

BeBo Vägledning

Kravställning vid inköp av
bostads-FTX för kallt klimat

Version: 1.0

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

Projektnr: 2025:01

Författare: Per Kempe (RISE), Svein Ruud (RISE)

Granskare: Caroline Haglund Stignor

Företag: RISE Research Institutes of Sweden

Datum: 2025-12-30



BEBO

Innehållsförteckning

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	6
1. INLEDNING	8
1.1 BAKGRUND	8
1.2 SYFTE OCH MÅL	9
1.3 GENOMFÖRANDE	9
2. UTMANINGAR MED AVFROSTNING AV BOSTADS-FTX	12
3. KOMMENTARER TILL BEBOS VÄGLEDNING	20
4. SLUTSATSER	22
5. FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	24
5.1 INFORMATIONSSPRIDNING	24
5.2 INNOVATIONSUPPHANDLING – UPPGRADERINGS-KIT FÖR BEFINTLIGA BOSTADS-FTX	24
6. REFERENSER	25
BILAGA A	28
VÄGLEDNING FÖR KRAVSTÄLLNING VID INKÖP AV BOSTADS-FTX FÖR KALLT KLIMAT	28
BILAGA B	30
EXCEL-BERÄKNING AV BOSTADS-FTX ENERGI- OCH EFFEKTBEHOV	30
BILAGA C	33
EXEMPEL PÅ DRIFTBILD OCH LISTA PÅ SIGNALER/ TAGGAR	33
BILAGA D	36
UNDERLAG FRÅN TIDIGARE RAPPORTER FRÅN E2B2 OCH BEBO	36
SAMMANFATTNING: VERIFIERING AV CENTRALA VENTILATIONSAGGREGAT I FLERBOSTADSHUS (KEMPE 2024A)	36
SAMMANFATTNING: ÄNDRADE ARBETSSÄTT FÖR ATT MINSKA ENERGIGAP I NYA FLERBOSTADSHUS MED VENTILATION I FOKUS (KEMPE, KURKINEN 2024)	38

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har funnits sedan 1989 och är ett nätverk av fastighetsägare och med Energimyndigheten som huvudfinansiär.

BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte försämras utan snarare förbättras.

Sammanfattning

Bakgrund och syfte

Många nyinstallerade centrala ventilationsaggregat för flerbostadshus, i fortsättningen kallade *bostads-FTX*, har betydande avvikelser i verkningsgrad jämfört med projekterade värden, vilket leder till ökade energi- och effektbehov för uppvärmningen av byggnaden och därmed ökade driftkostnader. Detta gäller särskilt vid låga utomhustemperaturer när det sker påfrysning på och avfrostning av värmeväxlarnas ytor.

BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX 2023–2024 genomfördes för att tillverkare skulle optimera sina FTX-aggregats värmeväxlare, avfrostningssystem och styrning.

Syftet med vägledningen som tagits fram inom i detta projekt är att ge fastighetsägare bättre möjligheter att ställa krav och upphandla bostads-FTX med dokumenterad verifierad god prestanda i kallt klimat.

Utmaningar med avfrostning och prestanda

Prestandan hos bostads-FTX med plattvärmeväxlare påverkas starkt av kondensering, påfrysning och avfrostning, särskilt vid låga utomhustemperaturer. Skillnader i konstruktion, styrstrategi och mätpunkter mellan tillverkare gör att energiprestandan varierar kraftigt. Tidigare har det saknats relevant metodik för mätning och redovisning av prestanda vid kallt klimat, vilket försvårat jämförelser mellan olika aggregat.

Utveckling av vägledning för prestandaredovisning initierad av BeBo

För att kunna möta BeBo-medlemmarnas önskemål om en vägledning eller standard för förbättrad prestandaredovisning av bostads-FTX i kallt klimat fanns det behov av att SIS TK-170 skulle initiera ett arbete kring hur tillverkare bör prova och redovisa bostads-FTX prestanda vid låga utomhustemperaturer.

Per Kempe, BeBo/RISE, deltog på SIS TK-170s höstmöte 2024 och lyfte behovet av detta. TK-170 undersökte möjligheterna och vid vårmötet 2025 gavs Svensk Ventilation i uppdrag att ta fram en rekommendation för prestandaredovisning av bostads-FTX i kallt klimat, vilken därefter skulle förankras vidare.

Svensk Ventilations vägledning till provning och redovisning

Svensk Ventilation publicerade 2025-10-10 *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"*. BeBo deltog i arbetsmöten och lyfte fram arbete från BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX och tidigare relevanta arbeten inom BeBo samt BeBo-medlemmars behov och önskemål.

Vägledningen översattes till engelska under hösten 2025 och är i december 2025, ute på remiss för Eurovent-rekommendation. Syftet med detta är att i ett senare skede möjliggöra att den kan föreslås som tillägg till standarden för FTX-aggregat, EN13053 Annex A som hanteras av CEN-TC156-WG5.

Praktisk användning

Några BeBo-medlemmar har angett att de i upphandlingar ska efterfråga prestandaredovisning enligt Svensk Ventilations vägledning. Detta för att påverka tillverkare att ta fram och redovisa prestanda för Bostads-FTX för kallt klimat, samt möjliggöra jämförelser mellan olika Bostads-FTX. Fastighetsägare kan sedan använda tillverkarnas redovisade prestandadata för att beräkna Bostads-FTX energi- och effektbehov i enlighet med BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX (BeBo 2024).

Utvecklare av simuleringsprogram för byggnaders energianvändning har tillfrågats om möjligheten att få in tillverkarnas redovisade prestandadata i deras modeller för ventilationsaggregat. De har svarat att när ett antal tillverkare av bostads-FTX har tagit fram prestandadata ser de möjlighet att detta kan adderas i deras simuleringsprogram.

Slutsatser

Tack vare detta samarbete mellan BeBo och aktörer från ventilationsbranschen finns nu möjlighet att jämföra olika aggregat och välja det som passar projektets behov bäst. Detta möjliggör mer realistiska beräkningar/ simuleringar av avfrostningens påverkan på energi- och effektbehov, vilket i sin tur gör att fastighetsägare kan erhålla önskad/ beräknad prestanda i sina ventilationsaggregat och byggnader.

Resultaten från detta arbete visar också att samma metodik som har använts för att ta fram prestandadata för Bostads-FTX på labb kan även användas för att verifiera befintliga aggregat i verklig drift, förutsatt att tillförlitliga mätningar finns.

Summary

Background and Purpose

Many newly installed AHU for apartment buildings show significant deviations in efficiency compared with their designed values. This leads to increased heat energy and heat power demand for heating, and therefore higher operating costs. The issue is particularly pronounced at low outdoor temperatures, when frost forms on the surfaces in heat exchanger.

The BeBo Innovation Competition "Bättre Bostads-FTX" 2023–2024 (Better Residential AHU) was carried out to encourage manufacturers to optimise their heat exchangers, defrosting systems, and control strategies. The purpose of the guidance developed within this project is to help property owners set requirements and procure residential AHU with documented and verified performance in cold climates.

Challenges with Defrosting and Performance

The performance of residential AHU with plate heat exchangers is strongly affected by condensation, frost formation, and defrosting—particularly at low outdoor temperatures. Differences in construction, control strategies, and measurement points between manufacturers lead to large variations in energy performance. Previously, there has been no relevant methodology for testing and reporting performance in cold climates, which has made comparisons between units difficult.

BeBo Initiates Development of Performance Reporting Guidance

To address the wishes of BeBo members regarding guidance or standards for improved performance reporting of residential AHU in cold climates, SIS TK 170 needs to initiate work on how manufacturers should test and report such performance.

Per Kempe, BeBo/RISE, attended the SIS TK 170 autumn meeting in 2024 and highlighted this need. TK 170 investigated the conditions, and at the spring meeting Svensk Ventilation was tasked with developing a recommendation for performance reporting of residential AHU in cold climates, which will then be further anchored.

Svensk Ventilation's Guidance for Testing and Reporting

On 2025-10-10, Svensk Ventilation published "*Performance in Cold Climates of Air Handling Units with Heat Exchangers – Guidance for Testing and Reporting.*" BeBo participated in the working meetings and contributed with results from the BeBo

Innovation Competition *Bättre Bostads-FTX* as well as previous relevant BeBo work and the needs and wishes of BeBo members.

The guidance was translated into English during autumn 2025 and, was send out for review, December 2025, as a proposal for Eurovent recommendation. The intention is that it may later be proposed as an addition to EN 13053 Annex A.

Practical Application

Several BeBo members have stated that they will request performance reporting in accordance with Svensk Ventilation's guidance during procurement. The purpose is to encourage manufacturers to produce and present performance data for residential AHU in cold climates, and to enable comparisons between different systems.

Property owners can then use the manufacturers' reported performance data to calculate the energy use and power demand of residential AHU in line with the BeBo Innovation Competition *Bättre Bostads-FTX* (BeBo 2024).

Developers of building energy simulation software have been asked about the possibility of integrating such reported performance data. They have responded that once some manufacturers provide this data, they see opportunities to make use of it in their simulation tools.

Conclusions

Thanks to this collaboration between BeBo and players from the ventilation industry, it is now possible to compare different units and choose the one that best suits the needs of the project. This enables more realistic calculations/simulations of the impact of defrosting on energy and power needs, which in turn allows property owners to obtain the desired/calculated performance in their ventilation units and buildings.

The results from this work also show that the same methodology that has been used in the lab to produce performance data for Residential AHU can also be used to verify existing units in real operation, provided that reliable measurements are available.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Då många nyinstallerade bostads-FTX med plattvärmväxlare har mycket stora avvikelser i verkningsgrad jämfört med projekterade värden, vilket leder till ökade energi- och effektbehov för uppvärmning och därmed ökade driftkostnader, genomförde *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX 2023–2024* (Kempe, Penttilä, 2024). Tävligen utlystes för att tillverkare av bostads-FTX skulle optimera sina FTX-aggregat med avseende på värmväxlare, avfrostningssystem samt styrning, så att de skulle möjliggöra hög effektivitet och därmed låga energi- och effektbehov. Vinnaren av tävlingen var Swegon med deras Bostads-FTX Swegon Gold PX med adaptiv avfrostningsfunktion, där avfrostningstiden anpassas kontinuerligt efter faktiska behov.

Swegon (vinnaren) redovisade i tävlingen resultat från två labbmätningar med fuktalstringar på 2,5 respektive 3 g/kg luft för utetemperaturer mellan +4°C och -17°C med bra prestanda. Juryn (ventilationsexperter från nio BeBo-medlemmar) var mycket imponerade av redovisade mätdata. Medeltemperaturverkningsgrad för vinnande bostads-FTX var 74% vid -12°C jämfört med några andra Bostads-FTX (35% - 56%). Juryn såg dock två utmaningar.

- Avsaknad av standard/ vägledning för tillverkare att redovisa prestanda enligt för centrala bostads-FTX i kallt klimat
- Behov av en BeBo vägledning för kravställning av bostads-FTX i kallt klimat

Detta för att fastighetsägarna ska ha bättre möjlighet att kunna erhålla bättre fungerande bostads-FTX med högre verkningsgrad och lägre energi- och effektanvändning.

De standarder som finns idag gäller främst för prestanda med torra värmväxlare (VVX) i FTX-aggregaten (ingen kondensering/påfrysning) och de tar inte hänsyn till hur det fungerar när det är kallt ute och kondensering och påfrysning sker. Detta gör att juryn önskar en svensk/nordisk metodik/ standard som tillverkare ska redovisa prestanda enligt för bostads-FTX. Detta är viktig för att fastighetsägare ska kunna ställa krav (enligt LOU) och beställa bostads-FTX med redovisad verklighetsnära prestanda när kallt ute och därmed kunna jämföra resulterande värmeenergi- och värmeeffektbehov från olika tillverkare av bostads-FTX.

1.2 Syfte och Mål

Syftet med detta projekt var att ta fram en vägledning för kravställning av prestanda för bostads-FTX i kallt klimat, där fokus är på avfrosthingsfunktionen. Vägledningen ska kunna användas av BeBo-medlemmar och andra fastighetsägare av flerbostadshus. Målet är att underlätta för dessa att upphandla det vinnande tävlingsbidraget från *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX* samt andra (kommande) bostads-FTX med liknande prestanda i kallt klimat.

För att vägledningen ska bli relevant och användbar behöver tillverkare av bostads-FTX börja redovisa prestanda på ett sätt som är bättre anpassat för kalla klimat. Detta skulle göra det möjligt för fastighetsägare att använda informationen vid upphandling och liknande processer, samt ge bättre underlag för att kunna verifiera prestandan hos installerade bostads-FTX. För detta krävs att SIS-TK170 och Svensk Ventilation engagerar sig i arbetet är med och driver frågan, samt tar fram en rekommendation eller standard liknande BeBos Tävlingshandling i Innovationstävlingen Bättre Bostads-FTX.

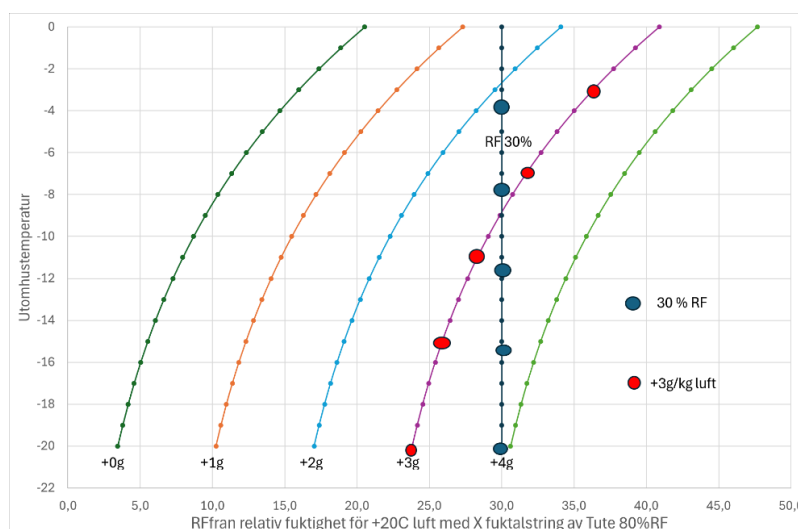
1.3 Genomförande

Per Kempe (BeBo/RISE) lyfte på SIS-TK170-möte i oktober 2024 önskemål från BeBo-medlemmars ventilationsexperten om en standard eller vägledning för prestandaredovisning av Bostads-FTX för kallt klimat liknande den som användes i BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX, men med en struktur som liknar den som används i standarder. På mötet fick William Lawrance SWEGON/CEN-TC156-WG5 och Per Kempe BeBo/RISE i uppdrag att undersöka möjligheten att ta fram en sådan vägledning/ standard.

Vid nästa TK170-möte i mars 2025 fick Svensk Ventilation i uppdrag att ta fram en rekommendation, för prestandaredovisning av Bostads-FTX för kallt klimat, som sedan skulle förankras i branschen. Per Kempe BeBo/RISE deltog i arbetsgruppsmöten och bidrog med input från BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX, bland annat om förutsättningar, utvärdering och testmetodik. Han deltog även i diskussioner om vilket fuktinnehåll frånluften bör ha vid prestandatesterna. Det fanns ett förslag om en fast relative fuktighet (RF) för frånluften på 30%, vilket används ibland i andra sammanhang, men Per Kempe BeBo/RISE förordade den metod som hade använts i BeBo-tävlingen, vilket innebar en fast ökning av fuktinnehållet över uteluftens fuktinnehåll (som antogs ha RF 80%) vid de olika utvärderade utomhustemperaturerna. Denna fuktökning motsvarar den fuktökning som ofta erhålls i flerbostadshus under eftermiddag/kväll.

Jämförelse mellan de två förslagen kan ses i Figur 1. Där stora mörkblå punkter motsvarar en fast RF på 30% och stora röda punkter motsvarar 3g/kg ökning av fukttinnehållet över utomhusluften. Figuren visar att fast RF på 30% hade inneburit en lägre fuktbelastning när utomhustemperaturen är varmare än -9°C och högre när utomhustemperaturen är kallare än -9°C.

Under arbetets gång har Svensk Ventilations vägledning granskats och kommenterats ur BeBos synvinkel och diskuterats med BeBo-medlemmar.



Figur 1. Jämförelse mellan de två förslagen på frånluftsfukt vid provning av Bostads-FTX prestanda när kallt ute. Dels frånluftsfukt 30%, dels fuktalstring med 3g/kg luft av utomhusluft med 80% RF.

Svensk Ventilation publicerade 2025-10-10 vägledningen "Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning" (Svensk Ventilation 2025). Engelsk översättning togs även fram för diskussioner med Eurovent och CEN-TC156-WG5. Den engelska översättningen är nu ute på remiss, för att föreslås som Eurovent rekommendation. Syftet är att i ett senare skede möjliggöra att den kan föreslås som tillägg till standarden för FTX-aggregat, EN13053 Annex A.

BeBo har bidragit med kunskap från tävlingshandlingen till [BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX](#) samt utvärderingsmetodiken, vilken Svensk Ventilation har anpassat till strukturen i EN13053 Annex A. Prestandaredovisningen för Bostads-FTX bör gälla vid utomhustemperaturer mellan -3 °C och -20 °C samt med fuktalstring motsvarande 3 g/kg torr luft, vilket kan ses i Tabell 1.

I Tabell 1 ges kombinationer av utomhustemperaturer och relativ fuktighet (RF) i frånluften, för vilka tillverkaren åtminstone ska mäta upp och redovisa prestanda för deras Bostads-FTX. Enligt Svensk Ventilations vägledningen *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"*.

Tabell 1 Obligatoriska testpunkter för Bostads-FTX enligt Svensk Ventilations vägledning

Uteluftens temperatur	Frånluftens temperatur	Frånluftens RF	Frånluftens fukthalt
-3°C	+20°C	36 %	5,2 g/kg
-7°C	+20°C	32 %	4,6 g/kg
-11°C	+20°C	28 %	4,0 g/kg
-15°C	+20°C	26 %	3,8 g/kg
-20°C	+20°C	24 %	3,5 g/kg

När Svensk Ventilation i oktober 2025 publicerade vägledningen skapades en mycket bra förutsättning för det pågående arbetet med att ta fram BeBo's vägledning för kravställning vid inköp av Bostads-FTX. Det finns nu en struktur för tillverkare att redovisa prestanda enligt för deras Bostads-FTX vid låga utomhustemperaturer, som fastighetsägare kan efterfråga redovisning enligt vid inköp och upphandling av Bostads-FTX. Detta är mycket viktigt för BeBo-medlemmar och deras ventilationsexperter samt andra fastighetsägare av flerbostadshus, men även för tillverkare av Bostads-FTX, som nu kan redovisa hur bra deras produkter fungerar vid låga utomhustemperaturer.

Svensk Ventilations vägledning tydliggör hur prestanda ska mätas och redovisas och gör det därmed möjligt för fastighetsägare att jämföra olika produkter. Fastighetsägare kan nu börja efterfråga relevanta underlag för Bostads-FTX-prestanda i kallt klimat, vilket ger dem möjlighet att beräkna energi- och effektbehov. För detta kan Excelberäkningen (BeBo 2024) som användes vid utvärderingen av BeBo-tävlingen, vilken även finns beskriven i Bilaga B.

2. Utmaningar med avfrostning av bostads-FTX

Här och i bilaga D ges en fyligare bakgrund och lägesbeskrivning om Bostads-FTX avfrostning samt dess energi- och effektbehov. Dessutom förklaras vikten av att ventilationsaggregatet är väl anpassat till flerbostadshuset, vilket kan utvärderas via en aggregatkörning med tillverkarens produktprogram samt med relevant indata (aktuella luftflöden, tryckuppsättningar med mera). Det är viktigt att denna uppdateras vid förändringar av ventilation i projekteringen. Inför slutbesiktningen bör en relationsaggregatkörning tas fram, för att ge uppgifter om vilken prestanda ventilationsaggregatet bör erhålla i verklig drift.

Bostads-FTX är avgörande för energieffektiv ventilation i flerbostadshus, men deras prestanda vid kallt klimat påverkas starkt av kondensering, påfrysning och avfrostning. Detta beror på aggregatens design, avfrostningsfunktion, mätpunkter och styrning av avfrostningen.

Innan *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX* genomfördes var kunskapen om avfrostningens påverkan på energi- och effektbehov begränsad. Beräkningar som används vid projektering bygger ofta på förenklade antaganden, vilket kan leda till stora skillnader mellan teoretiska och verkliga värden. Skillnader i konstruktion, styrstrategi och mätpunkter mellan olika tillverkare gör att funktion och energiprestanda varierar kraftigt. Det har därför varit svårt att rangordna olika Bostads-FTX vid upphandling med avseende på effektivitet och prestanda vid kallt klimat.

En viktig orsak till avvikelser är att beräkningen av hur avfrostnings-funktionen påverkar värmeåtervinningen (energi och effekt) ofta baseras på standardfunktion, exempelvis begränsning av avluftstemperaturen till +1 °C för att efterlikna avfrostning. Detta innebär att temperaturverkningsgraden räknas om vid kallt väder så att avluftstemperaturen blir som lägst +1 °C. Beräkningen tar inte hänsyn till hur olika tillverkare har utformat sina aggregat, hur styrningen fungerar eller vilka mätningar som görs. Tidigare har det saknats en relevant metod för mätning och redovisning av prestanda vid kallt klimat. BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX visade att det är möjligt att mäta och redovisa prestanda under dessa förhållanden samt att beräkna effekt- och energibehov, men det är tillverkaren som måste tillhandahålla informationen om deras Bostads-FTX.

Ett Bostads-FTX med hög verkningsgrad enligt EN308 behöver mindre värmeenergi vid plusgrader, men avfrostningen aktiveras tidigare vid kallt klimat, vilket ökar

värmeeffektbehovet vid dessa temperaturer och påverkar avfrostningstiden. Detta har stor betydelse för driftkostnaderna.

Det har tidigare inte varit möjligt att utföra realistiska beräkningar av avfrostningens påverkan för att jämföra olika tillverkares aggregat.

Många flerbostadshusägare har uttryckt stor frustration över att deras Bostads-FTX inte uppnått den utlovade prestandan vid kallt klimat, vilket lett till kraftigt ökade driftkostnader. Många fastighetsägare har uttryckt att det behöver mer radiatorvärme än förutsatt när kallt ute, vilket kan bero på att valt ventilationsaggregat sänker tilluftsflödet när det är kallt ute, för att underlätta avfrostningen. Då läcker mer uteluft in i lägenheterna för att kompensera för sänkningen i tilluftsflödet, vilken behöver värmas med lägenheternas värmesystem. Dock får det inläkta luftflödet inte vara för stort, för då kan man få problem med undertryck i lägenheterna.

Den beskrivna problematiken var del av bakgrunden till *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX*, som genomfördes 2023–2024 (Kempe, Penttilä, 2024). Syftet med tävlingen var att tillverkare skulle optimera sina produkter med avseende på värmeväxlare, avfrostningssystem samt styrning, inklusive avfrostningsfunktion, för att möjliggöra låga energi- och effektbehov trots utmaningar med fuktalstring i byggnaden vid kallt klimat.

Vinnare blev Swegon med sitt Bostads-FTX Swegon Gold PX med adaptiv avfrostningsfunktion, där avfrostningstiden kontinuerligt anpassas efter faktiska behov.

Det vinnande bidraget presterade betydligt bättre än vad projektledning och jury hade förväntat sig, och bättre än tidigare uppmätta Bostads-FTX. Detta visas i figur 4 tillsammans med uppmätt prestanda för några installerade aggregat. Resultaten pekar på en stor besparingspotential om Bostads-FTX i större utsträckning får funktion och prestanda liknande det vinnande bidraget.

Tävlingsresultaten har lett till diskussioner mellan fastighetsägare och tillverkare om att en del nyare Bostads-FTX ofta har sämre prestanda än utlovat och högre driftkostnader. Vissa tillverkare har tagit fram uppgraderingar för att förbättra prestandan vid kallt klimat, men de har inte redovisat hur effektiva dessa uppgraderingar i verkligheten är.

Avfrostningsfunktionens effektivitet varierar mellan tillverkare beroende på designval, komponenter, mätpunkter och styrstrategi. Lösningarna är ofta

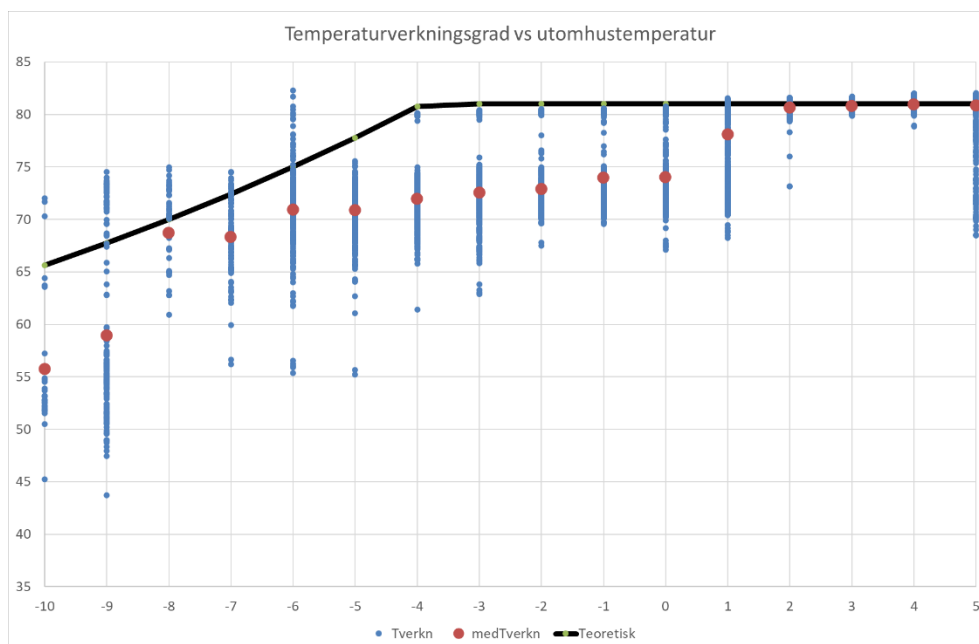
patenterade, vilket gör att tillverkarna själva måste vidareutveckla och förfinas sina lösningar för att förbättra funktion och prestanda vid kallt väder.

Flerbostadshusägare kan bidra genom att återkoppla till tillverkarna när funktionerna brister. När tillverkare gör förändringar måste de uppdatera underlag, beräkningsprogram och annan dokumentation som är relevant för produktens Eurovent-certifiering.

Ett sätt att få en första uppfattning om ett Bostads-FTX funktion och prestanda vid kallt väder i flerbostadshus är att följa den metod som användes i *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX*.

Det innebär att:

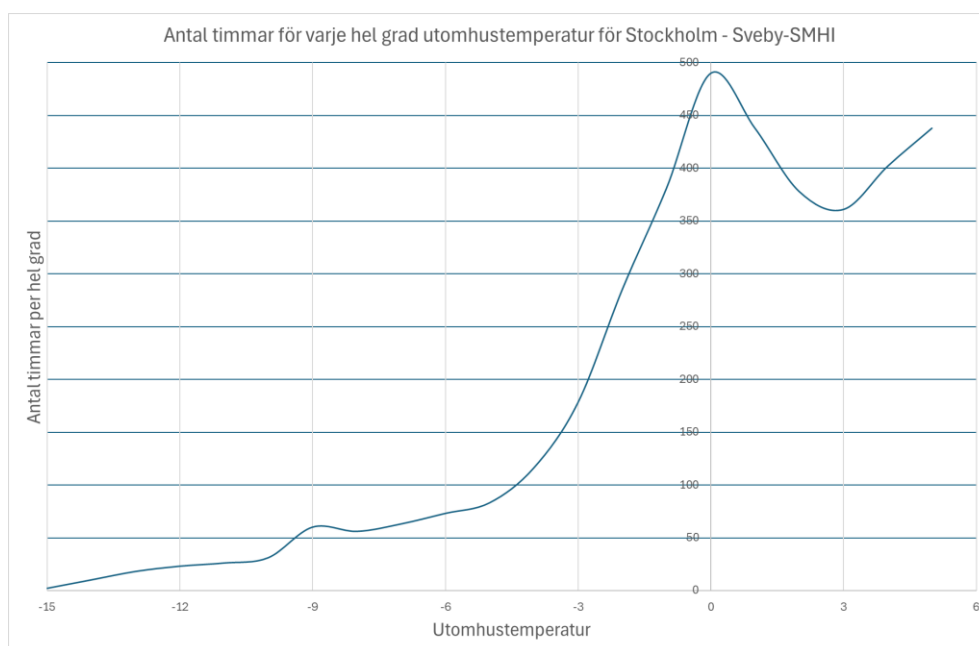
- Logga relevanta signaler för Bostads-FTX i minst 6 veckor under vintern med variation i utomhustemperatur samt lämplig fuktalstring i flerbostadshuset.
- Beräkna temperaturverkningsgraden för varje samplingsintervall samt aktuell fuktalstring och utomhustemperatur (blå pkt figur 2).
- Ta fram medeltemperaturverkningsgraden för respektive utomhustemperatur (röd pkt figur 2). (Vilket gäller för förhållandena i flerbostadshuset).
- Jämföra medeltemperaturverkningsgraden från mätdata med det som använts i projekteringen. Detta ger ett underlag för en diskussion med tillverkaren.



Figur 2. Temperaturverkningsgrad vs utomhusverkningsgrad för ett bostads-FTX. Projekterade värden jämfört med uppmätta.

Diagrammet i figur 2 visar temperaturverkningsgrad vs utomhustemperatur för bostads-FTX med sektionsavfrostning som styr på utomhustemperaturen. Sektionsavfrostning innebär att värmeväxlaren är uppdelad i exempelvis fem delar/ sektioner och att avfrostningen succesivt avfrostar olika sektioner av värmeväxlaren där man i första steget avfrostar en sektion i taget för att sedan i steg två avfrostas två sektioner etcetera. Hur det ser ut i verkligheten har tillverkaren optimerat för sitt ventilationsaggregat för att få så bra funktion och prestanda som möjligt. I figur 2 kan vi se två steg i minskning av verkningsgraden. Vid +1°C och vid -8°C.

I Figur 3 visar varaktigheten för varje hel grad utomhustemperatur man har i Stockholm under ett typår. Man ser att det är många timmar som utomhustemperaturen är mellan -5°C och +3°C. Det innebär att ventilationsaggregat som finns representerat i figur 2 behöver mycket mer eftervärme än det teoretiska (svart linje).



Figur 3. Antal timmar för varje hel grad utomhustemperatur.

Analyser av mätdata från bostads-FTX i flerbostadshus ger inte lika exakta resultat som i labbmiljö, där förutsättningarna är helt kontrollerade, men med bra mätdata från ett flerbostadshus – som uppfyller kraven på vad som ska mätas och har önskade förutsättningar (fuktbelastning och variation i utomhustemperatur) under mätperioden – kan man analysera data på ett liknande sätt. Det kan innebära att man behöver logga Bostads-FTX funktion och prestanda under någon vintermånad med ett samplingsintervall på 5 minuter, för att få tillräcklig tidsupplösning för att kunna få med avfrostningscykler med mera korrekt. En sådan mätning kan utföras om man mäter rätt signaler på Bostads-FTX och har ett överordnat styrsystem, med 5-minuters samling. Exempel på signaler med placering i driftbild finns i bilaga C.

Värden för den beräknade medeltemperaturverkningsgraden (beroende av utomhustemperaturen) kan läggas in Excel-mall i Bilaga B som användes vid utvärderingen av tävlingsbidragen i BeBo Innovationstävling (BeBo 2024). Då finns möjlighet att beräkna värmeeffekt- och värmeenergibehovet för Bostads-FTX. Alternativt i byggnadsenergiprogram när tillverkaren har skapat inmatningsmöjlighet i ventilationsmodellen för Bostads-FTX prestanda vid olika utetemperaturer.

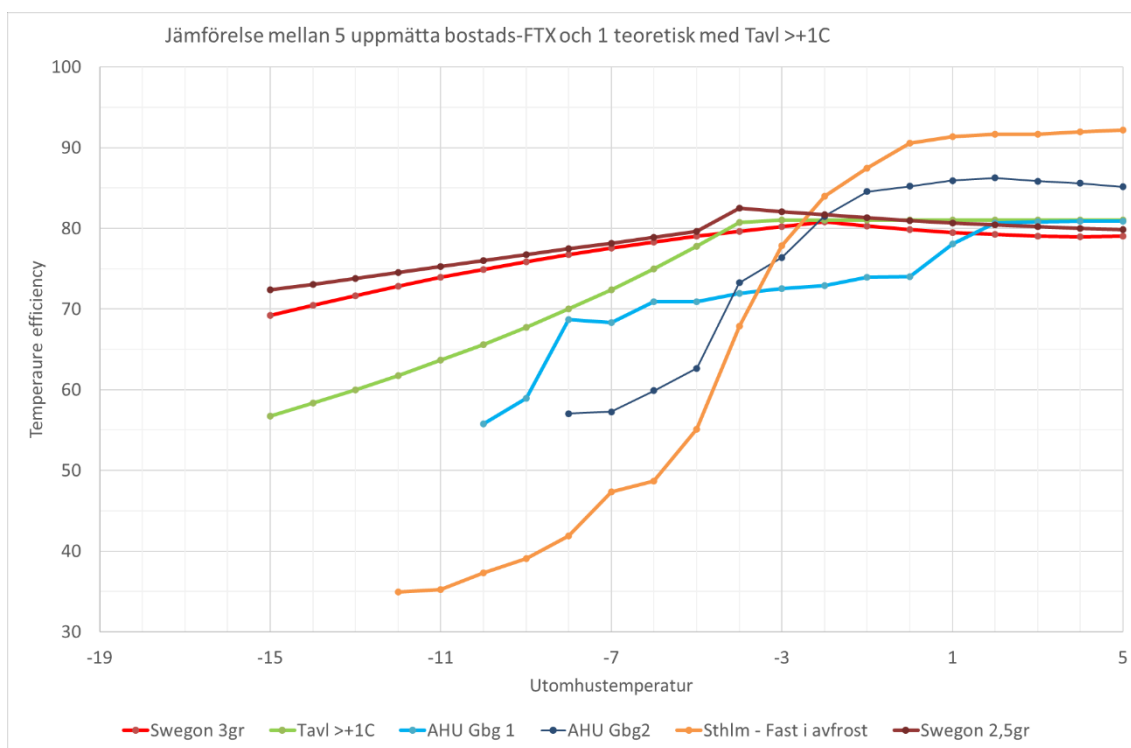
En mätning som är mycket viktig för att förstå Bostads-FTX funktion och prestanda vid kallt klimat är frånluftens relativa fuktighet (frånluftsRF), när det är kallt ute, från vilken fuktalstringen i byggnaden kan beräknas. Fuktalstringen i flerbostadshuset har

stor påverkan på påfrysning samt behov av avfrostning. Tyvärr mäts och analyseras frånluftsRF sällan i flerbostadshus.

Frånlufts-RF beror på brukarnas fuktalstring i flerbostadshuset, som kommer från tvätt, personlig hygien, matlagning, blommor, personer med mera. Om fuktalstringen är högre än normalt ökar risken att kondensering och påfrysning i värmeväxlaren blir betydligt större vid kallt väder, vilket försämrar energiprestandan.

Nyare ventilationsaggregat mäter ofta frånluftsRF internt, men signalen är tyvärr ofta inte taggad (upplagd i det överordnade styrsystemet). Detta gör att informationen inte förs upp i överordnat styrsystem. När driften inte har tillgång till frånluftsRF blir det svårare att förstå orsaken till försämrad prestanda vid kallt klimat.

För att öka möjligheten att bostads-FTX funktion och prestanda vid kallt klimat ska bli bättre i framtiden behöver tillverkarna utmanas att förbättra sina Bostads-FTX, optimera avfrostningsfunktionerna samt mäta upp och redovisa medeltemperaturverkningsgraden under normala fuktbelastningar under vintern. Fastighetsägare behöver efterfråga information om Bostads-FTX vid kalla utomhustemperaturer.



Figur 4. Medeltemperaturverkningsgrad för några bostads-FTX som funktion av utetemperaturen.

I Figur 4 visas medeltemperaturverkningsgraden från labbmätningar för det vinnande Bostads-FTX från Swegon vid två olika fuktnivåer för utetemperaturer mellan +4 °C och -17 °C:

- Brun kurva: fuktalstring 2,5 g/kg luft
- Röd kurva: fuktalstring 3 g/kg luft

Resultaten visar att det vinnande bostads-FTX presterar betydligt bättre än övriga jämförda aggregat. Vi kan även se att den bruna kurvan visar lite bättre resultat än den röda kurvan vid 3 – 4 minusgrader, vilket beror på gynnsamma förhållanden för att tillgodogöra sig kondenseringsvärmen från frånluftsfukten.

Detta fenomen visades av (Fisk, 1984) och utdrag finns i BeBo-rapport om förvärmning av FTX (Kempe, et.al 2021), där frånluftsRF över 30% kan ge lite kondenseringsvärme som påverkar prestandan.

Det är vanligt att teoretiska modeller utgår från prestanda vid plusgrader och begränsar avluftstemperaturen för att efterlikna avfrostning:

- Grön kurva: avluftstemperaturen begränsad till +1 °C
- Orange kurva representerar ett Bostads-FTX som fastnar i avfrostning och får mycket låg prestanda vid utetemperaturer kallare än -4 °C.

Den stora luftflödesobalansen gör att kurvan ser bättre ut vid temperaturer varmare än -2 °C, men i praktiken drar flerbostadshuset in mycket uteluft i lägenheterna, vilket kräver mer värme från radiatorsystemet och leder till en kraftig ökning av värmeenergin för flerbostadshuset.

- Ljusblå kurva visar mätningar på Bostads-FTX från Göteborg, som redovisades i figur 4 som har en dålig prestanda runt 0°C, vilket är en vanlig vintertemperatur. Se figur 4.
- Svart kurva är från ett annat Bostads-FTX från Göteborg där det under mätperioden inte var så kallt ute.

Det finns alltså en stor potential för förbättring av funktionen. Problemet är att det hittills har saknats ett bra sätt att redovisa Bostads-FTX-funktion vid kalla utetemperaturer och därmed att kunna ställa relevanta krav.

Medeltemperaturverkningsgraden för det vinnande Bostads-FTX är 74 % vid -12 °C, jämfört med andra Bostads-FTX som ligger mellan 35 % och 56 %.

Ventilationsaggregatet som en orange kurvan representerar hade behövt en betydligt bättre idrifttagning samt när analysen påbörjades visade det sig att den hade en intern minbegränsning i redovisningen av verkningsgraden till 50%. Vilket innebar att verkningsgraden redovisades konstant 50% när det var lite kallare ute, så verkningsgraden fick räknas om i analysen.

Så det finns ett stort behov av egna analyser av mätdata där man med fördel kan använda information från Bilaga C samt information från Bilaga D om vanliga avvikelser för ventilationen.

3. Kommentarer till BeBos vägledning

En stegvis vägledning för hur fastighetsägare eller konsulter bör gå tillväga när de ska köpa in eller upphandla Bostads-FTX för flerbostadshus i kalla klimat finns beskriven i **Bilaga A Vägledning: Kravställning vid inköp av bostads-FTX för kallt klimat.**

Kommentarer

Några BeBo-medlemmar har angett att de till en början kommer att vara försiktiga med att ställa krav enligt den nya vägledningen. Detta eftersom det skulle kunna uppfattas som en begräsning av vilka som kan lämna anbud om de kräver redovisning enligt Svensk Ventilations publikation *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlings-aggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"* innan åtminstone några tillverkare har börjat redovisa enligt vägledningen.

I ett första steg ska BeBo-medlemmar därför börja efterfråga prestandaredovisning av sina leverantörer av bostads-FTX, och när några av tillverkarna kan redovisa prestanda för sina bostads-FTX enligt Svensk Ventilations publikation *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"* ska de inkludera krav på sådan prestandaredovisning i sina upphandlingar av bostads-FTX.

När fastighetsägarna på sikt kan begära in redovisning bostads-FTX prestanda enligt Svensk Ventilations publikation *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"* får de möjlighet att beräkna energi- och effektbehov på samma sätt som gjordes i *BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX* (BeBo 2024), vilken även finns beskriven i Bilaga B (Excelberäkning). Detta gör det möjligt för fastighetsägare att jämföra olika bostads-FTX-system med varandra och identifiera vilket som är mest fördelaktigt för deras behov utifrån deras kostnader för energi och effekt för fjärrvärme och el.

På sikt kommer energi- och effektbehov även kunna beräknas med hjälp av olika byggnadsenergiprogram. För detta krävs dock att beräkningsprogrammen uppdateras för att kunna hantera indata för bostads-FTX enligt Svensk Ventilations publikation *"Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlings-aggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning"*.

För närvarande önskar BeBo-medlemmar att samla information om hur de olika tillverkarnas bostads-FTX fungerar vid låga utomhustemperaturer och senare får de se om det går ställa något mer specifika krav. Såsom x% verkningsgrad vid -15°C utomhustemperatur.

Detta innebär att fastighetsägare kan välja bostads-FTX med bra funktion när kallt ute, så de spar värmeeffekt, värmeenergi och värmekostnader med bättre fungerande Bostads-FTX när kallt ute. För både bostads-FTX i nyproduktion och vid energirenovering av flerbostadshus.

Fastighetsägarna slipper då den frustation som många av dem nu upplever när deras nya Bostads-FTX inte uppfyller utlovade prestanda och erhåller betydligt högre driftkostnader än utlovat.

4. Slutsatser

Den framtagna vägledningen för kravställning av Bostads-FTX i kallt klimat, tillsammans med Svensk Ventilations publikation "Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning", ger en stor förbättring av prestandaredovisning för Bostads-FTX i kallt klimat, när fler tillverkare redovisar enligt vägledningen.

Det är möjligt att beskriva hur bostads-FTX faktiskt presterar vid låga utomhustemperaturer – en aspekt som tidigare ofta saknats i både standarder, projekteringsunderlag och produktdokumentation.

En enhetlig grund för kravställning och upphandling

Den nya vägledningen ger tillverkare en gemensam struktur för hur prestanda ska mätas och redovisas vid kallt klimat. Detta gör det möjligt för fastighetsägare att begära jämförbara prestandadata, ställa mer relevanta funktionskrav och genomföra upphandlingar baserade på realistiska värden. En tydligare redovisning av avfrostningens påverkan minskar risken för att välja Bostads-FTX som presterar dåligt i nordiskt klimat.

Mer tillförlitliga energiberäkningar och simuleringar

När prestandadata redovisas enligt den nya metodiken kan energiberäkningsprogram uppdateras, så att avfrostningens effekt på energi- och effektbehov hanteras korrekt. Det ger simuleringar som bättre stämmer överens med verkliga driftsförhållanden och minskar energigapet i flerbostadshus. Fastighetsägare kan då jämföra Bostads-FTX utifrån verklighetsnära verkningsgrader/ prestanda.

Större transparens kring funktion i verklig drift

Samma metodik som används för laboriemätningar kan också tillämpas på befintliga aggregat i drift, förutsatt att relevanta signaler loggas. Det gör det möjligt att verifiera om ett installerat aggregat fungerar enligt specifikation samt identifiera brister i avfrostning eller styrning.

Påverkan på standardisering och branschutveckling

Svensk Ventilations vägledning har redan fått genomslag och föreslagits som Eurovent-rekommendation. Detta bidrar till en mer enhetlig och internationellt

förankrad metod för att beskriva bostads-FTX-prestanda vid kallt klimat och är en följd av resultaten från BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX.

Förbättrade möjligheter för både fastighetsägare och tillverkare

Fastighetsägare får bättre underlag för upphandling, energiberäkning och uppföljning. Tillverkare får tydligare krav och större incitament att förbättra avfrostningsfunktion, styrning och redovisning, vilket stärker transparensen på marknaden.

Sammanfattande slutsats

Den nya vägledningen skapar förutsättningar för en mer transparent och pålitlig marknad för bostads-FTX i kallt klimat. Den möjliggör mer realistiska energiberäkningar, bättre uppföljning i verklig drift och ger branschen ett sätt för att beskriva prestanda. Tillsammans ger detta fastighetsägare bättre möjligheter att välja aggregat som verkligen fungerar när kraven är som störst.

5. Förslag på fortsatt arbete

5.1 Informationsspridning

BeBo-medlemmar och övriga inom branschen behöver informeras om BeBo's Vägledning för kravställning samt Svensk Ventilations publikation Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning, vilken också finns översatt till engelska. När den blir antagen som Eurovent rekommendation bör det också informeras om detta.

5.2 Innovationsupphandling – uppgraderings-kit för befintliga bostads-FTX

Det finns efterfrågan från BeBo-medlemmar om att genomföra en innovationsupphandling av uppgraderings/ renoverings-kit för befintliga bostads-FTX, för två olika applikationsområden.

Dels föreligger ett behov av detta för nya Bostads-FTX som inte presterat så bra som utlovat och fastighetsägaren inte erhållit den goda prestanda för sitt nya bostads-FTX som tillverkare har utlovat. Det verkar som att den mycket goda prestandan hos det vinnande bidraget, tillsammans med fastighetsägarnas funderingar kring varför deras bostads-FTX inte har samma höga prestanda, har fått flera tillverkare att lansera uppgraderings-kit för att förbättra funktionen hos nyligen installerade Bostads-FTX, som inte levererat enligt utlovat.

Det andra applikationsområdet är tidigare varianter av nuvarande ventilationsaggregat som kan energieffektiveras med nya fläktar, ny värmeåtervinning med ny avfrostningsfunktion och ny styr.

Det finns därför behov av att genomföra en förstudie kring möjligheten att initiera en innovationsupphandling av uppgraderings-kit och renoverings-kit för nya och befintliga bostads-FTX.

6. Referenser

BeBo (2024).

Excelark för att beräkna energi- och effektbehov.

<https://www.bebostad.se/media/6781/ber%C3%A4kna-bostadsftx-energi-och-effektbehov-fr%C3%A5n-verklig-temperaturverkningsgrad.xlsx>

Fisk (1984)

Onset of freezing in residential air-to-air heat exchangers, LBL-18025, Fisk, W. et.al.

Kempe, et.al (2021)

Geotermisk förvärmning -Inventering, analys av mätdata vinter och sommar samt dimensioneringsråd, BeBo 2021:05, <https://www.bebostad.se/media/5225/2021-05-geotermisk-f%C3%B6rv%C3%A4rmning-av-ftx-inventering-analys-och-rekommendationer.pdf>

Kempe, P. (2022).

Frosting in residential heat recovery units. REHVA Journal, 02/2022.

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/frosting-in-residential-heat-recovery-units>

Kempe, P. (2024a).

Verifiering av centrala ventilationsaggregat i flerbostadshus. E2B2.

https://www.e2b2.se/media/0mfendyi/slutrapport-p2021-00208-verifiering-av-centrala-ventilationsaggregat-i-flerbostadshus_rev-1.pdf

Kempe, P. (2024b).

Reducing the energy performance gap through stepwise verification of building and system functions.

<https://doi.org/10.1080/19401493.2024.2416684>

Kempe, P., & Kurkinen, E.-L. (2024).

Energigapet – Ändrat arbetssätt för att minska energigap i nya flerbostadshus.

BeBo 2024:03. RISE.

<https://www.bebostad.se/projekt/avslutade-projekt/2024/energigapet-andrat-arbetssatt-for-att-minska-energigap-i-nya-flerbostadshus>

Kempe, P., & Penttilä, J. (2024).

BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX. BeBo 2024:01. RISE & WSP.

<https://www.bebostad.se/media/7180/2024-01-bebo-innovationst%C3%A4vling-b%C3%A4ttre-bostads-ftx-20241122.pdf>

Svensk Ventilation (2025).

Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare –
vägledning till provning och redovisning.

<https://www.svenskventilation.se/app/uploads/2025/10/Prestanda-i-kalla-klimat-hos-luftbehandlingsaggregat-med-varmevaxlare-20251010.pdf>

Bilagor

Bilaga A – Vägledning för kravställning vid inköp av bostads-FTX för kallt klimat

Bilaga B - Exempel på Excel-beräkning av energi och effektbehov

Bilaga C - Exempel på driftbild och lista på signaler/ taggar

Bilaga D - Underlag från tidigare rapporter från E2B2 och BeBo

Bilaga A

Vägledning för kravställning vid inköp av bostads-FTX för kallt klimat

Nedan beskrivs ett rekommenderat tillvägagångssätt för att bedöma och jämföra prestanda vid inköp eller upphandling av bostads-FTX för flerbostadshus.

1. Begär in prestandadata för bostads-FTX enligt Svensk Ventilations vägledning "Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlings-aggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning" (Svensk Ventilation 2025).

Tabell 2 Obligatoriska testpunkter för Bostads-FTX enligt Svensk Ventilations vägledning

Uteluftens temperatur	Frånluftens temperatur	Frånluftens RF	Frånluftens fukthalt
-3°C	+20°C	36 %	5,2 g/kg
-7°C	+20°C	32 %	4,6 g/kg
-11°C	+20°C	28 %	4,0 g/kg
-15°C	+20°C	26 %	3,8 g/kg
-20°C	+20°C	24 %	3,5 g/kg

2. Beräkna värmeeffekt och värmeenergi utifrån tillverkarnas redovisning av prestanda i kallt klimat. Detta kan utföras på två olika sätt.
 - a) Beräkna enligt Excelfilen "beräkna-bostadsftx-energi-och-effekt-behov-från-verklig-temperaturverkningsgrad" (BeBo 2024) på BeBo's hemsida för BeBo "Innovationstävling Bättre bostads-FTX". En beskrivning av denna Excelfil finns Bilaga B. Klimatdata för aktuell ort från Sveby/SMHI hämtas från Swebys hemsida (<https://www.sveby.org/>) och varaktigheten för utomhustemperaturen, avrundad till närmaste hel grad, tas fram. Antalet timmar för varje hel grad utomhustemperatur läggs in i Excelarket

tillsammans med data från tillverkarens redovisning av prestanda för aktuella bostads-FTX.

- b) Tillverkarens redovisning av medelverkningsgrad vid olika utomhustemperaturer läggs in i en tabell över hur temperaturverkningsgraden varierar med utomhustemperaturen för bostads-FTX i byggnadsenergiprogrammet. (Programvaruföretagen har angett att de kan skapa möjlighet att lägga in dessa värden när ett antal tillverkare av bostads-FTX har börjat redovisa prestandan på detta utökade sätt).
3. När redovisning från flera bostads-FTX erhållits, och energi- och effektbehov beräknats baserat på dessa data, kan de olika aggregaten jämföras med varandra och det bostads-FTX som passar fastighetsägaren bäst väljas.

Bilaga B

Excel-beräkning av Bostads-FTX energi- och effektbehov

Kommentarer

Excelarket togs fram inom ramen för BeBo Innovationstävlingen Bättre Bostads-FTX (BeBo 2024), för att möjliggöra en jämförbar beräkning av tävlingsbidragens energi- och effektbehov.

Beräkningen baseras på en medelverkningsgrad (andra kolumnen) vid olika utomhustemperaturer (första kolumnen) samt varaktighet för utomhustemperaturen (tredje kolumnen), framtaget från temperaturdata från Sveby/SMHI för den valda orten.

Medelverkningsgraden (Tverkm i andra kolumnen) kommer från labbmätningar eller från fältmätningar i flerbostadshus med goda förutsättningar för noggrann datainsamling. Mätdata ska omfatta minst 6 veckor under uppvärmningssäsongen, helst med 5-minuters sampling. Under mätperioden bör utomhustemperaturen variera mellan +5 °C och -15 °C (-20°C), och fuktalstringen i flerbostadshuset är upp mot 3 gr/ kg luft.

För varje samplingsintervall beräknas:

- temperaturverkningsgrad,
- luftflödesbalans,
- utomhustemperatur avrundad till närmaste heltal.

Därefter sorteras mätdata efter utomhustemperatur, och medelverkningsgraden beräknas för varje heltalsgrad av utomhustemperaturen. Detta genererar ett medelvärde för respektive temperaturintervall, vilket möjliggör framtagandet av ett diagram motsvarande figur 2 i kapitel 2.

Dessa värden förs sedan in i Excelarket, tillsammans med luftflödesbalansen. I vissa ventilationsaggregat reduceras tilluftsflödet under avfrostning för att underlätta avfrostningen. Detta innebär att uteluft läcker in i lägenheterna för att kompensera minskat tilluftsflöde. Detta redovisas som luftflödesbalansen i sjätte kolumnen.

I innovationstävlingen accepterades maximalt 10 % förändring av luftflödesbalansen under avfrostning, för att undvika problem med större undertryck i energieffektiva och lufttäta flerbostadshus.

Energi- och effektbehovet beräknas och summeras i kolumn 13 och 14

Luftflödesbalansen i flerbostadshus är satt till 0,95 av fuktsäkerhetsskäl. Detta ger ett litet underskott av tilluft jämfört med frånluft, vilket skapar ett svagt undertryck i byggnaden. Därigenom minskar risken att fuktig inneluft läcker ut och kondenserar i klimatskärmen (ytterväggar och takkonstruktion) under uppvärmningssäsongen.

Till höger i Excelarket anges aktuella energi- och effektkostnader för att beräkna energi- och effektkostnader.

Figur 5. Urklipp Excel-ark från BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX (BeBo 2024) för beräkning av Energi och Effektbehov för Bostads-FTX vid kalla utomhustemperaturer.

Bilaga C

Exempel på driftbild och lista på signaler/ taggar

Det är viktigt att det finns driftbild med signalerna markerade och att de följer namngivningsstandard. Mätdata ska vara tillräckligt noggrann för de analyser som önskas genomföras och loggningsintervall bör vara runt 5-min. Vilket underlättar analyser av avfrostning och andra funktioner hos FTX-aggregat. Driftbilden i figur 6 visar ett exempel för ett FTX-aggregat från ÖBO.

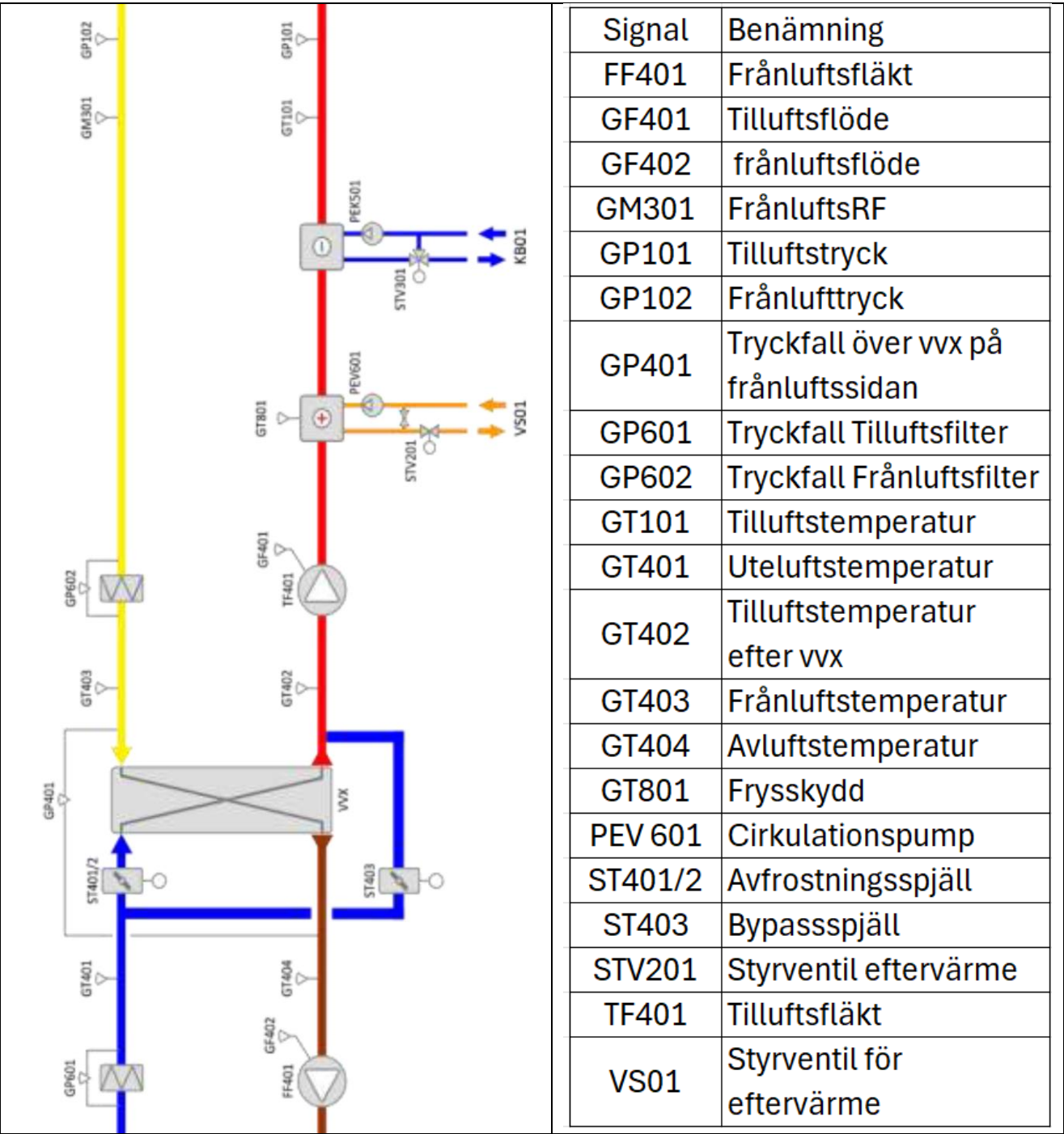
De signaler som anges i driftbilden bör verifieras till slutbesiktningen och loggning ska vara påbörjad. Detta möjliggör att driften kan lita på mätdata och omedelbart påbörja drift- och energiuppföljning efter slutbesiktningen.

Att följa namngivningsstandard underlättar arbetet med driftsuppföljning då man inte i samma utsträckning behöver titta på driftbilden när man analyserar ventilationsaggregatet samt att det blir enklare att nyttja datastöd för analyserna.

Det är viktigt att aggregatkörningen utförs med aktuella luftflöden, luftflödesbalans och tryck som gäller för flerbostadshuset inför relationshandlingar och slutbesiktning. Detta utgör "facit" för Bostads-FTX drift.

Temperaturer, styrsignaler, luftflöden, tryck och andra parametrar (t.ex. verkningsgrad och luftflödesbalans) bör följas i tidsdiagram med rullande vecka eller månad, så kan driften lätt upptäcka om någon signal avviker eller beter sig annorlunda.

Tryckgivare och flödesgivare som bygger på tryckmätning bör ha automatisk nolljustering; annars finns risk för att nollpunkten driver efter några månader, vilket leder till felaktiga tryckavläsningar och därmed felaktiga luftflöden.



Figur 6. Utdrag ur driftbild tillhandhållen av ÖBO med signalbenämning. Benämningarna skiljer något mellan fastighetsägare, så det är viktigt att kunna härleda dem i driftbild.

Ofta styrs fläktarna för att hålla trycket i till- och frånluftskanalerna, alternativt styrs den ena på tryck medan den andra slavstyr på flödet.

Tryckfallet – GP401 i relation till utomhustemperaturen – visar vid vilken utetemperatur påfrysning sker i värmeväxlaren och när avfrostningen aktiveras.

SFP beräknas från fläktarnas elanvändning och det högsta av luftflödena. Temperaturverkningsgraden beräknas för båda sidor av värmeväxlaren. Kontrollera att ventilationsaggregatet uppfyller kraven vid olika driftfall, särskilt vintertid.

Frånlufts-RF och frånluftstemperaturen används för att beräkna frånluftens fuktinnehåll, och data från en närliggande väderstation kan uteluftens fuktinnehåll beräknas. Överstiger fuktalstringen i flerbostadshuset 3 g/kg luft bör detta kontrolleras och åtgärdas.

GT801:s beteende bör kontrolleras vid avfrostningscykler. Om eftervärme-systemet är fel dimensionerat kan man få större dippar på GT801 vilket i förlängningen kan medföra att frostvakten stoppar ventilationsaggregatet för att skydda eftervärmebatteriet från att frysa sönder. Detta innebär att den vanliga lösningen för att förhindra brandgasspridning – "Fläkt-i-drift" – sätts ur funktion.

Man bör även kontrollera att styrventiler har rimliga öppningar i sin reglering, för att verifiera att eftervärmesystemet är av lämplig storlek.

Därutöver finns börvärden, larm, driftindikeringar, handstyrning, med mera, som även bör loggas.

Bilaga D

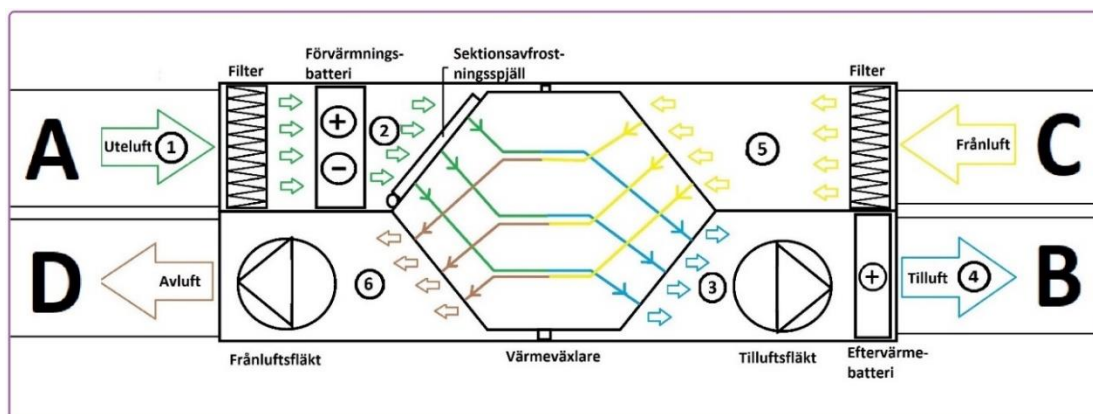
Underlag från tidigare rapporter från E2B2 och BeBo

Ventilationens värmeeffekt- och värmeenergibehov beror inte bara på avfrosthnsfunktionen utan det finns många avvikelser som man kan erhålla vilka har lyfts fram i tidigare rapporter. Ventilationsaggregat enligt figur 7 beror på förhållanden "A" – "D" runt ventilationsaggregatet.

Detta tas upp i de två rapporterna E2B2-rapporten *Verifiering av centrala ventilationsaggregat i flerbostadshus* och i BeBo-rapporten *Ändrade arbetssätt för att minska energigap i nya flerbostadshus* är viktiga för att få en bra funktion för Bostads-FTX i flerbostadshus. Nedan ges korta sammanfattningar av rapporterna.

Sammanfattning: Verifiering av centrala ventilationsaggregat i flerbostadshus (Kempe 2024a)

Rapporten behandlar hur centrala ventilationsaggregat i nya energieffektiva flerbostadshus kan verifieras för att säkerställa att de uppfyller funktionskrav och energiprestanda. Bakgrunden är att många nya byggnader använder mer energi än beräknat, där ventilationen är en betydande faktor. Projektet har tagit fram en metodik för stegvis verifiering, i samarbete med branschaktörer som Svensk Ventilation, fastighetsägare, konsulter och installatörer.



Figur 7. Principskiss ventilationsaggregat

Vid verifieringen ska man utgå ifrån de tillstånden som luften har "A" – "D" runt ventilationsaggregatet.

Huvudresultat och metodik:

- Stegvis verifiering: Metodiken innebär att ventilationsaggregatets funktion och energianvändning verifieras i flera steg: tidiga skeden, projektering, inför slutbesiktning och under vinterdrift.
- Mätningar: Det är avgörande att rätt mätningar förbereds redan i projekteringen, så att de kan utföras korrekt vid verifiering.
- Funktionskrav: Särskilt fokus ligger på SFP (Specific Fan Power) och temperaturverkningsgrad enligt standarden EN308. Dessa krav kan verifieras när uteluften är över några plusgrader, så att fukt inte kondenserar i värmeväxlaren.

E2B2-rapporten tar inte upp problematiken med avfrostning utan tas fram med stöd av Svensk Ventilations publikation "Prestanda i kalla klimat hos luftbehandlingsaggregat med värmeväxlare – vägledning till provning och redovisning" (Svensk Ventilation 2025)

Diskussion och slutsatser:

- Kvalitet genom hela processen: För att minska skillnader mellan beräknad och uppmätt energianvändning krävs högre kvalitet i både beräkningar och utförande genom hela byggprocessen.
- Behov av verifierbara funktionskrav: Nya byggregler från Boverket ställer krav på verifierbara funktionskrav, vilket ökar behovet av branschgemensamma metoder för verifiering.
- Fuktalstring och avfrostning: Fukt från brukarna (matlagning, tvätt, etc.) och eventuell byggfukt påverkar ventilationsaggregatets funktion och energianvändning, särskilt under vintern.
- Kompetens: Korrekt driftsättning och verifiering kräver erfaren och utbildad personal.

Sammanfattning: Ändrade arbetssätt för att minska energigap i nya flerbostadshus med ventilation i fokus (Kempe, Kurkinen 2024)

Energigapet är skillnaden mellan beräknad och uppmätt energianvändning där ventilationen kan ge ett betydande bidrag.

1. Värmeförluster från ventilationskanaler

Värmeförluster från utelufts- och avluftskanaler tas ofta inte med i energiberäkningar, vilket kan ge ett energigap på flera kWh/m², år.

Endast kondensisolering på uteluftskanaler ger relativt stora värmeförluster. Om ventilationskanaler isoleras enligt Branschstandard Teknisk Isolering (BTI) kan värmeförlusten minskas från ca 3 till 1 kWh/m², år, men kräver större schakt.

2. Luftflödesobalans

En luftflödesbalans på 0,90–0,95 (dvs. 5–10% mindre tilluft än frånluft) rekommenderas för fuktsäkerhet, men ökar värmebehovet med någon kWh/m², år jämfört med luftflödesbalans 1,00. Luftflödesobalans leder till att uteluft läcker in och måste värmas upp av radiatorer, vilket ökar energianvändningen. Noggrann mätning och injustering av luftflöden är avgörande för att undvika energigap.

3. FTX-aggregatens funktion och energianvändning

FTX-aggregat med värmeåtervinning har ofta hög teoretisk verkningsgrad (80–90%), men i praktiken påverkas funktionen av avfrostning och fukt. Vid låga utomhustemperaturer kan frånluftens fukt frysa i värmeväxlaren, vilket kräver avfrostning och extra värmeenergi. Felaktig eller otillräcklig idrifttagning och styrning av aggregat leder till högre energianvändning än beräknat.

4. Drift och energiuppföljning

Bristande uppföljning av ventilationssystemets funktion och energianvändning bidrar till energigapet. Det är viktigt att mäta och analysera systemets funktion och jämföra med projekterade värden för att upptäcka och åtgärda avvikelser.

Rekommenderade arbetssätt för att minska energigapet inom ventilation:

- Tidiga och realistiska beräkningar: Ta hänsyn till verkliga värmeförluster från ventilationskanaler redan i projekteringen.
- Rätt isolering: Följ branschstandard för isolering av ventilationskanaler och säkerställ att schakten är tillräckligt stora.
- Noggrann injustering: Säkra hög kvalitet på luftflödesmätningar och injustering av ventilationssystemet.

- Uppföljning och verifiering: Mät och analysera ventilationssystemets funktion och energianvändning under drift, och jämför med beräknade värden.
- Erfarenhetsåterföring: Sprid kunskap om effektiva arbetssätt och utmaningar mellan projekt och aktörer.