

Nordisk jämförelse av FTX-användning i småhus

Förstudie

Utarbetad av Agneta Persson & Henrik Nordzell, Anthesis Group,
Lovisa Larsson & Roland Jonsson, WSP samt Svein Ruud, RISE

Stockholm, december 2017

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Inledning	5
3. Intervjuer med småhustillverkare	6
4. Intervjuer med ventilationsprojektörer	12
5. Intervjuer med installatörer/montörer	17
6. Intervjuer med forskare från Danmark, Finland och Norge	20
7. Risk för fuktskador på klimatskärmen vid FTX-ventilation.....	24
8. Slutsatser och förslag till fortsatt arbete.....	36
9. Intervjupersoner.....	38
Bilaga A Intervjufrågor till småhustillverkare	39
Bilaga B Intervjufrågor till forskare i de nordiska grannländerna	41
Bilaga C Intervjufrågor till installatörer/montörer	42
Bilaga D Intervjufrågor till ventilationsprojektörer	43

1. Sammanfattning

1.1. Mål

Syftet med denna förstudie har varit att skapa ett förbättrat kunskapsläge om kostnadseffektiva FTX-lösningar i småhus. Vidare har ett mål med förstudien varit att undersöka småhusbranschens kunskapsläge avseende sambanden mellan olika typer av ventilationssystem och fukt- och mögelskador. Ytterligare ett syfte med förstudien var att genomföra en nordisk jämförelse av erfarenheterna av FTX för att på så sätt skapa kunskapsöverföring från andra länder som har ett likartat klimat som Sverige. Slutligen skulle förstudien också mynna ut i förslag till lämpliga fortsatta arbeten eller projekt.

1.2. Slutsatser

Resultatet av denna förstudie indikerar att kunskapen avseende FTX-lösningar och sambanden mellan olika typer av ventilation och fukt- och mögelskador är låg hos svenska småhustillverkare, projektörer och installatörer/entreprenörer, och i det närmaste obefintlig hos småhusköpare. Aktörernas kunskap avseende vilka kostnader och merkostnader FTX-ventilation har jämfört med F/FX-ventilation är också låg. I våra nordiska grannländer Danmark, Finland och Norge är kunskapen om dessa frågor större hos småhustillverkare, projektörer och installatörer/entreprenörer, medan kunskapsnivån hos småhusköparna förefaller vara mycket låg även i grannländerna.

FTX-ventilation med hög energiprestanda kommer i princip att vara en förutsättning för att klara de skärpta energikrav för småhus som branschen bereder sig för. Det krävs en generell kunskapshöjning för småhustillverkare, projektörer, installatörer, småhusköpare m.fl. aktörskategorier. Detta krävs både för att FTX-lösningarna ska projekteras, installeras och skötas på ett kostnads- och energieffektivt sätt och för att inte riskera problem med ökad förekomst av fukt och mögel i det svenska småhusbeståndet. En viktig del i detta kunskapslyft handlar om att på bred front föra ut den kunskap som finns hos forskarna.

Vidare är det av avgörande betydelse att småhustillverkarna och deras konsulter och entreprenörer tar ventilationsfrågan på allvar och arbetar med lösningar som undanröjer risker för fukt och mögel, ljud m.m. så att FTX-ventilationens mervärden som t.ex. ett bättre inomhusklimat kan tas tillvara. Till synes likadan teknik kan vara mer olika än man tror och oförsiktighet och okunskap kan orsaka stor skada. Det förtjänar att påpekas att även ren F- och FX-ventilation kan skapa fuktproblem.

Användningen av FTX-ventilation är väsentligt mer utbredd i nya småhus i våra nordiska grannländer Danmark, Norge och Finland, och är där i princip standard i alla nya småhus. En fördjupad studie av deras erfarenheter och jämförelser av förutsättningar kan bidra till ett mer problemfritt införande av FTX-ventilation som standardlösning i svenska småhus. Det finns också goda möjligheter att söka samarbete med forskningsorganisationer och småhustillverkarnas branschorganisationer i de nordiska grannländerna för att vidareutveckla gemensamma eller likartade koncept och adressera gemensamma frågeställningar kring kunskapshöjning hos konsulter, entreprenörer, installatörer och småhusköpare. Det skulle också kunna vara intressant att genomföra gemensamma nordiska utvecklingsprojekt för nya effektivare ventilationslösningar och -komponenter för ett kallt klimat.

1.3. Förslag till fortsatt arbete

Författarna av denna rapport föreslår baserat på det ovan nämnda att en satsning på ett kunskapslyft om ventilation för småhusbranschen genomförs med fokus på hur de nya energikraven kan

uppfyllas på ett fuktsäkert sätt. Det kan med fördel genomföras i form av e-learning, och eventuellt vara kompletterat med workshops eller seminarier på ett antal platser i landet. I detta kunskapslyft bör stort fokus läggas på hur fukt- och mögelproblem undviks. Kunskapslyftet bör även specifikt ta upp kostnader och merkostnader för FTX-ventilation. Det bör också undersökas om detta kunskapslyft kan genomföras i samverkan med ett eller flera av våra nordiska grannländer. På så sätt skulle kunskapsöverföringen mellan länderna stärkas.

Vidare föreslår vi att kontakter tas med småhusföretagens branschorganisationer och relevanta forskningsinstitut i grannländerna för att undersöka möjligheterna till gemensamma utvecklingsprojekt inom ventilationsområdet.

Ytterligare ett projekt som föreslås baserat på de diskussioner som förts inom denna förstudie är ett teknikutvecklingsprojekt för samordnad styr/reglerutrustning och styrstrategier för hela småhuset.

1.4. Arbetsgrupp

Denna förstudie har genomförts inom ramen för innovationsklustret BeSmås verksamhet. Förstudiearbetet har genomförts av Agneta Persson (som även varit projektledare) och Henrik Nordzell, Anthesis Group, Svein Ruud, RISE, samt Roland Jonsson och Lovisa Larsson, WSP.

2. Inledning

2.1 Bakgrund

En effekt av de aviserade skärpta energikraven för bebyggelsen kommer att vara att i princip alla nya småhus behöver vara utrustade med balanserad från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning och filtrerad tilluft (FTX). Det medför fördelar som bättre inomhusklimat och lägre energianvändning, men det innebär också nackdelar som mer komplicerat underhåll, högre driftelanvändning och en eventuellt ökad risk för fukt- och mögelskador.

I Sverige är användningen av FTX-ventilation i småhus i dagsläget begränsad, och kunskapen om dess fördelar och nackdelar för småhus behöver höjas. Vidare behöver mer kostnadseffektiva ventilationslösningar för småhus utvecklas. Därför har erfarenheter inhämtats från våra nordiska grannländer för att bidra till en kunskapsuppbyggnad, eftersom de har mer erfarenhet av FTX i småhus och de har ett klimat som liknar det svenska.

2.2 Syfte

Syftet med denna förstudie har varit att skapa ett förbättrat kunskapsläge om kostnadseffektiva FTX-lösningar i småhus. Vidare har ett mål med förstudien varit att undersöka småhusbranschens kunskapsläge avseende sambanden mellan olika typer av ventilationssystem och fukt- och mögelskador. Ytterligare ett syfte med förstudien var att genomföra en nordisk jämförelse av erfarenheterna av FTX för att på så sätt skapa kunskapsöverföring från andra länder som har ett likartat klimat som Sverige.

2.3 Omfattning och genomförande

Projektet har genomförts enligt med nedanstående omfattning och moment:

- **Analys av kunskapsläget avseende kostnadseffektiva FTX-lösningar i småhus och sambanden mellan olika typer av ventilation och fukt- och mögelskador**
Förstudien inleddes med en analys av den svenska småhusbranschens kunskapsläge avseende FTX-lösningar och sambanden mellan olika typer av ventilation och fukt- och mögelskador. Analysen genomfördes med hjälp av intervjuer med åtta småhustillverkare, fyra projektörer och fyra installatörer av ventilationsutrustning. Ett frågeunderlag togs fram för varje kategori för att säkerställa att intervjuerna beaktade alla önskade frågeställningar. Frågeformulären återfinns som bilagor i denna rapport.
- **Nordisk jämförelse av utbredningen av FTX-ventilation i småhus**
För att jämföra utbredningen av FTX i Sverige med situationen i Norge, Danmark och Finland har intervjuer gjorts med forskare från dessa länder. En del av arbetet har varit inriktat på att undersöka möjligheterna till ett gemensamt nordiskt utvecklingsarbete om FTX-ventilation i småhus.
- **Möjligheter till kunskapsöverföring mellan de nordiska länderna**
Baserat på intervjuerna med de nordiska forskarna har en analys av möjligheterna till kunskapsöverföring mellan länderna gjorts.
- **Behov av ytterligare kunskap**
En analys av vilka behov av ytterligare kunskap som kan behövas har gjorts. Analysen har genomförts av projektgruppen och baseras på resultatet från intervjuerna.
- **Rapport och förslag till fortsatt arbete**
Som en avslutande del av förstudien har denna rapport tagits fram och ett förslag till fortsatt arbete formulerats.

3. Intervjuer med småhustillverkare

Under projektet har 13 småhustillverkare kontaktats med förfrågningar om att delta som respondenter. Med sex av dessa har det genomförts djupintervjuer per telefon, två har svarat via e-post att de inte ser någon anledning att delta eftersom de inte använder FTX-ventilation i sina småhus. De resterande fem småhustillverkarna har avstått från att svara på vår e-postförfrågan om intervju (ett första utskick och två påminnelser). I detta kapitel återges en kort övergripande sammanfattning av respektive telefonintervju, därefter ges en sammanställning av svaren för respektive intervjufråga.

3.1. Eksjöhus

Eksjöhus installerar FTX i ca 10 procent av sina projekteringar. De anlitar Nässjö teknikprojektering (NTP) som ventilationskonsult och använder lokala aktörer för installation. FTX installeras främst av två anledningar, endera för att huset värms med fjärrvärme eller efter önskemål från husköparen. I ca 80 procent av husen används bergvärme och då används F-ventilation som standardlösning. En annan anledning att använda FTX som uppges är att risken för kallras minskar. Kunden är den som i slutändan bestämmer vilken typ av ventilation som ska installeras efter det att hen fått information om olika ventilationslösningar av säljaren, men projektören står för valet av fabrikat. I samband med idrifttagning får husköparen en genomgång av FTX-systemets funktion av injusteraren. Eksjöhus har inget bestämt krav på prestanda, men när de tidigare valde att byta leverantör säkerställde de att den nya utrustningen höll minst samma prestanda som den tidigare. De använder sig inte av närvarostyrning och har inte andra krav på klimatskärmens lufttäthet för FTX-ventilation jämfört med F/FX. De har riktvärdet 0,3 l/s m² luftomsättning för enplans- och 0,5 för tvåplanshus.

För installation av FTX krävs i regel kundunika lösningar och konstruktionsritningarna behöver därför ändras. NTP projekterar kanaldragningen (och installationen utförs på plats) och den görs så att ventilationskanalerna döljs. Eksjöhus uppger att FTX innebär en extra materialkostnad på ca 15 000–20 000 SEK i tillägg till det normala 120 000 kr, vilket innebär en merkostnad på ca 15 procent. Installationskostnaderna är också högre men kan inte ange exakt hur mycket mer. De har också svårt att uppskatta hur mycket kostnaden skulle kunna minskas om FTX blir mer vanligt.

Eksjöhus har endast fått begränsat med återkoppling från sina husköpare vilket de tar som ett tecken på att allt fungerar som det ska. De ser ingen större skillnad mellan F/FX och FTX vad gäller återkopplingen, men några husägare med F/FX har haft problem med kallras och drag. För samtliga ventilationslösningar skapas ibland undertryck när köksfläkt eller braskamin används. FTX ger dock större möjlighet att styra trycket för att lösa detta.

3.2. Anebyhusgruppen

Anebyhusgruppen uppger att 15 procent av deras husköpare väljer FTX-ventilation, oftast efter att kunniga/intresserade kunder haft önskemål om detta. De ger ibland förslag beroende på uppvärmningssystem, och FTX föreslås om huset är fjärrvärmevämt. För småhus anlitar de Nässjö teknikprojektering och lokala installatörer. Anebyhusgruppen väljer själv fabrikat och använder sig av några olika. De baserar sina krav på el- och värmeåtervinningseffektivitet m.m. utifrån formella myndighetskrav. De har något högre krav på lufttäthet vid FTX, 0,4 jämfört med 0,6 vid F, och provtagningar görs på alla hus för att verifiera detta. Vissa konstruktionslösningar har kanaldragningar för FTX. De gör vissa anpassningar på fabrik av byggkomponenter där FTX ska dras men installationen görs på plats. De uppskattar att FTX innebär en merkostnad på 40 procent jämfört med F-ventilation. Materialkostnaden uppgår till 50 000 SEK men den skulle kunna

minskas med ca 10 procent om större inköp görs. Byggsystemkostnader kan sänkas med 15 procent vid en rationalisering av FTX.

Vid injustering har de som mål att byggherren ska vara med för en genomgång och efteråt skrivs ett protokoll med avvikelser. Men ingen statistik över klagomål eller återkoppling förs efter inflyttning. Återkopplingen från husköpare har varit liten och inga problem med fukt har rapporterats vid FTX. Det har däremot förekommit fuktläckage vid uteluftsventiler i hus med F-ventilation.

3.3. A-hus

A-hus har idag FTX i ca 15–20 procent av sina hus. Husköparen informeras om olika system och väljer sedan själv ventilationslösning. A-hus bestämmer valet av fabrikat men lägger mer vikt på att ventilationen ska ha vissa egenskaper och lutar på att leverantören som de jobbat med sedan länge ställer de specifika krav på prestanda som behövs. Installationen görs på plats och kostar 14 000 SEK mer än installation av en F-lösning. Materialkostnaden uppgår till ca 60 000 SEK för ett normalstort hus. De tror att endast inköpspriset kan minskas vid en standardisering av FTX, och då med ca tio procent.

Det har hänt att installatörerna inte haft tillräckligt med utrymme för ventilationskanalerna i de byggkonstruktioner som anpassats för FTX på fabrik men annars har inga svårigheter upplevts med själva ventilationen. Husköpare med F-ventilation klagar ibland på kallras och ett par fall av kondens på fönstrens insida i hus med FTX har förekommit. Det löses genom att roterande byts ut mot plattvärmeväxlare. Det har också hänt vid ett fåtal tillfällen att aggregaten skapat fel tryckbild, övertryck istället för undertryck, i huset och då gjort att fukt uppstått på vinden. Deras kunder har annars varit nöjda med energiåtgången.

3.4. Fiskarhedenvillan

Runt 15 procent av Fiskarhedenvillans kunder väljer FTX-ventilation och det handlar oftast om att de önskar högre komfort och har läst på att det då är bättre med FTX. Annars är det priset som styr och F rekommenderas därför i de fall det duger. Kostnaden för FTX är strax under 70 000 SEK för material och ca 10 000 för entreprenad. De tror inte att kostnaden går att minska. Deras katalogmodeller är anpassade för F-ventilation men alla projekteringar är unika och kan anpassas för FTX, dock kan det ibland vara krångligt att få plats med kanaldragningar. Fiskarhedenvillan väljer själva fabrikat och växlartyper men i dialog med sin leverantör. De ställer inga ytterligare krav på prestanda än att de vet att leverantören håller hög kvalitet.

Fiskarhedenvillan har endast haft få klagomål på ventilationen från sina kunder, några med F-ventilation har haft ljudbekymmer från luftintagsventilerna vid blåst och något enstaka fall av kallras. De tror att god information om problemrisker från början kan minska kundernas negativa upplevelse när det händer. De har haft ett par fall av kondens på fönstrens insida de senaste 7–8 åren i hus med FTX. I övrigt inga rapporterade problem med fukt eller mögel.

3.5. Skandinaviska Ecohus

Skandinaviska Ecohus använder inga konsulter utan vänder sig direkt till ventilationsleverantören för inköp. De har inga kataloghus utan alla projekteringar innebär unika lösningar. Vid offertförfrågan informerar säljaren om vilka alternativ som finns, vad som kan vara lämpligt under olika förutsättningar och prisnivåer för dessa. Kunden väljer ventilationssystem och ritningarna anpassas sedan efter det. På grund av detta kan de inte ge några generella kostnadsbilder för ventilationssystemen.

Skandinaviska Ecohus väljer själva aggregat och ser till att de har hög eleffektivitet och temperaturverkningsgrad prestanda eftersom det är viktigt för kundens driftskostnadsnivå. De har inte högre krav på lufttäthet vid FTX, utan håller 0,4 l/s, m² oavsett typ av ventilationssystem. De uppger att de haft nästintill inga klagomål från sina kunder. Vid den senaste projekteringen bildades dock fukt på fönstrens insida. De har inte använt sig av FTX under en längre tid och kan inte utesluta att problem med fukt kan uppstå med tiden.

3.6. Trivselhus

Trivselhus har två varumärken och det går endast att välja FTX i premiumtjänsten där 20 procent av husen har FTX installerat. I hela Trivselhus är det dock 12 procent. Säljaren informerar om vilka val kunden har, och det är i regel kunden som väljer. Men i vissa fall bestäms ventilation utifrån myndighetskrav. De har inga färdiga konstruktionslösningar med FTX, men har stor vana av att lösa anpassningar i fabrik. Installationen görs på plats av lokala entreprenörer. De uppskattar merkostnaden till ca 60 000 SEK mer jämfört med F-ventilation. De uppskattar att inköpspriset bör kunna sänkas med ca 10 procent vid köp av en större mängd.

Trivselhus bestämmer fabrikat men använder sig av Nässjö Teknikprojektering för att välja bland produkterna och för att säkerställa att prestandan är hög. Kunderna uttrycker aldrig önskemål avseende till exempel en viss nivå av värmeåtervinning. Kravet på lufttäthet är hårdare vid FTX och målnivån är 0,4 l/s, m² till skillnad mot 0,6 l/s, m² vid F-ventilation. De verifierar lufttätheten genom provtryckning. Ibland sätts kravet 0,3 l/s, m² för att nå energikrav i hus med fjärrvärme. De upplever att branschaktörer är positiva till FTX och säljer själva aktivt in FTX. Det ger komfort och möjlighet att styra flödet av från- och tilluft. F-lösningar lever ibland inte upp till Boverkets krav. Kunder som tidigare har haft FTX efterfrågar ofta det även i sina nybyggnationer. Några få kunder med F har haft problem med kallras eller störande ljud när ingen ljuddämpare satts på uteluftsventilen.

3.6. Älvsbyhus

Älvsbyhus använder inte FTX och har valt att avstå från att svara på frågorna.

3.8. Skidstahus

Skidstahus använder inte FTX och har valt att inte svara på frågorna.

3.9. Sammanvägda intervjusvar – småhustillverkare

Sammanställningen nedan baseras på intervjusvar från sex tillverkare. Två av de småhustillverkare som svarat på vår förfrågan om intervju har svarat att de inte använder FTX-ventilation alls och därför avstått från att svara på frågorna.

Låg andel småhus med FTX

Två av de åtta småhustillverkare som har svarat på vår förfrågan om intervju använder inte FTX-ventilation alls. För de övriga småhustillverkarna varierar andelen småhus med FTX mellan 5 och 20 procent.

Huvudsakligen lokala konsulter anlitas

De sex intervjuade småhustillverkarna använder huvudsakligen projekterande konsulter som är verksamma på samma ort eller i närheten av lokaliseringen av småhustillverkarnas verksamhet. I flera fall anlitas ingen konsult, istället utför ventilationstillverkarna den tjänsten.

Stor variation i vilka installatörer som anlitas

De intervjuade småhustillverkarna har olika praxis för vilka installatörer som anlitas. I något fall är det byggherren själv som anlitar installatör, i något fall är det träsnickaren som installerar ventilationssystemet, och andra låter byggentreprenören installera. I huvudsak är det lokala installatörer som anlitas.

Husköparen informeras om olika möjliga ventilationssätt om de frågar efter det

Ett genomgående svar är att det är köparen som väljer ventilationssystem. I första hand är det säljarna som informerar kunderna om olika typer av ventilationssystem. Av intervjuerna framkom att det i princip behövs en välinformerad kund för att diskussionen ska vara mer omfattande, och att säljarnas kunskap om ventilation generellt behöver ökas.

Olika skäl till val av typ av ventilationssystem

Det finns några olika anledningar till vilket val av ventilationssystem som görs. De som lyfts fram i intervjuerna är typ av uppvärmningssystem, kundönskemål, komfort och myndighetskrav.

Praxis avgör om kanaldragningar för FTX finns med i de egna konstruktionslösningarna

Huruvida kanaldragning för FTX finns med i småhustillverkarnas konstruktionslösningar varierar. Hos en av de intervjuade småhustillverkarna ingår det, en av dem gör inga kataloghus och har inga konstruktionslösningar, och de resterande har sina katalogmodeller med F-ventilation vilket innebär att ritningarna som regel behöver ändras.

I princip inga anpassningar görs på fabrik för att få in FTX

En av de intervjuade småhustillverkarna gör mindre justeringar i fabrik, i övrigt sker alla anpassningar ute på byggplatsen. Ett undantag är volymtillverkning av radhus, där komplett installation av FTX görs på fabrik.

Merkostnader för småhusköparen för hela småhuset vid val av FTX

Uppgifterna om merkostnader för FTX-ventilation varierar mellan småhustillverkarna beroende på typ av hus, men ligger från 60 000 SEK och uppåt. För volymtillverkning av radhus uppges kostnaden 10 000 SEK.

Merkostnaderna kan sänkas om FTX blir standard i alla hus

Enligt de intervjuade småhustillverkarna skulle merkostnaderna sannolikt sänkas om FTX var standard i alla hus. Men hur mycket lägre de skulle vara är svårt att svara på, några av tillverkarna nämner en merkostnadssänkning på 10 procent.

Valet av FTX-fabrikat görs av hustillverkaren

Samtliga småhustillverkare som har intervjuats svarar att det är hustillverkaren som avgör vilket FTX-fabrikat som väljs. Ibland ger deras VVS-konsulter förslag på fabrikat och växlartyp.

Några småhustillverkare ställer krav på eleffektivitet, temperaturverkningsgrad och värmeåtervinningens effektivitet

Två av de intervjuade småhustillverkarna ställer specifika krav på eleffektivitet, men de andra litar på att tillverkarnas produkter är tillräckligt eleffektiva. Detsamma gäller krav på temperaturverkningsgrad, och två av dem ställde krav på värmeåtervinningsgrad när man valde det system man använder när kunderna frågar efter FTX.

Ingen av småhustillverkarna ställer krav på närvarostyrning

Ingen av de intervjuade småhustillverkarna ställer krav på närvarostyrning av ventilationen. En av tillverkarna har dock testat det i några koncepthus.

Två av tillverkarna ställer hårdare krav på lufttäthet vid FTX

Det finns en medvetenhet hos de intervjuade småhustillverkarna att klimatskärmen behöver en ökad lufttäthet i hus med FTX, men endast två av dem har riktlinjer för det. Det ska dock noteras att de alla sex generellt arbetar mycket med lufttäthet.

Begränsad återkoppling avseende hus med FTX

Den återkoppling om FTX som småhustillverkarna har fått från installatörer och justerare är begränsad, men i de fall de fått det är den positiv med kommentarer om bättre komfort och möjlighet att styra flödet av från- och tilluft. Många som haft FTX tidigare efterfrågar det igen. En av tillverkarna svarar att det inte har kommit några klagomål, endast tekniska frågor kring filterbyten, semesterlägen m.m.

Skillnad i feedback från husköparnas – F respektive i FTX

Med F/FX har det förekommit en del klagomål på kallras, det gäller generellt för alla de intervjuade småhustillverkarna. I något fall har klagomål inkommit om uteluftsventiler vid byggande kustnära lägen då blåst skapar ljud och fuktinträngning vid uteluftsventilerna. För FTX har det i något fall förekommit en viss fuktproblematik och något fall av klagomål på kanalljud.

Skillnader i fukt- och mögelproblem mellan FTX och F/FX

En av de intervjuade småhustillverkarna uppger att det förekommer mer problem med fukt och mögel vid FTX än vid F-ventilation, och en av dem uppger att det kan vara känsligt. De övriga fyra upplever inga sådana skillnader.

Vissa klagomål på kondens på fönstrens insida både i hus med FTX och med F/FX

Två av de intervjuade småhustillverkarna har vid några enstaka tillfällen fått klagomål på kondens på fönstrens insida i hus med FTX. I samtliga hus som haft insidig kondens på fönstren har en roterande värmeväxlare installerats. För de övriga fyra småhustillverkarna har inga fall av insidig kondens på fönstren rapporterats.

En av de intervjuade småhustillverkarna har i några fall fått klagomål på insidig kondens på fönstren även i hus med FX-ventilation. De övriga fem har inte fått några sådana klagomål.

Viss skillnad i återkoppling avseende luftkvalitet mellan husköpare med FTX och de med F/FX

Generellt får småhustillverkarna endast lite återkoppling från köparna avseende ventilationen. En av dem nämner att de har fått klagomål på drag vid F/FX, och en annan nämner att de har fått kommentarer om bättre luftkvalitet och komfort vid FTX. I övrigt ingen återkoppling.

Ingen skillnad i återkoppling avseende energi/kostnader mellan husköpare med FTX och de med F/FX

De intervjuade småhustillverkarna uppger att det inte är någon skillnad i återkoppling avseende energi/kostnader mellan småhusköpare med FTX och småhusköpare med F/FX-ventilation. Det är generellt låg grad av återkoppling även från husköpare. Ett par av de intervjuade småhustillverkarna nämnde att det sannolikt beror på att de är nöjda, eller fått vad de förväntat sig. Ibland är förväntningarna dock högre på att FTX ska innebära ännu större kostnadsbesparingar.

Ingen skillnad i återkoppling avseende ljudmiljö mellan husköpare med FTX och de med F/FX

De intervjuade småhustillverkarna uppger att det inte är någon skillnad i återkoppling avseende ljudmiljö mellan småhusköpare med FTX och småhusköpare med F/FX-ventilation, och det endast är låg grad av återkoppling kopplat till ventilation för samtliga småhustillverkare som deltagit i intervjuundersökningen. En av dem tillägger att de använder ljuddämpare, så det har inte varit något problem.

Ingen skillnad i återkoppling avseende annat som har eller kan ha koppling till FTX mellan husköpare med FTX och de med F/FX

Småhustillverkarna fick även svara på om de upplevt någon skillnad i återkoppling avseende påverkan på möjlighet att öppna dörrar, behov av vädring, åtkomlighet, utseende, platsbehov, rök från eldstad, användarvänlighet för styr/reglersystem och liknande mellan småhusköpare som valt FTX och de som valt F/FX. Ingen av de intervjuade tillverkarna har upplevt några sådana skillnader i återkoppling.

4. Intervjuer med ventilationsprojektörer

Under projektet har fyra ventilationsprojektörer deltagit. Med tre har det genomförts telefonintervjuer och en har svarat via mejl. Lämpliga projekteringsföretag att intervjua valdes ut efter tips från hustillverkarna som också intervjuats. I detta kapitel återges en kort övergripande sammanfattning av respektive intervju.

4.1. WSP Systems Växjö

Ungefär 20 procent av småhusen som projekteras hos WSP Systems i Växjö utrustas med FTX-ventilation, men inga av dem har behovs- och/eller närvarostyrd ventilation. Hittills har inga hus som projekteras haft luftvärme. Det är hustillverkaren som bestämmer ventilationssystem, fabrikat och växlartyp och de ställer inga specifika krav på effektivitet eller temperaturverkningsgrad för systemet. Det är roterande värmeväxlare som används i småhus. Med de roterande värmeväxlarna finns injusteringsmöjligheter men inte renblåsningszon i aggregaten som används för småhus.

Ljuddämpare placeras direkt i anslutning till ventilationsaggregatet. Vid behov används fler ljuddämpare för att minska överhörning. När ventilationssystemet projekteras vet projektören inte vilken köksfläkt som ska användas och kan därför inte ta hänsyn till denna i sin projektering.

WSP får återkoppling från hustillverkare då anläggningen inte fungerar. Installatörer/Montörer har kontakt med projektören när det uppstår problem med utrymmen och eventuella krockar med bjälklag vid installationen. Generellt får de ingen återkoppling från injusterare eller brukare om systemet eller sina handlingar.

4.2. Alig Ventilation

Hos Alig Ventilation utgörs 30–40 procent av all projektering i småhus av FTX-system, inga av dessa har automatisk behovsstyrning. Det finns däremot möjlighet att manuellt förändra luftflödet tillfälligt enligt förprogrammerade program. De har inte arbetet i projekt med luftvärme och tror att detta beror på att det inte är en attraktiv lösning i det svenska klimatet. I perioder är det fler kunder som efterfrågar system där tilluften kyls via borrhål men det är inte ett standardutförande.

Det är hustillverkaren som i samråd med brukaren väljer/bestämmer vilket ventilationssystem som ska väljas. I vissa fall diskuterar privatpersoner direkt med säljare hos Alig Ventilation om val av ventilationssystem. Det ställs inga specifika krav på effektivitet utan aggregatstorleken väljs för att vara optimal för byggnaden. På samma sätt ställs det inga krav på temperaturverkningsgrad.

Det är nästan uteslutande roterande värmeväxlare som används. Renblåsningszon saknas i de mindre aggregaten som används för småhus menar Alig Ventilation.

4.3. Nässjö Teknikprojektering

Hos Nässjö Teknikprojektering är andelen småhus med FTX-system 10 procent. Totalt projekterar de 1 000–1 500 småhus per år. Det är hustillverkaren som väljer typ av ventilationssystem och för småhus är dessa aldrig behovsstyrda. Inga av småhusen som Nässjö Teknikprojektering har arbetet med har haft luftvärme. Ett 20-tal projekt per år kyler tilluften via borrhål. Roterande värmeväxlare används i 90–95 procent av projekten vilket tros bero på att roterande värmeväxlare är billigare samt att placeringsmöjligheterna för aggregatet ökar. Det är hustillverkaren som avgör valet av växlartyp.

De följer tillverkarnas rekommendationer för placering av ljuddämpare. För att minska överhörning använder de flexibla ljuddämpare på vissa tilluftsdon. Generellt genomför de ingen ljudprojektering för småhus.

Ventilationsritningarna levereras både till installatören och till injusteraren. De får sedan återkoppling från dessa aktörer om det behöver göras några korrigeringar under installationen men det sker sällan. Eventuella krockar med bärande element eller andra ledningar kan uppstå när det skett sena korrigeringar eller att ventilationsprojektören inte haft allt underlag vid sin projektering.

4.4. ÅF Borlänge

Ungefär 5 procent av småhusen projekteras med FTX-system. Inga hus med FTX har behov- eller närvarostyrning. För mer påkostade projekt förekommer det att tilluften kyls via borrhål. Det är ingen aktör som ställer krav på tekniska kvaliteter som eleffektivitet eller temperaturverkningsgrad eftersom ingen teknisk konsult deltar då systemen väljs. Roterande värmväxlare används i samtliga projekt för småhus och det finns renblåsningszon och injusteringsmöjligheter på dem men ÅF misstänker att injusteringen av systemet inte alltid möjliggör att renblåsningszonen fungerar som avsett. Det genomförs alltid en ljudutredning om var ljuddämpare ska placeras samt om aggregatets upphängning och placering för att undvika stomljud.

Ritningarna är den enda informationen som projektören ger till installatörerna före installationen, men de menar att installationerna skulle bli bättre om de även levererade instruktioner till injusteraren och brukarna. Under installationen sker det ibland kontakt när det behöver göras några justeringar och avvikelser. Det är endast när det är något problem med systemet som projektören får återkoppling från hustillverkaren.

4.5. Sammanvägda intervjusvar – ventilationsprojektörer

Hustillverkaren föreslår typ av ventilationssystem?

Samtliga intervjuade ventilationsprojektörer uppger att hustillverkaren föreslår husköparen vilken typ av ventilationssystem som ska väljas.

Stor variation i antal FTX-system för småhus projektörerna årligen gör

De intervjuade projektörerna arbetar i varierande omfattning med FTX. Andelen varierar mellan 5 och 40 procent av de småhusprojekteringar som genomförs.

Inga projekteringar har inkluderat behovsstyrning eller närvarostyrning

De intervjuade projektörerna har inte i något fall arbetat med projekt där automatisk behovs- och/eller närvarostyrning sker av ventilationen. Dock kan luftflödena styras manuellt med kontrollpanelen och vissa aggregat har förinställda program för till exempel braseldning.

Inga projekteringar har inkluderat luftvärme

De intervjuade projektörerna har inte heller i något fall arbetat med projekt där småhusen värms med luftvärme.

Luftvärme innebär särskilda krav på dimensioneringen

De intervjuade projektörerna är eniga om att luftvärme ställer särskilda krav på dimensioneringen genom att det kräver större luftflöden och att en viss del behöver återcirkulera i systemet.

Bred erfarenhet av att projektera FTX-system där tilluften kyls via borrhål

Samtliga av de intervjuade projektörerna har arbetat med system där tilluften kyls via borrhål men uppger att det inte är ett standardutförande.

Inga krav ställs på eleffektivitet eller temperaturverkningsgrad

De intervjuade projektörerna uppger att inga krav ställs på vare sig eleffektivitet eller temperaturverkningsgrad.

Nästan bara roterande värmeväxlare vid FTX-system

Två av de fyra intervjuade projektörerna uppger att det alltid väljs roterande värmeväxlare i sina projekt och två av dem uppger att roterande värmeväxlare väljs i 90-99 procent av fallen.

Renblåsningszon och/eller injusteringsmöjlighet i alla FTX-system

Två av intervjupersonerna uppger att det finns injusteringsmöjligheter på de roterande värmeväxlarna och två uppger att det finns både renblåsningszon och injusteringsmöjligheter.

Föredrar roterande värmeväxlartyp framför plattvärmeväxlare

Samtliga intervjuade projektörer föredrar roterande värmeväxlare för småhus eftersom de är billigare och att man undviker påfrysingsproblematik.

God kännedom om för- och nackdelarna med de två växlartyperna

Samtliga känner till för- och nackdelar som är förknippade med de två växlartyperna. De egenskaper som nämns är:

- Roterande fördelar: Billigare, högre luftfuktighet som är gynnsamt i det torra vinterklimatet,
- Nackdelar: Viss luftöverföring från avluften till tilluften som bland annat kan ge luktöverföring.
- Enda fördelen med plattvärmeväxlare som uppges är att den har skilda zoner för avluft och tilluft så ingen överföring sker mellan dessa.

Olika erfarenhet av vem som väljer fabrikat och växlartyp

Två av de intervjuade projektörerna uppger att det är hustillverkarna väljer fabrikat och växlartyp, en av projektörerna uppger att aggregatstillverkaren gör valet och en att ventilationsfirman bestämmer.

Enhällig bild av vilka lufthastigheter/tryckfall kanalsystemen dimensioneras för

Samtliga intervjuade projektörer säger att kanalsystemet dimensioneras för lufthastigheter på 3-4 m/s och ett tryckfall på 50-150 Pa.

Olika vem som väljer till-/och frånluftsdon

Två av de intervjuade projektörerna uppger att husföretagen väljer don och att valet framförallt beror på pris. En av projektörerna uppger att de i huvudsak väljer takdon för att dessa skapar mindre ljudproblem, har längre kastlängd och att dimensionerna för don väljs beroende på luftflödet.

Enhällig bild av hur isolering av kanaler dimensioneras

Samtliga intervjuade projektörer uppger att isoleringen dimensioneras för att undvika kondensproblem och värmeförluster, och att kanalernas placering påverkar isoleringens dimensioner.

Lätt undertryck över klimatskalet säkerställs

Tre av de intervjuade projektörerna uppger att de projekterar för ett större frånluftsflyde än tilluftsflyde för att säkerställa undertryck över klimatskalet. Den fjärde projektören uppger att de projekterar systemet i balans och att injusteringen är avgörande för att det ska bli rätt tryckbalans.

Hänsyn tas till risk för kortslutning mellan avluft- och uteluftsintag

Samtliga intervjuade projektörer gör en bedömning av risken för detta i sina projekt och projekterar på olika sätt för att undvika det.

Ljuddämpare placeras enligt aggregattillverkarnas anvisningar

Samtliga av de intervjuade projektörerna uppger att de väljer att placera en central ljuddämparen så nära aggregatet som möjligt i enlighet med aggregattillverkarnas instruktioner. Vidare nämner de att de projekterar med flexibla ljuddämpare på vissa tilluftsdon för att minimera överhörning.

Varierande praxis avseende ljudprojektering

Två av de intervjuade projektörerna genomför ingen ljudprojektering. En av dem gör det endast vid svårare projekt om de ska uppfylla en högre ljudklass och en av dem genomför alltid en ljudprojektering.

Luftfilter väljs inte av ventilationsprojektörerna

Ventilationsprojektören väljer inte filter uppger samtliga intervjuade.

Projektörerna bedömer inte styr-/reglersystemets användarvänlighet

De intervjuade projektörerna uppger samstämmigt att de inte gör någon bedömning av styr-/reglersystemets användarvänlighet för småhus.

Svårt att hantera risk för kraftiga undertryck vid användning av utsugande spisfläkt

De intervjuade projektörerna uppger att det är svårt att hantera risken för undertryck vid användning av utsugande spisfläkt eftersom de vid projekteringen sällan vet vilken spisfläkt som kommer att väljas. Sätt att minska kraftigt undertryck som nämns är att öppna ett fönster eller att använda FTX-systemets brasfunktion (om sådant finns) när spisfläkten används.

Projektörerna är inte involverade i valet av spisfläkt

Samtliga intervjuade projektörer uppger att de inte är involverade i valet av spisfläktlösning, och uppger att de skulle välja spisfläkt med lägre flödeskapacitet om de fick välja.

Varierande form av information och instruktioner

De intervjuade projektörerna lämnar information och instruktioner enligt följande:

- Installatörer: Projektörerna levererar ritningar till installatören. En av dem levererar både plan- och perspektivritningar.
- Injusterare: Ingen information levereras till injusteraren utöver de luftflöden som finns redovisade på ritning.
- Boende: Projektörerna deltar inte i den information som ges till brukaren.

Samstämd bild av hur projektörerna får återkoppling

De intervjuade projektörerna uppger att de får återkoppling enligt följande:

- Hustillverkare: Samtliga projektörer menar att de endast får återkoppling från hustillverkaren när det är något som inte fungerar med systemet.

- Installatörer: Alla de intervjuade uppger att de har kontakt med installatörerna när dessa behöver göra avvikelser under installationen. Avvikelserna menar projektörerna främst beror på att de inte har tillgång till kompletta underlag eller att det har skett sena ändringar hos någon annan aktör. En av projektörerna säger att det sällan sker några förändringar och avvikelser under installationen.
- Injusterare: En av de intervjuade projektörerna uppger att de får återkoppling om ritningsunderlaget från injusteraren. Övriga uppger att inte har någon kontakt med injusteraren.
- Boende: Tre av de intervjuade projektörerna uppger att de inte har någon kontakt med brukarna. En av de intervjuade arbetar på ett företag som även är återförsäljare av ventilationsaggregat och menar att de på så vis ibland har kontakt med brukarna.

5. Intervjuer med installatörer/montörer

Under projektet har fyra installatörer av FTX-system intervjuats. Samtliga intervjuerna genomfördes på telefon, och installatörerna arbetar med de hustillverkare som blivit intervjuade i detta projekt. I detta kapitel återges en kort övergripande sammanfattning av respektive intervju.

5.1. Villamontage i Väst

Att installera FTX jämfört med ett frånluftssystem tar ungefär fyra gånger så lång tid men beror på husets konstruktion. Svåra konstruktioner kan ta upp till sex till sju gånger mer tid uppger Christian Lund på Villamontage i Väst. De får endast underlag från ventilationsprojektören. Beroende på hur erfaren projektören är varierar underlagets kvalitet. Ett problem är att ritningsamordningen i småhusprojekt är bristfällig vilket medför att installatörerna tvingas göra avvikelser vid varje projekt.

Systemet funktionskontrolleras i samband med OVK-besiktning och injusteringen, och installatörerna gör egenkontroller under installationens gång. Det är samma person som gör injusteringen, ventilationskontrollen och informerar brukarna om systemet. Att ljudkraven möts undersöks endast vid klagomål från brukaren.

5.2. Sätöfta Bygg

På Sätöfta Bygg upplever de att det tar knappt dubbel så lång tid att installera FTX jämfört med ett frånluftssystem. Detta beror bland annat på att underlag från ventilationsprojektören och aggregatstillverkarna är bra. De får sällan göra avvikelser från ventilationsritningarna vid installationen.

Den som injusterar systemet gör även OVK samt informerar brukarna om underhåll och driften av systemet. Injusteraren är upphandlad av husleverantören. Varken systemets effektivitet eller kraven på värmeåtervinning verifieras på något sätt när systemet sätts i drift. De flesta villaägarna nöjer sig med energideklarationen. I vissa fall väljer brukaren att utföra en provtryckning eftersom fler kommuner har börjat fråga efter detta.

5.3. Grankvistarna

På grund av att det är mer kanaldragningar upplever Magnus Monwall på Grankvistarna att det tar drygt dubbelt så lång tid att installera FTX jämfört med F/FX-system. Av de 40 småhus de hittills har installerat med FTX har de alltid fått göra korrigeringar och avvikelser i förhållande till ritningsunderlaget från ventilationsprojektören. Detta tror han beror på att olika discipliner inte stämmer av med varandra under projekteringen. 80-90 procent av avvikelserna beror på att kanaldragningen krockar med bärande element. När de gör avvikelser stämmer de av dem med injusteraren i första hand och i andra hand med projektören. Underlaget från aggregatstillverkarna är bra och installationen av själva aggregatet är aldrig problematisk.

Det är ventilationsprojektören som i sin projektering säkerställer att det är rätt tryckbalans över klimatskalet. Sedan genomför en person som är upphandlad av hustillverkaren OVK-besiktning och injustering. De upplever att huskunder med FTX-ventilation är mycket nöjda, speciellt eftersom de har låg driftskostnad.

Installationerna skulle kunna förenklas genom att de projekterande disciplinerna samordnade sig mer. Vid installationer idag behöver montören vara erfaren för att veta vilka korrigeringar de kan göra för att få installationen att fungera på ett bra sätt. En stor del av installatörens merarbete

innefattas också av att de behöver inhandla fler delar till systemet eftersom det som levereras till byggarbetsplatsen är anpassat till ventilationsritningarna och ger inte utrymme för avvikelser.

5.4. Familjen Byggare AB

De upplever att det är svårare att installera FTX-ventilation eftersom det består av fler delar och är ont om utrymme att dra installationen i. Detta gör att det tar cirka tre gånger mer tid att installera FTX jämfört med frånluftssystem upplever Jesper Nandorf på Familjen Byggare. Underlaget från ventilationsprojektören uppfyller sina funktionskrav men krockar ofta med andra system, takstolar och bjälklag. Detta medför att de alltid får göra avvikelser från projekteringsunderlaget vid installation av FTX. Installationen av FTX-system skulle kunna underlättas om det ibland kunde vara synliga kanaler. Arbetsmiljön skulle även förbättras om aggregaten inte placerades på vinden. Det skulle också minska kanaldragningen och isoleringen som krävs av kanalerna.

Det är samma person som genomför injusteringen och OVK. Samtidigt som injusteringen kontrolleras tryckbalansen och i vissa fall görs en provtryckning. Vid ventilationskontrollen genomförs även en kontroll av ljudkraven samt en genomgång med brukaren om systemet. Krav på värmeåtervinning och eleffektivitet menar han verifieras inte efter installationen.

5.5. Sammanställning av intervjusvar - installatörer

Hur mycket svårare (mer tid) upplever du att det är att installera FTX jämfört med F/FX?

Samtliga av de intervjuade installatörerna uppger att det tar längre tid att installera FTX än F/FX, men uppfattningarna varierar från tre till sju gånger så lång tid. Skillnaderna uppges främst bero på att det krävs mer kanaldragning.

Varierande kvalitet på underlag

De intervjuade installatörerna uppger att underlaget från ventilationskonsulten varierar i kvalitet. Problem som nämns är att det ofta krockar med bjälklag, takstolar eller andra installationer. Vidare uppger de att det underlag de erhåller från aggregatstillverkare är bra samt att de inte får något underlag från hustillverkaren gällande ventilation.

Hur ofta gör du avvikelser från projekteringsunderlaget?

3 av intervjuade installatörerna uppger att de alltid får göra avvikelser från projekteringsanvisningarna. En menar att de sällan behöver göra några avvikelser. Den vanligaste orsaken till avvikelser är att kanalerna krockar med bärande element. Andra anledningar är att det krockar med andra installationer som vatten och avlopp.

Projektörerna väljer kanalisolering

Samtliga intervjuade installatörer svarar att den tekniska isoleringen projekteras av konsulten men utförs av installatörerna. Montören har det slutgiltiga ansvaret uppger samtliga.

Ingen erfarenhet av installation av FTX-system med kylning av tilluft via borrhål

Ingen av de intervjuade installatörerna har installerat något system med kylning av tilluft via borrhål.

FTX-systemet funktionskontrolleras vid injustering och OVK

Samtliga intervjuade installatörer uppger att FTX-systemet funktionskontrolleras vid injusteringen och OVK av den konsult som är upphandlad av hustillverkaren.

Olika bild av hur ett lätt undertryck över klimatskalet säkerställs

En av installatörerna uppger att ventilationsprojektören säkerställer detta, de övriga tre uppger att det säkerställs vid injusteringen och i vissa fall med en provtryckning. Montörerna kontrollerar sitt

arbete med egenkontroller under byggnationen. En uppger att de alltid täthetsprovar under byggnationen.

Olika bild av styr- och reglersystemens användarvänlighet

Två av installatörerna uppger att styr- och reglersystemet har en god användarvänlighet och två har svarat att de är svåra för brukaren att förstå.

Installatörerna informerar inte brukarna om FTX-systemets funktion

Ingen av de intervjuade installatörerna informerar husköparna om FTX-systemet. Det görs av injusteraren eller den person som gör OVK (vilket i de flesta fall uppges vara samma person).

Installatörerna stämmer inte av med brukarna efter installation

Ingen av de intervjuade installatörerna genomför avstämningar specifikt för ventilationssystemet, men tre av fyra uppger att de alltid har en genomgång av övriga system med brukaren efter installation.

Ingen generell verifiering av att mål för eleffektivitet och värmeåtervinning uppnås

Det görs ingen generell avstämning att uppsatta mål på eleffektivitet eller värmeåtervinning uppnås. Men om det visar sig att hela huset har för hög energianvändning görs felsökning för olika system, och ventilationssystemet kan kontrolleras av elinstallatören uppger en av intervjupersonerna. En av de andra intervjuade installatörerna uppger att det har hänt att brukaren önskar göra en verifiering av energiprestandan direkt istället för att invänta sin energideklaration.

Installationen av FTX kan underlättas

På frågan hur installation av FTX kan underlättas svarade installatörerna att:

- Delarna skulle kunna levereras uppmärkta, ”ungefär som ett lego” för att underlätta installationen av kanalerna.
- Aggregaten bör inte vara på vinden eftersom det förvärrar arbetsmiljön.
- Synliga kanaler bör tillåtas i vissa fall för att underlätta
- Bättre projektering och projekteringsamordning.

Verifiering av ljudkrav sker sällan

En av de intervjuade installatörerna uppger att ljudkraven alltid kontrolleras i samband med OVK. Övriga menar att ljudkraven endast kontrolleras om brukaren klagar på ljud och buller. I de fall ljudkrav kontrolleras sker det av byggtekniker från hustillverkaren eller upphandlad OVK-konsult.

6. Intervjuer med forskare från Danmark, Finland och Norge

För den nordiska jämförelsen har intervjuer skett med forskare från Dansk Teknologisk Institutt (DTI) i Danmark, Sintef i Norge och VTT i Finland. Här lämnas en sammanställning av de svar vi har erhållit i samband med intervjuerna.

FTX dominerande i nya småhus i de nordiska grannländerna

I Danmark dominerar självdragsventilation i småhus generellt. Men i nybyggda hus från den senaste femårsperioden har merparten FTX-ventilation, andelen uppskattas till ca 70 procent. Det huvudsakliga skälet till den stora andelen nya hus som har FTX är nya nationella krav på energieffektivitet som har inneburit att FTX behövs för att uppfylla dessa krav. Men även krav på termisk komfort har drivit på denna utveckling.

I Finland har i princip alla småhus som har byggts de senaste 20 åren utrustats med FTX. Generellt fungerar FTX-ventilationen bra, och mervärden som gott inomhusklimat, inget drag, inget störande ljud (längre), bra filter på tilluften, brukaren kan styra systemet och låg energianvändning lyfts fram.

Även i Norge är FTX-ventilation den vanligaste lösningen i alla nya småhus. Den huvudsakliga drivkraften är de nationella byggreglernas krav på energieffektivitet. Enligt den offentliga statistiken (SSB.no) har ca 70 procent av de norska småhusen FTX-ventilation idag.

Vanligaste växlartypen olika i grannländerna

I Danmark och Finland är plattvärmeväxlare vanligast, medan den vanligaste värmewäxlartypen i Norge uppges vara roterande värmewäxlare. Avvägningar mellan verkningsgrad och risk för påfrysning diskuteras i alla tre länderna.

Krav på FTX och dess prestanda i de nordiska grannländerna

Det ställs inga explicita krav på FTX i de danska byggreglerna, men i princip behövs FTX för att energikraven ska uppnås på ett övergripande plan. De danska byggreglerna skärps successivt, och de kommande kraven publiceras i god tid. För värmeåtervinning är kravet minst 80 procent sedan år 2015, och det skärps till minst 85 procent år 2020. Kravet på SFP/SEL är högst 1 000 J/m³ sedan år 2010, och kommer sannolikt att skärpas till högst 800 J/m³ år 2020. För att uppnå dessa krav krävs god kvalitet på både material och installation.

I Finland finns inga nationella krav på prestanda för FTX-system, men frivilliga överenskomna värden på minst 50 procent temperaturverkningsgrad används. Sedan tidigare finns krav på minst 45 procent energiåtervinning för hela ventilationssystemet, och de flesta småhus med FTX överträffar i praktiken detta värde.

I Norge finns ett krav på minst 80 procent temperatureffektivitet i nya byggnader, detta krav har nyligen skärpts från 70 procent. För passivhus och lågenergibygnader gäller att SFP inte får överstiga 1,5 kW/(m³/s) eleffektivitet.

Verifiering av krav på eleffektivitet och värmeåtervinning baseras i huvudsak simulerade värden
 Den danska forskaren som intervjuades uppger att kontrollen av eleffektivitet och FTX-systemens värmeåtervinning är undermålig. Småhustillverkarna levererar testresultat, men inga verifieringar av de faktiska värdena görs efter installation. Det danska målet är att 5 procent av husen ska testas, men kontrollen är bristfällig.

I Finland används både projekterade och uppmätta värden för verifiering av eleffektivitet, och i Norge används de projekterade värdena för simuleringar med data från småhustillverkaren. För verifiering av värmeåtervinningsgrad används projekterade värden från småhustillverkaren och ECO-design-märkning. I Norge används simuleringar baserade på NSEN308 eller NSEN13141. Det är inte obligatoriskt att följa upp eller testa dessa värden.

Lufttäthetskrav för klimatskärmen i grannländerna

Kraven på klimatskärmens täthet har också ökat successivt i Danmark. År 2010 var kravet högst 1,5 l/s m² vid en tryckskillnad på 50 Pa. Detta skärptes år 2015 till högst 1,0 l/s m², och den aviserade skärpningen från år 2020 är högst 0,5 l/s m². Det bör observeras att det danska kravet avser läckage per uppvärmd golvarea, varför 0,5 l/s, m² A_{temp} i de flesta fall är ett mycket strängare krav än det svenska passivhuskravet 0,3 l/s m² med avseende på omslutande klimatskärmsyta.

I Finland är kravet formulerat så att q₅₀ ska vara mindre än 4 m³/h m². Omräknat till svensk enhet för lufttäthet motsvarar detta ett krav på 1,11 l/s, m² A_{om}, vilket är ännu otätare än det gamla svenska BBR kravet på 0,8 l/s, m² A_{om}.

Det norska kravet på lufttäthet högst 0,6 l/s, m² vid 50 Pa, och det gäller för alla typer av ventilation (passivhus standard- ns 3700). Tidigare kravnivåer framgår av tabellen nedan.

Tabell B.4 – Veiledende verdier for bygningers lekkasjetall ved 50 Pa, n₅₀

Bygningskategori	Før 1985 h ⁻¹	1985–2007 h ⁻¹	Fra 2007 h ⁻¹
Småhus	6	4	3
Øvrige bygninger	6	3	3
MERKNAD Lekkasje-tallet benyttes for å beregne infiltrasjonsvarmetapet.			

Rätt tryckbalans över klimatskalet säkerställs endast vid inflyttning

I Danmark mäter husbyggaren luftflödena och ser till att det blir rätt tryckbalans. Men det kan finnas en risk att det inte alltid råder ett lätt undertryck. Det normala är att avläsa huvudflödet vid till- och frånluftskanal och försöka få luftströmmen balanserad. I Finland balanserar man luftflödena. I täta byggnader stänger man inte längre av tilluftsfläkten för att undvika problem med påfrysning.

I Norge balanseras trycket i samband med inflyttning. Ändringar av luftflödena som rubbar balansen görs ofta av boende, men inga uppföljande kontroller av tryckbalansen görs.

Kompetenshöjning hos projektörer och installatörer både genom utbildnings- och informationsinsatser och "learning by doing"

I Danmark finns kurser om FTX (bl.a. genom DTI) för projektörer och installatörer med inriktning på att välja rätt ventilation. Där ingår kunskapsuppbyggnad om energieffektivitet, SFP m.m. Men de flesta lär sig i det löpande praktiska arbetet ("learning by doing"). Enligt den intervjuade forskaren har de flesta danska hustillverkarna god kunskap om husbyggande och ventilation i dagsläget.

I Finland har ett kunskapslyft också skett genom både utbildning och informations- och utbildningsinsatser. Det finns god tillgång till relevant information från både myndigheter och stora ventilationsföretag.

I Norge har inga generella kunskapshöjande insatser för verksamma installatörer och projektörer genomförts. Men utbildningsinsatser sker i ingenjörsutbildningen, och det finns tillverkare av ventilationsutrustning som anordnar kurser för installatörer.

Kostnaderna för FTX-system har minskat i Danmark

I Danmark har kostnaderna för FTX-system minskat något sedan det blev en standardlösning. Kostnadsminskningarna beror främst på att småhustillverkarna har valt ett flexibelt plastkanalsystem istället för aluminiumkanaler. Även installationskostnader har minskat något genom att tiden för installation har minskat tack vare att FTX nu används i stor skala.

I Finland har kostnaderna för installation av FTX-system inte påverkats av att det nu är standard, och den intervjuade forskaren i Norge kunde inte svara på frågan eftersom hen inte arbetade i Norge när kraven på FTX infördes.

Begränsad återkoppling från marknadens aktörer – småhusköparna positiva till bättre inomhusklimat

Det förefaller vara begränsad feedback från såväl hustillverkare, konsulter, installatörer som injusterare i alla de tre grannländer som studien beaktar. Den enda aktörsgroup som lämnat återkoppling i hög grad är husköpare, som mestadels är nöjda med FTX och ett bättre inomhusklimat men att en del upplever att luften är för torr. Några danska småhusköpare har också kommenterat att de förväntat sig mindre problem med övertemperaturer, och några norska småhusköpare har kommenterat att det är svårt att få ner temperaturen i sovrummen.

Nationell studie om upplevd luftkvalitet i Danmark och Norge

I Danmark har en studie upplevt inomhusklimat gjorts av danska byggforskningsinstitutet. I Norge pågår en sådan studie för närvarande, resultatet bedöms bli offentligt om några månader. Någon motsvarande studie har inte genomförts i närtid i Finland.

Inte mer klagomål på ljud från FTX än F/FX

I dagsläget upplevs inte ljud från fläktar som något problem i Danmark eller Finland. Vissa barnsjukdomar som problem med stomljud och vibrationer har rapporterats i Danmark och Finland på grund av fel dämpningsmaterial i byggkonstruktionen, men detta problem har undanröjts genom kunskapshöjning hos projektörer och installatörer. I Norge upplever man ljud som ett generellt problem för alla typer av ventilation.

Viss förekomst av kondens på fönstrens insida

Från Danmark rapporteras viss förekomst av kondens på insidan av badrumsfönster. Från Finland rapporteras att de också har haft vissa problem med invändig kondens på fönster, detta har i samtliga fall varit i hus med roterande värmeväxlare. Även i Norge förekommer det i begränsad omfattning.

Vissa problem vid användning av spisfläkt

Från Danmark och Finland rapporteras att det är vanligt med problem med undertryck i de fall köksfläkten är ett separat system och i hus med öppen spis. Men från Norge rapporteras inga problem kopplat specifikt till FTX.

Inte mer problem med fukt och mögel i hus med FTX

Inga problem med mer fukt och mögel i hus med FTX rapporteras, vare sig från Finland eller Norge.

Småhusköparna har låg kunskap om ventilation

Husköparnas kunskap om olika typer av ventilation är låg i såväl Danmark, Finland som Norge, och därför ställs sällan några specifika krav på ventilationen. Från Danmark rapporteras att småhusköparna förutsätter att husbyggaren vet vad de gör och att huset och ventilationen fungerar som det ska. Endast personer med allergier eller känsliga mot pollen/damm är mer pålästa och vet att FTX tillsammans med bra luftfilter kan minska problem med pollen m.m. Mycket talar för att det samma gäller för Finland och Norge.

Övriga kommentarer.

Den danska forskaren som intervjuades menar att i framtiden kommer alla nya danska småhus ha integrerad FTX, det är också sannolikt att småhusen i stor utsträckning kommer att ha klimatkyla i framtiden.

Från Finland rapporteras att kunderna i högre utsträckning kommer att i första hand sträva efter gott inomhusklimat, och att energieffektivitet kommer att komma i andra hand.

Inga övriga kommentarer från Norge.

7. Risk för fuktskador på klimatskärmen vid FTX-ventilation

Vid införandet av ny teknik eller gammal teknik i nya sammanhang är det viktigt att man inte orsakar oönskade effekter i form av exempelvis fuktskador på klimatskärmen. Svenska småhus har under de senaste 25 åren huvudsakligen utrustats med frånluftsventilation i kombination med frånluftsvärmepump. Erfarenheten av att använda FTX är relativt liten och begränsar sig huvudsakligen till fjärrvärmade småhus. I lågenergibyggnader av typen passivhus har man under ungefär lika lång tid använt sig av FTX-ventilation i mycket täta och välisolerade hus.

De första svenska passivhusen som färdigställdes 2001 i Lindås undersöktes nog efter 10 år i drift och man kunde då inte konstatera några skador på klimatskärmen.¹ I Lindås handlar det om motströms värmeväxlare utan fuktåterföring. Dessutom bestod de yttre delarna av den välisolerade klimatskärmen av fukttålig EPS-isolering.

Under 1980-talet var det dock mycket vanligt med FTX i svenska småhus. Värmeväxlarna var vanligen av typen korsströms med relativt låg verkningsgrad och utan fuktåtervinning. Täthetskraven på klimatskärmen var på den tiden inte så höga och för att undvika att trycka ut inneluft i klimatskärmen justerade man vanligen in 10-20 procent mer frånluft än tilluft. I en presentation vid Trähusdagarna 2017 redovisades erfarenheter från ett flertal nyare småhus med FTX där man hittat fuktskador som misstänks bero på ventilationssystemet.² Presentationen redovisade även drivkrafter för fuktkonvektion och hur dessa påverkas av ventilationssystemet. Slutsatsen var att man bör tänka sig för innan man återigen i större omfattning börjar använda FTX i svenska småhus. Risk finns annars att vi om några år kommer att få nya tidningsrubriker om fuktskador i nybyggda hus (liknade det som skedde med de enstegstättade fasaderna).

Nedan följer en redovisning av drivkrafterna för fuktkonvektion i klimatskalet vilken till stora delar baserad på presentationen vid trähusdagarna. Den har dock kompletterats med ytterligare information om fuktåterföring i roterande värmeväxlare. Fram till början av 2000-talet var kors- och motströms värmeväxlare utan fuktåterföring vanligast i småhus. Sedan skedde en förskjutning mot roterande värmeväxlare och de senaste 10 åren har dessa varit de vanligaste. Det framgick dock inte av presentationen vid trähusdagarna vilken typ av värmeväxlare som fanns i de fuktskadade husen.

7.1. Förutsättningar för fuktkonvektionsskador

Fuktkonvektionsskador kan uppstå när varm fuktig luft vintertid tränger ut genom otätheter i klimatskärmen. Klimatskärmens konstruktioner utsätts då för luft med hög relativ fuktighet och i många fall kyls luften under sin väg ut genom klimatskärmen ned till så låga temperaturer att fuktutfällning sker. Om detta sker i en träkonstruktion kan fukt- och mögelskador uppstå, samt i värsta fall rötskador. Fyra faktorer måste föreligga samtidigt för att fuktkonvektionsskador skall uppstå:

¹ Sikander, E., Ruud S., Fyhr, K., Svensson, O., 2011. Erfarenhetsåterföring från de första passivhusen – innemiljö, beständighet och brukarvänlighet, SP-rapport 2011:26

² Tobin, L., Ventilationsteknik – Problem i svenska villor, Power-Point-presentation vid Trähusdagarna 2017, Ekerö 15-16 mars 2017 (presenterat av Gustavsson, T., RISE).

- Kallare ute än inne
- Otätheter i klimatskärmen
- Fukttillskott inomhus
- Övertryck inne i förhållande till ute

7.1.1. Kallare ute än inne

En förutsättning för att inneluft som via konvektion tränger ut i klimatskärmen ska öka i relativ fuktighet och att kondensutfällning ska kunna ske är att den kyls ned. Denna förutsättning föreligger enligt Diagram 1 nedan under stora delar av året i svenska hus. Risken för skador ökar dock med ökande temperaturskillnad och med ökande värmeisolering. Risken för skador påverkas också av hur och var i klimatskärmens konstruktion som inneluft tränger ut samt hur känsliga konstruktionens olika delar är där luftutträngning sker. Vid ett felaktigt tryck över klimatskärmen kan det i värsta fall handla om fukt motsvarande tiotals liter vatten per månad som tränger ut i klimatskärmen. Om bara en bråkdel av denna mängd kondenserar så har man problem, men även bara förhöjda fukthalter i luft och material kan orsaka mögel- och fuktskador.

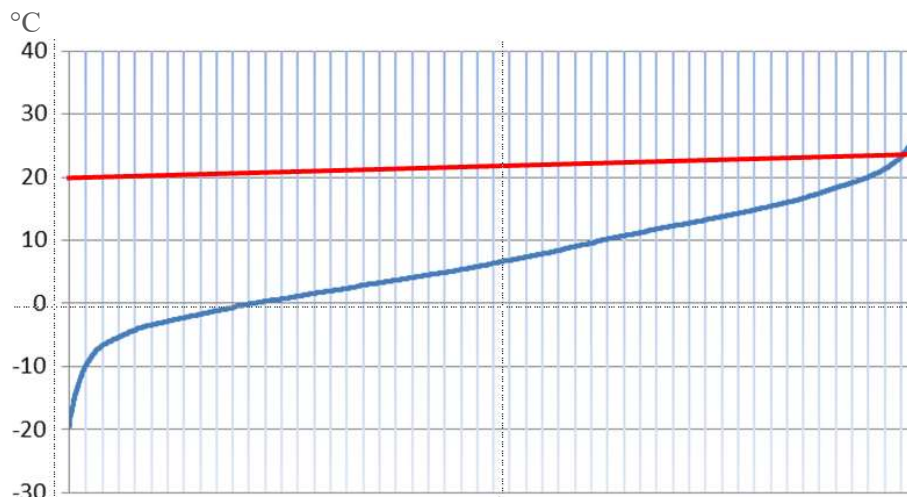


Diagram 1: Typiskt varaktighetsdiagram för inne- och utetemperaturen under ett år.

7.1.2. Otätheter i klimatskärmen

Även mycket täta klimatskärmar innehåller otätheter. I Diagram 2 nedan visas typiska kurvor för läckflöde som funktion av tryckskillnaden över hus med olika täta klimatskärmar. Eftersom kurvorna inte är helt linjära och omslutande yta är relativt stor (2-3 ggr större än A_{temp}) så blir inte läckflödet helt försumbart ens för mycket täta klimatsskal och vid relativt låga differenstryck.

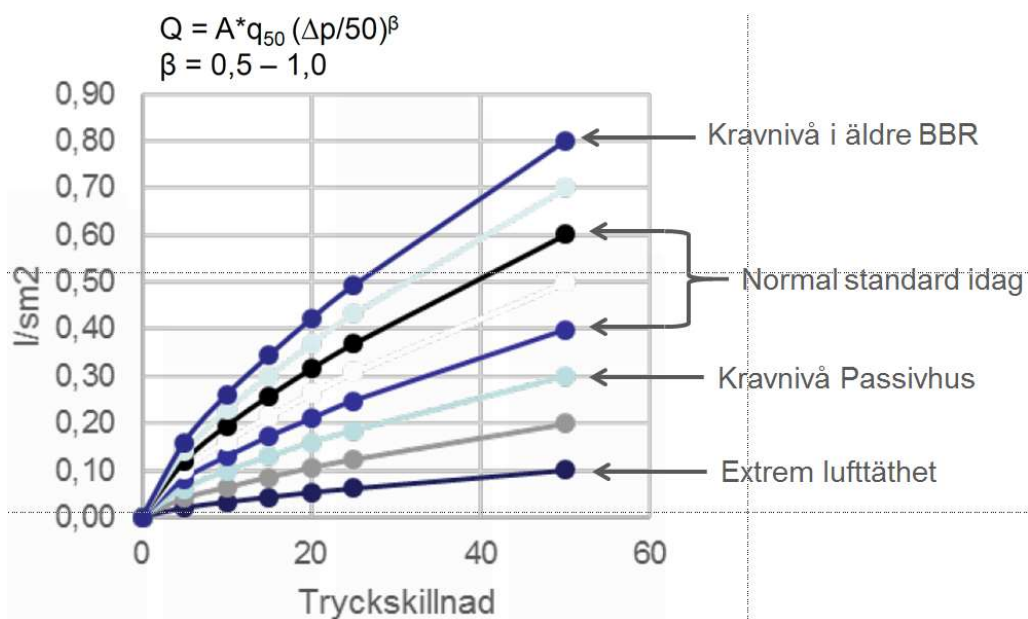


Diagram 2: Typiska kurvor för läckflöde som funktion av differenstryck i olika täta hus.

I kombination med att övriga förutsättningar enligt ovan föreligger så kan det räcka med några få och små, men olyckligt placerade otätheter för att en skada ska uppstå. Extra känsligt för otätheter är det i de övre delarna av klimatskärmen, d.v.s. i taket och där det ansluter till ytterväggarna, och då speciellt i byggnader med flera våningar. Detta då dessa delar har störst sannolikhet att utsättas för övertryck i förhållande till ute på grund av termiska drivkrafter. Men för vindutsatta byggnader är även väggkonstruktionerna extra känsliga för otätheter på ”läsidan”.

7.1.3. Fukttillskott inomhus

Vid normal användning av en bostad uppstår alltid ett fukttillskott i inomhusluften jämfört med uteluften. Fukttillskottet beror på fuktavgivning från duschning, matlagning, växter, människor, torkning av kläder, etc. Fukttillskottet varierar kraftigt över tid men även mellan olika bostäder med olika beteenden och antal personer. I kombination med att övriga förutsättningar enligt ovan föreligger så ökar risken för fuktskador med ökande med ökande fukttillskott. I Diagram 3 nedan visas ett typiskt fukttillskott under ett dygn.³ Mätningen avser en byggnad med F-ventilation, men skulle ha sett ut på samma sätt med FTX-ventilation och en motströms värmeväxlare utan fuktåterföring. Med en roterande värmeväxlare kan fukttillskottet på grund av fuktåterföring bli betydligt högre. Detta beskrivs närmare i ett separat avsnitt nedan. Enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation (FoHMFS 2014:18) gäller att ”I bostäder och lokaler för allmänna ändamål, bör fukttillskottet inne under vintern inte regelmässigt överstiga 3 g/m³.”

³ Ekstrand-Tobin, A., Samuelson, I., 1994. Fukt och ventilation - metodjämförelse i fält. SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut. Borås. SP Arbetsrapport 1994:36

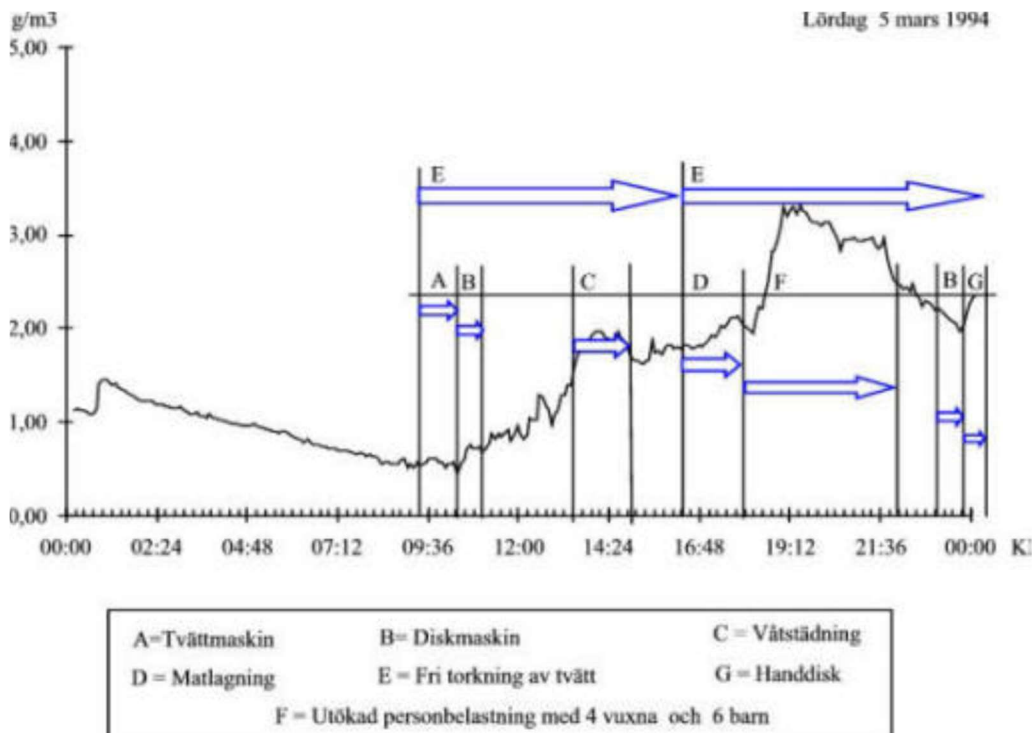


Diagram 3: Exempel på typiskt fuktillskott under ett dygn.

7.1.4. Övertryck inne i förhållande till ute

Tryckskillnaden över klimatskärmen i förhållande till ute påverkas av tre olika drivkrafter vilka både kan samverka och motverka varandra:

- Termiska drivkrafter
- Vindbelastning
- Fläktstyrd ventilation

Den **termiska drivkraften** (ibland kallad "skorstenseffekten" eller "luftballongeffekten") uppstår på grund av densitetsskillnaden mellan den varmare och lättare inneluften och den tyngre och uteluften. Storleken på denna drivkraft påverkas både av temperaturskillnaden och av höjden på den inre luftvolymen.

I Tabell 1 redovisas det övertryck som på grund av den termiska drivkraften uppstår mot yttertakets vid olika utetemperaturer och olika antal våningar. Detta under förutsättning att klimatskalet är relativt tätt, att det är relativt öppet mellan våningsplanen och att övriga drivkrafter enligt ovan är "noll". Den termiska

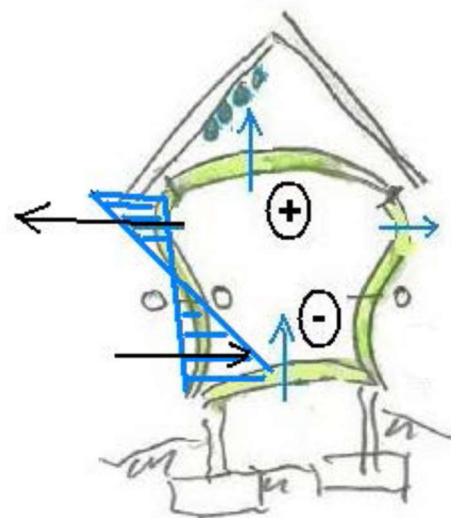


Illustration: Anneling Tobin Consult AB

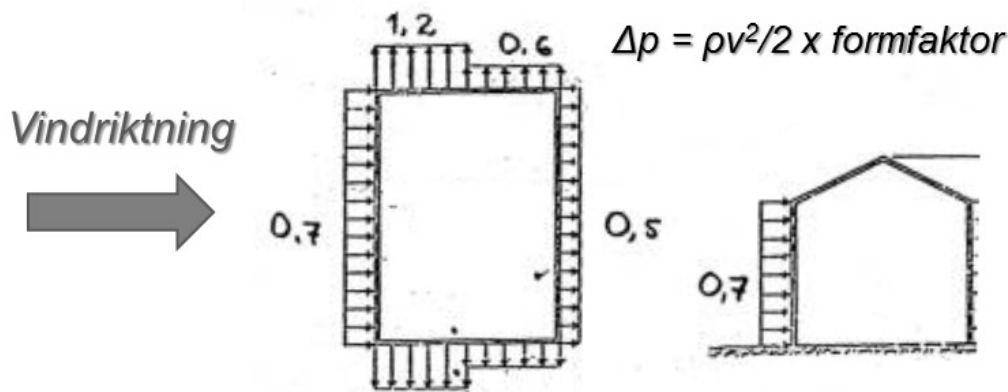
drivkraften föreligger alltså i större eller mindre omfattning under stora delar av året i svenska hus.

Tabell 1: Tryckskillnad mellan inne och ute vid taknivå som funktion av utetemperatur och antal våningar (vid en antagen innetemperatur på +20°C).

T _{ute} °C	ρ _{ute} kg/m ³	dp _{tak, 1våning} Pa	dp _{tak, 2våningar} Pa	dp _{tak, 3våningar} Pa
10	1,24	0,5	1,1	1,7
0	1,29	1,1	2,3	3,5
-10	1,34	1,7	3,6	5,4
-20	1,39	2,3	4,9	7,5

Vid **vindbelastning** uppstår övertryck mot ute såväl på "läsidan" som på byggnadens sidor längs med vindriktningen. Hur stora drivkrafter som uppstår beror på byggnadens utformning, vindutsatthet och givetvis på hur vindhastighet och vindriktning varierar. Figur 1 visar hur man typiskt kan beräkna tryckskillnader över olika byggnadsdelar orsakade av vindbelastning. Vägg på "läsida" mot förhärskande vindriktning utsätts under stora delar av året för en drivkraft som vill skapa ett övertryck gentemot ute.

I Diagram 4 nedan redovisas ett exempel på ett varaktighetsdiagram över tryckskillnaden för en "lävägg" i ett vindutsatt läge vid den svenska västkusten. Under ca 1 500 h per år är övertrycket högre än 10 Pa. Dock framgår av Diagram 5 att tryckskillnader högre än 10 Pa huvudsakligen förekommer när temperaturen ute ligger över 0°C. Vid riktigt låga utetemperaturer är differenstrycken så låga att de kan motverkas av relativt små drivkrafter från fläktstyrd ventilation. För ett vindskyddat läge ser diagrammen ut på ett liknande sätt men med mycket lägre värden på differenstrycket.



Figur 1: Typiska formfaktorer för en vindutsatt byggnadskropp

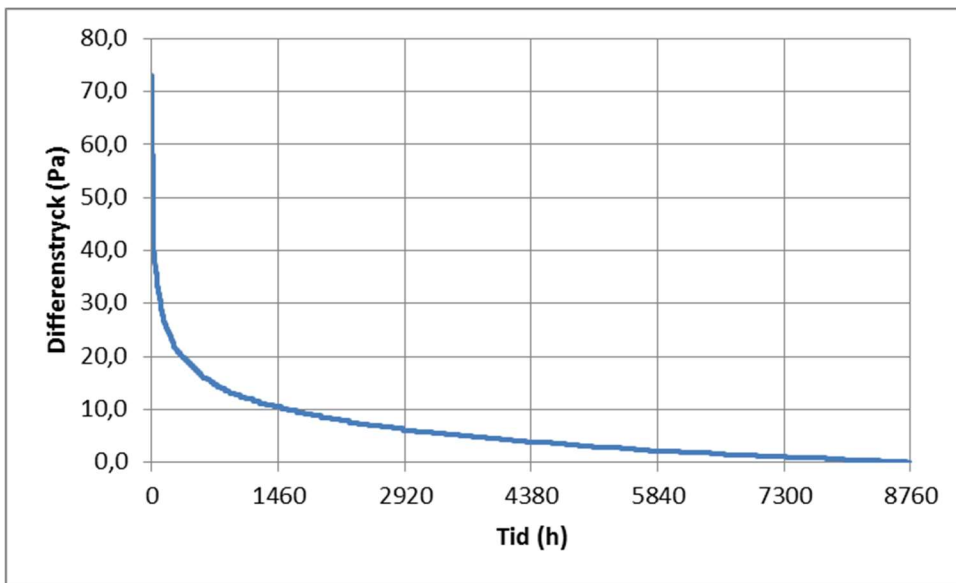


Diagram 4: Exempel på varaktighetsdiagram för tryckskillnad över vägg på "läsida".

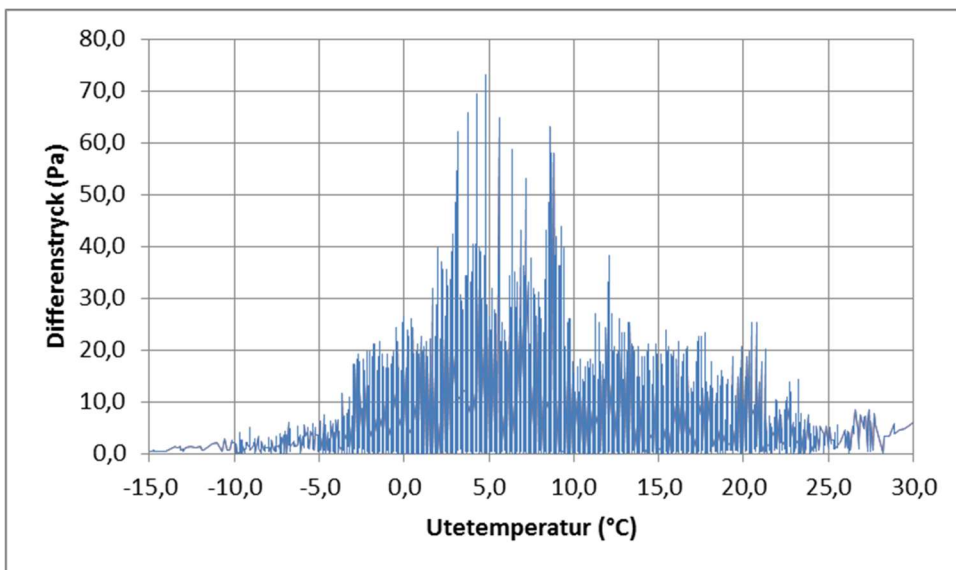


Diagram 5: Exempel på tryckskillnader över vägg på "läsida" vid olika utetemperaturer.

Med **fläktstyrd ventilation** kan man skapa en drivkraft som motverkar att ett övertryck mellan inne och ute uppstår över klimatskärmen. Störst potential för att skapa ett motverkande undertryck har man med ett F-system. Men även med ett FTX-system kan man skapa ett undertryck, men det förutsätter obalanserade luftflöden och vanligtvis även ett ännu tätare klimatskal. Klimatskalets lufttätethet har betydelse för vilket undertryck som kan uppnås med en normenlig ventilation, och speciellt viktigt blir det med lufttäteten om man med ett FTX-system vill skapa ett tillräckligt stort undertryck utan för stor flödesobalans. Detta framgår av

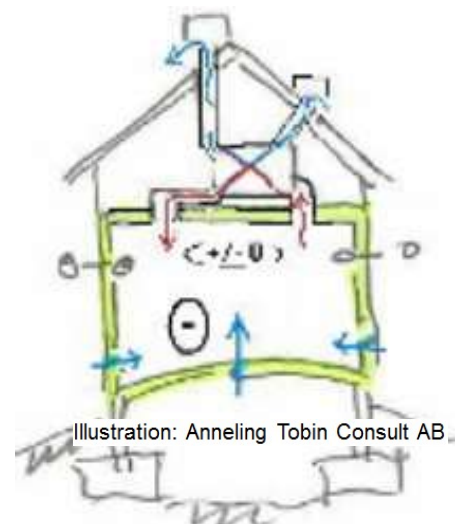


Diagram 6 där det redovisas ett exempel på vilket behov av underskott i tilluft i % jämfört med frånluft som krävs för att skapa ett visst undertryck i förhållande till ute vid olika lufttäthet på klimatskärmen. Värdena avser ett 2-plans småhus med en golvarea A_{temp} på 180 m^2 och en omslutande area A_{om} på 450 m^2 . Vid beräkningarna har en läckflödesexponent på 0,8 antagits.

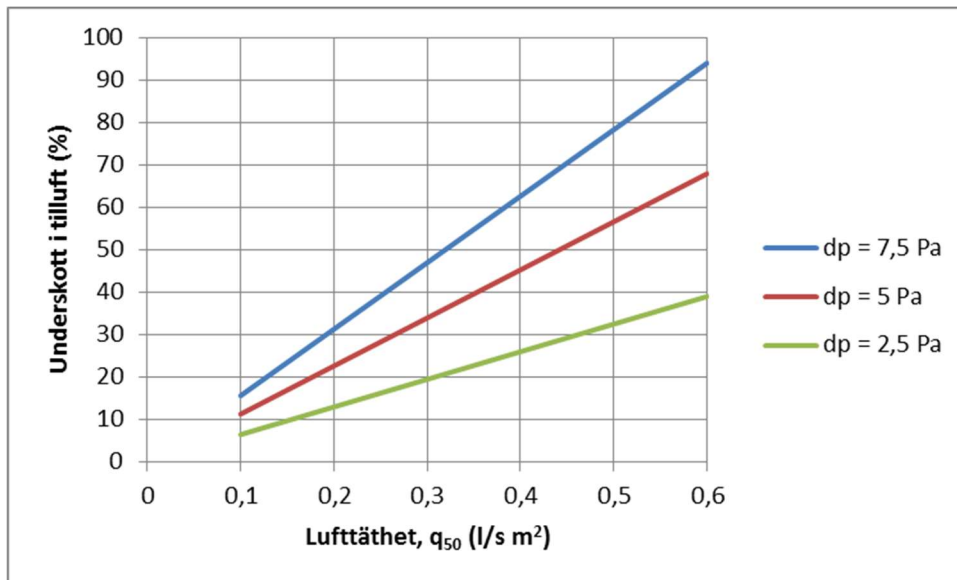


Diagram 6: Behov av underskott i tilluft för att skapa ett visst undertryck.

När det undertryck som behövs enligt ovan beror på utetemperatur och antal våningar så kan det vara bättre att presentera behovet av underskott som funktion av utetemperatur och lufttäthet för hus med olika antal plan enligt Diagram 7-Diagram 9. Där har utöver ovanstående 2-plans hus räknats på ett enplans hus med en golvarea A_{temp} på 120 m^2 och en omslutande area A_{om} på 400 m^2 , samt ett 3-vånings hus med en golvarea A_{temp} på 240 m^2 och en omslutande area A_{om} på 500 m^2 . Även för dessa hus har en läckflödesexponent på 0,8 använts.

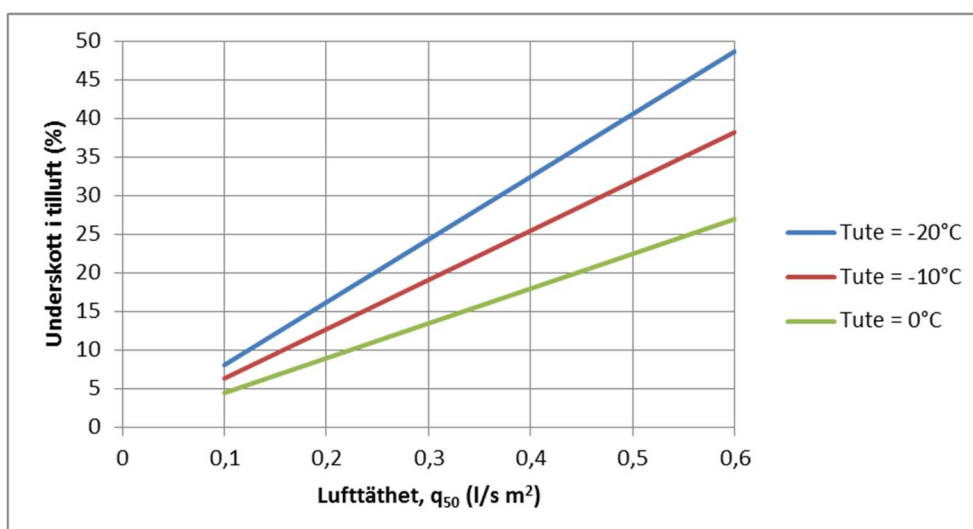


Diagram 7: Behov av underskott i tilluft för att skapa tillräckligt undertryck vid en våning.

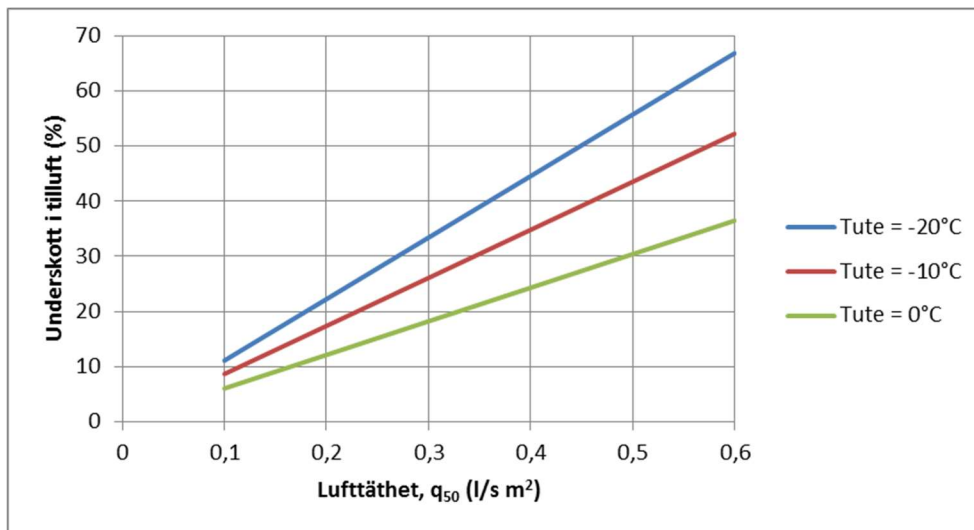


Diagram 8: Behov av underskott i tilluft för att skapa tillräckligt undertryck vid 2 våningar.

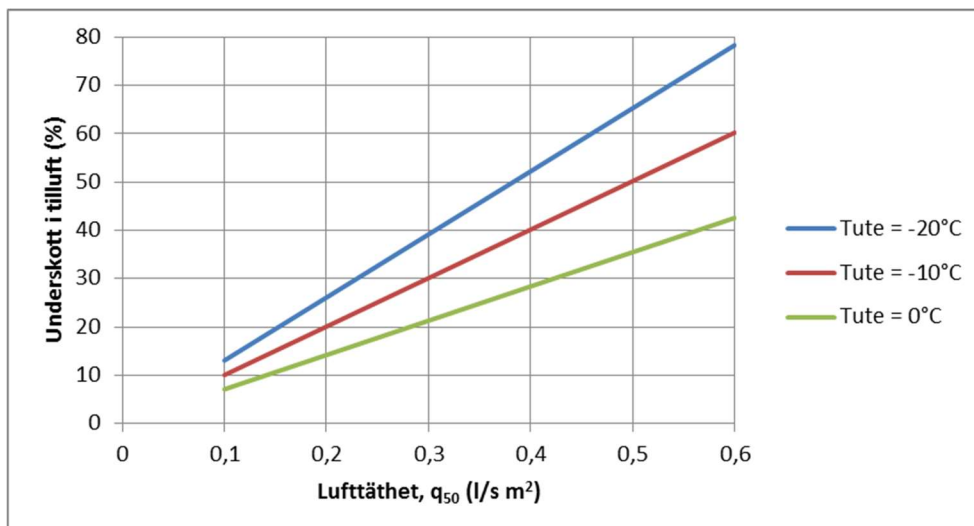


Diagram 9: Behov av underskott i tilluft för att skapa tillräckligt undertryck vid 3 våningar.

Det innebär exempelvis att för 3-våningshuset krävs vid en lufttäthet på 0,6 l/s m² och en utetemperatur på -20°C närmare 80 procent underskott i tilluften, medan för huset med en våning och med en täthet på 0,1 l/s m² skulle det räcka med ett underskott i tilluften på knappt 10 procent. Ligger man strax under kravnivån avseende lufttäthet för passivhus (< 0,30 l/s m²) så blir behovet av underskott i tilluften i normalfallet 20-40 procent beroende på DVUT och antal våningar. I riktigt kalla klimat krävs ännu större underskott.

För att motverka den termiska drivkraften vid DVUT krävs därför först och främst en mycket lufttät klimatskärm. FTX-systemet bör därefter projekteras och justeras för ett underskott i tilluft beroende på DVUT, klimatskärmens lufttäthet och antalet våningar. Vid varmare utetemperaturer kan man tänka sig att sänka framräknat underskott vid DVUT, men vid dessa temperaturer dominerar enligt ovan istället tidvis vindpåverkan varför ett lägsta underskott i tilluften bör finnas oberoende av utetemperaturen. Detta lägsta värde måste då baseras på husets vindutsatthet. Optimalast vore givetvis att styra underskottet av tilluft som funktion av utetemperatur och vindhastighet. Detta skulle dock kräva att man tar fram en anpassad individuell styrning för varje enskilt hus.

Ovanstående utgår från antagandet att all inneluft är en enda sammanhängande volym. Vid stängda dörrar mellan rum med till- respektive frånluft kan dock lokala avvikelser i tryckskillnad mellan inne och ute uppstå. Även vid ett underskott i tilluft föreligger totalt sett så kan man i enskilda rum med tilluft få ett överskott. För att undvika detta är det viktigt med tillräckliga överluftsöppningar. Sovrum har normalt endast tilluft och är vanligen placerade på övre våningen i hus med 2-3 våningar. Med stängd dörr och två eller flera personer kan fuktillskottet i sovrummet under längre perioder överskrida 3 g/m^3 .⁴ I sovrum är det därför extra viktigt med tillräckliga överluftsöppningar.

7.2. En roterande värmeväxlares påverkan på fuktillskottet

Vid helt balanserade till- och luftflöden kan vid låga utetemperaturer en betydande fuktåterföring ske i en roterande värmeväxlare. Om klimatskärmen samtidigt är väldigt tät blir infiltrationen och inblandningen av uteluft med lågt x-värde mycket liten. Detta innebär att fuktillskottet inomhus kan bli mycket högt. Det kan då under långa perioder kraftigt överskrida Folkhälsomyndighetens allmänna råd om att fuktillskottet inne under vintern inte regelmässigt bör överstiga 3 g/m^3 .

Den stränga vintern 2009/2010 fick dåvarande SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut kännedom om flera fall där man hade problem med höga fukthalter inomhus. I samtliga fall handlade det om villor (och flerbostadshus med individuella lägenhetsaggregat) med mycket täta klimatskärmar, nära balanserade till- och frånluftsflöden och roterande värmeväxlare.

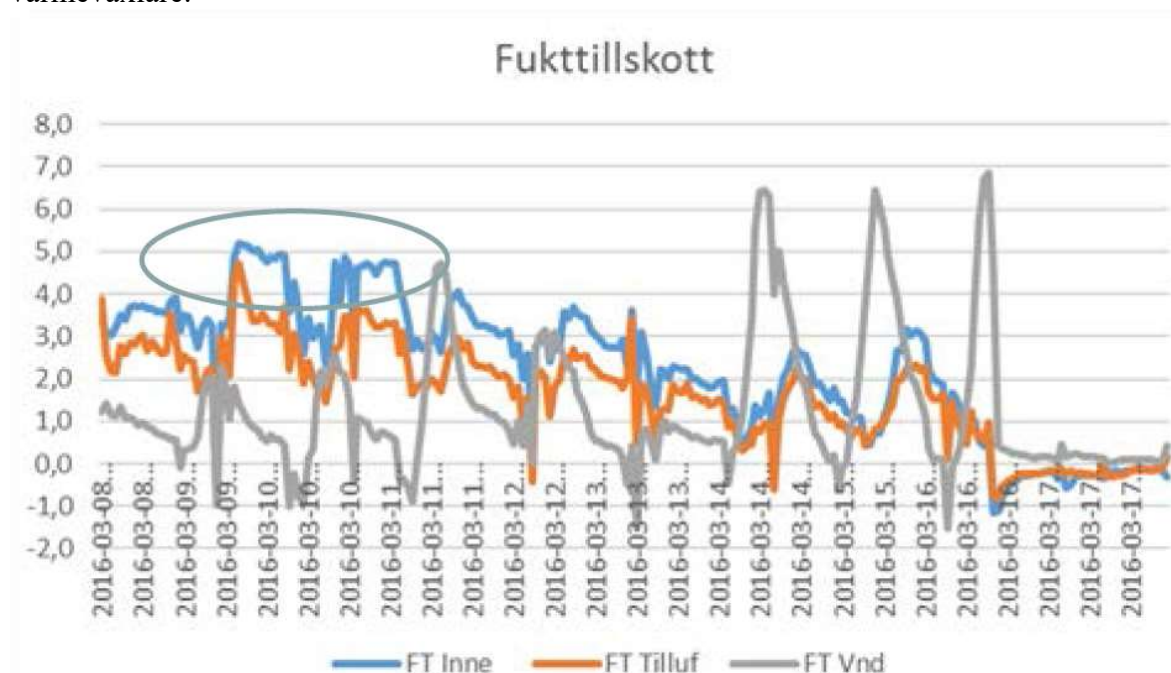


Diagram 10: Uppmätta fuktillskott (g/m³) i ett småhus med roterande värmeväxlare (Anneling Tobin Consult AB)

I Diagram 10 visas typiska uppmätta värden på fuktillskottet i ett hus med fuktåterförande roterande värmeväxlare. Särskilt intressant att notera är att fuktillskottet redan i tilluften

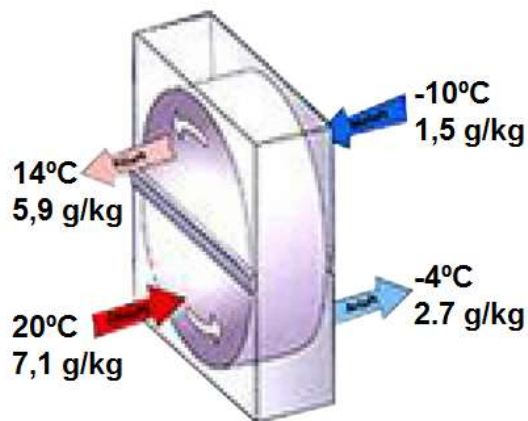
⁴ Tobin, L., Ventilationsteknik – Problem i svenska villor, Power-Point-presentation vid Trähusdagarna 2017, Ekerö 15-16 mars 2017 (presenterat av Gustavsson, T., RISE).

tidvis ligger kring 3 g/m^3 . En annan konsekvens av fuktåterföringen i rotorn är att avklingningsförloppet efter en högre fuktbelastning är avsevärt mycket längre än vid ventilation utan fuktåterföring.

RISE (f.d. SP) har testat en del åt olika tillverkare genom åren, men det är sekretess på själva resultaten. Rent generellt kan dock sägas att keramiska rotorerna och andra typer av rotorerna med hygroskopiskt behandlade ytor har hög överföring av fukt även när utetemperaturen är relativt hög. Återföringsgraden kan då vara nästan lika hög som temperaturverkningsgraden (vilken är relativt oberoende av temperaturskillnaden).

Rotorerna av aluminium (vilket är relativt vanligt) får också hygroskopiska egenskaper vid korrosion/oxidation på ytan. Hur mycket och snabbt beror på vad luften innehåller. Saltbemängd i luften ger mycket påverkan. Dock blir inte överföringen vid högre utetemperaturen lika hög som vid medveten hygroskopisk behandling, cirka 10-20 procent uppmättes av SP i ett fältprojekt på 1990-talet.⁵ Rostfria (eller på annat sätt icke-hygroskopiska) rotorerna har liten fuktåterföring när det är varmt ute. Detta eftersom liten kondensering sker på rotorytorna och avluften (även vid hög värmeåtervinning) fortfarande kan bära relativt stora mängder fukt. Men när utetemperaturen sjunker ökar kondensationen snabbt och avluften kan bära allt mindre fukt.

Vid -15°C kan återföringen av fukt vara ungefär lika hög som värmeåtervinningen även i en rostfri rotor. Ett Mollier-diagram illustrerar vad som händer: Varm fuktig frånluft med högt x-värde går in i rotorn. Kall fuktutmättad avluft men med lågt x-värde lämnar rotorn. Ingen eller lite kondens bildas i ventilationsaggregatet. Vart har mellanskillnaden i x-värde tagit vägen? Jo, den återfinns i tilluften! Detta illustreras i Figur 2 nedan. Vid riktigt låga utetemperaturen spelar det alltså ingen roll om rotorn är hygroskopiskt behandlad eller inte, återföringen av fukt till tilluften blir hög oavsett. Men över året blir den samlade fuktbelastningen ännu större om man dessutom har en hygroskopisk rotor.



Fukttillskott tilluft $4,4 \text{ g/kg}$ ($3,7 \text{ g/m}^3$)

Figur 2: Exempel på kraftig fuktåterföring i roterande värmeväxlare (Ruud, RISE)

⁵ Ruud, S., Kovacs, P., m.fl., "State of the Art"-undersökning av ett större antal installationer med roterande värmeväxlare, SP Rapport 1995:24, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik, Borås, 1995

Det finns intressanta teoretiska studier kring detta som Lars Jensen på LTH har beskrivit i ett antal rapporter.⁶ I dessa rapporter visas också hur man relativt enkelt kan avhjälpa problem med för hög fuktåterföring; nämligen högre flöden, obalanserade till- och frånluftsflöden (mer frånluft) och/eller minskat varvtalet. Fördelen med det senare är att fuktåtervinningen sjunker snabbare än värmeåtervinningen varför en minskning av varvtalet inte har så stor inverkan på energiprestandan. Men för att åstadkomma tillräckligt undertryck över klimatskalet måste man enligt avsnitt 7.1.3 ovan även ha en obalans mellan till- och frånluft. Kraftigare obalans krävs desto kallare det är ute och desto fler våningar huset har. D.v.s. samma åtgärd som enligt ovan även skulle förhindra extremt hög fuktåtervinning och därigenom höga fukttillskott inomhus vid användning av roterande värmeväxlare.

Under förutsättning att man kan kontrollera tryckskillnaden över klimatskalet så att övertryck mot ute undviks behöver inte ett något förhöjt fukttillskott innebära någon risk för fuktkonvektionsskador. I vissa fall kan det t.o.m. vara en fördel om man med en roterande värmeväxlare under kontrollerade former kan åstadkomma ett något förhöjt fukttillskott. I den s.k. "Norrlandsstudien" kunde man tydligt se att kontorsarbetare i kontor med roterande värmeväxlare hade färre luftvägsinfektioner vintertid än övriga kontorsarbetare.⁷

Även vissa typer av inredningar i småhus, exempelvis parkettgolv, skulle "må bättre" av ett något förhöjt fukttillskott vintertid. I många fall gäller inte garantin mot sprickbildning om luftens relativa fukthalt underskrider 30 procent, vilket den i princip alltid gör i svenska småhus med F-ventilation eller FTX utan fuktåtervinning.

7.3. Sammanfattning

Detta kapitel kan kortfattat sammanfattas i följande punktform:

- Enda sättet att helt förhindra fuktkonvektionsskador är att säkerställa en korrekt tryckskillnad över klimatskalet med hjälp av en korrekt injusterad fläktstyrd ventilation.

⁶ Jensen, L., Roterande värmeväxlare, Rapport TVIT--06/7006, Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2006
Jensen, L., Roterande värmeväxlare och läckage, Rapport TVIT--08/7033, Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2008
Jensen, L., Fuktöverföring vid regenerativ värmeväxling, Rapport TVIT--10/7048, Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2010
Jensen, L., Fuktreglering av regenerativ värmeväxling, Rapport TVIT--10/7053, Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2010
Jensen, L., Mer fuktreglering av regenerativ värmeväxling, Rapport TVIT--10/7055, Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2010

⁷ Sundell, J., Inomhusmiljö och hälsa bland kontorsarbetare i Västerbotten, Inomhusklimat, byggnader och rum, Del 1, Bakgrund och tekniska data, Undersökningsrapport 1992:18, Arbetsmiljöinstitutet, Medicinska enheten i Umeå, 1992

- Vid FTX-ventilation krävs då en mycket lufttät klimatskärm i kombination med ett obalanserat flöde. Större obalans krävs desto otätare klimatskärmen är, desto fler våningar det är och desto kallare det är.
- Vid användning av roterande värmeväxlare kan därutöver varvtalet behöva sänkas och/eller totalflödet ökas när det blir riktigt kallt.
- Viss kontrollerad höjning av fuktillskottet vintertid kan dock vara positivt både för människor och för material i byggnaden.
- Om bara tryckskillnaden över klimatskärmen kan säkerställas så behöver inte ett fuktillskott $>3 \text{ g/m}^3$ innebära någon förhöjd skaderisk.

8. Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

8.1. Förstudiens slutsatser

Resultatet av denna förstudie indikerar att kunskapen avseende FTX-lösningar och sambanden mellan olika typer av ventilation och fukt- och mögelskador är låg hos svenska småhustillverkare, projektörer och installatörer/entreprenörer, och i det närmaste obefintlig hos småhusköpare. Kunskapen om dessa frågor är större hos småhustillverkare, projektörer och installatörer/entreprenörer i våra nordiska grannländer Danmark, Finland och Norge, medan kunskapsnivån hos småhusköparna förefaller vara mycket låg även i grannländerna.

FTX-ventilation med hög energiprestanda kommer i princip att vara en förutsättning för att klara de skärpta energikrav för småhus som branschen bereder sig för. Det krävs en generell kunskapshöjning för småhustillverkare, projektörer, installatörer, småhusköpare m.fl. aktörskategorier. Detta krävs både för att FTX-lösningarna ska projekteras, installeras och skötas på ett kostnads- och energieffektivt sätt och för att inte riskera problem med ökad förekomst av fukt och mögel i det svenska småhusbeståndet. En viktig del i detta kunskapslyft handlar om att på bred front föra ut den kunskap som finns hos forskarna.

Vidare är det av avgörande betydelse att småhustillverkarna och deras konsulter och entreprenörer tar ventilationsfrågan på allvar och arbetar med lösningar som undanröjer risker för fukt och mögel, ljud m.m. så att FTX-ventilationens mervärden som t.ex. ett bättre inomhusklimat kan tas tillvara. Till synes likadan teknik kan vara mer olika än man tror och oförsiktighet och okunskap kan orsaka stor skada. Det förtjänar att påpekas att även ren F- och FX-ventilation kan skapa fuktproblem.

Användningen av FTX-ventilation är väsentligt mer utbredd i nya småhus i våra nordiska grannländer Danmark, Norge och Finland, och är där i princip standard i alla nya småhus. En fördjupad studie av deras erfarenheter och jämförelser av förutsättningar kan bidra till ett mer problemfritt införande av FTX-ventilation som standardlösning i svenska småhus. Det finns också goda möjligheter att söka samarbete med forskningsorganisationer och småhustillverkarnas branschorganisationer i de nordiska grannländerna för att vidareutveckla gemensamma eller likartade koncept och adressera gemensamma frågeställningar kring kunskapshöjning hos konsulter, entreprenörer, installatörer och småhusköpare. Det skulle också kunna vara intressant att genomföra gemensamma nordiska utvecklingsprojekt för nya effektivare ventilationslösningar och -komponenter för ett kallt klimat.

8.2. Förslag till fortsatt arbete

Författarna av denna rapport föreslår baserat på det ovan nämnda att en satsning på ett kunskapslyft om ventilation för småhusbranschen genomförs med fokus på hur de nya energikraven kan uppfyllas på ett fuktsäkert sätt. Det kan med fördel genomföras i form av e-learning, och eventuellt vara kompletterat med workshops eller seminarier på ett antal platser i landet. I detta kunskapslyft bör stort fokus läggas på hur fukt- och mögelproblem undviks. Det bör också undersökas om detta kunskapslyft kan genomföras i samverkan med ett eller flera av våra nordiska grannländer. På sås sätt skulle kunskapsöverföringen mellan länderna stärkas.

Vidare föreslår vi att kontakter tas med småhusföretagens branschorganisationer och relevanta forskningsinstitut i grannländerna för att undersöka möjligheterna till gemensamma utvecklingsprojekt inom ventilationsområdet.

Ytterligare ett projekt som föreslås baserat på de diskussioner som förts inom denna förstudie är ett teknikutvecklingsprojekt för samordnad styr/reglerutrustning och styrstrategier för hela småhuset.

9. Intervjupersoner

Småhustillverkare

Anders Carlsson, A-hus
David Norrman, Eksjöhus
Jonas Nilsson, Fiskarhedenvillan
Leif Sjöskog, Trivselhus AB
Pierre Arvidsson, Anebyhusgruppen
Urban Landmark, Ecohus

Projektörer

Lars Lind, Nässjö Teknikprojektering AB
Monika Trolin, Alig Ventilation AB
Ronny Tenggren, ÅF
Gunilla Steén, WSP

Installatörer

Christian Lund, Villa Montage i Väst AB
Magnus Monwall, Grankvistarna
Jesper Nandorf, Familjen Byggare AB
Lennart Modéer, Sätöfta Bygg

Nordiska forskare och aktörer

Maria Justo Alonso, SINTEF, Norge
Christian Drivsholm, DTI, Danmark
Mikko Nyman och Mikko Saari, VTT, Finland
Knut Skogstad, Flexit AB, Norge

Bilaga A Intervjufrågor till småhustillverkare

1. Hur stor del av er produktion har FTX idag (%)?
2. Vilka konsulter anlitar ni?
3. Anlitas extern konsult för projektering av FTX? Eller är det ventilationsföretaget som hjälper till med val?
4. Vilka (och vilken typ) installatörer anlitar ni?
5. Informeras husköparen om olika möjliga ventilationssätt (F/FX/FTX)?
6. Av vem och på vilket sätt får husköparen information om FTX-systemets funktion?
7. Vem/vad bestämmer vilken typ av ventilationssystem som väljs?
8. Finns kanaldragningar för FTX med i era egna konstruktionslösningar?
9. Vilka anpassningar görs på fabrik för att få in FTX?
10. Vilka merkostnader för *hela småhuset* innebär det i dagsläget för småhusköparen i de fall FTX installeras på fabrik?
 - a. kronor
 - b. %?
11. Vilka merkostnader innebär det i dagsläget för småhusköparen i de fall FTX installeras på byggarbetsplats
 - a. Kronor
 - b. %?
12. Hur mycket kan merkostnaderna sänkas om FTX skulle vara standard i alla hus?
13. Vad/vem avgör valet av FTX-fabrikat?
 - a. Hustillverkare
 - b. konsult
 - c. installatör
 - d. husköpare
14. Ger era VVS-konsulter förslag på olika fabrikat och växlartyper?
15. Ställer ni krav på eleffektivitet?
 - a. Om ja: Ni eller er FTX-leverantör?
16. Ställer ni krav på temperaturverkningsgrad?
 - a. Om ja: Ni eller er FTX-leverantör?
17. Ställer ni krav på värmeåtervinningens effektivitet?
 - a. Om ja: Ni eller er FTX-leverantör?
18. Ställer ni krav på närvarostyrning?
 - a. Om ja: Ni eller er FTX-leverantör?
19. Ställs hårdare krav på klimatskärmens lufttäthet vid FTX?
 - a. Om ja: Hur verifieras detta?
20. Vilken återkoppling har ni fått från installatörer/injusterare avseende hus med FTX?
21. Vilken återkoppling har ni fått från boende i hus med FTX?
22. På vilket sätt skiljer den sig husköparnas feedback i FTX-fallen åt från den feedback ni får från husköpare med F/FX?

23. Förekommer det mer problem med fukt och mögel i hus med FTX än i hus med F eller FX?
24. Har ni fått klagomål på kondens på fönstrens insida i hus med FTX? (Borde vara med roterande och inte plattvärmeväxlare)
25. Har ni fått klagomål på kondens på fönstrens insida i hus med F/FX?
26. Skiljer sig återkoppling avseende luftkvalitet (friskt/instängd, torrt/fuktigt, lukt, damm, drag, ...) åt mellan husköpare med FTX och husköpare med F/FX?
 - a. Om ja: Hur?
27. Skiljer sig återkoppling avseende energi/kostnader (kostnader, besparing, filterkostnad, ...) åt mellan husköpare med FTX och husköpare med F/FX?
 - a. Om ja: Hur?
28. Skiljer sig återkoppling avseende ljudmiljö åt mellan husköpare med FTX och husköpare med F/FX?
 - a. Om ja: Hur, när och var man upplevt annorlunda ljudbilder från fläktar?
29. Skiljer sig återkoppling kring annat som har eller kan ha koppling till FTX (påverkan på möjlighet att öppna dörrar, behov av vädring, åtkomlighet, utseende, platsbehov, rök från eldstad, användarvänlighet för styr/reglersystem, ...) åt mellan husköpare med FTX och husköpare med F/FX?
 - a. Om ja: Hur?

Bilaga B Intervjufrågor till forskare i de nordiska grannländerna

1. Vilka erfarenheter har ni av användning av FTX i småhus i ert land?
2. Vilken är den vanligaste växlartypen (roterande eller plattvärmeväxlare) i era FTX-system?
3. Vilka krav på FTX och dess prestanda ställs i ert land?
 - a. Har det ställts krav på FTX i småhus i ert land tidigare?
 - b. Om ja: Hur skiljer sig de nuvarande kraven åt från de tidigare?
4. Hur verifieras krav på eleffektivitet i ert land?
 - a. Projekterade eller uppmätta värden?
5. Hur verifieras krav på värmeåtervinning i ert land?
 - a. Fabrikantdata eller uppmätta värden?
6. Vilka täthetskrav har ni i ert land (och har haft) på klimatskärmens lufttäthet?
7. Hur säkerställs rätt tryckbalans (= lätt undertryck) över klimatskalet i ert land?
8. Har kompetensen hos projektörer och installatörer höjts i ert land genom utbildnings- och informationsinsatser (eller har det varit "learning by doing")?
9. Har kostnaderna för FTX-system förändrats när det har blivit standard i de flesta hus?
 - a. Om ja: Hur har kostnaderna förändrats?
 - b. Om kostnaderna har sjunkit: Var och hur har de största kostnadsbesparingarna gjorts?
10. Vilken återkoppling har ni fått från marknadens aktörer?
 - a. Hustillverkare
 - b. Konsulter ventilationskonsulter
 - c. Installatörer
 - d. Injusterare
 - e. Husköpare?
11. Har ni några nationella studier om upplevd luftkvalitet?
12. Har det blivit mer eller mindre klagomål på ljud från fläktar ökat i ert land när FTX-krav infördes?
13. Har det i ert land förekommit problem med kondens på fönstrens insida?
 - a. Om ja: När inträffar det (aktivitet inomhus, tidpunkt på året/utomhustemperatur)?
14. Har det i ert land förekommit problem vid användning av spisfläkt (kraftigt undertryck, lukt...)?
15. Förekommer det i ert land mer problem med fukt och mögel i hus med FTX?
16. Har småhusköparna några specifika krav på ventilation?
17. Övriga kommentarer.

Bilaga C Intervjufrågor till installatörer/montörer

1. Hur mycket svårare (mer tid) upplever du att det är att installera FTX jämfört med F/FX?
2. Är underlagen från
 - a. konsult
 - b. aggregattillverkare
 - c. hustillverkare tillräckligt bra?
3. Hur ofta gör du avvikelser från projekteringsunderlaget?
 - a. Vilka är skälen till avvikelserna?
4. Vem ansvarar för teknisk isolering av kanaler?
5. Har ni installerat något FTX-system med kylning av tilluft via borrhål?
6. Hur funktionskontrolleras FTX-systemet?
 - a. Vem gör funktionskontrollen?
7. Hur säkerställs rätt (= lätt undertryck) tryckbalans över klimatskalet?
8. Hur upplever du styr-/reglersystemens användarvänlighet?
9. Träffar du/ni brukarna och informerar dem om FTX-systemets funktion?
10. Görs en avstämning med brukaren efter installation?
11. Verifieras/mäts att krav/mål för eleffektivitet uppnås?
 - a. Om ja: Av vem?
12. Verifieras/mäts att krav/mål för värmeåtervinning nås? Om ja: Av vem?
13. Hur kan arbetet med installation av FTX underlättas?
14. Verifieras/mäts att ljudkrav uppfylls?
 - a. Om ja: Av vem

Övriga kommentarer:

Bilaga D Intervjufrågor till ventilationsprojektörer

1. Vem bestämmer/rekommenderar/väljer typ av ventilationssystem?
2. Hur många FTX-system för småhus projekterar ni per år?
3. Hur många av dessa har behovsstyrning och/eller närvarostyrning?
4. Hur många av dessa har haft luftvärme (värmning via övertemperad tilluft)?
5. Ställer luftvärme särskilda krav på dimensioneringen?
 - a. Om ja: Vilka?
6. Har ni projekterat något FTX-system där tilluften kyls via borrhål?
7. Ställs krav på eleffektivitet (SFP, Specific Fan Power)?
 - a. Om ja: Av vem
8. Ställs krav på temperaturverkningsgrad?
 - a. Om ja: Av vem
9. Hur stor andel av FTX-systemen ni projekterar har plattvärmeväxlare och hur stor andel har roterande värmeväxlare?
10. Vid roterande värmeväxlare: Finns renblåsningszon och injusteringsmöjlighet?
11. Vad är din åsikt i fråga om val av värmeväxlartyp (plattvärmeväxlare eller roterande)?
12. Känner du till för- och nackdelarna med de två olika växlartyperna?
 - a. Om ja: Vilka är de?
13. Vem/vad avgör valet av fabrikat och växlartyp?
14. Vilka lufthastigheter/tryckfall dimensioneras kanalsystemen för?
15. Hur/utifrån vad dimensioneras isolering av kanaler?
16. Hur väljer du till-/och frånluftsdon (storlek/kapacitet, tryckfall, kastlängd, pris,)?
17. Hur säkerställs rätt (= lätt undertryck) tryckbalans över klimatskalet?
18. Gör du någon bedömning av risk för kortslutning mellan avluft- och uteluftsintag?
19. Hur väljer och placerar du ljuddämpare?
 - a. Vilka åtgärder vidtar du för att minimera överhörning?
20. Gör du någon ljudprojektering? Om ja: På vilket sätt?
21. Vilken typ av luftfilter väljer du? Vilka skäl har du till dessa val?
22. Gör du någon bedömning av styr-/reglersystemets användarvänlighet?
23. Hur hanterar du risk för kraftiga undertryck vid användning av utsugande spisfläkt?
24. Vilka faktorer är viktiga när du väljer spisfläktslösning?
25. I vilken form ger du information och instruktioner till:
 - a. Installatörer
 - b. Injusterare
 - c. boende?
26. Vilken återkoppling har du fått från:
 - a. Hustillverkare
 - b. Installatörer
 - c. Injusterare
 - d. boende?