av kvalitè i luftflödesbalans per lgh +/- 15% resp. +/- 20%



Luftflödesbalans lgh	Rad	ventilation	Totalt
0.95 / 0.95	8.04	5.61	13.65
0.80 / 1.10	9.95	5.85	15.81
0.75 / 1.15	11.92	6.09	18.01

Luftflödesbalansen i lägenheterna påverkar trycken och värmeanvändning i lägenheterna samt värmeanvändningen i ventilationsaggregaten.

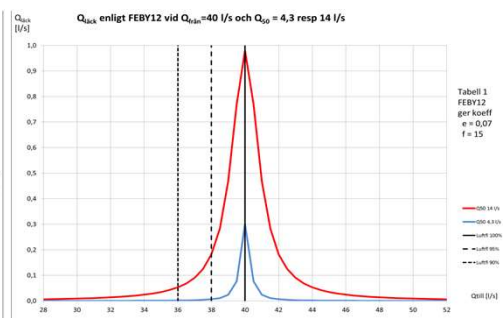
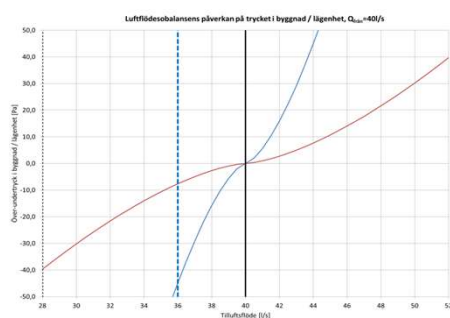
Viktigt att det finns goda möjligheter att justera och mäta luftflödena med bra noggrannhet. Är utrymmena tillräckliga för erforderliga raksträckor?



16

Luftflödesbalans, infiltration och undertryck i lägenheter

- Luftflödesbalansen (0,90 – 0,95) är viktig för att begränsa undertryck i lägenheter
- Risk för att lukter vandrar mellan lägenheterna (olika undertryck i lägenheterna)
- Värmeanvändningen ökar för lägenheterna (pga inläckande uteluft)
- Krav på hög noggrannhet i luftflödesmätning och injustering

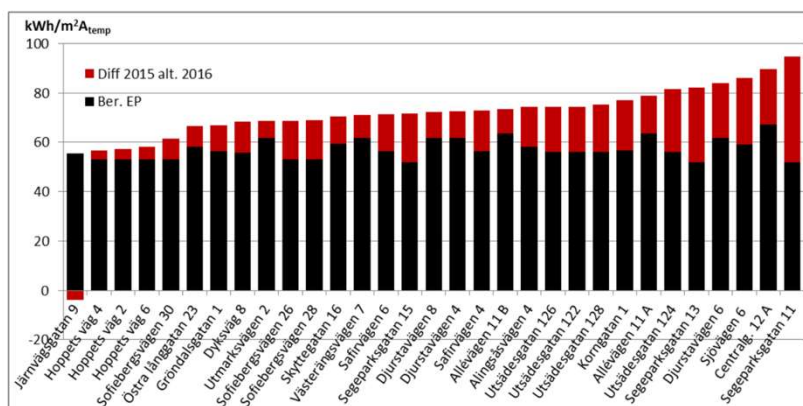


SBUF 12541
Installationssystem
i energieffektiva
byggnader



17

Innetemperatur – injustering av värmesystem - 1



Kombohus Bas är upphandlad serierprodukt av "SABO"

Differensen (röda) ligger främst i uppvärmningsenergin

Felaktiga maxbegränsningar på radiatortermostater, dåliga injusteringar, med mera

Vid större övertemperaturer kan de boende börja fönstervädra mera för att få ner temperaturen

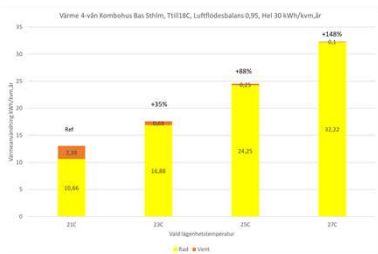
Figur 2 Uppmätt normalårskorrigerad energiprestanda för fjärrvärmvärmda Kombohus Bas 2016 jämfört med beräknad (kWh/m²). Hela stapelhöjden avser uppmätt energiprestanda. Skillnaden mellan beräknad och uppmätt energiprestanda framgår av differensen. För stapeln längst till vänster är uppmätt energiprestanda något mindre än beräknad.



18

Innetemperatur – injustering av värmesystem- 2

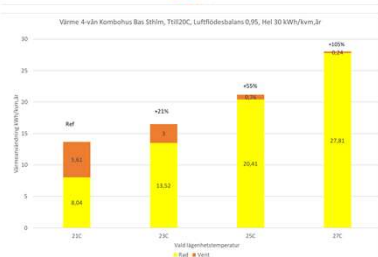
Resultat av energiberäkningar för analys av börvärdenas (temperaturernas) betydelse för energianvändning



Det finns två temperaturstyrningar i flerbostadshus för "uppvärmning", vilka är för tilluftstemperaturen respektive lägenhetstemperaturerna (radiatortermostaterna). Detta betyder att när de boende "väljer" att ha en högre temperatur i lägenheterna behöver radiatorerna även eftervärma ventilationsluften i lägenheterna mer och då behövs betydligt mer radiatorvärme i lägenheterna.

Jämförs resultaten i diagrammen ser man att vid rumstemperatur runt 26°C att:

- det behövs 4 - 5 kWh/m²,år mer värme med tilluftstemperaturen 18°C än 20°C
- 1°C ökning av innetemperaturen ger 3 - 4 kWh/m²,år mer värme. (BEN 1-1,5)
- Detta visar att det är mycket viktigt med en noggrann injustering och drift av värmesystemet samt att max-begränsningen av radiatortermostaterna är 21°C, för "vanliga lägenheter" annars kan värmeanvändningen öka kraftigt.



Börvärdesskillnaderna bör motsvara ungefär internlasternas bidrag



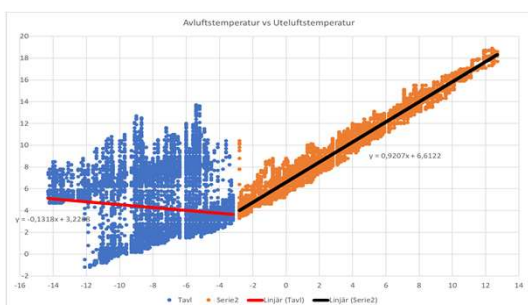
19

Avfrostningens betydelse för energianvändning och funktion - 1

Bostäder har en relativt sett stor fuktalstring som kommer från personer, hygien, matlagning, klädvård, växter, mm. Denna fuktalstring gör att fukt i frånluften kondenserar i värmeväxlaren, när utetemperatur går ner mot 0°C och fryser vid några minusgrader. När detta har pågått ett tag behövs avfrostning för att frosten/isen ska smälta. När avfrostningen är aktiv är värmeåtervinningen reducerad/ halverad. Detta ger behov av mycket mer eftervärmeeffekt/energi.

I energiberäkningsprogram används en begränsning av avluftstemperaturen till +1°C för att efterlikna den avluftstemperatur som erhålls under avfrostning för BostadsFTX.

I diagrammet ses avluftstemperaturens variation när det är kallt ute. När avluftstemperaturen går upp återvinns mindre värme ur frånluften och mer eftervärme krävs. Detta ger främst värmeeffekttoppar men även behov av mer värmeenergi.



Avfrostning och dess påverkan på ventilationens energianvändning varierar mellan olika tillverkare/ avfrostningsmetoder samt vissa avfrostningsmetoder ändrar tilluftsflödet/ luftflödesbalansen, så att ett större värmebehov läggs på lägenheterna.

Otillräckligt VS-flöde respektive långa rör mellan shunt och eftervärmningsbatteri ger risk att frysskyddet stannar ventilationen under avfrostningscykler.

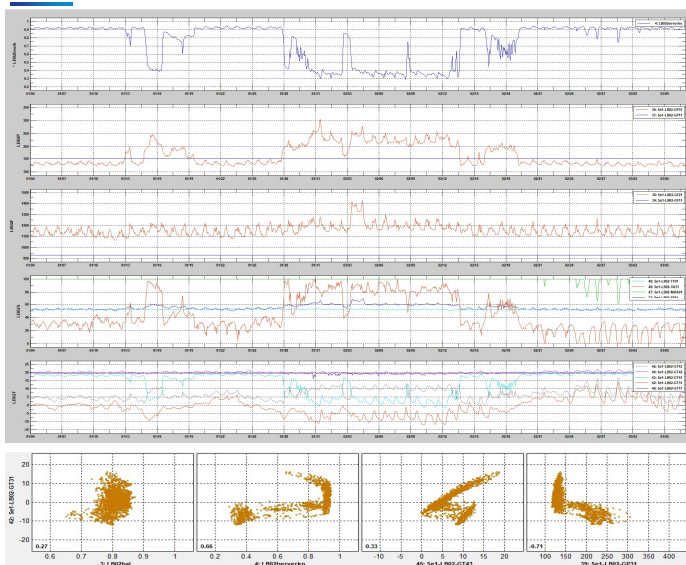
Används Fläkt-i-drift som skydd mot brandgasspridning så fungerar den inte då ventilationen stannat.



20

Avfrostningens betydelse för energianvändning och funktion - 2

Nyrenoverat flerbostadshus med nyinstallation av FTX



Temperaturverkningsgraden redovisades mellan 30 och 40 procent, vilket är lågt.

Ventilationsaggregatet är i konstant avfrostning under 2,5 veckor med mycket stort behov av eftervärme. Detta kan bli dimensionerande för byggnadens värmeeffektbehov (abonnemangskostnad). I detta fall ökade värmeeffekten 14 kW.

Nu finns det ingen information om frånluftens fuktinnehåll, men tryckfallet GP31 över värmeväxlaren blir stort.

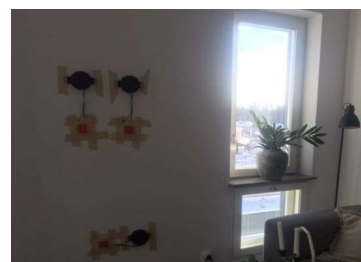
Enligt energiansvarig hos fastighetsägaren ska det vara hög varmvattenanvändning



21

Köldbryggor främst runt fönster och kanter, balkonginfästningar och loftgångar, eventuella ståpelare samt kantbalk

- U-värde är mitt i större yta. Sedan tillkommer köldbryggor.
- Det är svårt att se vad UA-värde med tillägg för köldbryggor blir för en viss vägg i lägenhet, då allt summeras upp till flerbostadshuset UA-värde och det beräknade U-medelvärdet (U_m).
- Från analys av några UA-beräkningar med köldbryggor kan man se att fönster med köldbryggor runt fönstren står för ungefär halva flerbostadshusens totala UA-värde vid prefabstomme.
- Vid diskussioner med de som utfört byggnadsenergi-beräkningar framkom att nya uppdaterade bibliotek för köldbryggor med högpresterande isolering visade högre värden än tidigare.
- Det krävs således en ökad detaljanalys av köldbryggor för energieffektiva flerbostadshus i projekteringen med särskild hänsyn till den stommen (prefabelement) som används.



22

Vilken betydelse kan brist i energiprestanda innebära

- Ökade driftkostnad (energi och effekt)
- Ej uppfyllt exploateringsavtal
- Underkänd återrapportering vid Miljöcertifiering
- Inte lika bra villkor för lån (gröna lån)
- Irriterad fastighetsägare



25

Hur kan man minska avvikelserna?

- Kvalitetssäkra konstruktionen i tidiga skeden (få en design på byggnaden, placering av fläktrum och schakt, så att VVC-förlusterna, förluster från ventilationskanaler med mera blir små), kvalitetssäkra produktion, driftsättning, injustering och samordnad funktionsprovning samt besiktningsman kontrollerar verifieringar inför slutbesiktning .
- I mycket tidiga skeden, då huset bara är en "skokartong", kan man använda **relevanta** schablonvärden. När man har en planlösning och börjar få schaktplaceringar måste man räkna på förlusterna för de olika tekniska systemen och diskutera var ledningsstråken som sammanbinder schakten kan gå.
Arkitekt samt energi- och installationskompetens för lågenergibyggnader måste ha nära samarbete i tidiga skeden
- Det gäller att värmeförlusterna minimeras för annars behöver motsvarande energi som förlusterna sparas in någon annanstans om man ska uppfylla energikraven
- För att driften ska få en möjlighet att sköta en energieffektiv byggnad måste VVC-förluster, injusteringar, med mera vara verifierade inför slutbesiktningen, så den inte försämrades under produktionen ... (dåligt montage, injustering)
- Driftorganisationen behöver få tid för att skapa en översikt och förståelse, för att ta kontroll över byggnadens och installationssystemens funktioner. Denna "energieffektiviseringsåtgärd" har bäst återbetalningstid.



26

—
Tack för att Ni har lyssnat

Frågor?

