

The background is a photograph of a modern building with a red facade, partially obscured by a branch with white flowers in the foreground. The text is overlaid on this image.

# **BeBo Innovationstävling**

## **Bättre Bostads-FTX**

Slutrapport etapp 1

Version: 1.0

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på [www.bebostad.se](http://www.bebostad.se)

2024:01

Per Kempe, RISE; Jens Penttilä, WSP

Granskare WSP: Margot Bratt

Granskare RISE: Caroline Hagnor-Stignor

2024-11-22

# Innehåll

Sammanfattning.....	1
Summary .....	3
1. Inledning.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte och Mål.....	9
1.3 Tävlingsens omfattning .....	9
2. Genomförande .....	11
2.1 Förberedelse för Tekniktävling .....	11
2.2 Krav för Bostads-FTX.....	11
2.3 Tidplan för tekniktävlingen.....	12
2.4 Antal deltagande i tekniktävlingen .....	13
2.5 Återkoppling från tävlande i innovationstävlingen .....	13
2.6 Granskning och utvärdering av tävlingsförslag .....	14
2.7 Inlämnade tävlingsförslag.....	14
2.8 Jury.....	15
3. Resultat.....	17
3.1 Vinnare av innovationstävlingen .....	17
3.2 Spridning av resultat från innovationstävlingen .....	17
4. Diskussion.....	19
5. Slutsatser .....	22
6. Förslag på fortsättning.....	23
7. Referenslista .....	25
Bilagor med utdrag från tävlingshandlingen .....	26
Bilaga A: Kravspecifikation – Förutsättningar.....	27
Bilaga B: Kravspecifikation – Redovisning och beräkning .....	28
Bilaga C: Förtydligande - Funktioner .....	29



## Förord

BeBo (Energimyndighetens nätverk 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.

Innovationstävlingen Bättre Bostads FTX har genomförts inom ramen för BeBo under 2023 och 2024. Den initierades av BeBos medlemsföretag då många fastighetsägare har upplevt högre energi- och effektbehov för sina nya FTX-aggregat i energieffektiva flerbostadshus än projekterat. I en förstudie (Kempe et.al, 2022) som genomfördes under hösten 2022 identifierades problemområden och en kravspecifikation för funktioner där fastighetsägare av flerbostadshus ser ett utvecklingsbehov togs fram.

## Sammanfattning

Den tekniska potentialen för energibesparing genom värmeåtervinning via FTX-ventilation är stor och lösningen bidrar till ett bättre inomhusklimat. Många fastighetsägare har dock upplevt högre energi- och effektbehov än projekterat, för sina nya Bostads-FTX-aggregat i energieffektiva flerbostadshus, vilket har lett till överskridna driftbudgetar. Problem med frost och isbildning i värmeväxlaren har ibland lett till att ventilationsaggregaten stannat, vilket är oacceptabelt, särskilt när fläkt-i-drift används som skydd mot brandgasspridning i händelse av brand i byggnaden.

Syftet med denna innovationstävling var att leverantörer av centrala Bostads-FTX skulle utveckla och förbättra sina centrala Bostads-FTX för flerbostadshus. Målet var att skapa robustare och mer energi- och effekteffektiva ventilationssystem som minskar energibehovet, effektbehovet och miljöpåverkan samt förbättrar inomhusklimatet. Innovationstävlingen består av tre etapper, varav etapp 1, genomförande av innovationstävling, är klar. Etapp 2 och etapp 3 omfattar verifiering och tester av vinnande Bostads-FTX i laboratoriemiljö och i pilotinstallationer med driftutvärdering i verklig miljö.

Två tävlingsbidrag lämnades in i Innovationstävlingen. Av dessa klarade tillverkaren Swegon samtliga krav och utsågs till vinnare av juryn med följande motivering: "Vinnaren har inte bara uppfyllt tävlingens skalkrav och en låg viktad energianvändning, utan även uppfyllt ett antal önskade funktioner. Omfattande och noggranna labbtester har genomförts (av tillverkaren), vilka tydligt visar att produkten fungerar väl. Tack vare en genomtänkt användning av beprövad teknik, har leverantören via innovativ noggrann styrning av avfrostningen skapat en produkt med bibehållen god funktion vid låga utetemperaturer vilket ger mycket låg årlig energianvändning för både el och eftervärme."

Innovationstävlingen har underlättat kommunikationen mellan beställare och leverantörer, genom att gemensamma behov från fastighetsägare samlats in och förmedlats på ett tydligt sätt till tillverkare av systemlösningar för bostads-FTX. Tillverkarna i sin tur får en genomtänkt kravbild som kan användas i den egna utvecklingen av centrala Bostads-FTX.

För beställare förväntas resultatet leda till en bättre förståelse och kontroll över ventilationssystemets funktioner, egenskaper och prestanda, till exempel avfrostning, driftsfunktioner, typer av värmeåtervinning och skillnader i prestanda kopplade till dessa områden. Detta i sin tur underlättar för energieffektiviseringsinsatser.

Ambitionen är att den framtagna och genomarbetade kravspecifikationen i projektet blir en Bebo och branschstandard som kan användas av alla, medlemmar och icke

medlemmar. Detta leder till att beställarkompetensen ökar och bättre upphandlingsunderlag kan tas fram. För tillverkarna förväntas innovationstävlingen leda till en ökad kännedom om fastighetsägares behov och kravställningar, vilket i sin tur leder till mer träffsäkert arbete med utveckling av centrala Bostads-FTX. Deltagande i innovationstävlingen har lett till att leverantörernas bostads-FTX uppmärksammas, vilket kan användas i leverantörernas i deras egen marknadsföring.

## Summary

The technical potential for energy savings with AHU heat recovery is great and the solution contributes to a better indoor environment. However, many building owners have experienced higher energy and power use than planned for in their new residential AHUs in energy-efficient apartment buildings, resulting in operating budgets being exceeded. Problems with frost and ice formation in the heat exchanger have sometimes resulted in AHU shutdowns, which is unacceptable, especially when the fan is needed to operate to protect against the spread of fire gases in the case of accidental fire in the building.

The aim of the innovation competition was to encourage suppliers of centralised residential AHUs to develop and improve their centralised residential AHUs for apartment buildings. The aim was to create more robust and energy and power efficient AHUs that reduce energy demand, power requirements, environmental impact, and improve indoor climate. The innovation competition consists of three phases, of which Phase 1, the implementation of the innovation competition, has been completed. Phases 2 and 3 include verification and testing of the winning residential AHU in a laboratory environment and in pilot installations with operational evaluation in a real environment.

Two entries were received to the innovation competition. Of these, the manufacturer Swegon met all the requirements and was chosen as the winner by the jury with the following motivation: "The winner has not only met the requirements and a low weighted energy consumption but has also fulfilled a number of desired functions. Extensive and thorough laboratory tests (by the manufacturer) have been carried out, which clearly show that the product works well. Thanks to a well-thought-out use of proven technology, the supplier has created a product which through innovative careful control of the defrosting process, maintains good performance at low outside temperatures resulting in very low annual energy consumption for both electricity and reheat".

The innovation competition has facilitated communication between clients (building owners) and suppliers by collecting common needs from building owners and communicating them in a clear way to manufacturers of residential AHU. The manufacturers, in turn, have received a well-thought-out set of requirements that can be used in their own development of centralised residential AHU.

For the building owner, the result is a better understanding and control of the functions, character and performance, for example, defrosting, operational functions, types of heat recovery and the performance associated with these areas. This in turn facilitates reaching improved energy efficiency.



The ambition is that the specification developed by the project will become a Bebo and industry standard that can be used by everyone, members and non-members. This will result in increased competence and better procurement specifications. For manufacturers, the innovation competition is expected to lead to a better understanding of the needs and requirements of the building owners, leading to a more accurate work in the development of centralised residential AHUs. Participation in the innovation competition has led to increased awareness of the suppliers' AHUs, which they can use in their marketing.

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Den tekniska potentialen för energibesparing med värmeåtervinning via FTX-ventilation är stor och lösningen bidrar till bra inomhusklimat. Beräkningar av energiinnehållet i frånluft med normenliga luftflöden relaterat till utomhusluft för flerbostadshus i Mälardalen ger ett värmeinnehåll motsvarande 50–55 kWh/m<sup>2</sup>,år. En stor del av värmeenergin i frånluften kan återvinnas med värmeväxlare i ventilationsaggregat och tillföras uteluften/tilluften. Då behöver endast en mindre andel eftervärmeenergi tillföras för att få önskad tilluftstemperatur på cirka 19°C. Tilluft med temperaturen 19°C minskar risken för att de boende ska uppleva drag från tilluftsdonen. Finns det möjlighet att välja tilluftsdon som ger bra omblandning med rumsluften innan tilluften kommer in i vistelsezonen kan tilluftstemperatur vara något lägre.

Användandet av bostads-FTX har varierat under de senaste 50 åren. Efter oljekriserna på 70-talet infördes krav på återvinning, motsvarande hälften av värmeenergin i frånluften relaterat till utomhusluften, för nya byggnader som använde mer än 50MWh värme. På 80-talet exemplifierades detta med FTX med 60% temperaturverkningsgrad. Runt 1990 började biobränslebaserad fjärrvärme accepteras som ett sätt att uppfylla kravet att hälften av värmeenergin i frånluften återvinns. Efter finanskrisen under 90-talets första delen föll bostadsbyggande kraftigt och för det lilla som byggdes pressades byggkostnaderna och biobränslebaserad fjärrvärme användes, vilket ledde till att användandet av FTX i flerbostadshus sjönk drastiskt. Detta innebar att tillverkning av bostadsventilationsprodukter delvis försvann.

2006 infördes energiprestandakrav i byggreglerna och Sveby startades upp, vilket är ett branschinitiativ med rekommendationer om hur man ska räkna och verifiera energiprestandan. Med de nya byggreglerna ökade intresset att använda FTX, men många bostadsventilationsprodukter hade försvunnit från marknaden.

Vid kontroll i Boverkets energideklarationsregister 2024-10-16 har ca 30% av flerbostadshusen i Sverige FTX. Möjligheten att konvertera flerbostadshus med självdrag eller frånluft till FTX beror bland annat på möjligheten att komma fram med ett tilluftssystem i byggnaden samt status/ täthet på befintliga självdragskanaler/ frånluftskanaler.

I ett väl designat energieffektivt flerbostadshus med FTX i Mälardalen blir den teoretiskt köpta energin runt 60 kWh/m<sup>2</sup>,år fördelad på varmvattenenergi (standardiserat brukande 25 kWh/m<sup>2</sup>,år), fastighetsel (ca 10 kWh/m<sup>2</sup>,år, varav ca hälften är fläktel) och värme (ca 25 kWh/m<sup>2</sup>,år, inklusive vädringspåslag, olika värmeförluster från distributionssystem, beräkningsmarginaler, etcetera). Teoretisk beräknad värme till radiatorsystem och eftervärme för Bostads-FTX blir cirka 13 kWh/m<sup>2</sup>,år utan hänsyn till olika tillägg nämnda ovan som energiberäkningen inte tar



hänsyn till direkt. Fördelningen mellan eftervärme och radiatorsystem beror primärt på tilluftstemperaturen, samt luftflödesbalansen (tilluftslöde/frånluftslöde), för alla lägenheterna och för ventilationsaggregatet (Kempe, 2022; Kempe, 2023; Kempe, 2024). I bostäder önskas ett svagt undertryck för att minska risken att fuktig inneluft läcker ut i klimatskärmen och kondenserar under uppvärmningssäsongen. Undertrycket brukar skapas med 5–10 % underskott på tilluft i förhållande till frånluft. Detta ställer krav på luftflödesmätning med litet fel och injusteringen av ventilationssystemet. Om en låg energianvändning för FTX-systemet ska erhållas förutsätts att ventilationsaggregatets driftsatts korrekt och att det optimerats till den aktuella byggnaden under första uppvärmningssäsongen (Kempe, 2023).

Många fastighetsägare har erfarenheter från installationer av Bostads-FTX som pekar på att Bostads-FTX inte alltid levererar projekterad och efterfrågad funktion, utan använder mer energi än beräknat, både el och värme. Bland annat har påfrysning och avfrostning i Bostads-FTX identifierats som problem, samt att fukten i frånluften är större än vad som tidigare förutsatts. Vid ökad avfrostning krävs mer eftervärme för att kunna hålla tilluftstemperaturen, vilket leder till en stor ökning av energianvändningen och ökade driftkostnader. I vissa fall har ventilationsaggregat stannat och stått still på grund av isbildning i värmeväxlaren. Om flerbostadshuset har fläkt-i-drift som skydd mot brandgasspridning fungerar inte lösningen när ventilationsaggregatet stannar, vilket inte är acceptabelt ur säkerhetsperspektiv.

### Fuktalstring

Fuktalstring i bostäder är en utmaning för värmeåtervinning när utomhus-temperaturen är lägre än några minusgrader och frost och is kan bildas i värmeväxlaren från fukten i frånluften. Frost- och isbildning beror på att yttemperaturen i värmeväxlarens kalla delar ligger under noll och under frånluftens daggpunkts-temperatur. När den fuktiga luften kondenserar på växlarytor bildas frost och is.

### Avfrostning

För att få bort frost och is från värmeväxlaren krävs avfrostning, som vanligtvis sker via sektionsavfrostning. Då avfrostas en sektion av värmeväxlaren genom att uteluftsflödet blockeras på en del av värmeväxlaren och frånluften tinar bort frost och is. Sedan växlar ventilationsaggregatet till nästa sektion för att sektionsvis minska frost och is så länge behovet kvarstår. Vid avfrostning sjunker effektiviteten på värmeåtervinningen och mer eftervärmeenergi och eftervärmeeffekt krävs för att bibehålla efterfrågad nivå på tilluftstemperaturen. Om avfrostningen av värmeväxlaren inte är tillräckligt effektiv eller fuktalstringen är för hög, kan ventilationsaggregatet hamna i kontinuerlig avfrostning.

För att underlätta avfrostningen av värmeväxlaren i ventilationsaggregat har vissa tillverkare en avfrostningsfunktion som även sänker tilluftslödet, vilket skapar flera problem:

1. Dels krävs att uteluft läcker in i lägenheterna för att kompensera för det lägre tilluftsflödet. Detta för att frånluftsflödet i lägenheten behöver ersättas med lika mycket tilluft och uteluft, som då läcker in i lägenheten.
2. Den uteluft som läcker in i lägenheterna behöver värmas upp med lägenhetens värmesystem, vilket ökar lägenheternas värmebehov. Då nyare lägenheter har en hög lufttäthet kan detta ge problem med undertryck i lägenheterna. Storleksordningen på undertrycket kan beräknas från skillnaden mellan summa tilluft och summa frånluft samt önskad lufttäthet eller direkt ses i provtryckningsprotokoll för lägenheternas lufttäthet.
3. Blir undertrycket för stort kan detta skapa problem med att lukter vandrar mellan lägenheterna och att det behövs mer kraft att öppna dörrar och fönster, vilket kan ge barn, äldre och personer med nedsatt styrka problem.

#### Förvärmning som alternativ till avfrostning

Ett alternativ till avfrostning är att förvärma uteluften för att undvika påfrysning som kräver avfrostning, men det kräver värmeenergi (el eller fjärrvärme) alternativt rätt dimensionerad geoFTX. GeoFTX är värmeväxling mellan borrhål/ berggrunden och förvärmningsbatteri i ventilationsaggregat. Se (Kempe et.al, 2021) där 28 geoFTX har analyserats och råd ges för dimensionering.

GeoFTX ger en dyrare installation och kräver mer elenergi (primärenergi) för extra fläktel pga. tryckfallet över förvärmningsbatteriet samt för cirkulationspumpen i förvärmningskretsen. På vissa orter kan det vara svårt att använda geoFTX pga. markförhållanden och/eller grundvattentäkter. Fördel med geoFTX är att man sommartid kan förkyla inkommande uteluft till 18–20°C, vilket innebär att risken för övertemperaturen i lägenheterna minskar under varma sommardygn. Dock har geoFTX begränsad kyleffekt pga. de låga luftflödena i flerbostadshus, vilket begränsar kyleffekten till lägenheterna. Då det är många olika aspekter som påverkar ekonomin för geoFTX så bör särskild analys utföras för aktuella objekt.

#### Avsaknad av givare ger problem att optimera driften

Ett problem med ventilationsaggregat är att det ibland saknas givare som behövs för att kunna optimera driften. De givare som finns är primärt för styrningen av ventilationsaggregatet, för att hålla börvärden, men inte att optimera funktionen.

För att driftpersonalen ska kunna övervaka och följa systemets prestanda för ventilationsaggregatet behöver de tillgång till mätvärden för:

- Till- och frånluftsflöden.
- Temperaturer direkt efter värmeväxlaren på både avluften och tilluften.

- Information om fukthalt i frånluften, vilket ofta saknas, trots att det är denna fukthalt som är orsaken till avfrostningen, vilken kräver mer värmeenergi och värmeeffekt.
- Fukthalten i uteluft/tilluft, så fuktalstringen kan bestämmas för flerbostadshuset.

För en mer komplett lista över givare för Bostads-FTX se (Kempe, 2023).

### Hög verkningsgrad ökar problemen med avfrostning

Vid upphandling ställs ibland för höga krav på verkningsgrad för värmeåtervinning, vilket teoretiskt låter bra, men som leder till större problem med påfrysning och avfrostning. Det förekommer ibland att ventilationsaggregat fastnar i avfrostning med mycket låg verkningsgrad som följd. Det förekommer även att ventilationsaggregatets värmeväxlare frusit ihop till en isklump, så ventilationsaggregatet har stannat. Detta får inte inträffa om man har Fläkt-i-drift som skydd mot spridning av brandgaser vid en eventuell brand i flerbostadshuset.

### Utveckling av Bostads-FTX

Aggregattillverkarna är de som har möjlighet att optimera Bostads-FTX till lågt behov av fläktel, värmeenergi och värmeeffekt genom val av värmeväxlare (flänsdelning/verkningsgrad/ tryckfall), avfrostningsmetod och styrning för avfrostning. Avfrostningen behöver kunna anpassas till verkligt behov och kunna hantera de fuktalstringar som förekommer.

## 1.2 Syfte och Mål

Syftet med innovationstävlingen var att leverantörerna av ventilationsaggregat skulle utveckla och förbättra sina centrala Bostads-FTX för flerbostadshus. Målet var att de tävlande aggregattillverkarna skulle utveckla sina Bostads-FTX för flerbostadshus så att de klarade tävlingens krav.

Utveckling och förfining av funktioner och nya innovationer för Bostads-FTX förväntas bidra till att öka prestandan för det enskilda flerbostadshuset såväl som för ett bestånd av flerbostadshus.

Målet var robusta och effektiva bostads-FTX som minskar energibehovet, effektbehovet och miljöpåverkan på samhällsnivå samt bidrar till att uppnå en organisations egna energieffektiviseringsmål, och har stor potential till energibesparing och förbättrat inomhusklimat. Med välfungerande Bostads-FTX får fastighetsägare och driftorganisationer möjlighet att hitta bra driftstrategier.

## 1.3 Tävlings omfattning

Innovationstävlingen var öppen för olika typer av värmeåtervinning för bostads-FTX. Detta för att fastighetsägare ska kunna välja mellan olika typer av värmeväxlare (rotor, motströms, dubbel korsström) och eventuellt komplettera med geoförvärmning. De tävlande aggregattillverkarna skulle ta fram bästa lösningen för deras centrala Bostads-FTX för flerbostadshus. Tävlingen skulle stimulera till utveckling av robusta, effekt- och energieffektiva Bostads-FTX, som minskar energibehoven och miljöpåverkan, samt ger förbättrat inomhusklimat. Hänsyn skulle även tas till att fuktalstring i flerbostadshus beror på brukarbeteende och därmed varierar mellan brukare/ flerbostadshus.

Tävlande ska främst optimera sina Bostads-FTX med avseende på:

- Värmewäxlare (flänsdelning och design)
- Avfrostningsmetod
- Styrning av avfrostningen

för att minimera primärenergibehovet samt behovet av köpt värmeenergi, värmeeffekt och elenergi.

Innovationstävlingen omfattade centrala Bostads-FTX som ska vara avsedda att installeras i flerbostadshus med 25 till 30 lägenheter i form av punkthus alternativt trappuppgång i lamellhus placerade i Stockholmsområdet (Mälardalen). Bostads-FTX ska vara avsett för placering på vind i uppvärmt utrymme (+18°C) och ha ett grundflöde på 950 l/s tilluft och 1000 l/s frånluft (luftflödesbalans 0,95) samt möjlighet/kapacitet till forcering upp till 1240 / 1300 l/s och 200 Pa externa tryckfall på båda sidor vid grundflöden. Utvärderingsmässigt behöver man inte ta hänsyn till

forceringsflöde då enligt Sveby ”Brukarindata flerbostadshus” forcering endast är 5% av tiden, så det får mycket liten energibetydelse.

Fuktalstringen i flerbostadshuset är i medel 2 g/kg torr luft och kan anses variera mellan 1 g/kg torr luft tidig morgon och 3 g/kg torr luft på kvällen.

Enligt BeBo-medlemmarnas önskemål ska tävlingsbidraget innehålla något av följande typer av värmeåtervinning i denna innovationstävling för Bättre Bostads-FTX:

- Motströms värmeväxlare
- Dubbel korsströmsvärmeväxlare
- Roterande värmeväxlare

Innovationstävlingen utgår från de tillstånd som erhålls i ventilationsaggregatets anslutningar till kanalsystemen med antaganden enligt tävlingshandlingen (BeBo 2024b).

## Avgränsning

Projektet omfattar inte lägenhetsvisa ventilationsaggregat, då flertalet fastighetsägare väljer bort denna typ av lösning utifrån följande erfarenheter:

- Många servicepunkter som kan vara svåra att komma åt för service
- Det är enklare för lägenhetsinnehavare att manipulera inställningar för temperatur och flödesinställningar
- Lägenhetsaggregats som inte är monterade mot yttervägg eller yttertak ger värmeförluster från utelufts och avluftskanaler som inte är försumbara

## 2. Genomförande

Innovationstävling Bättre Bostads-FTX avses genomföras i tre etapper, varav etapp 1 som består av förberedelse och genomförande av tekniktävling är klar. Etapp 2 och etapp 3 omfattar verifiering och tester av vinnande Bostads-FTX i laboratoriemiljö och i pilotinstallationer med driftutvärdering i verklig miljö. De genomförs efter att vinnare är utsedda. Ansökan för genomförande av tester bygger på hur många och typ av lösningar som ska verifieras, vilket tas upp i Kap 6. Förslag på Fortsättning.

### 2.1 Förberedelse för Tekniktävling

Genom att samla medlemsföretag har BeBo skapat en stark beställargrupp som ger incitament för leverantörerna att utveckla och anpassa sina produkter efter de specifikationer som beställarna efterfrågar. Förstudien kravspecifikation utgår från deras önskemål för utveckling av funktion. Därefter fördes diskussioner med BeBos beställargrupp och leverantörer via Svensk Ventilation i syfte att förankra tävlingen. Det bidrog till att kraven blev mer realistiska, samt att information om utlysning av tävlingen spreds via Svensk Ventilation och deras nordiska systerorganisationer.

### 2.2 Krav för Bostads-FTX

Kraven i tävlingen uttrycktes som funktionskrav (Bilaga A – C) för att inte låsa in för mycket mot en förbestämd lösning. Tanken var ge frihet till leverantörerna att vara innovativa och komma med förslag på hur behoven skulle kunna tillgodoses.

Förslag som lämnas in till innovationstävlingen skulle klara följande krav:

1. Ventilationsaggregat ska vara avsett att installeras i flerbostadshus med 25 till 30 lägenheter i form av punkthus alternativt trappuppgång i lamellhus placerad i Stockholmsområdet (Mälardalen).
2. Ventilationsaggregatet ska vara placerat på vind i uppvärmt utrymme (+18°C) och ha ett grundflöde på 950 l/s tilluft och 1000 l/s frånluft (luftflödesbalans 0,95) samt möjlighet/kapacitet till forcering upp till 1240 / 1300 l/s och 200 Pa externa tryckfall på båda sidor vid grundflöden.  
Vid utvärdering av tävlingsförslag tas inte hänsyn till forceringsflöde då det enligt Sveby ”Brukarindata flerbostadshus” endast är 5% av tiden och har en mindre påverkan på effekt- och energianvändning.
3. Möjlighet finns att använda tre typer av värmeåtervinning: Rotor, motströms-VVX samt dubbla korsström-VVX. Geoförvärmning, geoFTX, kan användas.

- a. För respektive tävlingsförslagen ska deras längd anges, vilket kommer att variera med typ av värmeåtervinning.
  - b. För ventilationsaggregat med rotor skall anges hur det över tid en mycket låg överföring av partiklar och lukter från frånluften till tilluften kan erhållas.
4. Ventilationsaggregatet skall ha för flerbostadshus optimerad VVX-design och avfrostnings-/förvärmningsfunktion för att erhålla en hög verklig årsenergifaktor vid normal fuktalstring med hänsyn till:
- a. Avfrostning
  - b. Litet behov av eftervärme
  - c. Lågt behov av fläktel
  - d. Lågt behov av pumpel om förvärmning med geoenergi, geoFTX används.
5. De tävlande leverantörerna ska lämna in uppgifter, dokumentation, beskrivningar och beräkningar för ventilationsaggregat som uppfyller kravspecifikation, se avsnitt 8 och bilaga A och B i tävlingshandlingen (BeBo 2024b). Utdrag ur Bilagorna finns även som Bilagor till denna rapport.

Inom förstudien har en Excel-mall tagits fram för att beräkna energi- och effektanvändningen för tävlingsbidragen utifrån medeltemperaturverkningsgraden som varierar med utomhustemperaturen (BeBo 2024b). Medeltemperaturverkningsgraderna beräknas för olika utetemperaturer (-15°C - +5°C) från uppmätta temperaturer i Bostads-FTX och verkningsgrader beräknades för varje tidssampling. Excelarket används för att beräkna energi- och effektbehov för Bostads-FTX och energikostnader. Exempel på beräkningar finns i tävlingshandlingen (BeBo 2024b). Den klimatdata (utetemperatur) som används i tävlingen är från Boverket/SMHI typiska klimat för Stockholm.

## 2.3 Tidplan för tekniktävlingen

Tävlingen startade 2023-11-02 med utskick och spridning av tävlingsinbjudan till tillverkare på den nordiska marknaden via branschtidskrifter och relevanta plattformar och forum.

Lansering av tävlingen genomfördes 2023-11-10 vid seminarium där möjlighet fanns för tillverkare att ställa frågor

Under tävlingsperiodens 6 månader gavs tillverkare tid att utveckla och förfina sina systemlösningar. Från BeBo fanns projektgruppen tillgänglig som administrerade en fråga-svar-funktion och gav stöd till deltagare genom en expertgrupp.

Sista dag för inlämning av tävlingsbidrag var satt till den 30 april 2024. I Maj 2024 gjordes en första genomgång av tävlingsbidragen och förtydliganden/ kompletteringar begärdes in till tävlingsbidragen.

Utvärdering av tävlingsförslag genomfördes juli – september 2024. Vinnare korades 27 september och vinnande lösning presenterades på BeBo-seminarium 2 oktober 2024.

## 2.4 Antal deltagande i tekniktävlingen

Intresset för tävlingen från fastighetsägare och tillverkare av Bostads-FTX i Norden har varit stort. Vid inledande presentationer under 2023 deltog ca 30 aktörer. Vid lansering av tävlingen deltog åtta tillverkare. Sex tillverkare tog ut tävlingshandlingar och två tillverkare lämnade in tävlingsbidrag. Tre tävlande meddelade under andra halvan av april att de inte skulle lämna in tävlingsbidrag, då hade behövt mer tid för att utvärdera och redovisa sina lösningar.

## 2.5 Återkoppling från tävlande i innovationstävlingen

Då endast två tävlingsbidrag lämnades in genomfördes enkät till de sex tillverkare som tagit ut tävlingshandlingar för att få återkoppling hur de upplevt upplägg, tävlingshandling och tävlingsperiod. Fem tävlande svare på enkäten.

Nedan presenteras sammanställning från deras svar:

- Några tillverkare har angett att de inte är vana vid formen Innovationstävling, vilket för några blivit en fråga om tidsåtgång.
- För de tillverkare som inte har en arbetsmetodik för mätningar/labbkörningar har utvecklingstiden upplevts som kort.
- Marknadsavdelningen var uppbokad med lansering av andra nya produktserier.
- Svårt att få resurser internt för mätningar (labbmätningar).
- Flera tillverkare har sagt att de ser tävlingen som ett bra sätt att få publicitet och att synas i rätt sammanhang.
- Några tillverkare är positiva till att deras lösningar testas mot konkurrenter för att kunna se skillnader. Detta för att hitta områden för förbättring.
- Bra att belysa fastighetsägarnas utmaningar med att få till bättre fungerande bostads-FTX.
- Tävlingshandlingarna är bra för egen utveckling. Bra att belysa problematiken med ersättningsluft under avfrostning. (om luftflödesbalansen förändras)
- Tävlingens förutsättningar avviker från standardförfarandet för normala/vanliga labbkörningar enl. certifieringar. (Normalt sett testas temperaturverkningsgraden, för VVX vid plusgrader (+5°C/+25°C) för att undvika kondensering och påfrysning i värmeväxlaren, men för bostads-FTX är



funktionen vid kallt klimat och hur värmeeffekt- och värmeenergibehovet påverkas av designen av VVX och avfrostningsfunktion med styrning mycket viktig.)

- Generellt problem med tävlingar är sekretessfrågan. Nya idéer som framkommit vill deltagarna skydda med patent, vilket är svårt under en så begränsad tid.

## 2.6 Granskning och utvärdering av tävlingsförslag

Efter slutdatum för inlämning av tävlingsförslag granskades inkomna tävlingsbidrag och kontroll av att de uppfyllde tävlingsvillkoren och kravställningarna genomfördes av expertgruppen. Kompletteringar begärdes in från båda tävlande som hade lämnat in tävlingsförslag. Tävlingsbidragen numrerades: Tävlingsbidrag 11 och Tävlingsbidrag 12.

När tillverkarna lämnat in efterfrågade kompletteringar gjordes en fördjupad granskning av expertgruppen och tävlingsbidragen anonymiserades inför bedömning av Juryn till Innovationstävling Bättre Bostads-FTX.

## 2.7 Inlämnade tävlingsförslag

Här ges en kort presentation av de inlämnade tävlingsbidragen.

### Tävlingsbidrag 11

FTX-aggregat med motströmsvärmväxlare där bland annat följande funktioner ingår:

- Adaptiv avfrostningsfunktion med utökad mätning och styrning för maximal återvinning
- Funktion för vår- och höstoptimering
- Sommarnattkyla
- Nattkompensering

Tillverkaren har lämnat in en omfattande dokumentation har redovisat både labbmätningar och mätningar på ventilationsaggregat i flerbostadshus. Testresultaten visar på en seriös satsning för att utveckla och optimera lösningar för bostadsventilation.

### Tävlingsbidrag 12

FTX-aggregat med sorptionsrotor där bland annat följande funktioner ingår:

- Befintlig aggregatmodell med utökad styrning
- Fuktåtervinning och en extra integrerad mät- och kontrollanordning
- Ny typ av rotor där rotorerna varma del har beläggning för fuktöverföring och den kalla delen är utan beläggning för att minska fuktöverföringen och behovet av

avfrostning. Detta för att det inte ska bli för torrt inne på vintern. Beläggningen ska ha låg överföring av partiklar och gaser.

Tillverkaren har begränsade labb-resurser och har inte hunnit med att mäta i tillräcklig omfattning, när det varit tillräckligt kallt ute.

## 2.8 Jury

Sammansättning av jurymedlemmar

Juryn till tekniktävlingen består av nio ventilationsexperter från BeBo-medlemmar med följande fördelning:

- Två ventilationsexperter från Stockholm stads olika bostadsföretag
- Två ventilationsexperter från Göteborg stads olika bostadsföretag
- Två ventilationsexperter från Bostadsrättsorganisationerna HSB och Riksbyggen
- Tre ventilationsexperter från BeBo-medlemmar från mindre och mellanstora orter

Detta ger en fördelning mellan större och mindre BeBo-medlemmar, olika typer av ägare samt med olika uteklimat.

Jurymöten

Första jurymötet hölls den 11 september 2024 i regi av tävlingsledningen med genomgång av tävlingsvillkor och inlämnade tävlingsbidrag.

Juryns beslutsmöte hölls den 20 september 2024 efter det att jurymedlemmarna hade haft tid att reflektera över de två tävlingsbidragen. En öppen och konstruktiv dialog hölls mellan jurymedlemmarna för att nå en gemensam bedömning av de två tävlingsbidragen.

### Juryns omdöme för tävlingsbidrag 12

Juryn ansåg att det var ett intressant förslag med styrd fuktåterföring, för att inneluften inte ska bli för torr vintertid. Dock saknas mätningar vid låga utetemperaturer, vilket gör att juryn inte kunde bedöma funktionen vid kallt väder.

### Juryns omdöme för tävlingsbidrag 11

Tävlingsbidrag 11 utsågs av juryn till vinnare av BeBo Innovationstävling Bättre Bostads-FTX med följande motivering:

Produkten har ett utmärkt SFP-värde (Specific Fan Power/ elanvändning) med rimliga dimensioner på aggregatet, vilket gör den lämplig för användning i moderna

flerbostadshus. Tack vare en genomtänkt användning av beprövad teknik, har leverantören via innovativ noggrann styrning av avfrostningen skapat en produkt med bibehållen god funktion vid låga utetemperaturer vilket ger mycket låg årsförbrukning för både el och eftervärme.

Omfattande och noggranna labbtester har genomförts vilka tydligt visar att produkten fungerar väl. Juryn ser fram emot att denna lösning testas under verkliga förhållanden i flerbostadshus inom en snar framtid.

Juryn ser som ett plus att vinnaren har styrfunktion för nattkyla, en viktig funktion för att öka möjligheten att sommartid hålla en god termisk komfort samt öka möjligheten att möta Folkhälsomyndighetens nya riktlinjer om temperatur inomhus i bostäder.

## 3. Resultat

### 3.1 Vinnare av innovationstävlingen

Juryen har noggrant utvärderat de inkomna bidragen och beslutade att tilldela utmärkelsen till Swegon för deras framstående insats, med motiveringen:

"Vinnaren har inte bara uppfyllt tävlingens skallkrav och en låg viktad energianvändning, utan även uppfyllt ett antal önskade funktioner. Vinnaren har utfört omfattande och noggranna labbtester vilka tydligt visar att produkten fungerar väl. Juryen ser fram emot att denna lösning testas i verkligheten inom en snar framtid. Produkten har ett utmärkt SFP-värde (fläktarnas elanvändning) med rimliga dimensioner på aggregatet, vilket gör den lämplig för användning i moderna flerbostadshus. Tack vare en genomtänkt användning av beprövad teknik, har leverantören via innovativ noggrann styrning av avfrostningen skapat en produkt med bibehållen god funktion vid låga utetemperaturer vilket ger mycket låg årlig energianvändning för både el och eftervärme.

I nordiskt klimat är funktionen vid låga utetemperaturer viktigare än hög torr verkningsgrad vid plusgrader, detta för att hålla nere värmeeffektbehovet, vilket denna tävling visat är möjligt. Juryen ser som ett plus att vinnaren har styrfunktion för nattkyla, en viktig funktion för att öka möjligheten att sommartid hålla en god termisk komfort samt öka möjligheten att möta Folkhälsomyndighetens nya riktlinjer om temperatur inomhus i bostäder."

### 3.2 Spridning av resultat från innovationstävlingen

Innovationstävlingen kommer underlätta kommunikation mellan beställare och leverantörer, genom att gemensamma behov från fastighetsägare samlats in och förmedlats på ett tydligt sätt till leverantörer av centrala bostads-FTX. Leverantörer i sin tur har fått en genomtänkt kravbild som kan användas i den egna utvecklingen av centrala Bostads-FTX.

Kontinuerligt under uppdragets gång har kommunikationsinsatser genomförts för att sprida resultat och erfarenheter via BeBo. I nätverket arrangeras kontinuerligt seminarier och nätverksträffar där fastighetsägare och branschaktörer deltar. Specifika seminarier öppna för alla har också arrangerats. Därutöver har artiklar spridits via branschtidningar (se nedan).

Innovationstävlingens resultat har nått ut till ett stort antal aktörer som kan använda kunskap, resultat och erfarenheter för att själva förbättra sin beställarkompetens gällande bostads-FTX och därigenom minska sin energianvändning.

För beställare förväntas resultatet leda till en bättre förståelse och kontroll över ventilationssystemets funktioner, egenskaper och prestanda, till exempel när det gäller avfrostning, driftsfunktioner, typ av värmeåtervinning och skillnader i prestanda kopplade till dessa områden. Detta i sin tur underlättar för energieffektiviseringsinsatser. Fastighetsägare kan nu uppdatera sig inom vilka lösningar och innovationer som finns på marknaden för centrala Bostads-FTX. Fastighetsägarna har via innovationstävlingen också givits en större möjlighet att påverka leverantörernas utvecklingsplaner, så att de stämmer överens med fastighetsägarnas behov.

Tävlingens kravspecifikation kan användas av fastighetsägare. Ambitionen är att den framtagna och genomarbetade kravspecifikationen i projektet blir en BeBo- och branschstandard som kan användas av alla, medlemmar och icke medlemmar. Detta leder till att beställarkompetensen ökar genom att fler kan få tillgång till kravspecifikation och leder i sin tur till bättre upphandlingsunderlag.

För leverantörer förväntas innovationstävlingen ha lett till en ökad kännedom om fastighetsägares behov och kravställning som i sin tur leder till mer träffsäkert arbete med utveckling av den egna Bostads-FTX. Deltagande i innovationstävlingen leder till att leverantörernas system uppmärksammas, vilket kan användas i leverantörernas egen marknadsföring.

Vinnaren av Innovationstävling Bättre Bostads-FTX har uppmärksamats på BeBo hemsida, BeBo-Webbinarium 2024-10-02, BeBo medlemsmöte 2024-11-05, Svensk Ventilations medlemstidning Kanalen Nr 7, oktober 2024, Artikel i Byggkoll "Adaptiv sektionsavfrostning ska förbättra bostads-FTX", 10 okt 2024 och Artikel "Så ska bostads-FTX bli en vinnare" i Energi & Miljö, s.6-7, Nr 10 oktober 2024 samt ett antal inlägg på LinkedIn.

## 4. Diskussion

Jury-diskussionerna mellan de nio BeBo-medlemmarnas ventilationsexperten har varit bra och informativa, då de i egenskap av ventilationsexpert ”brottas” med den problematik som Innovationstävling Bättre Bostads-FTX handlade om.

Många av BeBo-medlemmarna har haft problem med nya bostads-FTX med hög utlovad verkningsgrad, där många av dessa nya centrala Bostads-FTX använder betydligt mer värmeenergi och värmeeffekt än beräknat / utlovat på grund av fler och längre avfrostningscykler, vilket leder till betydligt högre driftkostnader.

I några bostads-FTX blev problemen med frost och is så stora att ventilationsaggregatet stannade. Detta innebär att skyddet mot spridning av brandgaser (Fläkt-i-Drift), som de flesta använder slogs ut, vilket inte får ske. Det var ingen av de tävlande som valde geoförvärmning som lösning utan de optimerade i stället sina aggregat för bästa funktion. Geoförvärmning ökar investeringskostnaden ganska mycket för ventilationsaggregatet. Dessutom är det viktigt att designa för lågt SFP, för att begränsa elanvändningen, vilken får stor betydelse för primärenergianvändningen. Dock kan erforderad värmeenergi och värmeeffekt bli mycket låg vid rätt dimensionerade geoFTX.

När man eftersträvar låga tryckfall är det viktigt att hitta en balans mellan låga tryckfall, utrymme för ventilationskanaler, och god funktion vid fläkt-i-drift. Fläkt-i-drift bygger på att det alltid är visst undertryck i samlingslådan alternativt samlingskanalen vid ”branddrift”. När det brinner i en lägenhet kan det ge ett brandtryck på 1500 Pa, så brandgaser trycks in i ventilationssystemet. Då ska kanalsystemet vara dimensionerat att undertryck fortfarande erhålls så att inga brandgaser kan spridas till andra lägenheter i flerbostadshuset.

I nordiskt klimat är funktionen för ventilationsaggregat vid låga utetemperaturer viktig. Den är viktigare än hög torr (ingen kondensering) verkningsgrad vid plusgrader, eftersom den håller ner värmeeffektbehovet orsakat av avfrostning, vilket denna tävling visat.

Tillägg till SIS EN standard för prestanda för Bostads-FTX vid kallt väder  
Av Innovationstävlingens Jury efterfrågas en metod eller ett tillägg till relevant SIS EN standard för prestanda för Bostads-FTX värmeåtervinning. Den ska ta hänsyn till verklig återvinningsgrad vid låga utetemperaturer, inklusive påverkan av avfrostningsfunktionen vid normal drift och normal fuktbelastning i flerbostadshus. Resultat enligt en sådan metod eller standard önskar de kunna använda vid upphandling av ventilationsaggregat för flerbostadshus i kallt klimat. Detta togs upp på SIS TK170-möte (Ventilation) 2024-10-23 och det föreslogs att möjligheten med tillägg till SIS-EN 13053 ska undersökas för svenskt alternativt nordiskt tillägg.

Den 5 november 2024 var det möte i en av de internationella arbetsgrupperna som TK170 speglar och svensk representant tog upp hur man i standardiseringen bör kunna ta hänsyn till verklig återvinningsgrad vid låga utetemperaturer, inklusive påverkan av avfrostningsfunktionen vid normal drift med normal fuktbelastning, men det är främst de nordiska länderna som har så pass kallt att det är av intresse.

### Dagens beräkningssätt kan ge stora avvikelser

De beräkningssätt som används idag vid energiberäkningar kan ge stora avvikelser från verkligheten, då de inte tar hänsyn till olika typer av värmeväxlare, avfrostningsfunktioner, styrning samt olika fuktalstringar. Detta ger avvikelser mellan verklig funktion, med avseende på värmeenergi- och värmeeffektanvändning, jämfört med beräknade värden.

Excelarket som togs fram i Innovationstävlingen bygger på resultat från mätningar av verklig temperaturverkningsgrad för värmeväxlare, där deras avfrostningsfunktion är en funktion av utetemperatur i stället för den modell som energiberäkningsprogram använder. Beräkningssättet för energiberäkningar skulle förbättras för Bostads-FTX om man kunde lägga in medelverkningsgraden som funktion av utetemperaturen i beräkningsprogrammet. Figur 1 ger exempel på verkningsgrad vs utomhustemperatur.

Det behöver bestämmas och kommas överens om vilka utetemperaturer och fuktalstringar som medeltemperaturverkningsgraden skall tas fram och deklarerars för. Det vore en fördel med ett oberoende ventilationslabb i Norden, som kan utföra dessa mätningar.

Kostnaden för värmeeffekt får allt större betydelse för BeBo-medlemmarnas fjärrvärmekostnad. För en av jurymedlemmarna består fjärrvärmekostnaden idag till ca 40% av värmeeffektkostnad och ökar. Så det blir allt viktigare för fastighetsägarna att installationssystemen i deras flerbostadshus fungerar väl, när det är kallt ute och har ett lågt behov av värmeeffekt då.

### Verifiering av vinnande lösning i verklig drift i flerbostadshus

Jurymedlemmar önskade mer information (mätdata) för att känna trygghet i att vinnande bidrag fungerar lika bra i verkliga flerbostadshus, som i de av tillverkaren redovisade labbmätningarna.

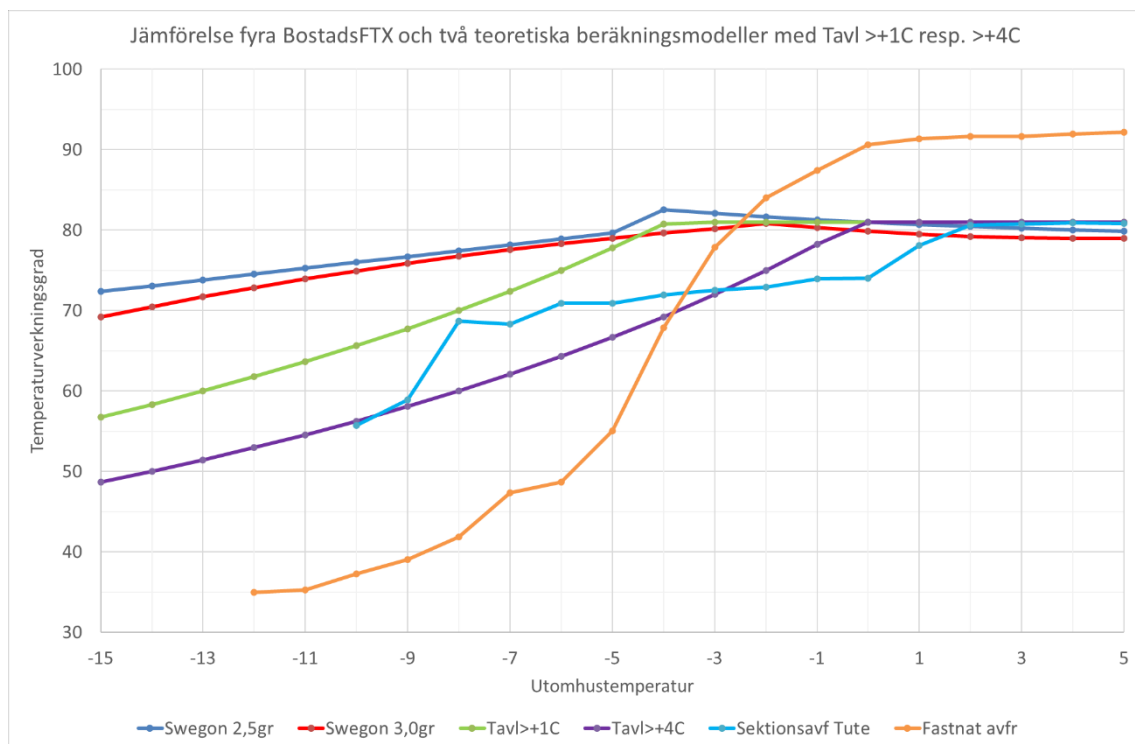
En av jury-medlemmarna har redan börjat uppdatera bostadsföretagets upphandlingsunderlag för att få in det vinnande bidraget i deras kommande flerbostadshusprojekt och har funderingar på hur man bäst ska formulera kraven för att kunna upphandla Bostads-FTX med vinnarens prestanda vid kallt väder. Detta för att erhålla ett lågt behov av värmeeffekt för ventilationsaggregatet.

## Medelverkningsgrad för några ventilationsaggregat

I figuren nedan kan medelverkningsgraden (vs utomhustemperaturen) för några olika ventilationsaggregat ses.

Blå och röd kurva är det vinnande bidraget vid två olika nivåer av fuktalstringar, grön kurva är beräknad verkningsgrad från energiberäkningsprogramms vanligt förekommande värmeväxlarmodell med  $T_{avl} > +1^{\circ}\text{C}$  (avluftstemperatur). Den lila kurvan är samma värmeväxlarmodell men med  $T_{avl} > +4^{\circ}\text{C}$  och den ljusblå kurvan är beräknad från uppmätta värden för ventilationsaggregat med utetemperaturstyrd sektionsavfrostning samt orange kurva är beräknad från uppmätta värden för bostads-FTX som fastnat i avfrostning, när det var kallare än  $-5^{\circ}\text{C}$ .

I figuren ser man att vinnande bidrags medeltemperaturverkningsgrad är betydligt högre än övriga medeltemperaturverkningsgrader, vilket innebär att det erfordras mindre eftervärmeeffekt och eftervärmeenergi när kallt ute när detta aggregat används.



Figur 1 Swegons vinnande bidrag med två olika fuktbelastningarna 2,5 gr/kg luft resp. respektive 3 gr/kg luft, jämfört med sektionsavfrostning som styr på utetemperaturerna i två steg ( $+1^{\circ}\text{C}$ ,  $-8^{\circ}\text{C}$ ), två teoretiska modeller med begränsning av  $T_{avl} > +1^{\circ}\text{C}$  respektive  $T_{avl} > +4^{\circ}\text{C}$  samt ventilationsaggregat som fastnat i avfrostning.



## 5. Slutsatser

Slutsatserna från detta projekt betonar vikten av att utveckla robusta och energieffektiva ventilationssystem för flerbostadshus, samt behovet av standarder och vägledning för att säkerställa att systemen fungerar effektivt i verkliga förhållanden.

### **Det vinnande tävlingsbidraget uppfyller tävlingskraven:**

Bostads-FTX med adaptiv avfrostning med växlaren uppdelad i flera sektioner och sensorer för att mäta temperatur, fukthalt, flöde, varvtal och tryck.

Energioptimering, vår/höst optimering och sommarnattkyla.

Den tävlandes egna testresultat visade hög medelverkningsgrad och robust funktion även vid mycket kallt klimat.

### **Behov av standarder och testmetoder:**

Det saknas bra testmetoder och standarder för att kunna ta hänsyn till verklig återvinningsgrad vid kalla temperaturer och påverkan av avfrostningsfunktioner under normal drift med normal fuktbelastning. Det finns ett stort behov av att branschen utvecklar sådana standarder eller testmetoder för ventilationsaggregat i flerbostadshus i kallt klimat.

### **Behov av vägledning för upphandling:**

Det behövs vägledning för upphandling av Bostads-FTX liknande vinnaren av innovationstävling Bättre Bostads-FTX för att underlätta för BeBo-medlemmar att upphandla vinnande tävlingsbidrag eller aggregat med liknande prestanda.

### **Uppgradering av befintliga system:**

Det är viktigt att undersöka möjligheten att komplettera befintliga modeller av ventilationsaggregat med den adaptiva avfrostningsfunktioner. Det finns också ett behov av att hantera befintliga bostads-FTX med brister i funktion, särskilt de som kräver mer värme och högre värmeeffektbehov, vilket kan leda till att värmeväxlaren fryser och FTX-systemets fläktar stannar.

### **Fortsättning av innovationstävlingen:**

Det föreslås att gå vidare med etapp 2 och etapp 3 i innovationstävlingen, som omfattar oberoende verifiering och tester av vinnande systemlösningar i laboratoriemiljö och pilotinstallationer med driftutvärdering i verklig miljö. Finansiering för detta behöver sökas i början av 2025.

### **Pilotinstallationer:**

Utav verifierade systemlösningar bör en eller flera väljas ut för pilotinstallationer i samverkan med fastighetsägare. Syftet är att utvärdera och få erfarenhet av systemlösningarna i verklig drift.

## 6. Förslag på fortsättning

Juryns medskick för behov av fortsatt arbete:

Det saknas bra testmetoder och standarder att använda sig av vid kravställning för att kunna ta hänsyn till verklig medeltemperaturverkningsgrad när det är kallt ute, inklusive påverkan av avfrostningsfunktionen vid normal drift med normal fuktbelastning. Juryn anser att det finns stort behov av att branschen tar fram en sådan standard eller testmetod för ventilationsaggregat till flerbostadshus i kallt klimat.

Vägledning om kravställning för upphandling av Bostads-FTX liknande vinnaren av innovationstävlingen Bättre Bostads-FTX behöver tas fram, för att underlätta för BeBo-medlemmar att upphandla vinnande tävlingsbidrag.

Det bör undersökas om Swegon kan komplettera tidigare modeller av samma ventilationsaggregat med den nya adaptiva avfrostningsfunktionen.

Undersöka vad som kan göras åt befintliga bostads-FTX med brister i funktion, vilka behöver mer värme och har ett högre värmeeffektbehov, än utlovat, vilket i värsta fall kan leda till att värmeväxlaren blir en isklump och ventilationsaggregatet stannar. (Slår ut Fläkt-i-drift som skydd mot brandgasspridning).

Gå vidare med Etapp 2 och etapp 3 i innovationstävlingen Bättre Bostads-FTX. Där Etapp 2 och etapp 3 omfattar oberoende verifiering och tester av vinnande systemlösningar i laboratoriemiljö och i pilotinstallationer med driftutvärdering i verklig miljö. Det bör undersökas möjligheten att få finansiering att fortsätta innovationstävlingen med verifiering i etapp 2 och etapp 3.

**Etapp 2; Verifiering och tester av vinnande systemlösningar**

Ett urval av vinnande och kvalificerade tävlingsbidrag genomgår tester i laboratoriemiljö. Detta för att verifiera systemlösningarnas utlovade funktion, driftmetoder och prestanda. Det kan till exempel vara att kontrollera utformning av VVX-design och avfrostningsfunktion och/ eller förvärmning av tilluft för att erhålla en hög energi- och effekteffektivitet. Parametrar kan testas praktiskt för att verifiera årsenergifaktor med dygnsvariation på temperaturer och fuktalstring. Då praktiska tester utförda i labb är kostsamma bör ett väl avvägt urval av systemlösningar för detta göras.

**Etapp 3; Pilotinstallation och driftutvärdering i verklig miljö**

Utav verifierade systemlösningar väljs en eller flera ut och i samverkan med en eller flera fastighetsägare genomförs pilotinstallationer. Syftet är att i ett

verklighetsanknutet fall utvärdera och få erfarenhet i helheten från installationsentreprenaden till verifiering av prestanda i verklig drift. Systemlösningen driftas under en mätperiod med insamling av mätdata via sensorer väl anpassade för analys av aktuell driftparameter och studerat prestandaområde.

Analys av mätdata tillsammans med samanställning av genomförande ger en god grund för rekommendationer för systemlösning och installationsförfarande.

## 7. Referenslista

BeBo 2024a, <https://www.bebostad.se/projekt/pagaende-projekt/2023-04-tekniktavling-bostads-ftx>

BeBo 2024b, BeBo – Tekniktävling Bostads-FTX Delrapport 2024-01-31  
<https://www.bebostad.se/media/6648/delrapport-teknikt%C3%A4vling-bostads-ftx-2024-01-31-1.pdf>

BeBo 2024c, BeBo-webbinarium som presenterade vinnaren av Innovationstävlingen Bättre Bostads-FTX. <https://youtu.be/Z-NMlqVeb5Y>

BeBo 2024d, beräkning BostadsFTX Energi och effektbehov från verklig temperaturverkningsgrad, <https://www.bebostad.se/media/6781/ber%C3%A4kna-bostadsftx-energi-och-effektbehov-fr%C3%A5n-verklig-temperaturverkningsgrad.xlsx>

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

Kempe Per, 2022, SBUF14025/LÅGAN-rapport ”Glappet mellan projekterad och uppmätt energiprestanda”),  
[https://laganbygg.se/UserFiles/Projekt/LAGAN\\_Glappet\\_mellan\\_projekterad\\_och\\_uppmatt\\_energiprestanda.pdf](https://laganbygg.se/UserFiles/Projekt/LAGAN_Glappet_mellan_projekterad_och_uppmatt_energiprestanda.pdf)

Kempe et.al 2022, Per Kempe, Margot Bratt, Jens Penttilä, BeBo-förstudie Innovationsupphandling Bostads-FTX i flerbostadshus - FTX med Effektiv avfrostning med låg energi och effektanvändning,  
<https://www.bebostad.se/media/6179/f%C3%B6rstudie-slutrapport-bostads-ftx.pdf>

Kempe, Per 2023, E2B2-rapport: ”Verifiering av centrala ventilationsaggregat i flerbostadshus” [https://www.e2b2.se/media/omfendyi/slutrapport-p2021-00208-verifiering-av-centrala-ventilationsaggregat-i-flerbostadshus\\_rev-1.pdf](https://www.e2b2.se/media/omfendyi/slutrapport-p2021-00208-verifiering-av-centrala-ventilationsaggregat-i-flerbostadshus_rev-1.pdf)

Kempe, Per, 2024, Journal of Building Performance Simulation, Reducing the energy performance gap through stepwise verification of building and system functions  
<https://doi.org/10.1080/19401493.2024.2416684>



## Bilagor med utdrag från tävlingshandlingen

Tävlingshandlingen till Innovationstävling Bättre Bostads-FTX finns på BeBos hemsida (BeBo 2024a). I bilagorna A, B och C finns utdrag från de viktigaste i bilagor från tävlingshandlingen.

## Bilaga A: Kravspecifikation – Förutsättningar

Egenskap	Förutsättningar för Bostads-FTX
Luftflöden	Nominellt luftflöde (Tilluftslöde / Frånluftslöde) 0,95 / 1,0 m <sup>3</sup> /s kapacitet att forcera med 30% till 1,24 / 1,3 m <sup>3</sup> /s luftflödesbalans 0,95 vid referensdensitet 1,2 kg/kbm Om luftflödesförändring är del av avfrostningsfunktion ska den vara mindre än 10% så att luftflödesbalansen inte kommer under 0,85, vilket annars kan ge problem med undertryck.
Tryckfall i kanalsystem	20+180 Pa för till- respektive frånluftssidorna (Beräkningsmässigt vid nominella luftflöden)
Fuktalstring i flerbostadshus	2 g / kg luft i medelfuktalstring (varierar mellan 1 g och 3 g under dygnet)
Filterkvalité	Tilluft ePM1 60 % Frånluft ePM10 60 %
Tilluftstemperatur	Börvärde tilluftstemperatur +19°C, vilken ska användas för beräkningar och jämförelser av energianvändning
Luftflödesändring vid avfrostning	Max 10% förändring av luftflödesbalans accepteras under avfrostning Luftflödesbalans skall inte understiga 0,85 då luftflödesbalans påverkar undertryck i dagens med hög lufttätthet samt värmeeffektbehov i lägenheterna
Eftervärmebatteri	Eftervärmebatteri för systemtemperatur 50/30 och har kapacitet att hålla tilluftstemperatur på minst +20 °C under avfrostningscykel och dimensionerande utetemperatur.
Förvärmning (Tillval)	Förvärmning (geo/el/FJV) kan användas för att minska avfrostningsproblematiken, för låg total viktad energianvändning och begränsa värmeeffekt.
Fläkt i drift	Fläkt i drift som skydd mot brandgasspridning
Temperaturkrav fläktar	+70°C i 60 min vid fläkt i drift
Ventilationsaggregats omgivningstemperatur	+18C i fläktrum

## Bilaga B: Kravspecifikation – Redovisning och beräkning

Egenskap, ...	Krav - Skall, Bör, Redovisning	Poäng
SFP <sub>v</sub>	Skall 1,3 kW/(m <sup>3</sup> /s) från aggregatkörning med eventuell motiverad korrigerings pga. ännu ej inlagd förbättring av ventilationsaggregatet i aggregatkörning	2
Verkningsgrad torr	Skall >78 % (vid balanserade flöden) från aggregatkörning med eventuell motiverad korrigerings pga. ännu ej inlagd förbättring av ventilationsaggregatet i aggregatkörning	2
Värmeenergibehov	Beräknas och redovisas enligt Bilaga E	2
Värmeeffekt	Beräknas och redovisas enligt Bilaga E	2
Elbehov	Beräknas och redovisas enligt Bilaga E. Elbehovet beräknas utifrån SFP i aggregatkörningen och korrigeras för eventuell funktion att minska fläktelen under drift.	2
Ventilationsaggregatets Prestanda (avfrostning)	Beräknas enligt Bilaga E Primärenergi för ventilationsaggregat Optimera SFP <sub>v</sub> , verkningsgrad samt avfrostning/ förvärmning för lågt viktat energibehov.	0 - 50
Ventilationsaggregatets Funktioner	Redovisa enligt Bilaga C Redovisa aggregatkörning samt därutöver max 15st A4-sidor för att besvara de olika punkterna i bilagan C.	0 - 10
Innovationsmöjligheter	Redovisa enligt Bilaga D (Max 10st A4-sidor) Innovationsmöjligheter som berör sval tilluft och möjligheter för driften att ha god kontroll på driften etcetera.	0 - 30
	Summa	100

## Bilaga C: Förtydligande - Funktioner

Underlag för att redovisa ventilationsaggregat är dels med aggregatkörning som är Eurovent-certifierade för att säkerställa att tekniska data och information i aggregatkörning är korrekt. Om innovation till tekniktävlingen innehåller delar som ännu inte är med i aggregatkörningen, så redovisa hur aggregatkörningens resultat påverkats av innovationen.

Dels med analys av mätdata för bestämning av temperaturverkningsgrads och dess beroende av utetemperatur, fuktalstring (FrånluftsRF) samt använd avfrostningsfunktion eller förvärmning. Detta ska användas som input för beräkning av energi- och effektbehov för ventilationsaggregat och indirekta värmebehov om luftflödesbalans ändras.

Om Ni har något som avviker från listan nedan motivera så expertgruppen förstår vad Er avvikelse betyder för ventilationsaggregatets funktion och energianvändning.

Beskriv ventilationsaggregatet i text med följande fakta från bland annat aggregatkörning:

- Typ av VVX: Rotor, motström, dubbel korsström, geoFTX
- Aggregatlängd med förklarande figur (platsbehov vid gavelanslutning)
- Vilken typ av avfrostning och/eller har Ni förvärmning samt hur styrs den
- Täthetsklass: L2
- Köldbryggor: TB2
- Termisk isolering: T2
- Mekanisk styvhet: D2/D1
- Eurovent-certification
- CE-märkning
- Redovisa ljuddata från aggregatkörning
- För ventilationsaggregat med rotor skall det anges hur det över tid kan erhållas en mycket låg överföring av partiklar och lukter från frånluften till tilluften.
- Ange beräknad livslängd om ventilationsaggregatet installeras i Stockholm/ Bromma klimat  
Vilket periodiskt underhåll erfordras för att ventilationsaggregatet inte ska tappa funktion eller prestanda under sin beräknade livslängd samt vilka slitagedelar behöver bytas ut under aggregatets beräknade livslängd.

Redovisa hur Ni placerar givare i ventilationsaggregatet för representativ mätning av temperaturer, tryck, flöde och RF samt ange mätnoggrannhet för Era givare samt hur Ni placerar temperaturgivare efter värmeväxlare. Detta för att fastighetsägarens driftavdelning ska ha tillräckligt bra kontroll på ventilationsaggregatets funktioner.

För att god kontroll på ventilationsaggregatet temperaturer och funktioner behöver följande temperaturer mätas:

- inkommande uteluft
- efter eventuell förvärmning, men före VVX
- tilluften efter värmeåtervinningen och före eftervärmningsbatteriet
- tilluft som lämnar ventilationsaggregatet



- inkommande frånluft till ventilationsaggregatet
- avluften

Fukthalt i ventilationsaggregat för

- inkommande uteluft/ tilluft
- frånluften

Luftflöden

- Luftflöden och luftflödesbalans är viktigt för energieffektiv drift av bostads-FTX. Beskriv luftflödesmätning och styrning av luftflöden.

Beskriv mätning av tryckdifferenser samt hur Ni minimerar drift i ” nollan: filter, tryck i kanal, tryckdifferens i aggregat för kontroll på läckflöden, tryckfall över VVX på frånluftssidan

Om Ni har ventilationsaggregat med rotor beskriv hur Ni tar hänsyn till luftläckagen i ventilationsaggregatet för luftflödesmätningen, se till att rätt tryckbalans erhålls. Samt vilka luftläckage (EATR<1%, OACF< 1,11) har Ert ventilationsaggregat har.

Beskriv hur kvalitetssäkrad idrifttagning ska utföras på Ert ventilationsaggregat för korrekt/optimal drift.

Redovisa mätningar och beräkningar av temperaturverkningsgrader samt energibehov liknande beräkningar redovisade i Bilaga E.

Ange pris för ventilationsaggregat med intern styr men utan koppling till externa system. Då dessa kostnader kommer att bero på flerbostadshuset och dess system.

Om geoFTX nyttjas ange ungefärlig kostnad för geoFTX (borrning, slangar, blandningskärl, pump, förvärmningsbatteri, styr för geoFTX, mm)

Övriga Bilagor till Tävlingshandlingen kan hittas på Innovationstävlingens Bättre Bostads-FTX sida. <https://www.bebostad.se/projekt/pagaende-projekt/2023-04-tekniktavling-bostads-fts>

Där finns även Excelarket för utvärdering av Bostads-FTX energi- och effektbehov.