

Risker med luftvärme och FT-ventilation

Exempel på byggsador, innemiljöproblem och utebliven energibesparing

Byggbestämmelser och praxis har tyvärr lett till ökad användning av mer komplicerade och oprövade installationer. Luftvärme och FT-ventilation är mer riskfyllda och underhållskrävande än enkla och beprövade lösningar som frånluftsventilation med korta tillluftskanaler och lufttillförsel via uteluftsdon i yttervägg, *Ahnland (1994)* och *Cajdert (2000)*. Teorier och praktiska erfarenheter visar många gånger besvärande avvikelser exempelvis för energianvändning och innemiljökvantitet.

Frånlufts-/tillluftsventilation jämfört med frånluftsventilation ökar risken för övertryck inne relativt ute med större risker för fuktiskador i klimatskärmen genom fuktkonvektion, *Harrysson (2008)*. Därtill ska läggas att större isolertjocklekar i klimatskalet, som passivhusen har, minskar uttorkningseffekten samt ger större risker för fukt- och mögelproblem i klimatskalets yttre partier. Hus med luftvärmesystem och återluft, som har allvarliga innemiljöproblem, kan med fördel byggas om till frånluftsventilation och elradiatorer, *figur 1*.

Frånlufts-/tillluftsventilation eller frånluftsventilation?

Ventilation och värmeåtervinning i bostäder sker i huvudsak på två olika sätt:

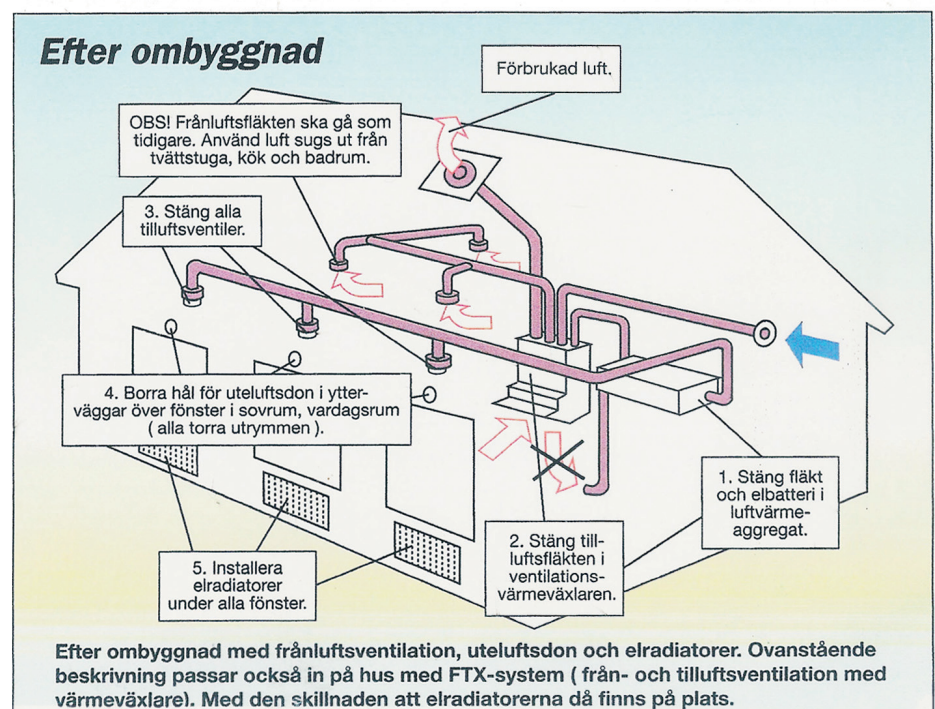
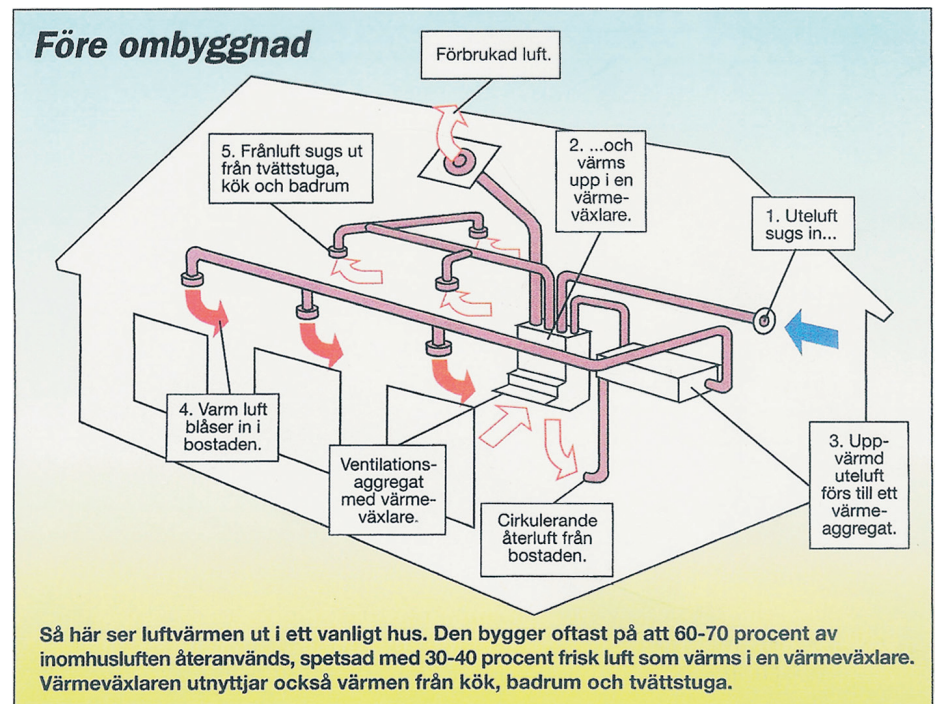
- frånlufts-/tillluftsventilation med ventilationsvärmeväxlare. Byggnadsuppvärmning sker med radiatorer, golvvärme eller luftvärme. Passivhusen har nästan alltid luftvärme utan återluft.

- frånluftsventilation med väggventiler alternativt tillluftsradiorer samt frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning och/eller varmvatten. Värmedistri-

butionssystemet utgörs vanligen av radiatorer och/eller golvvärme.

Frånluftsventilation har mindre hälsorisker i form av luftkvalitetsproblem, men

kan ge dragproblem för brukarna. Akilleshälen för frånluftsventilation är uteluftsdonens utformning och placering. Smärre dragproblem är nog att föredra



Figur 1: Har huset gjort mig sjuk? Problemhus med luftvärmesystem och återluft (övre bilden) kan med fördel byggas om för frånluftsventilation och elradiatorer (undre bilden).

Artikelförfattare är
**Christer
Harrysson**,
professor, Örebro
universitet.





Figur 2: Föroreningar runt tilluftsdon i tak (viss medejektering).



Figur 3: Stora mängder finkornigt cementpulverliknande damm på finfiltret i återluftskanalen.

framför att andas in förorenad luft som man riskerar med FT-ventilation och luftvärme, *figurerna 2 och 3*. Frånluftsvärmepump för byggnadsuppvärmning medför dessutom betydligt större energibesparing än ventilationsvärmeväxlaren både i teorin och i praktiken, vilket bland annat kan bero på mindre regler- och distributionsförluster. Därtill ska läggas att frånluftsvärmepumpen även kan spara energi för varmvattenvärmning.

Funktionen hos luftvärmesystem och frånlufts-/tilluftsventilation

I hus med luftvärmesystem tillförs varm luft normalt via tilluftsdon i eller nära tak. I tvåplanshus har övervåningen ofta golvinblåsning. Frånluftsdon och återluftsdon är vanligtvis placerade nära golv eller tak. I våtutrymmena förekommer ofta tilluft via överluftsdon, under eller över dörrbladet. Uppvärmning av våtutrymmena sker i regel med radiatorer, golvvärme eller handdukstorkar, medan frånluftsdonen är placerade vid tak eller ibland nära golv.

Luftvärmda hus byggda under 1980- och 1990-talen har normalt återluftsmängder motsvarande 1 till 2 oms/h och

frånluftsmängden cirka 0,5 oms/h. De passivhus som byggts på senare år saknar i regel återluft och tilluften uppgår vanligen till cirka 0,5 oms/h. Luftvärmesystem har oftast värmeåtervinning med ventilationsvärmeväxlare, i en del fall med frånluftsvärmepump. Kanalsystemet i enplanshus är oftast förlagt i vindsbjälklaget, i tvåplanshus i mellanbjälklaget. Donplaceringarna har i första hand valts för att minimera produktionskostnaderna. Tilluft vid golv och frånluft vid tak skulle fördyra luftvärmesystemet med cirka 10 000 kronor per småhus.

Hus med frånlufts-/tilluftsventilation, som ej har luftvärme, har frånluftsdon i våta utrymmen (kök, bad, wc, tvätt och så vidare) och tilluftsdon i torra (till exempel sovrum och vardagsrum). Samtliga don är vanligtvis placerade i eller nära tak.

Luftvärmesystem liksom frånlufts-/tilluftsventilation har normalt endast grundfilter av klass G45 för filtrering av ute- och återluft. Som tillval erbjuder husföretagen finfilter eller elektrofilter. Ventila-



Figur 4: Återluftskanal av träfiberskiva med invändig mineralull i innervägg.

tionskanalerna och aggregaten kan invändigt vara isolerade med mineralull. Denna är ibland täckt med glasfiberväv eller liknande. Ett stort antal hus har återluftskanal av träfiberskiva, invändigt isolerad med en vanlig regelskiva av mineralull fritt exponerad mot luften i kanalen, *figur 4*. Denna utformning kan starkt ifrågasättas från hälsosynpunkt.

Inverkande faktorer och tekniska mätningar

Drygt 80 procent av våra byggnader har sämre inomhusmiljö än utemiljö. Inneluftens kvalitet ska vara lika hög som uteluftsens, men är det sällan. Innomhuset beror på utemiljön, föroreningar tillförda via värme- och ventilationssystemen, emissioner från materialen inne, inredning, textilier och brukarna själva. Det är viktigt att komma ihåg att det oftast är brukarna själva och kanalsystemen för värme och ventilation, som mest bidrar till försämringen av luftkvaliteten inne. Problemen med förorenade värme- och ventilationssystem har kommit i skymundan jämfört med emissioner från olika material inne.

Innomhuset påverkas av många olika faktorer. Kunskapsnivån är låg för de flesta av dessa och oenighet råder om vissa faktorer betydelse för inomhusmiljön medan enighet råder om andra. Det är i regel fördelaktigt att gruppera de många faktorerna som inverkar på inomhusmiljön i primära (betydande inverkan och enighet råder) och sekundära (osäker inverkan och oenighet råder). Bland primära faktorer kan nämnas: ventilationens storlek, relativ fuktighet, temperaturer, luftföroreningar, ljudnivå och formaldehyd. Exempelvis bestäms ventilationsbehovet av luftens syrenehåll, koldioxidhalt, lukt, fukt, tobaksrök och andra föroreningar. Bland de sekundära kan nämnas partiklar, joner och lättflyktiga ämnen (TVOC-halten). På senare år har diskussioner om partiklars betydelse eskalerat med koppling till nyckelord som biltrafik, dubbdäck, bromsskivor i tunnelbanevagnar och nanopartiklar.

Innomhuset karakteriseras och klassificeras vanligen genom mätningar bland annat av luftflöden, luft- och strålnings-temperaturer inne och ute, lufthastighet, relativ fuktighet, tryckskillnad, koldioxidhalt, mikrobiologisk analys av materialprover och luftspårhalten (så kallade mögelprov), lättflyktiga ämnen (TVOC-prov), damnmängd, partiklars antal och storlek samt röntgenmikroanalys i svep-elektronmikroskop, ljudnivå, ljusstyrka, statisk elektricitet, elektromagnetiska fält, radon och formaldehyd.

Några praktiska erfarenheter

Sabo (2006) har genomfört en undersökning som visar att FTX (frånlufts-/tilluftsventilation med ventilationsvärmeväxlare) inte gav någon energibesparing. Några uppgifter om ventilationens storlek ges dock inte. I Saboundersökningen uppges att den återvunna värmen som FTX gav, "förlorats" genom den extra elenergi som aggregaten krävde och med dåligt isolerade kanaler förlagda i ouppvärmda utrymmen. FTX kan också ge andra problem. Fläktarna drar energi även när värmeåtervinning inte behövs, men ventilation behövs hela tiden. Problemet med övertemperaturer sommartid ökar såvida man inte har bypass-kanal. Man kan också få problem med "förvärmad" tilluft, om luftintaget sitter på ett solvärmat tak eller en solbelyst vägg. FTX-ventilation kräver stor kunskap och noggrannhet både vid installation och drift. Användningen av regenerativa värmeväxlare ökar dessutom luftfuktigheten inne. Underhållskostnaderna för filter, kanalrensning, injustering med mera är betydande.

Liknande erfarenheter visar de av *Har-rysson* (1994, 1997) genomförda studierna i 330 småhus respektive 395 lägenheter i flerbostadshus. Baserat på dessa studier anser jag för FTX-system att:

- Energibesparingen helt eller delvis uteblivit på grund av olämpligt placerade

samt dåligt isolerade kanaler och aggregat.

- Tilluftstemperaturen oftast styrs av en centralt placerad termostat, som medför lågt gratisvärmeutnyttjande.
- Ventilationsaggregatet (ventilationsvärmeväxlaren) har låg "praktisk" verkningsgrad.
- Sannolikheten för övertryck inne relativt ute är högre med förhöjda risker för fuktskador i klimatskalet genom fuktkonvektion.
- Betydande risker för hälsoproblem föreligger på grund av förorena(n)de ventilationssystem (kanaler, filter, växlare, luftvärmeaggregat med mera), vilket kan resultera i irriterade slemhinnor, astma och allergier samt ljudstörningar i form av lågfrekvent buller etcetera som följd.

Lunds kommuns fastighets AB (LKF) har gjort en miljöinventering i samtliga 8000 lägenheter i Lund, *Svensson et al* (2005). Resultaten är nedslående för frånlufts-/tilluftssystem. Trots att anläggningarna sköts på ett aktivt och kompetent sätt är femton till tjugo procent av brukarna missnöjda med ventilationen i hus med frånlufts-/tilluftsventilation jämfört med fem procent i fastigheter med enbart frånluftsventilation. Brukarna riktar bland annat kritik mot drag, nedsmutsning i tak, buller och ifrågasättande av om luften är frisk. LKF:s personal konstaterar att de boende i många fall har manipulerat anläggningen.

Frånlufts-/tilluftsventilation kräver större insatser för drift, styrning och underhåll (filterbyte, kanalrensning med mera). Värmeåtervinning för att spara miljövänlig värme till exempel fjärrvärme, medför ofta ökad elanvändning med tveksam miljönytta. Enligt *Svensson et al* (2005) talar mycket för att el endast undantagsvis bör användas för byggnadsuppvärmning och varmvatten. Värme från kraftvärmeproduktion måste betraktas på annat sätt än ren värmeproduktion. Krav på återvinning, speciellt vid användning av ventilationsvärmeväxlare, måste vägas mot högre investeringskostnader samt kraftigt ökade drift- och underhållskostnader.

Få utredningar av konsekvenser för inomhusmiljön för kommande byggbestämmelser har gjorts. Det saknas utvärderingar av hur olika åtgärder för energieffektivisering kan inverka på hälsan för personer som är känsligare än normalt. Astma- och Allergiförbundet (2011) har erfarenheter av att bland annat följande åtgärder för energieffektivisering kan ge problem för personer med allergi och annan överkänslighet:

- Återluftssystem. Förbjöds av Boverket 1994 efter en intensiv debatt. Förbudet har sedermera uppluckrats, *Harrysson* (1999). Från 1999 tillåter Boverkets byggregler (BBR) på nytt återluft i sovrum och rum för vila under vissa förutsättningar.
- Frånlufts-/tilluftsventilation om de underhålls bristfälligt eller har roterande

värmeväxlare, som kan medföra luftläckage och förhöjd luftfuktighet inne.

- Traditionellt luftburet värme- och ventilationssystem med långa kanaler, som är vanligt i passivhus.
- Luft-luftvärmepumpar som kompletterande värmekälla.
- Nybyggnad av passivhus utan noggrann fuktdimensionering och fuktsäkring.

LKF uppger att de komplicerade systemen för FTX-ventilation och luftvärme med långa tilluftskanaler är mycket underhållskrävande för att fungera utan större hälsoproblem för brukarna. "Byggfelen" och klagomålen på inomhusmiljöproblemen har en högre frekvens för dessa lösningar. Rensning av de långa kanalsystemen, ventilationsvärmeväxlarna inklusive fläkthjulen och fläkthusen samt filterbyten ett par gånger om året är dessutom kostnadskrävande.

I miljöhälsorapport 2009 från Socialstyrelsen med flera nämns att astmasymptom och andra diffusa besvär/symptom relaterade till inomhusmiljön ofta är vanligare i mekaniskt ventilerade hus än i självdragsventilerade, trots högre luftflöden. Detta kan till exempel bero på att ventilationsanläggningen inte underhålls tillräckligt, vilket kan göra att den blir smutsig och får låg kapacitet. Det kan också bero på felaktig konstruktion som gör luftutbytet ineffektivt eller på att kraftigt undertryck i rummet bidrar till att föroreningar förs från angränsande utrymmen (grund, vind, väggar eller rentav toaletter) till rumsluften.

Astma- och Allergiförbundet (2011) har via kontakter med medlemmar sett en kraftig överrepresentation av hälsoproblem med koppling till hus med luft-luftvärmepumpar som kompletterande värmekälla liksom för FT-ventilation med luftvärme. Detta kan eventuellt bero på att varm luft tillförs med hög hastighet, vilket kan verka uttorkande på hud och slemhinnor för personer som är känsligare än normalt. Energisparåtgärder som till exempel sänkta luftflöden eller avstängd ventilation nattetid kan ge problem för personer med allergi och överkänslighet.

Lär av historien!

Det finns risk för att fel och brister liknande de som konstaterades på 1980- och 1990-talen upprepas. Vid åtskilliga tillfällen har klagomål framförts på inomhusmiljön i nya hus med kanaliserad tilluft och i synnerhet på luftvärmesystem. Ett par forskare påstod sig då ha upptäckt en ny mikroorganism och att denna var en av huvudorsakerna till luftkvalitetsproblemen, *Sjölund Ståhl* (1991).

Under nämnda period kom även uppgifter i litteraturen om att minst cirka tjugo procent av de luftvärmda husen har så kallade sjukahussymptom, *Harrysson* (1991 a, b) och *Harrysson & Ljung*

(1992), som för brukarna yttrar sig på till exempel följande sätt:

- Andnöd, irritation i och tryck över ögonen, snuva, "snörvlande", sömnsvårigheter, trötthet och huvudvärk, sår på slemhinnor, halsirritationer, astmatiska besvär, dammlukt med mera.
 - Föroreningar från bilavgaser och rök från vedeldning förs lätt in i huset genom ute- och tilluftskanalerna.
- Övrig allmän kritik som också har riktats mot minst tjugo procent av husen är:
- Svårigheter att reglera inomhustemperaturen med en centralt placerad rumstermostat. Möjligheter finns normalt inte att reglera inomhustemperaturen i och mellan olika rum. Beroende på termostatens placering är det svårt att få ett högt gratisvärmeutnyttjande eller hindra att elbatteriet kan kopplas in i onödan vid vädring.

- Lågfrekvent buller.
- Löv och insekter har konstaterats i ventilationsvärmeväxlare, liksom mögel och korrosionsangrepp. Systemen har normalt endast grundfilter G45.
- Olämplig luftströmningsbild beroende på donplacering och tryckskillnader mellan olika utrymmen.
- Våtutrymmen förses med elradiatorer, som kan störa den tänkta luftströmningsbilden och försämra driftekonomin.
- Kalla golv.
- Drag på grund av stora luftförelser.
- Begränsad möblering. Ibland måste soffgrupper flyttas mot innervägg för att minska inverkan av kallras och kallstrålning från fönstren.

I ett tiotal hus har två huvudtyper av allvarliga problem konstaterats:

- Abnorm dammbildning. I flera hus har avsevärt större mängd dammpartiklar än normalt uppmätts. Ett gråvitt finkornigt pulver, med inslag av små tussar, lägger sig på horisontella ytor. Även om man



Figur 5: Gulnade tak, väggar och inredning.

städar var eller varannan dag är ytorna smutsiga.

● Gulnade tak, väggar och inredning, *figur 5*. Ett par månader efter inflyttning blir målade och tapetserade ytor inklusive inredning i till exempel kyl- och frys-skåpsdörrar samt textilier gula.

Kvalitetsskillnader mellan olika hus

Stora skillnader i energianvändning och inomhusmiljö föreligger mellan nominellt lika hus inom ett husområde, framförallt på grund av brukarna och deras vanor, men också på grund av variationer i kvalitet hos utförandet av till exempel tätningar, isolering och hantering av materialen under byggtiden och så vidare. Luftens egenskaper och kvalitet tycks förändras på sin väg genom tilluftskanalerna. Föroreningar via ventilationssystemet tillförs från uteluften genom att smuts fastnar på de inoljade plåtkanalernas insida, *figur 6*, via föroreningar som uppstår under transport och under byggtiden vid till exempel spackling och slipning. Men det handlar också om fastighetsskötselns och brukarnas inverkan.



Figur 6: Invändiga föroreningar i tilluftskanal.

Vid tillverkning av kanaler och presade detaljer i plåt krävs någon form av smörjmedel. Ytterligare föroreningar kan tillföras under transporter och byggtiden. Krav på rena kanaler föreskrivs allt oftare. *Lundgren (1997)* anser att de praktiska möjligheterna är synnerligen små vad beträffar monteringen och injustering av kanalsystem till vettiga kostnader i kombination med krav på ett rent eller mycket rent kanalsystem. Om man dock av olika skäl önskar ett mycket rent system föreslår han följande förfarande:

- att inte tvätta kanalerna på fabrik
- att transportera och lagra på enklaste vis
- att montera och injustera på ett rimligt sätt och framför allt
- att rengöra systemet på plats.

Olämplig placering av utluftsintaget och dålig filtrering har vidare lett till att föroreningar i form av pollen och avgaser från bilar och vedeldning förs in i huset. Klagomålen på dålig luft och dammlukt tycks tillta med sjunkande utetemperatur, dvs ju mer elbatteriet är inkopplat desto

högre frekvens klagomål. Det är fullt logiskt eftersom föroreningar av olika slag passerar kanalerna som partiklar, emissioner från till exempel plastkablar, mineralull, inoljade kanaler och skräp från byggtiden. Föroreningarna upphettas och förbränns av elbatteriet, som har en temperatur av 400 till 500 °C. Många av brukarna stänger av till-/återluftsfläkten nat-tetid och/eller sommartid för att minska ljudproblemen samt enligt uppgift "för att må bättre". Brukarna säger sig därvid sova bättre, andas lättare och bland annat ha mindre halsirritationer, särskilt på morgonen. Vid avstängd till-/återluftsfläkt uppstår emellertid ofta stora luftkvalitetsproblem när fläkten startas igen på morgonen respektive på hösten vid uppvärmningssäsongens början.

Höga halter av klor, fosfor, svavel, kisel, kalium och kalcium har i några hus uppmätts i föroreningar runt tilluftsdo-nen, *figur 7*. Kisel finns i mineralull, som bland annat förekommer som invändig isolering av ventilationskanaler och i vindsbjälklag. Mätningar visar vidare att klor i höga koncentrationer avges från vissa fabrikat av strukturtapeter samt våt-rumtapeter och plastmattor.

Kvalitetshöjande åtgärder för luft-värmesystem och FTX-ventilation

Kvalitetshöjande åtgärder som omgäende bör införas hos luftvärmesystem och FT-ventilation är:

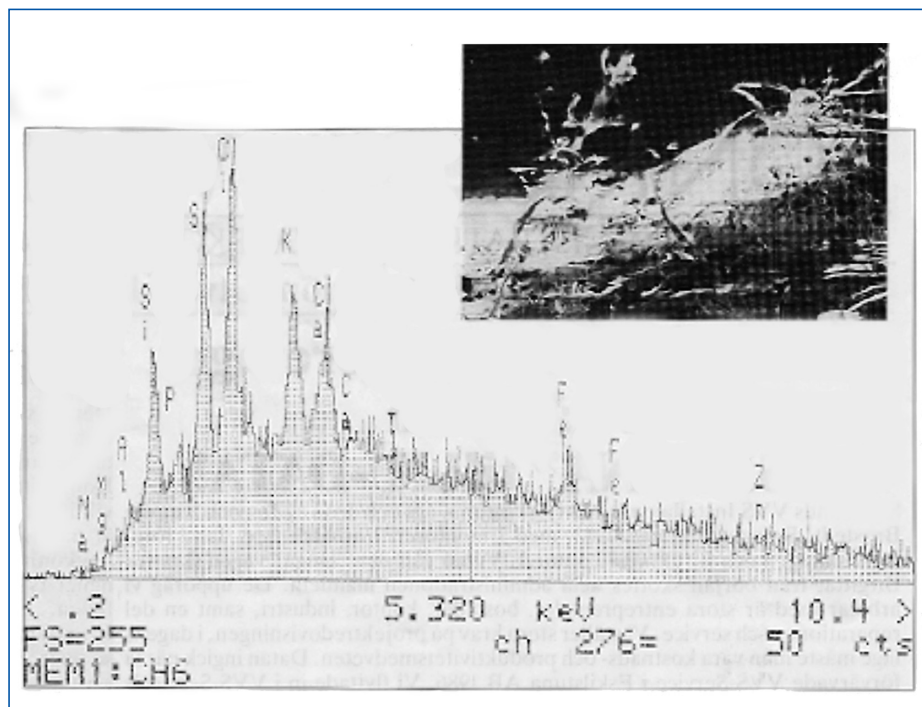
- Skötselkrav för mekaniska ventilations-system och krav på uppföljning av inne-luftens kvalitet. Denna ska vara minst lika bra som uteluftens.
- Regelbunden rensning av kanaler och apparater inklusive fläkthjul och fläkthus.

- Filterbyten några gånger per år.
- Bättre filtrering framförallt av tilluften.
- Lämplig donplacering och strömning av luften för att uppnå hög energieffektivitet och effektiv ventilation.
- Minska lågfrekvent buller.
- Förbjud kanaler med ojämna ytor och skarvar liksom invändig mot luften oskyddad mineralullsisolering i kanaler och aggregat.
- Utveckla system med så korta tilluftskanaler som möjligt. Minst ett aggregat i varje utrymme (rumsaggregat) för värme och ventilation inklusive värmeåtervin-nings med noggrann styrning av värme- och lufttillförseln som möjliggör högt gratisvärmeutnyttjande. Överventilera inte.

Angelägna forsknings- och utvecklingsbehov

Luftvärmesystem och frånlufts-/tillufts-ventilation ställer stora krav på projektö-rer, byggare och brukare för att fungera på avsett sätt. Systemens egenskaper, till exempel luftflöden och temperaturer, förändras snabbt genom försmutsning och variationer i temperaturer och luftflöden inne och ute. Tätare och mer välbyggda hus samt upprepade injusteringar av syste-men är därför nödvändiga åtgärder. Det är angeläget att utreda vilka eventuella pro-blem som kan uppstå efter längre tids drift och påverkan av brukarna, något som föga har diskuterats och utretts, sär-skillt inte för passivhus.

Lösningen till de påtalade inomhusmiljö-problemen kan ligga inom områdena ke-miska emissioner-partiklar-statisk elektri-citet-jonisering. Vad händer när luften, inklusive partiklar och övriga förorening-ar kraftigt upphettas av elbatteriet och vi-



Figur 7: Röntgenmikroanalys av föroreningar runt tilluftsdon i kök visar höga halter av klor, svavel, kisel, kalium och kalcium. Den infällda bilden visar föroreningar i förstoring.

Källa: Leif Ljung.

dare passerar olika filter? Påverkas luftens naturliga joner till antal och i fråga om balans och fördelning av positiva respektive negativa? Luftvärmesystem med vattenbatterier förefaller inte lika ofta ge dylika klagomål på föroreningar och dammlukt, eftersom de värmeöverförande ytor har lägre temperatur än hos elbatterier.

Sker en koncentration/anrikning av fina partiklar nära tak som leder till smutsavsättningar och till dålig inneluft på grund av potentialskillnader och brist på olika elektriska laddningar (joner)? Leder tilluft nära tak och frånluft vid golv till att fina partiklar inte transporteras ut genom ventilationssystemet utan "hänger kvar" i luften eller avsätts på olika ytor? Orsakas föroreningar runt tilluftsdonen enbart av medejektering? Tillförsel av varmluft vid golv och frånluft vid tak synes ge mindre klagomål på föroreningar och låg luftkvalitet.

Behovet är stort av bättre system för FTX-ventilation och luftvärme som minskar eller eliminerar de traditionella lösningarnas nackdelar: låg energibesparing, onoggrann luft- och värmeförsel med lågt gratisvärmeutnyttjande och avsaknad av behovstyrning av luft- och värmeförseln i varje enskilt utrymme (behovstyrd rumsreglering). Till detta kommer riskerna för föroreningar med åtföljande hälsoproblem samt att de traditionella systemen är underhållsintensiva. Minst ett aggregat i varje utrymme som möjliggör noggrann styrning av luft- och värmeförseln kan vara en intressant lösning. ■

Referenser

Ahnland, R (1994). *Luftvärme*. www.byggkontakt.prodgr.se/Rapport-Luftvärme.

Astma- och Allergiförbundet (2011). http://www.astmaoallergiforbundet.se/remissvar_mer.aspx?id=127.

Cajdert, A red (2000). *Byggande med kunskap och moral. En debattskrift om sjuka hus, miljögifter och forskningsetik*. Örebro universitet, nr 1, Örebro. ISBN 91-7668-246-3.

Harrysson, C (1991a). *Problem med luftburen värme*. VVS-Forum, nr 9, september 1991, Stockholm.

Harrysson, C (1991b). Debattinlägg om värme- och ventilationssystem. VVS-Forum, nr 10, oktober 1991, Stockholm.

Harrysson, C & Ljung L (1992). *Luftvärme. Emissioner och föroreningar*. VVS-Forum, nr 10, oktober 1992, Stockholm.

Harrysson, C (1994). *Innemiljö och energianvändning i småhus med elvärme. Enkätundersökning och mätningar i 330 gruppbyggda småhus med olika systemlösningar*. Boverket, Publikationsservice, Rapport 1994:8, Karlskrona.

Harrysson, C (1997). *Innemiljö och energianvändning i flerbostadshus. Enkätundersökning och tekniska mätningar i 395 lägenheter med olika systemlösningar*. Boverket, Publikationsservice, Rapport 1997:7, Karlskrona.

Harrysson, C (1999). *"Luftvärme" rapport från 1999 åter aktuell*. Byggkontakt 1/99, Stockholm.

Harrysson, C (2006). *Husdoktorn går ronden. En bok om sjuka hus och drabbade människor*. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg. ISBN 91-631-9272-1.

Harrysson, C (2008). *Möjligheter och risker med passivhus och olika lågenergikoncept: Passivhus kräver aktiva byggare och brukare*. Bygg & teknik 6/08, Stockholm.

Harrysson, C (2009). *Variationer i energianvändning och inommiljökvalitet hos flerbostadshus med olika tekniska lösningar. Erfarenheter och rekommendationer*. Örebro universitet, Akademin för Naturvetenskap och Teknik, Nr 5, Juni 2009. Örebro (Rapporten finns som pdf-fil: www.oru.se/nt/under/Nyheter).

Klittervall, T (2011). Personlig kommunikation, Södra Sandby, Lunds kommun.

Ljung, L (2011). Personlig kommunikation. Uppsala universitet, BMC, Uppsala.

Lundgren, M (1997). *Avfettade ventilationskanaler – rent, eller rent av bortkastat?* Plåtslageri nr 4/97, Stockholm.

Luther, M-L (2011). Personlig kommunikation. Astma- och Allergiförbundet, Stockholm.

Sabo (2006). Energiförbrukning i nybyggda flerbostadshus – hög förbrukning, fyra slående undantag samt ett gott exempel. Stockholm.

Sjölund Ståhl, C (1991). *Litet kryp gör stor skada*. Energi & Miljö 11/91, Stockholm.

Svensson, B, Järvegren, P-O, Ekelund, H & Sandin B. (2005). *Inomhusklimatet viktigare än energisparande*. VVS-Forum nr 5-2005, Stockholm.

Författarens hemsida:
<http://home.swipnet.se/byggochenergiteknik/>