

Ombyggnad av självdrag till FTX-system i flerbostadshus

- En jämförelse mellan centralt och enskilt system



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygg- och miljöteknologi/ installationsteknik

Examensarbete:
Viveka Reuterhäll

© Copyright Viveka Reuterhäll

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2009

Sammanfattning

Ombyggnad av självdrag till FTX-system i flerbostadshus – En jämförelse mellan centralt och enskilt system.

Energieffektivisering av byggnader är ett hett debattämne och om vi ska kunna minska energianvändningen i våra bostäder måste effektivare ventilationssystem som tar till vara på värmen i frånluften installeras.

Ett från- och tilluftssystem med värmeåtervinning, s.k. FTX-system, är ett ventilationssystem som tar tillvara på värmen i inomhusluften. Det är också ett system som ger bättre komfort inomhus än vad ventilation med självdrag ger. Detta är positivt med tanke på våra ändrade boendevanor som ger ökad fukthalt inomhus.

Många ägare till flerbostadshus drar sig för att bygga om befintliga flerbostadshus med självdrag till FTX-system p.g.a. okunskap om systemen, brist på enkla lösningar och de höga investeringskostnaderna.

När ett FTX-system ska installeras kan detta utformas på tre sätt. Antingen med ett centralt aggregat som försörjer hela byggnaden, decentraliserade aggregat som försörjer ett eller flera trapphus eller enskilda lägenhetsaggregat.

Arbetet börjar med en allmän beskrivning om hur ett centralt aggregat samt lägenhetsaggregat kan installeras i hus med självdrag. Fokus ligger på utformning och kostnad. I arbetet presenteras sedan förslag på installation av ett centralt aggregat samt lägenhetsaggregat i ett befintligt flerbostadshus i Helsingborg.

Förslagen i arbetet bygger på gamla ritningar av huset, dialog med ägaren helsingborgshem samt studiebesök i ett liknande hus i samma kvarter. Kostnad för de båda systemen har beräknats genom egna ritningsskisser och grova antaganden.

Resultatet visar att de båda installationerna är möjliga men det råder skillnader mellan dem. Dessa skillnader är främst utrymme för kanaler och aggregat, brandskyddslösningar, investeringskostnad samt ansvar och kostnader för drift och underhåll.

Det är möjligt att bygga om ventilationssystemet i äldre flerbostadshus, men när en ombyggnad planeras är det viktigt att husets förutsättningar tas till vara på bästa sätt. Det är också viktigt att inte bara fokusera på kostnader eftersom

ett FTX-system ger ett mycket bättre inomhusklimat än självdrag. Ett bättre inomhusklimat ökar välbefinnandet, något som inte kan mätas i pengar.

Nyckelord:

ventilationssystem, flerbostadshus, FTX, centralt system, lägenhetssystem, utformning, kostnad.

Abstract

Installation of heat recovery system in multi-family houses

- A comparison between a central system and an individual system.

Energy- efficiency of buildings is a popular subject of discussion. If we are going to reduce the energy consumption in our buildings we need to install more effective ventilation systems that utilize the heat in the exhaust air.

Exhaust and supply air ventilation with heat recovery, FTX system is a ventilation system that recovers the heat from the exhaust air and uses it for heating the incoming air. It also keeps up a better indoor climate than natural draught ventilation. That is positive due to our changing habits with increased moisture indoor.

Many house owners hesitate to rebuild the ventilation system in already existing multi- family houses because of ignorance, shortage of solutions that are simple and the high investment expenditure. When a FTX system is going to be installed you can choose a central system that supports the whole building, decentralized systems or an apartment system.

The report starts with a general explanation about the installation of a central system and an apartment system, with consideration of layout and costs. In the report I also present my suggestions applied on an existing multi- family house in Helsingborg, owned by Helsingborgshem. A comparison has been made between a central system and an apartment system. My suggestions are based on drawings, communication with Helsingborgshem and visits in a similar house in the same block. Costs have been calculated with help from my own sketches.

The result shows that the two systems are possible to install, but there is a difference between them. These differences are foremost space for new ventilation ducts and aggregate, fire protection solutions, investment expenditures and costs for management.

It is possible to reconstruct the ventilation system in old houses but it is important to really think of the house condition and take advantage of it.

Keywords:

ventilating system, multi-family houses, FTX-system, central system, flat system, layout, cost.

Förord

Detta examensarbete är skrivet på avdelningen för installationsteknik på LTH. Under mitt andra år på utbildningen Byggteknik med arkitektur i Helsingborg läste jag en kurs i installationsteknik. Denna kurs väckte mitt intresse för ventilation och ventilationssystem och jag kände att detta var ett ämne jag ville skriva om i mitt examensarbete.

Mitt intresse för energi- och miljöfrågor har alltid funnits. Nu när energieffektivisering av bostäder är ett hett samtalsämne, och det skrivs mycket om det i tidningar och böcker kändes det kul när min handledare gav detta till förslag på examensarbete.

Det har varit en lärorik resa och mitt intresse för ventilationssystem och energieffektivisering har växt sig ännu starkare.

Tack till alla som har varit så hjälpsamma när jag kommit med frågor.

Ett speciellt tack riktas till min handledare Catarina Warfvinge, John Nielsen på Helsingborgshem, Sten Mortensen och Victor Gunnarsson på Veab, Pär Johansson på Systemair och Bengt Nilsson på skorstensteamet AB.

Tack också till min familj och mina vänner som har stöttat mig när jag saknat energi.

Helsingborg maj 2009

Viveka Reuterhäll

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Metod	2
1.4 Avgränsningar	3
2 Bestämmelser om ventilation	4
3 Ventilationssystem	6
3.1 Självdrag	6
3.2 Från- och tilluft med värmeväxling	7
3.2.1 Ventilationsaggregat	8
3.2.2 Temperaturverkningsgrad	11
4 Ombyggnad från självdrag till FTX	12
4.1 Bygganmälan och bygglov	14
4.2 Obligatorisk ventilationskontroll (OVK)	14
4.3 Tryckprovning	15
5 Centralt aggregat kontra lägenhetsaggregat	16
5.1 Kostnader	16
5.2 Byggtid	17
5.3 Drift och underhåll	17
5.3.1 Skötsel av ventilationsaggregat.....	17
5.4 Brandskydd	20
5.5 Ljudnivåer	21
5.5.1 Ljuddämpare	22
5.6 Luktspridning	22
5.7 Aggregatplacering	23
5.8 Kanaler och kanaldragningar	24
5.8.1 Isolering	25
5.8.2 Montering	26
5.8.3 Upphångningsanordningar	26
5.9 Vertikala ventilationskanaler	26
5.9.1 Skorstenskanaler	27
5.10 Märkning av installationerna	28
Don och donplacering	28
5.11	28
5.11.1 Utomhus	28
5.11.2 Inomhus	30
5.12 Komponenter för behovsstyrning	31
6 Fallstudie och byggnadsbeskrivning	32
6.1 Kv. Tomaten i Helsingborg	32

6.1.1 Synpunkter från brukarna	32
7 Ombyggnadsförslag.....	35
7.1 Allmänt	35
7.2 Dimensionering av luftflöden.....	37
7.3 Kanaldimensioner	37
7.4 Kanalisolering	37
7.5 Dimensionering av aggregat.....	37
7.6 Centralt aggregat	38
7.7 Enskilt aggregat.....	41
7.8 Kompletterande åtgärder för båda systemen	43
8 Kostnads kalkyl	44
8.1 Kostnads kalkyler	45
9 Diskussion	47
10 Slutsatser	49
11 Referenser	51
Bilaga 1	54
Bilaga 2	55
Bilaga 3	56
Bilaga 4	57

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Miljö- och energifrågor är ett hett ämne i dagens samhällsdebatt. Energieffektivisering av befintliga byggnader är det många som pratar om, men tyvärr är det fortfarande mycket ord och för lite handling, även om det så smått börjar bli bättre.

Regeringen har satt upp mål om att vi ska minska energianvändningen i bostäder och lokaler med 20 % till år 2020 och med 50 % till år 2050, med förbrukningen år 1995 som referensvärde (*Energimyndigheten*). Regeringen vill lägga den största vikten av energieffektivisering inom den befintliga bebyggelsen eftersom nybyggnadstakten består av endast 2 % av det totala byggbeståndet i Sverige.

Lagen om energideklarationer av byggnader trädde i kraft den 1 oktober 2006, vilket innebär att flertalet byggnader skulle ha varit energideklarerade senast den 31 december 2008. Tyvärr är det många som inte blivit det än på grund av brist på ackrediterade experter bl.a. Energideklarationen är ursprungligen ett resultat av Kyoto-avtalet som senare blev ett EG-direktiv (*Energibesiktningar EMTD AB 1*). Inom EU har det gemensamt tagits ett beslut om att alla länder skall genomföra denna energibesiktning. Lagen gäller både för nyproduktion och befintliga byggnader.

Syftet med lagen är att tydliggöra för köparen/förvaltaren av bostäderna vilken energianvändning och därmed driftkostnader byggnaden har. Energideklarationen skall också innehålla förslag på energieffektivisering, dock finns inget krav på vidare åtgärder. Energideklarationen är offentlig och skall finnas tydligt uppsatt i t.ex. trappuppgångar i flerbostadshus.

Äldre byggnader, byggda före 1970, kommer under lång tid att svara för den dominerande delen av bostadssektorns energibehov (*Södergren & Löfstedt 2008*). Det är alltså många äldre flerbostadshus som behöver rustas upp och bli mer energieffektiva. En åtgärd som minskar energianvändningen är att byta till ett effektivare ventilationssystem med värmeåtervinning.

Flera undersökningar har visat att ventilationssystemen i många äldre byggnader har bristfällig funktion och skötsel. Även ändrade boendevanor medför att ett effektivare ventilationssystem bör installeras.

Den yttre miljön med ökade luftföroreningar och biltrafik kräver genomtänkta utformningar av ventilationssystemen som inte var aktuella för 50 år sedan.

Ett till- och frånluftssystem med värmeåtervinning, s.k. FTX-system är ett energieffektivt ventilationssystem, som dessutom ger bättre inomhusluft. Vid installation av ett FTX-system kan detta utformas på tre sätt. Antingen ett aggregat per trapphus, även kallat decentraliserat system. Ett gemensamt aggregat som försörjer hela byggnaden, även kallat centraliserat system eller enskilda lägenhetsaggregat.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att beskriva installationen av ett centralt aggregat samt lägenhetsaggregat i ett FTX-system med hänsyn till utformning och kostnad. Fördelar och nackdelar för vardera systemet ska diskuteras. För att kunna få ut några kostnader används egna ritningsskisser samt grova antaganden.

1.3 Metod

Arbetet började med litteraturstudier inom ämnet ventilation och ventilations-system i allmänhet och flerbostadshus i synnerhet. På internet söktes information om pågående ombyggnader och förslag till ombyggnadsåtgärder.

På ventilationsföretags och återförsäljares hemsidor har information om utbudet av produkter hittats. Kontakter med företag inom ventilationsbranschen har skett löpande under arbetet, de har gett mig fakta om produkter, kostnader och utformning.

Tack vare Helsingborgshem har jag kunnat göra en fallstudie på ett flerbostadshus med självdrag som tillhör kv. Tomaten i Helsingborg. Jag har studerat ritningar, gjort studiebesök och tagit del av relevanta handlingar.

I programmet archicad har principskisser ritats som visar hur kanalerna kan dras i lägenheterna och var aggregat kan placeras.

Med hjälp av ventilationsföretaget Veab har grova kostnadskalkyler tagits fram för de båda systemen.

1.4 Avgränsningar

Detta arbete har avgränsats till att endast undersöka utformning och kostnader för ett FTX-system i befintliga flerbostadshus typiska för 1950-talet med själdrag. Ingen hänsyn har tagits till om det är någon skillnad i byggtid mellan de båda systemen.

Jämförelsen har endast gjorts mellan centralt- och lägenhetsaggregat.

Fallstudiens konstruktion och utformning är relativt vanligt förekommande och kan därför ses som ett bra referensobjekt.

Lösningarna har inte detaljgranskats eftersom det då skulle ta mycket längre tid än planerat. Det har inte heller varit möjligt att gå in i det aktuella huset och lägenheterna.

2 Bestämmelser om ventilation

Ventilationsbestämmelser finns i form av lagar, förordningar och föreskrifter. Dessa finns i PBL (Plan- och bygglagen), BVL (Lag om tekniska egenskapskrav för byggnadsverk), AML (Arbetsmiljölagen) och MB (Miljöbalken). Föreskrifterna finns i Boverkets Byggregler och avser nybyggnation (*Boverkets byggregler*). En omfattande ombyggnad av ventilationssystemet från självdrag till mekanisk ventilation klassas som nybyggnad i regelverken. Socialstyrelsen har också krav på inneklimat, t ex drag. De kraven är samma som BBRs.

Ventilation

Ventilationssystem ska utformas så att erforderligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden. De ska också kunna föra bort hälsofarliga ämnen, fukt, besvärande lukt, utsöndringsprodukter från personer och byggmaterial samt föroreningar från verksamheter i byggnaden (BBR 6:25).

Ventilationssystem ska utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s per m² golvarea. Rum ska kunna ha kontinuerlig luftväxling när de används. I bostadshus där ventilationen kan styras separat för varje bostad, får ventilationssystemet utformas med närvaro- och behovsstyrning av ventilationen. Dock får uteluftsflödet inte bli lägre än 0,10 l/s per m² golvarea då ingen vistas i bostaden och 0,35 l/s per m² golvarea då någon vistas där (BBR 6:251).

Lufthastigheten i ett rums vistelsezon bör inte beräknas överstiga 0,15 m/s under uppvärmningssäsongen. Under övrig tid på året bör inte lufthastigheten beräknas överstiga 0,25 m/s (BBR 6:42).

Ventilationsinstallationer ska vara placerade och utformade så att de är åtkomliga för underhåll och rensning. Huvud- och samlingskanaler ska ha fasta mätuttag för flödesmätning (BBR 6:254).

Brandskydd

Ventilationskanaler skall förläggas och utformas så att de vid brand inte ger upphov till antändning av närbelägna byggnadsdelar och fast inredning utanför den brandcell som de är placerade i, under den tid som brandcellskravet anger. Luftbehandlingsinstallationer som går igenom brandavskiljande byggnadsdelar, skall utformas så att den brandavskiljande förmågan upprätthålls. Luftbehandlingsinstallationer i gemensamma utrymmen (schakt och aggregatrum) och som försörjer olika brandceller skall utformas så att den brandavskiljande förmågan mellan brandcellerna upprätthålls (BBR 5:6521).

Imkanaler skall utföras av sådana material och vara utformade så att risken för spridning av brand inuti kanalerna till intilliggande byggnadsdelar eller fast inredning begränsas. Imkanaler från kök i bostäder skall utföras i lägst brandteknisk klass EI 15 och med ett erforderligt skyddsavstånd till brännbart material. Anslutningsdon till imkanal från kök i bostäder får utföras av material av A2-s1,d0 (obrännbart material) eller av material som begränsar risken för spridning av brand inuti kanaler till intilliggande byggnadsdelar eller fast inredning (BBR 5:515).

Luftbehandlingsinstallationer skall utformas så att ett tillfredsställande skydd mot spridning av brandgas mellan brandceller erhålls (BBR 5:653).

En brandskyddsdocumentation ska upprättas. Av denna ska framgå förutsättningarna för utförandet av brandskyddet samt brandskyddets utformning (BBR 5:12).

Ljudkrav

Byggnader och deras installationer skall utformas så att ljud från byggnadens installationer, från angränsande utrymmen likväl som ljud utifrån dämpas. Detta skall ske i den omfattning som den avsedda användningen kräver och så att de som vistas i byggnaden inte besväras av ljudet (BBR 7:2).

3 Ventilationssystem

3.1 Självdrag

Självdragssystem, även kallat S-system är det äldsta ventilationssystemet och det vanligaste i hus byggda innan 1950-talet (*Erikson, 1993*). Det är ett enkelt system helt utan fläktar och kräver därför minimalt med underhåll.

Det kan tyckas vara det bästa ventilationssystemet eftersom det är så enkelt och kräver så lite underhåll, men ändrade boendevanor med bl.a. ökat fukttillskott inomhus kräver säkrare luftväxling än vad självdrag kan ge.

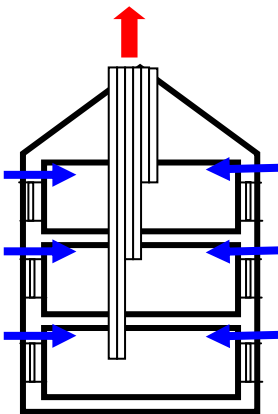
Även ökade föroreningar och buller utomhus kräver bättre ventilationssystem.

Det är svårt att få ett bra inomhusklimat med självdrag och dagens energikrav kan inte uppfyllas med detta system eftersom värmen i frånluften inte kan återvinnas (*Soliduct*).

Drivkraften i systemet utgörs av temperaturskillnaderna mellan ute och inne. Då varm luft stiger upp genom de vertikala ventilationskanalerna bildas ett undertryck i huset och ny, kall luft kan tränga in genom ventiler i fasaden och otätheter i klimatskalet och värmas upp.

Systemet fungerar bäst vintertid då temperaturskillnaden mellan ute och inne är som störst. Under sommaren när temperaturskillnaden är mindre fungerar systemet mycket dåligt eller inte alls. Sämst ventilation får lägenheter på högst belägna våningsplan. Högst luftväxling fås i de nedersta lägenheterna vintertid.

Många S-system är idag försedda med spisfläkt som möjliggör forcering under tider för matlagning. En svaghet i S-systemet är att det vid tider då spisfläkten är igång uppstår bakdrag i kanalerna i någon annan del av huset, dvs. luften strömmar in i huset istället för ut.



Figur 1. Principskiss Självdrag (Källa: Catarina Warfvinge)

3.2 Från- och tilluft med värmeväxling

Att ta in luft genom uteluftsventiler i ytterväggen direkt till lägenheten har prövats i tillräckligt många år för att det skall kunna konstateras att det inte finns vare sig praktiska eller teoretiska förutsättningar för att med den metoden få in ren luft med en behaglig temperatur (*Södergren & Löfstedt 2008*).

FTX-system är en förkortning av från- och tilluft med värmeväxling. Det är ett ventilationssystem där både från- och tilluft styrs mekaniskt med fläktar vilket innebär full kontroll över mängden friskluft och risken för drag minimeras (*Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder s.22*). Det är också lätt att rena tilluften eftersom filter sätts vid luftintaget.

Ett ventilationsaggregat tar in uteluft som filtreras och tillförs huset genom tilluftskanaler. Den använda, och varma inomhusluften sugas sedan ut och passerar aggregatet där värmen i luften värmer upp den kalla uteluften som tas in.

FTX-systemet är det mest effektiva ventilationssystemet ur energisynpunkt, men också det mest avancerade. Investeringskostnaden är högre än andra ventilationssystem men eftersom energianvändningen blir lägre och komforten högre är det ett system som ska övervägas, speciellt vid nybyggnad. Systemet har dock högre elanvändning än andra system p.g.a. fläktarna (*Warfvinge, 2008*).

Ett ventilationsaggregat kan installeras i varje lägenhet eller också kan det vara gemensamt för ett eller flera trapphus.

Det vanligaste klagomålet på fläktstyrda ventilationsanläggningar är buller, men med rätt produktval, installation och justering kan bullret minskas betydligt (*Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder s.47*).

Tekniken går framåt och dagens moderna anläggningar har en låg bullernivå.

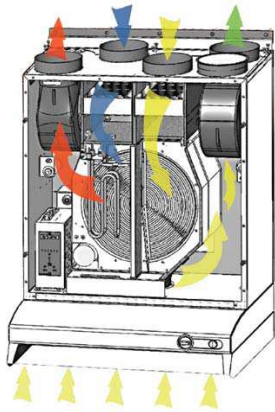


a) FTX med centralt aggregat b) FTX med lägenhetsaggregat (Källa: Catarina Warfvinge)

3.2.1 Ventilationsaggregat

Ventilationsaggregatet är den apparat som behandlar ventilationsluften i FTX-systemet. Aggregatet består av flera komponenter.

De olika delarna kan vara fläkt, filter, värmeväxlare, ljuddämpare och värmebatteri. Nedan följer en kort beskrivning av nämnda komponenter.



► Tilluft ► Frånluft ► Utluft ► Avluft

Figur 3. Lägenhetsaggregat
(Källa: <http://www.luftmiljo.se/>)



Figur 4. Centralt aggregat
(Källa: <http://www.systemair.com/>)

Fläkt

Fläkten har i uppgift att förse lägenheten med luft samt övervinna de tryckfall som uppstår i systemet (Warfvinge, 2008). Fläkten är en betydande elförbrukare och kan effekten minskas på fläkten kan också driftkostnaderna på hela systemet minskas betydligt. Valet av fläkt är alltså av stor betydelse.

Ljud från fläktar är ett vanligt klagomål men det går att minska genom rätt injustering.

Filter

Filter är till för att rena luften både på till- och frånluftsidan. Luften som kommer utifrån består av en mängd föroreningar från t.ex. bilar, fabriker och pollen som måste rensas bort innan luften når lägenheten. Luften inne i bostaden innehåller föroreningar från möbler, maskiner, djur och människor.

Filtret måste bytas ett par gånger per år för att inte försämra luftkvaliteten. Ett smutsigt filter ökar dessutom tryckfallet och fläktarna måste arbeta hårdare, vilket slösar energi (Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder s.58).

Filtrets förmåga att fånga upp partiklar kallas avsättningsgrad och därför delas filtren in i olika klasser. Dessa är grovfilter, finfilter och absolutfilter (*Systemairs produktkatalog*).

Det finns allmänna rekommendationer för vilket filter som bör används på tilluft respektive frånluft (*Luftbutiken1*).

- För tilluft; finfilter klass F7
- För frånluft; finfilter klass F5

Värmeväxlare

Värmeväxlare kan vara regenerativa, varvid de värmeöverförande delarna omväxlande står i förbindelse med värmande och varmt medium, eller rekuperativa, varvid de värmeöverförande delarna utgör skiljevägg mellan medierna (*Svennberg, 1983*).

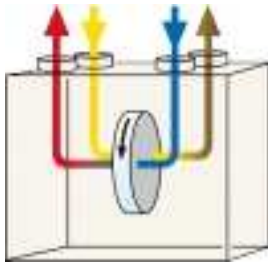
En värmeväxlare skall ha så hög verkningsgrad som möjligt, i dag finns värmeväxlare med verkningsgrad på över 80 % Det finns olika typer av värmeväxlare att välja mellan, de vanligaste är roterande värmeväxlare och plattvärmeväxlare. Nedan listas generella för- och nackdelar för två värmeväxlare (*Ventfunktion*).

Roterande värmeväxlare (Regenerativ)

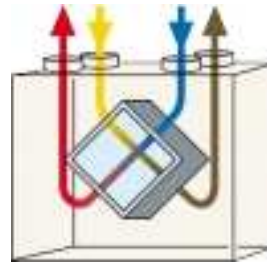
- + Hög temperaturverkningsgrad, runt 80 %
- + Kräver oftast ingen tillskottsvärme för tilluften
- + Ingen dräneringsslang för kondensvatten behövs
- + Behöver normalt inget avfrostningssystem
- Kan läcka frånluft till tilluften
- Risk för luktöverföring
- Kräver service
- Ljud kan alstras från rotor

Plattvärmväxlare (Rekuperativ)

- + I dubbelutförande blir temperaturverkningsgraden, runt 80 %
- + Kräver oftast ingen tillskottsvärme för tilluften
- + Ingen överläckning mellan tilluft och frånluft
- + Ingen fuktöverföring tillbaka in i huset
- + Tystare än roterande värmväxlare
- Kräver avfrostning
- Dräneringsslang måste anslutas
- Tar större plats



a)



b)

Figur 5.a) Roterande värmväxlare b) Plattvärmväxlare (Källa: www.fresh.se)

Ljuddämpare

För att minska uppkomsten av ljud och skydda människor från störning installeras aggregatet med ljuddämpare. Dessa måste rengöras och bytas ut med jämna mellanrum.

Värmebatteri

Efter värmväxlaren passerar tilluften ett värmebatteri som eftervärmer tilluften till önskad temperatur innan den går vidare ut till rummet, detta är vanligt under uppvärmningssäsongen då uteluften är mycket kall. Luften värms antingen med hjälp av elektriskt batteri eller med vattenburet batteri.

Tillbehör

Flertalet värmeåtervinningsaggregat som placeras i lägenhet har tillbehör som designspiskåpa och frontpaneler i rostfritt eller vitlackat. Många företag lockar med dessa designade produkter för att möta dagens krav på ett modernt kök.

3.2.2 Temperaturverkningsgrad

Temperaturverkningsgrad anges som kvot mellan utnyttjad energi och det teoretiskt maximala nyttjandet (*Svennberg, 1983*). Ett ventilationsaggregat ska ha en hög temperaturverkningsgrad, då sparas mest energi.

Om byggnaden inte är helt tät kan inte ventilationsflödet kontrolleras fullt ut och en stor andel ventilationsluft passerar inte ventilationsaggregatet. Konsekvensen blir lägre verkningsgrad än den beräknade. Ventilationssystemet måste alltså regelbundet kontrolleras på både till- och frånluftsidan med avseende på försmutsning för att beräknad återvinning skall uppnås.

4 Ombyggnad från självdrag till FTX

I en artikel från tidningen VVS forum i april 2009 skriver Åsa Wahlström, teknisk doktor och Åke Blomsterberg, teknisk doktor om varför det går så trögt med installation av FTX- system vid ombyggnad av äldre flerbostadshus. De har intervjuat olika aktörer såsom fastighetsägare, leverantörer och installatörer.

De intervjuade är överens om att det behövs ett marknadsutbud av totala systemlösningar och att dessa bör tas fram gemensamt mellan aktörerna för att fler skall välja att göra denna ombyggnad. Fastighetsägarna är tveksamma om ombyggnaden är lönsam. Systemen är dyra och medför höga service- och underhållskostnader samt särskild kompetens hos driftpersonal. Det råder också tveksamhet om systemen är robusta och kan bibehålla sin funktion. Detta är emellertid något som tillverkare och installatörer hävdar att de gör om de underhålls på rätt sätt.

Utöver de ekonomiska hindren är många tveksamma till det stora utrymme som krävs för både aggregat och nya kanaldragningar. Få äldre flerbostadshus har det utrymme som krävs och för att råda bot på det behövs fler innovativa lösningar.

Intervjustudien gav få svar på drifterfarenheter. Detta beror på att så få system har installerats. Den viktigaste orsaken till att så få system installeras är okunskap och utbudet av enkla systemlösningar. I nuläget säljs komponenter var för sig och systemlösningen görs av projektör eller installatör i varje byggnad. Ett nära samarbete mellan tillverkare och installatörer är nödvändigt.

Installation av ett FTX-system i ett hus som ventileras med självdrag innebär ett helt nytt ventilationssystem med nya kanaler, nya ventiler och don, värmväxlare, aggregatrum m.m. Håltagningar i väggar och bjälklag måste göras för don och kanaler, vilket ofta medför att väggar måste målas om eller omtapeteras. Elförsörjning till aggregaten måste också säkerställas.

Vid ombyggnad i ett befintligt hus gäller det därför att hitta en lösning som passar huset och det gäller att göra det bästa av situationen. Det som begränsar möjligheterna är dels praktiska hinder, dels ekonomin. Det är viktigt att komma ihåg att en åtgärd som ger förbättring måste nästan alltid ske på bekostnad av en annan.

Resultatet av en ombyggnad är beroende av hur byggherren i inledande projekteringskede och vid upphandling kan precisera och ställa krav på utförandet och funktionen. Det är därför viktigt att lägga ner lite extra energi vid pro-

jekteringen (*Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder s.46*). Ett väl projekterat system blir i slutet oftast ett bra system.

Det nya systemet ska vara väl anpassat till byggnaden och dess brukare och konsekvenser för drift och skötsel måste ses över (*Hallstedt, 1995*). Det krävs kunskap från erfarna montörer och fackmän för att montera, köra igång och injustera ett mekaniskt ventilationssystem. Det är också viktigt att upprätthålla en bra kommunikation mellan de olika aktörerna som är inblandade. Vid en ombyggnad, kommer det vara många aktörer delaktiga. Dessa kan t.ex. vara installatörer, montörer, håltagare, sotare, elektriker, målare och snickare.

En bra dialog med de boende är viktigt och något som inte får försummas. Det är viktigt att de blir informerade i god tid om de behöver evakueras och hur lång tid ombyggnaden kommer att pågå. Uppdaterad information bör finnas tillgänglig som hyresgästerna kan ta del av.

Ett problem som kan uppstå vid ombyggnad av äldre bostäder är att ritningarna inte stämmer överens med verkligheten (*Björkman, R*). Det kan ha gjorts flera ändringar och ombyggnader som inte har uppdaterats på ritningarna. När nya hus byggs idag uppförs så kallade relationshandlingar. Dessa uppförs efter att huset är färdigbyggt, vilket säkerställer att ritningar och verkligt slutresultat stämmer överens.

4.1 Byggnmälan och bygglov

En ändring av ventilationssystemet kräver en byggnmälan där de tekniska egenskaperna ska uppfylla gällande krav. Om ändringen även innebär en förändring av fasaden måste en ansökan om bygglov lämnas till stadsbyggnadsförvaltningens bygglovsavdelning.

I bygglovsansökan skall även en brandskyddsdocumentation finnas (*Norrström, M*). Kommunerna har olika krav på brandskydd. Det finns också olika bestämmelser mellan kommunerna angående luftintag och luftutsläpp. Det är enklast att rådgöra med kommunen när ventilationssystemet ska bytas, de kan då informera om gällande bestämmelser samt hjälpa till med de papper som skall fyllas i och lämnas in.

4.2 Obligatorisk ventilationskontroll (OVK)

När det nya ventilationssystemet är installerat måste en obligatorisk ventilationskontroll (OVK) utföras innan systemet tas i bruk (*Energibesiktningar EMTD AB 2*). Denna kontroll lagstiftades 1992 och det är fastighetsägaren som enligt lag är ansvarig för att den genomförs.

Ventilationskontrollen ska utföras av sakkunnig som fått godkännande enligt Boverkets föreskrifter (riksbehörighet) eller godkännande av stadsbyggnadsnämnden i kommunen (lokal behörighet). Protokollen skall sedan lämnas till stadsbyggnadsförvaltningen.

Det är fastighetsägarens ansvar att eventuella åtgärder blir genomförda så att ventilationssystemet kan godkännas. Utöver den OVK som görs innan systemet tas i bruk skall den sedan genomföras med jämna mellanrum. För ett självdragssystem skall en OVK göras med 9 års intervall men för ett FTX-system måste det ske med 3 års intervall.

I Boverkets regelsamling för funktionskontroll av ventilationssystem finns regler från Boverket samt lagar och förordningar hur en OVK ska gå till. Boken ger en överblick över de bestämmelser som gäller för byggnadsägare, funktionskontrollanter och tillsynsmyndigheter.

4.3 Tryckprovning

Om inte tillräcklig täthet uppnås i husets klimatskal kan inte FTX-systemet fungera optimalt och energianvändningen kommer att avvika markant (*Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader*). Detta beror på att all ventilationsluft inte kommer passera värmeväxlaren. Innan ett FTX-system installeras bör därför en tryckprovning genomföras för att kontrollera att byggnaden uppfyller täthetskraven. Om täthetskraven inte är uppfyllda bör fastighetsägaren se till att tätas klimatskalet.

5 Centralt aggregat kontra lägenhetsaggregat

Valet av centralt eller enskilt ventilationsaggregat är beroende av flera faktorer såsom kostnader, brandkrav, byggnadens storlek och planlösning, skötsel samt utrymmesbehov. Det finns både för- och nackdelar med de båda installationerna. De som förespråkar ett centralt aggregat menar på att det är mest effektivt ur energisynpunkt, det är bara en servicepunkt samt att det blir tystare i lägenheterna eftersom aggregatet är skilt från bostaden. De som förespråkar lägenhetsaggregat menar på att det är positivt att hyresgästerna får egen kontroll över sin energianvändning, mindre utrymme tas i anspråk samt att de vertikala kanaldragingarna blir färre.

5.1 Kostnader

En ombyggnad från självdrag till FTX innebär stora kostnader, med långa kanaldragingar, nya schakt, aggregat och aggregatrum. Även håltagningar, inklädnader, elförsörjning och brandskydd är stora kostnadsposter. Årliga kostnader för underhåll och skötsel blir större än vid ventilation med självdrag.

För att kunna avgöra om ombyggnaden är lönsam finns olika lönsamhetsmetoder att välja mellan. Den enklaste är Pay-off metoden. Med hjälp av denna fås ett resultat på hur lång tid det tar innan intäkterna är lika stora som investeringsbeloppet.

Pay-off tid $P = G/a$ $G =$ Grundinvestering, $a =$ årligt inbetalningsöverskott

En annan metod är LCC-metoden. Det är en metod som borde prioriteras när lönsamheten skall beräknas. LCC står för Life Cycle Cost eller livscykelkostnad och är en metod som tar hänsyn till investeringskostnad, energikostnad, energiprisökning, kalkylränta, service- och övrig driftskostnad under hela livslängden.

$LCC = \text{Investering} - LCC_{\text{energi}} - LCC_{\text{underhåll}}$

$LCC_{\text{energi}} = \text{Nusumme faktor} \times \text{energipris} \times \text{årlig energibesparing}$

$LCC_{\text{underhåll}} = \text{Årliga underhållskostnader som åtgärden medför}$

Det lägsta resultatet i en LCC-kalkyl är det bästa.

5.2 Byggtid

Det är svårt att ge något svar på om lägenhetsaggregat eller ett centralt aggregat tar kortast tid att installera eftersom det beror på husets storlek, antal lägenheter, planlösning m.m. Även hur väl projekteringen är utförd har betydelse. De som förespråkar ett centralt system menar på att det tar kortast tid att installera eftersom det bara är ett aggregat som ska installeras och injusteras. Det som talar mot en kortare installationstid är de nya vertikala tilluftskanaler som ska dras samt installationen av komponenter som säkerställer brandskyddet.

Christer Saleryd, ägare till företaget Luftmiljö AB, skriver i tidningen VVS forum i april 2009 att byggtiden förkortas väsentligt om lägenhetsaggregat installeras eftersom lägenheterna i gamla hus oftast är likadant uppbyggda och systemen kan då standardiseras. Därmed kan installationstiden förkortas och de boende kan eventuellt bo kvar i sina lägenheter under tiden.

Sten Mortensen på ventilationsföretaget Veab skulle gissa på att det tar ca en vecka/lägenhet att installera lägenhetsaggregat, inklusive allt som till exempel rivning, elförsörjning, håltagning, kanaldragning m.m.

Byggtiden är en intressant fråga men behandlas inte vidare i detta arbete.

5.3 Drift och underhåll

För att ett FTX-system skall fungera som planerat krävs noggrann injustering samt kontinuerligt underhåll (*Byfors & Berglund, 2005*). Mellan vissa intervall skall även en mer grundlig inventering göras, OVK besiktningen. Det kontinuerliga underhållet gäller bl.a. rengöring av värmeväxlare, galler vid luftintag samt byten av filter.

5.3.1 Skötsel av ventilationsaggregat

För ventilationsaggregatets goda funktion krävs att det sköts enligt anvisningar och risken att aggregatet blir nedsmutsat och förstört med dålig verkningsgrad som påföljd är stor om det inte rengörs på rätt sätt eller tillräckligt ofta. Det räcker med 0,2 mm damm på värmeväxlaren för att verkningsgraden ska minska från 80 till 78 % (*Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader*).

Många nya ventilationsaggregat är utrustade med tryckvakter som ger ifrån sig en signal när filtret behöver bytas och service och underhåll på många av dagens lägenhetsaggregat kan göras utan tillgång till verktyg. Detta är något som underlättar för hyresgästen att ta hand om sitt aggregat. Jan Quick, ägare till

företaget Ventfunktion är dock skeptisk till att det inte behövs några verktyg eftersom de då inte uppfyller dagens säkerhetskrav för maskiner med rörliga delar.

Tillverkares skötselråd skiljer sig inte mycket från varandra och därför kan följande råd gälla för många av dagens aggregat.

Byte av filter behöver göras två ggr per år. Vissa värmeväxlare är dock utrustade med engångsfilter som inte kan rengöras. Aggregatets insidor behöver också rengöras, enklast är det att använda en fuktig trasa eller en dammsugare. Värmeväxlaren kan efter en tids användning, trots filterbyten, bli belagd med ett smutslager. Behovet av rengöring skall kontrolleras årligen som görs enklast genom att ta bort den och skölja den under rinnande vatten med vanligt diskmedel eller mildt rengöringsmedel. Fläktarna bör vid behov tas ut och rengöras med en borste utan användning av vatten. Hård smuts tas bort med vatten, men det är viktigt att fläktarna är torra innan de monteras igen. Det är också viktigt att fläktarna inte skadas eftersom det skapar obalans och oljud i aggregatet.

Om ett centralt aggregat installeras kan skötselansvaret läggas på fastighetsägaren och de boende behöver inte tänka på det. Eftersom det bara är ett aggregat att sköta förenklas underhållet betydligt och underhållskostnaderna minskas.

Installeras lägenhetsaggregat finns två val. Antingen sköter hyresgästerna det eller så tar fastighetsägaren hand om det genom att utbilda sin personal eller hyra in servicepersonal. Frågan är om hyresgästerna kan belastas med denna uppgift. Beroende på vem jag vänt mig till med frågan har jag fått olika svar. En försäljare av ventilationsaggregat säger att de är lättskötta och att det inte ska vara några problem att lägga ansvaret på hyresgästen, medan andra, t.ex. fastighetsägare är tveksamma till det. De är rädda för att underhållet inte blir ordentligt gjort och att aggregaten förstörs.

Om de boende skall sköta ventilationsaggregatet måste det finnas tydliga skötselråd med illustrationer som visar hur det ska gå till. Det är också viktigt att de får en muntlig genomgång samt stöttning i början. För att filterbyten inte skall glömmas bort finns en möjlighet att de boende prenumererar på filtren. Då kommer de via post och brukarna blir påmind om att det är dags att byta (*Johansson, P*). Problemet med hyreslägenheter är att det är många olika typer av människor som bor i lägenheterna, därtill kan det vara mycket in- och utflyttningar. Varje gång som en ny hyresgäst flyttar in måste någon ansvara för att hyresgästen får information om underhållsåtgärderna. Hyresgästen kanske inte tänker bo i lägenheten så länge och tycker då att det är onödigt att lära sig det, vilket leder till att skötseln blir eftersatt.

Det kan tyckas vara smidigast om hela skötselansvaret ligger på fastighetsägaren även om det kan medföra vissa komplikationer när hyresvärd eller inhyrd servicepersonal ska ha tillträde till lägenheterna. Visst kan hyresgästen klara av att byta filter då och då men att utföra service på värmeväxlare och fläktar är mer komplicerat och det är viktigt att de sätts tillbaka på rätt sätt för att inte aggregatet ska försämrats.

Alingsåshem har gjort en ombyggnad av 1970-tals området Brogården. Där har de installerat lägenhetsaggregat och det är tänkt att de boende själva skall sköta sina aggregat med en ordentlig skötselansvisning och stöttning i början (*Bohlin, H*). Där ser de inget problem med detta utan är positiva till att de boende får mer ansvar för sin energianvändning.

5.4 Brandskydd

Det finns många sätt att förhindra brandgasspridning i ett FTX-system. Efter att ha läst om olika brandskyddslösningar samt pratat med två brandkonsulter upptäckte jag att det råder delade meningar om hur problemet ska lösas och det finns ungefär lika många lösningar som det finns brandkonsulter. Detta är alltså ett väldigt komplext problem! Samtidigt poängteras att det inte är något problem att minimera risken för brandgasspridning i FTX-system. De flesta system går att räkna hem, det viktigaste är att i ett tidigt skede kontakta en brandkonsult så att placering av kanaler och aggregat inte hindrar installation av brandskyddskomponenter. Brandskyddslösningar är dyra och därför är det viktigt att jämföra flera alternativ.

Eftersom tekniken med FTX-system i äldre flerbostadshus är relativt nytt är det fortfarande ganska osäkert vilket brandskydd som bör väljas och det är viktigt att räkna på varje system vilken lösning som passar bäst. Om några år när tillräckligt många system har använts och testats behöver inte samma omfattande uträkningar göras varje gång.

Det finns tre alternativa lösningar som brukar användas som kan rekommenderas.

- 1) Att montera ett brandgasspjäll på samtliga till- och frånluftskanaler. Spjällen måste kompletteras med detektorer. Nackdelen med lösningen är kostnaderna och de många servicepunkterna. Brandgasspjäll kostar ca 10000 -15000 kr/st och skall motioneras var 48:e timme. Detta kan kontrolleras från en central men det är ändå någon som måste utföra kontrollen. Dessutom ger de ifrån sig ljud när de motionskörs.
- 2) Ett konverterat system där tilluften vänds och används som frånluft. Detta system är det billigaste ur investeringssynpunkt men är svårt att dimensionera. En nackdel är att hela byggnaden utsätts för ett undertryck vid brand i en lägenhet och som gör att det kan bli svårt att öppna dörrar. Detta kan dock åtgärdas genom tryckstyrning på fläkten. Kanalerna blir väldigt varma.
- 3) Ett backströmningsskydd som monteras på tilluftskanalerna till varje lägenhet, antingen i fördelningslådan eller i varje pipa. Backströmningsskyddet fungerar alltså både om separata kanaler går till varje lägenhet/brandcell eller om en gemensam fördelningskanal går till flera brandceller. Om det börjar brinna i en lägenhet stänger skyddet sig självt och förhindrar brandgaserna från att ta sig ut i tilluftssystemet.

Den behöver inte anslutas till någon elektronisk övervakningsenhet. En förutsättning för att backströmningsskyddet skall fungera är att fläktar är i drift. Denna lösning har funnits i 3 år och ses som en bra lösning enligt tillverkaren.

Det finns en viss skepsis mot backströmningsskydd bland ventilationsföretagen, vilket kan bero på att det är så nytt och oprövat.



Figur 6. Backströmningsskydd (Källa: <http://www.hagabindustri.se/brandskyddsprodukter/>)

Rök- och brandgasspridning mellan lägenheterna kan också förhindras genom vertikala avstick i lägenheterna som innebär att tilluften tillförs rummet strax över golvnivå (Södergren & Löfstedt, 2008). Rök och brandgas stannar pga. högre temperatur på en högre nivå i rummet och utrymmet på en lägre nivå är tämligen fritt från brandgaser. Dyra brandspjäll kan på detta sätt undvikas. Principen har lanserats av Lars Löfstedt på Bostadsstiftelsen Signalisten i Solna och är godkänd av brandskyddsspecialister. Så länge tilluftsfläkten är i drift är risken för spridning av rökgaser genom tilluftskanalen mycket liten.

Brand- och brandgasspridning vid lägenhetsaggregat är minimal, eftersom varje lägenhet är uppbyggd som en brandcell. Om utelufts- och avluftskanaler placeras gemensamt i fasaden finns en risk att branden tar sig ut genom avluftskanalen och antänder fasaden. Risken att fasaden antänds vid brand finns även om alternativa luftvägar används eftersom fönsterrutorna förr eller senare kommer spricka och då kan branden ta sig ut där och antända fasaden. Är fasaden av tegel är risken väldigt liten att fasaden antänds.

5.5 Ljudnivåer

Att uppnå låga ljudnivåer i lägenheterna är inget problem, vare sig med ett centralt- eller lägenhetssystem. Det finns många bra produkter såsom ljuddämpare som minskar buller från aggregaten. Tillverkare av aggregat och luftdon jobbar för att deras produkter skall vara så tysta som möjligt. Det som krävs för att uppnå en låg ljudnivå är noggrant arbete under projektering, montering och injustering.

5.5.1 Ljuddämpare

Som nämnts tidigare ger ett ventilationssystem med fläktar ifrån sig ljud som kan bli störande i lägenheten. Nya system med moderna fläktar som är rätt in-justerade med rätt fläkttyp, flöden och tryckfall ska inte ge ifrån sig störande ljud och gällande krav på max 35dB i kök kan uppnås (*Saleryd, 2009*). En ljuddämpare bör dock placeras intill aggregatet både på tillufts- och frånlufts-kanal för att minska fläktljudet.

Ljuddämpare kan även installeras på avluftskanalen för att inte ljud från anläggningen skall spridas utanför byggnaden. Precis som övriga komponenter skall ljuddämparen kunna nås för inspektion och rengöring. Ljuddämparens storlek kan fås fram ur tabeller eller diagram med teknisk dokumentation från respektive leverantör.

5.6 Luktspridning

Risken för luktspridning med roterande värmeväxlare i ett centralt system kan inte uteslutas eftersom tilluft och frånluft kan blandas. För att undvika detta problem kan en plattvärmeväxlare installeras. Ska en roterande värmeväxlare användas finns det två metoder för att minska risken för luktspridning.

Det ena är att tillföra ozon i frånluften som bryter ned lukter innan de når värmeåtervinningsrotorn (*Södergren & Löfstedt, 2008*). Det är dock en metod som kräver noggrann kontroll och dimensionering eftersom det annars kan medföra allvarliga risker om ozonet förs in i värmeväxlaren, då ozon i sig är ett giftigt ämne. Lyckade resultat kommer bl.a. från bostadsstiftelsen Signalisten i Solna. En annan metod är att placera ett kolfilter på tilluften som renar luften. Nackdelen med dessa är att de är dyra och måste rengöras och bytas med jämna mellanrum. De ger också ett ökat tryckfall så fläktarna måste arbeta hårdare.

Med lägenhetsaggregat finns risk att matos sprider sig till en annan lägenhet genom avluften om den placeras gemensamt med uteluftsintaget i fasad. För att lösa detta på ett bra sätt måste avluftsutsläpp och uteluftsintag placeras separat. Tilluften kan tillföras genom fasad och avluften skickas ut genom avluftskanaler upp ovan tak. Kombidon som kastar luften åt olika håll är ganska bra lösningar men inte helt säkra.

5.7 Aggregatplacering

Viktigt att tänka på vid placering av ventilationsaggregatet är att det ska vara lättåtkomligt för regelbunden rengöring och service. Aggregatet ska placeras så att uteluften kan nås på ett enkelt sätt och så att utluftskanalen inte blir för lång, vilket annars leder till värmeförluster genom kanalen. Underlaget och eventuella upphängningsanordningar skall vara stabila. El måste kunna kopplas till aggregatet för att försörja fläktarna. Vidare skall det finnas tillräckligt med utrymme för anslutning av övriga kanaler. Många aggregat finns i både vänster- och högerutförande vilket förenklar anslutningarna.

En vanlig placering för centrala aggregat är på vinden eller i källaren. Det är fördelaktigt med en källarplacering eftersom uppkomsten av stomljud minimeras. Med hänsyn till hygieniska skäl är detta dock mer bekymmersamt. Utluft bör tas in där ”frisk” luft finns. Tas luften in nära marken finns risk att det kommer in luftföroreningar som avgaser t.ex.

Aggregatet bör placeras i mitten av huset p.g.a. symmetrin med kanaldraineringar. Om vindsplacering passar bäst är en placering över trapphus att föredra, med hänsyn till stomljud.

Ett centralt aggregat som ska betjäna ca 20-30 lägenheter är dryga 1 x 1.5 x 1.5 m och väger ca 300- 800 kg. De är alltså ganska stora och tunga och blir större ju fler lägenheter som kopplas till aggregatet. Många aggregat går att plocka isär så att de går igenom en vanlig dörr. För att få det på plats kan det annars behövas provisoriska ställningar och hissar utanpå huset och att det görs hål i yttertaket. Detta är oftast inget problem men något som skall tas med i projekteringen eftersom det innebär högre kostnader. Finns det hiss i byggnaden kan den användas.

Storleksmässigt är inte lägenhetsaggregaten så stora. De är ca 600 x 600 x 300 mm och väger ca 40-50 kg. Lägenhetsaggregat placeras vanligen ovanför spisen i köket. Andra placeringar kan vara i badrummet eller klädkammaren. Aggregatet kan också placeras i hallen så att det är åtkomligt för eventuell driftpersonal från trapphuset genom en lucka. I befintliga hus innebär det dock att extra håltagning i väggen måste göras.

En annan lösning, som är vanligt i Norge är att placera aggregatet på balkongen (*Johansson, P*). Då är det viktigt att aggregatet skyddas mot väder och vind så att det inte skadas. Att placera aggregatet mot en vägg som gränsar till sovrum är inte att rekommendera p.g.a. vibrationer som kan ge stomljud. Placeras aggregatet separat från köksfläkten måste en extra kanal kopplas mellan köks-

fläkt och aggregat. Ofta byggs speciella skåp där aggregatet placeras, aggregatet göms och spridning av ljud minskas.

5.8 Kanaler och kanaldragningar

Kanalernas uppgift är att föra ut luften till eller från de rum som skall ventileras. I lägenheter, speciellt små, skall kanaldragningar planeras noga så att de inte stör inredning eller tar upp onödig bostadsyta. Kanaldragningen skall i möjligaste mån begränsas och i projekteringen är det viktigt att tänka igenom hur kanalsystemet skall utformas eftersom det bör vara så symmetriskt som möjligt och med få böjar för att minska luftmotstånd och tryckfall.

I det centrala systemet kan kanalerna ha dimensioner från Ø 100 mm upp till Ø 500 mm. Kanalen närmast aggregat har störst dimension eftersom luftflödet är störst där. Kanalerna placeras på bjälklaget i speciella kanalstöd. En annan lösning är att placera kanalerna på vindens takstolar eller i upphängningsanordningar då är de ur vägen om fastighetsägaren vid ett senare tillfälle vill inreda rummet. Nackdelen med detta är att det blir längre kanaldragningar och mer isolering, vilket medför högre kostnader.

Kanaldragningar blir färre och är enklare för lägenhetsvisa aggregat. Inga nya vertikala schakt för tilluft behövs och därmed behövs inga utrymmen offras för stora kanaldimensioner. Kanaler i ett lägenhetssystem har som störst en diameter på 125 mm.

Många tycker att ventilationskanaler är fula när de dras synligt i tak och takvinklar. En möjlighet är att klä in dem med gipsskivor, kanalerna göms och det ger ett mer enhetligt intryck. Inklädnaden är ett effektivt brandskydd som även minskar ljudalstring. Om takhöjden tillåter kan ett nytt undertak monteras, på det sättet syns inte kanalerna alls. Rumshöjden får dock inte understiga 2.40 m enligt Boverkets byggregler. Om taket sänks måste det finnas möjlighet att komma åt kanalerna för rensning genom rensluckor.

Ska kanalerna dras synligt kan en mer personlig inredning fås om kanalerna målas i någon rolig färg. Det är en trend som börjat synas mer och mer, speciellt i kontorslokaler (*Airways partners*). Förutom lägre byggkostnader innebär det oftast också en fördel för det termiska klimatet, en större rumsvolym ger bättre förutsättningar för god luftkvalitet.

Alla ventilationskanaler skall förses med lättåtkomliga rensanordningar för regelbunden rensning, om kanalen inte är alltför lång kan kanalen rensas från donet. Det är också viktigt att kanaler skyddas från smutsangrepp redan vid

tillverkning, leverans och på byggplatsen så att det inte finns smuts som sedan kan spridas i lägenheten (Warfvinge 2008).

Den kanal som går från spiskåpan kallas imkanal och det råder olika meningar om huruvida den ska kopplas till värmeväxlaren eller inte. Används en roterande värmeväxlare kan matos från köket spridas i systemet till andra lägenheter. Det kan också finnas risk att värmeväxlaren försämras p.g.a. det fett som finns i matoset. En lösning är att ha dubbla frånluftskanaler från kök och inte låta luften från spiskåporna gå genom aggregatet. Detta kan ge bekymmer i befintligt hus med begränsade utrymmen.

Om tilluften tas genom fasad till lägenhetsaggregat tvekar några på frågan om imkanalen kan gå ut genom fasad tillsammans med avluftskanalen p.g.a. brandspridningsrisken. Vissa anser att den inte skall föras samman med övriga ventilationskanaler. Den skall istället dras genom befintliga skorstenskanaler upp ovan tak. De befintliga murade kanalerna isoleras invändigt med en flexibel slang (imkanalen) som är isolerad enligt brandklass EI15 där E står för brandtätthet, I står för isolering och 15 är antalet minuter. På toppen sätts en regnhatt för att skydda kanalen.

Ur flödesfördelningssynpunkt är det bra om kanalerna har stora dimensioner, det minskar också ljudalstringen. Å andra sidan blir det både mer utrymmeskrävande och dyrare. Om anläggningen orsakar buller handlar det oftast om att monteringen är felaktig eller att kanalerna är för trånga.

Vanligaste materialet på kanaler är galvaniserad tunnplåt. Cirkulära kanaler är mer kostnadseffektiva än rektangulära kanaler och raka, styva kanaler bör väljas framför flexibla kanaler eftersom de senare ger högre tryckfall.

5.8.1 Isolering

Kanaler skall isoleras för att undvika värme- och kylförluster. Därutöver ska isoleringen undvika brandspridning och ljudtransmission. Frånluftskanaler i kallt utrymme skall isoleras eftersom de innehåller varm luft som skall användas. Annars måste värmebatteriet i värmeväxlaren avge onödigt mycket energi till tilluften.

Uteluftskanalen måste kondensisoleras i varma utrymmen eftersom luften kan ha en temperatur på flera minusgrader på vintern. Är inte kanalen isolerad bildas kondens på utsidan av kanalen. Det finns diffusionstäta isolerstrumpor som träs utanpå kanalen, de är smidiga och billiga (*Luftbutiken2*). Isoleringskrav med tjocklekar och typ anges i BBR (*Warfvinge, 2008*).

5.8.2 Montering

Sätten att montera kanaler utvecklas ständigt, ett exempel är att montera med ett enkelt klick (*Lindabindustri*). Det sparar tid åt installatören och entreprenören och ger färre hål från skruvar och popnitar så att det blir tätare och är enklare att rengöra. Många studier har visat att luftläckande kanaler leder till energiförluster (*Airways partners*). Detta beror på att fläkten måste väljas för ett större luftflöde och drivas med högre energianvändning. Dessutom måste onödigt mycket luft värmas.

5.8.3 Upphångningsanordningar

För upphängning av kanaler används bl.a. vaggor eller montageband av stålplåt. Kanalerna kan alternativt ligga på väggkonsoler eller annan specialupphängning. Upphångningsanordningar skall utföras i lägst samma brandklass som ventilationskanalen. De skall också utföras så att de har erforderlig bärförmåga.



Figur 7. Upphångningsanordning för ventilationskanal
(Källa <http://www.ventilation.nu/>)

5.9 Vertikala ventilationskanaler

Med ett centralt placerat aggregat måste både tillufts- och frånluftskanaler kopplas till samtliga lägenheter. I ett hus med självdrag finns redan murade skorstenskanaler för frånluft och om de är funktionsdugliga kan de användas efter att de har tätats med vald metod, se kapitel 5.9.1. Problemet är att finna plats för schakt där de nya tilluftskanalerna kan placeras. I ett hyreshus med små lägenheter och kanske små trapphus är det viktigt att tänka igenom var schakten ska placeras eftersom dessa kan ta mycket av den uthyrningsbara lägenhetsytan.

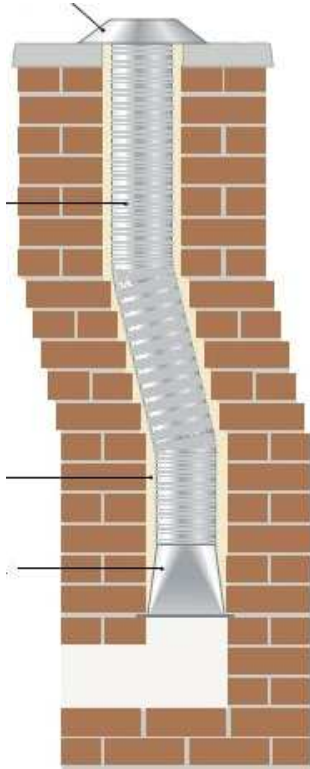
Att bygga nya schakt för tilluftskanaler innebär stora förändringar i byggnadens konstruktion på grund av alla håltagningar genom bjälklag och väggar. Möjliga placeringar är i hallen, klädkammare eller trapphuset. Finns gamla sopnedkast i huset kan de användas för placering av nya tilluftskanaler. Att placera nya tilluftskanaler utanpå huset är inte att rekommendera då detta medför att fasaden förändras och kanalerna måste isoleras mer än om de dras inuti huset.

Gemensamma vertikala kanaler som försörjer flera våningar med tilluft är att föredra eftersom de sparar utrymme jämfört med flera små kanaler. Ur brand-synpunkt är detta inget problem då det finns godkända brandskyddslösningar. Schakten måste vara åtkomliga från varje våning, både under installationsarbetet och senare för inspektion.

Installeras lägenhetsaggregat behövs inga vertikala schakt för tilluftskanaler, och därmed behöver ingen uthyrningsbar yta gå förlorad.

5.9.1 Skorstenskanaler

Murade skorstenskanaler som ska användas i FTX-systemet måste tätas (*Nilsson, B*). En metod är insatsrör som är en kostnadseffektiv metod som inte innebär några stora ingrepp i fastigheten. Rören är tillverkade av rostfritt stål och förs ned i skorstenen. Sidodragningar i befintlig skorsten är inget problem. Nackdelen är att kanaldimensionen minskas.



Figur 8. Skorstenskanaler med insatsrör. (Källa: <http://www.soliduct.com/skorstensreovering.htm>)

Det finns andra metoder för tätning, t.ex. glidgjutning, men det kostar dubbelt så mycket som insatsrören. Glidgjutning är en metod där kanalen bestrykes invändigt med temperaturtålig keramisk massa. Fördelen med glidgjutning är att kanalarean inte minskas lika mycket som med insatsrör. Anledningen till att inte vanliga spirorör används är att insatsrören är böjliga och eftersom skorstenskanalerna inte alltid är helt raka, eller är trasiga på vissa ställen är dessa rör enklare att använda.

Innan kanalerna tätas måste de lokaliseras. Gamla ritningar kan ge en anvisning om var de finns och sedan lokaliseras de på plats. Rökpatroner kan användas för att identifiera piporna i skorstenen. Lokalisering sker därefter vanligtvis med hjälp av lod.

Kanaler som inte kommer användas måste sättas igen, t ex med en bit isolering som sedan täcks med ett par centimeter gjutning. Oanvända kanaler kan också rivas. Det är egentligen det allra bästa, men det är tidskrävande, innebär stora rivningskostnader och ger ett förändrat utseende på huset.

Är konditionen på skorstenskanalerna alldeles för dåliga för att användas måste de rivas och helt nya byggas. Ett sådant ingrepp kostar mycket och en annan lösning på ventilationen bör övervägas.

5.10 Märkning av installationerna

För att underlätta drift och underhåll är det nödvändigt att huvudutrustningen märks med nummer och beteckningar som kommer att finnas i drift- och underhållsmanualer (*Airways partners*). Underhållspersonalen kanske inte känner till byggnaden och dessa hjälpmedel behövs för att kunna utföra ett korrekt arbete.

5.11 Don och donplacering

5.11.1 Utomhus

Vid uteluftsintaget skall det finnas ett galler som skyddar ventilationssystemet mot smuts och djur som annars kan ta sig in i kanalerna. Skydd för regn och snö måste också finnas. Intagsgaller skall vidare kunna lossas för inspektion och rengöring.

Beroende på utseendefrågan kan antingen cirkulära eller rektangulära galler väljas. Dessa finns också i olika färger för att passa fasaden. Om det är möjligt kan intagsgallret gömmas bakom fasadplattorna. Då syns de inte alls och fasaden kan behålla sitt ursprungliga utseende.

Luftintaget skall placeras så att föroreningar inte kommer in i ventilationssystemet. Detta är viktigt att tänka på om huset ligger nära en trafikerad väg. Bästa placering är högt upp där luften är som ”friskast”. Ljudpåverkan utifrån kan minskas med rätt placering av luftintaget.

Då aggregatet placeras på vinden kan en så kallad kombihuv användas för uteluft och avluft. Det underlättar håltagningen genom taket. Kombihuv är konstruerad så att uteluft och avluft inte kommer i kontakt med varandra, det

är dock ingen garanti för att kortslutning inte sker. Blåser vinden från ”fel” håll och utblåsningshastigheten är för låg finns en risk att avluften blandas med uteluften. Säkrast är att ha dem separerade från varandra.

Placeras aggregaten i lägenheterna kan uteluftsintaget placeras i fasad. I hus med självdrag finns redan intagsgaller till kök och det krävs inga nya håltagningar.

Det finns så kallade kombigaller där uteluftsintag och avluftsblås är separerade så att ingen kortslutning sker. Blåser riktigt starka vindar mot fasaden råder dock viss tvekan om donet orkar blåsa bort avluften. Risk finns att avluft blandas med uteluft. En bättre lösning är att ta in luft via fasaden men sen låta avluften gå i en kanal upp ovan tak.

Håltagning i fasad sker med kärnborr som kan borra genom betong, tegel m.m. Det utförs av håltagare och är ett ingrepp som medför att väggen måste omta-petsas eller ommålas om den inte skyddas ordentligt (*Mortensen, S*).



Figur 9. Håltagning med kärnborr (Källa: <http://www.kallgrenosoner.se/bilder/betongs.jpg>)

5.11.2 Inomhus

Det är viktigt att tilluftsdonen i vardags- och sovrum placeras så att luftens väg genom rummet blir så lång som möjligt. Kortslutningsströmning, då tilluften inte blandas i rummet, skall undvikas. Samtidigt måste lufthastigheten hållas låg, max 0,15 m/s i vistelsezonen för att minska obehagligt drag. Vilken placering som är bäst beror på rummets form, möblering och vilket don som väljs. Möblernas placering i rummet och hängande armaturer kan hindra en luftstråles väg så att uppnådd effekt uteblir. Det är tilluftsdonets utformning och därav luftens utloppshastighet samt dess temperatur som avgör hur god omblandningen av luften blir i rummet.

Det finns olika sätt att blåsa in luft i ett rum. Den enklaste och vanligaste i en bostad är så kallad bakkantsinblåsning då tilluften blåses ut från en innervägg mot fasadväggen (*Warfvinge 2008*). Don för bakkantsinblåsning har en kastlängd på 4 -5 meter vilket räcker för rum i små lägenheter.

I större rum kan tilluften tillföras mitt i rummets tak då det ger bättre spridning och omblandning. Rum med vinklar kan också behöva den sortens tilluft. Vägghängning är dock enklare än takhängning. Om flera don skall placeras i ett rum måste avståndet mellan dem vara tillräckligt stort för att de inte skall kunna påverkas av varandra.

Kanaldragningar är avgörande för donplaceringar eftersom långa kanaldragningar ska undvikas. Är innertaket sänkt underlättas kanaldragningen och det finns fler möjligheter för olika donplaceringar.

I dagens moderna hem är det viktigt att donen passar med inredning och många tycker att de ska ha en neutral design. Vidare skall de vara lätta att rengöra och justera.

För håltagning i trä, hårda och porösa plattor, gipsskivor, plast mm används en hålsåg.



Figur 10. Håltagning med hålsåg (Källa: <http://www.fresh.se/p78005/files/78152.jpg>)

5.12 Komponenter för behovsstyrning

Behovsstyrning ger en lägre energianvändning för uppvärmning och för drift av fläktar. Det leder till lägre driftskostnader. I ett centralt system finns det ingen enkel metod att behovsstyra ventilationen i var och en av lägenheterna. Om behovsstyrning skall vara möjlig krävs fler och mer komplicerade komponenter som dessutom är dyra. Lägenhetsaggregat ger större möjlighet till behovsstyrning. Det finns flera metoder som kräver olika komponenter. Några av dessa beskrivs nedan.

Koldioxidgivare

Känner av när koldioxidhalten stiger i ett rum och skickar då en signal till systemet som forcerar tilluftsflödet till ett förinställt flöde.

Närvarogivare

Känner av om det är någon i rummet och skickar då en signal till systemet som forcerar tilluftsflödet till ett förinställt flöde.

Timer

Fläkthastigheten ökas genom att en timer ställs in på önskad drifttid.

6 Fallstudie och byggnadsbeskrivning

Helsingborgshem ägs av Helsingborgs stad och grundades 1946 och äger drygt 12200 lägenheter på 30 bostadsområden i Helsingborg (*Helsingborgshem*). De jobbar för att minska energianvändningen i sina bostäder och har satt upp energisparmål. För att kunna uppnå dessa energisparmål är det nödvändigt att bl.a. se över ventilationen i flertalet av deras bostadshus.

6.1 Kv. Tomaten i Helsingborg

Kv. Tomaten består av sju huskroppar. De förvaltas av Helsingborgshem och består av hyreslägenheter. Det hus som jag arbetat med uppfördes omkring 1948 och genomgick en reovering i början av 1980-talet. Det är ett flerbostadshus med 3 våningar och 3 trappuppgångar med totalt 27 lägenheter. Lägenheterna är av en- och tvårumstyp. Rumshöjden är 2,62 m. Huset har en uppvärmd källare med tvättstuga, uthyrningslokal och cykelförråd samt en kallvind. Vinden har förrådsutrymmen men dessa används inte i dagsläget enligt information från helsingborgshem.

Huset förses med värme från fjärrvärmenätet. Byggnaden har i dagsläget självdrag via kanaler i skorsten. Köken är utrustade med kolfilterfläktar. Tilluften tas in via spaltventiler i fasad.

Inga mätningar har gjorts på luftflödet, men ventilationen i flertalet lägenheter är bristfällig p.g.a. att det saknas tilluftsdon i ytterväggar och att fönster och dörrar är lufttätade med lister av gummi. Detta har medfört att kondensproblem uppstått på fasader.

6.1.1 Synpunkter från brukarna

I februari i år genomfördes en besiktning av en lägenhet. Vid denna besiktning upptäcktes mikrobiell påväxt på fönsterbågarnas nedre sida samt på insida av yttervägg i garderoben. Vid besiktningen mättes temperaturen på ytterväggarna som varierade mellan 15,4 – 23,2 °C, i garderoben varierade temperaturen mellan 10,4 – 12,1 °C .

Nya levnadsvanor som ökat duschande i samband med brist i ventilationen medför att fukttinnehållet i inomhusluften blir förhöjt och detta leder till kondensutfällning och mikrobiell tillväxt på kalla ytor. Dessa problem kan rättas till med en förbättrad ventilation.



a)



b)

Figur 11.a) och b) Hus i Kvarteret Tomaten (Källa: Viveka Reuterhäll)

Konstruktionselement

Dessa uppgifter är hämtade från Energi- och installationbedömning av Kv. Tomaten utförd 2007 av Bengt Dahlgren AB och AK-konsult.

Takkonstruktion:

- Tegelpanna/Takpapp/Råspont/Takstol/luft, kallvind/cellbetong 100 mm/Betong 140 mm.

Ytterväggskonstruktion:

- Tegelvägg: Tegel 120 mm/Luftspalt 25 mm/Tegel 240 mm/Puts 20 mm.
- Källarvägg: Betong 30mm/Trällsskiva 20 mm/Puts 20 mm.

Fönster och balkongdörrar:

- Fönster och balkongdörrar är av 2-glas modell, med ett U-värde på 2,7 W/m².

Källargolv:

- Betong 180 mm.

Husets stomme och bjälklag är av betong.

Areor och U-värden för samtliga byggnadsdelar		
Konstruktionselement	Area	U-värde
Tak	518m ²	0,28 W/m ² K
Yttervägg (tegel)	924m ²	1,3 W/m ² K
Källarvägg (betong) övermark	131m ²	1,58 W/m ² K
Källarvägg (betong) 0-1 m undermark	126m ²	0,82 W/m ² K
Källarvägg (betong) 1-2 m undermark	62m ²	0,41 W/m ² K
Fönster	323m ²	2,7 W/m ² K
Balkongdörrar	96m ²	2,7 W/m ² K
Källargolv	543m ²	0,26 W/m ² K

7 Ombyggnadsförslag

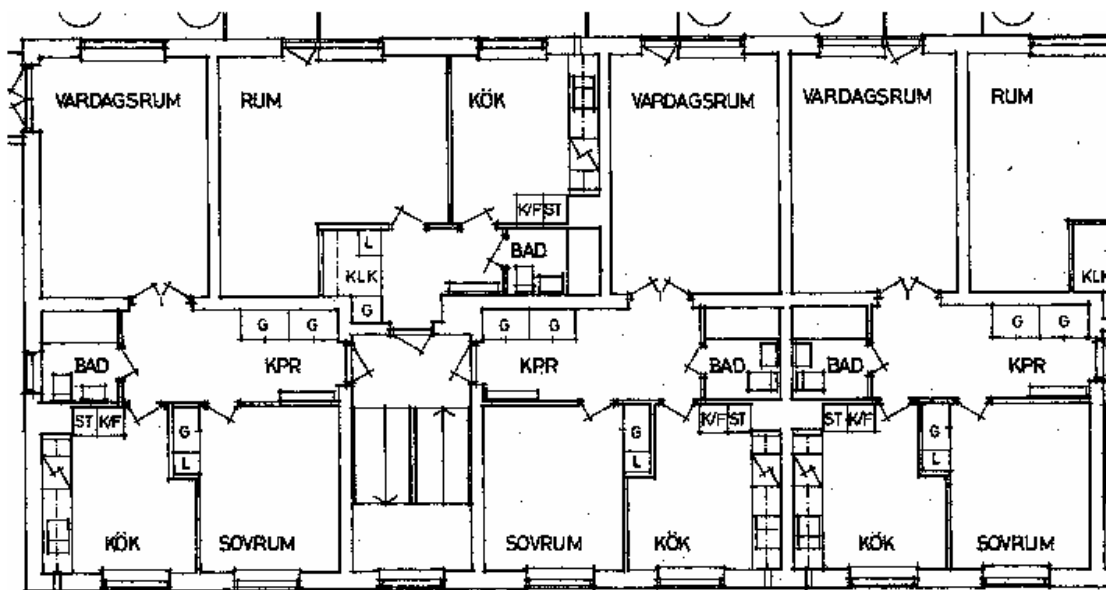
7.1 Allmänt

I detta kapitel redovisas två förslag till installation av FTX- system. Jag har fått tagit del av ritningar, pratat med Helsingborgshem och även varit in i två lägenheter i två liknande hus i samma kvarter. Fotografierna i kapitlet kommer från en av dessa två lägenheter. Eftersom alla husen i kvarteret uppfördes ungefär samtidigt antas att köken och övriga rum har liknande utseende i mitt hus. En film som visar insidan av de skorstenkanaler som går från kök och badrum visade att det går separata frånluftskanaler från kök och badrum. Kanalerna är i bra skick med bara några få trasiga partier och jag utgår ifrån att de kan fortsätta användas som frånluftskanaler i FTX-systemet efter att de har tätats med vald metod, t.ex. insatsrör. Utifrån iakttagelser har förslag på möjlig installation tagits fram.

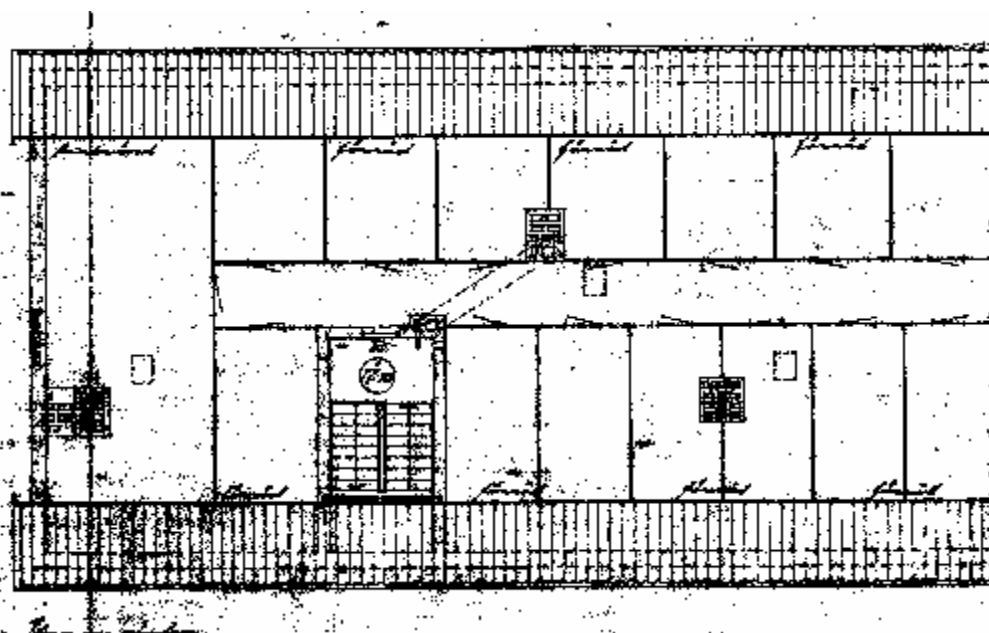
Det finns ett stort utbud av ventilationsprodukter för bostäder. Ett samarbete med Systemair underlättar för att försäkra mig om att de apparater som föreslås verkligen finns. Jag har endast gjort principskisser för ett våningsplan med nio lägenheter då de andra våningsplanen är i princip lika.



Figur 12. Köksinredning (Källa: Viveka Reuterhäll)



Figur 13. Del av våningsplan (Källa: Helsingborgshem)



Figur 14. Del av vindsplan (Källa: Helsingborgshem)

7.2 Dimensionering av luftflöden

För att få ett väl fungerande ventilationssystem i lägenheterna måste erforderliga luftflöden uppnås. Normalt dimensioneras luftflödet efter det största flödet av alternativ 1 och 2.

Alt 1: 0.35 l/s, m² golvyta.

Alt 2: Summan av lägsta godtagbara frånluftsflöde i kök, badrum och kläd-kammare.

Kök 10 l/s

Badrum utan öppningsbart fönster 15l/s

Kläd-kammare 0.35 l/s m² golvyta, i praktiken minst 3 l/s.

Lägenheterna är av två typer; ettor på ca 35 m² och tvåor på ca 50 m²

Alt 1 ger för ettorna ca 12 l/s och för tvåorna ca 17 l/s.

I detta fall dimensioneras luftflödet efter alt 2 som ger 25 l/s per lägenhet i grundflöde. Möjlighet till forcering ges genom köksfläkt.

7.3 Kanaldimensioner

Kanalerna dimensioneras efter kriteriet $R = 1 \text{ Pa/m}$ där R står för tryckfall per meter. Kanalerna i lägenheterna kommer ha dim. Ø100 mm eller Ø 125 mm. I det centrala systemet kommer kanalerna på vinden nå upp till dim. Ø 500 mm.

7.4 Kanalisolering

Kanalerna måste isoleras för att uppnå erforderligt brandkrav. Kanaler som placeras i kallt utrymme, t.ex. vinden kondensisoleras. Uteluftskanalen i lägenhetssystemet isoleras också med kondensisolering.

7.5 Dimensionering av aggregat

Aggregatet dimensioneras efter det totala luftflödet. Vid dimensioneringen av fläkten tas hänsyn till tryckfall genom kanalerna, ljudnivåer samt om spiskåpan är kopplad till aggregatet.

Om spiskåpan kopplas till aggregatet kan antas att 60 % av lägenheterna ska kunna laga mat samtidigt.

7.6 Centralt aggregat

Som centralt aggregat valdes en roterande värmeväxlare i ett aggregat med sidoanslutning. Vid balanserade luftflöden har aggregatet en temperaturverkningsgrad på ca 80 %. Det är ett delbart aggregat vilket underlättar vid installation.

Roterande värmeväxlare medför en risk för luktöverföring mellan till- och frånluft, men om ett kolfilter placeras på tilluftskanalerna minskas den risken, även metoden med ozontillförsel på frånluften kan användas men bör utredas med avseende på överkänslighet. Det skulle också gå att använda en plattvärmeväxlare som dock är större och därmed tar mer utrymme. Endast frånluft från badrummet kopplas till värmeväxlaren. I köken installeras nya spiskåpor med fläkt och frånluftskanaler som går separat ut ovan tak.

Aggregatplacering

Det centrala aggregatet placeras lämpligen på vinden eftersom den inte används till någonting i nuläget. Där finns gott om utrymme för aggregat och kanaler. Hela vinden blir ett nytt fläktrum.

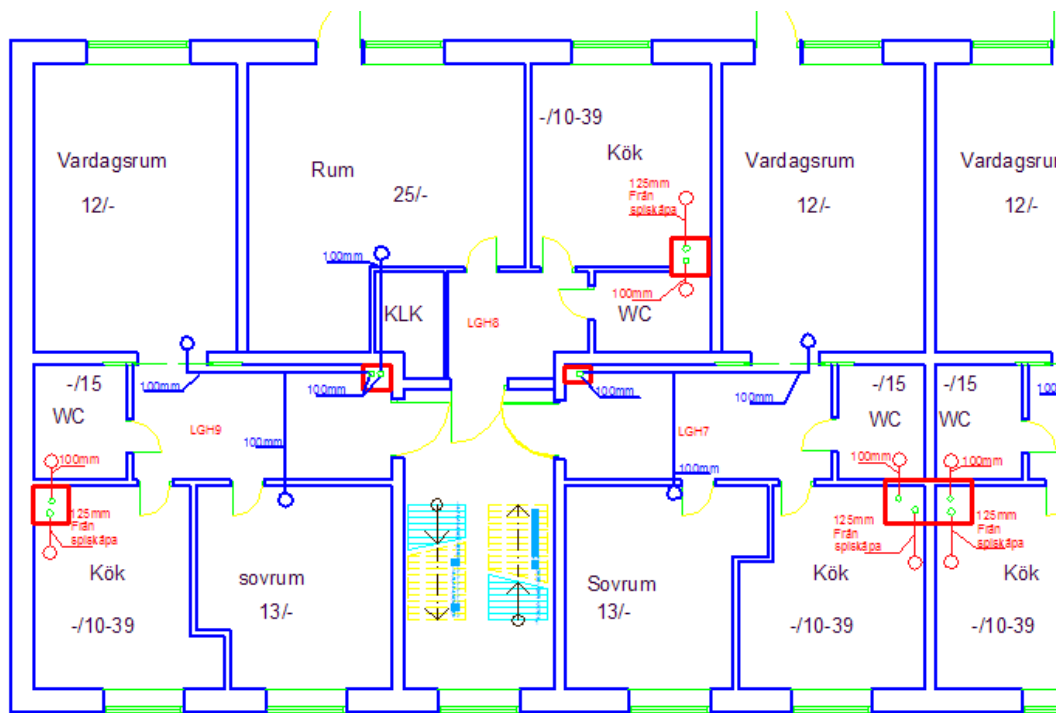
Utluftintaget blir placerat högt upp och på så sätt kan ”frisk” luft tas in i värmeväxlaren. För att minska ljudalstring genom bjälklaget placeras aggregatet lämpligen ovanför ett trapphus.

Elförsörjning

Aggregaten finns utrustade med vatten- eller elbatterier. Om varmvattenbatteri skall användas måste vattenrör dras upp till vinden och monteras till aggregatet. Om aggregatet utrustas med elbatteri finns det en risk att det inte finns tillräcklig elförsörjning, då kan isolerade elkablar behöva dras upp till vinden. Utredning av detta har inte varit möjlig och ingår inte i arbetet.

Horisontella kanaldragningar

En taksänkning med 20 cm i lägenheterna är möjlig. I hallen kan det sänkas så att kanalerna kan gömmas ovanför. På vinden placeras kanalerna på bjälklaget i speciella kanalstöd.



Figur 15. Del av våningsplan med kanaldragningar (Källa: Viveka Reuterhäll)

Principskiss för kanaldragning i lägenhet, se Bilaga 1.

Befintliga skorstenskanaler

Frånluftskanalerna från kök och badrum tätas med insatsrör. Kanaler från badrum kopplas till aggregatet och samlas i suglådor som placeras vid skorstenarna på vinden. Ovanför suglådan täpps skorstenen igen med isolering och några centimeter gjutning. Kökskanalen går separat ut ovan tak och skyddas med en regnhatt.

Nya tilluftsschakt

Nya tilluftskanaler kan installeras i hallen där det står en garderob. Det blir totalt sex nya schakt med separata tilluftskanaler som förser alla lägenheter med tilluft. Kanalerna kläs in med gips och fästs med stålreglar i ett schakt som har brandklassning EI60.

Schakten bör inte bli så stora, så lägenhetsytan minskas minimalt. För att kunna nå så många rum som möjligt måste kanaler gå igenom brandcellsgränser, men det blir inget problem om erforderliga brandskyddskomponenter installeras.

Ljuddämpare

Ljuddämpare placeras på kanalerna närmast ventilationsaggregatet samt på varje tilluftskanal så att inte bullerstörning uppstår.

Don/Donplacering

Frånluftsdon placeras i badrumsväggen.

I vardagsrum och sovrum placeras tilluftsdon i vägg. Det finns don tillverkade för dragfri bakkantsinblåsning och finns i flera storlekar (*Systemairs produkt-katalog*).



Figur 16. Frånluftsdon (Källa: Systemair.se)



Figur 17. Tilluftsdon (Källa: Systemair.se)

Uteluftsventiler

En kombihuv placeras i yttertaket. Risk för kortslutning finns, men håltagning i taket blir enklare.

Brand

Risk för brand- och brandgasspridning mellan brandceller måste beaktas.

Imkanalen brandisolerar så att den uppfyller brandklassning EI15

På tilluftskanal samt frånluftskanal placeras ett brand/brandgasspjäll som stängs automatiskt när brand uppstår. En brandfläkt placeras vid aggregatet och vid uppkomst av brand tar den fläkten hand om luftflödena och för ut dem en annan väg.

Kanaler på vinden isoleras så att de uppfyller kraven för brandteknisk klass. Dimensionering ska ske utifrån kanalstorlek, massflödet samt temperaturer. Upphållningsanordningar utföres så att de har erforderlig bärförmåga.

Injustering

Injusteringsspjäll placeras på varje tillufts- och frånluftskanal som ställer in rätt flöden.

Skötsel och underhåll

Fastighetsägaren har ansvar för allt service och underhåll på aggregatet.

7.7 Enskilt aggregat

Som lägenhetsaggregat valdes en roterande värmeväxlare med en temperaturverkningsgrad på ca 80 % . Aggregatet passar bra i dessa små lägenheter då utrymme för kanaler är begränsat. Aggregatet skiftar automatisk mellan normaldrift med värmeåtervinning och somrardrift utan värmeåtervinning. Aggregatet är vändbart vilket underlättar vid installationen.

Aggregatplacering

Aggregatet placeras lämpligen ovanför spisen i köket. I dessa lägenheter där ytorna är små och begränsade så passar denna placering bäst. Att placera aggregatet ovanför spisen gör också att långa kanaldragningar från uteluftsintaget undviks, vilket är fördelaktigt. Aggregatet har toppanslutning vilket i detta fall gör det enkelt att ansluta alla kanaler. En spiskåpa monteras direkt under aggregatet. Luften från spiskåpan leds via en bypasskanal vid sidan om värmeväxlaren och direkt till frånluftsfläkten. Luftflödet regleras via spiskåpan.

Kanaldragningar

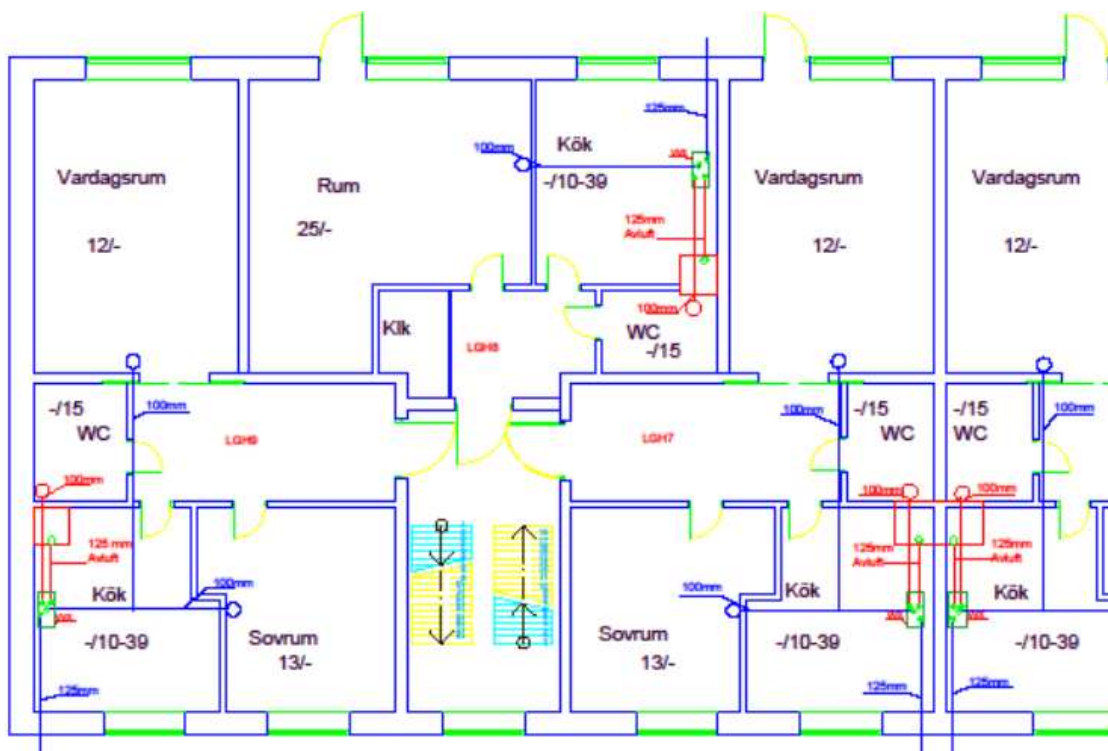
Uteluftsintag placeras lämpligen i fasad med uteluftskanal direkt kopplat till aggregatet. Befintlig skorstenskanal från kök tätas med insatsrör och användas som avluftskanal. På taket skyddas avluftskanalen mot regn och snö med en regnhatt.



Figur 18. Regnhatt (Källa: <http://www.luftbutiken.se/>)

För frånluftskanalen från badrum borras hål genom skorstenen och kanalen ansluts till värmeväxlaren. Det är viktigt att denna kanal brandtätas eftersom den går genom en brandklassad konstruktion. Det finns även risk för luktspredning till andra lägenheter om kanalen inte isoleras ordentligt. Eventuellt kan frånluftskanalen från badrummet dras ut till hallen och vidare in i köket, men detta medför en längre kanal med fler böjar. Tilluften fördelas till vardagsrum och sovrum via tilluftskanaler.

Taket kan sänkas med 20 cm i kök och kanalerna till vardagsrum och sovrum döljs.



Figur 19. Del av våningsplan med kanaldragningar (Källa: Viveka Reuterhäll)

Principskiss för kanaldragning och aggregatplacering i lägenhet, se Bilaga 2.

Ljuddämpare

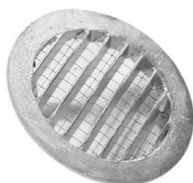
Ljuddämpare placeras på kanalerna närmast ventilationsaggregatet för att minska fläktljud.

Don/Donplacering

Se centralt aggregat.

Uteluftsgaller

Eftersom det redan finns hål i fasaden för intagsgaller i kök kan ett nytt galler monteras utan att nya hål behöver borraras. Det finns intagsgaller som är anpassat för montering på yttervägg. Det är inte så stort och tar inte mer yta än det uteluftsgaller som sitter på fasaden idag. Dessa uteluftsgaller kan ge uppkomst till ljud, för att undvika det kan dimensionen på uteluftskanalen ökas.



Figur 20. Intagsgaller (Källa: systemair.se)

Brand

Imkanalen brandisolerats så att den uppfyller brandklassning EI15.

Frånlufts kanal från bad brandtätas när den går genom skorstenskanalen, den ska tätas med material motsvarande byggnadsdelens brandtekniska klass.

Styrutrustning

Lägenhetsaggregat kan utrustas med kontrollpaneler där ventilationsflödet kan ställas in. När ingen är hemma kan ventilationen reduceras t.ex.

Injustering

Varje kanalsystem måste justeras för att rätt luftflöden skall uppnås. Detta görs innan ventilationssystemet tas i bruk.

Skötsel och underhåll

Eftersom huset består av hyreslägenheter föreslår jag att fastighetsägaren har ansvar för allt service och underhåll. Det säkerställer att det sker på rätt sätt. Det är svårt att lägga detta ansvar på hyresgästerna.

7.8 Kompletterande åtgärder för båda systemen

För att ett FTX-system skall fungera optimalt krävs att klimatskalet är tätt. Klimatskalet är förmodligen lufttätt och behöver tätas så att inte kall luft kan komma in i lägenheterna. Det kan räcka med att fönster tätas, det är också viktigt att samtliga uteluftsventiler som inte ska användas tätas. De tätas lämpligen med silikon.

8 Kostnads kalkyl

Med god hjälp av Veab har jag kunnat göra en grov kostnads kalkyl för de båda systemen. Kostnaderna är baserade på mina skisser och antaganden på hur många meter kanaler, dimensionsändringar m.m. det går åt på vinden, i lägenheterna och i schakten. Jag vill noga påpeka att kostnads kalkylen inte är fullständig och det kan mycket väl bli en dyrare slutsumma, men den kan ge en någorlunda uppfattning om hur mycket en ombyggnad kan kosta. Det ger också en uppfattning om var de största kostnaderna ligger.

Tillvägagångssätt:

I kalkylen ingår antal meter kanaler som behövs av respektive dimension samt antalet böjar, t-rör, dimensionsändringar, avstick och isolering. Monteringstid samt monterings- och materialkostnad beräknades utifrån schabloner i kalkylprogrammet.

Prisuppgifter för komponenter kommer från offerter från försäljare. Utöver dessa kostnader har jag uppskattat och fyllt i kostnader och tidsåtgång för övrigt arbete som tillkommer. Restider och arbetsplatskostnader har inte tagits med i kalkylen.

8.1 Kostnadskalkyler

Centralt aggregat

Komponent	Kostnad
Ventilationsaggregat	73400
Spiskåpa	23220
Till- och frånluftsdon	10170
Ljuddämpare	10000
Spjäll	24000
Brandutrustning	64400
Kombihuv	7700
Totalt Sakvaror	212890
Runda kanaler	53088
Rekt.kanaler	2210
Injustering	6500
Mont. Material	17415
Isolering	160000
Håltagning	100000
Taksänkning	75000
Inklädnad	75000
Insatsrör (tätning)	100000
Övrigt	132282
Totalt	934385

Kostnadskalkyl för centralt aggregat finns som bilaga 3.

Kostnad per lägenhet blir ca 34600 kr.

Lägenhetsaggregat

Komponent	Kostnad
Ventilationsaggregat inkl spiskåpa	332100
Intagsgaller	4000
Till- och frånluftsdon	10170
Ljuddämpare	10000
Spjäll	24000
Jethuvar	25000
Totalt Sakvaror	405270
Runda kanaler	28361
Montage	113 774
Injustering	22000
Mont. Material	13095
Isolering	25000
Håltagning	100000
Taksänkning	150000
Inklädnad	27000
Insatsrör (tätning)	75000
Övrigt	596578
Totalt	1001848

Kostnadskalkyl för lägenhetsaggregat finns som bilaga 4.

Kostnad per lägenhet blir ca 37100 kr.

Enligt kalkylen är investeringskostnaden för ett centralt aggregat lägre än för lägenhetsaggregat. Jag vill inte lägga så stort fokus på slutsummorna, det är mer intressant att jämföra kostnadsposterna. I det centrala systemet kommer kostnaden för kanaler att bli högre på grund av de nya tilluftskanalerna och de större kanaldimensionerna, även isoleringskostnaden blir högre. Det beror på de stora kanaldimensionerna som ska isoleras på vinden. I lägenhetssystemet behöver bara utluftskanalen isoleras. Brand- och brandgasspjäll är dyra, dessutom måste systemet utrustas med rökdekare. En fördel för lägenhetssystemet är att ingen dyr brandskyddsutrustning behövs.

Den största kostnadsposten för lägenhetssystemet är aggregaten. Att köpa 27 lägenhetsaggregat kostar fyra gånger så mycket som att köpa ett stort! Det är också viktigt att komma ihåg att kostnader för drift och underhåll kommer att bli dyrare för ett lägenhetssystem. Även om brukarna får ansvaret över sina aggregat kommer det bli många fler filterbyten som kostar pengar. Om investeringen skall ses ur ett långsiktigt perspektiv, vilket det bör, kommer det centrala systemet bli billigare.

9 Diskussion

Jag har under arbetets gång fått uppfattningen att intresset för energieffektivisering och ombyggnader av ventilationssystem är stort men det råder en osäkerhet om hur det ska gå till, vilket system som är lämpligt och vilka produkter som passar. Det visar på att det är en komplex fråga med flera möjliga svar. Varje byggnad har sina förutsättningar och det är viktigt att utgå från byggnadens konstruktion och planlösning när val av system ska göras. En noga genomförd projektering är därför viktigt för att installationen ska bli lyckad.

Att det finns så många lösningar och svar kan vara frustrerande, men jag har lärt mig att det inte alltid finns bestämda rätt och fel, bara bra och mindre bra lösningar.

Byggbranschen är i ständig utveckling, men det finns mycket tyckande och branschen är ganska konservativ. Jag har ibland märkt av en rädsla för att prova nya lösningar och produkter, och det tycks vara lättare att välja gamla beprövade lösningar. Det kan förstås vara bra, men det är samtidigt viktigt att våga prova nya lösningar och produkter som kanske är bättre än de gamla.

I skrivandets stund sker hela tiden nya produktframtagningar. Fläktar blir mer energieffektiva, aggregaten mindre men med samma kapacitet o.s.v. Förhoppningsvis kommer dessa produkter bidra till att intresset för värmeåtervinning blir större och att ombyggnadstakten ökar. Jag tror att det är viktigt att fastighetsägare inser att ett nytt ventilationssystem inte bara innebär en minskad energianvändning utan också ger ökad komfort för brukarna.

Det behövs fler goda exempel som visar att FTX-system i befintliga bostadshus fungerar och är robusta. När fler och fler gör ombyggnader av ventilationssystemet är det viktigt att dessa erfarenheter dokumenteras och förs vidare. På så sätt kan fler ta lärdom av både bra och mindre bra lösningar. I dagsläget är utbudet av enkla systemlösningar minimalt och jag har fått ringa till flera personer för att få svar på frågor. Komponenter säljs var för sig och försäljarna har ofta bristande kunskap om systemen. Systemlösningen görs ofta av projektören och installatören i varje byggnad.

Något som jag funderat på under tiden jag arbetat med detta är om det skulle gå att dela in äldre flerbostadshus i byggnadskategorier som skulle underlätta vid installation av FTX-system. Husen skulle kunna delas in efter antal våningar, antal trapphus, antal lägenheter och lägenhetstyper. Vidare skulle en undersökning göras om vad källare och vind används till i dagsläget. Utifrån det kan husen delas in i tre kategorier; De som passar för centralt-, decentraliserat- samt lägenhetssystem.

Är det 20 lägenheter eller färre är det kanske onödigt med ett stort aggregat och lägenhetsaggregat bör övervägas. Är byggnaden väldigt hög eller väldigt utbredd kanske flera decentraliserade aggregat behövs. Eftersom jag påpekat ett flertal gånger att varje byggnad är unik kan det uppstå vissa problem med detta, men jag tror ändå att det skulle underlätta.

Vad gäller kanalerna i lägenheterna så är det synd att så många vill dölja dem med inklädnader och taksänkning. Det är dags att inse att ventilationssystemet är en nödvändig del utav en byggnad som med all rätt borde få synas mer och det skulle vara roligt om fler lösningar fanns. Kanalerna kanske kan användas till något mer, eller bara målas om och bli en häftig detalj i rummet.

10 Slutsatser

Det finns fördelar och nackdelar med både centralt- och lägenhetsaggregat. Ett centralt aggregat kräver att antingen vinden eller källaren tas i anspråk och blir nytt aggregatrum. Därtill ska nya tilluftskanaler dras genom hela huset vilket betyder att lägenhetsytan blir mindre. Är trappuppgångarna tillräckligt stora eller om gamla sopschakt finns kan tilluftskanaler förläggas där.

Det är viktigt att brandskyddet säkerställs i ett centralt system. Komplicerade spjäll som måste motionköras finns på marknaden och är vanliga. Enklare och billigare brandskyddslösningar behövs och några finns redan på marknaden. Ett exempel är backströmningsskyddet.

Luktspridning i ett centralt system kan undvikas med hjälp av kolfilter, tillförsel av ozon och rätt värmeväxlare. Kolfilter är dock dyra och måste bytas efterhand. Tillförsel av ozon måste dimensioneras rätt för att undvika att ozonet sprids i ventilationsluften.

Den största nackdelen med lägenhetsaggregaten är alla servicepunkter som måste skötas. Kan aggregaten placeras i hallen finns möjlighet för servicepersonal att nå dem utifrån trapphuset. Men det underlättar bara åtkomligheten, antalet servicepunkter är lika många. Det positiva med lägenhetsaggregaten är de få kanaldragningarna och de små kanaldimensionerna. Ingen hänsyn behöver tas för brandgasspridning och därmed försvinner en stor kostnadspost.

Ljud och buller behöver inte vara något problem i något av systemen om systemet injusteras rätt och ljuddämpare placeras i kanalerna.

Fallstudien:

Det är möjligt att installera både lägenhetsaggregat och centralt aggregat i detta hus. Ett centralt aggregat är ändå det mest lämpliga eftersom det finns en oanvänd vind som kan fungera som nytt aggregatrum och nya schakt med tilluftskanaler kan dras genom huset och placeras där det idag finns en garderob. Det blir mycket håltagningar genom bjälklag och väggar men i det långa loppet kommer detta system fungera bäst. Eftersom huset består av hyresrätter finns risk för mycket in- och utflyttningar och brukare som inte är intresserade av att sköta sitt aggregat. Ett lägenhetssystem riskerar därför att bli undermåligt skött med sämre verkningsgrad som påföljd om ansvaret läggs på brukarna. Det är dumt att riskera när det har investerats så mycket pengar i ombyggnaden. Om bostadsägaren ska ansvara för skötseln av lägenhetsaggregaten uppstår problem med tillgång till lägenheterna, fler servicepunkter och högre servicekostnader.

Enligt mina kalkyler har det centrala systemet något lägre investeringskostnad än lägenhetssystemet. Detta beror på den höga kostnaden för de 27 aggregaten som ska till varje lägenhet. Det visade sig att de 27 aggregaten kostar fyra gånger så mycket som ett centralt aggregat.

De största kostnaderna för det centrala systemet är brandskyddskomponenter samt schakten för de nya tilluftskanalerna. Drift och underhållskostnader hålls lägre i ett centralt system än för ett lägenhetssystem.

Ur ett långsiktigt perspektiv kommer Helsingborgshem att tjäna mest på ett centralt system. För att få en ännu mer verklighetstrogen bild på hur mycket ombyggnaden kommer att kosta bör en LCC-kalkyl göras.

11 Referenser

Litteratur

Andnöd- en handbok om luften i våra bostäder (2005). Svensk ventilation. Växjö. Löwex Trycksaker AB. ISBN 91-631-6765-4

Erikson, B. (1993) Byggeforskningsrådet. *Ventilation av bostäder, nordisk handbok*. Stockholm. Ljunglöfs Offset AB. ISBN 91-540-5519-9

Hallstedt, Å. (1995). Byggeforskningsrådet. *Ventilationsguiden -byggherrens guide för bostadsventilation Ombyggnad* ISBN 91-540-5720-5

Svennberg, S.A. (1983). Byggeforskningsrådet. *Värmeåtervinning ut ventilationsluft*. Stockholm. Spångbergs Tryckerier AB. ISBN 91-540-4003-5

Systemairs produktkatalog (2008) *ventilationsprodukter*

Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader (2008). Sveriges Byggindustrier (FoU-syd). SG Zetterqvist AB. ISSN 1652-6392

Warfvinge, C. (2008) *Installationsteknik AK för V*. Lund. Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-04880-2

Internet

Airways partners. *Effektiva ventilationskanaler*. Hämtad från <<http://www.byv.kth.se/avd/Itek/publ/pdf/airways-sv.pdf>> Hämtad 2009-04-01.

Boverkets byggregler. Hämtat från <www.boverket.se>

Byfors, J & Berglund, M (2005) *Flerbostadshus utan värmesystem – passivhus i flera våningar*, Slutrapport NCC och White. Hämtad från <http://feed.ne.cision.com/wpyfs/00/00/00/00/00/06/27/FB/wkr0003.pdf> hämtad 2009-03-06

Energibesiktningar EMTD AB 1. *Vad är en energideklaration?* Hämtad från <www.energibesiktningar.com/energideklaration> Hämtad 2009-03-21.

Energibesiktningar EMTD AB 2. *Vad är OVK?* Hämtad från <<http://www.energibesiktningar.com/ovk/>> Hämtad 2009-05-02.

Energimyndigheten. *Byggnaden som energisystem*. Hämtad från <[http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET2007_1w.pdf/\\$FILE/ET2007_1w.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET2007_1w.pdf/$FILE/ET2007_1w.pdf?OpenElement)> Hämtad 2009-03-06.

Exhausto. *Bostadsventilation*. Hämtad från <http://www.exhausto.dk/docs/3003054/3003054_sys_Living_projekteringsguide_till_ventilation_av_bostäder_S.pdf> Hämtad 2009-03-11.

Helsingborgshem. Hämtad från <<http://www.helsingborgshem.se/>> hämtad 2009-05-02

Lindabindustri. Hämtad från <www.lindab.com/click/svensk/> Hämtad 2009-04-15

Luftbutiken1. *Ventilationsfilter*. Hämtad från <http://www.luftbutiken.se/ventilationsfilter-c-247.html> hämtad 2009-05-17

Luftbutiken2. *Isolering*. Hämtad från <<http://www.luftbutiken.se/isolerstrumpa-strl200-50mm-p-850.html>> hämtad 2009-05-02

Saleryd, C. (2009) *Värmeåtervinning i miljonprogrammet -centralt eller decentraliserat system*. Hämtad från <<http://www.emagin.se/v5/viewer/files/default.aspx?paper=3040261889026,04690&startpage=1>> Hämtad 2009-05-04.

Soliduct. *Ventilation- Allmänt*. Hämtad från <<http://www.soliduct.com/ventilation.htm>> Hämtad 2009-06-04.

Södergren, D. & Löfstedt, L. (2008) *Energibesparingar i bostadssektorn Ombyggnad av ventilationssystem från F- till FTX-utförande i befintligt bostadsområde*, rapport från etapp 1 Solna. Hämtad från <<http://www.bebostad.se/Pagaende%20projekt/Rapporter/Ombyggnad%20av%20Ventsystem%20fr%C3%A5n%20F-%20till%20FTX%20i%20bef%20bostadshus.pdf>> Hämtad 2009-03-06.

Ventfunktion. *Vilken typ av ventilationssystem ska man välja till sitt hus*. Hämtad från <www.ventfunktion.se/villa/typ.htm> Hämtad 2009-03-21

Muntliga källor

Ahnström, Bo. Hagab Industri Telefonkontakt 2009-04-21

Björkman, Roger. Swegon Telefonkontakt 2009-05-11

Bohlin Henrik. Husvärd Alingsåshem Telefonkontakt 2009-04-20

Johansson, Pär. Systemair 2009-04-08

Mortensen, Sten. Veab 2009-03-18, 2009-04-16

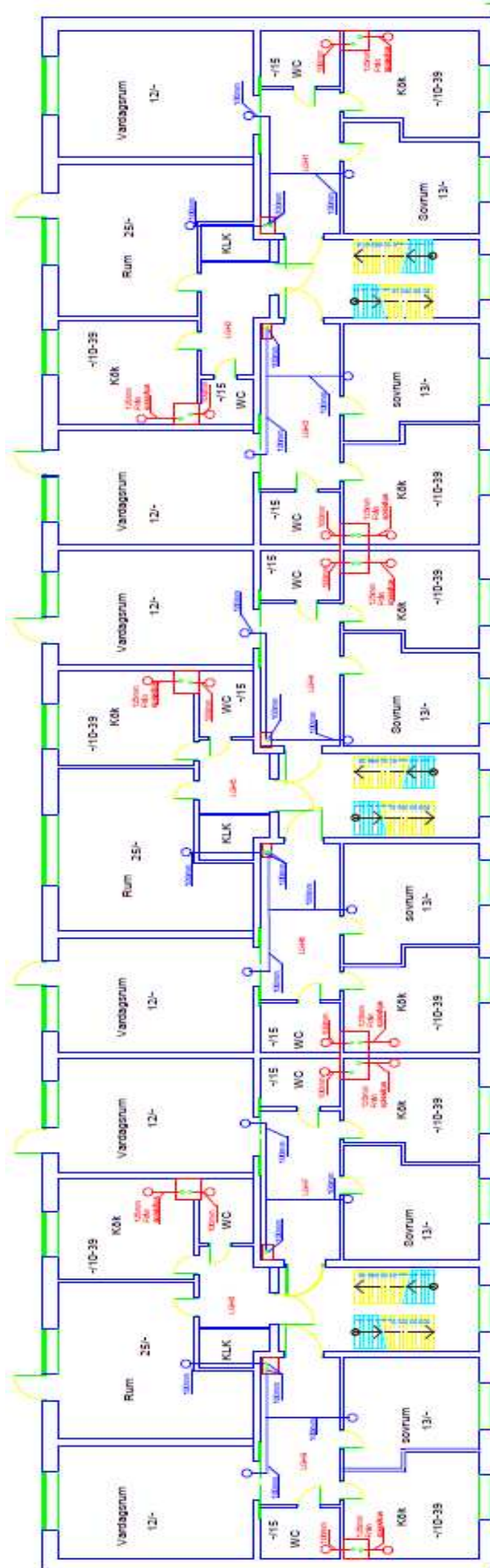
Nilsson, Bengt. Skorstensteamet AB 2009-05-05

Norrström, Mats. Exhausto Telefonkontakt 2009-05-11

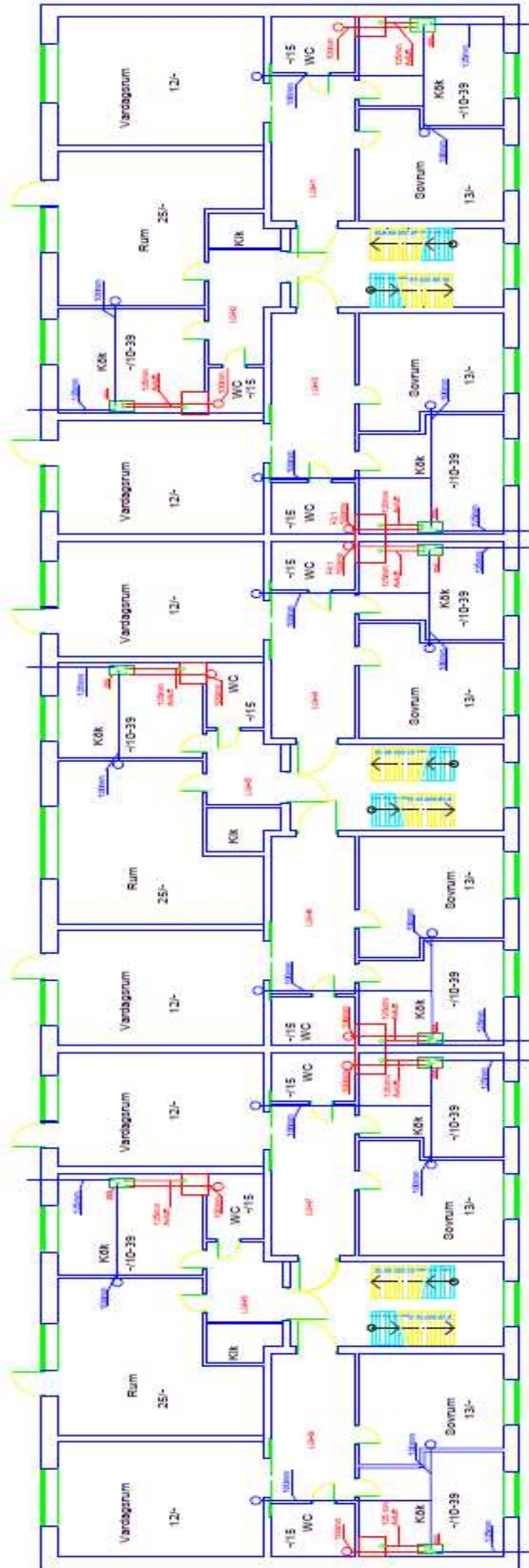
Quick, Jan. Ventfunktion Telefonkontakt 2009-05-12

Schönberg, Stefan. Brandkonsulterna AB Telefonkontakt 2009-04-21

Bilaga 1



Bilaga 2



Bilaga 3

KALKYLSAMMANSTÄLLNING CENTRALT

Projekt:		Dat.	Sign.		
		Föreskrivet	Utbytt		
340 kr/tim	Sakvaror	212890	210761		
	Runda kanaler	53088	42471		
	Rekt. Kanaler	2210	2210		
	Montage	101863,32	82389		
60 kr/mil	Restid	0	0		
	Milersättning	0	0		
340 kr/min	Traktamente				
	Injustering	6500	6500		
5% på sakvaror	Frakt	10645	10645		
	Mont. Mtrl	17415	17415		
45 kr/tim	Isolering	160000	160000		
	D/S-instruktioner		0		
	Styr & Regler		0		
	Kyla		0		
	Bygg		0		
	EI		0		
	VS		0		
	Konstruktion		0		
	Garanti		0		
	Märkning		0		
	Projektledning	19473,87			
	Täthetsprov		0		
	Ljudprov		0		
	Håltagning	100000	100000		
	Taksänkning	75000	75000		
	Inklädnad schakt	75000	75000		
	Insatsrör	100000	100000		
	Övrigt		0		
		Montage i timmar	300		
	Restid t/r	0			
	Antal mil t/r	0			
	NETTO		882391		
TOTALT PRIS		934385	970630	10%	
OFFERTPRIS			1019161	15%	

Bilaga 4

KALKYLSAMMANSTÄLLNING ENSKILT

Projekt:		Dat.	Sign.	
		Föreskrivet	Utbytt	
340 kr/tim	Sakvaror	405270	401217	
	Runda kanaler	28361	22689	
	Rekt. Kanaler	0	0	
	Montage	113773,52	92023	
60 kr/mil	Restid	0	0	
	Milersättning	0	0	
340 kr/min	Traktamente			
5% på sakvaror	Injustering	22000	22000	
	Frakt	20264	20264	
45 kr/tim	Mont. Mtrl	13095	13095	
	Isolering	25000	25000	
	D/S-instruktioner		0	
	Styr & Regler		0	
	Kyla		0	
	Bygg		0	
	EI		0	
	VS		0	
	Konstruktion		0	
	Garanti		0	
	Märkning		0	
	Projektledning	21750,82		
	Täthetsprov		0	
	Ljudprov		0	
	Håltagning	100000	100000	
	Taksänkning	150000	150000	
	Inklädnad	27000	27000	
	Insatsrör	75000	75000	
	Övrigt		0	
	Montage i timmar	335		
	Restid t/r	0		
	Antal mil t/r	0		
	NETTO		948287	
TOTALT PRIS		1001848	1043116	10%
OFFERTPRIS			1095272	15%