

Glasklar tilläggsisolering

- möjligheter med förvärmning av tilluft



Johan Andersson
Athena Bränd

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2014
Rapport TVIT--14/5048

Lunds Universitet

Lunds Universitet, med åtta fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 112 000 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 800 anställda och 47 000 studerande som deltar i ett 280 utbildningsprogram och ca 2 200 fristående kurser.

Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat. Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmade hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Glasklar tilläggsisolering

- möjligheter med förvärmning av tilluft

Johan Andersson

Athena Bränd

© Johan Andersson, Athena Bränd
ISRN LUTVDG/TVIT--14/5048--SE(84)

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
22100 LUND

Sammanfattning

Syftet med detta examensarbete har varit att undersöka och utvärdera det unika ventilationssystem som skapats vid uppförandet av en extra glasfasad utanför den befintliga tegelfasaderna på en byggnad i Sege Park i Malmö. Denna lösning innebär att uteluften in till ventilationen kan tas från utrymmet mellan glasfasad och tegelfasad. En viktig frågeställning har varit om de temperaturhöjande effekter som glasfasaden medger ger en naturlig förvärmning av tilluften och om detta leder till en energibesparing. Avsikten med arbetet har inte varit att göra en ekonomisk analys eller att påverka de befintliga lösningarna.

Byggnaden är av villakarakter med en yttre glasfasad placerad utanför de befintliga tegelfasaderna i öst, väst och söder så att det skapas ett utrymme som är 0,8 m djupt. Byggnaden har två ventilationssystem; 5701 som förser byggnaden med uteluft och 5702 som är ett luftomblandande system i glasfasaden. System 5701 är ett FTX-system som är uppbyggt runt ett ventilationsaggregat innehållandes en roterande värmeväxlare. Den luft som når ventilationsaggregatet kommer antingen från den ej inglasade norrfasaden eller från utrymmet bakom glasfasaden i söder.

Inledningsvis har loggar testats, ventilationssystemets uppbyggnad har undersökts och det fasta mätsystemet har kontrollerats. Flödesmätningar för byggnadens till- och frånluft i system 5701 har utförts och sedan jämförts med BBR:s lägsta krav.

Undersökningar visar att det sker en förvärmning av luften i utrymmet mellan befintliga fasader och glasfasaderna. Storleken på förvärmningen varierar dock mycket under perioden. Glasfasadens teoretiska verkningsgrad varierar mellan 0,1 och 1,0, med ett medelvärde på 0,3. Det totala energibidraget som glasfasaden gett mellan 2013-10-28 och 2014-03-16 är 1080 kWh, motsvarande 30 % av det totala energibehovet för att värma tilluften till 18°C under perioden. Detta energibidrag är i realiteten troligtvis betydligt större då denna beräkning inte är baserad på värden som täcker hela den aktuella perioden. Delar av de loggade värdena har sorterats bort på grund av nattavstängning, avsaknaden av negativa värden samt avsaknaden av värden på grund av kommunikationsfel. Resultaten indikerar dock att det finns en god potential i att använda dubbel-skalsfasader med en yttre fasad av glas vid förvärmning av ventilationsluft.

Temperaturmätningar i byggnadens ventilationsaggregat avslöjade att ventilationen var avstängd mellan kl. 21.30 och kl. 06.30 varje natt, detta tyder på kontorsdrift med nattavstängning. Avstängningen under natten innebär att denna tid måste räknas bort vid analysen av förvärmningen. Dessutom är byggnaden tänkt att kunna användas även som bostad och i så fall måste detta

justeras innan boende flyttar in.

Det omblandande systemet, system 5702, har undersökts, vars syfte är att utjämna temperaturskillnader mellan fasaderna. De perioder som har studerats tyder dock på att någon temperaturutjämning ej uppstår i någon nämnvärd omfattning. Enligt våra observationer är nackdelarna med systemet större än fördelarna i nuläget. För att detta system ska fungera effektivt bör en justering av flöden utföras samt en kontroll av de olika driftlägenas funktion.

Abstract

The aim of this master's thesis was to investigate and evaluate the unique ventilation system created during the construction of an external glass façade off the existing brick façade of a building located in Sege Park in Malmo. This solution makes it possible for the outside air into the ventilation to be taken from the space between the glass facade and brick facade. An important question has been whether the temperature-raising effects that the glass façade allows provide a natural pre-heating of the supply air and if this leads to energy savings. The purpose of the work has not been to do an economic analysis or to alter existing solutions.

The building is of residential character with an exterior glass facade located outside the existing brick facades in the east, west and south so that a space that is 0.8 m deep is created. The building has two ventilation systems; 5701 that provide the building with outdoor air and 5702 which is an air mixing system in the glass facade. System 5701 is a mechanical ventilation system with heat recovery structured around a ventilation unit containing a rotary heat exchanger. The air that reaches the ventilation unit comes either from the non-glazed north façade or from the warmer space behind the glass facade in the south.

Initially loggers were tested, the ventilation system structure has been investigated and the fixed measurement system has been checked. Flow measurements for the buildings supply and exhaust air in system 5701 has been carried out and then compared with the minimum requirements set by Boverket.

Studies show that there is a pre-heating of the air in the space between the existing façades and glass façades. The effect of the preheating of the supply air varies much over the period. The glass facade's hypothetical efficiency varies between 0.1 and 1.0, with a mean of 0.3 and the total energy contribution of the glass facade given between 2013-10-28 and 2014-03-16 is 1,080 kWh, representing 30% of the total energy needed to heat incoming air to 18°C during the period. This energy contribution is in reality probably much larger since this calculation isn't based on values that cover the entire period. Parts of the logged values have been discarded due to night shutdown, the absence of negative values and lack of values due to communication errors. The results indicate that there is good potential in using the double-skin façade with an exterior facade of glass in preheating of ventilation air.

Temperature measurements in the building's ventilation system revealed that the ventilation was turned off between the hours 09:30 pm and 06:30 am every night, this suggests office operation with night shutdown. The office operation poses problems in the analysis of the preheating of the supply air since this time must be discounted. Additionally, the building is also meant to be used as

a residence and, if so, this must be adjusted before residents move into the building.

The mixing system, system 5702, has been examined. Its purpose is to even out the differences in temperature between the facades. However, the periods that have been studied indicate that no temperature equalization occur to any significant extent. According to our observations, the drawbacks of the system outweigh the benefits at this time. In order for this system to work effectively, an adjustment of the flows should be performed and an examination of the different operation modes functions.

Förord

Detta 30 poängs examensarbete har skrivits på avdelningen för installations-teknik vid Lunds tekniska högskola. Vi som skrivit examensarbetet är två studenter vid civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad med inriktning husbyggnadsteknik. Examensarbetet har utgjort det sista momentet i utbildningen. Examinator har varit Universitetslektor Lars-Erik Harderup vid avdelningen för byggnadsfysik vid Lunds tekniska högskola.

Detta arbete har kommit till tack vare Birgitta Nordquist vid avdelningen för installationsteknik vid LTH, dels i egenskap av värdefull handledare men även då hon kom med förslaget till detta arbete. Även Petter Wallentén vid avdelningen för byggnadsfysik har varit handledare.

Vi vill rikta ett stort tack till de inblandade från Malmö Stadsfastigheter som gett oss tillgång till byggnaden samt bidragit med hjälp i arbetet.

Lund, maj 2014.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	i
Abstract	iii
Förord.....	v
1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metodbeskrivning.....	2
2. Beskrivning av byggnad, ventilationssystem och det fasta mätsystemet..	3
2.1 Beskrivning av byggnaden	3
2.2 Ventilationssystemet.....	3
2.2.1 Ventilationssystemets uppbyggnad.....	3
2.2.2 System 5701	4
2.2.3 System 5702	6
2.3 Det fasta mätsystemet.....	8
3. Teori.....	11
3.1 Litteraturstudie	11
3.2 Glasfasadens värmetekniska egenskaper	11
3.2.1 Växthuseffekt i glasfasaden	11
3.2.2 Konvektion på fasaden	12
3.2.3 Slagregn	13
3.2.4 Transmission.....	13
3.3 Roterande värmeväxlare	13
4. Förberedande mätningar	15
4.1 Förberedande temperaturmätningar	15
4.1.1 Utvärdering av loggar	16
4.2 Luftflödesmätningar i byggnaden	23
4.3 Loggad data från byggnadens mätsystem	25

5. Analys och resultat av temperaturmätningar i byggnaden	27
5.1 Temperaturmätningar i ventilationsaggregatet	27
5.2 Analys av driftläge, system 5701.....	33
5.3 Solavskärmade givare	35
5.4 Energibesparing genom förvärmning av tilluft.....	36
5.5 Omblandande systemet.....	41
5.5.1 Omblandande systemets effekt, driftläge Värme	41
5.5.2 Värmeutbyte vindsutrymme.....	45
6. Slutsatser och diskussioner.....	49
6.1 Förvärmning av tilluft.....	49
6.2 Luftintag norr/söder, 5701.....	49
6.3 Kontorsdrift.....	50
6.4 Eventuell solavskärmning av givare	50
6.5 Styrkt luftintag till glasfasaden.....	50
6.6 Frånluftsflöde	51
6.7 Elbatteri i ventilationsaggregatet.....	51
6.8 Boende.....	51
6.9 System 5702.....	51
6.10 Driftläge Kyla, system 5702	52
6.11 Förberedande test av loggar	53
6.12 Ventilationsaggregatet.....	53
7. Referenser	55

Bilagor

Bilaga 1 – Drifts- och skötselanvisningar VR 700 DC

Bilaga 2 – Beskrivning av system 5701 samt 5702

Bilaga 3 – Produktblad VST Tilluftsventil

Bilaga 4 – Prestanda VR 700 DC

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Stadsfastigheter i Malmö fick under 2012 en av sina mer unika byggnader utvärderad genom ett examensarbete utfört vid avdelningen Installationsteknik på Lunds Tekniska Högskola. Då var byggnadens installations- och styrsystem inte helt slutförda och vissa aspekter kunde inte utvärderas fullt ut (Elfborg, Vrbanjac, 2012). Under hösten 2013 fick författarna erbjudande om att göra en ny utvärdering av denna byggnad och påbörjade detta som ett examensarbete under våren 2014.

Sege Park i Malmö huserade tidigare Malmö Östra Sjukhus men har de senare åren fått en ny profil tack vare ett antal ny- och ombyggnationer. Målet har varit att skapa ett område med bostäder, verksamheter och offentlig service omgivna av allmänna parker. Fastigheten ägs av Malmö stad som planerar en stadsdel som ska präglas av långsiktigt hållbara lösningar samtidigt som den kulturhistoriska miljön bevaras. Byggnaden som detta examensarbete kommer att beröra visar hur dessa två förhållningssätt kan kombineras och skapa något nytt och spännande för framtiden.

Ett flertal byggnader på området har byggts om till studentbostäder och den senaste byggnaden som har fått denna nya funktion är det gamla portvakts-huset. I linje med energieffektiviseringen som eftersträvas i området ville man göra en utvändigt tilläggsisolering men detta tilläts inte då husets traditionella 30-talskaraktär skulle gå förlorad. En kreativ lösning på problemet blev att tre av byggnadens fasader glasades in och detta skapade nya förutsättningar för byggnadens ventilationssystem då tilluften tas från utrymmet mellan de gamla fasaderna och de nya glasfasaderna. Den befintliga tegelfasaden har en hög värmelagrande förmåga som tar till vara på det extra värmetillskottet från solvärmens. Glasfasaden medför också att transmissionsförlusterna genom tegelfasaden minskar då temperaturdifferensen mellan inne och ute blir mindre. På det sättet fås en energibesparing för uppvärmningen av byggnaden. Tack vare solvärme och värmeläckage inifrån byggnaden är tanken att utrymmet mellan glas- och tegelfasad håller en högre temperatur än uteklimatet och det innebär att man får en förvärmning av tilluften. Detta leder till en energibesparing som utvärderas i detta examensarbete, dvs fokus ligger på den energibesparing som förvärmningen av tilluft medger.

1.2 Syfte

Syftet är att undersöka och utvärdera byggnadens unika ventilationssystem med tillhörande olika driftlägen och deras funktion. Genom detta arbete vill vi ta reda på om den extra glasfasaden leder till en energibesparing avseende ventilationen, då specifikt genom den förvärmning av tilluften som konstruktionen avser.

1.3 Avgränsningar

Arbetet har avgränsats till att enbart titta på ventilationssystemet. Det innebar att den förändrade transmissionen genom väggarna som glasfasaden också ger inte har utvärderats. Istället uppskattades den energibesparing som förvärmningen av tilluften eventuellt ger. Arbetet baseras på data från egna uppsatta loggrar samt data från de givare som ingår i byggnadens mätsystem. Inga ekonomiska aspekter har värderats.

Byggnaden och dess tillhörande system har valts att utvärderas i dess befintliga uppbyggnad och därmed görs inga förändringar av de utförda lösningarna. Exempel på sådana tänkbara förändringar är solavskärmning av temperaturgivare, justeringar av fläktars effekt i de olika systemen samt systemens olika driftlägen. Detta för att redan loggade värden från en längre tidsperiod ska vara representativa för det system som utvärderats.

1.4 Metodbeskrivning

Inledningsvis görs en litteraturstudie för att undersöka vilken forskning och vilka kunskaper som redan finns inom området. Utifrån det tas beslut om vad som är unikt för denna byggnad och som är av intresse att utreda närmare. Förberedande tester genomförs på de loggrar som finns tillhanda för att utvärdera dess pålitlighet och reaktionshastighet. Luftflödesmätningar utförs för att undersöka byggnadens ventilationssystem samt mätsystemet kopplat till det. Temperaturmätningar görs med egna loggrar under en period för att kunna utvärdera det omblandande systemets effektivitet samt i ventilationsaggregatet för att få en uppfattning om dess funktion. Vidare utvärderas befintlig mätdata från en längre period från det befintliga mätsystemet. Allmänna observationer och försök har lett fram förslag på tankar att ta med sig i liknande projekt i framtiden.

2. Beskrivning av byggnad, ventilationssystem och det fasta mätsystemet

2.1 Beskrivning av byggnaden

Byggnaden är av villakarakter och har ursprungligen använts som bostad åt sjukhusområdets portvakt. Numera är den utformad som ett korridorboende med fyra rum med enskilda badrum och gemensamt kök. Bostaden är i ett plan med en inredd vind som numera endast används som installationsrum. Källare finns under en mindre del av byggnaden, under resterande del finns uteluftventilerad kryppgrund. Ytterväggarna är uppbyggda av 1 ½-stens tegel. Byggnaden har ett vattenburet uppvärmningssystem med radiatorer kopplat till fjärrvärme.

Det finns en tillbyggd glasfasad framför byggnadens södra, östra och västra fasad. Fasaderna benämns norr-, söder-, öst- och västfasaden trots att byggnaden är vriden runt 40 grader i förhållande till väderstrecken, söderfasaden är exempelvis snarare belägen i sydost. Utrymmet mellan glasfasaden och tegelfasaden är 0,8 m djupt. Glasfasaden ansluter till byggnadens tak via ett glastak som sträcker sig över det inglasade området. Glasfasaden består av 8 mm tjockt härdat floatglas monterade i en stomme av aluminiumprofiler. Glastaket består av isolerglas. Luft kommer in i glasfasaden via springor mellan aluminiumstommen och marken samt otätheter vid anslutningen mellan glasfasad och tegelfasad.

2.2 Ventilationssystemet

2.2.1 Ventilationssystemets uppbyggnad

Ventilationssystemet är ett mekaniskt till- och frånluftssystem med återvinning, så kallat FTX-system. Rummen i huset är utformade som separata enheter med tilluft i rummet och frånluft i badrummet. Köket är en enhet med egen till- och frånluft och hallen tillsammans med förrådet är en enhet med tilluft i hallen och frånluft i förrådet. Tilluftsventilerna är av modell VST-10 och frånluftsventilerna är av modell GPDB-100, tillverkare Fläkt Woods. Rummen är utformade så att inget luftutbyte ska ske mellan enheterna. Vindsutrymmet saknar ventilation, förutom eventuella otätheter i byggnaden.

Det lägsta ventilationsflödet enligt BBR 20 (Boverket, 2013) är 0,35 l/s per m² golvarean i utrymmen med människor. Golvarean är 144,6 m², vilket ger det önskade flödet 50,6 l/s när byggnaden används som bostad.

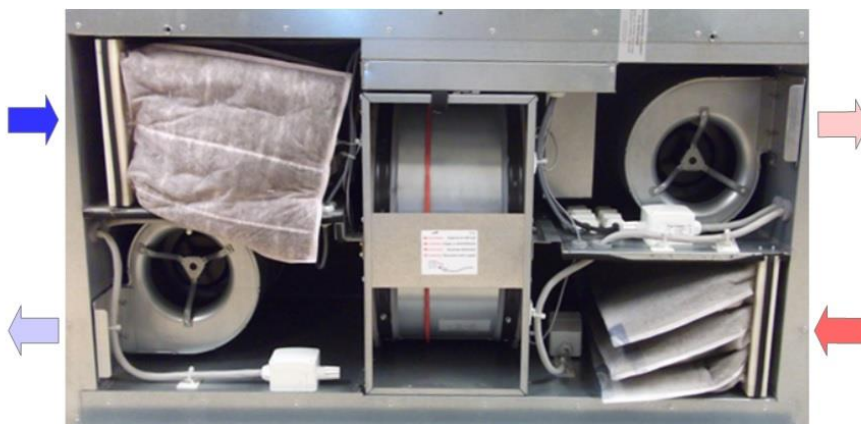
Ventilationsflödet 0,35 l/s per m² golvarea ger följande lägstaflöde för de olika enheterna:

Rum 1 - 7,9 l/s
Rum 2 - 8,9 l/s
Rum 3 - 10,9 l/s

Rum 4 - 8,8 l/s
Kök - 6,5 l/s
Hall/förråd - 7,6 l/s

2.2.2 System 5701

Ventilationssystemet som förser byggnaden med tilluft och avlägsnar frånluft benämns 5701. Systemet är uppbyggt runt ett ventilationsaggregat från Systemair, modell VR 700 DC, se figur 1.



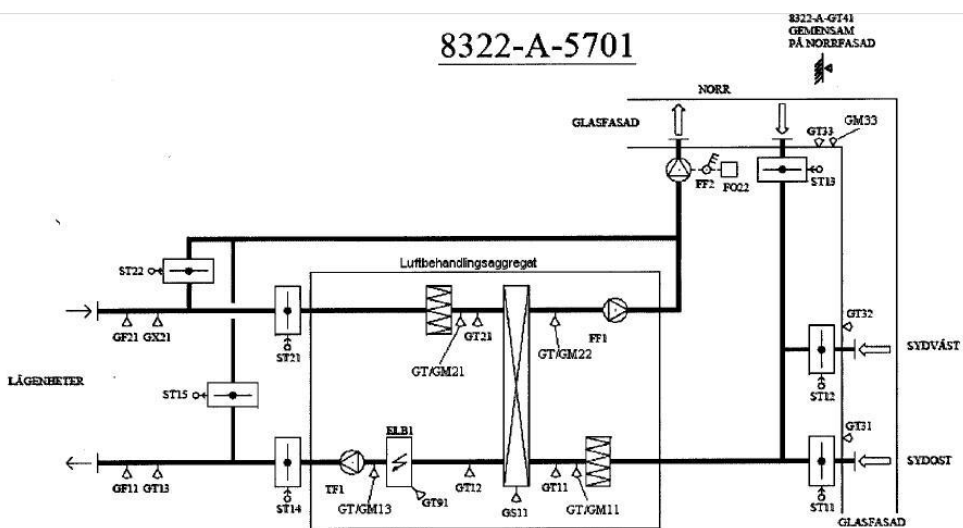
Figur 1 - Bild av ventilationsaggregatet. Mörkblå pil är uteluft, ljusblå pil är avluft, mörkröd pil är frånluft och ljusröd pil är tilluft.



Figur 2 - Kontrollpanel ventilationsaggregatet.

Ventilationsaggregatet innehåller en roterande värmeväxlare och ett värmebatteri för förvärmning av tilluften. Både uteluften och frånluften passerar genom ett filter innan den når värmeväxlaren och efter värmeväxlaren finns fläktarna som driver luften i systemet. Ventilationsaggregatet styrs manuellt med en dosa, se figur 2. Från dosan kan varvtalet på fläktarna ställas i tre olika lägen. Tilluftstemperaturen kan ställas i fem olika lägen, se bilaga 1 (s. 6). Fläkt-

arna är på 246 W vardera. Värmeväxlaren har en fast rotationshastighet och temperaturen regleras genom att värmeväxlaren slås på vid en bestämd temperatur och slås av vid en högre temperatur än när den slås på. I dosan väljs om värmebatteriet ska vara aktiverat. Vid aktiverad värmeslinga värmer i första hand värmeväxlaren luften och värmeslingan slås på då värmeväxlaren inte räcker till. Värmeslingan fungerar på ett liknande sätt som värmeväxlaren med fast effekt på 1670 W och av/på-slagning, där den slår av vid en högre temperatur än den slår på. Rätt tilluftstemperatur säkerställs med ventilationsaggregatets inbyggda temperaturgivare vid tilluft, frånluft, avluft och uteluft. Systemet har en bypassfunktion som gör att ventilationsaggregatet kan skyddas från rök vid brand. Spjäll ST15 och ST22 öppnas och spjäll ST14 och ST21 stängs så att ventilationsluft från byggnaden inte når ventilationsaggregatet vid brand, utan går i en separat kanal. Figur 3 visar en schematisk bild över system 5701.



Figur 3 - Schematisk bild av system 5701, ventilationsystemet.

Uteluftsintag finns på två olika ställen, på norra fasaden respektive innanför glasfasaden i söder, se figur 7 och 10. Var luftintaget sker styrs av två driftläge. Om temperaturen för de två givarna, 5701-GT31 och GT32, på söderfasaden båda är över 20 °C tas luften från norrfasaden direkt in till FTX-aggregatet och om temperaturerna är under 20 °C tas luften från söderfasaden, då förvärmning i glasfasaden sker. Byte av driftläge sker automatiskt genom samtidig öppning och stängning av spjäll 5701-ST11, ST12 respektive ST13, se figur 3. Det vill säga att om luften tas in från glasfasaden är spjäll 5701-ST11 och ST12 öppna, samtidigt som spjäll 5701-ST13 är stängt. Blir temperaturerna för givarna 5701-GT31 och GT32 båda över 20°C stängs istället spjäll 5701-ST11 samt ST12 samtidigt som spjäll 5701-ST13 öppnas så att uteluft kommer in från norrfasaden utan att passera igenom glasfasaden. Återgång till intag från glasfasaden sker när temperaturen sjunker till 18°C.

2.2.3 System 5702

Det finns även ett ventilationssystem som benämns 5702. Detta system arbetar endast med luften i utrymmet mellan tegel- och glasfasad. System 5702 arbetar oberoende av system 5701 och gör detta utifrån två olika driftläge, driftläge Värme och driftläge Kyla. System 5702 kommer vidare även att refereras till som det omblandande systemet.

Driftläge Kyla är tänkt att kyla byggnaden genom att föra in kyld luft till glasfasadens östra och västra sida via markrör. Luften tas då in med hjälp av en fläkt, 5702-TF1, från ett skuggigt område några meter ifrån byggnaden via ett betongrör, se figur 4. Den kalla luften fördelas ut i utrymmet innanför glasfasaden genom inventiler i markläge. Samtidigt transporteras varm luft bort från fasaden via luftintag högt upp på söderfasaden och ut ur en skorsten med hjälp av fläkt 5702-FF2, som är placerad i vindsutrymmet.

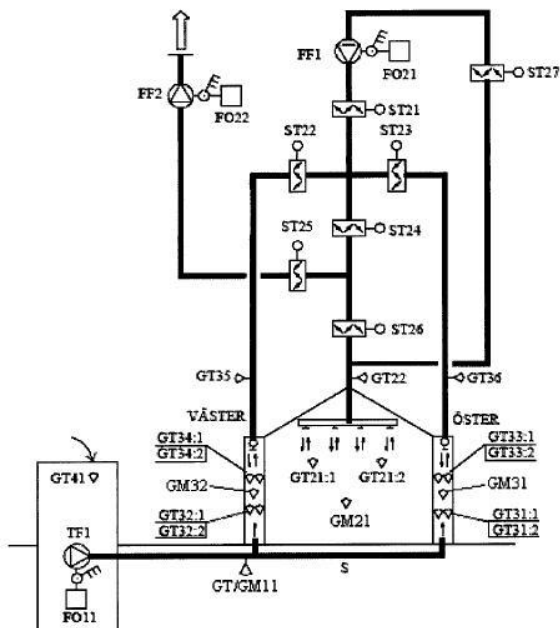


Figur 4 - Uteluftsintag vid driftläge Kyla i system 5702.

Driftläge Värme ska utjämna de temperaturskillnader som uppstår mellan fasadens olika väderstreck. När 5702-GT21:1 och GT21:2 når en medeltemperatur som är större än medeltemperaturen av givare 5702-GT31:1 och GT31:2, nedtill på östfasaden, eller större än medeltemperaturen av givare 5702-GT32:1 och GT32:2, nedtill på västfasaden startas driftläge Värme. För givarnas placering se figur 7-9. Spjäll 5702-ST21, ST22, ST23 samt ST27 öppnas då samtidigt som spjäll 5702-ST24, ST25 samt ST26 stängs och fläkt 5702-FF1 får drifttillstånd från det programmerbara styrsystemet (PLC). Detta innebär att luft tas högt upp på söderfasaden och fördelas till öst- och västfasaden. Figur 5 visar en schematisk bild över system 5702. De delar av systemet som i figuren är placerade ovanför siluetten av byggnaden har sin fysiska placering i vindsutrymmet.

Kopplat till system 5702, men oberoende av de två driftlägena, finns även vädringsfönster, 5702-HD01, i glasfasadens taknock på söderfasaden, se figur 6. Dessa styrs av utegivare 5702-GT41 och ska öppnas då utetemperaturen är högre än 23 °C. När utetemperaturen sedan är lägre än 20 °C stängs vädringsfönstren igen. För fullständig funktionsbeskrivning av system 5701 samt 5702 se bilaga 2.

8322-A-5702



Figur 5 - Schematisk bild av system 5702, det omvandlande systemet.



Figur 6 - Vädringsfönster högst upp i glasfasaden, söderfasad.

Byggnadens alla givare är kopplade till det programmerbara styrsystemet (PLC). PLC:n styr automatiskt driften av ventilationssystemet utifrån data från givarna, förutom själva ventilationsaggregatet som inte är kopplat till PLC:n.

2.3 Det fasta mätsystemet

Det finns flera olika typer av givare i de två systemen. Nedan listas tillverkare, modell, funktion samt vilka givare som är av den typen.

Produl, TEKY PT 1000, temperaturgivare i ventilationsaggregatet;
5701-GT11, 5701-GT12, 5701-GT21, 5701-GT22.

Produl, TEK PT 1000, kanaltemperaturgivare;
5701-GT13, 5702-GT21:1, 5702-GT21:2, 5702-GT22.

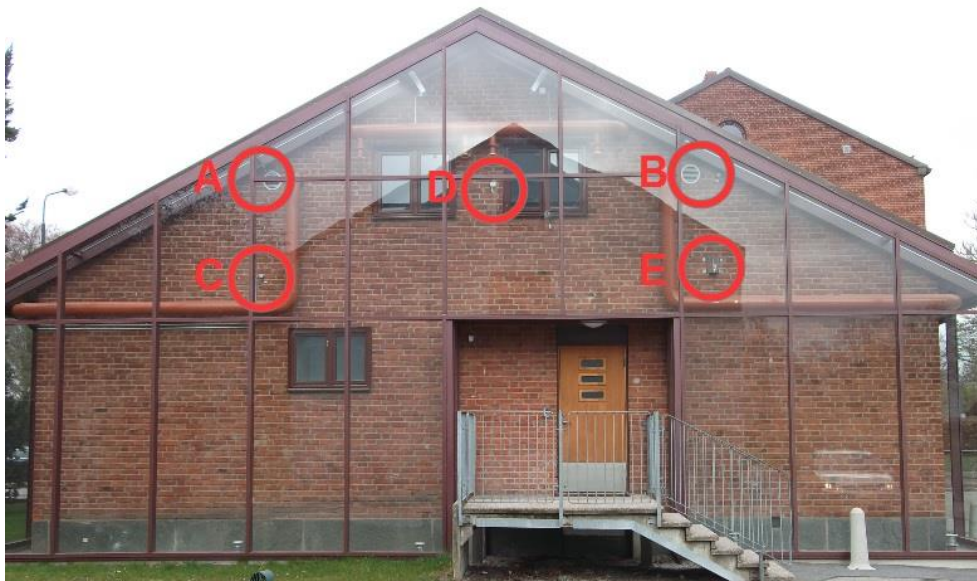
Produl, TEU PT 1000, temperaturgivare utomhus/i glasfasad;
5701-GT31, 5701-GT32, 5701-GT33, 5702-GT31:1, 5702-GT31:2, 5702-GT32:1, 5702-GT32:2, 5702-GT33:1, 5702-GT33:2, 5702-GT34:1, 5702-GT34:2, 5702-GT35, 5702-GT36.

Schneider Electric, SH0100, relativ luftfuktighetsmätare utomhus/i glasfasad;
5701-GM33, 5702-GM21, 5702-GM31, 5702-GM32.

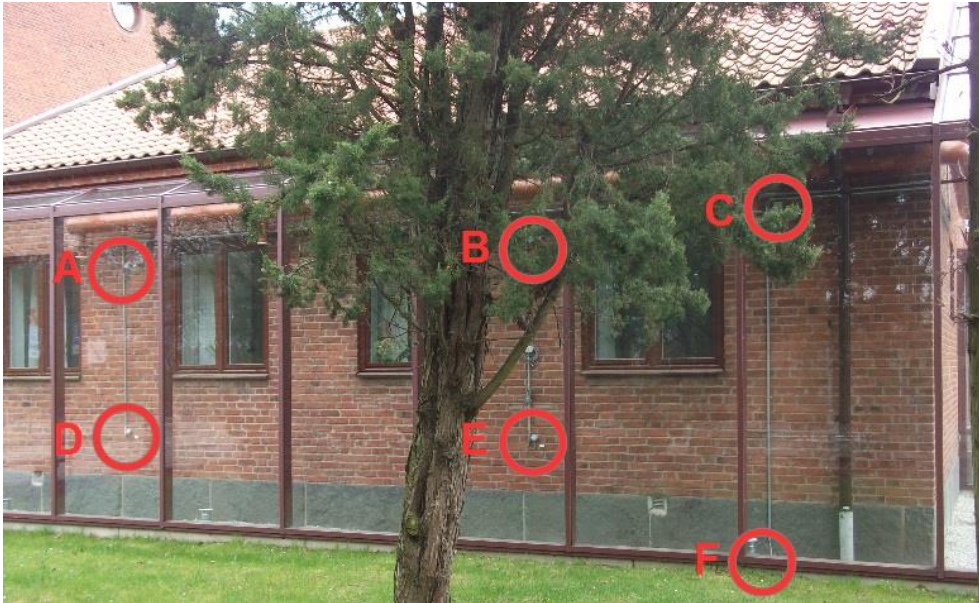
Thermokon, LC-FTA54/VS, temperatur- och relativ fuktighetsmätare i ventilationsaggregatet;
5701-GT/GM11, 5701-GT/GM13, 5701-GT/GM21, 5701-GT/GM22.

Thermokon, FTK/VS, temperatur- och relativ fuktighetsmätare i övergången mellan markkanal och glasfasad;
5702-GT/GM11.

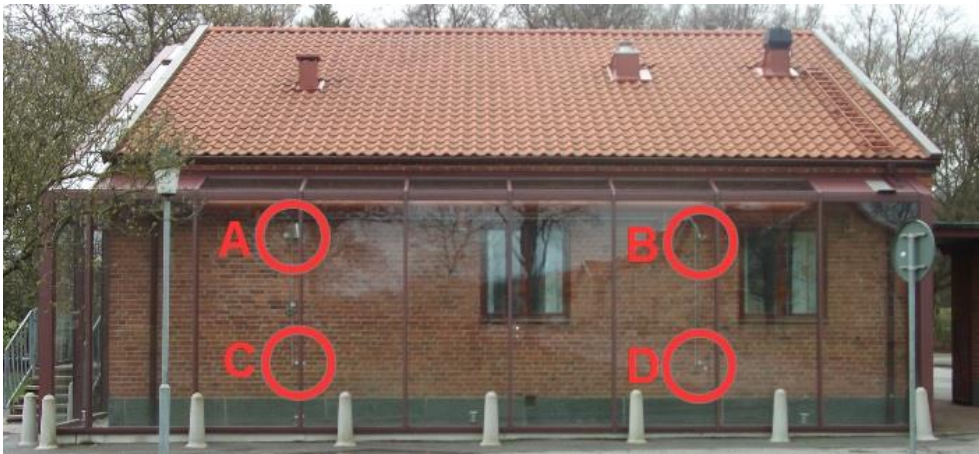
Calectro, PTH-3202-DF, tryck- och flödesgivare för till- och frånluft;
5701-GF11, 5701-GF21



**Figur 7 - Söderfasaden med markerade givare;
A: 5701-GT32, B: 5701-GT31, C: 5702-GT21:1, D: 5702-GM21, E: 5702-GT21:2.
Punkt A och B visar även uteluftintaget i glasfasaden.**



Figur 8 - Västfasaden med markerade givare;
A: 5702-GT34:2, B: 5702-GT34:1, C: 5702-GM32, D: 5702-GT32:2, E: 5702-GT32:1,
F: 5702-GT/GM11.



Figur 9 - Östfasaden med markerade givare;
A: 5702-GT33:1 samt 5702-GM31, B: 5702-GT33:2, C: 5702-GT31:1, D: 5702-GT31:2.



**Figur 10 - Norrfasaden med markerade givare;
A: 5701-GT33, 5701-GM33 samt uteluftintag.**

3. Teori

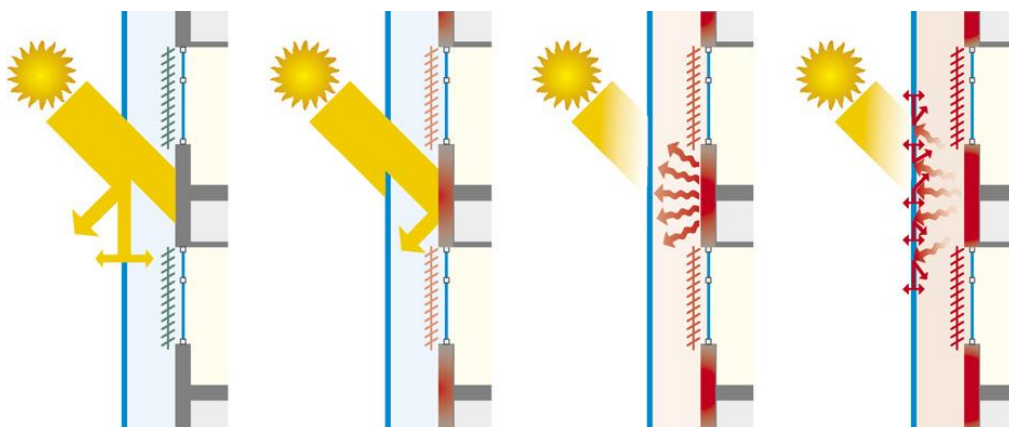
3.1 Litteraturstudie

Fokus i litteraturstudien låg på att hitta litteratur som behandlar dubbelskal-fasader med en glasfasad utanpå en tung stomme. Detta fall berörs väldigt lite i litteraturen, det vanliga är att båda skalerna är av glas, förutom det tidigare utförda examensarbetet av Elfborg och Vrbanjac (2012). Det som behandlas i litteraturen är i allmänhet kontorsbyggnader i varmare klimat, där främst övertemperaturer har studerats. För det aktuella fallet med bostadshus i kallare klimat, där energieffektivisering vid uppvärmningssäsongen studeras, verkar det saknas litteratur. Viss litteratur har hittats om den uppvärmande effekt som inglasade balkonger kan bidra med men detta är inget som har nyttjats i ventilationssamband.

3.2 Glasfasadens värmetekniska egenskaper

3.2.1 Växthuseffekt i glasfasaden

En omslutande glasfasad runt en befintlig fasad verkar enligt samma princip som ett växthus för att ta vara på värme från solstrålning. Av den solstrålning som träffar glasfasaden så reflekteras en del, en del absorberas och en del transmitteras. Den energi som absorberas kommer emitteras in mot tegelfasaden och ut från byggnaden. Den solstrålning som transmitteras och träffar tegelfasaden kommer antingen reflekteras eller absorberas. Där det finns fönster i fasaden sker även transmission. Den absorberade energin lagras i teglet och emitteras ut som långvågig strålning mot glasfasaden som absorberar en del och reflekterar en del av strålningen. Den långvågiga strålning som absorberas av glaset emitteras både utåt och inåt. Detta gör att när solen skiner passerar mer energi genom glasfasaden in mot byggnaden än vad som försvinner ut och därmed ökar temperaturen i utrymmet innanför glasfasaden. Växthuseffekten i glasfasaden illustreras i figur 11 (Gratia, De Herde, 2007).



Figur 11 - Illustration av växthuseffekten i glasfasaden (Gratia, De Herde, 2007).

Den värmeeffekt som tillförs ett material på grund av solstrålning beror på hur intensiv solstrålningen är, arean som träffas av solen, hur ytans normal förhåller sig till strålningsriktningen samt hur stor del av solstrålningen som absorberas. Rött tegel har en god förmåga att ta upp energi från solljus. Absorptansen för dagsljusstrålning (kortvågig strålning), α_{ks} , är för rött tegel 0,75, vilket kan jämföras med gult tegel; α_{ks} 0,55 och vit färg; α_{ks} 0,2. Det ger att en vitmålad yta absorberar ungefär 27% av den värmeeffekt som motsvarande yta av rött tegel absorberar och är därmed inte lika lämplig som rött tegel i detta sammanhang. En tumregel man kan utgå från är att mörka material har högre absorptans än ljusa (Claesson, Nevander, Sandin, 1984).

En annan materialegenskap hos den inre fasaden som är av betydelse är värmeupptagningsförmåga. Mängden värme som ackumuleras vid en temperaturhöjning är proportionellt mot materialets värmeupptagningsförmåga, en egenskap som beror av värmeledningsförmågan, densiteten och värmekapaciteten. En hög värmeupptagningsförmåga innebär även att när temperaturen sjunker kan materialet avge den ackumulerade värmen under en längre tid, vilket innebär att den värme som lagras i teglet när solen lyser värmer luften i glasfasaden även när solen gått ner. Ett material med hög värmeupptagningsförmåga sprider effektivare ut värmen från solstrålningen över dygnet. Värmeupptagningsförmågan för tegel är ungefär $900 W\sqrt{s}/(m^2K)$, vilket kan jämföras med trä; runt $320 W\sqrt{s}/(m^2K)$, och betong; runt $1700 W\sqrt{s}/(m^2K)$ (Claesson, Nevander, Sandin, 1984).

Om man ska utforma en dubbelskalsfasad där den yttre fasaden är av glas och avsikten är ta tillvara på så mycket som möjligt av solenergin bör materialen innanför glasfasaden vara mörka och med hög densitet snarare än ljusa och med låg densitet.

3.2.2 Konvektion på fasaden

Glasfasaden medför att den bakomliggande tegelfasaden skyddas från vind. Utsidan av glasfasaden kyls av vinden vilket ger en lägre yttemperatur på insidan. Den lägre yttemperaturen påverkar då lufttemperaturen i glasfasaden som blir lägre när fasaden är vindutsatt. Även om glasfasaden skyddar tegelfasaden från vind försvinner inte vindens kylande effekt helt (Gratia, De Herde, 2007). Ytorna innanför glasfasaden utsätts för både naturlig och påtvingad konvektion. Den naturliga konvektionen beror på termiska drivkrafter. Den varma luften stiger för att sedan sjunka när den kyls av en kallare yta och där efter värmas av en varmare yta och stiga igen. Den påtvingade konvektionen är luftrörelser orsakade av ventilationssystemet och det omblandande systemet. Påtvingad konvektion kan även vara luftrörelser som orsakas av att vind pressar in luft genom springorna där luften tas in i glasfasaden samtidigt som luft pressas ut på läsidan (Burström, 2009).

3.2.3 Slagregn

Slagregn kommer inte ha någon negativ byggnadsfysisk påverkan på de väggar som har glasfasad. Utan glasfasad träffas tegelväggen av slagregn och en viss del av vattnet kommer sugas upp kapillärt i väggen. Detta vatten kommer öka värmeledningsförmågan och därmed öka byggnadens värmeläckage. Det kommer även att krävas energi för att torka ut väggen, dock tas det mesta av den energin utifrån. Genom den extra glasfasaden undviks den negativa effekten av slagregn på teglet. Genom att regn hålls borta från tegelfasaden försvinner även risken för frostsprängning (Nevander, Elmarsson, 2011).

3.2.4 Transmission

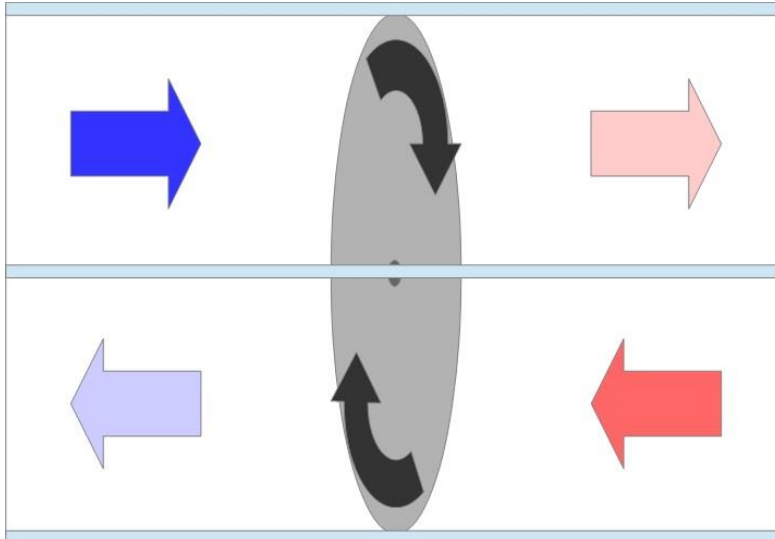
Transmissionsförluster genom ytterväggen minskar tack vare glasfasaden. Inte för att glaset i sig isolerar bra utan eftersom temperaturen på utsidan av tegelväggen blir högre än utetemperaturen. Temperaturdifferensen över tegelväggen blir därmed mindre och eftersom värmeflödet är proportionellt mot temperaturdifferensen blir transmissionsförlusterna genom konstruktionen mindre (Claesson, Nevander, Sandin, 1984). Glasfasaden gör även att den negativa effekten av värmetransmissionen genom tegelväggen minskas. I och med att transmissionsförlusterna teoretiskt värmer luften innan den når ventilationsaggregatet återförs en del av denna energi till byggnaden.

3.3 Roterande värmeväxlare

En roterande värmeväxlare består av en roterande skiva där halva skivan är i tilluftskanalen och andra halvan är i frånluftskanalen. Skivan är uppbyggd av tunna veckade metallprofiler som låter ventilationsluften flöda igenom. En roterande värmeväxlare verkar enligt principen att varm frånluft värmer metall som sedan flyttas till tilluftssidan och där värmer tilluft, den avsvalnade metallen flyttas sedan tillbaka till frånluftssidan och värms på nytt. Under gynnsamma förhållanden kan verkningsgraden för en roterande värmeväxlare vara 85 % (Warfvinge, Dahlblom, 2010). Temperaturverkningsgraden för en värmeväxlare kan bestämmas utifrån följande samband:

$$\eta = \frac{T_{till} - T_{ute}}{T_{från} - T_{ute}} \quad [-] \quad (1)$$

där T_{till} är tilluftens temperatur; T_{ute} är temperaturen på den luft som kommer in till värmeväxlaren; samt $T_{från}$ är frånluftens temperatur (Abel, Elmroth, 2008). Den roterande värmeväxlarens principiella uppbyggnad illustreras i figur 12.



Figur 12 - Principiell bild av en roterande värmeväxlare. Mörkblå pil är uteluft, ljusblå pil är avluft, mörkröd pil är frånluft och ljusröd pil är tilluft.

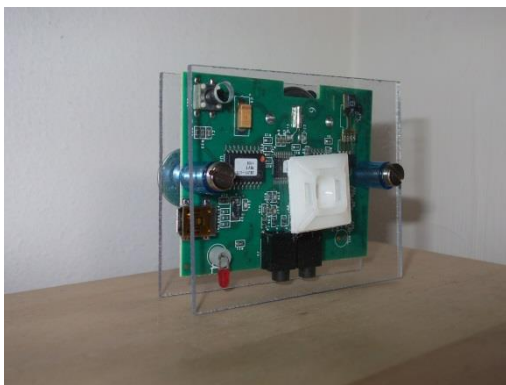
4. Förberedande mätningar

Innan utvärderingen av själva byggnaden inleddes utfördes ett antal förberedande mätningar. Till att börja med kontrollerades de loggrar som används för mätningar av temperatur samt relativ fuktighet. Detta gjordes genom enkla simuleringar för att utreda eventuella skillnader mellan loggrar. En inledande mätning av luftflöden i byggnadens ventilationssystem utfördes också för att ta reda på vilka flöden som är aktuella för de olika driftlägena. Slutligen utvärderas den mottagna datan av loggade värden från byggnadens inbyggda mät-system.

4.1 Förberedande temperaturmätningar

För att kunna utvärdera ventilationen i byggnaden samt den eventuella energibesparingen som glasfasaden ger användes även egna dataloggrar för att mäta temperaturen på valda platser i systemet. De dataloggrar som användes är av märket HOBO från Onset och de kan mäta både temperatur och relativ fuktighet under bestämda intervaller. Mätvärdena sparas och kan sedan avläsas till en dator.

Under mätningarna användes några olika varianter av samma typ av logger; öppna, externa samt den vanliga interna. Den öppna loggern, figur 13, har istället för det vanliga plastskalet två parallella plexiglasskivor som skyddar komponenterna. Detta för att försöka göra loggern mer känslig för förändringar, det vill säga reagera snabbt vid snabba temperaturförändringar, i omgivningen då den är i direktkontakt med klimatet. Den interna loggern har samma komponenter och uppbyggnad som den öppna men har ett plastskal runt hela konstruktionen, se figur 14. Vid sensorns placering finns det små hål i plastskalet som ska tillåta sensorn att komma i kontakt med det omgivande klimatet. De externa mätarna är kablar med sensorer längst ut som endast mäter temperatur, se figur 14.



Figur 13 - Den öppna loggern.



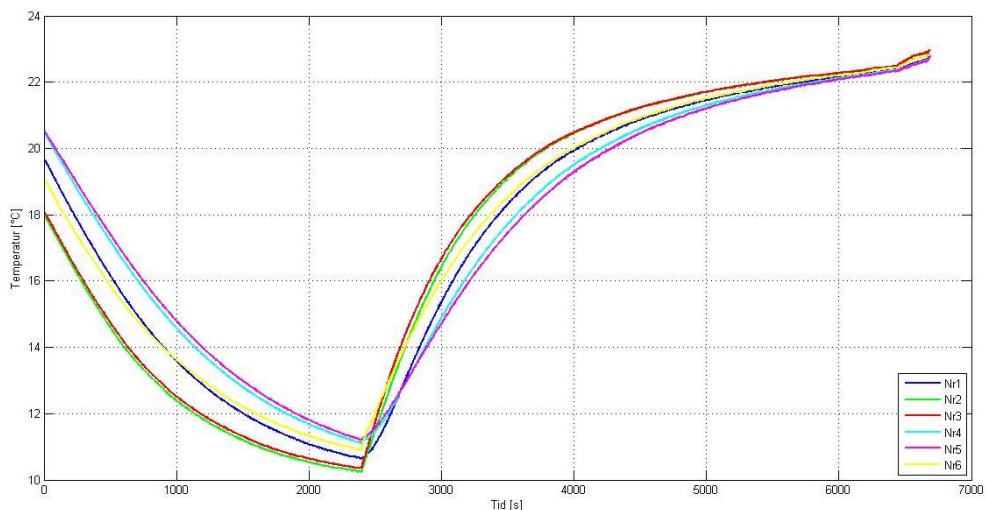
Figur 14 - Den vanliga (interna) loggern med externa mätare.

Vid mätning av lufttemperatur kan det vara av betydelse att kunna fånga upp snabba förändringar och då kan givarens utformning ha betydelse. Innan mätningarna påbörjades i byggnaden gjordes därför en utvärdering och jämförelse av de olika loggrarna för att undersöka om de reagerar på samma sätt vid temperaturförändringar och hur snabbt och om de registrerar samma temperaturvärdet.

4.1.1 Utvärdering av loggrar

4.1.1.1 Kylskåpstest

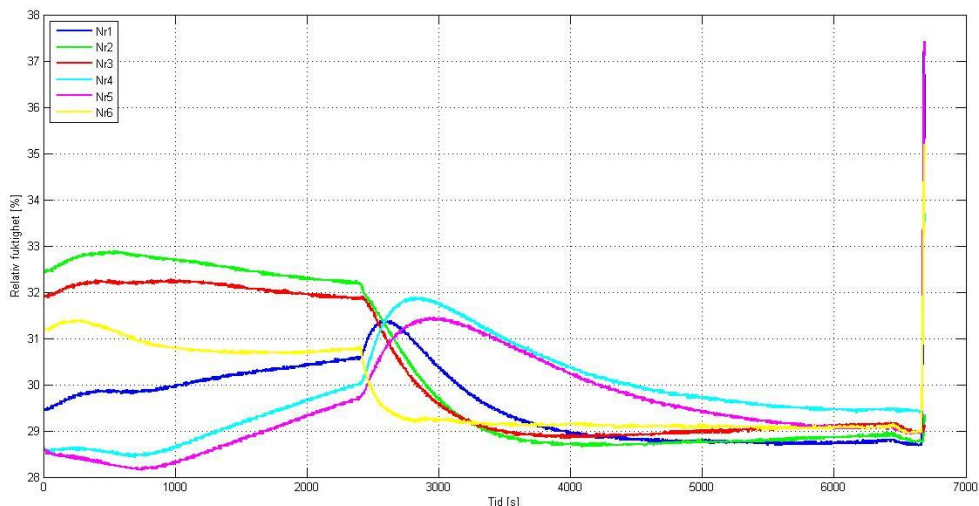
För att undersöka om de sex stycken öppna loggrarna reagerar likadant på temperaturförändringar, samt om de visar samma temperatur, utfördes ett "kylskåpstest". Detta innebär att loggrarna förflyttades från rumstemperatur till ett kylskåp där de fick ligga i ungefär 40 minuter innan de togs ut i rumstemperatur igen. Denna tidpunkt representeras av den tydliga "knycken" som uppstår i grafen, se figur 15. Vid grafens början, tiden 0 sekunder, läggs loggrarna in i kylskåpet. Loggrarna lades i en plastpåse så att de alla blev utsatta för samma klimat i en kontrollerad miljö. Resultatet av detta försök ses nedan (figur 15 och figur 16). Det mättes ett värde i sekunden av både temperatur och relativ fuktighet.



Figur 15 - Resultat av kylskåpstest, öppna loggrar.

Det blev tydligt att loggrarna inte läser av samma temperatur trots att de befinner sig i samma klimat. Dock är det störst skillnad då temperaturen förändras, som mest upp till 3 °C skillnad, och detta kan bero på att loggrarna har olika reaktionshastighet. Det ser ut som om att då temperaturen är stabil en längre tid blir avvikelserna mellan de olika loggrarna mindre.

Temperaturen i kylskåpet varierar mellan 8-10°C och det innebär att loggrarna tyvärr inte hann stabiliseras runt rätt temperatur innan de togs ut igen. Därför blir skillnaden mellan loggrarnas uppvisade temperaturer större då de inte har samma utgångstemperatur.

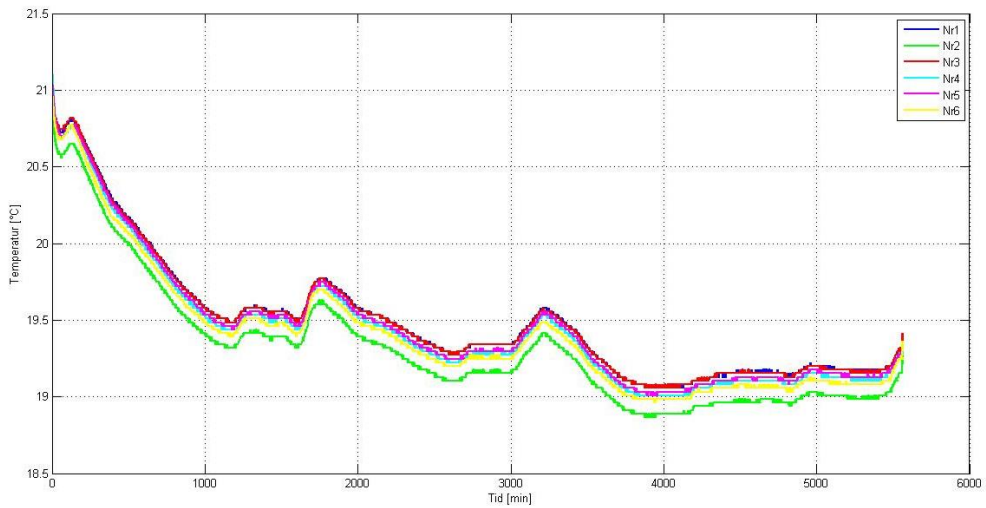


Figur 16 - Resultat av kylskåpstest, öppna loggrar.

Den relativa fuktigheten varierade mellan de olika loggrarna, som mest med nära 5%, och visade dessutom väldigt skilda mönster. Detta kan bero på nedsmutsning av sensorerna eller liknande och det är speciellt vid temperaturförändringar som de reagerar på olika sätt.

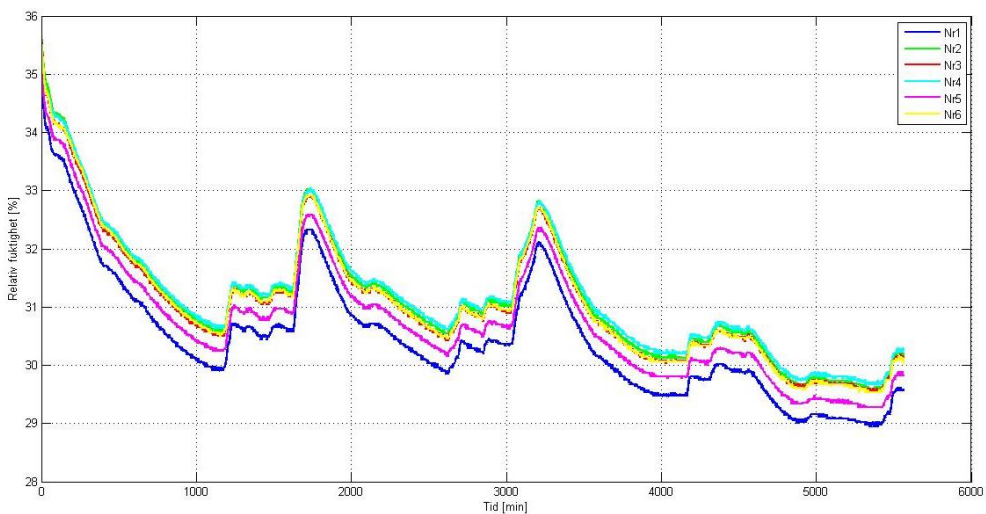
4.1.1.2 Långtidstest – Öppna

Eftersom loggrarna uppvisade skillnader vid de temperaturvariationer som kylskåpstestet orsakade gjordes även ett långtidstest vid en relativt konstant temperatur. Detta för att utesluta påverkan av loggrarnas olika reaktionshastighet och istället undersöka deras inbördes eventuella skillnad i absolutnivå. Loggrarna lades i en plastpåse som lades i ett stängt skåp för att inte störas av aktivitet i omgivningen. De programmerades för att mäta temperatur och relativ fuktighet en gång i minuten under ungefär fyra dygn. Från grafen nedan, figur 17, fås då en avvikelse på 0,2°C mellan den logger som mäter den högsta temperaturen (Nr 1) och den logger som mäter den lägsta temperaturen (Nr 2). Det kan också vara värt att notera att logger nr 2 konstant ligger lite lägre än de andra loggrarna. Den största avvikelsen mellan loggrarna, om man bortser från logger nr 2, är 0,12°C. I övrigt mäter alla de öppna loggrarna ungefär samma värden och reagerar likadant vid små temperaturförändringar som uppstod trots den skyddade miljön.



Figur 17 - Resultat av långtidstest, öppna loggrar.

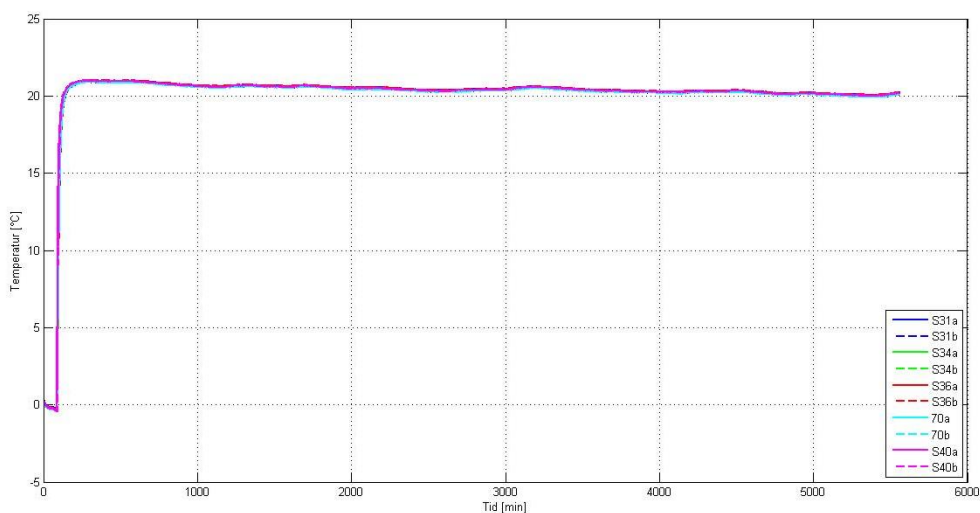
Under de relativt konstanta förhållandena vid långtidstestet uppvisar även mätningarna av relativ fuktighet av de olika loggrarna ett mer liknande mönster än vid kylskåpstestet. En genomgående avvikelse mellan den logger som ger det högsta värden (Nr 4) och den logger som ger det lägsta värdet (Nr 1) på 0,75% kan utläsas från grafen nedan, figur 18.



Figur 18 - Resultat av långtidstest, öppna loggrar.

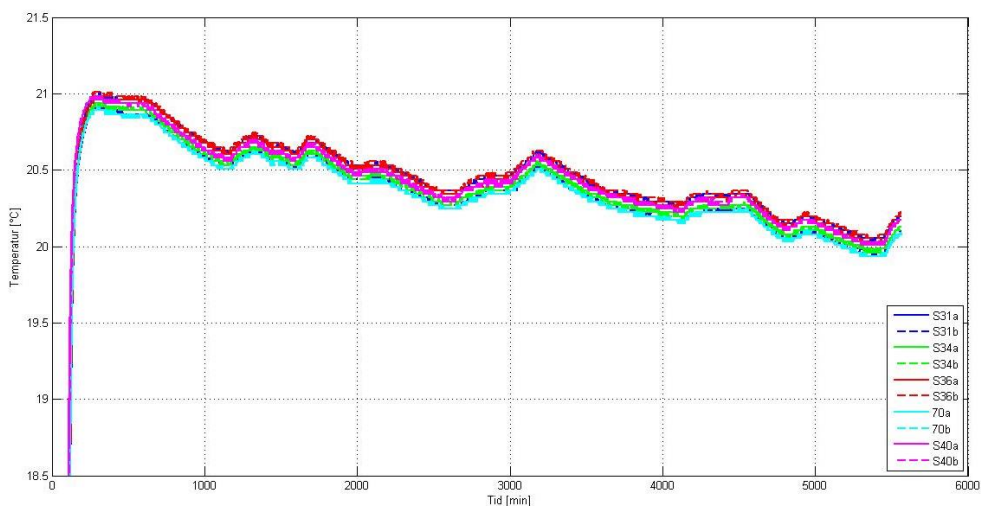
4.1.1.3 Långtidstest – Externa

Ett långtidstest utfördes även på de externa loggrarna för att kontrollera deras temperaturmätningar och eventuella avvikelser mellan de olika externa loggrarna. Sex stycken loggrar, med två externa mätare vardera, placerades i en plastpåse som till att börja med befann sig i uteklimat runt 0°C. De togs sedan in och placerades i ett stängt skåp för att få en så ostörd miljö som möjligt. Där låg de under ungefär fyra dygn och värden mättes och lagrades en gång i minuten. Resultatet av försöket syns nedan i figur 19. En av loggrarna fick uteslutas efter testet då det saknade mätvärden vid vissa tidpunkter. De övriga loggrarna uppvisade dock samma rörelsemönster och en avvikelse på 0,12°C mellan den logger som visade högst temperatur (S36) och den som visade lägst temperatur (70) kunde utläsas.



Figur 19 - Resultat av långtidstest, externa loggrar.

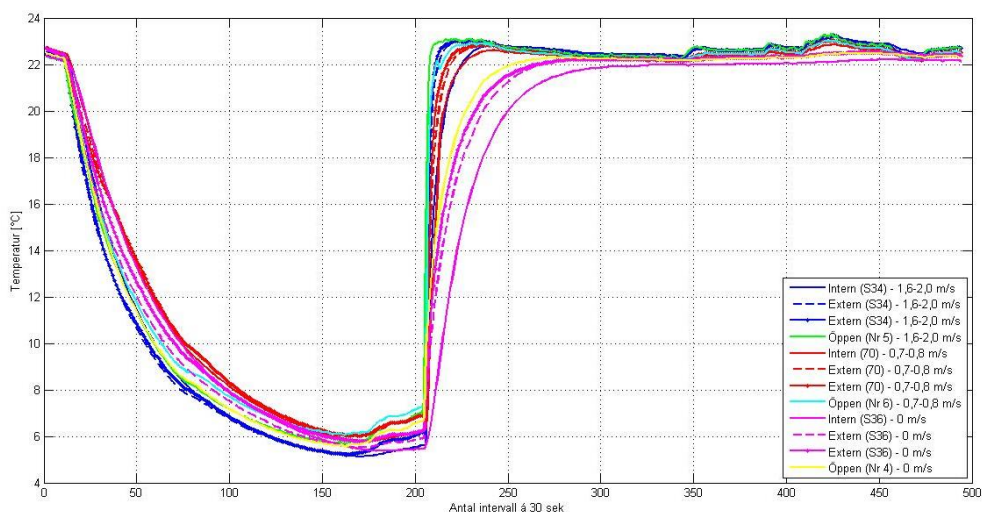
I figur 20 ses resultatet av långtidstestet med externa loggrar igen men med samma skala på y-axeln som för långtidstestet med de öppna loggrarna, se figur 17. Man kan se att även de externa loggrarna reagerar på små temperaturförändringar i omgivningen, men variationerna är inte lika stora som för de öppna loggrarna. Dock har de båda testerna inte utförts på exakt samma plats, endast under samma tid men i olika skåp, så det är möjligt att temperaturvariationerna skiljer sig åt i de olika skåpen.



Figur 20 - Resultat av långtidstest, externa loggrar.

4.1.1.4 Påverkan av lufthastighet

Det finns även ett intresse av att undersöka och jämföra de tre olika typerna av sensorer utsatta för olika lufthastigheter. Frågan är om lufthastigheten har betydelse för sensorernas reaktionshastighet och om sensorerna reagerar olika snabbt vid olika lufthastigheter. För att undersöka detta placerades sex stycken loggrar i en plastpåse i uteklimat för att kylas ned till en lägre temperatur än inneklimatet. Tre av loggrarna var öppna loggrar, de andra tre lagrade data från vardera två externa sensorer samt även den interna sensorn. De nedkylda loggrarna togs sedan in i inneklimat och placerades i luftströmmar med olika hastighet; en luftström med hastigheten 1,6 – 2,0 m/s, en med lufthastigheten 0,7 – 0,8 m/s samt en med stillastående luft. De olika luftströmmarna skapades med hjälp av en bordsfläkt. Loggrarna placerades på olika platser i förhållande till fläkten och lufthastigheten mättes på respektive plats. I vardera punkt placerades en öppen logger samt en logger som tog värden från den interna sensorn och de två externa sensorerna. De loggrar som var i stillastående luft placerades under själva bordet som övrig utrustning för experimentet fanns på. Värden mättes och lagrades med 30 sekunders intervall. Resultaten ses i figur 21 nedan.

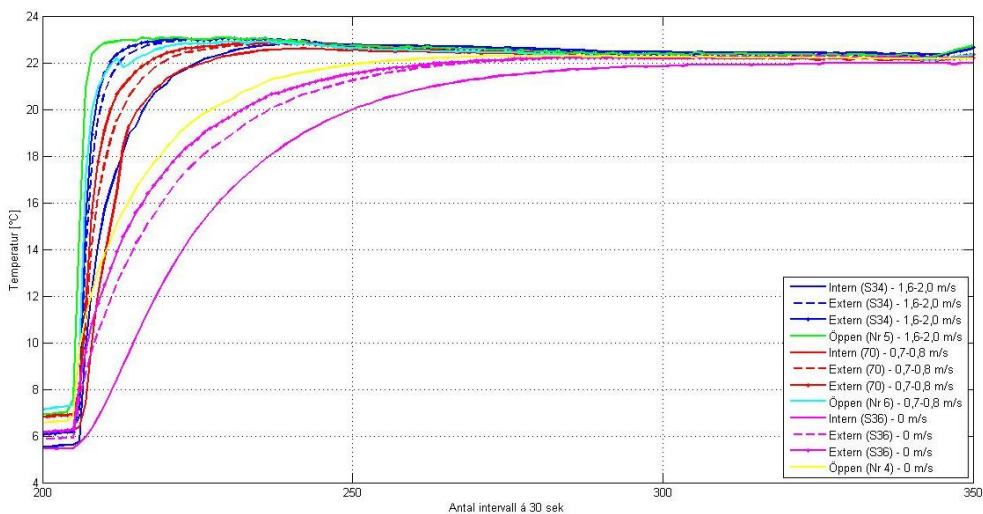


Figur 21 - Resultat av test med påverkan av lufthastighet.

Den stora temperaturförändringen för loggrarna sker efter ungefär 205 st 30 sekunders intervall och loggrarna stabiliserar sig alla runt samma temperatur efter ungefär 350 st. 30 sekunders intervall, se figur 22. Som väntat uppnår de loggrar som befinner sig i en aktiv luftström rumstemperatur snabbare än de som befinner sig i stillastående luft. Detta beror antagligen på att luften runt sensorerna byts ut snabbare. Däremot syns det ingen större skillnad mellan de olika lufthastigheterna, 1,6 – 2,0 m/s respektive 0,7 – 0,8 m/s, och detta verkar inte påverka sensorerna märkbart. Så länge ett luftutbyte finns verkar det inte ha så stor betydelse hur stort det är. Genomgående för de olika positionerna är det dock de öppna loggrarna som har högst reaktionshastighet, detta då de är i direktkontakt med klimatet samt inte har så stor massa som de externa sensorerna som behöver värmas upp. Lägst reaktionshastighet har de interna sensorerna. I tabell 1 nedan ses hur många minuter det tog för respektive sensor att uppnå rumstemperatur.

Tabell 1 – Resultat av test med olika lufthastigheter och olika sensorer.

Lufthastighet	Typ av sensor	Tid
1,6 - 2,0 m/s	Öppen	2,5 min
	Extern	7,5 min
	Intern	16,5 min
0,7 - 0,8 m/s	Öppen	9 min
	Extern	13 min
	Intern	18,5 min
0 m/s	Öppen	33,5 min
	Extern	37,5 min
	Intern	49,5 min

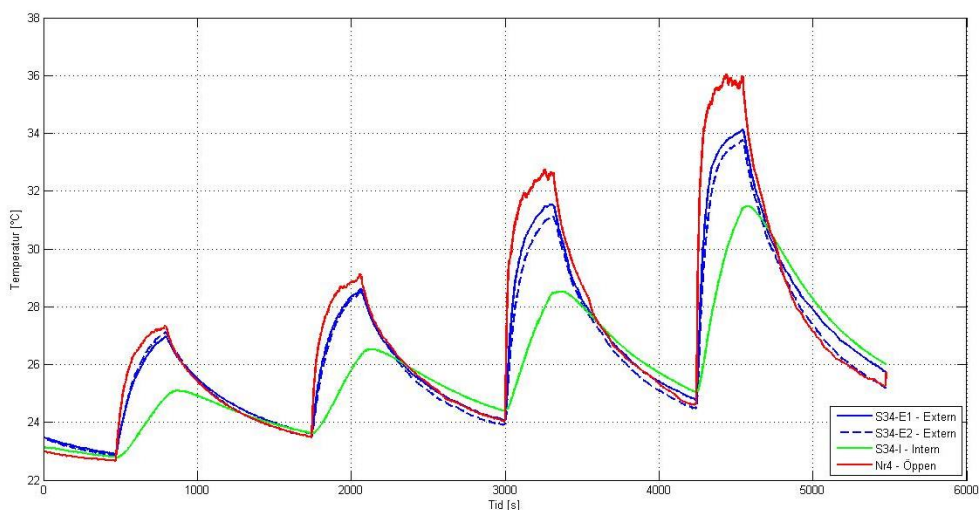


Figur 22 – Resultat av test med påverkan av lufthastighet

4.1.1.5 Test – Hårtork

Ett jämförande test mellan de olika sensorerna gjordes även med hjälp av en hårtork som genererar en varm luftström. Loggrarna programmerades så att ett värde mättes och lagrades varje sekund. De placerades sedan 1,60 m från hårtorken, som till att börja med var avstängd. Hårtorken startades sedan och var igång under ca fem minuter. Efter fem minuter var hårtorken avstängd i 15 minuter innan loggrarna förflyttades 40 cm närmare hårtorken som då startades under ytterligare fem minuter. Detta förlopp upprepades totalt fyra gånger och varje gång förflyttades loggrarna 40 cm närmare hårtorken. Desto närmare hårtorken som loggrarna befann sig desto högre blev temperaturen och hastigheten i luftströmmen. Resultatet syns nedan i figur 23.

Det syns tydligt att den interna sensorn har lägst reaktionshastighet även i detta test. Detta beror antagligen på att den skyddas delvis från klimatförändringar av det omgivande plasticskalet. Den öppna loggern reagerar snabbast och i de två sista tidsperioderna hinner den stabilisera sig runt temperaturen som hårtorken avger. Här kan man även se att den reagerar på små temperaturvariationer som de interna loggrarna inte uppfattar.



Figur 23 - Resultat av test med hårtork.

4.1.1.6 Slutsatser

De olika sensorerna reagerar uppenbarligen olika vid olika förutsättningar. Detta gör dem mer eller mindre användbara vid skilda situationer. Handlar det om små temperaturvariationer är den öppna loggern den mest känsliga och den har även en hög reaktionshastighet vid stora temperaturvariationer. De externa sensorerna reagerar dock inte på små temperaturvariationer utan ger ett mer stabilt resultat, se figur 22, som kan vara fullt tillräckligt vid de flesta mätningar. Även de har en hög reaktionshastighet. Den interna sensorn däremot har en låg reaktionshastighet och kan därmed ge missledande värden på snabba temperaturvariationer då den inte hinner reagera fullt ut.

I de situationer som loggrarna ska användas handlar det till största del om temperaturvariationer över dygnet. Dessa variationer pågår under längre tidsintervall, det handlar inte om sekunder som de flesta tester ovan har utförts för. För att få säkrast resultat bör de öppna loggrarna användas, men även de externa sensorerna bör vara fullt tillräckliga.

4.2 Luftflödesmätningar i byggnaden

För att kunna kontrollera samt utvärdera byggnadens ventilationssystem genomfördes luftflödesmätningar av tilluft och frånluft i system 5701, d.v.s. det system som ska tillgodose rummen med nödvändig luftomsättning. Mätningarna utfördes med en Swema Flow 125D och tillhörande stös 300x300 mm² och stös 650x650 mm² i alla fall förutom för ett don där dess placering inte tillät tillräckligt utrymme för stosen. För detta don, tilluftsdonet i rum 1, användes istället en tryckgivare (SWA 07) i kombination med en Swema Air 300. Det

uppmätta tryckfallet över donet ger sedan luftflödet i kombination med donets k-faktor, enligt följande ekvation:

$$q = k\sqrt{\Delta p} \quad [l/s] \quad (2)$$

där q är flödet genom donet; k är donets k-faktor; samt Δp är tryckfallet över donet. k-faktorn beror på donets inställning, dvs hur stor spaltöppning den har, och fås från produktblad för aktuellt don, se bilaga 3. Spaltöppningen i mm är relaterad till det antal varv som kägla skruvas ut från bottenläget då donet är helt stängt. Donet i rum 1 är inställt på 4,5 varv från stängt läge och det ger k-faktorn 1,8125. Mätningen utfördes för de tre olika flödesnivåerna som ventilationsaggregatet ger vid de olika fläktinställningarna forcerad (max) ventilation, normalventilation samt min. ventilation. Se resultat i tabell 2 nedan.

Tabell 2 - Resultat av tryckfallsmätningar för tilluftsdon.

	Forcerad ventilation (Max)	Normalventilation	Min. ventilation
Δp (Pa)	124	55	20,5
q (l/s)	20,2	13,4	8,2

Luftflödesmätningarna med stos utfördes enligt Backpressure-metoden, då denna metod kompenserar för den störning av luftflödet som sker vid mätning med stos. Det används då en tryckfallsring som vid mätning av tilluft placeras på motstående sida av Swema Flow 125 från donet. Stos som användes vid mätningen av tilluft hade måtten 650x650 mm². Vid mätning av frånluft placeras tryckfallsringen på samma sida som donet och en stos med måtten 300x300 mm² användes. Backpressure-metoden medför en total mätosäkerhet på ±10%, dvs det totala metodfelet är 10%.

Tabell 3 visar uppmätta värden på till- och frånluft för de olika rummen vid de tre olika flödesnivåerna som kan regleras i aggregatet. De totala uppmätta till- och frånluftslödena jämförs även med de flöden som PLC:n visar vid samma tillfälle och dessa borde vara lika stora. Det är de dock inte och det verkar som att åtminstone värdet som PLC:n visar för frånluften är inkorrekt. Enligt PLC:n skulle det råda ett övertryck i huset, frånluftslödet enligt PLC:n är mindre än tilluftslödet, medan utförda mätningar visar att ventilationen skapar ett undertryck, d.v.s. frånluftslödet är större än tilluftslödet.

I tabell 3 nedan ses även de krav på ventilationsflöde för byggnadens olika enheter som Boverket (2013) ställer för att uppnå ett gott inneklimat. I dagsläget, då ingen bor i någon av lägenheterna, står ventilationen inställd på forcerad ventilation. Detta leder till ett ganska stort slösande med energi då normalventilation hade varit fullt tillräckligt. Hade en injustering av ventilationen utförts hade till och med minimal ventilation kunnat bidra med tillräcklig luftomsättning. Om förhållandena ska undersökas för då personer vistas i bostäder

ska flödet vara minst 50,6 l/s. För krav för de olika rummen se avsnitt 2.2.1. Om lokalerna ska användas till kontor kan högre flöden bli aktuella, men det verkar högst osannolikt i detta fall då byggnaden är inredd med studentlägenheter.

Tabell 3 - Uppmätta samt beräknade ventilationsflöden för system 5701.

Rum	Forcerad ventilation (Max.)		Normal-ventilation		Min. ventilation		Lägsta ventilationsflöde enligt BBR 20 (l/s)	
	Tilluft (l/s)	Frånluft (l/s)	Tilluft (l/s)	Frånluft (l/s)	Tilluft (l/s)	Frånluft (l/s)		
Rum 1	20,2*		13,4*		8,2*		7,9	
WC/D 1		26,5		15,2		7,8		
Rum 2	22,2		13,5		7,4		8,9	
WC/D 2		25,2		14,8		8,9		
Rum 3	18,9		12,4		7,7		10,9	
WC/D 3		26,6		15,6		8,4		
Rum 4	20,9		15,5		8,9		8,8	
WC/D 4		25,3		15,9		9,3		
Hall	22,2		13,6		7,5		7,6	
Förråd		25,8		16,5		8,7		
Kök med matplats	24,8	27,5	17,5	17,5	9,3	9,7	6,5	
Totalt uppmätt flöde	129,2	156,9	85,9	95,5	49	52,8	Totalt flödeskrav	50,6
Flöde enligt PLC	150	118	85	43	47	13		

*mätning utförd med tryckgivare

4.3 Loggad data från byggnadens mätsystem

Alla temperatur-, fukt- samt flödesgivare i både system 5701 och 5702 är via den lokala PLC:n kopplade till Malmö Stads trenddatabas Citect. System 5701 och 5702 beskrivs närmare i avsnitt 2.3. Filer med loggad data från alla givare i både system 5701 och 5702 tillhandahålls av Malmö Stadsfastigheter. Mätperioden sträckte sig från 2013-10-28 till 2014-03-16 och under denna period har det loggats värden en gång per minut.

Den mottagna datan visade sig vara orimlig, värdena var en faktor 10^5 för stora. Serviceförvaltningen Malmö Stadsfastigheter lämnade besked att det rörde sig om skalningsfel i Citect och genom att dividera med 10^5 korrigerades dessa till korrekt uppmätta temperaturer och RF. Dock upptäcktes det att värden under 1°C (100000 i filerna) inte följde detta mönster utan visades med

korrekt antal siffror. Det var även en total avsaknad av negativa temperaturer, något som inte var rimligt eftersom flera givare mäter utetemperatur och mätperioden var under vinterhalvåret. När värdena studerats närmare upptäcktes det att vid de tillfällen det borde vara negativa värden stod det istället n/a. Det fanns även tillfällen där alla givare visade n/a och då berodde det på att PLC:n tappat kontakten med det överordnade systemet vid dessa tillfällen. Avsaknaden av negativa värden berodde på att de inte tilläts i Citect, detta skalningsfel åtgärdades under arbetets gång. Tyvärr gick det inte att korrigera redan hämtade värden från den aktuella perioden.

Ytterligare ett problem med den mottagna datan var beteckningarna för de olika givarnas värden i filerna. Utifrån dessa gick det inte att utläsa vilka värden som hörde till respektive givare i ventilationsaggregatet där det sitter två givare vid uteluft, tilluft samt frånluft. Detta blev aktuellt vid uteluften in till ventilationsaggregatet (5701-GT11) samt vid frånluften (5701-GT21) där det fanns två olika mätvärden för varje minut vid samma placering. I datafilerna har båda givare samma beteckning. För att lösa detta vid behandlingen av data från dessa punkter i analysen tas medelvärdet av de två mätvärdena från samma placering. Vid tilluften har de två givarna olika numrering och i analysen används data från temperaturgivare 5701-GT12.

5. Analys och resultat av temperaturmätningar i byggnaden

5.1 Temperaturmätningar i ventilationsaggregatet

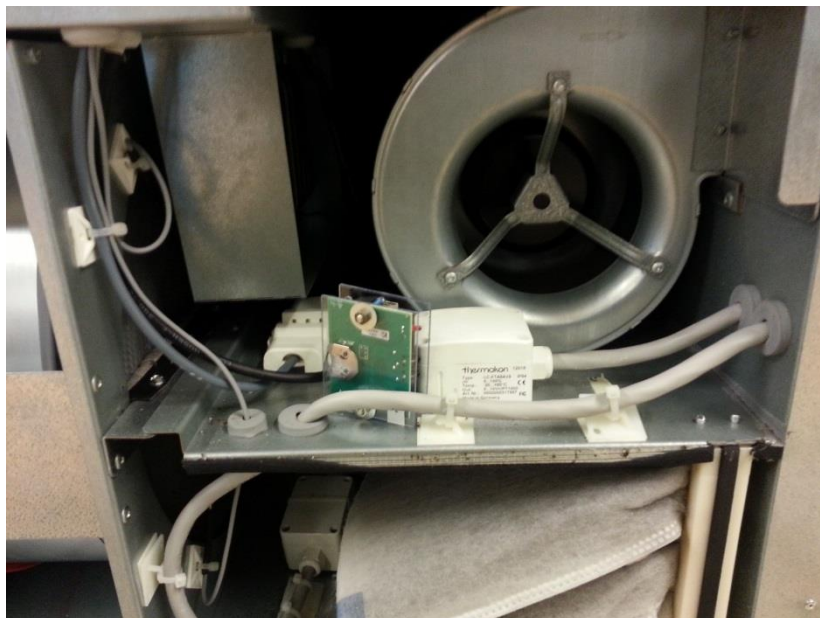
För att utvärdera ventilationsaggregatet och de fasta temperaturgivare som finns inuti denna placerades egna öppna loggrar på de fyra platser där befintliga givare monterats, se figur 24-27 nedan. Dessa loggrar avläste temperaturen en gång i minuten under perioden 2014-02-28 kl. 14.00 till 2014-03-11 kl. 08.19. Under den tiden var ventilationsaggregatet inställt på att hålla en tilluftstemperatur på 19,5 °C och ventilationen stod i forcerat läge enligt dosan som styr ventilationsaggregatet och tillhörande drifts- och skötselanvisningar, se bilaga 1. Detta innebär att tilluftsflödet i byggnaden var 129 l/s och frånluftsfödet var 157 l/s enligt tidigare redovisade mätningar. Data från de befintliga givarna från samma tidsperiod sorterades ut från den givna datamängden. De befintliga givarna avläser också temperaturen en gång i minuten, dock med en förskjutning på 16 sekunder i förhållande till våra loggrar. Detta är så pass lite så det borde inte påverka resultatet. Temperaturvariationerna i ventilationsaggregatet ses i figur 28 nedan.



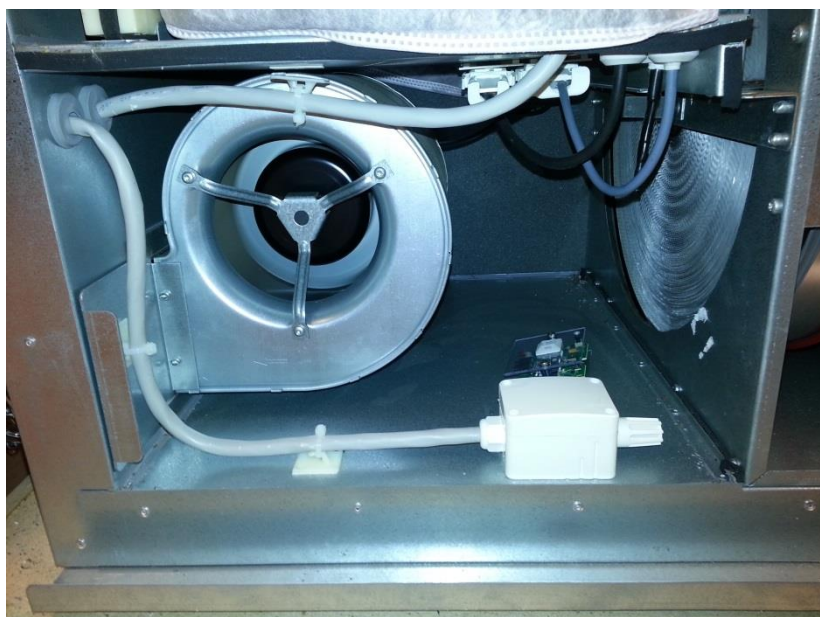
Figur 24 - Placering av egen öppen logger samt befintlig givare (5701-GT11) i ventilationsaggregatet.



Figur 25 - Placering av egen öppen logger samt befintlig givare (5701-GT21) i ventilationsaggregatet.



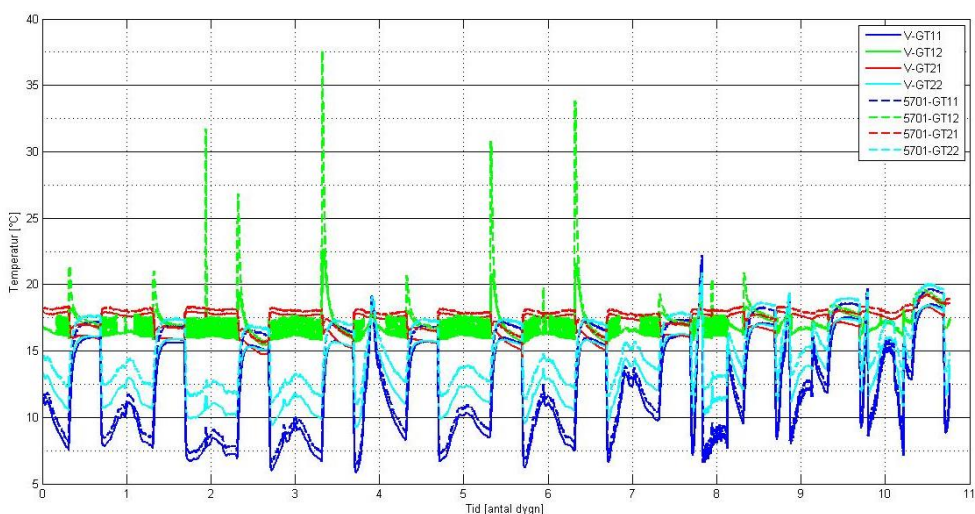
Figur 26 - Placering av egen öppen logger samt befintlig givare (5701-GT12) i ventilationsaggregatet.



Figur 27 - Placering av egen öppen logger samt befintlig givare (5701-GT22) i ventilationsaggregatet.

Tabell 4 - Förklaring till beteckningar i figur 28-32.

Beteckning	Placering i ventilationsaggregatet och typ
V-GT11	Uteluft, egen logger (Nr 5)
V-GT12	Tilluft, egen logger (Nr 3)
V-GT21	Frånluft, egen logger (Nr 4)
V-GT22	Avluft, egen logger (Nr 6)
5701-GT11	Uteluft, befintlig givare (medelvärde)
5701-GT12	Tilluft, befintlig givare
5701-GT21	Frånluft, befintlig givare (medelvärde)
5701-GT22	Avluft, befintlig givare

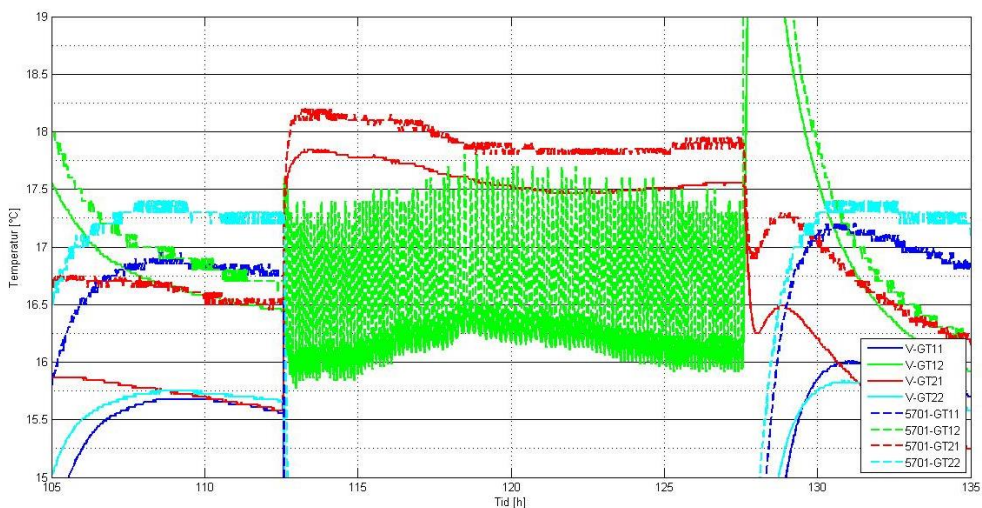


Figur 28 - Resultat av temperaturmätning i ventilationsaggregatet.

Det man direkt kan se från grafen är att värdena från de egna loggrarna och de befintliga givarna ger ungefär samma temperaturer och de följer samma mönster. Detta mönster visar en relativt konsekvent dygnsvariation som indikerar att varje kväll ca kl. 21.30 ökar uteluften i temperatur till ca 16 °C samtidigt som frånluftstemperaturen sjunker till ca 16 °C. Då detta inte stämmer överens med de temperaturvariationer som uteklimatet har samt att ute- och frånluftstemperaturen är samma gör att slutsatsen dras att ventilationen i byggnaden stängs av under natten. Den är med andra ord inställd på en sorts

kontorsdrift där man antar att ingen vistas i byggnaden nattetid. Anledningen till att temperaturen ökar runt givaren vid uteluften är att då ventilationen stängs av tas ingen kall uteluft in i systemet. Det innebär att inuti aggregatet utjämnas temperaturen och blir ungefär den samma i hela den inneslutna volymen. De höga temperaturer som uppträder vid tilluftstemperaturgivaren när ventilationen stängs av beror troligtvis på att värmeslingan fortfarande är varm, men avsaknaden av luftflöde gör att luften runt står still och kan värmas till höga temperaturer innan den börjar svalna. När de loggade värdena analyserades närmare, minut för minut, syns det tydligt att temperaturförändringarna som indikerar kontorsdrift sker kl. 21. 30 och kl. 06.30 varje dygn.

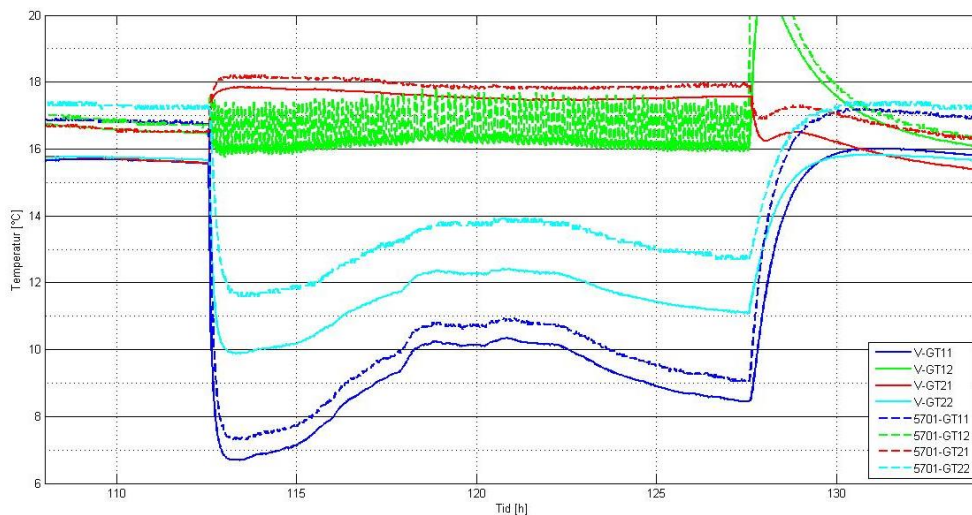
Vid närmare studier av grafen ses även att tilluftens temperatur varierar med ungefär 1,5 °C från minut till minut, se figur 29. Det framgår att elbatteriet som är placerat efter den roterande värmeväxlaren slår till och från hela tiden. Detta överensstämmer med den information om ventilationsaggregatets funktion som erhållits från tillverkaren. I detta fall verkar den näst högsta temperaturinställningen (den aktuella inställningen) motsvara ungefär 17,5 °C med en skillnad mellan av- och påslagningstemperatur på 1,5 °C.



Figur 29 - Temperaturvariation vid elbatteriet.

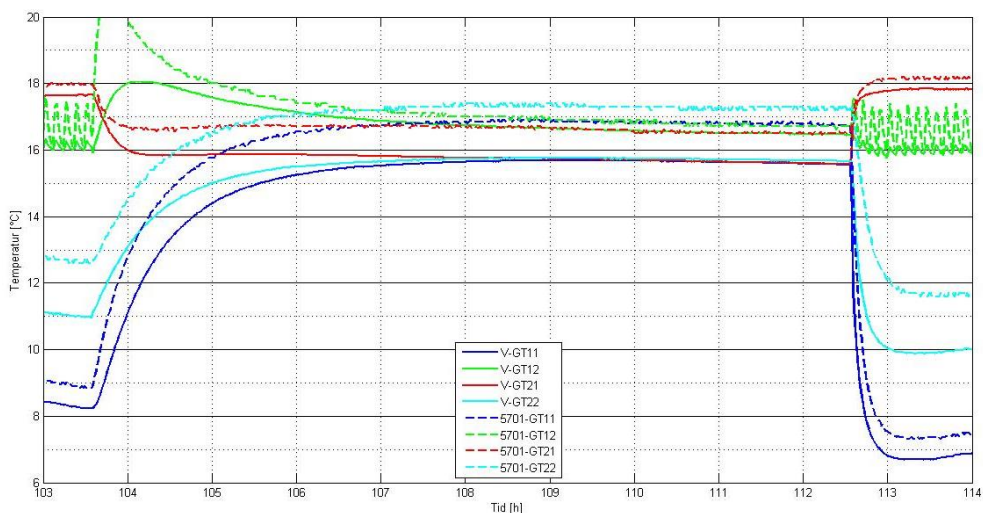
I figur 30 nedan ses hur temperaturerna i ventilationsaggregatet varierar under dagen, från kl. 06.30 till kl. 21.30, då ventilationen är igång. I figuren motsvarar ungefär 112,6 h kl. 06.30, då ventilationen startar, och ungefär 127,7 h kl. 21.30 då ventilationen stängs av. De mörkblå linjerna motsvarar temperaturen av den luft som kommer in till ventilationsaggregatet och den visar en viss variation som liknar den dygnsvariation som man kan förvänta sig av uteluften. De röda linjerna motsvarar temperaturen av den luft som kommer tillbaka till aggregatet från lägenheterna. Den är lägre än vad frånluft vanligtvis är, men det beror på att det under mätperioden inte var någon som bodde i

lägenheterna. Vidare motsvarar de ljusblå linjerna temperaturen av den luft som lämnar ventilationsaggregatet, dvs frånluften efter värmeåtervinningen i värmeväxlaren.



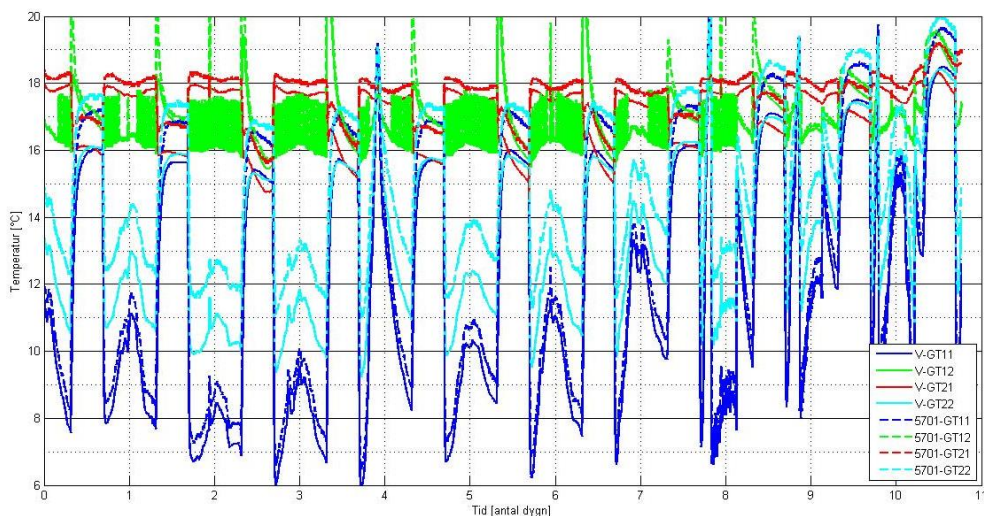
Figur 30 - Temperaturerna i ventilationsaggregatet mellan kl. 06.30 och kl. 21.30.

Under natten står luften i ventilationsaggregatet stilla och det innebär att ingen kall uteluft kommer in till systemet. Konsekvensen av detta blir att luften i hela aggregatet utjämnas till den omgivande temperaturen i vindsutrymmet. Detta syns tydligt i figur 31 nedan där ungefär 103,7 h motsvarar kl. 21.30 och 112,6 h motsvarar kl. 06.30.



Figur 31 - Temperaturerna i ventilationsaggregatet mellan kl. 21.30 och kl. 06.30.

Kontorsdriften medför flera problem vid analysen av systemet. Eftersom byggnaden är utformad som en bostad ska ventilationen vara igång dygnet runt. Att den inte är det medför att det inte blir någon luftomsättning i glasfasaden och att därmed ingen kall uteluft tas in. Temperaturen är därför troligtvis högre i glasfasaden när ventilationen är avstängd än vad den borde vara när ventilationen är igång. Avsaknaden av ventilation nattetid försvårar analysen av systemet eftersom denna tid måste räknas bort när man ser på den förvärmning av tilluften som glasfasaden ger. Analys med avseende på energibesparing får ett systematiskt fel som ger en hög energibesparing i förhållande till drifttid eftersom det är den kallaste tiden på dygnet som försvinner från analysen. Det är därför bättre att anta att glasfasaden inte värmer uteluften mellan kl. 21.30 och kl. 06.30. Denna förenkling ger därmed ett resultat som inte är för optimistiskt.



Figur 32 - Resultat av temperaturmätningar i ventilationsaggregatet.

För att undersöka skillnaden mellan de egna loggrarna och de fasta temperaturgivarna i ventilationsaggregatet studeras grafen i figur 32. Skillnaderna mellan mätvärdena i de olika punkterna avläses mer exakt genom att studera förstorade bilder. Dock är skillnaden mellan mätvärdena vid tilluften (GT12) svår att avläsa under dagen då temperaturen konstant varierar. Avvikelserna mellan de olika givarna syns i tabell 5 nedan, där de fasta givarna visar konsekvent högre temperatur än de egna loggrarna. Överlag är skillnaderna mellan givarna större under natten och därför redovisas avvikelser för dag respektive natt separat.

Tabell 5 - Temperaturskillnader mellan egna loggrar och de fasta givarna.

Placering	Avvikelse	
	Dag	Natt
Uteluft (GT11)	0,6 °C	1,2 °C
Tilluft (GT12)	-	0,2 °C
Frånluft (GT21)	0,3 °C	1,0 °C
Avluft (GT22)	1,4 °C	1,5 °C

Skillnaderna i temperatur mellan de olika givarna kan också beräknas utifrån den aktuella datamängden. En medelavvikelse över hela mätperioden fås då. Temperaturskillnaden mellan den fasta och den egna loggern som mäter uteluft, dvs läget GT11 i aggregatet, är i medel för mätperioden 0,85°C vilket innebär att den fasta visar 0,85°C högre temperatur än den egna. Motsvarande temperaturskillnad för tilluft; läge GT12, är 0,44°C, för frånluft; läge GT21, är 0,54°C och för avluft; läge GT22, är 1,56°C.

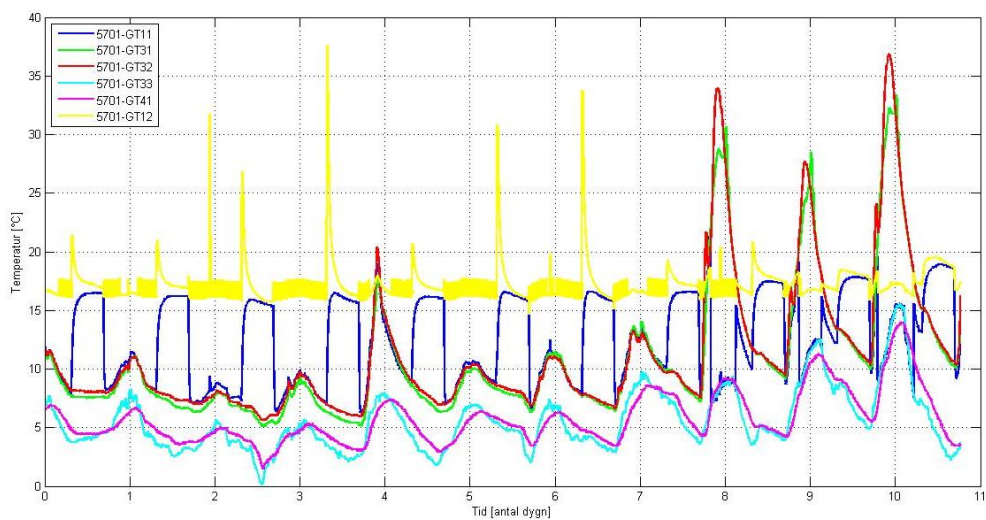
5.2 Analys av driftläge, system 5701

Luften som kommer in till ventilationsaggregatet tas från glasfasaden, så länge temperaturen i glasfasaden inte överstiger 20°C. Överstiger temperaturen där 20°C tas luften istället direkt från norrfasaden, dvs det är då icke förvärmad uteluft som ska värmas i ventilationsaggregatet för att bli tilluft till byggnaden. Under den aktuella perioden, 2014-02-28 till 2014-03-11, har utetemperaturen inte legat över 15°C. Dock medför solinstrålningen på glasfasaden att temperaturen där kan stiga ganska så snabbt och då blir luften för varm för att direkt användas som ventilationsluft. Tre dagar under den aktuella perioden har detta inträffat, i figur 33 är detta de tre sista dagarna då den gröna linjen och den röda linjen ökar upp till 30-35 °C. För denna undersökning har givarna i det fasta mätsystemet studerats.

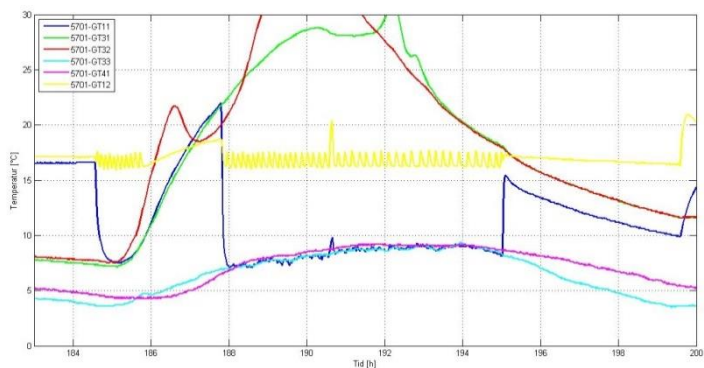
Det man kan se i figur 33 är att temperaturen på den luft som kommer in till ventilationsaggregatet följer temperaturen på luften i glasfasaden, förutom under natten då ventilationen är avstängd. Överlag innebär det att den roterande värmväxlaren behöver värma uteluften 5-8°C mitt på dagen beroende på utetemperaturen. Är det dock så pass soligt att temperaturen i glasfasaden blir över 20°C mitt på dagen tas uteluft, i det här fallet, på ungefär 7°C in till ventilationsaggregatet. Den roterande värmväxlaren och eventuellt elbatteriet måste då värma den luften ungefär 10-12°C för att tilluftstemperaturen ska vara som önskat. Den måste med andra ord tillföra mer energi under soliga men kalla dagar än under molniga dagar. Fenomenet syns tydligare i figur 34 där den blå linjen (temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet) sammanfaller med utetemperaturen då gränsen för driftläget överskrids. Detta sker då 187,8 h förflutit i grafen.

Tabell 6 - Förklaring till beteckningar i figur 33.

Beteckning	Placering i systemet
5701-GT11	Uteluft till ventilationsaggregatet
5701-GT31	Givare i glasfasaden, sydost
5701-GT32	Givare i glasfasaden, sydväst
5701-GT33	Givare utomhus, norr
5701-GT41	Givare utomhus, norr
5701-GT12	Tilluft till lägenheterna



Figur 33 - Temperaturvariationer ute, i glasfasaden samt i ventilationsaggregatet.



Figur 34 - Temperaturvariationer en solig dag.

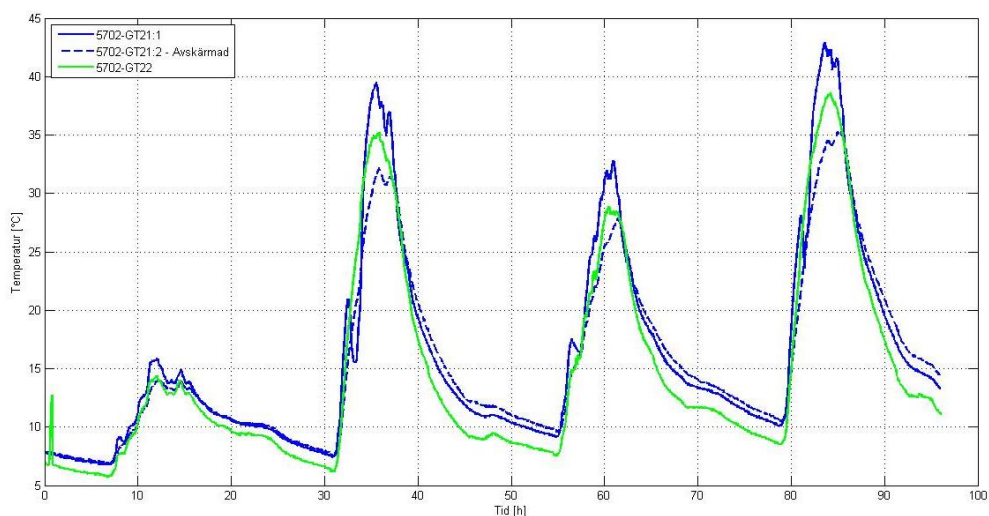
5.3 Solavskärmade givare

De olika driftlägena i system 5701 och 5702 är baserade på temperaturvärden från ett stort antal givare placerade i glasfasaden. Dessa blir märkbart påverkade om solen skiner och falskt höga temperaturer kan skickas vidare i systemen. I detta examensarbete utvärderas systemen utifrån dess befintliga uppbyggnad och därav har inget försök till att avskärma dessa givare från solen gjorts. Dock har man i tidigare examensarbete valt att montera solavskärmning på exponerade givare, se figur 35, och två av dessa har suttit kvar under den utvärderade perioden mellan 2013-10-28 och 2014-03-16. Frågan är då om det blir en skillnad i värden från en avskärmd givare i förhållande till en givare som inte är avskärmd och hur dessa värden förhåller sig till den luft som tas in i systemen.



Figur 35 - Givare i glasfasaden med monterad solavskärmning.

För att undersöka detta jämförs en givare, 5702-GT21:1, som inte är avskärmd och en givare, 5702-GT21:2, som är avskärmd med temperaturen på den luft som tas in till system 5702, representerad av givare 5702-GT22. Givare 5702-GT22 är placerad en bit in i ventilationskanalen som transporterar luften från söderfasaden till öst- och västfasad och är därmed inte påverkad av direkt solinstrålning. I figur 36 nedan ses hur temperaturen för de tre olika givarna varierar under först en molnig dag och sedan tre efterföljande soliga dagar.



Figur 36 - Inverkan av solavskärmning av givare.

Under den inledande molniga dagen visar de tre givarna ungefär samma temperatur. Under de soliga dagarna syns dock en klar skillnad mellan avskärmd och icke avskärmd givare. En skillnad på 5-8°C kan avläsas i grafen. Dock visar givare 5702-GT22 ett värde som är högre än den avskärmda givaren trots att GT22 också är skyddad från solen. Denna temperaturskillnad beror antagligen på att GT22 är högre placerad på söderfasaden än givare GT21:2 och varm luft stiger genom termiska drivkrafter.

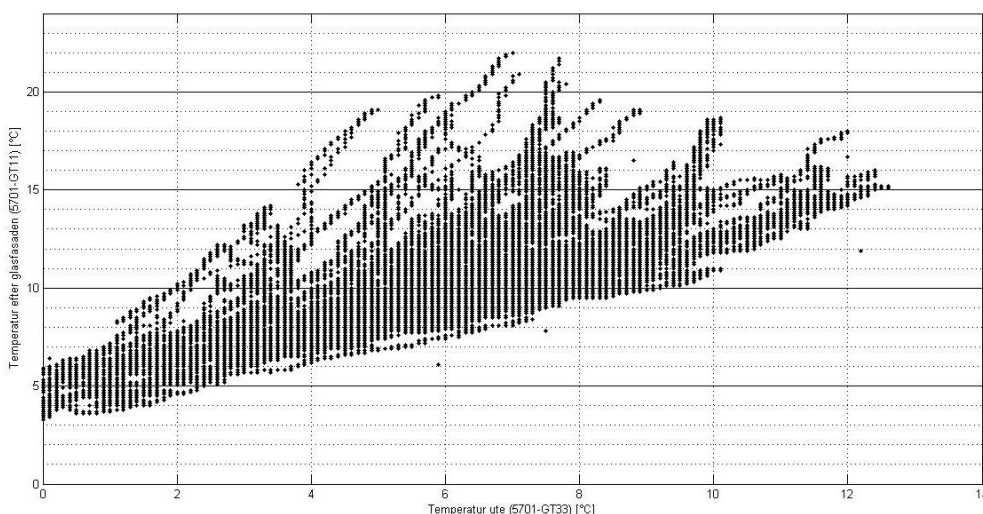
Vidare är det värt att notera att de stora skillnaderna mellan avskärmd och icke avskärmd givare uppstår vid temperaturer upp emot 30 - 40°C. Under dessa höga temperaturer, från 0 - 30°C, visar de båda givarna samma temperaturer och det är egentligen det lägre intervallet som är mest avgörande för systemens olika driftläge. Gränstemperaturen för skifte mellan driftläge Värme och Kyla i system 5702 är 20°C och detsamma gäller för avgörandet om var luft ska tas in till system 5701. Det har med andra ord inte så stor betydelse för driftlägena hur hög temperatur som givarna visar då de ligger så pass långt över gränstemperaturen 20°C.

5.4 Energibesparing genom förvärmning av tilluft

För att kunna få en förvärmning av tilluften, då den tas via glasfasaden, måste temperaturen i glasfasaden vara högre än uteluften. Hur stor energibesparingen blir beror sedan på hur ofta temperaturen i glasfasaden är högre än uteluften samt hur stor skillnaden är. För att undersöka detta närmare jämförs temperaturen på den luft som kommer in till ventilationsaggregatet, efter att den passerat igenom glasfasaden, med uteluftens temperatur i samma stund.

Uteluftens temperatur är vid samma tidpunkt den temperatur som luften in till ventilationsaggregatet hade haft om glasfasaden inte funnits.

Jämförelsen mellan uteluften och luften in till ventilationsaggregatet görs genom att plotta temperaturen vid givare 5701-GT11, i ventilationsaggregatet, mot temperaturen vid givare 5701-GT33, på norrfasaden. På grund av kontorsdriften är ventilationen avstängd mellan 21.30 - 06.30, vilket innebär att det är inga flöden i systemet och luften står stilla. Detta ger felaktiga temperaturvärden och av den anledningen sorteras alla nätter, mellan 21.30 - 07.00, bort från den givna datamängden för perioden 2013-10-28 till 2014-03-16. Vidare tillåts även endast de värden då luften som kommer in till ventilationsaggregatet har passerat genom glasfasaden, d.v.s. de tillfällen då luften har tagits direkt från norrfasaden sorteras också bort. Efter justering av skala och borttagande av de tider då det varit kommunikationsfel sorteras värdena mot utetemperatur. I figur 37 nedan ses hur temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet varierar beroende på utetemperatur.



Figur 37 - Luftens temperatur efter att ha passerat glasfasaden i förhållande till utetemperatur.

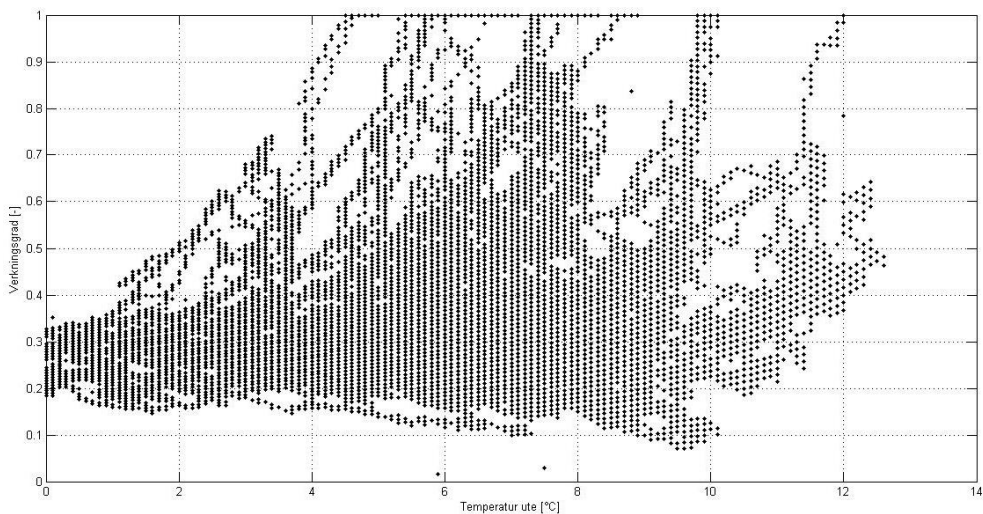
Under den aktuella mätperioden blir luften som har passerat glasfasaden alltid varmare än uteluften, stundtals upp till 15°C varmare. Dessa stora skillnader uppstår antagligen under soliga dagar, men även i övriga fall blir det varmare i glasfasaden.

Utifrån temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet (5701-GT11), uteluftens temperatur (5701-GT33) samt den önskade tilluftstemperaturen kan en momentan verkningsgrad räknas ut för glasfasaden. Detta görs genom följande uttryck, om den önskade tilluftstemperaturen sätts till 18°C.

$$\eta = \frac{GT11 - GT33}{18 - GT33} \quad [-] \quad (3)$$

GT11 står för temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet, GT33 är uteluftens temperatur och η är verkningsgraden.

De beräknade verkningsgraderna för perioden 2013-10-28 till 2014-03-16 ses i figur 38 nedan. Verkningsgraden varierar kraftigt mellan 0,1 till 1,0, även vid samma utetemperatur, vilket innebär att verkningsgraden beror av temperaturen i glasfasaden. Medelvärdet av verkningsgraden för glasfasaden är 0,3.



Figur 38 - Beräknad verkningsgrad av glasfasaden beroende på utetemperatur.

Det är även av intresse att undersöka vad gränstemperaturen in från glasfasaden blir för att ingen energi ska behöva köpas, d.v.s. vilken den lägsta temperatur är som luften in till ventilationsaggregatet kan ha. För att ingen energi ska behöva köpas måste värmeväxlaren kunna värma luften till önskad tilluftstemperatur med hjälp av enbart återvunnen energi från frånluften. Värmeväxlarens förmåga beror av dess verkningsgrad enligt följande ekvation:

$$\eta = \frac{T_{till} - T_{efterglas}}{T_{från} - T_{efterglas}} \quad [-] \quad (4)$$

där T_{till} är tilluftens temperatur; $T_{efterglas}$ är temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet som passerat genom glasfasaden; samt $T_{från}$ är frånluftens temperatur.

Utifrån värmeväxlarens verkningsgrad, den önskade tilluftstemperaturen samt frånluftstemperaturen kan då gränstemperaturen för luften från glasfasaden räknas fram. Värmeväxlarens verkningsgrad antas vara 0,78 vid flödet 130 l/s,

det flöde som ventilationen är inställd på i dagsläget, vilket är den teoretiska verkningsgraden enligt tillverkarens prestanda, se bilaga 4. Så som det ser ut i systemet idag, då ingen bor i byggnaden, är tillufts- och frånluftstemperaturerna lika stora (18°C). Frånluften ger därmed inget energitillskott till värmeväxlaren och för att ingen energi ska behöva köpas måste luften som kommer in från glasfasaden även den hålla temperaturen 18°C. Är temperaturen på luften från glasfasaden in till ventilationsaggregatet lägre än 18°C kommer det i detta fall alltid att behövas ett visst tillskott av elenergi. Enbart värmeväxlaren kommer inte att kunna höja temperaturen till 18°C. För att undersöka hur ofta temperaturen av luften som kommer in från glasfasaden överstigit gränstemperaturen på 18 °C skapas en fördelningskurva. Den består av temperaturvärden från givare 5701-GT11, samma datamängd som ovan, sorterade efter storlek. I figur 39 ses då att gränstemperaturen endast överstigs ungefär 1 % av tiden som perioden avser. Frånlufts-temperaturen i byggnaden är i dagsläget så pass låg på grund av avsaknaden av boende som leder till ett värmetillskott. Normal frånlufts-temperatur varierar mellan 20 och 22 °C (Warfvinge, Dahlblom, 2010), ibland upp till 24 °C. För att utvärdera glasfasadens möjligheter beräknas hur hög frånluftstemperaturen måste vara för att värmeväxlaren och glasfasaden ska kunna täcka energibehovet för att få önskad tilluftstemperatur. Ekvationen för att räkna ut detta blir följande:

$$T_{från} = \frac{T_{till} - T_{efterglas} + \eta \cdot T_{efterglas}}{\eta} \quad [^{\circ}C] \quad (5)$$

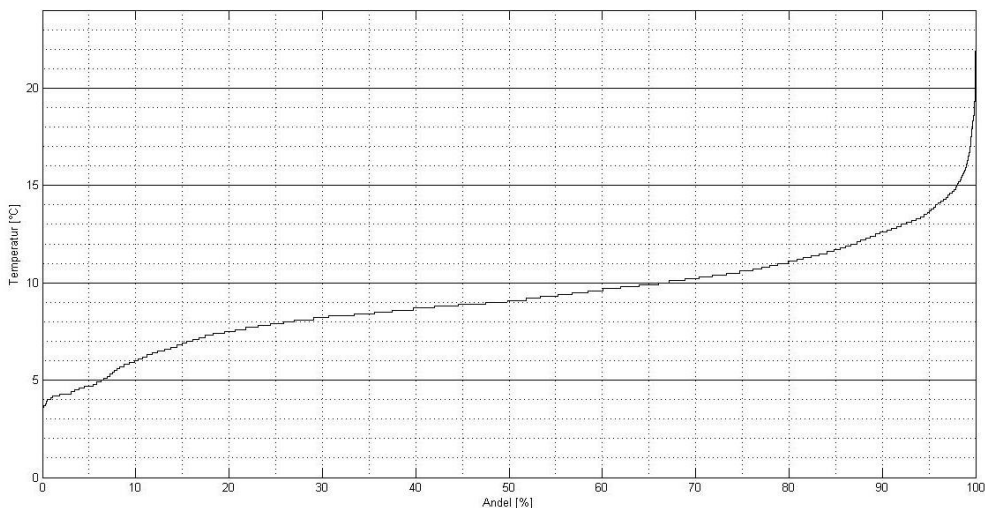
Där $T_{från}$ är frånluftens temperatur; T_{till} är tilluftens temperatur; $T_{efterglas}$ är temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet som passerat genom glasfasaden; samt η är värmeväxlarens verkningsgrad. För detta räknefall ansätts verkningsgraden till 0,78. $T_{efterglas}$ är uppmätta värden och T_{till} samt $T_{från}$ varierar.

I figur 39 ses att för den aktuella perioden är temperaturen in från glasfasaden alltid högre än 3,3°C. Medianen för den aktuella perioden är 9,1°C, vilket innebär att 50 % av tiden under perioden har temperaturen 9,1°C överstigits. I tabell 7 nedan ses resultatet av beräkningar med gränstemperaturen 3,3 respektive 9,1°C samt önskad tilluftstemperatur 17 respektive 18°C.

Tabell 7 - Resultat av beräkningar av frånluftstemperatur.

Temperatur efter glasfasaden	Önskad tilluftstemperatur	Lägsta frånluftstemperatur
3,3 °C	18 °C	22,1 °C
3,3 °C	17 °C	20,9 °C
9,1 °C	18 °C	20,5 °C
9,1 °C	17 °C	19,2 °C

Det man kan se utifrån beräkningarna är att om den önskade tilluftstemperaturen är 18°C krävs det en frånluftstemperatur på 22,1°C för att ingen energi ska behöva tillföras. För att ingen energi ska behöva tillföras 50% av tiden under den aktuella perioden krävs det att frånluftstemperaturen är 20,5°C om den önskade tilluftstemperaturen är 18°C. Frånluftstemperaturerna ligger inom det intervall som kan antas vara rimligt för en bostad. Detta innebär att om frånluftstemperaturen alltid är 22,1°C eller högre i en bostad, vilket den kan antas vara för de flesta fall, kommer ingen värmeenergi att behöva köpas för värmning av tilluften då luften passerar denna typ av glasfasad och en värmeväxlare med verkningsgrad 0,78.



Figur 39 - Fördelningskurva av temperaturen av den luft som kommer in till ventilationsaggregatet, efter att ha passerat genom glasfasaden.

Utifrån den givna datamängden ovan, med temperaturvärden för uteluften samt för luften som kommer in till ventilationsaggregatet efter att ha passerat genom glasfasaden, kan energibesparingen som glasfasaden medger beräknas. Den momentana effekt som glasfasaden ger beräknas med följande ekvation:

$$P = q\rho c_p \Delta T = q\rho c_p (T_{\text{efterglas}} - T_{\text{ute}}) \quad [W] \quad (6)$$

Där q är flödet; ρ är luftens densitet; c_p är luftens specifika värmekapacitet; $T_{\text{efterglas}}$ är temperaturen av luften in till ventilationsaggregatet som passerat genom glasfasaden; samt T_{ute} är uteluftens temperatur (Jensen, 2007). Flödet i det aktuella fallet är $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$. Övriga i ekvationen ingående konstanter har följande värden (Nevander, Elmarsson, 2011).

$$\rho = 1,25 \text{ kg}/\text{m}^3 \quad c_p = 1010 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Energibidraget som förvärmningen av ventilationsluften i glasfasaden ger beräknas sedan genom att summera de momentana effekterna och sedan multiplicera med tiden. Det totala energibidraget under den aktuella perioden uppgår då till 1080 kWh. Under denna period har dock nätter och tidpunkter med kommunikationsfel sorterats bort. Detta värde kan jämföras med den totala energi som hade krävts för att värma ventilationsluften om glasfasaden inte funnits, d.v.s. om endast luft från norrfasaden hade tillåtits. Denna luft har då samma temperatur som uteluften, givare 5701-GT33, och om den önskade tilluftstemperaturen sätts till 18°C kan den momentana effekt som krävs för att värma luften beräknas enligt följande ekvation:

$$P = q\rho c_p \Delta T = q\rho c_p (18 - T_{ute}) \quad [W] \quad (7)$$

Där q är flödet; ρ är luftens densitet; c_p är luftens specifika värmekapacitet; 18°C är den önskade tilluftstemperaturen; samt T_{ute} är uteluftens temperatur (Jensen, 2007). Konstanterna q , ρ samt c_p har samma värden som för ekvation 6 ovan. Efter summering av de momentana effekterna samt multiplicering med tiden fås ett totalt energibehov på 3550 kWh för att värma uteluften till den önskade tilluftstemperaturen på 18°C. För perioden mellan 2013-10-28 och 2014-03-16 ger med andra ord glasfasaden ett energibidrag motsvarande 30% av det totala energibehovet.

5.5 Omblandande systemet

5.5.1 Omblandande systemets effekt, driftläge Värme

Avsikten med driftläge Värme i det omblandande systemet är att utjämna de temperaturskillnader som uppstår mellan syd-, öst- samt västfasad. På grund av solens inverkan och termiska drivkrafter blir luften på den södra fasaden varmare än luften på öst- och västfasaden. Denna varma luft ska då transporteras till öst- och västfasaden via det omblandande systemet. Frågan är om det omblandande systemet är tillräckligt effektivt för att motverka luftrörelserna som de termiska drivkrafterna ger upphov till. För att undersöka detta placerades egna loggrar i utrymmet bakom glasfasaden under perioden 2014-03-26 till 2014-04-09. Dess placering ses i figur 40-42 nedan. Under tiden 2014-03-26 till 2014-04-01 var det omblandande systemet igång och under tiden 2014-04-03 till 2014-04-09 var det omblandande systemet avstängt. Under den senare perioden var hela systemet, inklusive fläktar, manuellt frånslagna. Om det omblandande systemet fungerar som det är tänkt borde temperaturskillnaderna mellan fasaderna vara mindre då system 5702 är igång än när systemet är avstängt. Figur 43 samt 44 nedan visar hur temperaturerna varierar på de olika fasaderna en solig dag under de respektive perioderna, 2014-03-28 då system 5702 var igång och 2014-04-03 då systemet var avstängt.



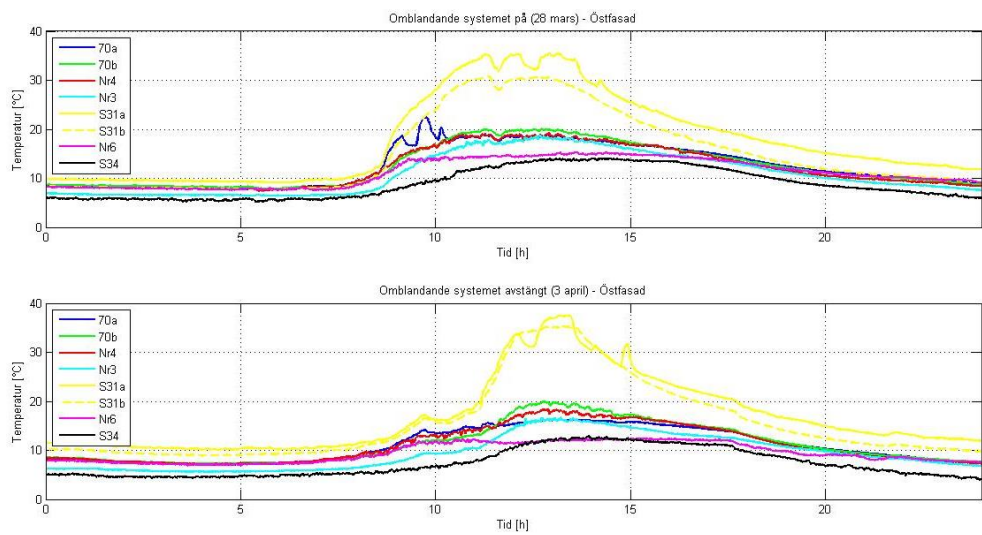
**Figur 40 - Östfasaden med markeringar för de egna loggrarnas placering;
A: 70b, B: 70a, C: Nr4, D: Nr6.**



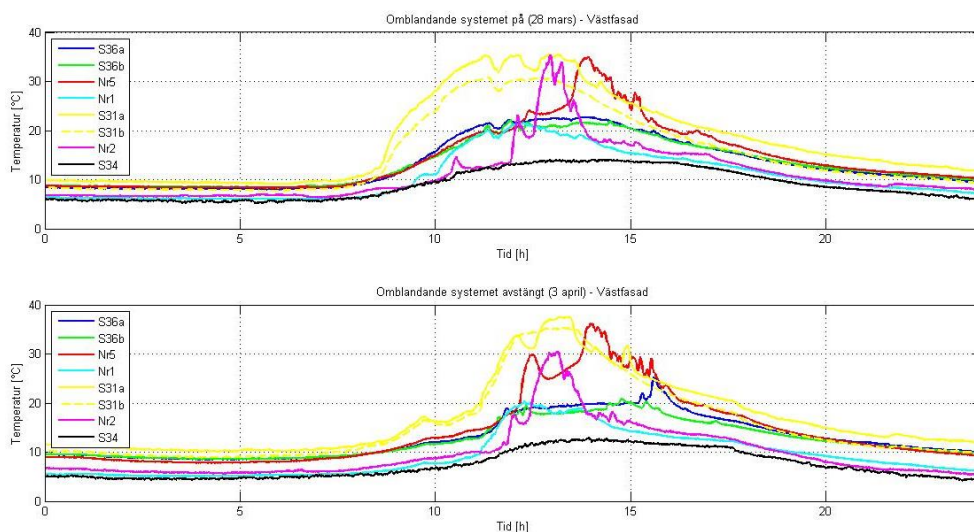
**Figur 41- Söderfasaden med markeringar för de egna loggrarnas placering;
A: S31a, B: S31b, C: Nr1, D: Nr3, E: S34.**



**Figur 42 - Västfasaden med markeringar för de egna loggrarnas placering;
A: S36b, B: S36a, C: Nr1, D: Nr2.**



Figur 43 - Temperaturvariationerna i glasfasaden under 2014-03-28 (5702 i drift) samt 2014-04-03 (5702 avstängt), syd- och östfasad.



Figur 44 - Temperaturvariationerna i glasfasaden under 2014-03-28 (5702 i drift) samt 2014-04-03 (5702 avstängt), syd- och västfasad.

Den tydligaste skillnaden i temperatur mellan fasaderna blir mellan söderfasaden och östfasaden. Det man kan se i figur 43 är att både då system 5702 är igång och då det är avstängt är skillnaden mellan syd- och östfasad över 10 °C mitt på dagen. Skillnaden blir inte lika stor mellan syd- och västfasaden men det kan förklaras av att västfasaden blir direkt påverkad av solinstrålning. Det verkar inte som om att det omblandande systemet har någon större utjämnande effekt på de olika fasaderna. Anledning till detta kan ha ett flertal orsaker. Dels så var fläktarna i system 5702 inställda på lägsta effekt då systemet var igång. Antagligen krävs det en större effekt för att motverka de naturliga termiska drivkrafterna i glasfasaden. Öppningarna mellan fasaderna är så pass stora att ett stort luftflöde är möjligt. Vidare så är det omblandande systemet uppbyggt så att den varma luften från sydfasaden kommer in högst upp på öst- och västfasaden. Om luften som blåses in från det omblandande systemet då är mycket varmare än den befintliga luften på öst- eller västfasaden kommer den att stiga uppåt och inte blandas med befintlig luft.

I samband med diskussionen om det omblandande systemets effekt i driftläge Värme kan det även vara värt att notera att inblåsen på öst- och västfasaden som är kopplade till driftläge Kyla är längst ner på fasaderna i marknivå. Om kall luft blåses in där, med avsikten att kyla fasaden, kommer den endast att sjunka till marken och då inte blandas med den varma luften i fasaden. För att detta ska fungera krävs det att inflödet av kalluft är tillräckligt stort och detta har inte kunnat utvärderas då driftläge Kyla inte har varit aktivt under perioden. Denna slutsats har dragits utifrån drifttidsmätarna för fläktarna i system

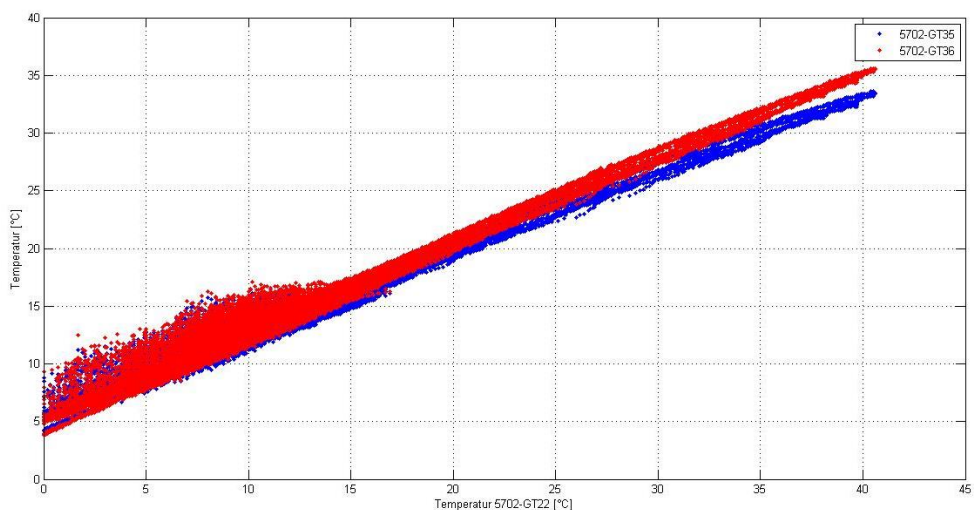
5702 som inte visar någon förändring för fläkt 5702-FF2 som driver driftläge Kyla.

5.5.2 Värmeutbyte vindsutrymme

Då det omblandande systemet opererar utifrån driftläge värme tas luft från söderfasaden för att förflyttas till öst- och västfasaderna. Syftet med detta är att utjämna temperaturdifferenserna mellan fasaderna och minska värmeflödet genom tegelfasaden. Den luft som då tas från söderfasaden transporteras dock till öst- och västfasaderna via vindsutrymmet genom oisolerade rör. Dessa oisolerade rör medför att det kan ske ett värmeutbyte mellan luften i det omblandande systemet och luften på vinden. Problemen som kan uppstå då är att under kalla dygn kyls vindsutrymmet av den kalla luften i det omblandande systemet och under varma dygn värms vindsutrymmet på samma sätt. Temperaturen på vinden påverkar även temperaturen i lägenheterna på våningen under då ett kallt vindsutrymme skapar ett större värmeflöde från bottenvåningen. Det är även värt att notera att vindsutrymmet värms upp med hjälp av radiatorer vilket är en indikation på att det finns en önskan om att hålla en viss temperatur. Kall luft som cirkulerar i det omblandande systemet kan då motverka radiatorernas effekt.

För att undersöka detta fenomen skapas en graf där luftens temperatur vid intaget på söderfasaden, givare 5702-GT22, plottas mot temperaturen vid utblåsen på öst- och västfasaden, 5702-GT35 samt 5702-GT36. Samtliga givare är kanaltemperaturgivare som sitter i ventilationskanalen en bit innanför ytterväggen. Om inget värmeutbyte sker mellan det omblandande systemet och vindsutrymmet är temperaturen ungefär densamma innan och efter passagen av vinden, bortsett från mindre systemförluster. Alternativt, om fläkten (5702-FF1 placerad i vindsutrymmet) i systemet tillför värme, borde skillnaden mellan mätpunkterna vara konsekvent oberoende av temperaturen.

Figur 45 visar hur temperaturen vid givare 5702-GT35 och GT36 varierar beroende på temperaturen vid 5702-GT22. Utifrån grafen kan man dela in utfallet i tre olika fall beroende på den inkommande temperaturen; 0 - 10 °C, 10 - 25 °C och 25 - 40 °C.



Figur 45 - Temperaturförändringar i det omblandande systemet.

Man kan se att vid låga temperaturer in från söderfasaden, fall 1, blir temperaturerna högre vid utblåsen på öst- och västfasaderna. Det sker då ett värmeutbyte med vindsutrymmet som i detta fall kyls av luften i det omblandande systemet. Vid fall 2, temperaturer mellan 10 och 25 °C, sker ingen större förändring och temperaturerna är de samma vid intag som vid utblås. Slutligen vid det sista fallet, då temperaturerna in vid GT22 är mellan 25 och 40 °C, blir temperaturerna lägre vid utblåsen på öst- och västfasaderna. Det innebär att luften i det omblandande systemet förlorar värme till vindsutrymmet. Någon förklaring till skillnad mellan givarna 5702-GT35 och 5702-GT36 har inte hittats.

För att det ska vara rimligt att anta att ett värmeutbyte sker mellan de oisolerade rören i det omblandande systemet och luften i vindsutrymmet krävs det att två faktorer uppfylls. Rörens omslutande area bör vara av betydande dimension och det måste finnas en temperaturdifferens mellan luften i rören och luften i vindsutrymmet. I detta fallet är rörens totala omslutande area runt 17 kvadratmeter och temperaturdifferensen varierar mellan 0 och 25 °C. Båda faktorerna uppfylls med andra ord och det förklarar skillnaderna i temperatur mellan intaget på söderfasaden och utblåsen på öst- och västfasad. För att ett oönskat värmeutbyte inte ska ske mellan kanaler som har en temperatur som avviker från den omgivande temperaturen bör kanallängderna minimeras och kanalerna isoleras (Kempe, 2013).

Under den period som har studerats verkar det som om att system 5702 inte fungerar enligt funktionsbeskrivningen. Vid momentana iakttagelser på plats då kraven för driftläge Kyla, se avsnitt 2.2.3, har varit uppfyllda har övergången till kylfallet inte skett. Vid undersökning av drifttidsmätarna för fläktarna i

systemet verkar det inte som om att driftläge Kyla har varit aktivt under en längre tid. Slutsatsen kan då dras att driftläge Värme har varit aktivt under hela mätperioden och det innebär att det har varit ett konstant flöde genom rören i systemet.

6. Slutsatser och diskussioner

6.1 Förvärmning av tilluft

Undersökningen av glasfasadens effekt har visat att temperaturen i glasfasaden alltid är högre än den rådande utetemperaturen, d.v.s. det kan ske en förvärmning av tilluften. Hur stor skillnaden är varierar dock både över dygnet och över året. En hypotetisk verkningsgrad för glasfasaden beräknades över perioden 2013-10-28 till 2014-03-16 och verkningsgraden varierade mellan 0,1 till 1,0, även vid samma utetemperatur. Medelvärdet av verkningsgraden för glasfasaden beräknades till 0,3.

Analys och beräkningar på värmeväxlaren i kombination med glasfasaden visar att om det aktuella uteluftsflödet passerar studerad volym bakom glasfasaden och sedan en värmeväxlare med en verkningsgrad på 0,78 behöver inte någon värmeenergi köpas till ventilationsluften. Detta kan betraktas som en hållbar teknisk lösning då endast förnybar energi används förutom elenergin till värmeväxlaren. Dessa beräkningar är dock baserade på den aktuella perioden mellan 2013-10-28 och 2014-03-16 och beror därmed på de specifika förutsättningar som varit gällande under den tiden.

Förvärmningen av ventilationsluften i glasfasaden ger även ett energibidrag som beräknades till 1080 kWh under den aktuella perioden, 2013-10-28 till 2014-03-16. Detta energibidrag är i realiteten troligtvis betydligt större då denna beräkning inte är baserad på värden som täcker hela den aktuella perioden. Delar av de loggade värdena har sorterats bort på grund av nattavstängning, avsaknaden av negativa värden samt avsaknaden av värden på grund av kommunikationsfel. Speciellt under nätter och under de perioder då det har varit minusgrader ute finns det antagligen ett potentiellt energibidrag i glasfasaden som inte kommit fram i resultatet.

Så övergripande fungerar systemet som det är tänkt, det sker en förvärmning. Styrsystemet är avancerat och ger en mängd olika möjligheter till styrning. Vi har även studerat olika driftfall och har identifierat några förbättringsmöjligheter för att få systemet att fungera optimalt. Detta redovisas i de följande avsnitten.

6.2 Luftintag norr/söder, 5701

Luftintaget till ventilationsaggregatet sker antingen på norrfasaden eller innanför glasfasaden på söderfasaden beroende på temperaturen vid luftintaget i söder. Detta innebär att när det är över 20 °C i söderfasaden, vilket det kan bli på vintern soliga dagar då ett värmebehov av uteluften föreligger, tar systemet istället kall uteluft direkt in till ventilationsaggregatet som måste värmas. Analyserna visar att detta driftläge har förekommit under mätperioden, d.v.s. då uteluftens temperatur har varit under tillufttemperaturen och ett värmebehov

föreligger, har uteluften tagits rakt in till aggregatet utan att passera glasfasaden. Vi upplever att detta borde gå att undvika och att det borde gå att ta tillvara på gratisenergin även när det finns mycket av den. Vi föreslår att man kan undersöka möjligheterna med automatiskt reglerbara spjäll som utifrån temperaturen vid luftintaget i både norr och söder blandar in kall luft med den varma luften så att önskad tilluftstemperatur uppnås utan att värmeslingan i ventilationsaggregatet behöver användas. Detta istället för den nuvarande lösningen där spjällen antingen är helt öppna eller helt stängda och därmed bara tar luft direkt utifrån eller via glasfasaden.

6.3 Kontorsdrift

Mätningarna tyder på att fläktarna stängs av nattetid. Detta kan förekomma i kontor som inte används under natten. Kontorsdrift med nattavstängning kan dock inte användas i en bostad då detta strider mot BBR:s krav på 0,35 l/s, m² i utrymmen där människor vistas. Som i alla byggnader bör ventilationen anpassas efter verksamheten. Så om huset ska användas som bostad måste detta undersökas. Vidare har kontorsdriften även påverkat utvärderingen av byggnaden då alla nätter har fått sorteras bort på grund av avsaknaden av flöden.

6.4 Eventuell solavskärmning av givare

Analyserna visar att när solen lyser på en temperaturgivare visar denna betydligt högre temperatur än motsvarande avskärmd givare. Givarna i de båda systemen bör vara avskärmade mot direkt solljus. Den högre temperaturen som fås vid direkt sol är inte relevant för systemet, det som är relevant att mäta är istället lufttemperaturen i skuggan. Dock har det visat sig att de stora skillnaderna mellan avskärmd och icke avskärmd givare uppstår vid temperaturer upp emot 30-40°C. Detta är en bra bit över de 20°C som representerar brytpunkten mellan de olika driftlägena, i både system 5701 och 5702. De falskt höga temperaturerna borde därmed inte orsaka felindikering av vilket driftläge som bör väljas för stunden. För en analys av glasfasadens funktion är det dock självklart att det är de sanna lufttemperaturerna som är av intresse.

6.5 Styrt luftintag till glasfasaden

Om vi hade fått i uppdrag att effektivisera glasfasaden med avseende på förvärmning av tilluften hade vi undersökt möjligheterna att styra luftflödet i glasfasaden så att förvärmningen utformas utifrån samma princip som en motströmsvärmväxlare. Luftintaget till glasfasaden kunde då begränsas till högt upp på söderfasaden där den kalla luften värms av den varmaste luften i glasfasaden. Luften in till ventilationsaggregatet från glasfasaden kunde sedan tas in längst norrut på den östra och västra fasaden. Sträckan som luften transporteras i glasfasaden blir lång samt att den luftström som ventilations-systemet orsakar går mot den naturliga termiska luftströmmen.

6.6 Frånluftsflöde

Frånluftsflödet i byggnaden är med nuvarande inställning 156,9 l/s, det vill säga 106,3 l/s större än enligt BBR:s krav om den används som bostad, 50,6 l/s. Detta har en stor inverkan på byggnadens energiprestanda. Enligt specifikationerna för ventilationsaggregatet är värmeväxlarens verkningsgrad 85 % vid 50 l/s och 77 % vid 150 l/s. Förutom att uppvärmningskostnaderna ökar kräver fläktarna mer energi vid större flöde. Ventilationsflödet påverkar även innemiljön i form av högre ljudnivå. När ventilationsflödet sänks upplevs det som "lugnt och skönt".

Luftflödesmätningen indikerade även att PLC:n visar felaktiga flöden för system 5701. Anledningen till detta är i dagsläget okänd.

6.7 Elbatteri i ventilationsaggregatet

Den aktuella funktionen av elbatteriet; på eller av, i ventilationsaggregatet har försvårat vår analys av systemet eftersom tilluften har värmts till önskad temperatur oberoende av aktuell utelufts- och frånluftstemperatur. Detta har gjort att vi inte kunnat få fram någon aktuell verkningsgrad för enbart värmeväxlaren och vi har inte kunnat avgöra i vilken omfattning systemet klarar att värma uteluft med hjälp av gratisenergi.

6.8 Boende

Under den period då systemet har analyserats har inte byggnaden använts vilket gjort att vissa förutsättningar har skiljt sig från det normala för en bostad. Eftersom boende saknas, saknas även fuktproduktion i byggnaden vilket medför att fuktåterföring i den roterande värmeväxlaren ej har varit ett problem och därför inte analyserats. Avsaknaden av boende och aktivitet i byggnaden påverkar även rumstemperaturen, dels på grund av minskad värmeproduktion men även i och med att ingen reagerat på om temperaturen i byggnaden varit låg eller hög och därmed inte justerat radiatorerna så att önskad rumstemperatur uppnåtts. Detta påverkar ventilationsaggregatets drift eftersom frånluftstemperaturen troligtvis hade varit högre, och därmed hade temperaturskillnaden mellan frånluft och tilluft varit större, om byggnaden varit bebodd. En risk med att rumsluften har låg temperatur i förhållande till tilluften är att den omblandande ventilationen i rummen inte fungerar som den ska. Låg frånluftstemperatur tillsammans med aktiverad värmeslinga gör att den roterande värmeväxlarens verkningsgrad inte går att utvärdera på ett tillfredsställande sätt.

6.9 System 5702

Vid analysen av det omblandande systemet upptäcktes ingen märkbar temperaturutjämning mellan fasaderna, vilket är syftet vid driftläge Värme då omblandning ska ske. Detta kan bero på att fläktarna i systemet behöver justeras för att kunna motverka de naturliga termiska drivkrafterna i glasfasaden. Dock

kunde det tydligt ses att det omblandande systemet har ett ej önskvärt värmeutbyte med vindsutrymmet. Detta kan motverkas genom att isolera de befintliga rören på den sträckan som passerar genom vindsutrymmet. Utifrån hur det omblandande systemet, 5702, ser ut i dagsläget anser vi att nackdelarna med systemet överväger fördelarna. Eftersom driftläge Kyla inte varit aktivt under den period då systemet analyserats (under uppvärmningssäsongen) kan inte hänsyn tas till eventuell nytta vid detta driftläge. Syftet med driftläge Kyla är att föra bort varm luft från glasfasaden och därmed sänka temperatur i detta utrymmet. Det är möjligt att de vädringsfönster som är placerade i nock på glasfasaden i söder kan fylla detta behov. Med hjälp av driftstatistik som lästs från PLC:n vid två olika tillfällen har vi fått fram att fläkten i det omblandande systemet, 5702-FF1, har en aktuell effekt på ungefär 118 W och går oavbrutet.

En vidare observation av system 5702 berör inblåsen av kall respektive varm luft till öst- och västfasaden. Vid driftläge Kyla distribueras den kalla luften till fasaderna genom inblås i marknivå. Det finns då en risk att den kalla luften inte blandas med befintlig luft utan endast sjunker till botten av utrymmet. Vid driftläge Värme är dock inventilerna till fasaderna högst upp i glasfasaden. Det innebär att den varma luften inte blandas med befintlig luft utan istället direkt förflyttas tillbaka till söderfasaden med hjälp av de naturliga termiska drivkrafterna. Önskvärt hade varit att inventilerna bytte plats i de båda driftlägena för att öka den önskade effekten av respektive driftläge.

6.10 Driftläge Kyla, system 5702

Under perioden 2014-02-21 och 2014-04-16 har det observerats att drifttidsmätningarna för fläktarna som arbetar vid driftläge Kyla i det omblandande systemet inte har ändrats. Drifttidsmätarna har visat 3876 timmar för 5702-TF1 och 3877 timmar för 5702-FF2 under hela perioden. Enligt loggade värden för denna period har medelvärdet av 5702-GT21:1 och 5702-GT21:2 varit över 20 °C i mer än 76 timmar. Att kriterierna för driftläge Kyla har uppfyllts mer än 76 timmar men drifttidsmätaren inte har registrerat att fläktarna varit igång tyder antingen på att drifttidsmätningen inte fungerar eller att driftläge Kyla inte fungerar. Det verkar vara driftläge Kyla som inte fungerar eftersom drifttidsmätningen visar att den omblandande fläkten, 5702-FF1 som används vid driftläge värme, har varit igång hela perioden. Observationer har även gjorts på plats en solig dag då kriterierna för driftläge Kyla varit uppfyllda och driftläge Kyla har då inte aktiverats. Vid det aktuella tillfället studerades PLC:n och medelvärdet av givare 5702-GT21:1 och 5702-GT21:2 var över 20 °C i flera timmar utan att några spjäll stängts eller öppnats, eller att fläkt 5702-FF2 startat. Slutsatsen dras att system 5702 inte fungerar som det ska utifrån driftsbeskrivningen.

6.11 Förberedande test av loggrar

De olika typerna av sensorer på de egna loggrarna reagerade uppenbarligen olika under olika förutsättningar. Överlag var det den öppna loggern den som reagerade snabbast på små temperaturförändringar i sin omgivning, och detta kan vara både bra och dåligt. De externa sensorerna uppvisade också en hög känslighet och reagerade snabbt på temperaturförändringar. Skillnaden mellan dessa två varianter var små och de är båda användbara i de situationer som detta examensarbete har behandlat. De loggrar med endast intern sensor kan dock anses vara för långsamma i sin reaktionsförmåga i aktuella fall, speciellt vid de snabba förändringarna som sker i ventilationsaggregatet.

Gemensamt för alla de olika typerna av sensorer är att de reagerar snabbare om luften runt omkring dem är i rörelse. Luften runt sensorerna byts då ut hela tiden och reaktionshastigheten ökar. Det har inte så stor betydelse hur stort flödet runt sensorn är, så länge luften inte står helt stilla. I sådana situationer har de öppna loggrarna högst reaktionshastighet, tack vare deras direktkontakt med klimatet och dess begränsade massa. De externa sensorerna är också i direktkontakt med klimatet men har dock en större massa som reagerar långsammare på förändringar.

6.12 Ventilationsaggregatet

Undersökningen av ventilationsaggregatet ledde till upptäckten av inställningen av kontorsdrift. Dessutom låg denna undersökning till grund för att utvärdera eventuella skillnader mellan de egna loggrarna och de befintliga givarna i systemet. Överlag var dessa skillnader små, mellan 0,4 och 1,6°C. Slutsatsen kan då dras att de befintliga givarna i systemet återger tillförlitlig data gällande rådande temperaturer.

7. Referenser

Abel, Enno och Elmroth, Arne (2008). *Byggnaden som system*. Forskningsrådet Formas, Stockholm.

Boverket (2013). *BBR 20, Kapitel 6 – Hygien, hälsa och miljö*.
<http://www.boverket.se/Global/bygga-o-forvalta-ny/dokument/regler-om-byggande/boverkets-byggregler-bbr/bbr20/Avsnitt-6-BBR-20.pdf>
Hämtat: 2014-05-09

Burström, Per Gunnar (2009). *Byggnadsmaterial. Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Studentlitteratur, Lund.

Claesson, Johan, Nevander, Lars Erik och Sandin, Kenneth (1984). *Utdrag ur värme – kompendium i byggnadsfysik*. Institutionen för byggnadsteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Elfborg, Stefan och Vrbanjac, Adnan (2012). *Inglasad tegelfasad – en energianalys*. Avdelningen för installationsteknik, institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Gratia, Elisabeth och De Herde, André (2007). Greenhouse effect in double-skin facade. *ScienceDirect, Energy and Buildings nr 39*, ss. 199-211.

Jensen, Lars (2007). *Värmeväxling*. Avdelningen för Installationsteknik, Lund.

Kempe, Per (2013). *Installationssystem i energieffektiva byggnader – Förstudie*. Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, Stockholm.

Nevander, Lars-Erik och Elmarsson, Bengt (2011). *Fukthandbok. Praktik och teori*. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Warfvinge, Catarina och Dahlblom, Mats (2010). *Projektering av installationer i byggnader*. Studentlitteratur, Lund.

Drifts- och skötselanvisningar VR 700 DC

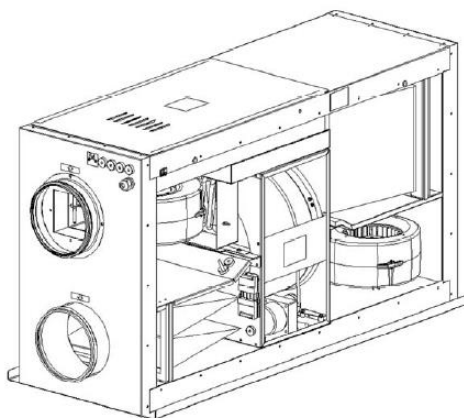
BILAGA 1

Drifts- och skötselanvisningar från tillverkaren.

Källa: Systemair

205819 12.11.2010 (10-03)/TR

Villavent® VR 400/700 DC



- N** Bruks- og vedlikeholdsanvisning
- S** Drift - och skötselanvisningar
- D** Bedienungs- und Wartungsanleitung
- GB** User and maintenance instructions



N FORORD

Villavent ventilasjonsaggregater med varme-gjenvinning er produsert siden 1980. Aggregatene er installert i tusenvis av bygg i Norge og utlandet.

Erfaringen fra disse installasjonene er samlet i Villavent-produktene. De siste resultatene fra inneklimateforskningen er her tatt hensyn til, og det er stilt høye krav til kvalitet og funksjonsdyktighet.

Selv om mye kunnskap og erfaring er benyttet i utviklingen av aggregatet, avhenger et godt resultat likevel av at anlegget brukes og vedlikeholdes som beskrevet i dette heftet.

INNHOLDSFORTEGNELSE

GENERELT	side	3
BETJENING	side	4
ADVARSEL	side	12
VEDLIKEHOLD	side	13 & 15
FEILSØKING	side	17
SERVICE	side	19

D INTRODUKTION

Villavent Lüftungs- und Wärmerück-gewinnungsanlagen werden seit 1980 produziert. Diese Geräte sind und werden in Tausenden von Gebäuden in Norwegen und Großbritannien eingesetzt.

Alle Erfahrungen aus diesen Anwendungen haben wir in die Villavent Geräte einfließen lassen. Ebenso wurde die letzte Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Innenraumklima und dem menschlichen Wohlbefinden berücksichtigt. Große Beachtung gilt der Qualitätssicherung.

Trotz aller gewonnenen Erfahrung und größter Sorgfalt bei der Entwicklung hängt das letztendliche Ergebnis immer von der Sorgfalt bei der Installation und dem Gebrauch ab. Diese Anleitung soll Ihnen bei der Bedienung und der Wartung helfen.

INHALT

ALLGEMEINES	Seite	3
BEDIENUNG	Seite	8
ACHTUNG	Seite	12
WARTUNG	Seite	14 & 16
FEHLERSUCHE	Seite	18
KUNDENDIENST	Seite	19

S INTRODUKTION

Villavent har produsert varmeåtervinningsaggregat som, sedan 1980, är installerade i tusentals byggnader.

Erfarenheter från dessa installationer är samlade i Villavent-produkterna. Vi har tagit hänsyn till de senaste resultaten inom inneklimate forskningen, och vi har ställt höga krav på kvalitet och prestanda.

För att anläggningen skall bibehålla hög kvalitet, måste service och underhåll skötas enligt beskrivningen i detta häfte.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

GENERELT	sid	3
REGLERING	sid	6
VARNINGARS FÖRESKRIFTER	sid	12
SKÖTSEL	sid	13 & 15
FELSÖKNING	sid	17
SERVICE	sid	19

GB INTRODUCTION

Villavent have been manufacturing heat recovery units since 1980. The units are installed in thousands of buildings in Norway, with increasing numbers in the U.K.

Experience from these installations is incorporated in our Villavent units. The latest results from the studies of the indoor climate and its influence on our health are taken into consideration, and great emphasis is given to quality and performance.

However, even after we have put all our experience into developing the unit, the final result depends on the quality of the total installation and maintenance described in this booklet.

INDEX

GENERAL	page	3
OPERATION	page	10
WARNING	page	12
MAINTENANCE	page	14 & 16
TROUBLESHOOTING	page	18
SERVICE	page	19

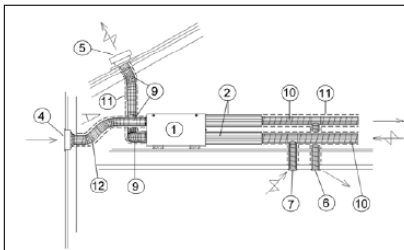


Fig. 1

N

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1.) Aggregat | A) Tilluftsflate |
| 2.) Lydfeller tilluft/avtrekk | B) Avtrekksvifte |
| 4.) Uteluft/friskluftinntak | C) Varmeveksler |
| 5.) Avkast av forenset luft | D) Friskluftfilter |
| 6.) Tilluftsventiler i oppholdsrom | E) Avtrekksfilter |
| 7.) Avtrekksventiler i lukt-våtrom | F) Eftervarmebatteri |
| 9.) Fleksible kanaler | |
| 10.) Spirokanaler | |
| 11.) Kanalisolasjon | |

D

- | | |
|--|--------------------|
| 1) Zentralgerät | A) Zuluftgebläse |
| 2) Schalldämpfer | B) Abluftgebläse |
| 4) Außen-/Friskluftöffnung | C) Wärmetauscher |
| 5) Abluftöffnung (Dachhaube) | D) Friskluftfilter |
| 6) Zuluftventil in Wohn- und Schlafräume | E) Abluftfilter |
| 7) Abluftventile in Nassräumen | F) Nachheizung |
| 9) Flexible Kanäle (nur Ausnahme) | |
| 10) Spirorohr | |
| 11) Dämmung | |

N

GENERELT

Villavent, VR 400/700 er komplette ventilasjonsaggregat for tilførsel av filtrert og oppvarmet friskluft i oppholdsrom, samt avtrekk av tilsvarende luftmengde i våtrom. Aggregatet er utstyrt med varmegjenvinner og automatikk for å kunne ventilere på en sikker og økonomisk måte.

D

ALLGEMEINES

Villavent Geräte VR 400/700 sind komplette Belüftungsanlage zur Lieferung von gefilterter und vorgewärmter Außenluft bei Abzug einer gleichen Menge verbrauchter Luft aus dem Gebäude.

Die Geräte sind mit einem Wärmetauscher aus Aluminium, sowie mit Steuerungsfunktionen, die eine sichere und wirtschaftliche Belüftung gewährleisten ausgerüstet.

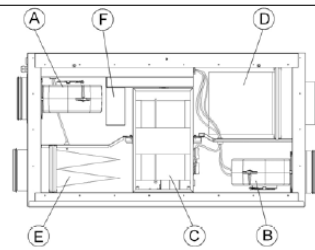


Fig. 2

S

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1.) Aggregat | A) Tilluftsflåkt |
| 2.) Ljuddåmpare till- /frånluft | B) Frånlufsflåkt |
| 4.) Uteluftsintag | C) Vårmevåxlare |
| 5.) Avluft | D) Tilluftsfilter |
| 6.) Tilluftsdon | E) Frånlufsfilter |
| 7.) Frånlufsdon | F) Eftervårningsbatteri |
| 9.) Flexibla kanaler | |
| 10.) Spirokanaler | |
| 11.) Kanalisolering | |

GB

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1) Unit | A) Inlet fan |
| 2) Silencers, inlet/extract | B) Extract fan |
| 4) Fresh air intake | C) Heat exchanger |
| 5) Discharge extract air | D) Fresh air filter |
| 6) Inlet diffusers in living rooms | E) Extract filter |
| 7) Extract louvres in wet rooms | F) Re-heater battery |
| 9) Flexible ducting | |
| 10) Spiro ducting | |
| 11) Duct insulation | |

S

GENERELT

Villavent, VR 400/700 är kompletta ventilationsaggregat för tillförsel av filtrerad och uppvärmd uteluft, samt bortforsling av motsvarande mängd förbrukad luft. Aggregatet är utfört med varmeväxlare och automatik för att kunna ventilera på ett säkert och ekonomiskt sätt.

GB

GENERAL

Villavent VR 400/700 are complete ventilation units for supply of filtered and preheated outdoor air to residential areas and extract of a corresponding amount of used air from WC, bathroom and wet rooms.

The unit is equipped with a heat exchanger in aluminium and control functions to ensure safe and economical ventilation.

S HANDHAVANDE (Fig. 3)

Aggregatet betjänas från en eller flera separata paneler, typ CD.



Menyväljare (för val av funktion och manövrering i menyer)



Bekräfta (tryckknapp för bekräftelse av val)


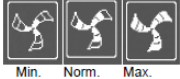




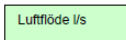















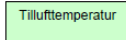
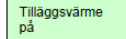
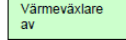
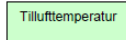
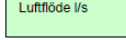





























Tillbaka (tryckknapp för att gå tillbaka efter ändrad nivå)



Menyfönster (information om drift, ändringar etc.)

För normalt, dagligt bruk, finns inget behov för reglering av ventilationsanläggningen. Luftflöde och tillufttemperatur kan regleras vid behov.

Symbol:	Val av luftflöde (fläkthastighet):	Menyfönster visar:
 Fan speed  Min. Norm. Max.	 Vrid menyväljaren till fläktsymbolen är markerad och bekr. med  Vrid menyväljaren  till önskat luftflöde, och bekräfta med  Min. ventilation (Min.) Kan användas vid långvarig frånvaro. Normalventilation (Norm.) Ger nödvändig luftväxling. Luftflöde och -balans upprätthålles automatiskt. Forcerad ventilation (Max.) Ger större luftväxling	 Luftflöde l/s
 Temp  Min. Norm. Max.	Ventilationsanläggningen ger god luftkvalitet i bostaden, och bidrar i liten grad till uppvärmning eller kylning av rumstemperaturen. Likväl kan det vara önskvärt att reglera tillufttemperaturen, till exempel efter årstiden.  Vrid menyväljaren till tillufttemp. är markerad och bekräfta med  Vrid menyväljaren  och justera upp/ned efter önskemål. Temperaturen kan ställas i 5 steg (12-22°C, i steg om 2,5°C C vid aktiverad värmare och 15-19°C i steg om 1°C vid avaktiverad värmare). Tom symbol innebär "Sommar drift" (se nedan under Automatisk "Sommar drift") Bekräfta  Bäst energi- och ventilationseffektivitet uppnås vid låg tillufttemperatur. Automatisk "Sommar drift" Om tillufttemperaturen är högre än inställt värde, kopplas återvinningen ur dvs. den roterande växlaren stannar. Om frånlufttemperaturen är lägre än utomhustemperaturen roterar växlaren för kylåtervinning, dvs. uteluft kyls. Vid låg utetemperatur, kan reducerad rumstemperatur uppnås genom att välja "manuell sommar drift" och forcerad ventilation. Manuell "sommar drift"  Vrid menyväljaren till tillufttemperatur markeras och bekräfta  Vrid menyväljaren  till "Man. sommar drift", och bekräfta med  Tillbaka med  Forcerad ventilation:  Vrid menyväljaren till fläktsymbolen markeras och bekräfta med  Vrid menyväljaren  till max. luftflöde, och bekräfta med  (Automatisk återkoppling till normaldrift om tillufttemp. blir lägre än 5 °C.)	 Tillufttemperatur  Tilläggsvärme på  Värmeväxlare av  Tillufttemperatur  Luftflöde l/s

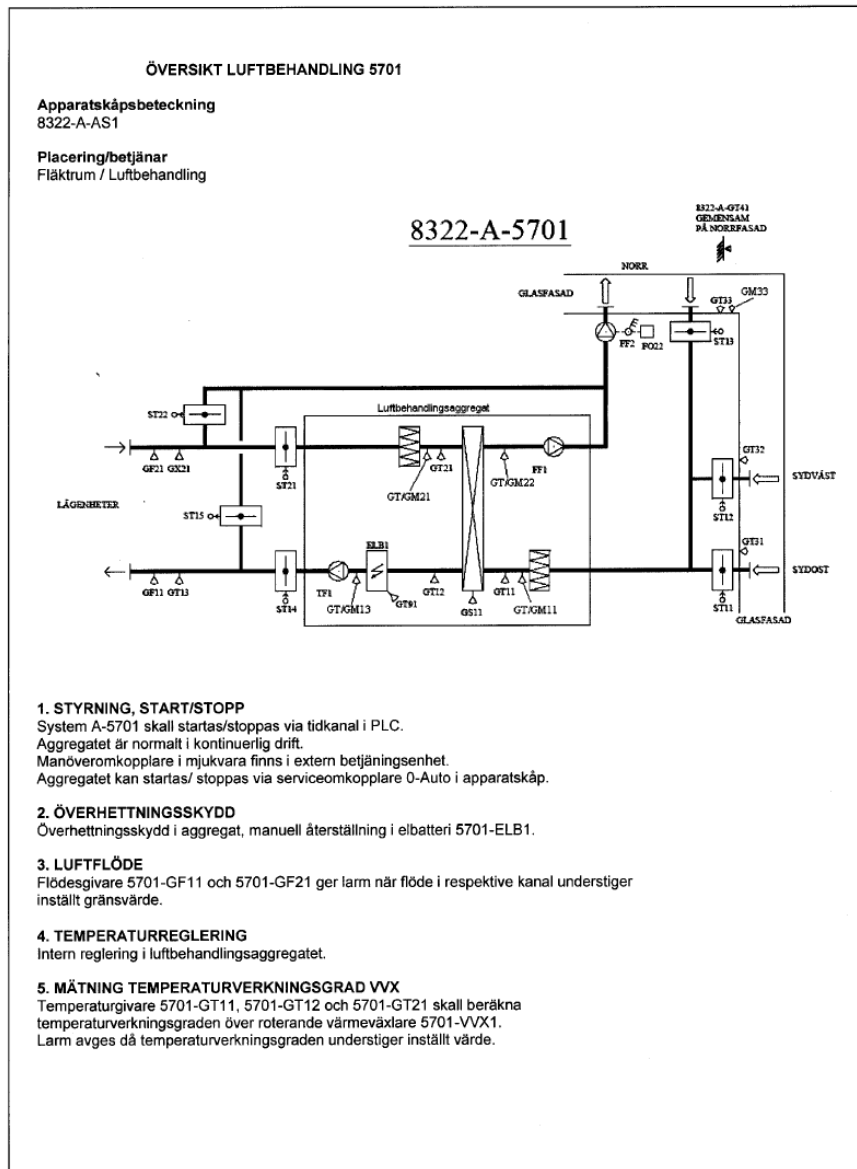
<p>Max.</p>	<p>"Borta" Vid långvarig frånvaro och reducerad rumstemperatur, bör "Borta" väljas tex. i fritidshus. Funktionen sänker tillufttemperaturen med ca. 10 °C. Bortafunktion väljs från separat brytare (se Montageanvisning - "Elektriska arbeten").</p>	<p>Borta</p>
 	<p>Filterbyte Byt filter vid utgången driftstid. Effekten reduceras om filtren inte byts. Val av driftstid: Se Montageanvisning, " Uppstart/Injustering". Byt filter: Se "Skötsel"</p> <p>Återställning av driftstid efter filterbyte (reset)</p> <p> Vrid menyväljaren till "Service" markeras och bekräfta med </p> <p>Bekräfta filterperioden med </p> <p>Bekräfta med  och "Ja" markeras</p> <p>Bekräfta med  och "Nej" markeras</p> <p>Avslut med </p> <p>Återställning av driftstid efter filterbyte kan alternativt ske mha. separat brytare (se Montageanvisning - "Elektriska arbeten").</p>	<p>Filter</p> <p>Service Filterperiode</p> <p>Filterperiod Återställ: Ja</p> <p>Tid til filterbyte x</p>
	<p>Timerreglering Vid ventilation av kommersiella lokaler, kan timerreglering för växling mellan dag- och nattdrift (reducerad ventilation). Fläktsymbol visar vald hastighet på dag-/nattdrift)</p> <p>Under "Nattdrift" kan överstyrning til Normaldrift ske mha. separat brytare. Se Kopplingsschema.</p> <p><u>Val av driftsperiod för överstyrning (Se Servicemeny):</u></p> <p> Vrid menyväljaren till "Service" markeras och bekräfta med </p> <p>Vrid menyväljaren  till "Förlängd drift", och bekräfta med </p> <p>Bekräfta med  .Antal minuter markeras</p> <p>Vrid menyväljaren  till önskad tid för överstyrning (10 till 240 min.).</p> <p>Bekräfta med </p> <p>Avsluta med </p>	<p>Nattdrift</p> <p>Service</p> <p>Service Förlängd drift</p> <p>Förlängd drift Minuter: xxx</p> <p>Luftflöde Hög/Norm/Låg</p>
	<p>Inställning av avfrostningsnivå Aggregatet är utrustat med en automatisk avfrostningsfunktion som aktiveras då det finns risk för isbildning i området kring den roterande värmeväxlaren. Funktionen som styrs av utomhustemperaturen reducerar tilluftsflödet och/eller ökar frånluftsflödet i föreställda tidscykler som beror på den aktuella utomhustemperaturen samt vilken känslighet funktionen är inställd i (se tabell under "Automatisk Avfrostningsfunktion" i installationsinstruktionen). De olika nivåerna kan ställas in från aggregatets kontrollpanel. Nedan beskrivning visar hur dessa kan ställas in. Nivå 3 är föreställt från fabrik.</p> <p> Vrid menyväljaren till "Service" markeras och bekräfta med </p> <p>Vrid menyväljaren  till "Funktioner", och bekräfta med </p> <p>Vrid menyväljaren  till "Avfrostning", och bekräfta med </p> <p>"Läge 3" visas. Ändra till önskad nivå med menyväljaren  och bekräfta med  . Avsluta med </p>	<p>Service</p> <p>Funktioner</p> <p>Avfrostning</p> <p>Läge 3</p>

Beskrivning av system 5701 samt 5702

BILAGA 2

Funktionsbeskrivning av system 5701 samt 5702.

Källa: Schneider Electric



		Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritad	Kontr	Godk	Anl-systembet
		2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
								Arb.nr
B	2012-0319	Nya fukt och tempgivare/NJ		FUNKTIONSBSKRIVNING SEGE PARK BY22				Ritn.nr
A	2011-11-09	Lars Hansson / text						Blad nr
Rev	Datum	Ämne						1(9)

Sege_Park_By22_rev3.DOC

6. VAL AV INTAGSSPJÄLL

Intagskanaler för spjällställdon 5701-ST11 och 5701-ST12 är placerade i sydost respektive sydväst.

Intagskanal för spjällställdon 5701-ST13 är placerat på norrfasad. Temperaturgivare vid varje intagskanal väljer det mest energieffektiva intagsspjället via PLC. Spjällen är kombinerade med dessa temperaturgivare, 5701-ST11 och 5701-GT31, 5701-ST12 och 5701-GT32, 5701-ST13 och 5701-GT33.

När temperaturen vid 5701-GT31 och 5701-GT32 båda överstiger 20°C växlar PLC intagsspjäll till 5701-ST13 placerat på norrfasad. Dödzon xdz 2°C för återgång till sidofasad.

8. BRANDFUNKTION

Vid utlöst rökdetektor 5701-GX21 stoppar aggregatet, varvid rökavvakueringssfläkt 5701-FF2 startar, uteluftsspjäll 5701-ST11, 5701-ST12 och 5701-ST13 samt brand-/brandgasspjäll 5701-ST14 och 5701-ST21 stänger och rökavvakueringsspjäll 5701-ST15 och 5701-ST22 öppnar.

Samtliga brand-/brandgasspjäll och rökavvakueringsspjäll skall motioneras var 48:e timme. Vid motionering skall 5701-TF1 och 5701-FF1 stoppa. Motionering skall ske nattetid. Gränslägesindikering i PLC, larm vid avvikelser, d.v.s. om något spjällställdon ej intar korrekt läge.

Hjälpbrytare på ställdon ger, via PLC, larm om spjäll ej intagit öppet/stängt läge.

Vid stoppat aggregat eller strömavbrott stänger 5701-ST11, 5701-ST12, 5701-ST13, 5701-ST14 och 5701-ST21 med fjäderkraft, 5701-ST15 och 5701-ST22 öppnar med fjäderkraft.

9. MÄTNING I PLC

Samtliga analoga givare skall kunna avläsas i PLC/ÖS

Följande mätvärden/utsignaler skall kunna avläsas i PLC/ÖS.

Loggning skall vara tillräckligt noggrann för att kunna gälla som underlag för utvärdering av driftoptimering.

10. KONTROLL AV ENERGIEFFEKTIVITET

Skall kunna utföras via fjärravläsning/ÖS och direkt via display/handterminal/PLC.

11. STATISTIKMÄTNING


Energianvändning skall mätas och redovisas i PLC enligt följande:

1. Apparatskåpets totala elenergi.
2. Luftbehandlingsaggregatets energianvändning.

12. LARM

Objekt	Text	Prioritet	Fördröjning
5701-Luftbehandlingsaggregat	Driftfel	B	
5701-FF2	Driftfel	B	
5701-GF11	Flödesbortfall TA1	B	
5701-GF21	Flödesbortfall FA1	B	
5701-GT91	Utlöst överhettningsskydd	A	
5701-GT13	Avvikande temperatur	B	30 min
5701-GX21	Utlöst rökdetektor	A	
5701-GX21	Servicealarm	B	
5701-ST11-13	Fel spjälläge	E	60 min
5701-ST14-15	Fel spjälläge	A	
5701-ST21-22	Fel spjälläge	A	
Serviceomkopplare	Fel läge	B	4 h
5701-VVX1	Låg verkningsgrad	E	120 min


E-larm är energilarm och skall åtgärdas av funktionsentreprenör inom 24 timmar.

			Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritst	Kontr	Godk	Anl-systembet
			2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
					FUNKTIONSBESKRIVNING SEGE PARK BY22				Arb.nr
B	2012-03-19	Nya fukt och tempgivare/NJ							Ritn.nr
A	2011-11-09	Lara Hansson / text							
Rev	Datum	Avser							2(9)

Sege_Park_By22_rev3.DOC

13. MATERIAL

Objekt	Fabrikat	Typ
5701-ST11	Schneider Electric	AF24-S
5701-ST12	Schneider Electric	AF24-S
5701-ST13	Schneider Electric	AF24-S
5701-ST14	EKO	BLF-24-EK
5701-ST15	EKO	BLF-24-EK
5701-ST21	EKO	BLF-24-EK
5701-ST22	EKO	BLF-24-EK
5701-GT13	Produal	TEK PT 1000
5701-GT31	Produal	TEU PT 1000
5701-GT32	Produal	TEU PT 1000
5701-GT33	Produal	TEU PT 1000
5701-GT11	Produal	TEKY PT 1000
5701-GT12	Produal	TEKY PT 1000
5701-GT21	Produal	TEKY PT 1000
5701-GF11	Calectro	PTH-3202-DF
5701-GF11	Calectro	PTH-3202-DF
5701-GX21	Calectro	UG-3-O
5701-GM33	Schneider Electric	SHO100
5701-GT/GM11	Thermokon	LC-FTA54/VS
5701-GT/GM13	Thermokon	LC-FTA54/VS
5701-GT/GM21	Thermokon	LC-FTA54/VS
5701-GT/GM22	Thermokon	LC-FTA54/VS

			Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritst	Kontr	Godk	Anl-systembet
			2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
					 FUNKTIONSBESKRIVNING SEGE PARK BY22				Arb.nr
									Ritn.nr
									3(9)
Rev	Datum	Avser							

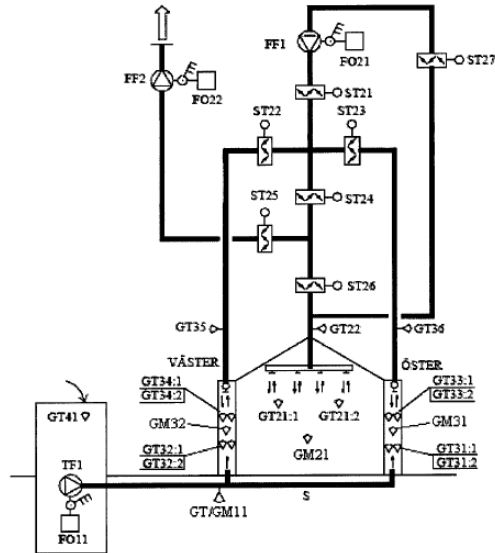
Sege_ParX_By22_rev3.DOC

ÖVERSIKT LUFTBEHANDLING/ENERGIEFFEKTIVISERING 5702

Apparatskåpsbeteckning
8322-A-AS1

Placering/betjäna
Fläktrum / Luftbehandling Förflyttning Värme/Kyla

8322-A-5702



1. ENERGIEFFEKTIVISERING, STYRNING, START/STOPP

System A-5702 skall styras via PLC.

Manöveromkopplare är integrerad i DU-modul.

Systemet kan startas/ stoppas via serviceomkopplare 0-Auto i apparatskåp.

5702-FF1 manövreras via omkopplare Hand-0-Auto.

5702-FF2 manövreras via omkopplare Hand-0-Auto.

I läge Auto startar / stoppar fläktarna enligt inställningar i PLC.

5702-FF1 och 5702-FF2 korsförreglas.

Vid start av drifläge Värme eller Kyla, öppnar resp. stänger tillhörande spjällställdon innan fläkt/ar får starttillstånd efter i PLC inställd tid.

Vädringsfönster 5702-HD01 styrs via utgivare GT41.

När utetemp > 23 °C skall vädringsfönster öppna. Hysteres 3 °C, innebär att vädringsfönster stänger om utetemp < 20 °C

		Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Ritlat	Kontr	Godk	Anl-systembet
		2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
B	2012-0319	Nya fukt och tempgivare/NJ		FUNKTIONSBESKRIVNING SEGE PARK BY22				Arb.nr
A	2011-11-09	Lars Hansson / text						Ritn.nr
Rev	Datum	Avser						Blad nr
								4(9)

Sege_Pack_By22_rev3.DOC

2. DRIFTLÄGE VÄRME

När temperaturgivare 5702-GT21:1 och GT21:2 (medelvärde) i söderläge > temperaturgivare 5702-GT31:1 och GT31:2 (medelvärde placerade ner till) i österläge eller 5702-GT32:1 och GT32:2 (medelvärde placerade ner till) i västerläge, startar driftläge värme. Spjällställdon 5702-ST21, ST22, ST23, ST27 öppnar och spjällställdon 5702-ST24, ST25, ST26 stänger. Därefter erhåller fläkt 5702-FF1 drifttillstånd via PLC.

3. DRIFTLÄGE KYLA

När någon av temperaturgivare 5702-GT21:1 och GT21:2 (medelvärde) i söderläge, temperaturgivare 5702-GT33:1 och GT33:2 (medelvärde placerade upp till) i österläge eller 5702-GT34:1 och GT34:2 (medelvärde placerade upp till) i västerläge > +20°C, startar driftläge kyla. Spjällställdon 5702-ST21, ST22, ST23, ST24, ST27 stänger och spjällställdon 5702-ST25, ST26 öppnar. Därefter erhåller fläkt 5702-TF1 och 5702-FF2 drifttillstånd via PLC.

4. MÄTNING I PLC

Samtliga analoga givare skall kunna avläsas i PLC/ÖS
Följande mätvärden/utsignaler skall kunna avläsas i PLC/ÖS.
Loggning skall vara tillräckligt noggrann för att kunna gälla som underlag för utvärdering av driftoptimering.

Objekt Värde

Driftläge värme Aktiverat

Driftläge kyla Aktiverat


OBS! Temperaturgivare 5702-GT22, GT35, GT35 och GT41 har ingen reglerande funktion utan är endast läsvärdesgivare som aktiveras samtidigt som respektive driftläge startar.

5. KONTROLL AV ENERGIEFFEKTIVITET

Skall kunna utföras via fjärravläsning/ÖS och direkt via pekskärm/displaypanel.

6. STATISTIKMÄTNING

Drifttider och energianvändning för 5702-TF1, 5702-FF1 och 5702-FF2 skall mätas och redovisas i PLC.

			Datum	Typ av ritningsang	Konstr	Ritat	Kontr	Godk	Anl-systembet
			2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
									Arb nr
B	2012-0319	Nya fukt och tempgivare/NJ			FUNKTIONSBESKRIVNING SEGE PARK BY22				Ritn nr
A	2011-11-09	Lars Hansson / text							
Rev	Datum	Avser							Blad nr
									5(9)

Sege_Park_By22_rev3.DOC


7. LARM

Objekt	Text	Prioritet	Fördröjning
5702-TF1/FO11	Driftfel	B	
5702-FF1/FO21	Driftfel	B	
5702-FF2/FO22	Driftfel	B	
5702-ST21 - ST27	Fel spjälläge	E	60 min

E-larm är energilarm och skall åtgärdas av funktionsentreprenör inom 24 timmar.

8. MATERIAL

Objekt	Fabrikat	Typ
5702-ST21	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST22	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST23	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST24	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST25	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST26	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-ST27	Schneider Electric	MD20SR-24TS
5702-GT21:1	Produal	TEK PT 1000
5702-GT21:2	Produal	TEK PT 1000
5702-GT22	Produal	TEK PT 1000
5702-GT31:1	Produal	TEU PT 1000
5702-GT31:2	Produal	TEU PT 1000
5702-GT32:1	Produal	TEU PT 1000
5702-GT32:2	Produal	TEU PT 1000
5702-GT33:1	Produal	TEU PT 1000
5702-GT33:2	Produal	TEU PT 1000
5702-GT34:1	Produal	TEU PT 1000
5702-GT34:2	Produal	TEU PT 1000
5702-GT35	Produal	TEU PT 1000
5702-GT36	Produal	TEU PT 1000
5702-GM21	Schneider Electric	SHO100
5702-GM31	Schneider Electric	SHO100
5702-GM32	Schneider Electric	SHO100
5702.GT/GM11	Thermocon	FTKVS

Datum	Typ av ritningsomg	Konstr	Rital	Kontr	Godk	Anl.-systembet
2011-11-18	Relationshandling	PF	PF			5201,5601,5701,5702
						Arb.nr
						Ritn.nr
						Blad nr
						6(9)
Rev	Datum	Avser				
B	2012-0319	Nya fukt och tempgivare/NJ		 FUNKTIONSBESKRIVNING SEGE PARK BY22		
A	2011-11-09	Lars Hansson / text				

Sege_Pack_By22_rev3.DOC

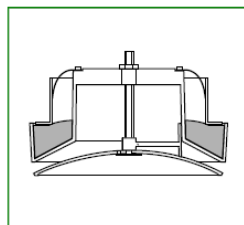
Produktblad VST Tilluftsventil

BILAGA 3

Datablad från tillverkaren av tilluftsventilerna i BY22. Källa: Fläkt Woods AB

Tilluftsventil VST

Tilluftsventil VST



Tilluftsventil VST är en rund tallriksventil med aerodynamiskt utformad ventillågla. VST som har reglerbar inställning av luftflödet kan förses med en luftriktare vilken kan rikta luften över en sektor på cirka 180°.

Snabbval

vid fullt öppen spalt

Storlek	Utförande	Luftflöde l/s [m^3/h] vid ljudnivå		
		25 dB	30 dB	35 dB
VST-08	utan luftriktare	13	15 [54]	18
VST-10	utan luftriktare	27	31 [112]	37
VST-12	utan luftriktare	38	47 [169]	55
VST-16	utan luftriktare	49	60 [216]	70
VST-08	med luftriktare	11	13 [47]	28
VST-10	med luftriktare	19	23 [83]	28
VST-12	med luftriktare	26	30 [108]	36
VST-16	med luftriktare	30	38 [137]	44

Produktfakta

- Goda egenskaper vad gäller ljudnivå, tryckfall, luftflöde och egendämpning
- Monteras i tak alternativt på vägg
- Färs i fyra storlekar
- Tillverkat av polypropylen

VVS AMA-kod

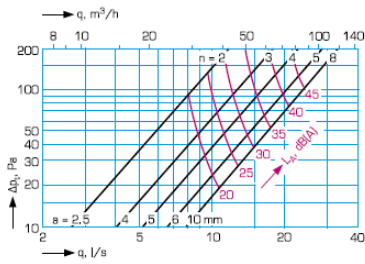
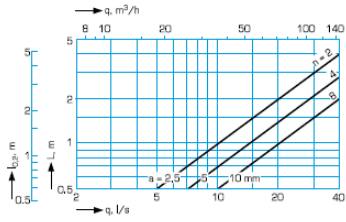
QMC.2 Tilluftsdon för takmontage

Produktkod exempel

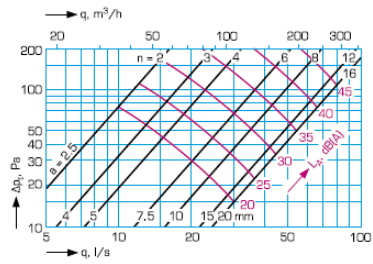
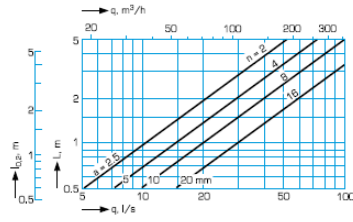
Tilluftsventil VST-10

Kastlängd, luftflöde, tryckfall, ljudnivå

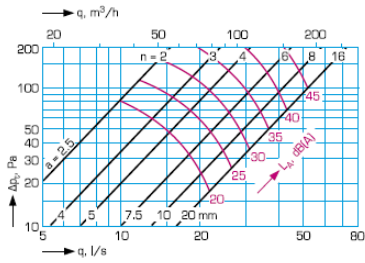
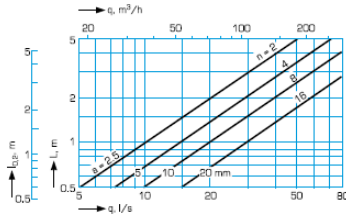
VST-08 utan luftriktare



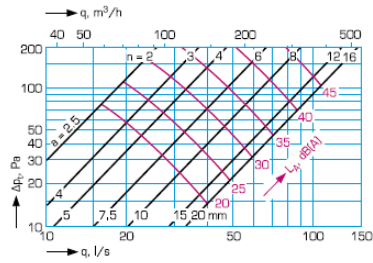
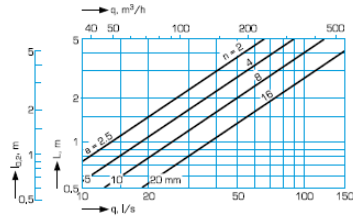
VST-12 utan luftriktare



VST-10 utan luftriktare

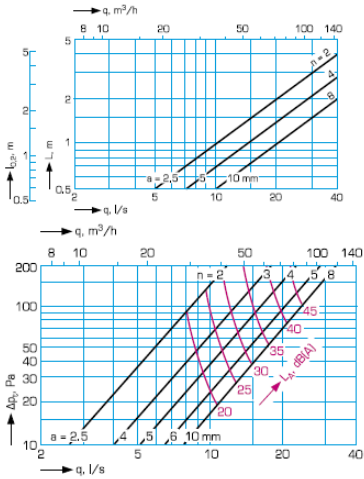


VST-16 utan luftriktare

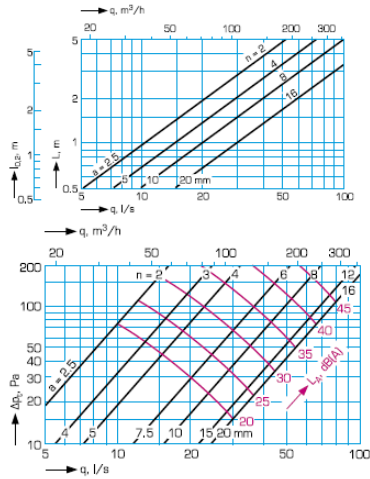


Kastlängd, luftflöde, tryckfall, ljudnivå

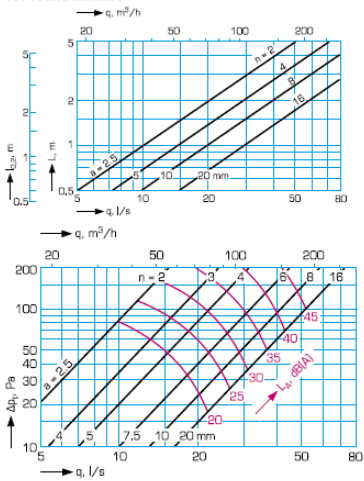
VST-08 med luftriktare



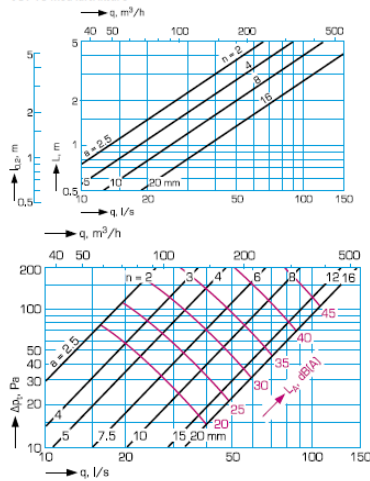
VST-12 med luftriktare



VST-10 med luftriktare



VST-16 med luftriktare



n = antal öppna varv
 a = spaltöppning i mm

Ljudnivå, mått och vikt, injustering, utförande, produktkod

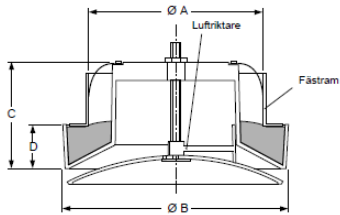
Ljudeffektsnivå

Storlek	Korrektion av ljudnivå dB vid [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
08	-4	4	8	3	-4	-10	-18	-20
10	-3	3	7	4	-5	-13	-19	-20
12	-1	2	5	3	-1	-10	-19	-20
16	0	5	8	3	-4	-11	-20	-20

Ljuddämpning

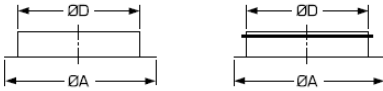
Storlek	Korrektion av ljudnivå dB vid [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
08	23	21	14	9	6	7	7	7
10	23	21	14	9	6	7	7	7
12	20	17	12	8	6	7	7	7
16	19	15	11	8	7	8	7	7

Mått och vikt



Storlek	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Vikt [kg]
08	80	126	62	28	0,1
10	100	150	66	30	0,14
12	125	175	71	35	0,21
16	160	200	76	40	0,27

Fästram VLZ-01, VLZ-02



Storlek	A	D	Vikt, kg	Håtagning
08	107	80	0,07	Ø 90
10	127	100	0,09	Ø 110
12	152	125	0,11	Ø 135
15	177	150	0,13	Ø 160
16	187	160	0,15	Ø 170

Injustering

Käglan skruvas ut eller in det antal varv vilket ger den spaltöppning i mm, som svarar mot tryckfall och önskat luftflöde enligt diagram. Tryckfallet kontrolleras genom att pluggen som är placerad i fronen tas bort och man för in en lämplig måtsond i fronen.

VST utan luftriktare

Storlek	a, mm	2,5	4	5	7,5	10	20
08	kfaktor	0,86	1,39	1,75	2,34	2,41	2,66
10	kfaktor	1,08	1,67	2,16	3,10	4,05	5,17
12	kfaktor	1,15	1,96	2,92	3,73	4,79	7,59
16	kfaktor	1,86	2,75	3,43	4,81	6,62	10,32

$$q = k \sqrt{\Delta p_m}$$

(l/s) (Pa)

VST med luftriktare

Storlek	a, mm	3	4	6	10	15	20
08	kfaktor	0,83	1,00	1,31	1,73	2,05	-
10	kfaktor	0,90	1,13	1,55	2,55	3,00	3,50
12	kfaktor	1,62	1,93	2,34	3,85	4,15	4,91
16	kfaktor	1,89	2,26	3,19	4,27	5,29	6,11

Ljudnivå, mått och vikt, injustering, utförande, produktkod

Utförande

Tilluftsventil VST är en rund tallriksventil med aerodynamiskt utformat ventilkäglä. Ventilen har goda egenskaper vad det gäller ljudnivå, tryckfall, luftflöde och egendämpning. VST som har reglerbar inställning av luftflödet kan förses med en luftriktare vilken kan rikta luften över en sektor på cirka 180°. Ventilkäglan är försedd med en pil vilken visar utströmningsriktningen när ventilen är försedd med luftriktare.

Ventilen som är avsedd att monteras i tak alternativt på vägg finns i fyra storlekar passande kanalanslutningar mellan Ø 80 - Ø 160 mm.

Material

VST är tillverkad av polypropylen vilken är återvinningsbar och tål temperaturer upp till 100 °C. Ventilen levereras i vit färg. För enkel injustering av luftflödet är ventilen försedd med måtuttag i fronten. Som tillbehör finns passande fästarmar av galvaniserad stålplåt med och utan gummitätning.

Skötsel

Donet kan torkas av med ett mjukt rengöringsmedel.

Beskrivningstext

Tilluftsventil VST av Fläkt Woods fabrikat med/utan luftriktare och med/utan fästarm.

Produktkod

Tilluftsventil

VST-aa-b

Storlek (aa)

08, 10, 12, 16¹⁾

Utförande (b)

0 = utan luftriktare, 1 = med luftriktare

¹⁾ Storlek 16 passar även till fästarmar med kanalanslutning Ø 150 mm.

Fästarm (utan gummitätning)

VLZ-01-aa

Fästarm (med gummitätning)

VLZ-02-aa

Storlek (aa)

08, 10, 12, 15²⁾, 16

²⁾ Endast VLZ-01-aa.

Injusteringsats

VLZ-04-aa

Måtsond och injusteringsdata för respektive storlek och utförande.

Prestanda VR 700 DC

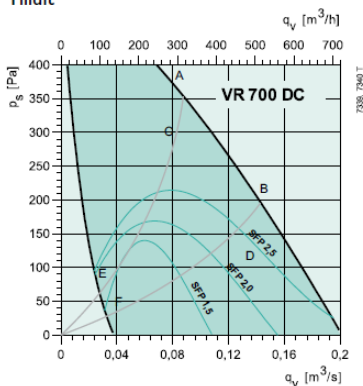
BILAGA 4

Datablad från tillverkaren av ventilationsaggregatet i BY22. Källa: Systemair

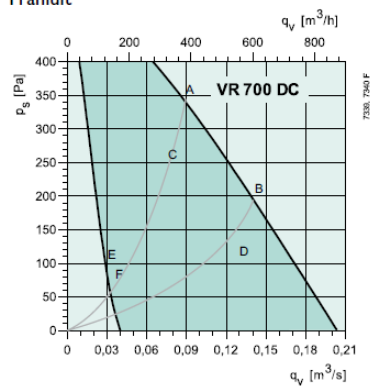


Prestanda VR 700 DC

Tilluft

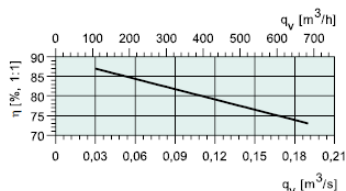


Frånluft



Tilluft

Ljudeffekt (L _w), dB(A) – Oktavband (medelfrekvens Hz)									
	Tot	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
A	80	64	71	71	73	73	73	70	64
B	80	62	71	71	73	74	73	70	65
C	79	64	70	70	72	72	72	68	63
D	79	61	68	70	72	73	72	68	63
E	64	49	55	55	57	59	56	51	41
F	60	45	51	51	54	56	51	46	34



Frånluft

Ljudeffekt (L _w), dB(A) – Oktavband (medelfrekvens Hz)									
	Tot	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
A	70	48	57	65	67	56	54	48	38
B	69	49	56	64	66	56	54	48	38
C	58	34	45	53	55	45	43	36	24
D	62	45	50	57	59	49	47	41	30
E	51	33	38	47	48	39	36	28	20
F	48	35	34	42	45	35	31	22	18

Temperaturverkningsgrad

Vid luftförhållande 1:1.

Ljuddata

Tabellerna för ljuddata anger ljudeffektnivå L_{w,A} som ej ska förväxlas med ljudtrycksnivå L_{p,A}.

SFP = Specific Fan Power [kW/m³/s]

Angivet SFP-värde gäller för komplett aggregat

Omgivning (Läs i tilluftsdiagrammet)

Ljudeffekt (L _w), dB(A) – Oktavband (medelfrekvens Hz)									
	Tot	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
A	59	39	51	50	55	51	50	46	44
B	59	38	50	50	55	51	50	46	44
C	58	39	50	50	54	50	49	44	43
D	58	37	48	49	53	50	49	44	43
E	46	24	36	38	42	39	37	29	23
F	51	33	44	41	45	42	42	38	35