

Tilluftssystem i lägenheter – ljud från tilluftsdon

Sammanfattning av djupintervjuer och workshop



Per Kempe, Projektengagemang AB

1.0

Stockholm

2017-12-29

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har varit verksam sedan 1989 och är ett nätverk av några av Sveriges mest framträdande fastighetsägare och med Energimyndigheten som finansiär. Huvudinriktningen är att minska beroendet av energi i form av värme och el i flerbostadshus, samt att därmed minska påverkan på miljön. BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden.

Denna rapport är en del av en förstudie om ventilation i energieffektiva flerbostadshus som har genomförts inom ramen för BeBos Innovationskluster med inriktning på tilluftssystem i lägenheter. Energieffektiva byggnader är välisolerade och har hög lufttäthet, vilket medför att mycket lite av omgivningens ljud hörs inne i byggnaden. Detta innebär samtidigt att installationsljuden framträder mer, vilket ställer hårdare krav på att alla ventilationssystemets delar utformas så att oönskat ljud minimeras. Rapporten beskriver branschrepresentantars syn på problemen att utforma ett ventilationssystem som uppfyller de högt ställda kraven i energieffektiva flerbostadshus.

Inom förstudien finns också en andra rapport som handlar om problemen att få in tillräckliga mängder ersättningsluft när man forcerar ventilationen, vilket är ett annat problemområde i ett energieffektivt, lufttätt flerbostadshus.

Innehåll

Sammanfattning.....	4
Bakgrund	5
Syfte och mål	7
Metodik.....	8
Djupintervjuer	9
Workshop	10
Sammanfattning av djupintervjuer och workshop.....	11
Allmänt	11
Kunskapsbrist	12
Systemkunskap	14
Utrymmesbehov.....	15
Design/ projektering.....	16
Entreprenad.....	17
Besiktning, egenkontroll etc.	18
Mätmetoder	19
Drift.....	19
Brukare	19
Bra och dåliga exempel med förutsättningar	20
Designguide	20
Produktutveckling.....	21
Förslag på fortsättningsprojekt	23
Bilagor	25
Bilaga 1 Presentation som visades i samband med djupintervjuerna	26
Bilaga 2 Sammanställning från djupintervjuerna	29
Bilaga 3 Presentation som visades i samband med workshop 21 okt 2016.....	32
Bilaga 4 Sammanställning från workshoppen 21 okt 2016	35

Sammanfattning

De senaste 10 åren har installation av FTX-ventilation, d.v.s. fläktstyrda från- och tilluftsflöden med värmeåtervinning i bostäder ökat för att nå en bättre energiprestanda i bostäder. Energieffektiva byggnader är välisolerade med hög lufttäthet, vilket medför att en stor del av omgivningens ljud inte hörs inne i byggnaden. Detta innebär bland annat att installationsljud framträder mer.

I början av 1990-talet ändrades byggreglernas krav på värmeåtervinning i bostäder värmda med fjärrvärme genererad av bibränsle. Denna regeländring inträffade samtidigt med finanskrisen. Byggtreprenörer ändrade då konstruktionen, för att sänka produktionskostnader på det lilla som byggdes, vilket ledde till att FTX i nybyggda bostäder nästan försvann. Därmed tappade man en del av kunskapen om FTX i flerbostadshus och den minskade efterfrågan på FTX-produkter för bostäder innebar att bland annat en del tilluftsdon försvann från marknaden.

Genom djupintervjuer hos 12 olika företag samt en workshop har fler än 110 personer från branschen varit delaktiga i detta Innovationskluster. De har gett sina erfarenheter av hur FTX fungerar i tysta, lufttäta, energieffektiva flerbostadshus och bidragit med förslag och idéer på förbättringar.

Det finns ett stort behov av produktutveckling av ventilationsprodukter anpassade till energieffektiva tysta flerbostadshus samt ett fortsatt arbete med bland annat:

- Guide för design av ventilationssystem i energieffektiva flerbostadshus, vilket ska kunna hänvisas till vid upphandlingar.
- Bättre dokumentation av egenkontroll
- Uppdatering av mätstandard för luftflöden och injusteringsmetoder för att passa lufttäta NNE-flerbostadshus.
- Förstudie Tekniktävling för en produkt för att kontrollera luftflödesbalansen i lägenhet vid grundflöde samt vid forcering.
- Mätprojekt för att se vad som har betydelse för tillägget på egenljudalstringen. Detta kan ge underlag för komplettering till befintlig standard.
- Sammanställning av bra och dåliga exempel för installationer i energieffektiva flerbostadshus. Erfarenhetsåterföring.
- Bra och dåliga exempel vid renovering. Här är det viktigt att visa hur det är möjligt att komma fram med tilluftssystem i olika typer av äldre flerbostadshus.

Bakgrund

I början av 1990-talet ändrades byggreglernas krav på värmeåtervinning i bostäder värmda med fjärrvärme genererad av biobränsle. Det resulterade i att fläktstyrda från- och tilluftsflöden med värmeåtervinning (FTX) i nybyggda bostäder nästan försvann. Därmed tappade man en del av kunskapen om FTX i flerbostadshus och den minskade efterfrågan på FTX-produkter för bostäder innebar att bland annat en del tilluftsdon försvann från marknaden.

De senaste tio åren har installation av FTX-ventilation i bostäder ökat, framför allt för att uppnå bättre energiprestanda. Utvecklingen har drivits på av att byggreglerna senast år 2021 kommer att kräva att ett nybyggt flerbostadshus använder ”nära noll energi” (NNE). Energieffektiva byggnader är välisolerade med hög lufttäthet, vilket medför att en stor del av omgivningens ljud inte hörs inne i byggnaden. När ljud från omgivningen dämpas, framträder installationsljuden i byggnaden mer. I SBUF¹-rapporten ”Installationssystem i energieffektiva byggnader”² identifieras ett antal problemområden som påverkar ljudnivån negativt. Ett problemområde är egenljudsalstringen från tilluftsdon i bostäder och dess beroende av tilluftssystemet närmast före donet. Slarv och okunskap i design och montage av tilluftssystemet är ett annat.

När det gäller montaget av tilluftssystem visade SBUF-rapporten att arbetssättet måste förändras och förbättras. Det är viktigt att monteringen sker så att det inte sticker in några skarpa kanter, skruvar etc. i kanalsystemet. Då blir luftströmningen lugnare (mindre turbolens) och ljudet från ventilationen minskar. Därför behöver det tas fram bättre underlag till projektörer och montörer för aktuella kanaldragningar i bostäder. Det skulle ge projektörerna bättre möjligheter att designa tilluftssystem, som även i drift i energieffektiva byggnader har mycket god funktion, det vill säga är tillräckligt tysta. Ljudmätningar på laboratorier utförs med lång raksträcka innan tilluftsdonet, för att ha en väldefinierad luftströmning mot tilluftsdonet. I verkligheten är det ofta korta raksträckor närmast före tilluftsdonet, vilket ger upphov till störningar i luftströmmen, vilket ökar egenljudsalstringen. Det ger ett så kallat tillägg på egenljudsalstringen.

¹ SBUF Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond är en ekonomisk förening som drivs av representanter för byggbranschen. SBUF stöder utvecklingsarbete och forskning hos entreprenörer och installatörer-

² Rapporten finns att hämta på SBUFs webbplats:
<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/8a1c0fbb-c184-4e4a-a79b-7e1be21d3344/FinalReport/SBUF%2012541%20-%20Slutrapport%20-%20Installationssystem%20i%20energieffektiva%20byggnader.pdf>

Vissa tillverkare av tilluftsdon redovisar detta tillägg till egenljugalstringen, men redovisningen sker på olika sätt för olika tillverkare. Tillägget finns inte med i ljudberäkningarna som oftast utförs med CAD-program, eftersom det inte är standardiserat hur det skall mätas och redovisas. Detta betyder i praktiken att ventilationsprojektörens ljudberäkningar sällan baseras på ”korrekta” värden för egenljugalstring.

Det finns alltså ett behov av att utöka och/eller komplettera mätstandarder för bostadsdons ljuddata för att ge bättre och mer relevant information om ljudalstringen i tilluftsdon. Tilluftsdonen behöver mätas upp under mer verklighetsnära förhållanden och redovisas på lämpligt sätt.

Genom utveckling av CAD-programmens ljudberäkningar kan man också åstadkomma bättre möjlighet att designa och bygga ventilationssystem med mycket låga ljudnivåer. Idag levererar tillverkarna av kanaler och don data till programvarubolaget, som integrerar dessa data i ljudberäkningen. Dock tas inte hänsyn till tillägget på egenljugalstringen, så man bör kontrollera (med handberäkning) att egenljugalstringen inte är dimensionerande för rummets ljudnivå.

En workshop genomfördes den 20 oktober 2015 i Stockholm. Syftet var att samla erfarenheter från flera olika aktörer i branschen, diskutera problem, lösningar, fördelar- och nackdelar, etc. Denna workshop blev starten på BeBos två Innovationskluster om ventilation varav erfarenheter från den ena redovisas i denna rapport. Inom förstudien finns också en andra rapport som handlar om problemen att få in tillräckliga mängder ersättningsluft när man forcerar ventilationen, vilket är ett annat problemområde i ett energieffektivt, lufttätt flerbostadshus.

Syfte och mål

Syftet med arbetet inom BeBos Innovationskluster med inriktning på tilluftssystem i lägenheter är att identifiera och beskriva vilka delar av processen som skulle behöva förbättras för att underlätta att bygga funktionella och tysta ventilationssystem i energieffektiva flerbostadshus.

Innovationsklustret ska också initiera ett arbete med att ta fram förslag till hur ljudmätningar för tilluftsdon avsedda för bostäder skall mätas upp, så deras ljudegenskaper ska redovisas på ett mer verklighetsnära sätt och om möjligt hur dessa metoder ska arbetas in i standarder.

Samtidigt ska innovationsklustret lyfta andra aspekter för att förbättra tilluftssystemens funktion och lägga fokus på inneklimatet i flerbostadshus.

På sikt är målet att få fram bättre underlag så att det finns goda möjligheter för projektörer att designa tilluftssystem, som även i drift i energieffektiva byggnader/ NNE-byggnader³ har mycket god funktion, det vill säga är tillräckligt tysta.

Innovationsklustrets aktiviteter bidrar också till ökad kunskap om ventilation i energieffektiva byggnader, med fokus på att utreda ljud från tilluftsdon vid installation av FTX-ventilation.

³ NNE-byggnader är byggnader som uppfyller kraven i Boverkets Byggregler (BBR) på att använda ”nära noll energi”.

Metodik

Arbetet inom BeBos Innovationskluster Ventilation – Tilluftssystem lägenheter är upplagt enligt följande:

- Presentationer på Nordbygg 2016, för att informera om problematiken och BeBos Innovationskluster
- Möte med Svensk Ventilations styrgrupp Produkter våren 2016 för att diskutera med representanter för tillverkare.
- Djupintervjuer med olika aktörer för att initiera diskussioner samt få in deras synpunkter.
- Workshop 21 oktober 2016 i Stockholm för att presentera sammanfattning från djupintervjuerna samt kontrollera och förankra synpunkter och andra erfarenheter.
- Presentationer för BeBo och Svensk Ventilation, för muntlig återkoppling om resultat.
- Denna rapport samt artikel i fackpress under hösten 2017 om resultatet av innovationsklustret.

Djupintervjuer

Djupintervjuer har genomförts med ca 12 aktörer, främst fastighetsägare och installatörer/ entreprenörer, för att få fördjupad kunskap om hur stora problemen är hos dem. Djupintervjuerna genomfördes maj-okt 2016. I oktober 2016 hölls en uppföljande Workshop där erfarenheter från djupintervjuerna redovisades och förslag på fortsättning diskuterades.

Djupintervjuerna genomfördes hos respektive företag med 4 – 5 personer delaktiga i företagets byggprojekt. Djupintervjuerna tog ca 2 timmar och började med en kort presentation (se bilaga 1) av tidigare erfarenheter, för att initiera diskussionerna.

De företag som deltog i djupintervjuerna var

- Familjebostäder i Stockholm
- Svenska Bostäder
- JM
- Uppsalahem
- Gavlegårdarna,
- MKB (Malmö)
- Örebrobostäder
- Vätterhem
- Familjebostäder i Göteborg
- Bostaden (Umeå)
- SIS/ TK170/ Svensk Ventilation/ Rise (SP)

Därutöver har Boverket telefonintervjuats och har uttryckt önskemål om att få information om och resultat från innovationsklustret.

I Bilaga 2 återfinns en sammanställning av de viktigaste synpunkterna som framkom i intervjuerna. Dessa är sorterade utifrån byggprocessen samt brister eller utvecklingspotential hos olika aktörer och produkter.

Workshop

Över 60 personer som representerade många olika aktörer från branschen deltog i workshopen som hölls i HSB-salen den 21 oktober 2016. Workshopen inleddes med att presentera sammanfattning från djupintervjuerna (se bilaga 3). Därefter delades deltagarna upp i 6 olika grupper i vilka gruppdiskussionerna genomfördes och sedan presenterades.

I Bilaga 4 återfinns en sammanställning av de viktigaste synpunkterna från gruppdiskussionerna. Dessa är sorterade utifrån byggprocessen samt brister eller utvecklingspotential hos olika aktörer och produkter.

Sammanfattning av djupintervjuer och workshop

Nedanstående texter är sammanfattningar av erfarenheterna från deltagarna i djupintervjuerna samt workshopen, med några tillagda kommentarer av författaren.

Allmänt

Det behövs bättre helhetssyn över byggnaden och hur dess olika installationssystem samverkar, för att byggnaden ska bli energieffektiv och ha bra inneklimat. Ett förslag är att entreprenader bör leverera funktion inneklimat till en viss energianvändning, och inte bara att installationerna är monterade och ”brummar”.

Livslängden för ventilationens kanalsystem är ca 50 år, men många aktörer ser livslängden i princip tills garantitiden går ut. Tyvärr verkar det som om vissa aktörer anser att ventilation är ett ”nödvändigt” ont, som tar för mycket plats och kostar alldeles för mycket. Där finns en stor besparingspotential i entreprenaden.

För att bygga bra tilluftssystem finns ett större behov av struktur genom hela projektet för att säkerställa att vi har gjort rätt. Det innebär till exempel:

- Man måste skapa bra förutsättningar i tidigare skeden och systemprojektering.
- Vid upphandling av entreprenad måste man säkerställa att funktioner som eftersträvas inte blir utbytta och att det finns möjlighet att verifiera systemet på ett noggrannare sätt än idag.
- Det behövs bättre sätt att verifiera ett ventilationssystem. En del av det arbetet kanske ska göras redan under systemprojektering genom att påvisa vilka beräknade värden som ska verifieras i färdig anläggning.

Flerbostadshus som byggs för egen förvaltning får oftast bättre system medan flerbostadshus som byggs för försäljning har ett större fokus på garantitiden. Det innebär att förvaltande byggare och säljande byggare har olika förutsättningar för konstruktionen.

För att få en större förståelse för installationssystemen behöver entreprenören ta ett större ansvar för driftkostnaden, till exempel att entreprenören ansvarar för driften av systemet under de första X åren. Det första året används för att finjustera systemet.

Under år 2 - X blir en driftkostnad som överstiger beräkningarna mycket dyr, för att spegla den ökade driftkostnaden under installationens livstid. Om entreprenören kan leverera lägre driftkostnad än beräknat, ger detta en bonus.

I många sammanhang anses tilluftsdon vara fula och tilluftssystem får helst inte synas. En grupp funderade därför på om belysningsarmaturer kunde samordnas med tilluftsdon, då belysning gärna får hänga ner och synas.

I och med att de nya byggreglerna från och med 2017 mäter energiprestandan med primärenergital⁴ blir det viktigare att hålla nere tryckfallen för att få lägre elanvändning. Detta kommer även att ge tystare ventilation, men kommer att erfordra lite mer utrymme för kanalinstallationer.

FTX-system kommer att präglade framtiden i energieffektiva flerbostadshus. Eftersom fel och brister får en större inverkan på energieffektiviteten för energieffektiva byggnader, behöver utförandet i energieffektiva flerbostadshus ha bättre kvalitet. Eller, med andra ord: I ett hus som har stor energianvändning försvinner energianvändningen för ventilation i helheten. I ett energieffektivt hus står de tekniska installationerna för en stor andel av energianvändningen och slarvigt utfört arbete vid installation av ventilationssystemet kan göra att huset inte uppfyller byggreglernas energikrav.

Kunskapsbrist

Deltagarna i Workshopen och de flesta i djupintervjuerna ansåg att det både finns kunskapsbrist i branschen och behov av komponenter anpassade till ventilationssystem i flerbostadshus.

Entreprenörernas arbetssätt skiljer sig mellan stora och små orter. På större orter är det i större utsträckning så att underlagen läses noggrant och entreprenören analyserar vad som är minimumkrav på leveransen, så att man inte överlevererar. Vissa offentliga beställare har en rädsla för att få mindre lämpliga formuleringar enligt LOU i sina anbudsfrågor. De oroas också av att deras byggprojektledare kan ha viss

⁴ Primärenergitalet är måttet på en byggnads energiprestanda och som infördes i Boverkets byggregler den 1 juli 2017 (BFS 2017:5, BBR 25). Primärenergitalet beräknas med utgångspunkt i den levererade energin till byggnaden, med en viktningsfaktor för varje energibärare (el, fjärrvärme, fjärrkyla, biobränsle, olja och gas).

kunskapsbrist. Detta sammantaget kan leda till att de får klagomål och överklaganden från offertlämnande entreprenörer.

Detta leder till att beställarens behov att få en bra och energieffektiv drift av flerbostadshuset tillgodoses i mindre utsträckning. För att underlätta upphandling av energieffektiva installationssystem i flerbostadshus finns önskemål om att det tas fram en branschstandard/ skrift för ventilationssystem i mycket energieffektiva flerbostadshus, som man kan hänvisa till vid upphandling av entreprenader av flerbostadshus.

I djupintervjuerna hade några personer från mindre orter inte riktigt samma erfarenheter, men där finns en mindre anonymitet mellan beställare, byggare och installatör, så man är mer mån om sin kund och rykte, för att få fler uppdrag i framtiden.

Dessutom kan det i entreprenader förekomma underentreprenörer i flera led, samt språkförbistringar. Underentreprenörer som utför installationen kan också ha andra standardlösningar som används vid det praktiska genomförandet. Upphandlingen kan också ha haft brister för att upphandlingsansvarig inte har haft sakkunskapen, etc. Att genomförandet inte blir som det ursprungligen var tänkt, kan också bero på att det under entreprenaden har kommit önskemål att frångå handlingen eller att avvikelser har byggts in innan besiktningsmannen har kontrollerat.

Exempel:

I lägenheternas ventilationssystem i ett flerbostadshus användes inte förtillverkade T-stycken. Istället klipptes hål i raka kanaler och anslutningsstosar skruvades fast utvändigt. Detta resulterade i vassa kanter och långa skruvar, som påverkade luftströmningen och skapade ljudproblem i lägenheterna.



Figur 1 Exempel på inklippt anslutning till tilluftsdon, vilken gav höga ljudnivåer i rum.

Lägenheterna var projekterade för ljudklass B, men vid mätningar visade det sig att många av dem erhöll ljudklass D på grund av de mindre lämpliga anslutningarna till tilluftsdon.

Detta blev ett garantiåtagande. Då den ursprungliga ventilationsentreprenören hade gått i konkurs fick byggentreprenören ta in en annan ventilationsentreprenör, för att byta ut kanalsystemen i lägenheterna. När kanalsystemen i lägenheterna var utbytta erhöles ljudklass B, som projekterat. Förutom att detta blev mycket dyrt för byggentreprenören, var det dessutom mycket klagomål från de boende och företaget fick badwill.

Systemkunskap

Installatörerna (konsulter och installationsentreprenörer) är sällan delaktiga i tidiga skeden, vilket är en stor brist. I tidiga skeden skapas de fysiska förutsättningarna för installationssystemen och hur energieffektiv byggnaden kan bli. Därför är det viktigt att en kunnig senior ventilations/ installationskonsult är delaktig tidigt i projektet, och som gör systemval som skapar möjlighet för en bra ventilationslösning och ger utrymme för installationerna.

Kommunala bolag kan på grund av LOU ha lite svårare att handla upp rätt kompetens för att ta fram handlingar till sina bostadsprojekt. Många LOU-projekt är hårt prispressade, så många duktiga konsulter föredrar att arbeta med lite större och komplexa projekt, som lokaler och kontor.

Handlingarna till flerbostadshuset kan tas fram av en stressad seniorkonsult med hjälp av några nyexaminerade konsulter med bristande erfarenhet. Då finns det risk för

brister i de handlingar, som tas fram. Det finns ett behov av en designguide för installationssystem i flerbostadshus, som bostadsbolagen kan hänvisa till vid beställning och som juniorkonsulterna får stöd i.

Dålig systemkunskap ger ljud och höga kostnader för el till fläktar. Några exempel:

- Arkitekten glömde fläktrummet, så ett rum i en lägenhet fick bli fläktrum. Detta rum var dock för litet för behovet och rymde inte ett ventilationsaggregat av rätt storlek och utformning. Ett mindre ventilationsaggregat installerades, detta tvingades jobba med högre lufthastigheter och kanalsystemet fick installeras med snävare böjar. Detta gav både mer ljud och ökad elanvändning på grund av hårdare arbetande fläktnotorer.
- Tilluftssystemet designades ursprungligen på ett bra och genomtänkt sätt men i ett sent skede tillkom en lokal längst bort och längst ned i huset, med ett för litet schakt. Det resulterade i att man blev tvungen att höja trycket i hela systemet för att få ut rätt luftflöden i lokalen. Detta innebar att man tvingades strypa ventiler och don i alla lägenheterna, vilket resulterade i höjd ljudnivå i bostäderna.
- Systemet projekterades generellt sett för små dimensioner i tilluftssystemet, så att man blev tvungen att ha höga tryck i ventilationssystemet. Detta resulterade i ljud. Detta är ett typiskt exempel på resultatet av dålig systemförståelse

Utrymmesbehov

Några av workshopdeltagarna framförde att en ökning av takhöjden i lägenheterna från 2,5 till 2,55 är dyrt och ökar energianvändningen. Ökningen med 5 cm är avsedd för mer utrymme för tilluftssystem ovan undertak.

- Takfotshöjden i detaljplan innebär att ett visst antal våningar får plats, exempelvis 5 våningar. Skulle ökningen av våningshöjd göra att man endast fick in 4 våningar, minskar lägenhetsarean med ca 20 %. Detta ger en lägre hyresintäkt alternativt minskat försäljningspris.
- Skulle man kunna höja takfotshöjden med 25 cm (för samma 5-våningshus), för att byggnaden inte ligger direkt mot en annan byggnad, så blir matematiken annorlunda. Den lilla höjningen syns förmodligen inte från utsidan men ger bättre utrymme för tilluftssystemet i lägenheterna. Det gäller att byggnadsnämnden förstår nyttan av något högre takfotshöjd.
- De extra 5 cm per våningsplan skulle också kunna nyttjas för ett tjockare bjälklag, så att man kunde gjuta in en dimension större ventilationskanaler i

bjälklaget. Men det finns även andra aspekter som påverkas. Bland annat får ett tjockare bjälklag andra ljudegenskaper.

Det handlar om en optimering av byggnaden och dess installationssystem, där många av branschens aktörer måste samverka för att ta fram bättre lösningar.

Design/ projektering

Beställare har behov av en designguide som innehåller branschens gemensamma riktlinjer, för att bättre kunna beställa handlingar till nya flerbostadshus. Det är viktigt med krav från beställarledet, som säkerställer att beställaren får det man önskar, både när det gäller produktdesign och funktion.

Exempel på krav:

- Kanalstorlek minst $\text{Ø}125$ mm. Undantaget är klädkammare ($\text{Ø}100$ mm), som endast behöver luftflöden på någon l/s.
- Väldefinierad tryckdifferens för tilluftssystemets övertryck i lägenhet; bör vara 30 Pa.
- Ljudklass B ska gälla generellt. Eventuellt kan Boverket behöva skärpa kraven något så att de fungerar bättre med dagens lufttäta energieffektiva byggnader.
- Ventilationskonsulten skall inte bara ge luftflöde i rummen/ donen utan också definiera övertryck i fördelningslåda. Då upptäcks tidigt felaktigt dimensionerade ventilationssystem. Detta är även en fördel vid trapphusvis inflyttning, eftersom man då kan justera in rätt tryck vid de fördelningslådor som tas i drift i samma takt som inflyttningen sker.
- Separata kanaler från varje lägenhet ger stora fördelar men ökar schaktstorlekarna vilket kan påverka uthyrbar yta. Enligt mätreglerna ska schakt mot yttervägg etc. räknas bort till sin helhet, medan schakt inne i lägenheten bortgår 15 cm runt om, från den area som uthyrbar yta reduceras med.
- Radiatorsystem borde ha lägre framledningstemperatur när man har FTX, för att hålla uppe värmevattenflödet. Mindre flöde (kv-värden) ger större känslighet för smutspartiklar i radiatorventilerna.
- Det behövs bättre organisering av och samverkan mellan produktion och projektering. Alla borde ingå i granskningsprocessen på ett tidigt stadium.
- Det bör alltid vara ett beställarkrav vid upphandling att föreskriva 5 Pa undertryck vid FTX-system. Har vi ställt det kravet i samband med upphandling, blir det en garantifråga om det inte är uppfyllt.
- Ett projektrum där alla sitter tillsammans främjar utbyte och samarbete mellan olika discipliner.

Entreprenad

Det finns brister i systemkunskap hos både konsulter och installationsentreprenörer. Framför allt handlar det om brister i kunskapen om hur saker hänger ihop, det vill säga hur olika saker påverkar varandra. Kunskapsöverföring borde vara en viktig faktor i kvalitetsstyrningssystemen. Diskussioner om detta har pågått i mer än 40 år. Ett sätt att öka systemförståelsen är att vid projekterings- och byggmötesprotokoll alltid ha den stående punkten **probleminventering**, som då dokumenteras. När projektet är slut och en gemensam projektgenomgång genomförs, kommer man annars inte ihåg att det har förekommit några problem.

Man måste bli bättre på att påvisa konsekvenser av entreprenörens komponentbyten i jakten på kostnader, samt fel och brister som har uppkommit under entreprenadtiden. Några exempel:

- Ventilationsentreprenören använder inte förtillverkade T-rör etc. utan klipper in avgreningar i raka rör. Detta ger avgreningar med vassa, instickande kanter i röret, som ger en betydligt högre ljudnivå i rummen.
- Konsulten kan vara mycket kompetent och projektera en bra anläggning med raksträckor etc. med slutresultatet faller på att installatören gör något felaktigt.
- Injusteraren har dålig kunskap, och injusteringen skapar onödigt höga tryck och ljud i systemen.
- Det blåste i lösullen vid fördelningslådan, för kanalerna var inte fastmonterade i fördelningslådan, så ventilationssystemet läckte rejält.

Några förbättringsförslag:

- Mer detaljerade tidplaner för installationerna, till skillnad från att ha en deadline för alla installationer
- Bättre samordning inom byggprocessen, mellan installatörer. Detta skulle exempelvis åtgärda problem där en entreprenör har lagt igen och byggt färdigt innan en annan entreprenör har hunnit få dit de produkter som projekterats.
- Provtryckning av tilluftssystem kan införas för att hitta montagefel.

Besiktning, egenkontroll etc.

Några exempel:

- Det finns ett behov av kontinuerlig besiktning, eftersom mycket av installationerna byggs in. Annars har besiktningsmännen ingen aning om hur det inbyggda ser ut.
- Generellt ansåg deltagarna att egenkontrollerna inte ens var värda pappret de var skrivna på. Det finns även stora problem med besiktningar, så man bör införa regelbundna kontroller av utförandet.
- Vid en OVK-besiktning efter tre år gick det inte att få ut luftflödena enligt luftflödesprotokollet från entreprenaden. Luftflödesprotokollen från entreprenaden hade orimliga värden.
- Vid den tredje genomförda OVK-besiktningen upptäcktes en kanal som hade kollapsat vid gjutning, och följaktligen aldrig hade fungerat som den skulle.
- Vid renovering förekommer det att man glömmer att efterlägga när rör och kanaler har dragits om mellan lägenheter. Ett sätt att hitta detta är att provtrycka en fastställd andel (x %) av lägenheterna och om man hittar otätheter mellan lägenheterna provtrycks resten av lägenheterna på entreprenörens bekostnad.
- Det förekommer att provtryckning inte görs, trots att man har ställt krav på detta i handling
- Ljudmätning bör utföras på en viss andel av lägenheterna för att frågan om ljudnivåer skall få större fokus.
- Injusteringen av ventilation är för dålig och luftflödesbalansen är fel för energieffektiva byggnader. Vid fel luftflödesbalans med övertryck i lägenheten kan rumsluft läcka ut via persienngennomföringen och kondensera på ytterglaset insida – man får kondens mellan fönstren.
- Tiden för injustering är alltid för knapp och garantiåtgärder är svåra att utföra eftersom det är svårt att få tillgänglighet till lägenheter när hyresgästerna har flyttat in.
- Det är dyrt med efterbesiktning, utredningar och reklamationer
- Det behövs gemensamma mallar för dokumentation och egenkontrollsblankett för ventilationssystemet.
 - Relationsberäkningar kan erfordras då installationerna inte ser ut som de projekterade,
 - Vilken betydelse får tonala ljud som får hjärnan att börja analysera vad någon säger?

Mätmetoder

Mätmetoderna för luftflöden ger inte tillräckligt bra mätnoggrannhet och fungerar inte tillräckligt bra som underlag för injustering av luftflöden. Mätnoggrannheten är ca 20 % och det står i dokumentationen att det skall vara balans på luftflödena.

Drift

Det är stor skillnad mellan vilka kunskaper om driften av ventilationssystemet som finns i bostadsrättsföreningar och allmännyttiga bostadsföretag. Det finns stora kunskapsbrister hos bostadsrättsföreningar medan allmännyttan ofta har stor kompetens.

För energieffektiva flerbostadshus i ljudklass B kommer bullerproblematiken ofta från kyl och frys.

Ett av de mest allvarliga problemen som rapporterades var att boende, som rengjort frånluftsdonet i badrummet inte lyckades montera tillbaka frånluftsdonet med fjädrar, vilket både påverkade luftflödesbalansen och försämrade skyddet mot brandgasspridning. Några driftexempel:

- Frånluftsdonet låg på badrumsskåpet (vilket påverkar både luftflödesbalans och brandgasspridning)
- Ljudet varierar när man vrider donet
- Drag är ofta ett större problem än ljud, speciellt vid mekanisk frånluftsventilation med frånluftsvärmepump (FVP-ventilation).

Brukare

De boendes beteende får allt större betydelse, speciellt i nya energieffektiva flerbostadshus. Här saknas tillräcklig forskning om hur detta påverkar installationernas funktion och drift.

Det förekommer att boende klagar på ljud eller drag från tilluftsdon och när de inte får gehör från fastighetsägaren försöker de lösa problemen själva. Tilluftsdonen tätas då på egen hand med handdukar, tejp eller andra material som finns tillhands. Detta kan flytta eller ändra problemen och till exempel leda till drag på andra platser, effektbrist, etc.

De faktorer som de boende störs mest av när det gäller ventilationen är ljud, drag och osuppfångning. Överhörning mellan rum är ibland ett problem, men normalt sett inget man tar hänsyn till.

Bra och dåliga exempel med förutsättningar

Det finns önskemål att sammanställa goda exempel på väl fungerande system: systemets goda egenskaper, förutsättningar, för- och nackdelar, ekonomi, utförande och drift, städbarhet, användbarhet, etc.

Det finns också önskemål att sammanställa motsvarande varnande exempel (dåliga exempel) med erfarenheter från felsökningar som har gett förbättrad design. Vad var det som inte fungerade, varför och hur kunde problemet åtgärdas?

I befintliga flerbostadshus där F-ventilation⁵ konverteras till FTX-ventilation är det viktigt för att åstadkomma fungerande lösningar till rimlig kostnad att hitta bra schaktplaceringar och sätt för hur kanaldragningen inom lägenheten kan utföras. Här finns ett behov att dokumentera bra lösningar och deras förutsättningar, för olika typer av flerbostadshus: punkthus, lamellhus, etc.

Kunskapsbristen finns både inom att kunna skriva upphandlingsunderlag, så att man får ett flerbostadshus som är bra ur drift och förvaltningssynpunkt, och att inte förstå samverkan mellan installationssystemen och byggnaden. Det kan till exempel leda till att man inte har tillräckligt med utrymme för installationer, att schakt placeras på olämpliga ställen.

Designguide

Ventilationssystemet har en livstid på ca 50 år och är dyrt att rätta till, så det är viktigt att det blir bra från början. Många av de intervjuade och deltagarna på workshopen har uttryckt ett behov av en designguide att kunna hänvisa till vid upphandling, men även som stöd till andra aktörer. Designguiden skall behandla installationssystem i energieffektiva flerbostadshus och då främst ventilationssystemen. Guiden skall vara ett stöd till fastighetsägaren för att bli en bättre beställare av installationer.

⁵ F-ventilation är mekanisk frånluftsventilation utan värmeåtervinning, där tilluften tas in genom uteluftsintag i fasaden. Tekniken är vanligast i flerbostadshus byggda från 1960-talet och framåt, men det finns även äldre hus som har konverterats från självdragsventilation till F-ventilation.

Designguiden ska både hjälpa beställaren att ställa krav på bättre sätt, och ge stöd för att kontrollera att produkten uppfyller en viss standard. Rent praktiskt kan det handla om att stödja beställaren att upphandla en entreprenad så att funktioner som eftersträvas inte kan bli utbytta mot annan teknik som har sämre funktion. Designguiden ska också ge stöd för hur man verifierar systemets funktion på ett noggrannare sätt än idag. Detta för att undvika att beställaren får en godkänd anläggning, som ger problem efter tre-fyra år. Eftersom garantitiden då har löpt ut och det dessutom finns boende i huset, är det svårt att göra något åt problemen vid denna tidpunkt. Om det den löpande verifikationen av systemets funktion ger upphov till en felrapport, är det enklare att i ett tidigt skede bedöma om entreprenören har uppfyllt kraven eller inte.

Designguiden ska också fungera som stöd för alla de olika yrkeskategorier som är inblandade i projektering, installation och drift av installationssystemen i ett energieffektivt flerbostadshus. Projekterarna behöver bli mer medvetna om hur deras system blir i verkligheten. Det gäller inte bara för att de ska kunna anpassa teorin till en verklighet av felmontage, dåliga injusteringar och nedsmutsning, utan också för att de ska kunna vidta åtgärder för att montage och injusteringar ska bli bra, och att de ska kunna möjliggöra goda rutiner för rengöring. Arkitekterna och byggprojektledare behöver få större förståelse för utrymmesbehov och placering av ventilationssystem. Det finns också ett behov av struktur genom hela projektet för att säkerställa att det blir rätt.

Designguiden ska också beskriva hur tillräcklig luftflödesbalans ska uppnås, så att problem med över- eller undertryck reduceras.

Produktutveckling

En fråga som har ställts under djupintervjuer och workshop är:
Varför tillverkar vi inte produkter för hur det ser ut där vi bygger?

Det finns behov av bättre don, kanaler, anslutningsdetaljer, etc., som fungerar att installera och projektera för bostäder. Produkterna bör anpassas efter det faktiska utförandet. Som exempel kan nämnas det vanligaste sättet att installera ett tilluftsdon, där donet ansluts direkt till en 90-gradersböj inne i väggen eller taket. Donet tillsammans med 90-gradersböjen skulle kunna betraktas som en produkt med redovisade data för kombinationen. Ett annat exempel är utformningen av själva donet, där det vore bra om det fanns don med dold injustering, så att de boende inte kunde ändra inställningarna, eller don som är lättare att rengöra och återmontera på ett

korrekt sätt. Man skulle också kunna tänka sig hela system som är dimensionerade så att de inte är känsliga för att ett don saknas. Genom produktutveckling skulle man också kunna undvika de skarpa rörböjarna där hastigheten varierar kraftigt i donen, vilket både skapar mer ljud och dessutom gör det svårare att injustera vid donen.

Enligt djupintervjuerna är 70 – 80 % av bjälklagen i nybyggda flerbostadshus filigranbjälklag. Det innebär att fler produkter bör anpassas för filigranbjälklag. Två exempel på detta är don med böjanslutning för filigranbjälklag och fördelningslåda för filigranbjälklag.

Det behövs också produktutveckling när det gäller kyl och frys, för att få tystare produkter. De skall vara tillräckligt tysta för att inte orsaka störningar från köket till det tysta sovrummet.

Nya, tydligare krav i Boverkets Byggregler (BBR) skulle per automatik skapa incitament till produktutveckling både avseende buller och drag.

Förslag på fortsättningsprojekt

Under både djupintervjuer och workshop har det kommit fram många förslag på fortsatt arbete för att förbättra tilluftssystemen i flerbostadshus.

Guide för design av ventilationssystem i energieffektiva flerbostadshus.

Denna guide bör tas fram i samarbete med beställare, tillverkare, ljud- och brandkonsult, etc. Den kan exempelvis ges ut via någon av branschorganisationerna Svensk Ventilation eller SABO Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag. Designguiden ska kunna användas som hänvisning i offentliga upphandlingar av totalentreprenader av flerbostadshus.

- Designguiden ska ha bred acceptans och tas fram i samarbete med branschen: Fastighetsägare (BeBo-medlemmar, SABO, Brf-organisationer: HSB, Riksbyggen), byggtreprenörer, installatörer, tillverkare, ljud- och brandkonsulter, etc.
- Ett första utkast tas fram i samarbete med BeBo-medlemmar, SABO samt Brf-organisationer. Utkastet presenteras på en workshop med branschen, för diskussion och synpunkter. I nästa steg kan sedan nyckelpersoner från andra aktörer vara med och bidra.
- Omfattning på guiden tillhör det första utkastet. Guiden bör omfatta
 - krav och riktlinjer/ standard för exempelvis kanaldimensioner, don (utformning/ placering), riktbara don, etc.
 - vilka värden som skall beräknas och hur de verifieras i färdig anläggning
 - kort beskrivning av ljud, brand, inneklimat, injustering, drag, isolering av kanaler, luftflödesbalans, etc.
 - utrymmesbehov och framkomlighet
 - vad som skall beräknas och hur skall det verifieras i färdig anläggning
 - bättre gemensam dokumentation av egenkontroll ventilation etc.

Sammanställning av bra och dåliga exempel, både vid nybyggnad och renovering.

Exemplen ska beskriva installationer av ventilation i energieffektiva flerbostadshus.

I befintliga flerbostadshus där F-ventilation⁶ konverteras till FTX-ventilation är det viktigt för att åstadkomma fungerande lösningar till rimlig kostnad att hitta bra

⁶ F-ventilation är mekanisk frånluftsventilation utan värmeåtervinning, där tilluften tas in genom uteluftsintag i fasaden. Tekniken är vanligast i flerbostadshus byggda från 1960-talet och framåt, men det finns även äldre hus som har konverterats från självdragsventilation till F-ventilation.

schaktplaceringar och sätt för hur kanaldragningen inom lägenheten kan utföras. Här finns ett behov att dokumentera bra lösningar och deras förutsättningar, för olika typer av flerbostadshus: punkthus, lamellhus, etc.

Mätprojekt för att se vad som har betydelse för tillägget på egenljugalstringen.

Här bör minst tre tillverkare av ventilationsdon parallellt genomföra liknande mätningar. Målsättningen är att se vilken betydelse utformningen av de sista meterna av ventilationskanal som leder fram till tilluftsdonet har för ljudalstringen.

Mätprojektet bör också ta fram ett diskussionsunderlag inför en komplettering av mätstandarderna för tilluftsdonens ljudegenskaper.

”Driva” uppdatering av mätstandard och injusteringsmetoder för att passa lufttäta flerbostadshus byggda enligt NNE-standarden⁷.

Vid den lufttäthet som krävs för NNE-byggnader, är det svårt att mäta och justera ventilationsanläggningen tillräckligt bra. Resultatet blir ofta att man får problem med över- eller undertryck.

Förstudie inför tekniktävling

Tekniktävlingen ska handla om en produkt för att kontrollera luftflödesbalansen i en lägenhet vid grundflöde samt vid forcering av luftflödena. Ett par tillverkare har redan presenterat nya produkter för att mäta luftflödet i ventilationskanaler.


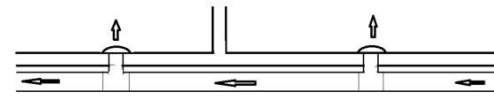

⁷ NNE-byggnader är byggnader som uppfyller kraven i Boverkets Byggregler (BBR) på att använda ”nära noll energi”.

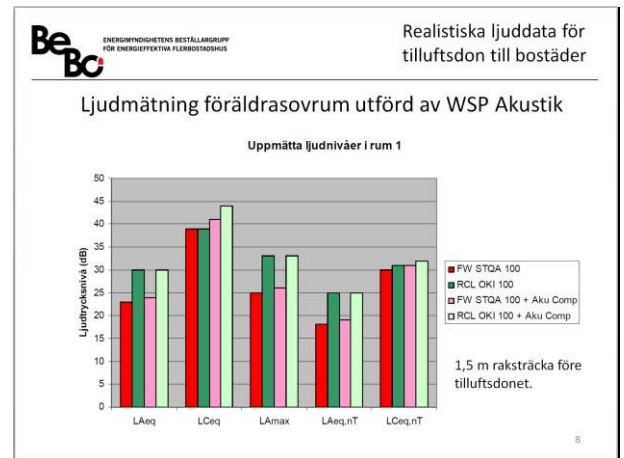
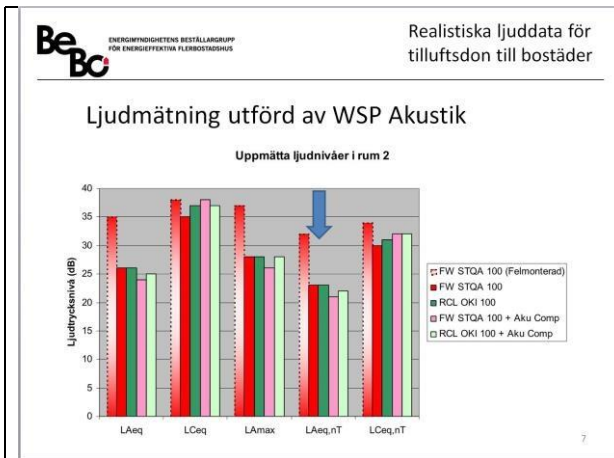
Bilagor

Till denna rapport finns fyra bilagor, som beskriver hur arbetet har genomförts i olika skeden.

- Bilaga 1 Presentation som visades i samband med djupintervjuerna
- Bilaga 2 Sammanställning från djupintervjuerna
- Bilaga 3 Presentation som visades i samband med workshop 21 okt 2016
- Bilaga 4 Sammanställning från Workshopen 21 okt 2016

Bilaga 1 Presentation som visades i samband med djupintervjuerna

<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Innovationskluster</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Djupintervjuer sommaren 2016</p> <p>Tekn. Dr. Per Kempe Projektengagemang BeBo Resurspool</p> <p>1</p>	<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Ventilationsutmaningsprojektet är upplagt enligt följande:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Presentationer på Nordbygg * Möte m Svensk Ventilation teknikgrupp * Djupintervjuer inklusive dokumentation * Sammanställning av alla djupintervjuerna * Workshop 21 oktober i Stockholm * Slutrapport / artikel <p>Energimyndigheten / BeBo tar beslut om fortsättning</p> <p>2</p>
<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p>  <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Dagens energieffektiva byggnader är välisolerade samt mycket lufttäta. Detta innebär att omgivningsljud hörs mindre. Vilket innebär att ljud från installationer framträder mer.</p> <p>Det är ofta trångt för tillufts-system i bostadsbyggnader, så tilluftsdon monteras sällan under "rätt" förutsättningar, vilket ökar egenljudalstringen.</p> <p>3</p>	<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Egenljudsaltringen hos tilluftsdon är beroende av kanaldragningen närmast före</p> <p>Beroende av stomtyp väljer man olika design av tilluftssystem med olika donplaceringar, etc., vilket ger olika typer av tilluftsdon.</p> <p>Tillägg egenljudalstringen från tilluftsdon beror på montage av donet, dvs. raksträcka mellan böj/ T-rör och donet, som skapar turbulens och sned hastighetsprofil.</p> <p>4</p>
<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p>  <p>5</p>	<p>BeBo ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Vad en olämpligt placerad plåtskruv kan innebära</p>  <p>Tilluftsdon med 4D raksträcka närmast före.</p> <p>Ljudmätning på tilluftsdon i provlänghet blev först 32dB(A) pga. en skruv som ventilationsentreprenören fixerat donet med. När skruven demonterades blev det 23 dB(A), som i sovrummet bredvid.</p> <p>6</p>



Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

Det är viktigt att välja tilluftsdon med omsorg, hålla låga lufthastigheter i kanalsystemet närmast före tilluftsdon och undvika vassa kanter, skruvhuvuden etc., vilka kan ge ljudproblem.

För att erhålla låga ljudnivåer är följande aspekter viktiga för tilluftsdonet:

- val av tilluftsdon med låg egenljudalstring
- design av tilluftssystemet närmast före tilluftsdonet
- montage av tilluftsdonet

Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

Olika typer av don är olika känsliga för hur hastighetsprofil och turbulens på luften i kanalsystemet närmast före tilluftsdonet. När tilluften med sned hastighetsprofil och turbulens går genom tilluftsdonet påverkas egenljudalstringen. Det är svårt från redovisade katalogdata göra en verklighetsnära beräkning av ljudet.

Det gör det inte enklare när olika tilluftsdon är redovisade på olika sätt även från samma tillverkare.

Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

Tillägg egenljudalstring

Exempel på tillägg till egenljudalstringen för 7 tilluftsdon från 4 olika tillverkare hämtade från tillverkarnas hemsidor.

X	minimum	installningsläge	mittläge	maximum
4D	+0 dB	+0 dB	+1 dB	+3 dB
2D	+0 dB	+0 dB	+2 dB	+4 dB

Ljudnivån stiger om skyddsavståndet är under 3xØd:
- efter krök +4 dB (A)
- efter t-stycke +8 dB (A)

X	max	min
4D	+0 dB	+0 dB
2D	+3 dB	+4 dB
DD	+4 dB	+6 dB

Ljudnivån stiger om skyddsavståndet är under 3xØd:
- efter krök +4 dB (A)
- efter t-stycke +8 dB (A)

OBS! Den A-vägdade ljudeffektnivån L_{WA} ökar med 3 dB om ventilen monteras i en böj.

TVå tillverkare har inte redovisat något tillägg för egenljudalstringen. Kan man anta att deras don kan monteras direkt efter böj eller T-rör utan ökad egenljudalstring?

Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

VVS-konsulter använder ofta den inbyggda ljudberäkningen i CAD-programmen, men den tar inte hänsyn till eventuellt tillägg till egenljudalstringen, överhörning, etc. Så konsulter bör idag ha lite marginaler i sina ljudberäkningar och helst göra vissa kompletterande ljudberäkningar.

I CAD-programmet läggs de ljuddata in som dontillverkarna tillhandahåller och där ingår inte tillägg till egenljudalstringen. Skulle dontillverkarna börja leverera tillägg till egenljudalstring, så bör det tillägget kunna inarbetas i CAD-programmets ljudberäkning.

<p>BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Mätstandarder för bostadsdon bör kompletteras för att ge bättre och mer relevant information för tilluftsdon till tysta och energieffektiva byggnader med mycket låga bakgrunds nivåer. Så det finns bättre möjlighet att designa och bygga ventilationssystem med mycket låga ljudnivåer.</p> <p>Även om det inte finns formella krav på överhörning mellan rum inom lägenhet är det viktigt med viss begränsning av överhörningen via tillufts systemet, för kundnöjdheten.</p> <p>13</p>	<p>BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Några kommentarer från Workshopen 2015</p> <p>Välisolerade och lufttäta byggnader har generellt lågt bakgrunds ljud, dvs. de är mycket tysta. Detta gör att ljud från installationerna framträder mer och kan ge klagomål trots att man uppfyller ljudkraven. Det förekommer att boende klagat på ljud och drag från tilluftsdon samt försöker lösa problemen själva. Detta kan flytta/ändra problemen.</p> <p>Igensatta (tejpade) tilluftsdon ger underskott av tilluft</p> <ul style="list-style-type: none">• vilket ger undertryck i lgh• vilket ger inläckande uteluft som ger drag och ökat värmebehov (energi/effekt) <p>14</p>
<p>BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Problembild</p> <p>För dålig installationsteknisk kunskap tidigt i projekten.</p> <p>Ofta problematiskt med plats för kanalsystem, konkurrerar med uthyrbar yta, begränsade möjligheter för ingjutning/inklådning.</p> <p>Projekteringen behöver bli mer medveten om hur det blir i verkligheten, inte nödvändigtvis för att anpassa teorin till en verklighet av felmontage och dåliga injusteringar och nersmutsning men för att kunna vidta åtgärder för att montage och injusteringar ska bli bra, samt att det finns goda rutiner för rengöring.</p> <p>Brukarbeteende påverkar funktionen, man ändrar vid städning och tejpar donen.</p> <p>15</p>	<p>BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTTVA FLERBOSTADSHUS</p> <p>Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder</p> <p>Storleksordning på olika typer av FTX-installationer</p> <ul style="list-style-type: none">• hur mycket bef lägenheter Ni har• hur många av bef lägenheterna som har FTX• Hur många lägenheter per år renoveras (till FTX)• Hur mycket nya lägenheter Ni skall bygga per år• Hur många av dessa som skall ha FTX• Vilken typ av stomme de nya lägenheterna är planerade att få (platsbyggd/prefab)• Vid platsbyggd; Gjuter Ni in kanalerna i bjälklaget?• Har Ni någon typlösning på tillufts system i lgh (ingjutet/ovan undertak/...)• Förordar Ni specifika tilluftsdon, spiskåpor/spisfläktar <p>16</p>

Bilaga 2 Sammanställning från djupintervjuerna

Djupintervjuer har genomförts med ca 12 aktörer (främst fastighetsägare och installatörer/ entreprenörer) för att skapa en fördjupad kunskap om vilka problem som är vanliga och vilket behov av vidareutveckling som finns. Djupintervjuerna genomfördes maj-okt 2016.

Sammanställningen består av korta kommentarer av det viktigaste i intervjuerna. De är sorterade utifrån byggprocessen samt brister/ utvecklingspotential hos olika aktörer samt produkter.

Allmänt

- Livslängden för ventilationens kanalsystem är ca 50 år. Många installatörer tänker endast på garantitiden.
- Ofta dålig installationsteknisk kunskap (tidigt) i projekten. Där sätts grunden till byggnadens energiprestanda och dess installationssystems funktion. Med olämpligt systemval, olämpliga placeringar av installationsschakt blir det en sämre funktion och energiprestanda för byggnaden.
- Det är viktigt för byggnadens energiprestanda att FTX-systemen fungerar som designat.
- Mätmetoder för luftflöden ger inte tillräckligt bra mätnoggrannhet/ injustering för att erhålla korrekt luftflödesbalans, vilket blir problem i energieffektiva byggnader. Med en sämre luftflödesbalans tas ouppvärmad uteluft i direkt i lägenheternas rum, vilket ger drag och ökad energianvändning.
- Projekteringen behöver bli mer medveten om hur det blir i verkligheten, inte nödvändigtvis att anpassa teorin till en verklighet av felmontage, dåliga injusteringar och nersmutsning men för att kunna vidta åtgärder/ skapa förutsättningar för att montage och injusteringar ska bli bra, samt goda rutiner för rengöring.
- Det behövs en guide för design av ventilationssystem för att höja kvalitén på design, montage och injustering. Detta för att erhålla bättre fungerande tystare tilluftssystem i lägenhet. Denna guide blir ett stöd för upphandling av bättre ventilationssystem i flerbostadshus.

Design/ projektering

- Dålig kunskap hos många konsulter, montörer, injusterare.
- Några juniorer och stressad senior ger brister i design av ventilationen.

- Arkitekten glömde fläktrummet, så ett rum i en lägenhet fick bli fläktrum, som ventilationsaggregatet "inte" rymdes i. Detta ger större fläktarbete, högre elanvändning samt mer ljud.
- Dålig systemkunskap. För små dimensioner i tilluftssystemet, så att man blev tvungen att ha höga tryck i ventilationssystemet med högre ljud och fläktelkostnader.
- Bra design på tilluftssystemet, men det blev en lokal längst bort och längst ner med ett för litet schakt. Så man blev tvungen att höja trycket i systemet för att få ut luftflödena i lokalen. Detta innebar onödigt stora strypningar och ljud från tilluftssystemet till lägenheterna samt ökad fläktelkostnad.
- Varför anger ventilationskonsulten bara luftflöde i rummen/ donen och inte exempelvis övertryck i fördelningslåda? Då upptäcks felaktigt dimensionering av system tidigt. Detta är även en fördel vid trapphusvis inflyttning.
- Ofta problematiskt med plats för kanalsystem, konkurrerar med uthyrbar yta, begränsade möjligheter för ingjutning/inklädning.
- Minst 125 mm kanal. Undantag klädkammare (100 mm), som bara har några l/s i luftflöde
- Man bör ha 30 Pa övertryck i tilluftens kanalsystem i lägenheten. Detta är mer väldefinierat än att prata om tryck över don.
- 5 cm ökad våningshöjd ger plats för större kanaler alternativt tjockare bjälklag. Kan ge problem med byggnadshöjd när byggnadsnämnden begränsar takfotshöjden.

Entreprenad

- Ventilationsentreprenören använder inte förtillverkade T-rör etc. utan klipper in avstick med vassa kanter, vilka ger turbulens och ljud, vilket ökar ljudnivån i lägenhet.
- Dålig kunskap hos konsulter, montörer, injusterare, som bl.a. skapar onödigt höga tryck och ljud i ventilationssystemen.
- Det blåste i lösullen vid fördelningslådan. Glapp mellan kanalerna under och anslutningslådan. För att lättare upptäcka denna typ av slarv med anslutningar kan kanalsystemet mellan anslutningslådan och lägenheterna provtrycks.

Besiktning, egenkontroll etc.

- Vid OVKn efter tre år gick det inte att få ut luftflödena. Luftflödesprotokollen från entreprenaden hade orimliga värden. Brister i luftflödesmätning och OVK.
- Vid tredje OVK upptäcktes kanal som kollapsat vid gjutning. Betongväggen fick sågas upp för att kunna byta ut den kollapsade kanalen.

- Gemensam dokumentation och egenkontrollsbiljett behövs för ventilationssystem för mer ordning och tydlighet. (Jmf beräkning och injustering värmesystem.)
- Injusteringen ventilation är för dålig (luftflödesbalansen) för energieffektiva byggnader. Kan ge kondens i fönstren. Vid övertryck i lägenheten kan rumsluft läcka ut via persienngennomföringen och kondensera på ytterglasets insida.
- Provtryckning lägenhet vid renovering. För kontroll av genomföringars täthet i lägenhet golv/ tak/ vägg. Lägenhetsbrand gav oförutsett dödsfall i lägenhet tillhörande nästa trapphus pga. missad tätning av rör genomföring.

Drift

- Ljudet varierar när man vrider donet. Detta beror på en sned hastighetsprofil i kanalen bakom donet, vilket ger ändringar i hur luften strömmar genom donet.
- Frånluftsdonet låg på badrumsskåpet pga. den boende inte kunde återmontera donet efter rengöring. Kunde inte monterat teknik för don med fjädrar. (luftflödesbalans, risk för brandgasspridning)

Brukare

- Det förekommer att boende klagat på ljud/ drag från tilluftsdon och när de inte får gehör från fastighetsägaren försöker de lösa problemen själva. Handdukar, tejp, etc. Detta kan flytta/ändra problemen. Drag, effektbrist, ...
- Överhörning mellan rum är ibland ett problem och normalt inget som beaktas inom lägenhet.

Produktutveckling

- Dold injustering av don. Så att den boende inte ändrar inställningarna.
- Riktbara tilluftsdon om det inte är möjligt att placera tilluftsdonet på en lämplig plats vilket ökar risken för drag.
- Impuls/ kastlängd/ omblandning. Bra omblandning, tyst och inget drag.
- Dagens urval av tilluftsdon för bostäder är dåligt. Det behövs snyggare tilluftsdon
- Hur är åldringsegenskaperna för exempelvis brandgasbackstrumpor.
- Tilluftssystemen är relativt sett väldigt billiga (för billiga/enkla?) När man ser till kostnad för lägenheten i relation till kostnaden för tilluftssystemet i lägenhet.

Bilaga 3 Presentation som visades i samband med workshop 21 okt 2016

BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Innovationskluster
Ventilationsutmaningar

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Workshop 21 okt 2016

Tekn. Dr. Per Kempe
Projektengagemang
BeBo Resurspool

1

BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Ventilationsutmaningsprojektet är upplagt enligt följande:

- * Presentationer på Nordbygg
- * Möte m Svensk Ventilations komponentgrupp
- * Djupintervjuer
- * Workshop 21 oktober i Stockholm
- * Presentation BeBo 10 nov
- * Presentation SvVent 22 nov
- * Slutrapport / artikel

Energimyndigheten / BeBo tar beslut om fortsättning

2

BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

9:30 – 12:00 VENT.UTM. - TILLUFTSYSTEM I LÄGENHETER – LJUD FRÅN TILLUFTSDON, ETC.

Inledande presentation om erfarenheter från genomförda djupintervjuer. Exv. finns ett behov av bättre tilluftsdon till bostäder (ljud, tryckfall, injustering, låsning av inställning, styrning av luftstrålen i rummet, snyggare tilluftsdon, montage, rengöring, överhörning, noggrannhet ljuddata: skiller mellan CAD-program, tillverkarprogram och katalogdata, ...)

Diskussion 1:
Stämmer Era erfarenheter med bilden från djupintervjuerna.

Diskussion 2:
Vad kan man göra för att förbättra design och utförande av tilluftssystem

Summering / fortsatt arbete

3

BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS


Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

Dagens energieffektiva byggnader är välisolerade samt mycket lufttäta. Detta innebär att omgivningsljud hörs mindre. Vilket innebär att ljud från installationer framträder mer.

Det är ofta trångt för tilluftssystem i bostadsbyggnader, så tilluftsdon monteras sällan under "rätt" förutsättningar, vilket ökar egenljudalstring.

Placering av tilluftsdon viktigt, drag, "fastställande" av ljudkälla, "tonal", etc.



BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Vad en olämpligt placerad plåtskruv kan innebära



Tilluftsdon med 4D raksträcka närmast före.
Ljudmätning på tilluftsdon i provlägenhet blev först **32dB(A)** pga. en skruv som ventilationsentreprenören fixerat donet med.
När skruven demonterades blev det **23 dB(A)**, som i sovrummet bredvid.

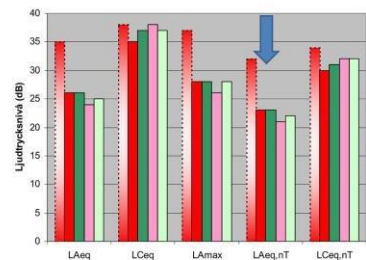
5

BeBC ENERGIKONSTANS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Ljudmätning utförd av WSP Akustik

Uppmätta ljudnivåer i rum 2



Parameter	FW STQA 100 (Felmonterad)	FW STQA 100	RCL OKI 100	FW STQA 100 + Aku Comp	RCL OKI 100 + Aku Comp
LAeq	~25	~25	~25	~25	~25
LCEq	~35	~35	~35	~35	~35
LAmax	~28	~28	~28	~28	~28
LAeq,nT	~23	~23	~23	~23	~23
LCEq,nT	~32	~32	~32	~32	~32

6

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Egenljudsaltringen hos tilluftsdon är beroende av kanaldragningen närmast före

Beroende av stomtyp väljer man olika design av tilluftssystem med olika donplaceringar, etc., vilket ger olika typer av tilluftsdon.

Tilllägg egenljudsaltringen från tilluftsdon beror på montage av donet, dvs. raksträcka mellan böj/ T-rör och donet, som skapar turbulens och sned hastighetsprofil.

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Realistiska ljuddata för tilluftsdon till bostäder

Tilllägg egenljudsaltring

Exempel på tillägg till egenljudsaltringen för 7 tilluftsdon från 4 olika tillverkare hämtade från tillverkarnas hemsidor.

X	minimum	installningsläge	mittläge	maximum
4D	+0 dB	+0 dB	+1 dB	+3 dB
2D	+0 dB	+0 dB	+2 dB	+4 dB

Ljudnivån stiger om skyddsavståndet är under 3xØd:
- efter krök +4 dB (A)
- efter t-stycke +8 dB (A)

X	max	mittläge	min
4D	+0 dB	+2 dB	+0 dB
2D	+3 dB	+4 dB	+2 dB
DD	+4 dB	+6 dB	+3 dB

Ljudnivån stiger om skyddsavståndet är under 3xØd:
- efter krök +4 dB (A)
- efter t-stycke +8 dB (A)

OBS! Den A-vägda ljudeffektnivån L_{WA} ökar med 3 dB om ventilen monteras i en böj.

Två tillverkare har inte redovisat något tillägg för egenljudsaltringen. Kan man anta att deras don kan monteras direkt efter böj eller T-rör utan ökad egenljudsaltring?

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

VVS-konsulter använder ofta den inbyggda ljudberäkningen i CAD-programmen, men den tar inte hänsyn till eventuellt tillägg till egenljudsaltringen, överhörning, etc. Så konsulter bör idag ha lite marginaler i sina ljudberäkningar och helst göra vissa kompletterande ljudberäkningar.

I CAD-programmet läggs de ljuddata in som dontillverkarna tillhandahåller och där ingår inte tillägg till egenljudsaltringen. Skulle dontillverkarna börja leverera tillägg till egenljudsaltring, så bör det tillägget kunna inarbetas i CAD-programmets ljudberäkning. Vad gör man åt dem som inte levererar tillägget? Default-påslag?

Olika program gav olika resultat.

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Det är viktigt att välja tilluftsdon med omsorg, hålla låga lufthastigheter i kanalsystemet närmast före tilluftsdon och undvika vassa kanter, skruvhuvuden etc., vilka kan ge ljudproblem. 5 cm ökad våningshöjd, dvs 20 cm => 25 cm för undertaks-konstruktion (kanalsystem inkl. profiler och undertak), ger möjlighet till en storlek större kanal ovan undertak.

För att erhålla låga ljudnivåer är följande aspekter viktiga för tilluftsdonet:

- val av tilluftsdon med låg egenljudsaltring
- design av tilluftssystemet närmast före tilluftsdonet
- montage av tilluftsdonet

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Kommentarer från djupintervjuer

- Bra design på tilluftssystemet, men det blev en lokal längst bort och längst ner med ett för litet schakt. Så man blev tvungen att höja trycket i systemet för att få ut luftflödena i lokalen. Detta innebar strypningar och ljud från tilluftssystemet till lgh.
- För små dimensioner i tilluftssystemet, så att man blev tvungen att ha höga tryck i ventilationssystemet med resulterande ljud.
- Dålig kunskap hos injusterare, som skapar onödigt höga tryck och ljud i systemen. **Livslängden för ventilationssystem är ca 50 år.**
- Dålig systemkunskap ger ljud och höga fläktelkostnader
- Vent.entreprenören använder inte förtillverkade T-rör etc. utan klipper in avgreningar med vassa kanter och ljud.
- Arkitekten glömde fläktrummet, så ett rum i en lgh fick bli fläktrum, som ventilationsaggregatet "inte" rymdes i (mer ljud)

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Kommentarer från djupintervjuer 2

- **Minst 125 mm kanal**
- **Man bör ha 30 Pa övertryck i tilluftens kanalsystem i lgh**
- Dold injustering av don, Riktbara tilluftsdon
- Impuls/ kastlängd/ ombländning
- Dåligt urval av don/ Snyggare tilluftsdon
- Brandbackstrumpors åldring
- Tilluftssystemen är relativt sett väldigt billiga (för billiga/enkla?)
- Vid OVK efter tre år gick det inte att få ut luftflödena. Luftflödesprotokollen från entreprenaden hade orimliga värden
- Behövs en gemensam dokumentation och egenkontrollblankett
- Dålig kunskap hos konsulter, montörer, injusterare.
- Några juniorer och stressad senior designade ventilationen fel.
- **Det behövs en guide för design av ventilationssystem**

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Kommentarer från djupintervjuer 3

- Det förekommer att boende klagar på ljud /drag från tilluftsdon samt försöker lösa problemen själva. Handdukar, tejp, etc.
- Detta kan flytta/ändra problemen. Drag, effektbrist, ...
- Det blåste i lösullen vid fördelningslådan. (Provtryckning?)
- Varför anger vent.konsulten bara luftflöde i rummen/donen och inte exempelvis övertryck i fördelningslåda. Då upptäcktes felaktigt dim. system tidigt. Fördel vid trapphusvis inflyttning.
- Överhörning mellan rum är ibland ett problem
- **Injusteringen ventilation är för dålig (luftflödesbalansen) för energieffektiva byggnader. Kan ge kondens i fönstren.**
- Mätmetoder ger inte tillräckligt bra mätnoggrannhet/ injustering
- Att FTX-systemet fungerar som tänkt är mycket viktigt för byggnadens energiprestanda.

13

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Kommentarer från djupintervjuer 4

- **För dålig installationsteknisk kunskap (tidigt) i projekten.**
- **5 cm ökad våningshöjd ger plats för större kanaler**
- Ljudet varierar när man vrider donet
- Frånluftsdonet låg på badrumsskåpet (luftflödesbalans, brandgasspridning)
- Ofta problematiskt med plats för kanalsystem, konkurrerar med uthyrbar yta, begränsade möjligheter för ingjutning/inklådning.
- Projekteringen behöver bli mer medveten om hur det blir i verkligheten, inte nödvändigtvis för att anpassa teorin till en verklighet av felmontage och dåliga injusteringar och nersmutsning men för att kunna vidta åtgärder för att montage och injusteringar ska bli bra, samt goda rutiner för rengöring.
- Vid tredje OVK upptäcktes kanal som kollapsat vid gjutning.
- Provtryckning lgh vid renovering.

14

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Gruppindelning

Diskussion 1:

Stämmer Era erfarenheter med bilden från djupintervjuerna

Diskutera och dokumentera återsamling om 30 min

En i gruppen redovisar och anteckningarna lämnas in

15

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Diskussion 2:

Vad kan man göra för att förbättra design och utförande

Diskutera och dokumentera återsamling om 30 min

En i gruppen redovisar och anteckningarna lämnas in

16

BeBC ENERGI MYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tilluftssystem i lgh
Ljud från tilluftsdon etc

Förslag på fortsättningsprojekt

- Guide för design av ventilationssystem i energieffektiva fbh
Ta fram i samarbete med beställare, tillverkare, ljud- och brandkonsult, etc. Ges ut via ... (SvVent / SABO). Ska kunna hänvisas till i LOU-upphandlingar av totalentreprenader av fbh
- Ta fram en bättre gemensam dokumentation av egenkontroll etc.
- Mätprojekt för att se vad som har betydelse för tillägget på egenljudalstringen. Minst tre dontillverkare genomför parallellt liknande mätningar för att se betydelsen av olika sista metrar framför tilluftsdonet. Ta fram ett diskussionsunderlag till en komplettering av mätstandard för tilluftsmons ljudegenskaper
- Tekniktävling produkt för kontrollera luftflödesbalansen i lgh

17

Bilaga 4 Sammanställning från workshopen 21 okt 2016

Det var över 60 deltagare i Workshopen som hölls i HSB-salen den 21 oktober 2016. Workshopen samlade många olika aktörer från branschen. Workshopen inleddes med att presentera sammanfattning från djupintervjuerna (presentationen återfinns i bilaga 3). Därefter delades deltagarna upp i sex olika grupper i vilka gruppdiskussionerna genomfördes och sedan presenterades.

Sammanställning från gruppernas redovisning, vilka är sorterad utifrån byggprocessen samt brister/ utvecklingspotential. En del punkter är motstridiga, men det är olika grupper som redovisat med skilda erfarenheter.

Diskussion 1: Stämmer detta med Era erfarenheter Allmänt

- Problembilden som presenterades stämmer väl.
- Erfarenheter om vad som är tillräckligt bra varierar i branschen, det behövs någon gemensamt regelverk/ branschstandard/ rekommendation som branschen kan utgå ifrån. Som beställarsidan kan lägga med i underlaget, så att alla arbetar utifrån samma normer, besiktigar utifrån samma saker också. Om det blir ett klagomål är det enklare att bedöma om man uppfyller kraven eller inte.
- Det behövs tydliga riktlinjer/ standard. Försöka ha gemensam syn i branschen på kanaldimensioner, donutformning, riktbara don, etc.
- **Goda kunskaper hos beställare** underlättar för konsulter och installationsentreprenörer.
- Från början till slut är det problem med noggrannhet, kvalitet samt möjlighet till kontroll.
- Dyrt med efterbesiktning/ utredningar/ reklamationer. Gör rätt från början.
- Installatörerna (konsulter och installationsentreprenörer) är sällan med i tidiga skeden, vilket är en stor brist.
- Vi pratade om behovet av en struktur genom hela projektet för att säkerställa att vi har gjort rätt. Skapa förutsättningar i tidigare skeden och systemprojektering. Handla upp entreprenad så att funktioner som eftersträvas inte blir utbytta och att det finns möjlighet att verifiera systemet på ett noggrannare sätt än idag. Behövs bättre sätt att verifiera ett ventilationssystem. En del av det arbetet ska kanske göras redan under systemprojektering genom att redan där påvisa vilka beräknade värden, som ska verifieras i färdig anläggning.
- Kan vi kravställa bättre och se till att kontrollera att den produkt vi får uppfyller en viss standard så att vi inte får godkända besiktningar, som vi sen vet är

undermåliga. Vi får godkända anläggningar, som vi vet får problem efter en tre fyra år och då kan vi inte göra något åt det.

- Brist på kompetens, jakt på kostnader, ofta fallerar någon länk i kedjan
- Förvaltande byggare/ säljande byggare har olika förutsättningar för konstruktionen.
- Byggande för egen förvaltning får oftast bättre system
- 70-80 % av lägenheterna i nyproduktion har filigranbjälklag enligt djupintervjuerna.
- I skolan lär man sig hur man skall göra rätt, sedan får de anpassa sig till verkligheten. Exv. trångt och svårt att komma fram. Installationsschakt bortglömda.
- A måste bli mer kompetent angående utrymme för ventilation.
- Många anser att ventilation är ett nödvändigt ont; det finns ingen plats för ventilationen. Förtränger behovet av utrymme.
- Kortsiktigt tänk från byggherre och kommun. Pengar fokus => större kostnad för eftermarknad. Man vill maximera BOA och glömmar schakt m.m.
- Svårt att bygga om/ konvertera från F-system till FTX kan bli konstiga dragningar med risk för ljudproblem.
- Allt ritas för balanserad ventilation, mätnoggrannhet 20 % på luftflöden. Svårt att få balans i luftflödena.
- Kostnad och ytaspekten; man tappar yta om man bygger med större kanaldimensioner, materialkostnaden går upp, det är bra att gå upp i dimension men bara man får ihop ekonomin.
- Att öka lägenhetshöjder från 2,5 till 2,55, dyrt och ökar energianvändningen. Takfotshöjden präglar en detaljplan/ begränsar.
- NNE - FTX kommer att präglade framtiden mycket, mer komplicerat än ett F-system.

Design/ projektering

- Ø125 används som standard
- Olika rutiner om projektering av tilluftsflödena 100 % eller 90 % av frånluftsflödena
- Radiatorsystem borde ha lägre temp när man har FTX hamnar på lägre flöden och lättare att ventilerna sätter igen (mindre kv-värden för radiatorventiler ger ökad smutskänslighet).
- Var står ventilationsaggregatet även stomljud kan vara problem
- Kanalerna ofta för stora för att gjuta in i filigranbjälklaget
- Viktiga med senior ventilationskonsult som tidigt i projektet ger systemval som skapar möjlighet för en bra ventilationslösning och utrymme för ventilationskanalerna. Då det ofta är trångt och svårt att komma fram med tilluftssystemet i lägenhet.

- Motionering av spjäll kan ge ljudproblem
- Utredningar mm är relativt dyra. Gör rätt från början.
- Separata kanaler från lägenheter ger stora fördelar men ökar schaktstorlekarna vilket påverkar uthyrbar yta. Schakt större än 0,5 m² får inte räknas in enligt mätreglerna.
- Forcerad ventilation genom kökskåpor bör förbikopplas värmeåtervinningen dels för att undvika lukt men även för att undvika beläggning på lamellerna som försämrar verkningsgraden.
- VVS-konsulter tycker det är häftigare att arbeta med lokaler/ kontor än bostäder.

Entreprenad

- Beställare får inte bara titta på priset utan måste bli bättre på krav på funktion.
- Konsult kan vara mycket kompetent och göra en bra anläggning med raksträckor etc. men det kan falla på att installatören gör något felaktigt.
- Jakt på kostnader, byter komponenter och har inte med konsekvenser/ förändringar av bytena, vilket kan ge en sämre funktion.
- Projektrum där alla sitter under projekteringen, för att underlätta kommunikation mellan olika discipliner.
- Olika syn hos olika aktörer på "vad som är bra".
- Tid för injustering är alltid för knapp. Garantitidsåtgärder svåra genom att tillgängligheten till lägenheter är svår.

Besiktning, kontroll, etc.

- Det finns ett behov av kontinuerlig besiktning, då mycket byggs in. Besiktningen är normalt i slutskedet och då har besiktningsmännen ingen aning hur de inbyggda delarna ser ut.
- Relationsberäkningar kan erfordras då installationerna ändrades från det projekterade.
- Ljudmätning bör utföras på en viss andel av lägenheterna för att ljud skall få större fokus.
- Don kan fladdra vid låga flöden i backströmningsskydd.
- Svårt/ går ej uppna undertryck.
- Problem delvis beroende på att besiktningar inte fungerar, provtryckning, testning, egenkontroll är värdelös.
 - Besiktning fungerar ej.
- Egenkontroll fungerar ej.

Drift

- Backströmsspjäll kan ge fladderljud
- Uppmätt flöde < projekterat flöde; Fastighetsägaren skruvar ner flödena.
- Provtryckning utförs ej trots krav i handling
- Stor skillnad mellan bostadsrättsföreningar (brf) och hyresrätt med allmännyttan. Stora kunskapsbrister hos brf- Allmännyttan har ofta stor kompetens.
- Drag är ofta ett större problem än ljud, speciellt vid frånluftsventilation med värmeåtervinning med värmepump.
- Buller problematiken kommer ofta från kyl och frys vid energieffektiva flerbostadshus i ljudklass B. Däremot kan obalans i systemet orsaka ljudproblem.
- Fördel att ha separata kanaler, m.a.p. besiktningar och rensning.
- Hälften av flerbostadshus är brf.

Brukare

- Ljud, drag, osuppfångning är det som de boende störs mest på.

Produktutveckling

- Don för bostäder ger ofta strypljud – mycket sämre än don för lokaler. Ofta billiga med kraftiga strypljud.
- **Varför tillverkas inte produkter för hur det ser ut där vi bygger?**
- Ofta är ingjutna kanaler med pytteböjar, hastigheten varierar kraftigt i donen, svåra att injustera.
- **Donen behöver tillverkas med en anpassad anslutning och ljudredovisas med anslutningen.**
- Filigranbjälklag levereras med en muff genom bjälklaget, så man får pussla med kanaldetaljer för att få till det. Är nog inte det bästa luftströmnings och ljudmässigt.
- **Sammanfattningsvis behövs produkter som är bättre anpassade till bostäder.**
- Snyggare don samt don som är riktbara.

Diskussion 2: Hur förbättra design och utförande Allmänt

- Branschstandard/ gemensamt regelverk "Gör så här vid projektering"
- Goda exempel på väl fungerande system: presentera lite mer, hela systemet, systematisk, förutsättningar, brf, allmännyttan, drift för fastighetsägare, boende, ...
- Här redovisas systemets goda egenskaper, förutsättningar, för- och nackdelar, ekonomi, utförande och drift, städbarhet, användbarhet
- Varnande exempel (dåliga exempel) erfarenheter från felsökningar ger förbättrad design
- Systematisk erfarenhetsåterföring
- Beställare ställer krav på funktion/ design
- Beställarkunskap att ställa krav exempelvis undertryck. Har vi ställt det kravet blir det en garantifråga.
- Det bör alltid vara ett beställarkrav vid upphandling att föreskriva 5 pascal undertryck vid FTX-system.
- Ljudklass B ska gälla generellt, eventuellt kan Boverket behöva skärpa kraven något så att de fungerar bättre med dagens lufttäta energieffektiva byggnader.
- Kunskapsåterföring till våra högskolor till våra högskolor, så eleverna får sätta sig in i hur det fungerar ute i verkligheten.
- Systemkunskap allra viktigast. Kunskapsbrist i hela branschen. Efterfrågar mer systemlösningar.
- Tänka hela vägen
- Nya tydligare krav hos BBR skulle medföra med automatik teknikutveckling och skapa incitament till produktutveckling både avseende buller och drag.
- Skillnad på att bygga för egen förvaltning eller sälja då garantitiden är bara viktig.
- Kommuner begränsar flexibiliteten för projekt => Svårt få ihop ekonomi och tekniska utrymmen
- Tillfredsställande för de som bor där.
- Ekonomer kräver en viss vinst och BOA => mindre flexibilitet för tekniska utrymmen

Design/ projektering

- Branschen har gemensamma riktlinjer, som beställaren kan utnyttja.
- Bättre organisera produktion och projektering. Samverkan produktion.
- Krav från beställarled, så man får det man vill ha. Både design på produkt och funktion.
- Kanalstorlekar i Ø125 är nog att betrakta som standard.

- Flytta strypningar så långt som möjligt från donen (med hänsyn till brand och ljud).
- En utsedd person från produktionen som granskar installationerna.
- Alla borde ingå i en granskning på ett tidigt stadium.
- Systemkunskap hos både konsulter och installationsentreprenörer brister hur saker hänger ihop, dvs. påverkar varandra.
- Synsätt behöver förändras gällande ventilationssystemets fulhet. Ex. Lampan sticker ner. Då har vi löst problemet med raksträcka före donet.
- Helhetssyn på system => säkrare bedömningar på resultat / Utfall
 - Konsulter projektörer litar inte med byggaren.
 - Design: Teknik, funktion, det estetiska.

Entreprenad

- Bättre organisera produktion och projektering
- Kunskapsöverföring borde vara en viktig faktor i kvalitetsstyrningssystemen. Diskussioner om detta har pågått i mer än 40 år. Ett sätt är att vid projekterings- och byggmötesprotokoll alltid ha en stående punkt probleminventering, som då dokumenteras. När en gemensam projektgenomgång genomförs när projektet är slutfört så har det inte förekommit några problem, för man har glömt bort problemen.
- Mer detaljerade tidplaner för installationerna oftast finns bara ett streck för alla installationer.
- Systemkunskap hos både konsulter och installationsentreprenörer brister hur saker hänger ihop det vill säga påverkar varandra.
- Samordning inom byggprocessen, mellan installatörer så det inte är färdigbyggt, igenbyggt så man inte kan få dit produkterna som projekterat, etc. Samordning av olika installatörer.
- Bygg fort och billigt. Lasta över kostnader på framtida förvaltning.

Besiktning, Egenkontroll, etc.

- Regelbundna kontroller av utförandet under entreprenaden.

Brukare

- Boendebeteende får en allt större betydelse speciellt vid nya energieffektiva flerbostadshus.
- Här saknas tillräcklig forskning hur detta påverkar installationer.
- Vilken betydelse får tonala ljud som får hjärnan att börja analysera vad någon säger.

Produktutveckling

- Bättre don, kanaler, anslutningsdetaljer, etc. som fungerar att installera och projektera in för bostäder.
- Exv. Don med böjanslutning för filigranbjälklag.
- Produkter anpassas efter faktiska utförande.
- Don + 90-böj = 1 produkt. Tillverkare måste bidra till utvecklingen. Fantasifulla => designprodukter.
- Anpassa produkten till huset det ska sitta i, riktbara don, mindre drag, ..
- Fördelningslåda i filigranbjälklag
- Tyvärr är många av de funktionella produkterna inte så snygga.
- Riktbara don.
- Ställer Boverket tydligare krav får man en produktutveckling.
- Produktutveckling på exempelvis kyl/frys (tystare)