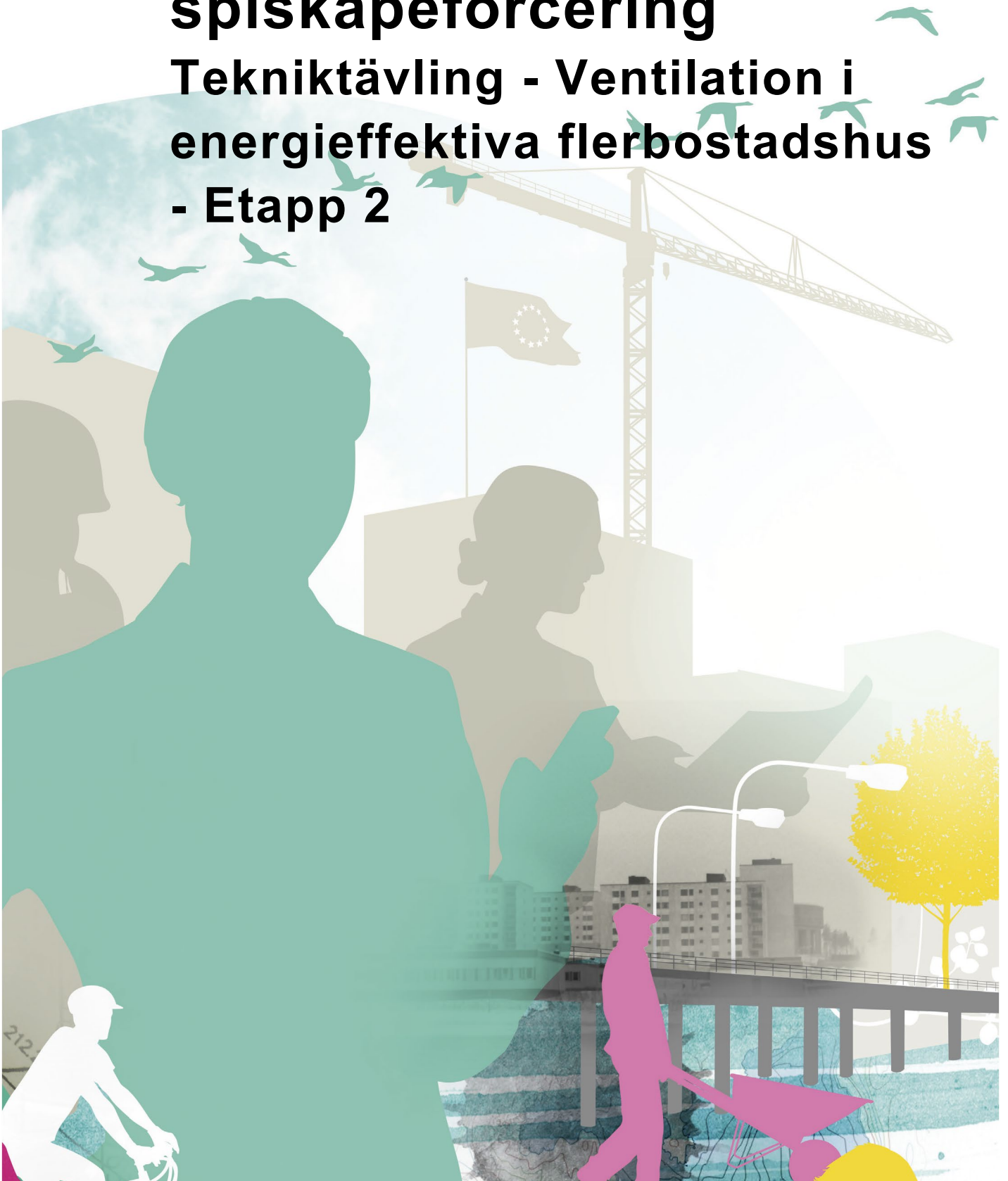




Utvärdering av system för ersättningsluft vid spiskåpeforcering

Tekniktävling - Ventilation i energieffektiva flerbostadshus - Etapp 2



Utvärdering av system för ersättningsluft vid spiskåpe- forcering

Tekniktävling - Ventilation i energieffektiva flerbostadshus - Etapp 2

Lars Ekberg, CIT Energy Management AB och
Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola



Energimyndighetens projektnummer: 47884-2

E2B2



Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmets andra programperiod pågår mellan 2018 och 2021.

Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen. Det läggs därför stor vikt vid samverkan mellan näringsliv, samhälle och akademi och programmet ska bidra till och vara ett verktyg för att länka samman behovsägare med projektutförare.

Ventilation i energieffektiva flerbostadshus – etapp 2 är ett av projekten som har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten. Det har letts av Chalmers Tekniska Högskola.

Svensk Ventilation och BeBo har genomfört en tekniktävling för att identifiera nya och innovativa tekniska lösningar på ventilationsproblem i energieffektiva flerbostadshus. I det här fortsättningsprojektet har tre av de vinnande tävlingsförslagen utvecklas och utvärderas genom mätningar i labbmiljö.

Stockholm, 9 maj 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att E2B2 har tagit ställning till innehållet.



Sammanfattning

Föreliggande rapport redovisar en fortsättning på tekniktävlingen *Ventilation i energieffektiva flerbostadshus*. Tekniktävlingens första etapp genomfördes under 2019 - 2020 i samverkan mellan Svensk Ventilation och BeBo med det övergripande syftet att stimulera nya och innovativa lösningar på ventilationsproblem i energieffektiva flerbostadshus. Det problem som behandlas i denna rapport är kopplat till behovet att tillföra ersättningsluft i samband med spiskåpeforcering för att undvika störande undertryck i bostäder.

Av femton inlämnade bidrag bedömde tävlingsjuryn att tre lösningar för ersättningsluft var särskilt intressanta att utveckla vidare. I den här redovisade andra etappen av projektet var avsikten att utvärdera dessa tävlingsförslag genom mätningar i en kontrollerad laboratoriemiljö. Syftet med mätningarna var att säkerställa att lösningarna håller den prestanda som utlovats, fungerar under varierande driftförhållanden och har säker drift över tid.

En av de tävlande drog sig ur varför endast två lösningar har kunnat testas. Båda de testade lösningarna bygger på att ett elektriskt styrt spjäll öppnar för ökad tillförsel av ersättningsluft då spiskåpan aktiveras. Den ena lösningen är avsedd att användas vid mekanisk till- och frånluft, medan den andra är avsedd för frånluftsventilerade bostäder. Den kan dock även användas vid mekanisk till- och frånluft. Den lösningen har en annan utformning av spjället än det ursprungliga tävlingsbidraget.

Lösningarna provades i en testkammare som har ett luftläckage som motsvarar täta bostäder. Den har mindre dimensioner än vad verkliga lägenheter har. Den mindre storleken innebär att de tryckförändringar som uppstår i kammaren blir snabbare än vad de skulle bli i en verklig lägenhet. Således har tekniklösningarna testats under något strängare förhållanden än vad som är normalfallet i verkliga byggnader.

Mätningarna visar att båda lösningarna klarar att begränsa bostadens undertryck så att det inte mer än mycket kortvarigt råder mer än 10 Pa undertryck. Spjället för ersättningsluft har olika gångtid. Det ena tar 80 sekunder mellan sina ändlägen, medan det andra tar 22 sekunder. Eftersom spiskåpens reglering är momentan, medelst ett klaffspjäll, kan det kortvarigt bli ett större undertryck än 10 Pa. Det var fallet med det långsammare spjället. Undertrycket blev då typiskt som mest 25 Pa under mindre än en halv minut. I fallet med det snabbare spjället blev undertrycket sällan större än 10 Pa.



I båda fallen finns möjlighet att med en elektrisk återkopplingsignal bygga in en larmfunktion för den händelse spjället skulle fastna i något läge. Ingen av de provade lösningarna hade dock någon färdig sådan funktion.

Lösningarna bedöms som robusta och långtidsstabila eftersom de provades vid minst 200 cykler utan att någon felfunktion observerades. Med tiden kommer dock damm att ansamlas på spjällen, vilket skulle kunna påverka deras funktion; att de börjar kärva eller att de inte sluter tätt i stängt läge. Detta har emellertid inte kunnat provas i det aktuella projektet. Det kommer att krävas regelbunden inspektion och rengöring vid behov, speciellt av den lösning som installeras som uteluftsventil i frånluftsventilerade bostäder, eftersom spjället där utsätts för ofiltrerad uteluft. Den ganska långsamma ändringen av spjällets läge bidrar till att lösningarna bedöms som robusta.

Nyckelord: spiskåpa, ventilation, undertryck, luftflödesbalans, forceringsflöde, forcerings-spjäll, laboriemätningar, testkammare.



Summary

The present report presents a continuation of a technology competition on ventilation in energy-efficient residential buildings. The first stage of the competition was conducted during 2019 - 2020 in collaboration between the trade organizations/networks *Svensk Ventilation* and *BeBo* with the overall aim of stimulating new and innovative solutions to ventilation problems in energy efficient residential buildings. The problem addressed in this report is linked to the need to supply replacement air in conjunction with operation of the range hood to avoid disturbing under-pressure in the apartment.

Out of fifteen submitted solutions, the competition jury judged that three were particularly interesting to develop further. In this second phase of the project, the intention was to evaluate the solutions by measurements in a controlled laboratory environment. The purpose of the measurements was to ensure that the solutions maintain the promised performance, function correctly under varying operating conditions and have safe operation over time.

One of the contestants withdrew from the evaluation, why only two solutions have been tested. Both of the tested solutions are based on an electrically controlled damper opening up for increased supply of replacement air when the range hood is activated. One solution is intended for use in mechanical supply and exhaust air, while the other is intended for buildings with mechanical exhaust air with supply of untreated outdoor air, e.g., through slots. However, it can also be used in mechanical supply and exhaust air. The tested solution has a different design of the damper than the original contribution.

The solutions were tested in a test chamber with low leakage through its envelope. It has smaller dimensions than real apartments. The smaller size means that the pressure changes that occur in the chamber will be faster than they would be in a real apartment. Thus, the technology solutions have been tested under slightly stricter conditions than is normal in real buildings.

The measurements show that both solutions are able to limit the negative pressure indoors so that it becomes higher than 10 Pa just briefly. The dampers for replacement air have different speed of position change. One takes 80 seconds between its end positions, while the other takes 22 seconds. Since the cooker hood's control is instantaneous, using a "flap" damper, there may be a short-term negative pressure greater than 10 Pa. That was the case with the slower damper. The negative pressure then typically became at most 25 Pa during less than half a minute. In the case of the faster damper, the negative pressure rarely became greater than 10 Pa.



In both cases, it is possible to build in an alarm function with an electric feedback signal in case the damper gets stuck in any position. However, none of the tested solutions had any such function available.

The solutions are considered robust and long-term stable as they were tested for at least 200 cycles without any malfunction being observed. Over time, however, dust will accumulate on the dampers, which could affect their functioning; that they get stuck and/or that they do not close tightly in the closed position. However, this has not been tested in the current project. Regular inspection and cleaning will be required, especially of the solution installed as an outdoor air valve/supply air radiator, as the damper in that case is exposed to unfiltered outdoor air. The rather slow change in the damper position contributes to the solutions being judged as robust.

Key words: kitchen hood ventilation, forced airflow, pressure, air flow balance, lab measurements, test chamber.



INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	9
1.1	BAKGRUND	9
1.2	MÅL OCH SYFTE	9
1.3	PROJEKTDELTAGARE	10
1.4	PROBLEMBESKRIVNING	10
2	GENOMFÖRANDE	12
2.1	TESTKAMMARE	12
2.2	MÄTINSTRUMENT	14
2.3	TESTOBJEKT 1	15
2.4	TESTOBJEKT 2	16
2.5	KRAV PÅ TESTOBJEKTENS PRESTANDA	17
3	RESULTAT	19
3.1	TESTOBJEKT 1	19
3.2	TESTOBJEKT 2	25
4	SLUTSATSER OCH DISKUSSION	29
5	PUBLIKATIONSLISTA	31
6	REFERENSER	32



1 Inledning och bakgrund

1.1 Bakgrund

Ett antal förstudier rörande energieffektiv ventilation av flerbostadshus genomfördes i BeBos regi under 2015 - 2017. Ett av de problem som då behandlades var kopplat till spiskåpeforcering i lufttäta flerbostadshus. I samband med detta djupintervjuades tolv företag och en workshop med branschföreträdare genomfördes. Totalt delade över 110 personer med sig av sina erfarenheter och deras synpunkter låg till grund för den tekniktävling, benämnd *Ventilation i energieffektiva flerbostadshus*, som genomfördes 2019 - 2020 i samverkan mellan Svensk Ventilation och BeBo.

Tekniktävlingens övergripande syfte var att stimulera nya och innovativa lösningar på ventilations-problem i energieffektiva flerbostadshus. En av tekniktävlingens delar rör alltså behovet att tillföra ersättningsluft i samband med spiskåpeforcering i bostäder. Av femton inlämnade bidrag bedömde tävlingsjuryn att tre system för ersättningsluft var särskilt intressanta att utveckla vidare och studera i en andra etapp av tekniktävlingen.

Dokumentation från tekniktävlingens första del återfinns på BeBos hemsida: <https://www.bebostad.se/projekt/teknikutvecklingsprojekt/tt-vent>

Föreliggande rapport redovisar genomförandet och resultatet av denna andra etapp av tekniktävlingen.

1.2 Mål och syfte

Målet med denna andra etapp av tekniktävlingen är att testa de tävlingsförslag som har bedömts som särskilt intressanta och innovativa i en kontrollerad laboratoriemiljö.

Syftet är att kontrollera om lösningarna håller den prestanda som utlovats, fungerar under varierande driftförhållanden och har säker drift över tid.

Avsikten är också att visa för fastighetsägare som är villiga att testa lösningen i något flerbostadshus att lösningen fungerar i laboratoriemiljö. Denna andra etapp ska alltså utgöra grunden för en eventuell tredje etapp, där avsikten är att genomföra provinstallationer i verkliga flerbostadshus av de bidrag som uppfyller ställda krav.



1.3 Projektdeltagare

Projektgruppen består av nedanstående personer och organisationer.

Jan-Olof Dalenbäck, Avdelningen för Installationsteknik, Chalmers är projektägare och ansvarig för laborietester. Lars Ekberg, CIT Energy Management och Per Kempe, PE Teknik & Arkitektur är ansvariga för teknisk kvalitetssäkring i projektet. Göran Werner, WSP är koordinator för BeBo, medlem i beställargruppen och ansvarig för förankringen i BeBos verksamhet.

Testrigger har byggts upp och mätningarna har genomförts av Lars Ekberg, Torbjörn Lindholm och Håkan Larsson, Installationsteknik, Chalmers.

1.4 Problembeskrivning

De undersökta teknikerna ska lösa det tryckrelaterade problem som kan uppstå i samband med spiskåpeforcering i bostäder. Problemet är att det kan uppstå ett stort undertryck i bostaden, speciellt i hus med en klimatskärm som har hög grad av lufttäthet, om inte ersättningsluft kompenserar för huvuddelen av det ökade flödet i spiskåpan vid forcering. Problemet är alltså speciellt vanligt i hus som av energieffektiviseringsskäl har hög lufttäthet, och i hus där det kan förekomma stor obalans mellan till- och frånluftsflöden.

För 15 år sedan var problem med stora undertryck när spiskåpeflödet forcerades tämligen vanligt. Kolfilterfläktar, eller stora volymkåpor med rätt små forceringsflöden, eller endast förhöjt grundflöde, började då användas för att slippa undertrycksproblemen. Detta accepterades vid den tiden, eftersom den aktuella typen av spiskåpa uppvisade hög grad av osuppfångning enligt den då gällande standarden.

I och med att standarden för spiskåpor reviderades höjdes dock kravet på forceringsflödets storlek. Enligt den nya standarden, SS-EN 13142-1:2017, ska provningen av spiskåpor inte lägre ske under ideala förhållanden. Numera ska provningen göras med ett ”stördon”. Detta gör att stora volymkåpor som fick bra testresultat även med lågt flöde enligt den tidigare standarden, nu får en låg uppfångningsförmåga enligt testerna. Forceringsflödena behöver därför höjas, till ungefär samma flöden som i vanliga spiskåpor. Skillnaden i testresultat mellan den gamla och den nya standarden illustreras i Bilaga 1, Ekberg (2022).

Som tumregel gäller att om skillnaden mellan frånluftsflödet och tilluftsflödet är mer än hälften av det läckageflöde som uppmätts vid provtryckning, Q50, uppstår risk för problem med undertryck i lägenheten. I mycket lufttäta bostadsbyggnader ger alltså en ökning av frånlufts-



flödet, vid forcering av spiskåpa/-fläkt, som är större än halva läckageflödet vid täthetsprovning av lägenheten upphov till problem med undertryck – om inte behovet av ersättningsluft tillgodoses.

Som visats av Kempe (2013, 2014a och b) kan detta leda till att luft sugts in i lägenheten ”fel” väg, exempelvis via frånluftsdonet i badrummet, så att lägenheten tillförs lukter från grannarnas badrum, när spisfläkten används. Dessutom slås skyddet för brandgasspridning ut i och med att luften tar fel väg mellan lägenheterna. Undertrycket kan bli så stort att spiskåpan tappas en del av sin funktion i och med att luftflödet genom kåpan minskar, vilket i sin tur försämrar osuppfångningen. Det finns exempel då spisfläktar har skapat så stora undertryck i lägenheten att det blivit svårt att öppna lägenhetsdörren när spisfläkten är i drift.

Problemet gäller inte bara hus med FTX-ventilation, utan även lufttäta, nyproducerade, hus med FX-system kan ha motsvarande problem. I hus med FX-ventilation förstärks problemet om utelufts-ventilerna i fasaden är för få eller för små; det förekommer även att hyresgäster tejpar igen uteluftsventiler på grund av att de upplever att det drar från dem.

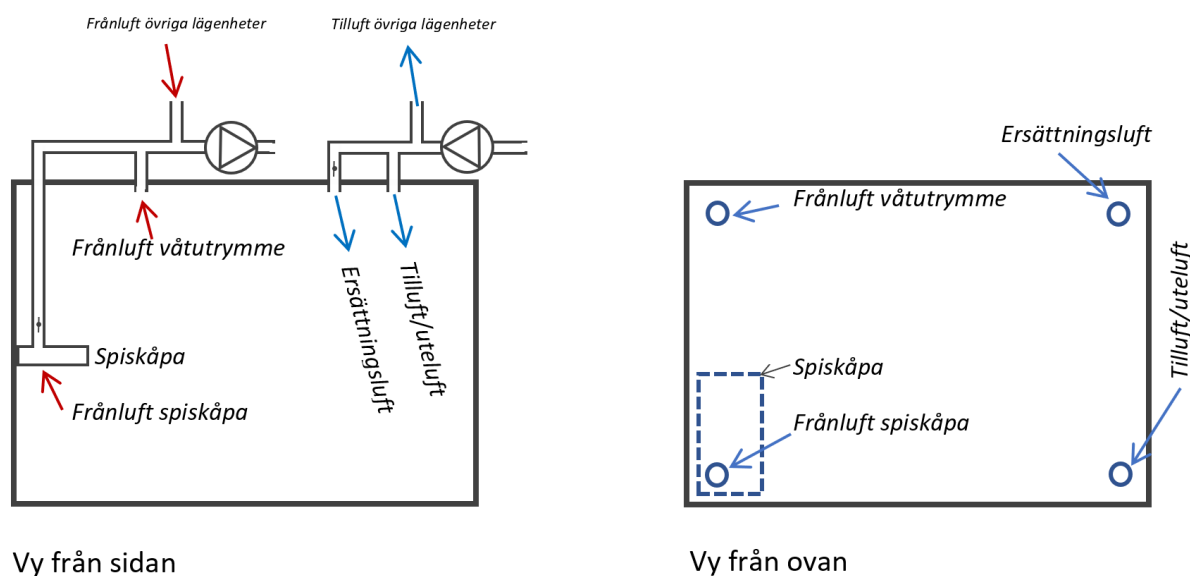


2 Genomförande

Av femton inlämnade bidrag bedömde tävlingsjuryn att tre system för ersättningsluft var särskilt intressanta att utveckla vidare. I den här redovisade andra etappen av projektet var avsikten att dessa tre skulle utvärderas genom mätningar i en kontrollerad laboriemiljö. Syftet med mätningarna är att säkerställa att lösningarna håller den prestanda som utlovats, fungerar under varierande driftförhållanden och har säker drift över tid. En av de tävlande drog sig ur varför endast två lösningar kunnat testas.

2.1 Testkammare

Mätningarna genomfördes i en testkammare belägen i den försökshall som Avdelningen för installationsteknik förfogar över på Chalmers. Testkammaren är konstruerad av glas som monterats lufttätt i ett ramverk av metall. Testkammarens golv har måtten 4×3 m och den invändiga takhöjden är 2,5 m. Således är rumsvolymen 30 m³ och den totala omslutningsarean är 59 m². Testkammaren och den principiella uppbyggnaden av dess ventilationssystem visas i Figur 1.

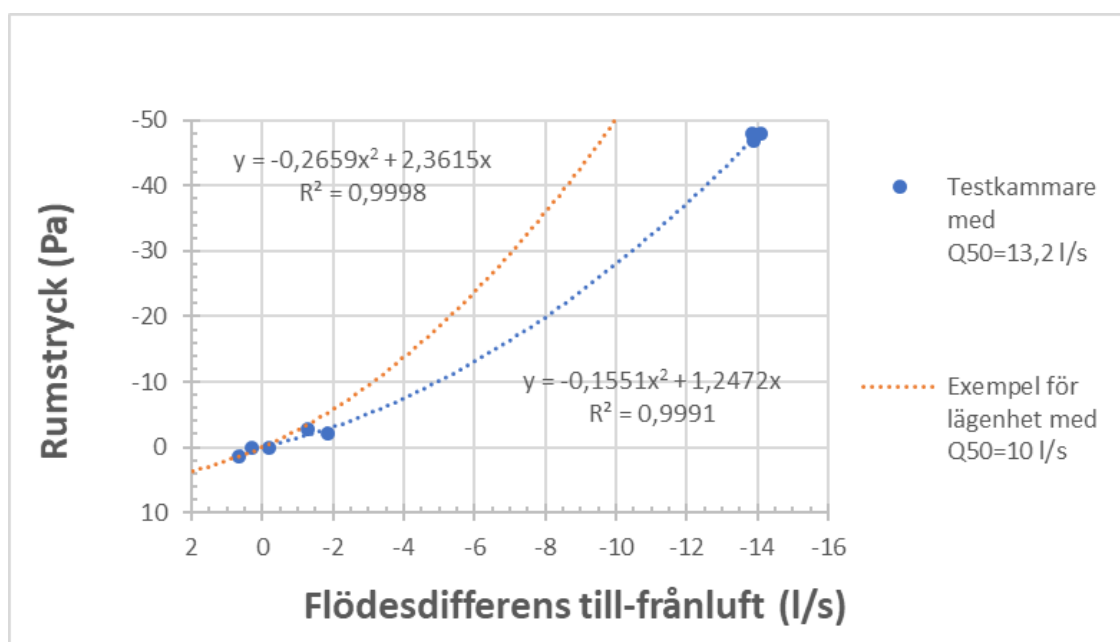


Figur 1. Skiss av testkammare och ventilationssystemets principiella uppbyggnad.



Testkammaren har täthetsprovats genom tryckprovning då det visade sig att luftläckaget uppgick till 13,2 l/s vid 50 Pa undertryck i testkammaren. I Figur 2 redovisas några exempel på mätningar av rumstryck och flödesdifferens tilluft-frånluft i testkammaren.

Kempe (2017b) ger som exempel på kravformulering att skillnaden mellan tilluftsflöde och frånluftsflöde i en lägenhet får vara maximalt halva det luftläckage som uppmäts vid en täthetsprovning av lägenheten (Q50), och anger att detta skulle motsvara cirka 10 - 15 Pa undertryck i lägenheten. Halva provtryckningsflödet i den aktuella testkammaren är 6,6 l/s. Enligt Figur 2 ger det flödet ett undertryck på cirka 15 Pa i testkammaren.



Figur 2. Exempel på uppmätta värden på rumstryck och flödesdifferens tilluft-frånluft i testkammaren. Tillufts- och frånluftsflödena varierades mellan 25 l/s och 45 l/s. I diagrammet visas även ett exempel på resultat från tryckprovning av lägenhet med ett läckage motsvarande Q50=10 l/s.

Ett vanligt beställarkrav är att undertrycket i en lägenhet inte får bli högre än 10 Pa. I testkammaren motsvarar detta en differens mellan frånluftsflöde och tilluftsflöde på cirka 5 l/s. Enligt föreskrifterna för tekniktävlingens första del förutsätts undertrycket i lägenheten vara 2-5 Pa vid grundflöde. Enligt tryckprovningen av testkammaren motsvarar detta en differens mellan från- och tilluftsflöde på 2-3 l/s.



Enligt tekniktävlingens förutsättningar (Lindström, 2019) ska tekniklösningarna tillämpas i en typlägenhet med 3 rum och kök med en golvarea om 70 m² och lufttätheten ska förutsättas motsvara $Q_{50} = 10$ l/s. I Figur 2 redovisas ett exempel på resultat från tryckprovning av en lägenhet med den storleken på luftläckaget. Vid halva läckageflödet, alltså vid 5 l/s blir då undertrycket cirka 18 Pa. För att begränsa undertrycket till 10 Pa krävs att flödesdifferensen begränsas till maximalt 3 l/s, och för att hålla undertrycket inom 2-5 Pa krävs en flödesskillnad inom 1 á 2 l/s. Om frånluftsflödet är 30 l/s motsvarar denna flödesdifferens cirka 5% av flödet. Detta ställer höga krav på noggrannhet vid injustering av till- och frånluftsflöden för att kunna säkerställa avsedd flödesbalans.

Eftersom testkammarens dimensioner är mindre än verkliga lägenheter blir de tryckförändringar som uppstår i kammaren snabbare än vad de skulle bli i en verklig lägenhet. Snabbare tryckvariationer bidrar till att de testade spjällen för ersättningsluft får svårare att ”hinna med” (som framgår nedan är deras gångtid 22 sekunder respektive 80 sekunder). Således har tekniklösningarna testats under något strängare förhållanden än vad som är normalfallet i verkliga lägenheter.

2.2 Mätinstrument

Trycket i testkammaren mättes parallellt med två differenstrycksmätare, den ena av fabrikat Swema, modell 3000md. Den andra av fabrikat Testo 440 dP. Samtliga luftflöden bestämdes genom mätning av tryckfall över IRIS-spjäll. Utöver ovan nämnda tryckmätare användes instrument av fabrikat Swema, model SWA10. Efter injustering av luftflödena behölls IRIS-spjällens inställningar oförändrade. Samtliga IRIS-spjäll samkalibrerades med de fasta inställningsvärdena. Både luftflöden och rumstryck loggades med ett tidsintervall om 1 sekund alternativt 5 sekunder. Tryckmätarnas prestanda redovisas i Tabell 1. Samtliga instrument hade giltig kalibrering som ej var äldre än ett år. Resultatet av en samkalibrering av tryckmätarna redovisas i Bilaga 2 (Ekberg 2022).

Tabell 1. Använda differenstrycksmätare

Fabrikat och modell	Mätosäkerhet
Swema 3000md	±0,3% av avläst värde, lägst ±0,3 Pa
Swema Air 300 + SWA10	±2% av avläst värde, plus ±0,3 Pa
Testo 440 dP	±5 Pa



2.3 Testobjekt 1

I tekniktävlingens första del benämndes denna lösning *A9 Balanseringsenhet CASA CHB*. Bidraget är inlämnat av Swegon och ingår i kategorin *forcering av tilluft*. Den testade lösningen bygger på att ett elektriskt styrt spjäll öppnar för ökad tillförsel av ersättningsluft då spiskåpan aktiveras och den är avsedd att användas vid mekanisk till- och frånluft.



Figur 3. Foto av testobjekt 1. Fotot till vänster visar spjället för ersättningsluft. Fotot till höger visar spiskåpan uppställd i laboratoriet.

Förslaget innehåller balanseringsenheten CASA CHB 125 för centrala spiskåpor, en produkt som lanserades under hösten 2019 och finns tillgänglig på marknaden. Lösningen bygger på att ett elektriskt styrt spjäll för ersättningsluft kompenserar för det ökade frånluftsflödet genom spiskåpan med ett ökat tilluftsflöde. Spjället installeras alltså i tilluftssystemet och det regleras via en elektrisk signal från spiskåpan.

Spjället är av fabrikat Swegon modell CRTc 125 Home, med ställdon av fabrikat Belimo, modell CM24-F10-L/67 SWN. Enligt produktdata är gångtiden 75 sekunder för 90 graders ändring av spjällets läge. Gångtiden mättes till 80 sekunder.



2.4 Testobjekt 2

I tekniktävlingens första del benämndes denna lösning *A6 Litet system – uteluftsdon och mätning i imkanal*. Bidraget är inlämnat av Didrik Aurenus och ingår i kategorin *uteluftsdon*. Den testade lösningarna bygger på att ett elektriskt styrt spjäll öppnar för ökad tillförsel av ersättningsluft. Spjället regleras via en signal från spiskåpan.



Figur 4. Foto av Bidrag 2. Det översta fotot visar lösningen i sin helhet med cirkulär kanal med spjället för ersättningsluft till vänster i bild under en skyddskåpa. Nere till vänster visas spjället för ersättningsluft, nere till höger visas luftintaget med väderskyddande kåpa.



Systemet kan användas i alla typer av bostadshus och är oberoende av vilket ventilationssystem som är installerat; F, FT, FX eller FTX. Befintliga spiskåpor utnyttjas om signal från spiskåpan forceringsspjäll kan erhållas.

Tävlingsförslaget utgörs av ett uteluftsdon som installeras i köket. Förvärmning av tilluften sker genom att uteluftsdonet placeras bakom en tilluftsradiaator. I uteluftsdonet finns ett elektriskt styrt spjäll för ersättningsluft. Spjället regleras via en signal från spiskåpan.

Systemet kan användas i alla typer av bostadshus och är oberoende av vilket ventilationssystem som är installerat; F, FT, FX eller FTX. Befintliga spiskåpor utnyttjas om signal från spiskåpan forcerings-spjäll kan erhållas.

Spjället för ersättningsluft är av fabrikat ETS Nord, modell KRTS-4 100, med ställdon av fabrikat Belimo, modell UM24Y-SR-R. Enligt produktdata är gångtiden 22 sekunder för 90 graders ändring av spjällets läge. Gångtiden mättes till 22 sekunder.

2.5 Krav på testobjektens prestanda

Enligt tävlingsförutsättningarna inför tekniktävlingens första etapp är det grundläggande kravet att undertrycket i lägenheterna skall begränsas enligt följande:

Vid grundflöde förutsätts att det råder 2 - 5 Pa undertryck i lägenheten. I samband med forcering tillåts att undertrycket uppgår till maximalt 10 Pa stadigvarande. Det accepteras dock att undertrycket kortvarigt når 25 Pa när spiskåpan forcerar.

Forceringsflödet ska vara tillräckligt stort för att säkerställa att uppfångningsförmågan uppgår till minst 75% enligt SS-EN 13141-3:2017. Det förutsätts att detta uppfylls när spiskåpan forcerats till 40 l/s.

Samtliga mätningar genomfördes med en och samma spiskåpa installerad. Den aktuella spiskåpan är av fabrikat Swegon, modell Casa Blues, CBV6-B. Dess osuppfångning som funktion av luftflöde framgår av Bilaga 1. För att osuppfångningen ska nå 75%, enligt SS-EN 13142-1:2017, krävs att luftflödet genom den aktuella spiskåpan är 50 l/s.

Förutom att undertrycket i lägenheterna skall begränsas enligt ovan ska de tekniska lösningarna ha en funktion som larmar om det blir fel på systemet (till exempel om spjället för ersättningsluft fastnar i något läge). Larmet ska kunna kopplas till byggnadens styrsystem.



Vidare ska lösningarna vara lätt tillgängliga för service och de ska vara robusta och bestå av komponenter som är lätta att byta ut och under rimlig tid framöver kommer att finnas hos grossister i Sverige. Spiskåpa och system för ersättningsluft bör ha samma leverantör, för att få ett bättre helhetsansvar för funktionen.

Komponenter som är synliga i lägenhet eller trapphus, skall ha en design som kan accepteras av fastighetsägaren och de flesta boende.

Samtliga kanaler ska vara lätta att rensa med en viska i hela sin längd, via speciella rensluckor eller via don.

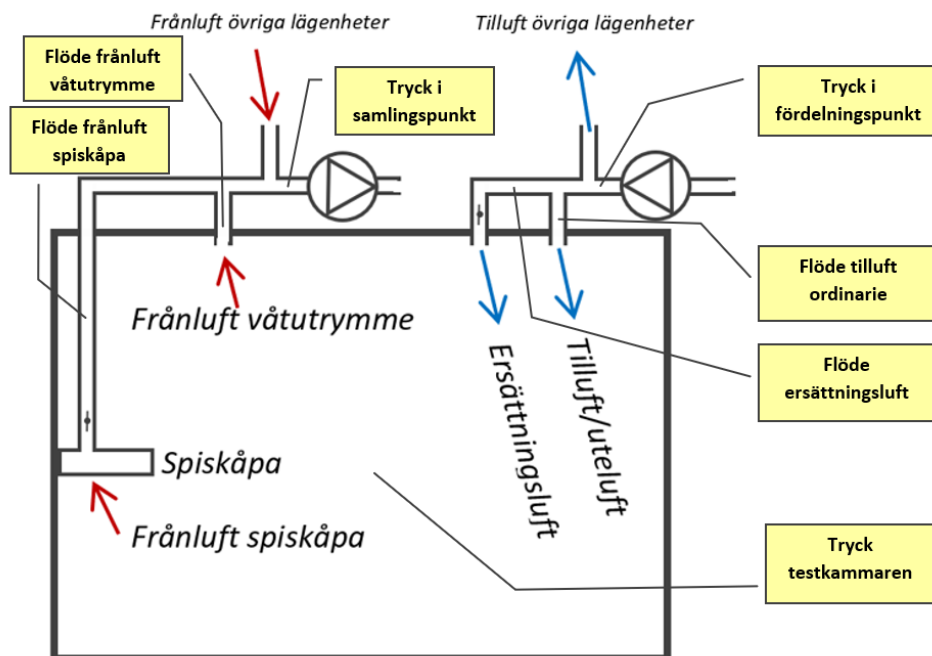


3 Resultat

Nedan redovisas resultaten i tur och ordning för Bidrag 1 och Bidrag 2. Redovisningen omfattar exempel på mätresultat för en testkörning för vardera bidraget. Ytterligare mätresultat återfinns i Bilaga 3 och Bilaga 4 (Ekberg 2022).

3.1 Testobjekt 1

Vid provningen av Bidrag 1 ventilerades testkammaren med mekanisk tilluft och frånluft. Försökuppställningen illustreras med en skiss i Figur 5. Ett ventilationssystem anslutet till flera lägenheter simulerades genom att via t-stycken dela upp det totala till- respektive frånluftflödet så att endast en del användes för att ventilera testkammaren; resten tillfördes respektive evakuerades från laboratriehallen där testkammaren är placerad.



Vy från sidan

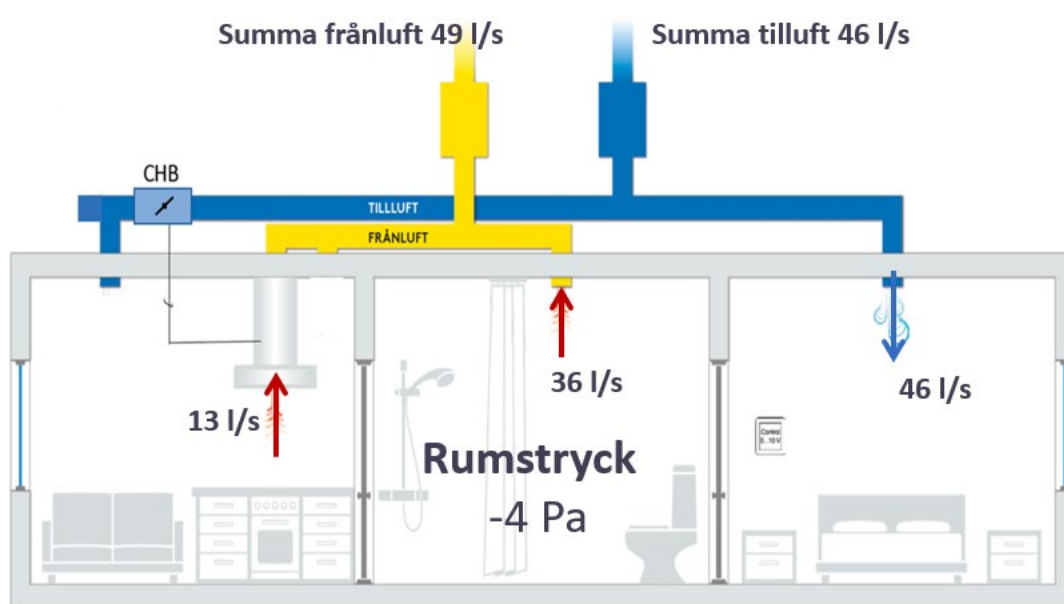
Figur 5. Skiss av laboratorieuppställningen (ej skalenlig). Uppmätta parametrar har markerats med gul bakgrund.



Som framgår av Figur 5 mättes följande parametrar:

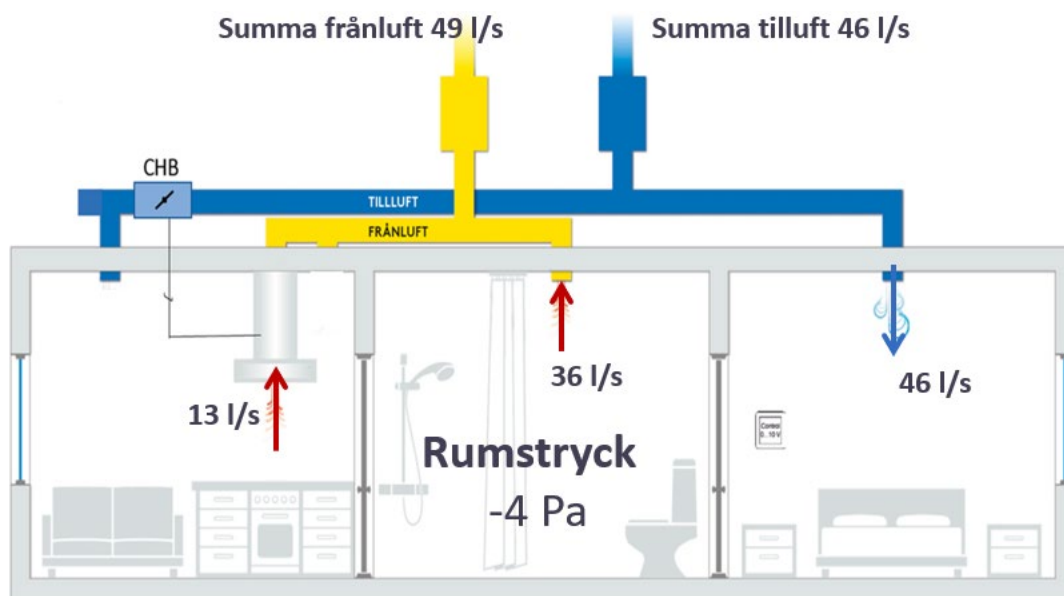
- statiskt tryck i testkammaren
- ordinarie tilluftsflöde
- tilluftsflöde av ersättningsluft
- frånluftsflöde från våtutrymmen (wc/bad)
- frånluftsflöde via spiskåpan
- kanaltryck i fördelningspunkt
- kanaltryck i samlingspunkt

Trycket i fördelningspunkten på tilluftssidan injusterades till cirka 100 Pa. Motsvarande värde i samlingspunkten på frånluftssidan var cirka 120 Pa.



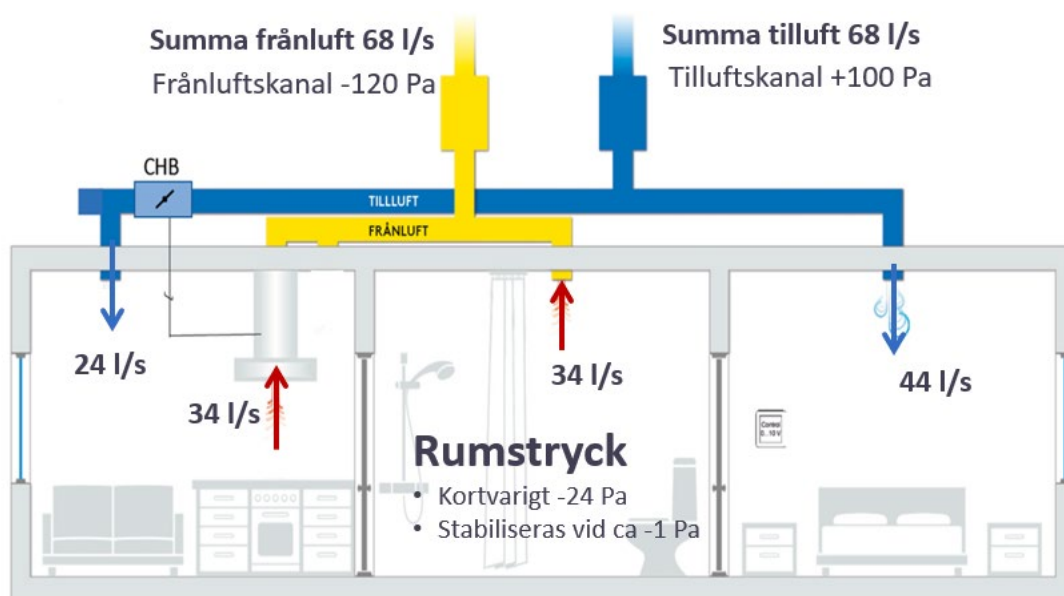
Figur 6. Exempel på mätresultat för Bidrag 1 vid ett fall utan forcering. Frånluftsflödet är 3 l/s högre än tilluftsflödet och det råder 4 Pa undertryck i rummet.

I Figur 6 redovisas mätresultat från ett fall med grundventilation, alltså utan forcering av spiskåpan. Det ordinarie tilluftsflödet justerades och mättes till 46 l/s, medan det totala frånluftsflödet var 49 l/s, varav 13 l/s utgjorde spiskåpan's grundflöde, och 36 l/s var resterande frånluft (som i en verklig lägenhet skulle evakueras från wc/duschrum. Frånluftsflödet var således 3 l/s högre än tilluftsflödet. Vid de angivna luftflödena var rumstrycket stabilt vid -4 Pa.



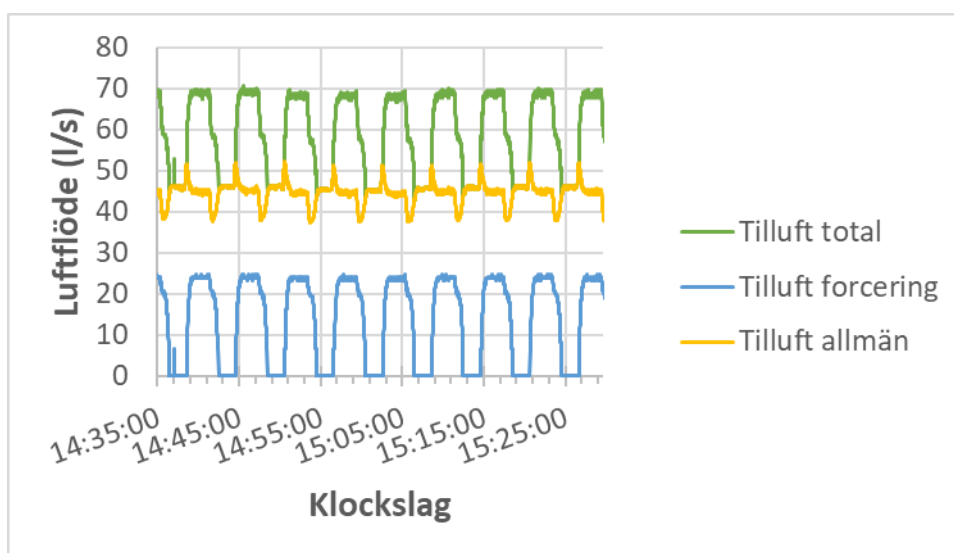
Figur 6. Exempel på mätresultat för Bidrag 1 vid ett fall utan forcering. Frånluftflödet är 3 l/s högre än tilluftsflödet och det råder 4 Pa undertryck i rummet.

I Figur 7 redovisas mätresultat från ett fall då spiskåpan forcerades från 13 l/s till 34 l/s. Som framgår av figuren hade i det här fallet forceringsspjället (markerat CHB i figuren) öppnat så att ersättningsluft tillfördes med ett flöde på 24 l/s. Både det totala frånluftsfloendet och det totala tilluftsflödet uppmättes till 68 l/s. Omedelbart efter spiskåpan forcerades sjönk trycket i testkammaren kortvarigt till -24 Pa. Efter cirka en halv minut steg trycket igen och stabiliserades på cirka -1 Pa, vilket innebär att var en aning högre frånluftsfloende än tilluftsflöde – dock inte någon mätbar skillnad. Luftflödenas och rumstryckets variation i tiden redovisas i Figur 8 till Figur 11.

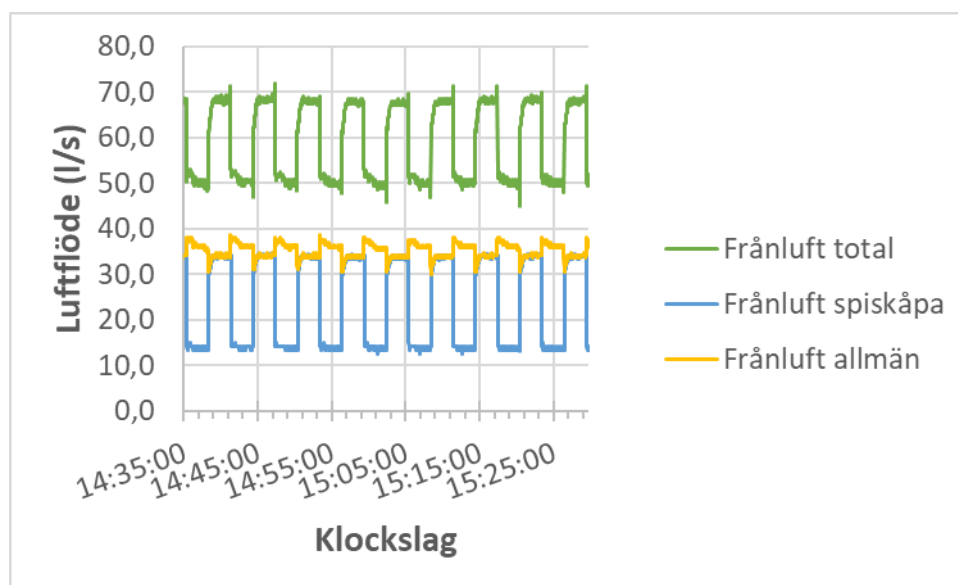


Figur 7. Exempel på mätresultat för Bidrag 1 vid ett fall med forcering.

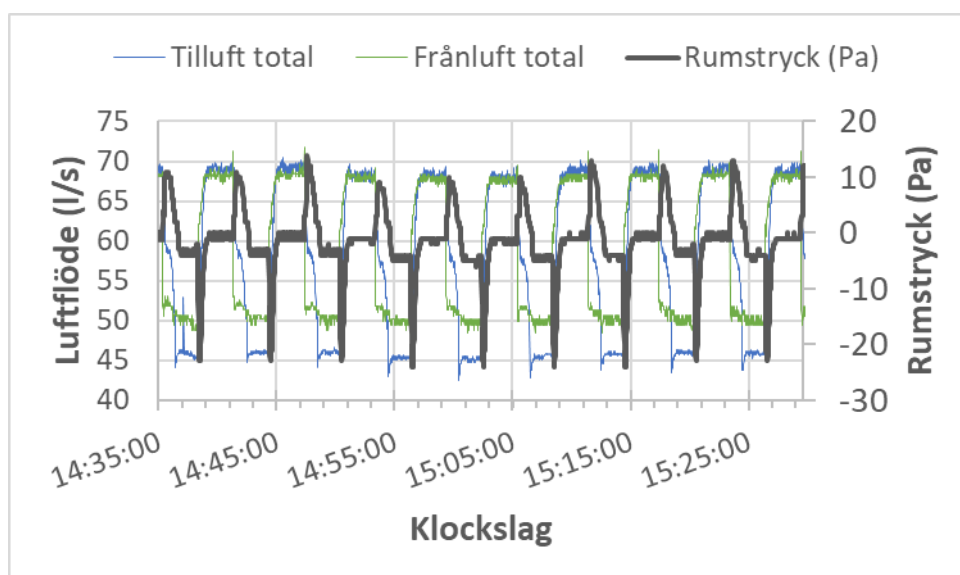
Försöksserien omfattade tio forceringscykler per timma. Spiskåpan var växelvis i forceringsläge under cirka 3 minuter och i grundläge under cirka 3 minuter. Just denna mätserie sträckte sig från cirka kl. 14:30 – 16:00, dvs cirka 1,5 timma. I figurerna nedan redovisas mätvärden från den första timman. Ytterligare mätdata för Bidrag 1 redovisas i Bilaga 3 (Ekberg 2022).



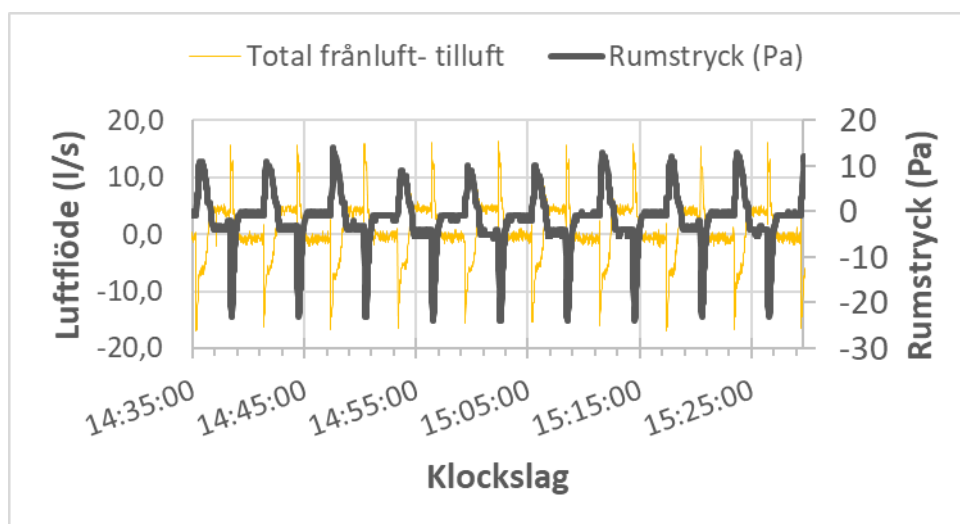
Figur 8. Exempel på uppmätta tilluftsflöden för Bidrag 1. Allmänventilationens luftflöde varierar runt 45 l/s. Flödet av ersättningsluft vid forcering är 24 l/s. Vid forcering stiger det totala tilluftsflödet från cirka 46 l/s till 68 l/s.



Figur 9. Exempel på uppmätta frånluftsflöden för Bidrag 1. Spiskåpans grundflöde är cirka 13 l/s medan forceringsflödet är 34 l/s. Vid forcering stiger det totala frånluftsflödet från cirka 49 l/s till 68 l/s.



Figur 10. Rumstryck och totala till- och frånluftsflöden uppmätta samtidigt med de data som visas i Figur 8 och 9.



Figur 11. Rumstryck och luftflödesdifferens (från-till) uppmätt samtidigt med de data som visas i Figur 8 och 9.



En analys av resultaten i Figur 10 och 11 visar att i det ögonblick som spiskåpan forceras stiger frånluftsflödet momentant och spjället för ersättningsluft börjar öppna. I samma ögonblick som frånluftsflödet stiger, börjar trycket i testkammaren sjunka och det hinner nå cirka -25 Pa innan spjället för ersättningsluft har hunnit öppna så pass mycket att tryckbalansen börjar återställas. Det är ett snabbt förlopp; undertrycket i kammaren har återställts inom en halv minut.

Ytterligare diagram redovisas i Bilaga 3 (Ekberg 2022). Bland annat visas där mätresultat med en tidsskala som gör det möjligt att i detalj studera förloppet under en enda forceringscykel.

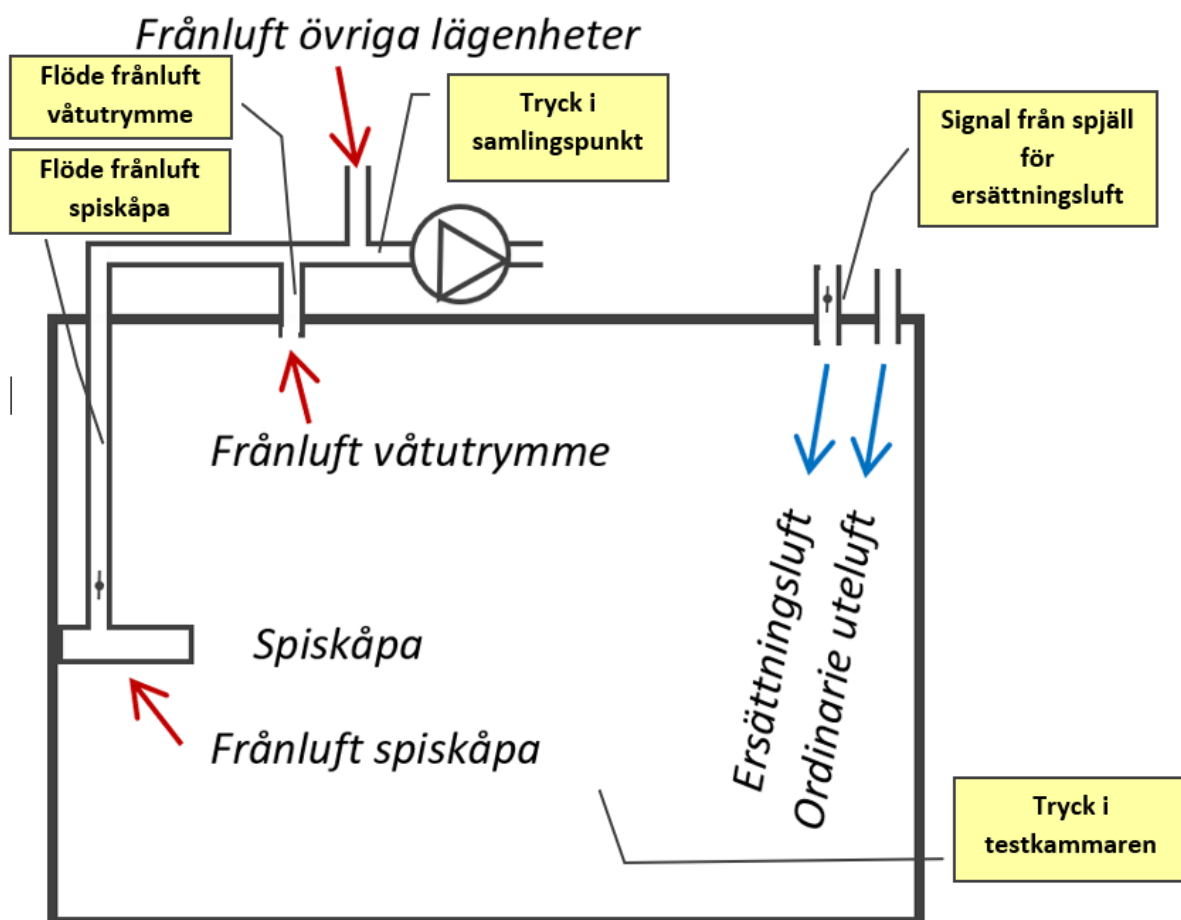
3.2 Testobjekt 2

Vid provningen av Bidrag 2 ventilerades testkammaren med mekanisk frånluft. Försöksuppställningen illustreras med en skiss i Figur 12. Ett frånluftssystem anslutet till flera lägenheter simulerades genom att via t-stycken dela upp det totala frånluftflödet så att endast en del användes för att ventileras testkammaren; resten evakuerades från laboratriehallen där testkammaren är placerad.

Följande parametrar mättes:

- statiskt tryck i testkammaren
- frånluftsflöde från våtutrymmen (wc/bad)
- frånluftsflöde via spiskåpan
- kanaltryck i samlingspunkt
- ersättningsluftspjällets läge

Trycket i samlingspunkten på frånluftssidan var cirka 120 Pa.

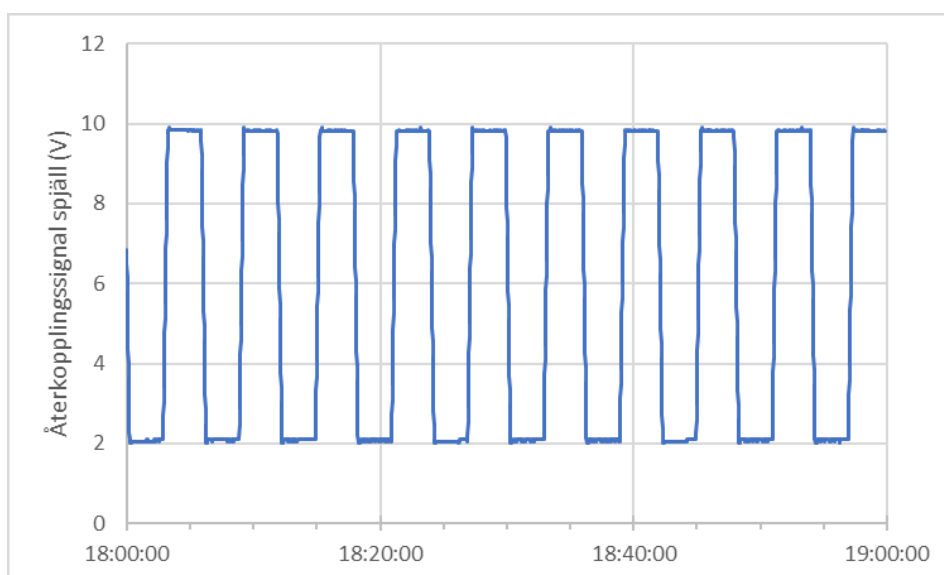


Vy från sidan

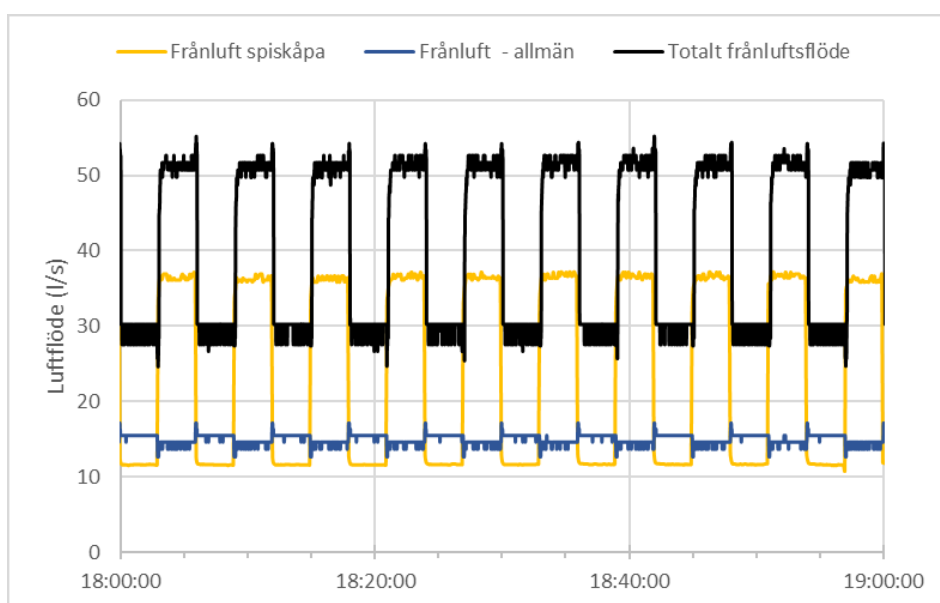
Figur 12. Skiss av laboratorieuppställningen. Uppmätta parametrar har markerats med gul bakgrund.

Exempel på resultat för Bidrag 2, uppmätta under en timma med tio forceringar av spiskåpan, redovisas i Figur 13 till Figur 15.

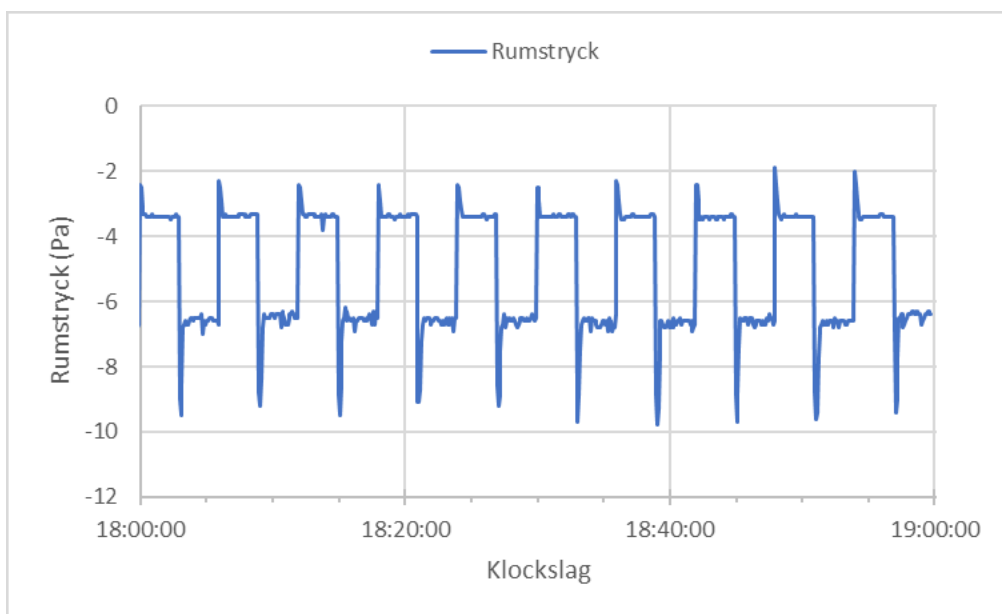
Av spjällets återkopplingsignal i Figur 13 framgår upplägget med tio forceringscykler per timma. Spiskåpan var växelvis i forceringsläge under cirka 3 minuter och i grundläge under cirka 3 minuter. Just denna mätserie sträckte sig från kl. 17 – 09, det vill säga femton timmar. Ytterligare mätdata redovisas i Bilaga 4 (Ekberg 2022).



Figur 13. Exempel på uppmätt återkopplingssignal från spjället för ersättningsluft (Bidrag 2). Signalen är 2V vid stängt spjäll och 10 V vid fullt öppet spjäll.



Figur 14. Exempel på uppmätta frånluftsflöden (Bidrag 2). Spiskåpans grundflöde är cirka 12 l/s medan forceringsflödet är 37 l/s. Vid forcering stiger det totala frånluftsflödet från cirka 27 l/s till 52 l/s.



Figur 15. Exempel på uppmätt rumstryck när det totala frånluftsflödet varierar mellan 27 l/s och 52 l/s i samband med forcering av spiskåpan (Bidrag 2).

Figur 14 redovisar uppmätta frånluftsflöden under samma tidsperiod. Spiskåpan grundflöde var cirka 12 l/s medan forceringsflödet var 37 l/s. Vid forcering steg det totala frånluftsflödet från cirka 27 l/s till 52 l/s. Rumstrycket under samma mätperiod blev aldrig lägre än -10 Pa (Bidrag 2). Det var samma mönster, utan undantag under hela den femton timmar långa mätserien.



4 Slutsatser och diskussion

Mätningarna visar att båda lösningarna klarar att begränsa bostadens undertryck så att det inte mer än mycket kortvarigt råder mer än 10 Pa undertryck. Spjället för ersättningsluft i Bidrag 1 har en gångtid på cirka 80 sekunder mellan sina ändlägen. Eftersom spiskåpens reglering är momentan, medelst ett klaffspjäll, blir det kortvarigt ett större undertryck än 10 Pa, typiskt mindre än 25 Pa under mindre än en halv minut. Spjället i Bidrag 2 har en gångtid på cirka 22 sekunder och i det fallet blev undertrycket som mest ungefär 10 Pa.

I båda fallen finns möjlighet att med en elektrisk återkopplingssignal bygga in en larmfunktion för den händelse spjället skulle fastna i något läge. Ingen av de provade lösningarna hade dock någon färdig sådan funktion.

Lösningarna bedöms som robusta och långtidsstabila eftersom de provades vid minst 200 cykler utan att någon felfunktion observerades. Med tiden kommer dock damm att ansamlas på spjällen, vilket skulle kunna påverka deras funktion; att de börjar kärva eller att de inte sluter tätt i stängt läge. Detta har emellertid inte kunnat provas i det aktuella projektet. Den ganska långsamma ändringen av spjällets läge bidrar till att lösningarna bedöms som robusta. Det kommer att krävas regelbunden inspektion och rengöring vid behov, speciellt av den lösning som installeras som uteluftsventil i samband med mekanisk frånluft, eftersom spjället där utsätts för ofiltrerad uteluft.

Om tekniklösningarna ska provas i verkliga byggnader behöver den efterfrågade larmfunktionen färdigställas. Detta gäller båda lösningarna. Det handlar om att det ska finnas en funktion som larmar om det blir fel på systemet, t ex om spjället för ersättningsluft fastnar i något läge. Larmet ska kunna kopplas till byggnadens styrsystem.

Det har ställts krav på att lösningarna ska vara lätt tillgängliga för service. Båda lösningarna är uppbyggda runt ett motoriserat spjäll av standardmodell. I båda fallen ansluts spjället till en cirkulär kanal (125 mm för bidrag 1 och 100 mm för Bidrag 2). Det finns förutsättningar att detta kan göras så att komponenterna blir åtkomliga för service, men hur det blir i verkligheten kan variera från fall till fall.

Lösningarna ska vara robusta och bestå av komponenter som är lätta att byta ut och under rimlig tid framöver kommer att finnas hos grossister i Sverige. Detta krav bedöms vara uppfyllt för båda bidragen. Det anges dessutom i tävlingsförutsättningarna att spiskåpa och system för ersättningsluft bör ha samma leverantör, för att få ett bättre helhetsansvar för



funktionen. Detta är fallet för Bidrag 1 men inte Bidrag 2. I leveransen av Bidrag 2 ingick cirkulär kanal, forceringspjäll med ställdon samt invändig och utvändig skyddskåpa. Spiskåpan ingick inte i leveransen.

Komponenter som är synliga i lägenhet eller trapphus, skall ha en design som kan accepteras av fastighetsägaren och de flesta boende. Denna fråga är en smaksak. Samtliga kanaler ska vara lätta att rensa med en viska i hela sin längd, via speciella rensluckor eller via don. Det torde vara möjligt att installera utrustningen så att detta krav uppfylls.



5 Publikationslista

Ekberg, L (2022). Tekniktävling - Ventilation i energieffektiva flerbostadshus, etapp 2 - Utvärdering av system för ersättningsluft vid spiskåpeforcering.
E2B2 projekt nr 47884-2, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.



6 Referenser

Boverket (2020). Boverkets Byggregler, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4.

Kempe, P. (2013) Installationssystem i energieffektiva byggnader, SBUF rapport 12541.

Kempe, P. (2014) Artikelserien ”Erfarenheten”, Installationer i energieffektiva byggnader:
Del 2 - Luftflödesbalansen viktig i täta byggnader, s.42-44, Energi&Miljö Nr 6-7, 2014
Del 3 - Luftflöden och tryck vid forcering, s.44-46, Energi&Miljö Nr 8, 2014

Kempe, P. (2017a) Förstudie – Designguide ventilation i energieffektiva flerbostadshus, Version: 1.0. BeBo och Energimyndigheten.


Kempe, P. (2017b) Ersättningsluft vid forcering av spiskåpor/fläktar, Sammanfattning av djupintervjuer och workshop, Version: 1.0. BeBo och Energimyndigheten

Svensk Ventilation (2022) Osuppfångning i spiskåpor och köksfläktar för bostäder – vägledning, Andra utgåvan, Svensk Ventilation.

SS-EN 13141-3:2017, Luftbehandling - Funktionsprovning av komponenter/produkter för bostadsventilation - Del 3: Spiskåpor utan fläkt för kök i bostad, Svenska institutet för standarder, SIS.

Lindström, K. (2019) Inbjudan Tekniktävling – Ventilation i energieffektiva flerbostadshus, Version: 2.1 BeBo-rapport 2018_06, Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus, BEBo.



 *En tredjedel av all energi som används i Sverige används i bebyggelsen och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet.*

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i E2B2.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Läs mer på www.E2B2.se.

