

Anslagsrapport

10461

A5:1996

Väderleksanpassad ventilation i bostäder

Karin Engvall

Per Wickman

Anslagsrapport
A5:1996

Väderleksanpassad ventilation i bostäder

Karin Engvall
Per Wickman

Denna rapport hänför sig till byggforskningsanslag 920913-6 från
Byggforskningsrådet till Familjebostäder i Göteborg AB.

REFERAT

Projektet och dess resultat vänder sig till förvaltare, ägare och driftpersonal inom flerbostadshusbeståndet. Projektet har syftat till att utröna vilka skillnader som går att mäta fram tillsammans med de subjektiva uppfattningar som hyresgäster lämnat i olika enkäter, vad avser frånluftventilation med konstanta flöden respektive variabla.

Man kan konstatera att skillnaderna inte är stora men att de boende oftast upplever att det variabla flödet är att föredra, då draget minskar och att värmekomforten ökar.

Vi kan inte konstatera att fuktnivåerna i badrummen ökar speciellt eller att CO2-halten blir för hög vid det variabla flödet.

Vi kan även konstatera att energianvändningen minskar vid nyttjandet av "väderleksanpassad ventilation".

I Bygghälsorådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

A5:1996

ISBN 91-540-5741-8
Bygghälsorådet, Stockholm

gotab 16112, Stockholm 1996

INNEHÅLL

	Sammanfattning	3
1	Orientering	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Termik- och vindpåverkan på ventilationsflödet	5
1.3	Familjebostäders erfarenheter	7
1.4	Projektgrupp	7
2	Syfte	
3	Beskrivning av bostadsområde	
3.1	Byggnader och installationer	
3.2	Boende i området	
4	Mätningar och utvärdering	
4.1	Tekniska mätningar	
4.2	Driftfall	
4.3	Långtidsmätning	
4.4	Momentanmätning	
4.5	Enkät	
4.6	Kontrollstudie	
5	Resultat	
5.1	Inneklimat - värme	
5.1.1	Upplevd temperatur	
5.1.2	Uppmätt temperatur och luftha	
5.1.3	Upplevt drag	
5.2	Inneklimat-ventilation	
5.2.1	Upplevd luftkvalitet, fukt och l	
5.2.2	Upplevda hälsobesvär	
5.2.3	Uppmätt relativ fuktighet	
5.2.4	Uppmätt koldioxidhalt	
5.2.5	Uppmätt luftutbyte	
5.3	Systemlösning	
5.3.1	Luftflöden och tryckförhålland	
5.3.2	Värme och driftel	
6	Drifterfarenheter och förvalt	
6.1	Erfarenheter från mätperioden	71
6.2	Injustering	41
7	Referenser	42
Bilaga 1	Upplevt inomhusklimat i lägenheter med väderleksanpassat respektive konstant flöde i kv Grevegården, Göteborg	

Air Infiltration and Ventilation Centre

Sovereign Court,
University of Warwick Science Park,
Sir William Lyons Road,
Coventry. CV4 7EZ. Great Britain
Tel: +44(0)1203 692050
Fax: +44(0)1203 416306
Email: airvent@aivc.org

Please return by:

~~18 8 94~~
~~10 1 98~~

SAMMANFATTNING

Ventilation i bostäder har spelat en central roll under de senaste årens debatt om luftkvalitet och komfort inomhus. Ventilationen av en byggnad är inte statisk utan varierar beroende på beteende, uteklimat, installation mm. På grund av vindpåverkan och termiska drivkrafter ökar luftflödet på vintern och minskar på sommaren. I hus med låga tryckfall blir ventilationstillskottet betydande på grund av termisk drivkraft. Även vindpåverkan har betydelse för ventilationsflödet och är större under vintern då det blåser mer än under sommaren.

Ett sätt att hantera detta är att reglera luftflödet i förhållande till utetemperaturen, att anpassa ventilationen efter årstiden. Luftflödet kan sänkas när det är kallt ute och ökas när det är varmt samtidigt som flödet totalt sett ökas sett över hela året. Tekniskt är detta enkelt att uppnå med frekvensreglerad fläktmotor, uttemperaturgivare och en reglercentral.

I den här undersökningen studeras möjligheter att anpassa luftflödet efter utetemperatur, sk "Väderleksanpassad ventilation". Familjebostäder i Göteborg har sedan mitten på 80-talet tillämpat denna princip med goda erfarenheter. Klagomål på drag och fukt har minskat markant och de boende tycks vara mer nöjda i lägenheter med väderleksanpassad ventilation. Dessutom har användningen av el och värme minskat.

Syftet med detta projekt är att med hjälp av enkätundersökningar och tekniska mätningar studera hur inneklimat och luftkvalité påverkas i bostäder med väderleksanpassat ventilationsflöde.

Utvärderingen har varit upplagd så att där tekniska mätningar har genomförts har de olika flödesprinciperna skiftats i samma lägenheter vilket har medfört att faktorer knutna till de boende har kunnat konstanthållas liksom lägenhetens orientering i vädersträck. Enkätundersökningen genomfördes dels i en del av byggnaden försedd med väderleksanpassat flöde dels i en med konstant flöde. Studier genomfördes såväl vintern 93/94 som sommaren 94.

Då antalet lägenheter som berörs av respektive system är tämligen få finns möjligheten att individuella skillnader hos de boende eller i lägenheten får alltför stor betydelse. För att säkerställa om skillnaderna i upplevt inomhusklimat i lägenheter med de olika ventilationsprinciperna är reell och inte beroende av att en viss typ av boende har svarat, har man inför eldningssäsongen 94/95 skiftat ventilationsprincip i byggnaderna. Tack vare att fläktarna varvtalsregleras centralt kan detta ske utan hyresgästernas vetskap. Detta har gett oss en unik möjlighet att i en kontrollstudie undersöka vilka skillnader i upplevt inomhusklimat som följer ventilationsprincipen och vilka som mer är knutna till hushållet, byggnaden och lägenhetens placering.

Resultaten från enkätundersökningen 1994 visar att man i kv Grevegården är något mer kritisk i sin bedömning av värmekomforten än genomsnittet för boende i Stockholms frånluftsventilerade flerbostadshus, särskilt i de lägenheter som ventilerades med konstant flöde. Efter uppvärmningsperioden 93/94 höjdes temperaturen i lägenheterna och kontrollstudien våren 1995 visade att de boende upplever ett bättre inomhusklimat överlag, men att värmekomforten fortfarande upplevs som bättre med vä-

derleksanpassad ventilation även om skillnaderna minskat. Då man studerar samma hushåll med ändrad ventilationsprincip är det också framför allt de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde som upplever förbättringar av värmekomforten.

De tekniska mätningarna vintern 1994 visar också att lufttemperaturen inomhus har varit lägre vid konstant flöde än vid väderleksanpassat flöde under vintern. Inblåsningssonen med höga hastigheter vid uteluftsdonet var mindre och tilluftstemperaturen i zonen var högre med väderleksanpassat flöde. Problem med drag upplevs också som större med konstant flöde, vilket kontrollstudien också bekräftar. Överlag har upplevelsen av drag minskat markant sedan temperaturen höjts. Detta trots att de boende nu i betydligt större utsträckning håller ventilerna ovanför fönstren öppna.

Kontrollmätningar vintern 1995 visar att temperaturen ökat avsevärt från föregående vinter, men att lägenheterna med konstant luftflöde fortfarande har något lägre temperatur än lägenheterna med väderleksanpassat flöde. Under sommaren visar mätresultaten inte på några temperaturskillnader mellan driftfallen.

Andelen boende i kv Grevegården som bedömer luftkvaliteten som helhet som bra, är lika stor som den för boende i Stockholms frånluftsventilerade flerbostadshus. Detta gäller såväl 1994 som 1995 års undersökning även om andelen som säger sig ha dålig luftkvalité är något högre 1995. Vintertid bedöms luftkvaliteten som helhet något bättre i de lägenheter som har konstant flöde än i de med väderleksanpassat flöde, på sommaren är bedömningen den omvända.

De tekniska mätningarna visar att koldioxidhalten under vintern ökar något under nätterna med väderleksanpassad ventilation, men överstiger inte 1000 ppm över någon längre period. Under sommaren har ingen skillnad i koldioxidhalt kunnat konstateras. Mätningarna visar att luften byts ut effektivare när det blir kallare ute. Mindre luftmängd klarar att ventilerar lägenheten jämfört med ett system med förvärmad tilluft.

Besvär med torr luft i lägenheten är mindre med väderleksanpassat flöde än konstant, vilket bekräftas av att de som bytt från konstant flöde till väderleksanpassat nu upplever mindre torr luft. Besvär med fukt i badrum följer däremot inte ventilationsprincipen utan ligger kvar i byggnaden och hushållet, men är mest besvärande i en av byggnaderna. Besvären där förvärras dock då den förses med väderleksanpassad ventilation. Påpekas bör att idag saknas värmekälla i våtutrymmen. Mätningarna visar också att det är något fuktigare i hela lägenheten under vintern och torrare under sommaren med väderleksanpassat flöde även om skillnaderna är små.

Sammanfattningsvis kan sägas att skillnaderna mellan ventilationsprinciperna överlag är små, förutom att värmebehovet minskar markant med väderleksanpassad ventilation. Ventilationssystemet i kv Grevegården är nytt och väl injusterat, vilket ger goda förutsättningar för god funktion överhuvudtaget. Med sämre förutsättningar skulle skillnaderna mellan driftfallen när det gäller uppmätt och upplevt inomhusklimat troligtvis vara större. Med reducerat luftflöde måste man dock vara mycket noggrann med att hålla rätt temperatur, ha värmekälla i våtutrymme, ha bra reglerutrustning med väl injusterade luftflöden samt att ha kontroll över hur tilluften tas in.

1 ORIENTERING

1.1 Bakgrund

Under de senaste årens debatt om "sjuka hus" har ventilation och luftflöden i bostäder spelat en central roll. I ett tidigt skede övervägde argumenten för att generellt öka luftflödena. En ökning av luftflödet året om kan dock föra med sig en rad problem. Det är inte givet att ventilationen förbättras i förhållande till ökat luftflöde. Det inte heller självklart att ett ökat flöde alltid förbättrar inomhusklimatet. I denna studie undersöks hur luftflöden anpassade efter utetemperatur påverkar inneklimatet, i fortsättningen kallat väderleksanpassad ventilation.

De grundläggande sambanden i denna typ av flödesreglering bygger på det faktum att luften inomhus ofta är mycket torr under vinterhalvåret samtidigt som den kan vara mycket fuktig under sommaren. Undersökningar visar att människor inte mår bra av vare sig för torr eller för fuktig luft (Arundel A V, et al, 1986). Dessutom kan byggnaden skadas av för hög fukthalt. Ett område med relativ fuktighet mellan 30 % och 60 % anses i allmänhet vara tillfredsställande.

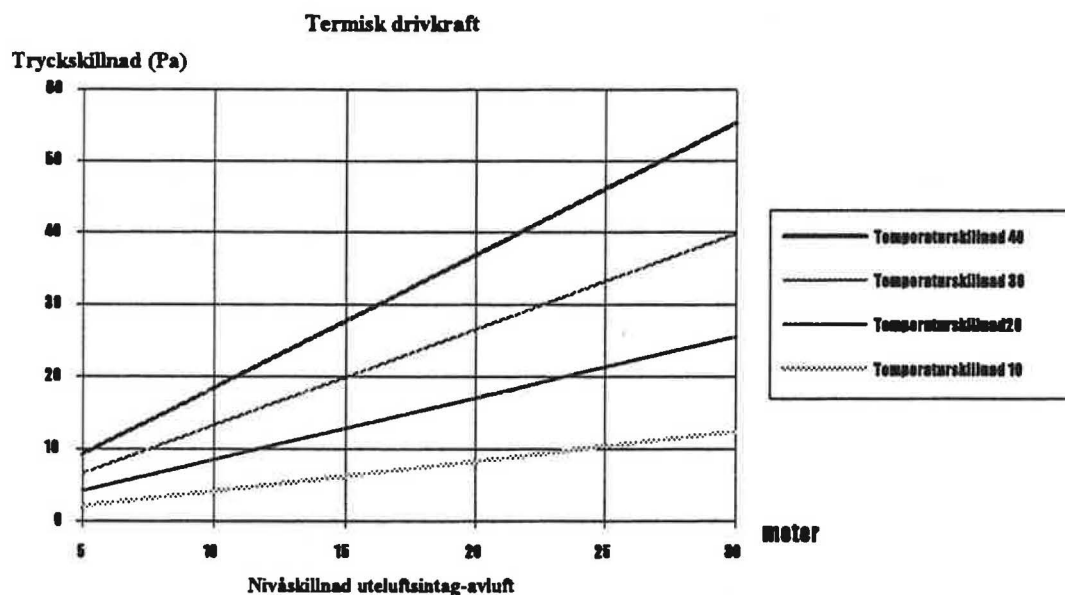
Under vintern är det viktigt att ta vara på den fukt som alstras inomhus av människor, matlagning, tvätt mm. Detta kan göras genom att reducera luftflödet när det är kallt ute. Det är också svårt att tillföra kall uteluft under vintern, vilket ofta leder till dragproblem. Reducerat luftflöde under vintern minskar risken för drag.

Under sommaren är risken större att höga fukthalter skapar problem i form av mögel, fuktskador mm. Ökas luftflödet förs mer av den fukt bort som alstras inomhus, luften blir torrare. Teoretiskt betyder detta att luftflödet borde ökas under sommarhalvåret och minskas under vintern.

1.2 Termik- och vindpåverkan på ventilationsflödet

På grund av vindpåverkan och termiska drivkrafter ökar luftflödet på vintern och minskar på sommaren. I system med tryckreglering där undertrycket i frånluftskanalen hålls konstant kan flödesökningen under vintern bli ännu större. Luften blir torr och i hus utan förvärmad tilluft finns stor risk att dragproblemen från tilluftsdonen ökar. För att kompensera för drag finns risk för att tilluften värms för mycket eller att temperaturen inomhus höjs. Luften blir ännu torrare, värme och elförbrukning ökar.

I höga hus med låga tryckfall blir ventilationstillskottet betydande på grund av termisk drivkraft och vindpåverkan. I ett hus där höjdskillnaden mellan intag av uteluft och don för avluft är 25 m uppgår den termiska drivkraften till nästan 50 Pa vid utetemperatur - 20 °C. Kraften beror på skillnaden mellan uteluftens och inneluftens densitet. I ett frånluftssystem med låga totala tryckfall kommer denna drivkraft att öka ventilationflödet under vintern.



Figur 1.1. Figuren visar hur höjd och temperaturskillnad ute- inne påverkar den termiska drivkraften.

Även vindpåverkan har betydelse för ventilationsflödet. Genom att vinden förorsakar ett övertryck på vindsidan och ett undertryck på läsidan av byggnaden kan ventilationsflödet öka. Även vindsuget vid avluftsdonet påverkar luftflödet. Försök visar att vindhastigheter på ca 5 m/s kan ge upphov till ökat ventilationsflöde motsvarande 0,5 omsättningar per timme utan inverkan av termiska drivkrafter (Kruger U, 1992). Vindens påverkan är större under vintern då det blåser mer än under sommaren.

Sänks luftflödet under hela vintern för att motverka termiska drivkrafter och vindpåverkan är risken stor att omsättningen av uteluft periodvis blir för liten med för höga värden av koldioxid och fukt. Ett sätt att hantera detta är att reglera luftflödet i förhållande till utetemperaturen, att anpassa ventilationen efter årstiden. Luftflödet kan sänkas när det är kallt ute och ökas när det är varmt samtidigt som flödet totalt sett ökas sett över hela året. Tekniskt är detta enkelt att uppnå med frekvensreglerad fläktmotor, utetemperaturgivare och en reglercentral.

1.3 Familjebostäders erfarenheter

Familjebostäder i Göteborg förvaltar ca 17 000 lägenheter. Fastighetsbeståndet består till största delen av tre- till fyra våningshus med mekanisk frånluftsventilation. Evakueringen sker via badrum och kök. Tilluften tas in via spaltventiler ovan fönster i sov- och vardagsrum. Det har konstaterats att många hyresgäster själva med olika åtgärder försöker minska det drag som man upplever under den kalla årstiden. Igensatta ventiler leder till ytterligare problem och antalet missnöjda hyresgäster ökar.

För att komma till rätta med dessa problem har man sedan mitten på 80-talet tillämpat väderleksanpassad ventilation med hjälp av varvtalsreglerade av fläktar. Hittills har erfarenheterna varit mycket goda. Klagomål på drag och fukt har minskat markant och de boende tycks vara mer nöjda i lägenheter med väderleksanpassad ventilation. Dessutom har användningen av el och värme minskat.

Däremot har man varit osäker på vilka konsekvenser ett lägre luftflöde egentligen för med sig på inneklimat och hälsa och hur lågt flödet kan vara under vintern, trots de positiva effekter som uppnåtts. Familjebostäder har därför tagit initiativet till det forskningsprojekt som redovisas i denna rapport för att studera förhållandena mer ingående.

1.4 Projektgrupp

Christer Ericson på CECAB har samordnat projektet som finansierats av Bygghörsningsrådet - BFR och Sveriges Allmännyttiga BostadsOrganisation - SABO. Mätningar har genomförts av Mätcentralen på Chalmers Tekniska Högskola - MCTH och AIB Installationskonsult AB. Enkätundersökningar har utförts av Beteendeperspektiv Karin Engvall HB. Utvärdering av resultat har utförts av Per Wickman på ATON Teknik Konsult AB, Torkel Andersson, KlimatTeknologi AB, Karin Engvall Beteendeperspektiv HB, Leif Nilsson MCTH och Dan Ervall Familjebostäder. Undersökningen påbörjades 1993.

2 SYFTE

Syftet med detta projekt är att med hjälp av enkätundersökningar och tekniska mätningar studera hur inneklimat och luftkvalité påverkas i bostäder med väderleksanpassat ventilationsflöde och vilka konsekvenser detta för med sig för de boende och förvaltningen av bostäder. Resultat från de tekniska mätningarna vid de olika driftfallen relateras till resultaten från enkätundersökningen.

Resultaten är ett underlag för diskussioner om framtida kravspecifikationer vid dimensionering av ventilationsanläggningar i bostäder. Detta innefattar bl.a. utformning och placering av don, injustering av värme, börvärden för temperaturer och flöden samt reglering av värmeförlust. Dessutom studeras ventilationsaggregatens tekniska prestanda med avseende på tryck, flöde och energianvändning för att ge riktlinjer för dimensionering.

Medicinska studier för utvärdering av eventuella hälsoeffekter har inte ingått i detta projekt. Däremot kan resultaten från mätningarna sannolikt användas för jämförelser med fördjupade studier inom det medicinska området, exempelvis luftfuktighetens påverkan på hälsa och upplevd komfort.

3 BESKRIVNING AV BOSTADSOMRÅDET

3.1 Byggnader och installationsteknik

Byggnaderna som undersökts är belägna i bostadsområdet Grevegården i Göteborg. Området består av ca 800 lägenheter och byggdes i slutet av 60-talet. Byggnaderna har fyra våningsplan och är konstruerade med prefabricerade betongblock. En omfattande renovering genomförs under 1992-1996. Byte av köksinredning, kyl och frys, ommålning och byte av golvmaterial, komplettering med balkong mm. Platta papptak har ersatts med vinklade tegeltak. Fasaderna har renoverats och tvåglasfönster har ersatts med treglasfönster. Parkeringshus mellan byggnaderna har ersatts med grönområden.

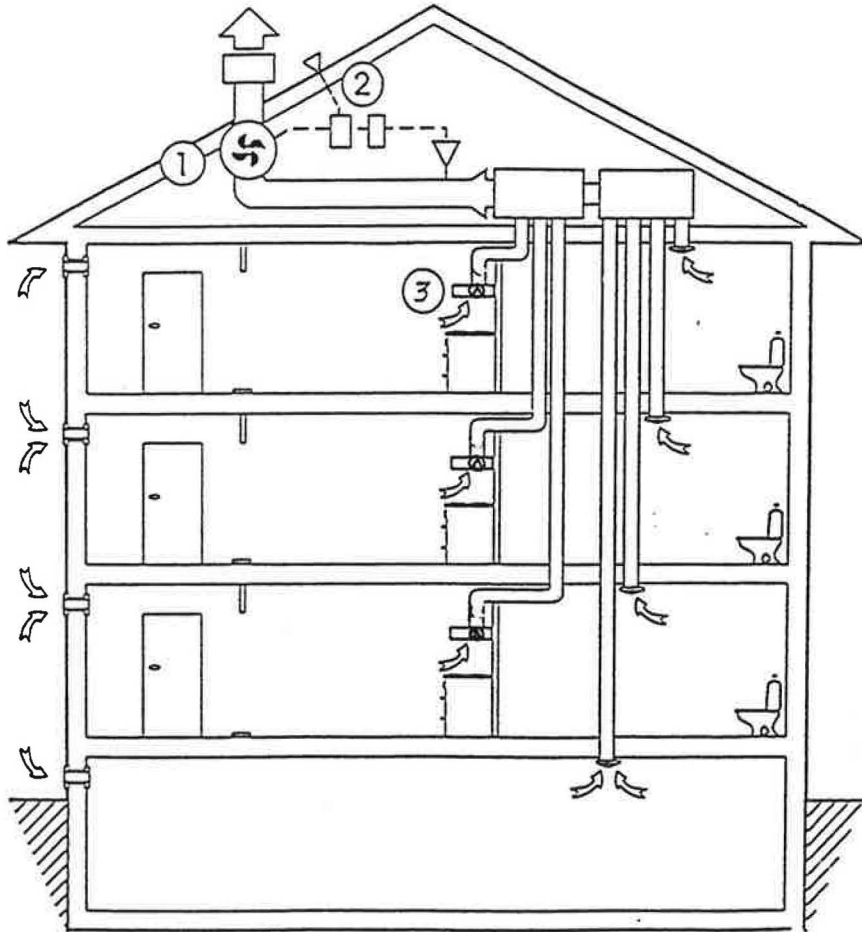


Bilden visar en av byggnaderna efter renovering där mätningar utförts. Området är ursprungligen uppfört på 60-talet.

Ventilationssystemet består idag av mekanisk frånluft med spisfläktar anslutna till suglåda före huvudfläkt. Vattenburen värme tillförs via radiatorer under fönster. I badrummen saknas värmekälla helt. Ventilationssystemet är helt nytt med avseende på kanaler, fläktar, don och reglerutrustning och luftflödet är tänkt att vara

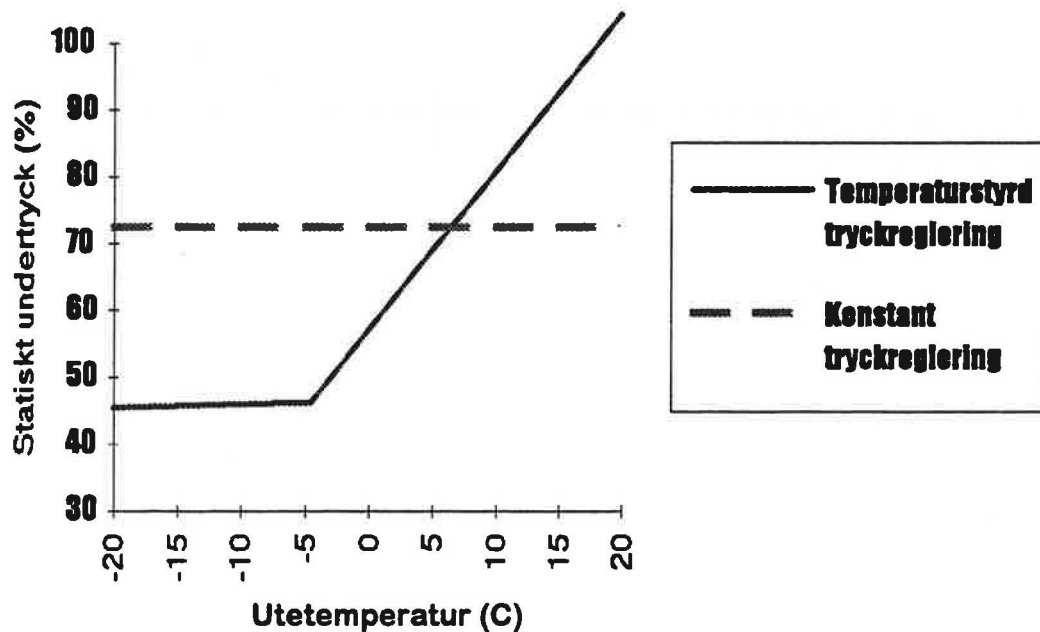
väderleksanpassad, men under försöksperioden utnyttjas även konstant luftflöde. Nya ventilationskanaler har installerats inuti gamla självdagskanaler från kök, bad och wc.

För att få en tillfredsställande funktion av spiskåporna har en ny typ av spiskåpa med hjälpfläkt tagits fram. Fläkten är endast i drift vid forceringstillfället. Övrig tid är fläkten avstängd och grundflödet klaras med den gemensamma vindsplacerade frånluftsfläkten. På det sättet säkras forceringsflöde från varje kök samtidigt som man slipper genomföringar i tak för varje köksfläkt.



Figur 3.1. Principskiss av ventilationssystemet i kv Grevegården. 1 - Frånluften varvtalsregleras med frekvensomriktare. 2- Utetemperaturkompenserad tryckreglering. 3- Spiskåpa med forceringsfläkt.

REGLERPRINCIP



Figur 3.2. Figuren visar reglerprincipen för de olika driftfallen "temperaturstyrd tryckreglering" och "konstant tryckreglering". Skalan på Y-axeln anger procent av max statistiskt undertryck före fläkt.

Reglering av luftflödet görs med hjälp av temperaturstyrd tryckreglering och innebär att börvärdet för det statiska undertrycket före frånluftsfläkten varierar beroende på utetemperatur enligt en inställd reglerkurva. Flödet kan variera över året med bibehållen forceringsfunktion. Ett vanligt sätt att reglera forceringsflödet är att endast låta undertrycket vara konstant före fläkten, sk konstant tryckreglering. I rapporten kallas det senare driftfallet för "konstant luftflöde", vilket inte är helt rätt då flödet faktiskt kan öka när det blir kallt på grund av termiska stigningar. Temperaturstyrd tryckreglering kallas "väderleksanpassat luftflöde".



Figur 3.3. Figuren visar en principskiss av de tre byggnader som ingått i undersökningen.

I denna undersökning ingår tre byggnader i området här benämnda 1, 2 och 3. I byggnad 3 har tekniska mätningar genomförts under ett år i åtta lägenheter. Mätningarna avser bland annat relativ fukthalt, koldioxidhalt och temperaturer. I fyra av dessa lägenheter har dessutom inneklimatet studerats särskilt noggrant med avseende på termisk komfort och luftutbyte. I byggnad 1 och 2 har enkätundersökningar utförts. I byggnad 1 utnyttjas konstantflödesdrift och berör 25 lägenheter. I byggnad 2 används väderleksanpassad ventilation och berör 20 lägenheter. Totalt ingår således 45 lägenheter i enkätundersökningen. Till uppvärmningssäsongen 94/95 skiftades systemen mellan de båda byggnaderna.

3.2 Boende i området

Med hjälp av enkätundersökningen har vi fått en bild av hur de boende i kv Grevegården uppfattar sin bostad och sitt inomhusklimat. Såväl hushållens storlek, åldersammansättning som trivsel kan påverka inställningen till inomhusklimatet i lägenheten. Då vi ska jämföra hur de båda ventilationsprinciperna uppfattas bör vi ha en bild av eventuella skillnader i hushållsstruktur etc mellan dessa. Det är också så att i och med att antalet lägenheter och intervjuade är så pass få kan dessa bakomliggande faktorer ha större betydelse än om huset innehållit fler lägenheter och därmed fler bedömare av inomhusklimatet.

Av enkäten framgår att boende i Byggnad 1 framför allt är hushåll med färre personer, och också färre barnhushåll än i Byggnad 2 men lika många pensionärer. Astmatiska besvär och rökning är andra viktiga bakomliggande faktorer i bedömningen av såväl de boendes olika hälsobesvär som bedömning av luftkvalitet i lägenheten.

Andelen svarande med någon form av allergi eller överkänslighet varierar mellan de olika längorna så att det är fler allergiska intervjupersoner i Byggnad 1, mellan 10 och

15 procent, än i Byggnad 2, med 5 procent allergiker. Vid en jämförelse med ombyggda flerbostadshus i Stockholm ¹, framgår att det snarare är en ovanligt låg andel allergiker i Byggnad 2 än för hög i Byggnad 1.

Andelen rökare skiljer sig något åt mellan de svarande i de olika byggnaderna så att det är något fler rökare i Byggnad 2 än i Byggnad 1.

Flertalet boende har bott i området före ombyggnaden men få har bott i samma lägenhet. Överlag är de boende nöjda med bostadens storlek, planlösning och standard. Även husets skötsel är tre av fyra nöjd de boende nöjda med. Vid en bedömning av lägenheten som helhet är 90 procent nöjda oavsett vilken ventilationsprincip lägenheten har.

¹Stockholmsundersökningen 1994

Referenstal för hus som byggts före 1960 och som vid ombyggnaderhållit nytt sk värdeår för 1976 vid nytaxeringen, vilket i princip kan sägas motsvara nybyggnad

4 MÄTNINGAR OCH UTVÄRDERING

4.1 Tekniska mätningar

Mätningar av inneklimat i byggnad 3 har dels gjorts i form av momentana mätningar i fyra lägenheter vid olika driftfall och dels med hjälp av automatisk insamling av data som timmedelvärden i åtta lägenheterna under ett helt kalenderår. Mätningarna har pågått under perioden 1993-09-01 till 1994-08-31. Under vintern 1995 gjordes kompletterande mätningar av temperatur och luftflöde i fyra lägenheter.

Resultat från de olika mätningarna redovisas under samlingsrubrikerna värme och ventilation även om dessa ofta är svåra att särskilja. Vid för hög temperatur kan exempelvis luften upplevas som torr och instängd och höga flöden kan orsaka drag så att lägenheten upplevs som kall.

Under rubriken värme ingår naturligtvis lufttemperaturer i lägenheterna under olika delar av året vid olika driftfall men också variationer mellan rummen i lägenheterna. Resultat från mätning av ekvivalent temperatur och temperaturskillnader mellan golv och tak i vissa sovrum redovisas samt temperaturer i inblåsningssonen.

Under rubriken ventilation ingår i denna redovisning luftutbyte, kastlängder från uteluftsdon, relativ luftfuktighet och koldioxidhalt. Mätdata för relativ luftfuktighet och koldioxidhalt har samlats in som timmedelvärden för hela perioden och jämförs med utetemperatur. Svärmarna av plottade timmedelvärden har anpassats till räta linjer med hjälp av minsta kvadratmetoden. Syftet är att jämföra skillnader mellan de olika driftfallen och relatera dessa till de boendes uppfattning om eventuella skillnader i inneklimat mellan olika driftfall.

För att analysera mätresultat och bedöma om inneklimatet påverkas av variationer i luftflöde måste man i första hand skilja på vilka fysikaliska storheter som påverkas av människans beteende, uteklimat och av byggnads- och installationsteknik. Detta är avgörande för hur mätningen ska genomföras och utvärderas. Man kan exempelvis säga att relativ fukthalt och koldioxidhalt påverkas av människans beteende men luftutbyte och drag av installationerna. Det finns ingen klar avgränsning mellan de olika storheterna, inte minst gäller det temperatur. Därför måste man dels mäta under en lång period för att fånga upp variationer i beteende och uteklimat och dels undersöka byggnaden och installationerna mer ingående med hjälp av momentana mätningar.

4.2 Driftfall

Driftfallen avser "konstant ventilationsflöde" och "väderleksanpassat flöde" vid sommar- och vinterfall, tillsammans fyra driftfall. Med konstant ventilationsflöde menas konstant tryckhållning i kammare före huvudfläkt. Med väderleksanpassat flöde ändras börvärdet på undertrycket före fläkten i förhållande till utetemperatur och flöde. Vinterfallet definieras som perioder med dygnsmedeltemperatur under ± 0 °C. Sommarfallet definieras som perioder med dygnsmedeltemperatur över + 10 °C.²

²SMHI, Wedin H

För väderleksanpassat flöde har luftflödet reducerats till ca 70 procent av projekterat flöde vid -5°C utomhus och ökats till ca 20 % över projekterat flöde vid + 20 °C. Projekterat flöde motsvarar 0,5 till 0,7 omsättningar per timme beroende planlösning och antal våtutrymmen i lägenheterna.

För att kunna göra jämförelser av inneklimatet har börvörderna för de olika driftfallen ställts om manuellt via reglerutrustningen i trapphus A och B i Byggnad 3. De två driftfallen konstant ventilationsflöde och väderleksanpassat flöde har körts växelvis mellan trapphusen under en vecka i taget, så att resultaten för de olika driftfallen påverkas av samma familjers beteende. Omställningarna har dokumenterats och utgjort underlag för sortering av mätdata.

4.3 Långtidsmätningar

Långtidsmätning har gjorts i åtta av totalt 28 lägenheterna i byggnad 3 under ett kalenderår 1993-09-01--1994-08-31. Lägenheterna är fördelade på två trapphus, A och B. I varje trapphus finns ett separat fläktaggregat på vinden som betjänar lägenheterna i respektive trapphus.

Koldioxidhalten har mätts i två av de lägenheter där momentanmätningar utförts. Mätningen avser hela perioden och värden har lagrats som timmedelvärden. Givarna har varit placerade 1.7 m från golv invid dörr i sovrum. Koldioxid mättes med givare av fabrikat Gaztech 2001V Ventostat. Givarna togs ned vid ett tillfälle under mätperioden och kontrollerades mot ett välkalibrerat referensinstrument.

Relativ fuktighet har mätts i våtutrymme och i vistelsezon (vardagsrum). I vardagsrum har givaren placerats 1.7 m från golv vid dörr till hall och i våtutrymmet har givaren placerats i anslutning till frånluftsdon. Relativ luftfuktighet mättes med kapacitiva givare av fabrikat Vaisala HMP35B. Samtliga givare kontrollerades i tre kända fukthalter (atmosfär över mättade saltlösningar) före montage på mätplatsen. Varje fuktgivare innehöll också en temperaturgivare av typ Pt-100.

Temperaturgivare installerades i våtutrymme och i anslutning till vistelsezon på motsvarande sätt som fuktgiavarna. Temperaturer mättes genomgående med motståndstermometrar av typ Pt-100 (Pentronic) anslutna med fyrtrådsteknik. Samtliga temperaturgivare var av klass 1/10 DIN med onoggrannhet understigande +/- 0.1 °C och var försedda med skydd för påverkan av strålningsvärme.

Tryckskillnader ute och inne har mätts kontinuerligt i fyra lägenheter på botten- respektive översta plan. Tryckskillnaden har registreras med mikromanometer med loggabar utsignal. Värden lagrades som timmedelvärden.

För mätning av luftflöde monterades fasta mätdon för flödesmätning av typ mätkors i frånluftskanal och kalibrerades med spårgasmätning vid olika flöden (dimensionerande sommarflöde och min vinterflöde). Det dynamiska tryckfallet för mätdonet har registrerats som timmedelvärden via mikromanometer med

loggbar utsignal. Statisktryckskillnad i frånluftkanalen före fläkt i förhållande till atmosfärstryck på vind har registrerats med mikromanometer med loggbar utsignal.

Tryckfall i kanalsystemet och ute-inne mättes med två olika fabrikat av trycktransmitttrar. Dynamiskt (för luftflödesbestämning) och statiskt tryck i frånluftskanaler mättes med givare av fabrikat Auto Tran 700. Differenstryck mellan lägenheter och ytterfasad mättes med givare från Auto Tran och i några fall med givare av fabrikat Modus.

Eleffekt till fläktarna har mätts som aktiv effekt direkt efter säkring. El till fläktmotorerna mättes med elmätare av fabrikat Ermi, klass 2. Inkopplingen gjordes så att elförbrukningen mättes i matningsledningen till frekvensomformarna.

Relativ luftfuktighet utomhus och vindhastighet har mätts kontinuerligt under mätperioden av SMHI och erhållits som timmedelvärden från en meteorologisk station i centrala Göteborg. Utetemperatur har mätts på plats och lagrats som timmedelvärden. Utegivarens (Pt-100) onoggrannhet understiger +/- 0.1 °C.

Mätstationen.

Mätssystemet är uppbyggt kring en PC med ett specialkonstruerat datorprogram som samlar in, reducerar och lagrar mätdata. Mät datorn är utrustad med ett GPIB-interface för kommunikation med övriga enheter i mätsystemet, samt med ett serieinterface med telefonmodem för fjärrkommunikation. Analoga mätsignaler (temperaturer, tryck etc.) mäts med en systemvoltmeter av fabrikat HP 3478A via en kanalväljare som styrs från PC:n. Pulser från elmätare etc. registreras med en mångkanalig pulsräknare som även den styrs från PC:n. Mätssystemet klarar av att behålla sin interna tidsbas och startar upp automatiskt efter eventuella strömavbrott.

Mätprogrammet samlar in data från samtliga givare varannan minut. Efter varje timma reduceras data till timvärden, i allmänhet summor eller medelvärden av tvåminutersvärden. Data lagras på PC:ns hårddisk som dygnsfiler innehållande timvärden. På mätplatsen kan driften övervakas på datorns bildskärm där data visas allteftersom de samlas in. Datapresentationen kan utföras som blockschema över anläggningen med aktuella data i bild, eller som tabeller över insamlade värden.

4.4 Momentana mätningar

I fyra av de åtta lägenheter där långtidsmätningar utförts har momentana mätningar gjorts under vinter, sommar och höst. Dessa mätningar omfattar ekvivalent temperatur, temperaturgradient, kastlängder från don, luft rörelser, luftutbyteseffektivitet och specifikt luftflöde. Under vinterfallet har mätningarna utförts för konstant flöde och väderleksanpassat flöde i samma lägenhet under en dag. Under mätningarna har reglerkurvan ställts om manuellt för att erhålla de olika driftfallen.

Jämförelser av luftutbytet i form av specifika flöden, luftutbyteseffektivitet, och kastlängder har utförts med spårgasteknik och röktester och kan inte göras automatiskt på samma sätt som exempelvis koldioxidhalt eller lufttemperatur. Specifika flöden och luftutbyteseffektivitet är inte heller direkt påverkade av de boende utan mer av donplacering, flöden, temperaturer och uteklimat. Istället för att söka statistiskt signifikanta skillnader i mätresultat mellan de olika driftfallen har vi under de momentana mätningarna försökt ha kontroll på de parametrar som slumpmässigt påverkar mätresultaten.

Vid utvärderingen av det termiska inneklimatet jämförs det sammanvägda mätvärdet avseende termisk komfort, sk ekvivalent temperatur, vid olika driftfall och dels de enskilda storheter som direkt bedöms påverkas av det ändrade luftflödet. Dessa storheter är rummets temperaturgradient, kastlängder från don, luft rörelser i rummet och luftutbyte.

Mätning av ekvivalent temperatur har utförts i två av lägenhetens vistelsezoner 0,6 m från yttervägg framför fönster och 1.1 m från golv. Med vistelsezoner menas de delar av lägenheten där människor förväntas vara mest. För mätningen användes instrument Typ Bruel & Kjaer 1212.

Temperaturgradienten har mätts i vertikalled och ger en indikation på hur luften blandas i rummet. För stor gradient upplevs dessutom negativt och bör som högst uppgå till 3 °C. Temperaturer i vertikalled mättes 0.6 m från ytter vägg på fyra nivåer, 0.1 m, 0.6 m, 1.1 m och 1.7 m från golv. Som givare användes samkalibrerade termistorer med en onoggrannhet understigande +/- 0.1 °C.

Hur luften rör sig i rummet har bedömts ockulärt med röktester. Isovelerna 0.1 m/s och 0.3 m/s registreras i rummets tvärsnitt sett från don. Hastigheter har mätts med integrerande varmtrådsanemometer SWEMA AIR 300 med onoggrannhet understigande +/- 0.05 m/s.

Tiden för luftutbytet är ett mått på ventilationssystemets funktion och har bestämts med spårgasteknik. Luftutbytestiden har studerats med spårgas (N₂O) vid omblandad och icke omblandad luft. Mätningen har gjorts i frånluft och i punkter i vistelsezon. Punkterna har dokumenterats och använts vid mätning i olika driftfall. Som analysator användes MIRAN 203.

4.5 Enkätundersökning

Enkäten har gått ut till boende i Byggnad 1 med konstant flöde (25 lägenheter) och Byggnad 2 med väderleksanpassat flöde (20 lägenheter). Enkäten har gått ut såväl vinter- som sommarsäsong. Den andra vintersäsongen skiftades ventilationsprincip mellan de båda byggnaderna och en kontrollstudie genomfördes vintern 1995.

För att fånga in hur de boende upplever att inneklimatet är i lägenheterna har SABO-enkäten "Några frågor om Ditt inomhusklimat" använts. Denna enkät tar upp frågor om upplevd värmekomfort, luftkvalitet och ventilation, ljud och ljus men också lite om drift och skötsel av lägenheten. Frågor om den boendes hälsa ställs också. Formuläret är standardiserat och har tidigare bl a använts av såväl olika SABO företag som Hyresgästernas Riksförbund. En större studie där 10 000 Stockholmare fått besvara enkäten i samband med en kartläggning av inomhusklimatet i Stockholms bostadsbestånd har givit enkäten ett värdefullt referensmaterial.

Då antalet lägenheter med respektive ventilationsprincip trots allt är få ville vi få upp antalet svarande genom att be samtliga vuxna i lägenheten besvara enkäten. I båda längorna fanns det två vuxna i ca 70% av lägenheterna. Totalt har för varje studie omkring 60 vuxna besvarat enkäten något färre svar efter sommarsäsongen, fördelningen är jämn mellan de båda byggnaderna.

Då lägenheterna och de boende är så pass få blir bedömningarna mer beroende av bakomliggande skillnader mellan de boende än vad som gäller i studier med större underlag. Visserligen är lägenheterna när det gäller vädersträck lika orienterade, men planlösningen är spegelvänd. Detta påverkar solinstrålningens betydelse för värmekomforten i olika rum, vilket i sin tur kan påverka bedömningen av hela lägenhetens värmekomfort. Familjebostäder bestämde sig därför att följa upp denna studie med en ny enkätundersökning efter ytterligare en vintersäsong då driftfallen skiftats mellan byggnaderna.

4.6 Kontrollstudie

För att säkerställa skillnaderna i upplevt inomhusklimat mellan de olika ventilationsprinciperna är reell och inte beroende av att endast en viss typ av boende har svarat har man inför eldningssäsongen 94/95 skiftat ventilationsprincip för de båda flyglarna i huset. Tack vare att fläktarna varvtalsregleras centralt kan detta ske utan hyresgästernas vetskap. Detta har gett oss en unik möjlighet att studera vilka skillnader i upplevt inomhusklimat som följer ventilationsprincipen och vilka som mer är knutna till hushållet, byggnaden och lägenhetens placering.

I den jämförande studien där båda vinterfallen ställdes mot varandra och där systemen skiftats för de boende har vi på lägenhetsnivå totalt fått in svar från 91% av lägenheterna (41 av 45 lägenheter) i varje studie, vilket får anses som mycket bra. Andelen lägenhetssvar för Byggnad 1 var 90 procent i båda studierna och för

Byggnad 2 var svarsandelen 92%. Sett till hur många lägenheter som har varit representerade båda gångerna är det i Byggnad 1- 85% och i Byggnad 2- 88 %.

Även om lägenheterna kan vara väl representerade är det viktigt att se om det i huvudsak också är samma hushåll som nu har delgivit sina synpunkter på inomhusklimatet under en boendetid med olika ventilationsprinciper. Vi kan då konstatera att det i Byggnad 1 är till 76 procent är samma hushåll som finns representerat och för Byggnad 2 är det 78 procent.

Sammanfattningsvis kan man säga att materialet har mycket god representativitet och är av god kvalitet för en jämförelse av hur de båda systemen uppfattas av de olika hushållen.

Tabell 4.1: Antal och andel lägenhetssvar uppdelat på respektive byggnad i kv Grevegården samt andel svar från samma hushåll båda åren.

hushåll	vinter 94		vinter 95		samma lägenhet		samma	
					år 1 och 2		år 1 och 2	
	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%
Byggnad 1 20 lgh	18	90	18	90	17	85	15	76
Byggnad 2 25 lgh	23	92	23	92	22	88	20	78

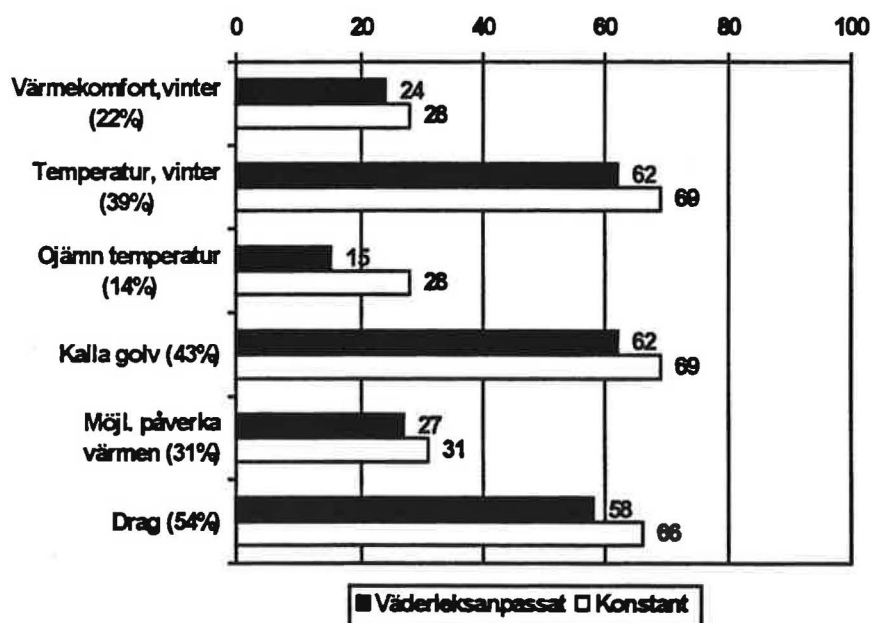
5 RESULTAT

5.1 Inneklimat - Värme

5.1.1 Upplevd temperatur

Frågor till de boende om hur de upplever temperaturen i bostaden har ställt på tre olika sätt; "Hur tycker Du värmekomforten i stort sett är i Din lägenhet under vintern alternativt sommaren?", "Tycker Du att det är för kallt eller för varmt i något rum i lägenheten under vintern alt sommaren?", "Besvärar Du av att temperaturen varierar i lägenheten beroende på temperaturförändringar utomhus?" samt "Tycker Du att Din lägenhet har kalla golv eller kalla väggar?"

I studien 1994 var man något mer kritisk i sin bedömning av värmen än genomsnittet för boende i Stockholms frånluftsventilerade flerbostadshus, särskilt i lägenheter som ventilerades med konstant flöde. Efter uppvärmningsperioden 93/94 höjdes temperaturen i lägenheterna och kontrollstudien våren 1995 visade att de boende upplever ett bättre inomhusklimat överlag, men att värmekomforten fortfarande upplevs som bättre med väderleksanpassad ventilation även om skillnaderna minskat.



Figur 5.1. Figuren visar besvärprofil över olika komfortvariabler. Andel besvärade. Referensvärden för frånluftsventilerade flerbostadshus i Stockholm inom parantes..

På sommaren är det ingen som tyckt att det varit för kallt. Snarare har det denna sommar varit för varmt framför allt har man upplevt detta i de lägenheter som är försedda med väderleksanpassat flöde.

Upplevelsen av ojämn temperatur på grund av temperaturförändringar utomhus är dubbelt så vanligt bland boende med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde, detta oavsett vinter eller sommar.

Skillnaden i upplevelsen av temperaturer och värmekomfort i de båda byggnaderna kan till viss del förklaras av lägenheternas orientering i vädersträck. Kök och vardagsrum, rum som man vistas mycket i, ligger mot söder i Byggnad 2 medan Byggnad 1 har denna del av lägenheten orienterad mot norr. Betydelsen av lägenhetens orientering har senare kommit att prövas genom att skifta systemen i de båda längorna och ånyo fråga de boende hur förhållandena upplevs.

Under vintern 93/94 upplever omkring 60 procent av de boende att de vintertid har kalla golv och detta oavsett ventilationsprincip. Detta är betydligt fler än i frånluftsventilerade flerbostadshus i Stockholm, där 45 procent har angivit kalla golv. Kalla väggar är dock vanligare i de lägenheter som har konstant flöde, 45 procent, än i de med väderleksanpassat flöde, 29 procent.

Sommartid är det färre som upplever kalla golv och väggar men andelen boende som anger detta är dock fortfarande hög, framför allt bland de boende med konstant flöde. Kalla golv upplevs av 28 procent bland de boende med väderleksanpassat flöde och 42 procent av de med konstant flöde. Kalla väggar säger 6 procent att de har bland de boende med väderleksanpassat flöde mot 24 procent bland de med konstant flöde. Än en gång bör väderstrecks förhållandena beaktas som kanske har en större betydelse sommartid.

Kontrollstudien visar:

Under det år som gått har Familjebostäder sett över värmesystemet och ersatt de maxbegränsade termostatventilerna med handreglerade ventiler. Man har också höjt medeltemperaturen till de olika lägenheterna. Detta har givit till resultat att man nu är betydligt mer nöjd med värmekomforten än man i genomsnitt är i referenshusen i Stockholm³ och detta oavsett vilken ventilationsprincip lägenheten har.

För referenshusen i Stockholm ligger andelen som ofta har låg temperatur i något rum på 39%. Tidigare låg svarsprocenten för kv Grevegården runt 60% och är nu nere på ca 25%. Referenstalet för kalla golv ligger på 43%, i kv Grevgården låg den 1994 på 60% och ligger nu 1995 runt 40%. Upplevelsen av att det drar någonstans i lägenheten ligger för referenshusen på 54% och låg i den första studien på ca 60% och ligger nu i den andra studien på ca 30%.

³Undersökning i Stockholm utförd av Utrednings- och Statistikkontoret 1992 och 1994

I studien 1994 var man något mer kritisk i sin bedömning av värmen om lägenheten ventilerades med konstant flöde än om den hade väderleksanpassat flöde. I studien 1995 är skillnaden i bedömningen inte särskilt stor utom då det gäller bedömningen av möjligheten att själv påverka värmen i lägenheten och i viss mån också upplevelsen av drag. Här är det fortfarande fler som uppger besvär bland de som har konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde.

Då man studerar samma hushåll med ändrad ventilationsprincip är det också framför allt de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde som upplever förbättringar av värmekomforten.

När det gäller upplevelsen av kalla golv och väggar är det fortfarande så att det är vanligast i Byggnad 1 men att bytet till väderleksanpassat flöde minskat känslan av kalla golv och väggar. Detta kan tyda på att problemet med kalla ytor följer byggnaden snarare än ventilationssystemet. I Byggnad 1 ger uppvärmda källarutrymmen upphov till låga golvtemperaturer på plan 1. Även solinstrålningen har betydelse då vi tidigare konstaterat att den är störst i Byggnad 2 för rum som man vistas mest i dagtid som kök och vardagsrum.

I den första studien var det ingen större skillnad i uppfattningen av möjligheten att själv kunna påverka värmen. I den andra studien är det framför allt de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde som säger sig nu ha större möjlighet att själv reglera värmen.

5.1.2 Uppmätta temperaturer och lufthastighet

Mätresultaten visar att skillnaderna i lufttemperaturer inte är så stora vare sig mellan ventilationsprinciperna eller mellan de olika lägenheterna och rummen. Vid utetemperaturer runt $\pm 0^{\circ}\text{C}$ är temperaturen inomhus ca $+21^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.5^{\circ}\text{C}$). Temperaturen är dock något lägre under vintern med konstant ventilationsflöde. Däremot är variationerna större om man jämför ekvivalenta temperaturer och lufttemperaturer över året.

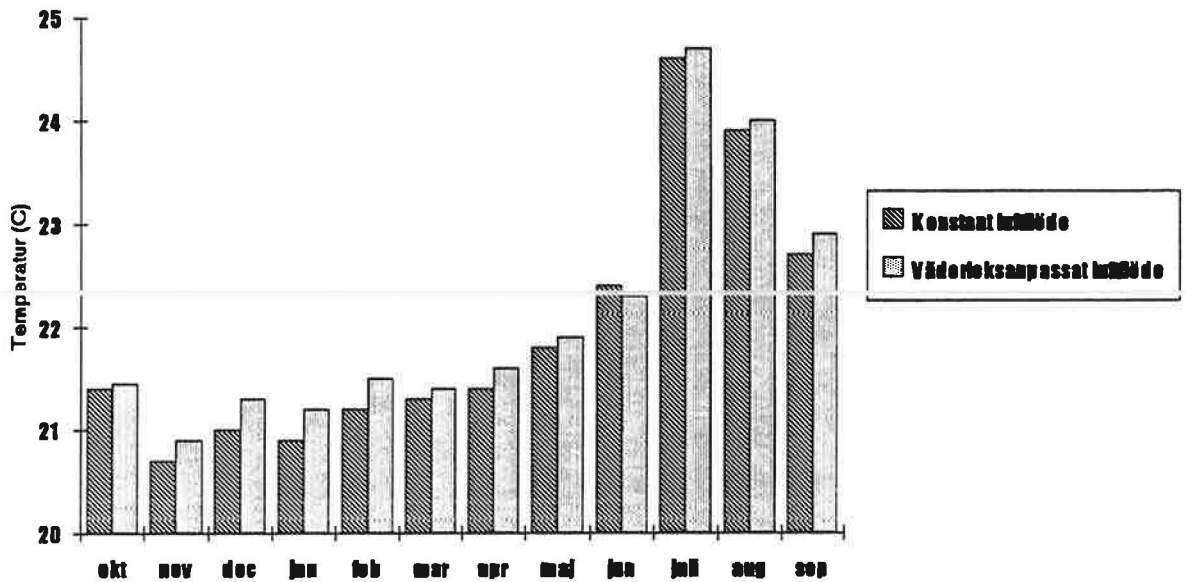
Ett skäl till variationerna över året kan vara svårigheter att reglera värmeförseln med termostater monterade direkt på radiatorn. Termostatkropparna är maxbegränsande till ca $+21^{\circ}\text{C}$. När utemperaturen sjunker ökar framledningstemperaturen på radiatorkretsen. Värmeledning och strålning från den varma radiatorn ger en högre temperatur intill termostaten än i själva rummet. Rumstemperaturen kan då sjunka när utemperaturen sjunker. I detta fall varierar temperaturen inomhus mellan $+21^{\circ}\text{C}$ och $+22^{\circ}\text{C}$ under uppvärmningssäsongen. När det blir kallare ute sjunker också yttemperaturer, i första hand på fönstren, vilket medför att den ekvivalenta temperaturen sjunker mer än lufttemperaturen.

Den ekvivalenta temperaturen påverkas också av hur ventilationsluften tillförs. Mätningar av ekvivalent temperatur visar att temperaturen sjunker när flödet ökas. Mätningarna visar också låga värden och skillnader mellan planen. I en av

lägenheterna på plan tre, högst upp, var den ekvivalenta temperaturen ca +18° C vid ett av mättillfällena vintern 93/94.

Temperaturskillnaden, gradienten, mellan nivåerna 0.1 och 1,7 meter över golv varierar mellan 0.3 °C och 1.9 °C mellan de olika lägenheterna. De högsta värdena finns i en lägenhet på bottenplanet där man också tagit bort termostaterna. Temperaturgradienten minskar när flödet reduceras. (Vid mätningen monterades termostaterna tillfälligt tillbaka).

Medeltemperatur i vardagsrum



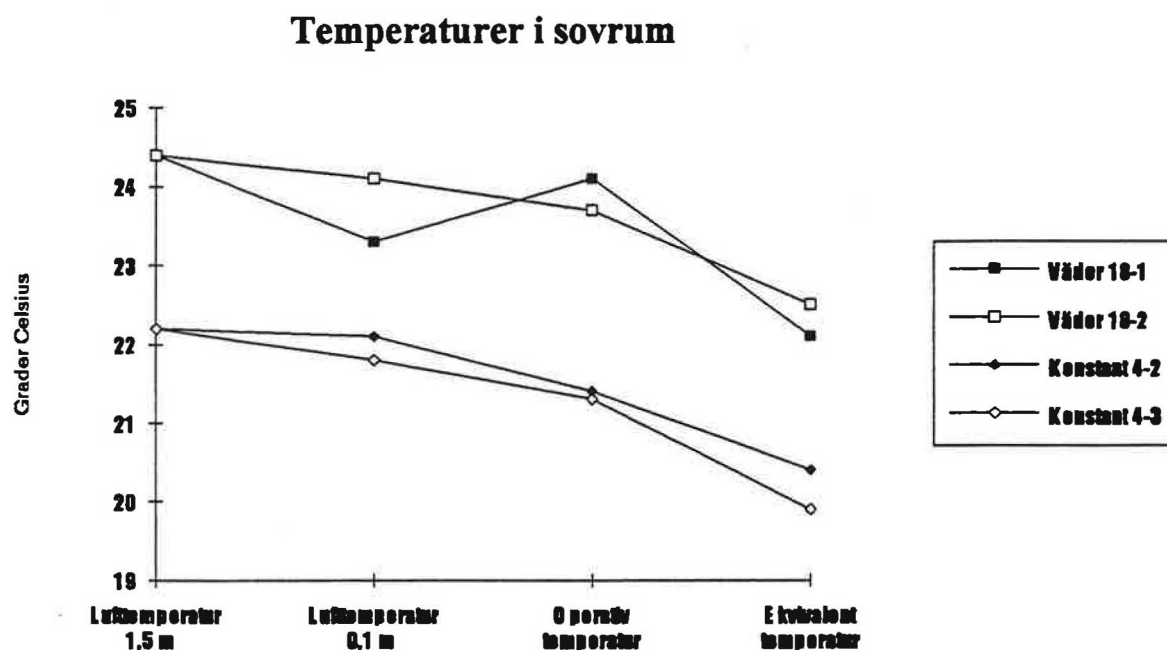
Figur 5.2 visar luftens medeltemperatur i åtta vardagsrum månadsvis under hela mätperioden.

Under sommaren när flödet ökar bör också mer värme föras bort från byggnaden och därmed sänka temperaturen inomhus. Detta kan inte verifieras av mätresultaten.

Under vintern 1995 gjordes ytterligare temperaturmätningar i de byggnader där enbart enkätundersökningar utförts under 94/95. Under denna mätning var termostatterventilerna bortmonterade och radiatorventilerna fullt öppna.

Resultaten visar att temperaturen ökat avsevärt från vintern 93/94 men att lägenheterna med konstant luftflöde fortfarande har något lägre temperatur än lägenheterna med väderleksanpassat flöde. Luft- och operativtemperaturen uppgår till ca +24 °C vilket kan uppfattas som väl högt. Man tycks också vädra regelbundet i de lägenheter där mätningar genomförts. Det är således viktigt att anpassa framledningstemperaturen till förändringar i luftflöde.

. I en av lägenheterna finns ett underliggande källarutrymme vilket ger upphov till kalla golv. Skillnaden mellan lufttemperaturen på 0,1 m och 1,7 m är också relativt stor i denna lägenhet, vilket framgår av figur 5.3.



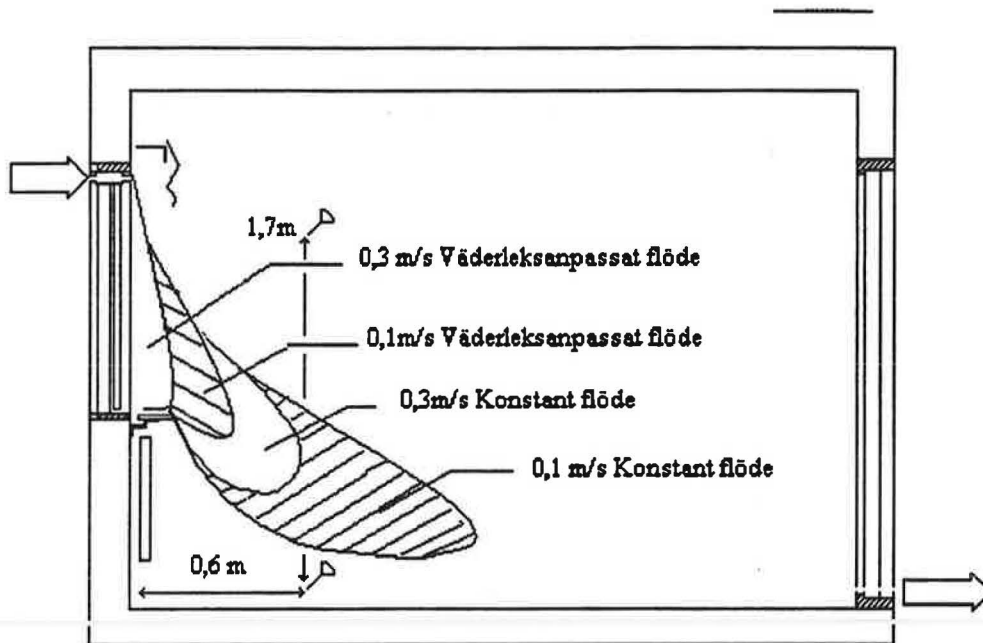
Figur 5.3. Figuren visar skillnader mellan lufttemperaturer, operativ temperatur och ekvivalent temperatur under vintern 1995 (utan termostatventiler).

Skillnaden mellan operativ och ekvivalent temperatur visar att den ekvivalenta temperaturen påverkas av luft rörelser i rummet. Mätningar av lufthastighet i zonen kring givaren på 0,6 m från golv visar också att kastlängden definierad som isovelens 0,1 m/s når upp till 1 m in i rummet och något kortare med väderleksanpassad ventilation. Isovelen 0,3 m/s når ca 0,5 m in i rummet. Trots att ytttemperaturen på radiatoren är ca 35 °C orkar inte termiken lyfta den nedåtgående luftströmmen längs fönstrets insida. Detta beror i stor utsträckning på fönsterbrädans utformning och placering.

I de rum som är orienterade åt sydost påverkas den ekvivalenta temperaturen av solinstrålning. Under andra mät dagen vintern 1995 fanns kortare perioder med solinstrålning vilket markant ökade den ekvivalenta temperaturen i vardagsrummet.

Inblåsningszonen i närheten av uteluftsdonet påverkas av skillnader i luftflöde. Med inblåsningszon menas här det område i anslutning till donet där lufthastigheten är högre än 0,1 m/s (se figur 5.4). Då rummen är små påverkar den kalla tilluften de boende som ofta vistas i eller i närheten av inblåsningszonen, särskilt i sovrummen. Vid reducerat flöde minskar inblåsningszonen samtidigt som temperaturen höjs.

Risken för obehag av drag minskar. Sambandet är detsamma om man höjer flödet i ett frånluftssystem. Den kalla luften med hög hastighet når längre in i rummet.



Figur 5.4. Figuren visar inblåsningszoner, lufthastighet och mätpunkter för temperaturgradient i sovrum vid olika flöden under vintern. Vid sommarfallet stiger den varma tilluften istället mot taket.

5.1.3 Upplevt drag.

Två typer av frågor kring eventuella dragproblem ställdes till de boende; "Besvärar Du av drag i Din lägenhet? Ange i så fall i vilket rum.." samt om besvär med drag "Ange i så fall varifrån det drar..."

Andelen boende under vintern 93/94 som angav besvär med drag i något rum vintertid är för väderleksanpassad ventilation 58 procent och för de boende med konstant flöde 66 procent. Andelar som är några procentandelar högre än vad som är vanligt bland boende i frånluftsventilerade flerbostadshus i Stockholm.

Boende med väderleksanpassat flöde har något färre hyresgäster som överhuvudtaget anger drag än de med konstant flöde. Bor man med väderleksanpassad ventilation så anger de som upplever drag att det drar i fler rum än vad man gör om man upplever drag och bor med konstant flöde. Det är främst i vardagsrum och kök som man upplever drag.

Det är få som upplevt drag under sommaren. I den mån man angivit det så är drag i vardagsrum vanligast bland boende med konstant flöde och drag i sovrum bland boende med väderleksanpassat flöde.

På frågan varifrån det drar så pekar de boende med väderleksanpassat flöde ut ventilerna som främsta dragkälla oavsett årstid och de med konstant flöde pekar snarare på drag från golv och dörr. Detta kan bero på att spaltventilerna stängts vilket medför att mer av uteluften tillförs via läckage.

Vid injusteringstillfället av termostatventilerna, januari -94, inspekterades för varje lägenhet hur spaltventilerna var inställda. För samtliga lägenheter visade det sig att i uppmot hälften av lägenheterna var spaltventilerna stängda. En viss skillnad kunde skönjas mellan de olika byggnaderna så att man var mer benägen att hålla ventilen öppen i lägenheter försedda med väderleksanpassat flöde än i de med konstant flöde.

Kontrollstudien visar:

Oavsett ventilationsprincip så har andelen boende som besväras av drag minskat år 2 jämfört med år 1 och detta i samtliga rum. Upplevs drag så är det framförallt i vardagsrum och sovrum.

I den första studien var det fler som upplevde drag bland de boende med väderleksanpassat flöde än de med konstant flöde. En förklaring var då att de boende med väderleksanpassat flöde hade öppna ventiler i större utsträckning än de med konstant flöde. I den andra studien var förhållandet det omvända. I denna studie fick de boende själva räkna hur många av sina spaltventiler de höll öppna och av resultaten framgår att man nu, oavsett ventilationsprincip, i större utsträckning håller dessa öppna.

Det är framför allt de som gått från konstant flöde till väderleksanpassat flöde som i större utsträckning upplever en minskning av drag och detta oavsett rum. I badrummet är dock minskningen av andelen boende som upplever drag större för de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde.

5.2 Inneklimat -Ventilation

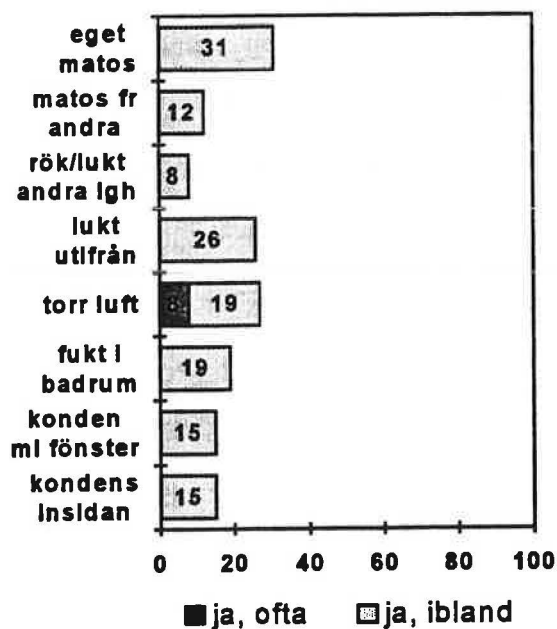
5.2.1 Upplevd luftkvalitet

Andelen boende i kv Grevegården som bedömer att luftkvaliteten som helhet såsom bra är lika stor som andelen boende i Stockholms frånluftsventilerade flerbostadshus. Detta gäller såväl 1994 som 1995 års undersökning även om andelen som säger sig ha dålig luftkvalitet är något högre 1995.

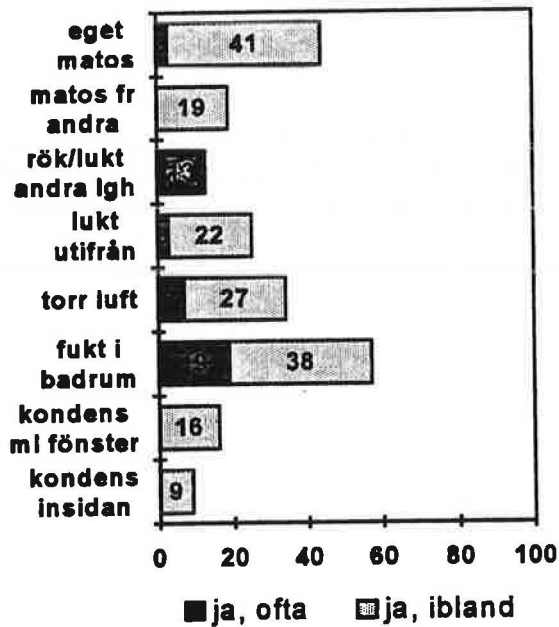
De boendes **allmänna bedömning av luftkvaliteten** vintertid i bostaden visar att mellan 75 och 90 procent bedömer den som bra, endast några få menar att den är dålig. Vintertid bedöms luftkvaliteten som helhet något bättre i de lägenheter som har konstant flöde än i de med väderleksanpassat flöde, på sommaren är bedömningen den omvända dvs något bättre i lägenheter med väderleksanpassat flöde. Skillnaden är något större under sommaren än under vintern, framför allt är det luften i sovrummen som dubbelt så många säger är dålig bland de boende med konstant flöde mot de med väderleksanpassat flöde.

På frågan om man besväras av olägenheter som exempelvis torr luft, fukt i badrum och matos finns det vissa skillnaderna mellan väderleksanpassad ventilation och konstant

Vinter 1994
Väderleksanpassad ventilation



Vinter 1994
Ventilation med konstant flöde



Figur 5.5. Figuren visar hur de boende besväras av olika olägenheter under vintern vid väderleksanpassad ventilation och konstant flöde.

Vintertid är **upplevelsen av torr luft** i lägenheten betydligt lägre i kv Grevegården än vad som framkommit i referensmaterialet från Stockholms flerbostadshus. Referensvärdena där varierar mellan 37 procent och 59 procent beroende på byggnadsår, här ligger nivån på 25 procent oavsett ventilationstyp. Frågan är hur stor betydelse skillnader i det yttre klimatet har på upplevelsen av torr luft i de båda städerna. En möjlig förklaring är att i temperaturen inomhus är lägre i Grevegården än i referenslägenheterna i Stockholm, vilket kan minska upplevelsen av torr luft.

På frågan om man upplever sig ha **besvär med torr luft** vintertid, så är det 7 procent som säger det oavsett ventilationsprincip. Bedömningen av luften såsom fuktig och unken vintertid är å andra sidan något vanligare i lägenheter med konstant flöde än med väderleksanpassat.

Under sommaren är det betydligt vanligare bland de boende i lägenheter med väderleksanpassat flöde att uppleva luften som torr, 61 procent, jämfört med 19 procent av de boende med konstant flöde. Det är också vanligare att uppleva luften som dammig i dessa lägenheter.

Förekomst av olika lukter vintertid i lägenheten är **låg någon typ av lukt** är det endast 23 procent som nämner bland de boende med väderleksanpassat flöde mot 34 procent bland de boende med konstant flöde. Det senare motsvarar den förekomst som noterats i frånluftsventilerade flerbostadshus i Stockholm. Sommartid är skillnaden ännu större mellan de båda typerna av lägenheter så att endast 6 procent med väderleksanpassat flöde anger lukter mot 38 procent bland boende med konstant flöde. Skillnaden mellan de olika lägenhetstyperna gäller framför allt upplevelsen av instängd respektive unken lukt.

På frågan om "ventilationssystemet i lägenheten ger Dig stora eller små möjligheter att **själv påverka luftkvaliten**" menade de boende vintertid till största delen att det fanns vissa möjligheter att påverka luftkvaliten. Bland de som uppger att det inte ger några sådana möjligheter så är andelen större bland de som bor med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde.

En annan aspekt på ventilationssystemets funktion och kapacitet får man vid frågor som rör systemets möjlighet att vädra ut **olika typer av lukter**. I kv Grevegården är det knappt någon som besväras av så väl eget som grannars matos, vilket är ovanligt om man jämför med att de i de frånluftsventilerade flerbostadshusen i Stockholm är det hela 30 procent som uppger besvär med eget matos.

På frågan om luften upplevdes som torr eller fuktig svarade ingen bland de boende i de lägenheter med väderleksanpassad ventilation att luften var fuktig vilket däremot förekom bland de boende med konstant flöde. Fukt i badrum så till vida att det var svårt att få handdukar torra menade ingen bland de boende med väderleksanpassat flöde mot 19 procent bland de som bodde med konstant flöde vilket i stort sett motsvarar vad som är vanligt i de frånluftsventilerade flerbostadshusen i Stockholm. Sommartid är andelen 6 procent bland de boende med väderleksanpassat flöde jämfört med hela 35 procent bland de boende med konstant flöde.

Kondens på och emellan fönster kan också vara ett uttryck för hög relativ luftfuktighet, något som inte alls förekom särskilt ofta i kv Grevegården oavsett med vilken ventilationsprincip man bodde.

Kontrollstudien visar:

I bedömningen av luftens karaktär i lägenheter med olika ventilationsprinciper fanns det i den första undersökningen ingen skillnad i bedömningen av luften såsom torr. I den andra studien är det färre som bedömer luften som torr bland de med väderleksanpassat flöde än de med konstant flöde. Denna skillnad bekräftas också med att de som tidigare haft konstant flöde nu i mindre utsträckning bedömer luften som torr när de bytt till väderleksanpassat flöde.

Bedömningen av luften som dammig har däremot ökat till nackdel för de med väderleksanpassad ventilation liksom bedömningen av unken *lukt*. Bedömningen av instängd lukt verkar däremot följa hushållet och byggnaden snarare än ventilationsprincip. Det är få som känner stickande lukt och mögel lukt och detta oavsett ventilationsprincip.

Oavsett ventilationsprincip så är andelen som har besvär med eget matos vid båda tillfällena betydligt lägre här än för referenshusen i Stockholm. Detsamma gäller för besvär med grannars matos.

Besvär med fukt i lägenheten förekom i den tidigare studien endast i de lägenheter som var försedda med konstant flöde och då på samma nivå som för snittet i referenslägenheterna. Oavsett hur man har skiftat ventilationsprincip så uppfattar man mer besvär med fukt i badrum i den långa som 1994 hade konstant flöde och 1995 har väderleksanpassat flöde. Här kan man misstänka antingen att fuktalstringen följer hushållet eller att det ligger i byggnadsstommen snarare än att det beror på ventilationssystemet.

Bytet till väderleksanpassad ventilation har dock förvärrat situationen något, vilket framför allt kan utläsas i den rangordning av problem i lägenheten som gjorts. I Byggnad 1 som först var försedd med konstant flöde och nu erhållit väderleksanpassat flöde uttrycker de boende att problem med fukt i badrum är det största problemet och dessutom har andelen boende som instämmer ökat efter bytet till väderleksanpassad ventilation.

Möjligheten att själv kunna påverka luftkvaliten tyckte man tidigare var större om lägenheten var försedd med konstant flöde än väderleksanpassat flöde, denna skillnad är borta i den andra studien. Man har överhuvudtaget modifierat sin syn på möjligheterna från att svara antingen "stora" eller "små möjligheter" till att idag svara "vissa möjligheter". Vid konstanthållning av de boende kan man se att det främst är de som gått från väderleksanpassat flöde till konstant flöde som tycker att möjligheterna minskat.

5.2.2 Upplevda hälsobesvär

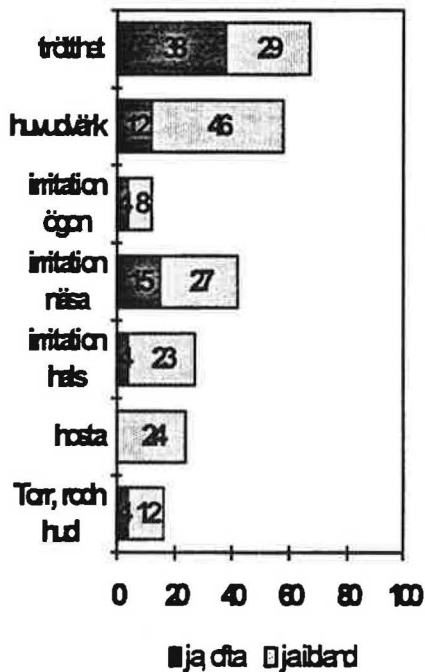
Det absolut viktigaste när det gäller bedömningen av bostadens luftkvalitet är att den inte får ge upphov till hälsobesvär. Det är framför allt besvär med irriterade slemhinnor som brukar kopplas ihop med sk "sjuka hus". Andelen boende som de senaste tre månaderna ofta haft något eller några av dessa symtom ligger lägre eller lika som snittet för Stockholms flerbostadshus. Andelen med besvär under vintern är i stort sett lika oavsett ventilationsprincip. Enda undantaget är problem med irriterad näsa där man både i referenshusen i Stockholm och i lägenheter med konstant flöde har angivit en lägre besvärnivå vintertid än bland boende med väderleksanpassat flöde. Under sommaren är det framför allt besvär med trötthet och irriterade ögon där andelen är något högre bland de boende med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde.

För att kunna härleda de båda ventilationsprincipernas effekter på hälsan krävs ytterligare bearbetningar då vi vet att förekomst av allergiska besvär förekommer mer bland de boende med konstant flöde.

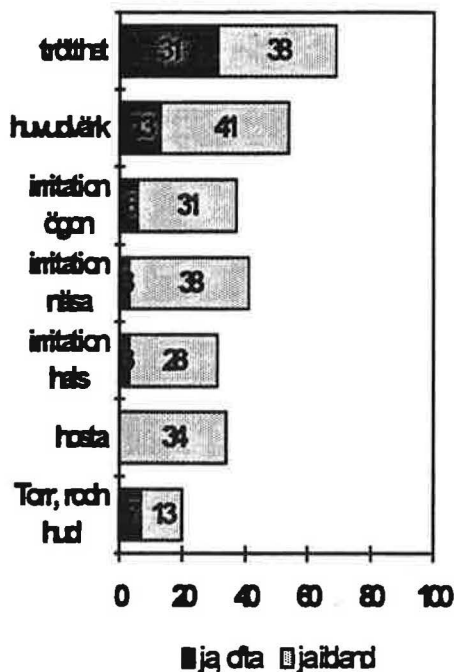
På frågan om de angivna hälsobesvären beror på bostaden var det ingen bland de boende med väderleksanpassat flöde som sa detta under vinterhalvåret däremot under sommarhalvåret. Särskilt markant är att man sommartid menar att trötthet, huvudvärk och torr hud beror på bostaden vilket inte är lika vanligt om man bor med konstant flöde. Frågan är om det kan hänga ihop med den stora skillnaden av upplevd torr luft i dessa lägenheter just sommartid?

Vinter 1994

Väderleksanpassat flöde



Konstant flöde



Figur 5.6. Figuren visar hur de boende besväras av trötthet, huvudvärk mm under vintern.

Kontrollstudien visar:

Andelen boende som anger olika typer av hälobesvär som de ofta haft under de tre senaste månaderna ligger för samtliga besvär under snittet för referenshusen i Stockholm. Vid en jämförelse mellan de olika åren kan man se att hälsobesvärerna inte verkar följa systemen på något entydigt sätt. Allmänsymtomen har minskat oavsett system.

Vid konstanthållning av de boende framgår att de som bor i Byggnad 1 och skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde ligger kvar på samma nivå för samtliga slemhinnebesvär utom för irriterad näsa där andelen ökat från 3% till 9% (referensvärde 10%). Boende i Byggnad 2 och som skiftat från väderleksanpassat flöde till konstant flöde har däremot erhållit lägre andel boende som anger besvär med irriterad näsa, från 15% till 9% andelen boende med besvär av irriterad näsa ligger nu på samma nivå oavsett ventilationsprincip. Däremot har andelen med besvär med irriterad hud ökat från 4% till 9% (referensvärde 8%) för de som skiftat från väderleksanpassat till konstant flöde. Övriga slemhinnebesvär ligger kvar på samma nivå som tidigare.

Det är i den andra undersökningen fler som kopplar sina eventuella besvär till bostaden, framför allt är det boende i Byggnad 1 som gör det. I Byggnad 2, där man gått från väderleksanpassat flöde till konstant flöde är det framför allt irritation i hals och torr rodnande hud som man nu skyller på bostaden.

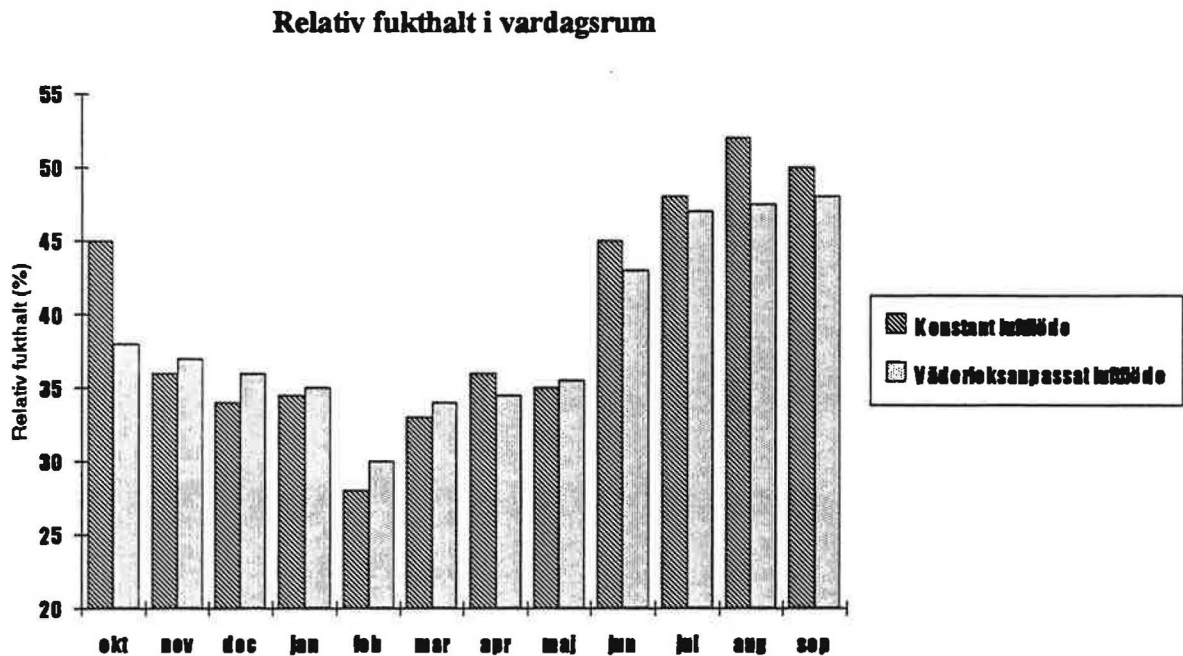
5.2.3 Uppmätt relativ luftfuktighet

Relativ luftfuktighet beror dels på personbelastning och dels på avgivning av fukt från våtutrymmen och kök. Under vinterhalvåret är normalt fukthalten låg inomhus. Fukthalten varierar dock kraftigt i olika delar av bostaden, exempelvis i våtutrymmen och vardagsrum. Även koldioxidhalt beror på antalet personer som vistas i bostaden, men även typ av aktivitet och luftflöde. Den relativa fukthalten är förhållandet mellan aktuell fukthalt och största möjliga fukthalt som luften kan innehålla och anges i hundradelar (%). Den relativa fukthalten och koldioxidhalten ökar när luftflödet i lägenheten minskar.

Balansen mellan fukt- och koldioxidhalt är en nyckelfråga vad gäller nivån för minflöde vid väderleksanpassad ventilation. En högre fukthalt är sannolikt bra under vintern samtidigt som man vill undvika att halterna av koldioxid och olika typer av föroreningar blir för höga. Vi vill inte heller att det blir för fuktigt i våtutrymmen. Om vi sänker luftflödet ökar teoretiskt både fukthalten och koldioxidhalten. Det är särskilt känsligt inom de låga flödesområden som är vanliga i bostäder.

Mätresultaten visar att variationerna av relativ luftfuktighet inom varje lägenhet och mellan de olika lägenheterna i allmänhet är större än skillnaderna mellan driftfallen. Detta beror på flera faktorer i första hand avgivningen av fukt inomhus, luftutbytet, fukthalten inomhus och temperaturen inomhus.

För att söka skillnader i relativ fukthalt mellan driftfallen har månadsmedelvärden beräknats för vardagsrum och badrum. Detta dämpar effekten av tillfälliga variationer i användning. Medelvärden över årets månader framgår av figur 5.7. Som månadsmedelvärde under året varierar den relativa fukthalten mellan 30 och 50 % och i vardagsrummen mellan 40 och 55 % i badrummen.



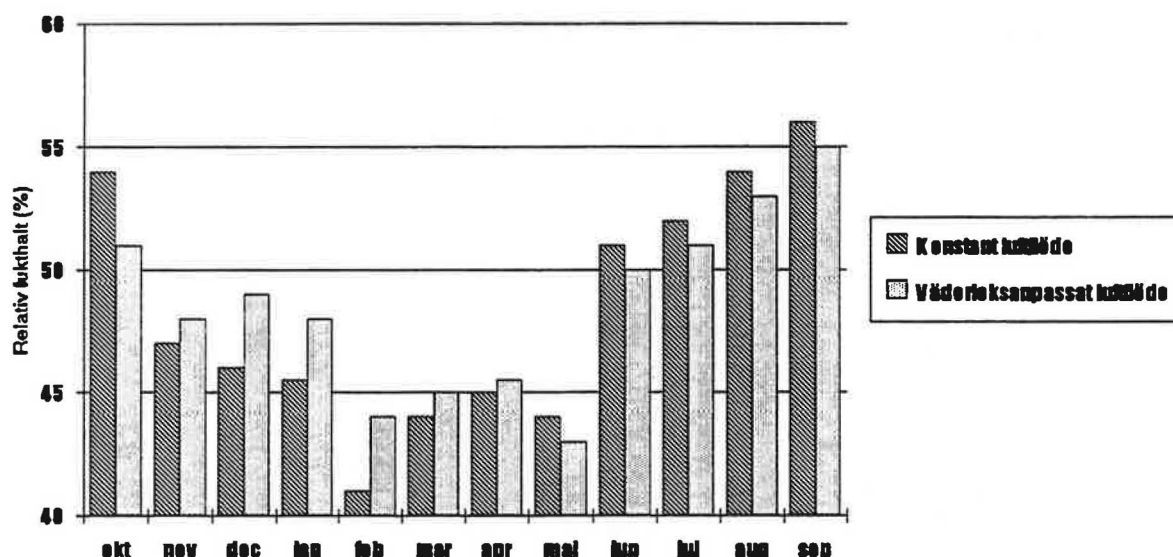
Figur 5.7. Figuren visar månadsmedelvärden av relativ fukthalt i vardagsrum för de olika driftfallen.

Om inte medelvärden bildas är spridningen av mätresultaten stora. Man kan trots allt fastställa att den relativa fukthalten är olika vid konstant flöde jämfört med väderleksanpassat flöde, även om skillnaderna är små. De största skillnaderna uppstår under sommaren då den relativa fukthalten är lägre med väderleksanpassad ventilation. Skillnaderna mellan de olika driftfallen under uppvärmningsperioden är mindre. Då metoden med växelvisa driftfall använts är dock skillnaden signifikant även om den är liten.

I badrummen är tendensen densamma men skillnaderna mellan driftfallen är något mindre än i vardagsrummen. Det är torrare under sommaren och något fuktigare under vintern med väderleksanpassat flöde. Som månadsmedelvärde uppgår fukthalten som högst till ca 55 procent. Endast kortvarigt har den relativa fukthalten överstigit 90 % oavsett driftfall.

Man kan konstatera att skillnaderna i relativ fukthalt över året är mindre med väderleksanpassad ventilation, både i badrum och i vardagsrum.

Relativ fukthalt i badrum



Figur 5.8. Figuren visar månadsmedelvärden av relativ fukthalt i badrum för de olika driftfallen.

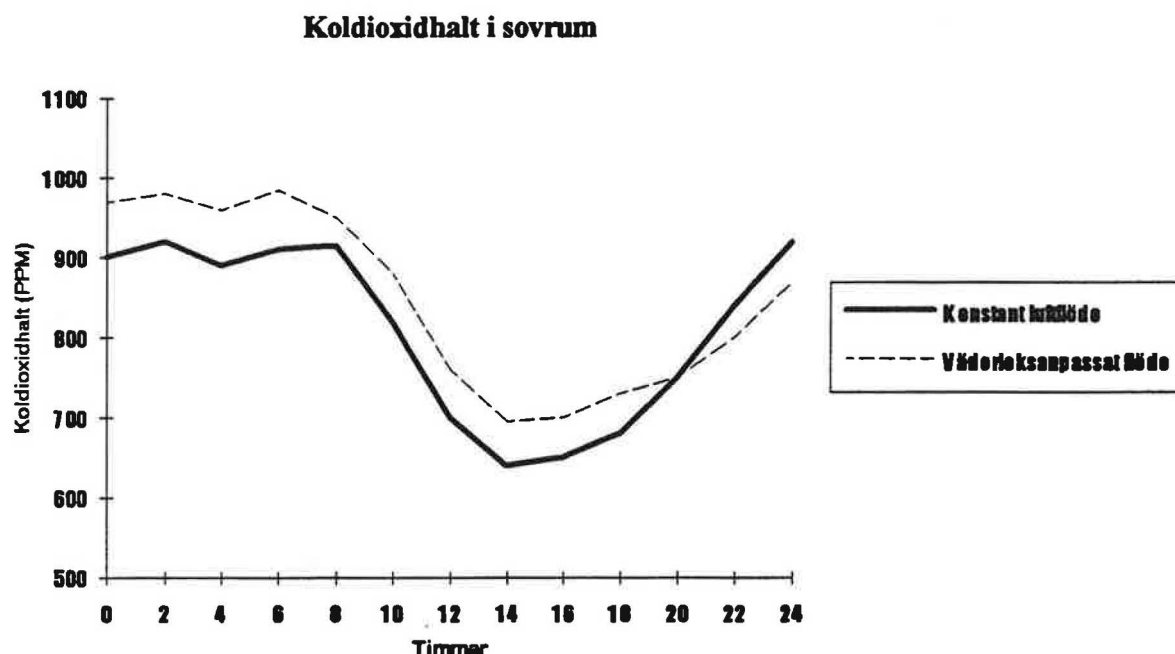
5.2.4 Uppmätt koldioxidhalt

Spridningen av koldioxidhalt är stor men vissa skillnader mellan driftfallen kan konstateras. Resultaten från mätningarna av koldioxid visar att koldioxidhalten i sovrummen varierar mellan ca 350 PPM och 2000 PPM. Tyngdpunkten i svärmarna ligger mellan 800 PPM och 1000 PPM. Under nätter mellan kl 23 00 och kl 05 00 överstiger halten 1000 PPM 619 timmar under ett år. Endast under enstaka timmar överstiger värdena 1600 PPM. Normalt har två vuxna personer vistats i rummet med och utan öppen dörr.

Det är intressant att jämföra skillnad i koldioxidhalt och luftflöde under vintern. Koldioxidhalten ökar med mellan 5 % och 10 % trots att flödet reducerats med ca 25 %. Detta beror dels på att det finns en grundkoncentration på mellan 300 PPM och 400 PPM ute och att den totala lägenhetsvolymen har en utjämnande effekt på koldioxidhalten. Större rumsvolym per person medför att det tar längre tid att bygga upp koncentrationen av koldioxid. I samtliga lägenheter är alla personer normalt borta under dagtid, vilket gör det möjligt för även ett lågt ventilationsflöde att reducera koldioxidhalten under dagen. Under sommaren har ingen skillnad i koldioxidhalt kunnat konstateras.

För att göra en jämförelse möjlig har vi valt att ta fram dygnsprofiler för ett medeldygn under vintern då de högsta halterna av koldioxid kan förväntas. Timmedelvärden för två sovrum under februari har omräknats till ett medeldygn för hela månaden.

Under perioden är skillnaden störst under natten mellan kl 00 00 och kl 06 00, ca 980 ppm som medelvärde för väderleksanpassat flöde och ca 920 ppm för konstant flöde.



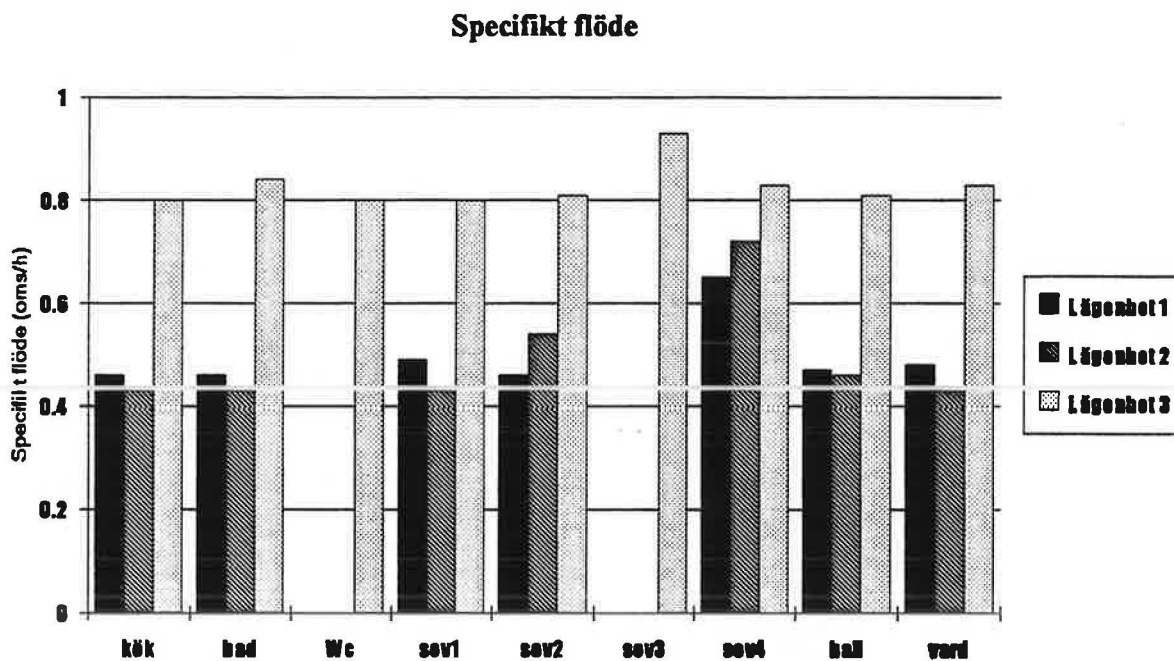
Figur 5.8 Figuren visar koldioxidhalt som timmedelvärden i två sovrum under dygnet för de olika driftfallen

5.2.5 Uppmätt luftutbyte

Det är inte självklart att luftutbytet står i direkt relation till luftflödet till och från rummet. Strömningsbilden förändras exempelvis vid lägre tilluftstemperaturen då den kalla tilluften är tyngre än den varmare rumsluften. Hur effektivt luften byts ut beror också på donens utformning och placering, värmekällor i rummet, möblering mm. Även om mätningar av luftflödet till en lägenhet visar att kravet på en viss omsättning av uteluft är uppfyllt är det inte alls säkert att den verkliga omsättningen stämmer med det luftflöde som tillförs.

De faktorer som påverkar luftutbytet över året är främst temperaturskillnaden ute och inne samt värmeförlusten till rummet, särskilt i frånluftssystem där luften tas in utan förvärmning. Luftutbytet kan mätas med hjälp av spårgasteknik och redovisas här som specifikt flöde (omsättningen av uteluft per timme) vid olika årstider och i olika rum. Mätningarna har dels utförts då luften i lägenheten blandas med hjälp av ett antal fläktar placerade i olika rum och dels utan omblandning. Den senare mätningen visar den verkliga omsättningen av uteluftflöde och tiden för luftutbytet. Med hjälp av omblandningsfläktarna kan den teoretiskt snabbaste luftutbytetstiden vid fullständig omblandning bestämmas. Genom att jämföra tiden för det verkliga luftutbytet och den teoretiskt snabbaste tiden erhålls luftutbyteseffektiviteten.

Mätningarna har utförts vid höstfall, vinterfall och sommarfall i fyra lägenheter i byggnad 3. Studien är i första hand inriktad på att undersöka vinterfallet. Under höstfallet då luftflödet för väderleksanpassad ventilation i stort sett är lika som för konstant flöde inriktades mätningarna på att undersöka hur fördelningen av luft varierar mellan olika rum i lägenheterna och att få en referens till vinterfallet. Under vinterfallet gjordes mätningar av luftutbyte i två lägenheterna med väderleksanpassat flöde och två med konstant luftflöde. En kompletterande mätning har utförts i en lägenhet vid sommarfall då det väderleksanpassade flödet är högre än normalt.



Figur 5.10 visar specifikt luftflöde i olika rum i tre lägenheter under hösten 1993.

Resultaten av jämförelser mellan olika rum under höstfallet visar att fördelningen av luft mellan rummen är god. Alla dörrar har varit öppna förutom till bad och sovrum 3 och 4. I dessa sovrum har de högsta specifika flödena uppmätts. Det bör påpekas att två till fyra personer vistats i lägenheterna under mätperioden, vilket i viss mån påverkar omblandningen av luften. Denna påverkan har dock varit avsiktlig då förhållandena bedöms vara normala för lägenheten.

Under vinterfallet är flödet över aggregaten reducerat med ca 25 %. Spårgasmätningen har dels utförts vid reducerat flöde och dels vid normalt flöde under samma dag i samma lägenhet. Mätningarna visar att det specifika flödet varierar mellan 0.4 och 0.8 vid reducerat flöde trots att frånluftsflödet över donen är lägre. Detta beror på läckage och att luftutbyteseffektiviteten är högre än 50 % i samtliga fall utom för en av lägenheterna som varit onormalt kall, drygt +18 °C.

Luftutbyteseffektiviteten förbättras när temperaturskillnaden mellan tilluften och rumsluften ökar. Mindre luftmängd klarar att ventilera lägenheten utan försämring av luftkvaliteten jämfört med ett system med förvärmad tilluft. Luftutbyteseffektiviteten har varierat mellan 55 % och 65 % vid utetemperaturen - 5 °C. Detta tyder på att man kan sänka luftflödet i ett frånluftssystem med upp till 25 % under vintern utan att försämma luftutbytet. Begränsningen är den negativa effekt den kalla tilluften har på den termiska komforten. Samtidigt är det lättare att klara den termiska komforten om mindre kall luft måste tillföras.

Mätningarna under sommarfallet pekar på att luftutbyteseffektiviteten försämras när det är varmt ute vilket kan kompenseras med ett ökat flöde. Mätningen under sommarfall gjordes endast i en lägenhet.

Jämförelser mellan planen och eventuell påverkan av yttre termisk drivkraft är svår att göra. Det tycks som om flödet på de nedre planen i trapphus A ökar mer under vintern än på plan tre. I trapphus B är dock förhållandet det motsatta. Jämförelser försvåras också av att det är kallare på plan tre vilket både påverkar luftutbytet och termiska drivkrafter.

Tabell 5.1 Tabellen visar sammanställning av luftomsättningar i fyra lägenheter under vinterfallet vid utetemperatur mellan $\pm 0^{\circ}\text{C}$ och -5°C .

Flöde aggregat	Lägenhet 1		Lägenhet 2		Lägenhet 3		Lägenhet 4	
	1/1	3/4	1/1	3/4	1/1	3/4	1/1	3/4
Mätt över don	0.36	0.26	0.42	0.32	0.69	0.50	0.71	0.53
Specifikt flöde	0.62	0.46	0.47	0.40	0.70	0.53	0.73	0.42
Temperatur Ekvivalent	20.4	20.6	19.3	19.5	19.5	20.0	18.5	18.6
Luftutbyteseffektivitet	0.66	0.62	0.55	0.63	0.65	0.66	0.55	0.45

Resultaten visar att det verkliga luftutbytet är snabbare än vad som uppmätts över frånluftsdonen. Detta beror på att strömningsförhållandena i lägenheten får en kolvliknande karaktär då tilluften är undertempererad. Luftutbyteseffektiviteten varierar mellan 45 % och 66%. Dessutom byts en viss mängd luft ut via läckage.

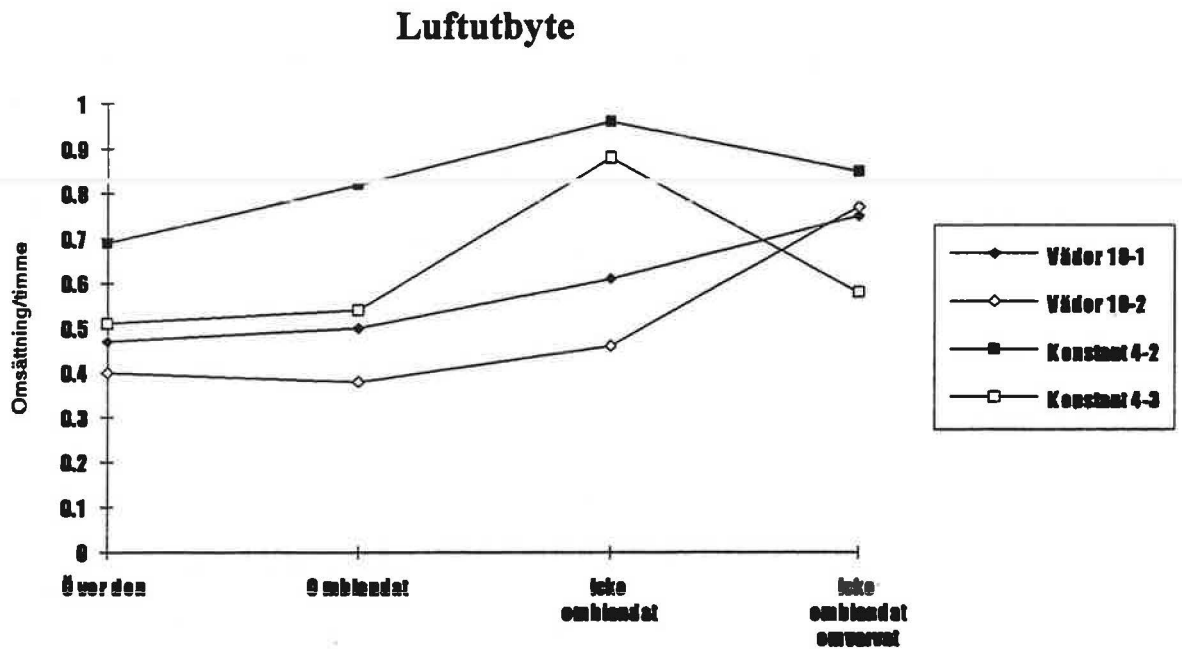
Då luftutbyteseffektiviteten påverkas av temperaturskillnaden mellan tilluft och rumsluft, försämras effektiviteten teoretiskt i ett system om temperaturskillnaden inne - ute minskar. Detta förhållande framgår bland annat av resultaten från mätningar i lägenhet 4 som är kallare än de andra lägenheterna. Dessutom har denna lägenhet ett relativt högt flöde från badrummet som på grund av dess placering ger upphov till en viss kortslutande effekt.

Konvektion från radiatorn påverkar också strömningsbilden i rummet. När luftflödet genom uteluftsdonet placerat ovanför radiatorn minskar påverkar detta radiatoreffekten och temperaturen ovanför radiatorn. Den drivande termiska kraften

från radiatorn minskar och omblandningen kan minskar, vilket i sin tur faktiskt kan leda till att luftutbyteseffektiviteten förbättras.

De kompletterande mätningarna under vinter 1995 visar som tidigare mätningar att luften byts ut snabbare när luften i lägenheten inte blandas om med hjälp av omblandningsfläktar. Det specifika luftflödet varierar mellan ca 0,4 och 0,5 omsättningar per timme för väderleksanpassad ventilation och ca 0,5 och 0,8 omsättningar per timme för konstantflödesdrift.

Skillnaden mellan uppmätt flöde över don och specifikt flöde uppmätt med spårgas beror sannolikt på läckage och hur luften störmmar genom lägenheten.



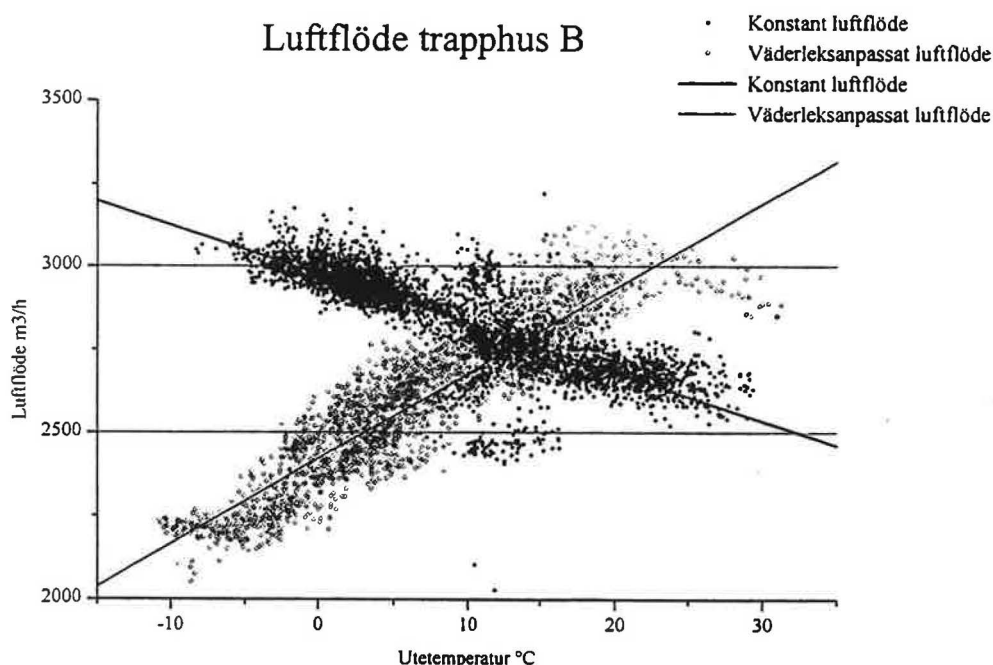
Figur 5.11. Skillnader i luftomsättning mellan de olika driftfallen under vintern 1995.

5.3 Systemlösning

5.3.1 Luftflöden och tryckförhållanden

Regleringen av luftflödet i förhållande till utetemperatur och konstant tryck alternativt enbart konstanttryck har i stort sett fungerat under hela mätperioden. Resultaten av luftflödesmätningen är tydliga. *Vid konstant drift ökar flödet påtagligt vid sjunkande utetemperatur och minskar följaktligen vid ökad temperatur. Vid variabelt flöde är förhållandet det motsatta.*

Om samtliga mätpunkter från konstant driftfallet anpassas till en rät linje ökar flödet ca 10 % från utetemperaturen + 25 °C till -10 °C. Denna flödesökning är ett mått på den termiska drivkraftens inverkan på luftflödet genom kanalsystemet och gör det möjligt att beräkna denna kraft som tryckökning i Pascal. Beräkningen kan jämföras med de mätningar av tryckfall över fasad som genomförts. Den beräknade termiska tryckökningen baserat på flödesökningen uppgår till ca 30 Pa vid en temperaturskillnad på ca 40 °C.



Figur 5.12 visar förändring i flöde över aggregat i förhållande till utetemperatur för de olika driftfallen i trapphus B.

Mätningarna av tryckfall över fasaden är svåra att tolka då spridningen är mycket stor bland annat beroende på vindpåverkan, vädring mm. Resultaten visar dock att tryckdifferensen över fasaden ökar vid fallande temperatur. På de nedre planen uppgår skillnaden i tryckdifferens mellan 25 Pa och 40 Pa mellan + 25 °C och -10 °C och något lägre på de övre planen.

Detta tyder på att lägenheter på de nedre planen påverkas mest av termiska drivkrafter, men att lägenheterna på de övre planen också får ett ökat flöde. Tryckförhållandena i anläggningen förändras beroende på temperaturskillnaden ute och inne. Densitetsskillnaden mellan luften ute och inne utgör en pådrivande kraft. I sugkammaren före fläkten, där tryckgivaren är placerad, ger detta upphov till ett reducerat undertryck. För att upprätthålla inställt börvärde varvar då fläkten upp och flödet ökar i hela byggnaden. Vid variabelt flöde reduceras flödet trots tryckförändringen över systemet då börvärdet i sugkammaren är en funktion av utetemperaturen.

Börvärdet på det statiska undertrycket i frånluftskanalen har ställts på 200 Pa för sommarfall och 100 Pa för vinterfall. Utan termik ska flödet på detta sätt reduceras med ca 30 %. I verkligheten reduceras flödet enbart ca 20 %, beroende på termiska drivkrafter.

Det kan också vara intressant att jämföra de olika trapphusen. Trapphus A har något lägre flöde än trapphus B på grund av skillnader i lägenheternas planlösning och antal våtutrymmen. Skillnaden mellan variabel och konstant drift under vintern är också större i Trapphus B.

Spridningen inom varje driftfall är i storleksordningen $\pm 10\%$, men varierar beroende på årstid och mellan de olika trapphusen. Spridningen är minst i trapphus B vid vinterfallet. Detta beror troligen på att ökningen av flödet över aggregatet på grund av köksforceringen minskar ju högre grundflödet är. När det är som kallast och fläkten arbetar med högsta kapacitet eller där i närheten finns inte utrymme kvar för forceringsflöde.

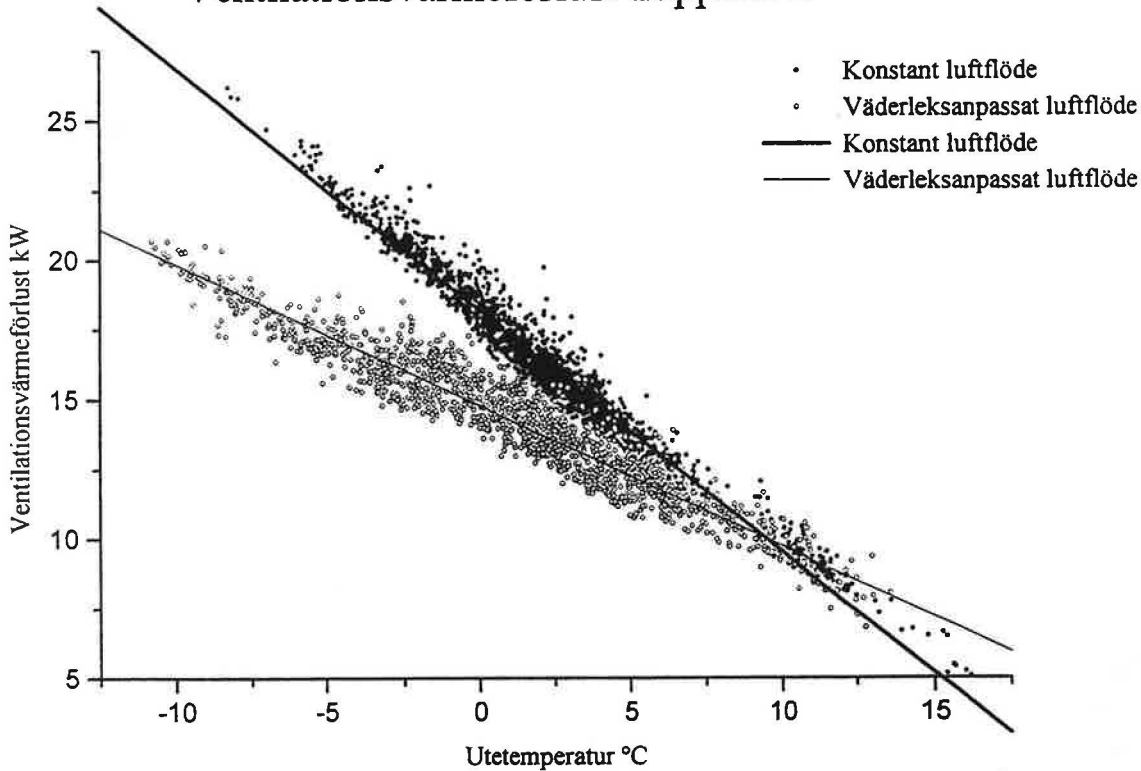
Om flödesförändringen över aggregaten jämförs med omsättningen av luft i lägenheterna blir bilden ännu mer komplicerad, då även luftutbyteseffektiviteten måste beaktas för att ge en riktig bild av hur lägenheterna ventileras i verkligheten. Slutsatsen som kan dras är att man måste ta särskild hänsyn till termiska drivkrafter i system med låga tryckfall även för byggnader med enbart 2 till 3 våningsplan. Om man bortser från de extra kostnader som flödesökningen under vintern för med sig finns också en stor risk att problem med drag kan uppstå.

5.3.2 Värme och driftel

Genom att sänka luftflödet minskar naturligtvis värmeförlusterna via ventilationens avluft. Frågan är hur mycket av detta som kan tillgodogöras i verklig reduktion av köpt energi och effekt. Det är viktigt att värmeförlusterna kan kompensera för det minskade behovet av värme som det reducerade luftflödet innebär. I annat fall bli det bara varmare inomhus, vilket tydligt framgår av figur 5.3. Resultaten pekar på vikten av att använda maxbegränsande termostatventiler och att dessa har auktoritet och att framledningstemperaturen anpassas.

Om man tittar på temperaturerna i lägenheterna kan man konstatera att termostatventilernas maxbegränsning är något för lågt ställd. Detta bekräftas också av onormalt mycket klagomål på för låga temperaturer i lägenheterna. Med konstant tryckhållning i frånluftskanalen med ökat flöde när det är kallt ute sänks rumstemperaturen något vilket är svårt att förklara då termostaterna borde kompensera för det ökade effektbehovet. Mätresultaten från vintern 1995 utan termostatventiler visar att temperaturen stiger med ungefär 2°C vid reducerat luftflöde.

Ventilationsvärmeförlust trapphus B

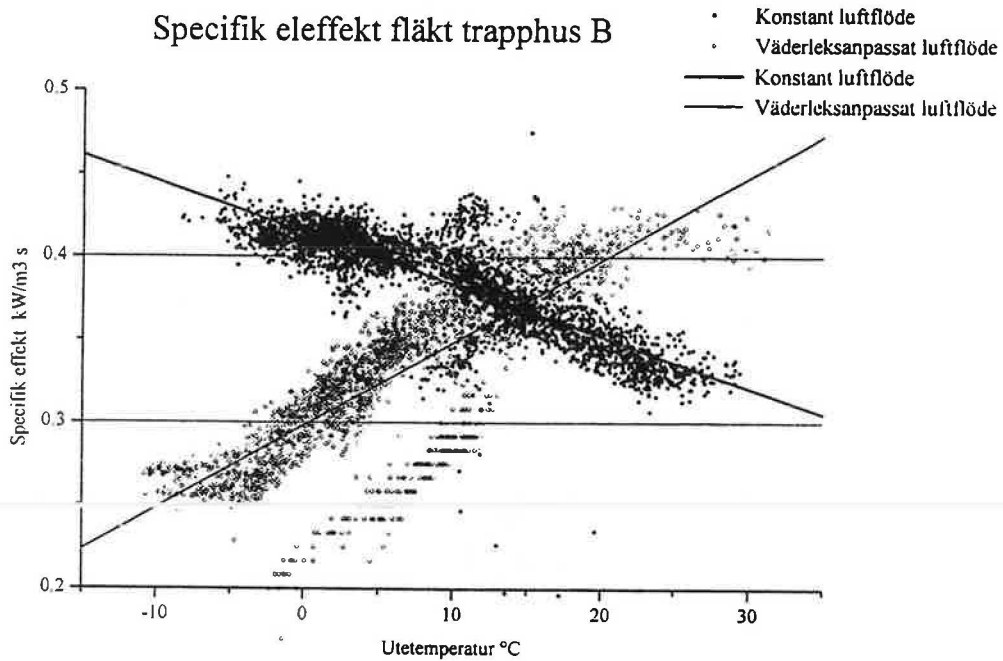


Figur 5.13 visar uppmätta ventilationsförluster för de olika driftfallen i trapphus B.

Resultaten visar att värmeförlusterna via avluften minskar med väderleksanpassad ventilation. Mätpunkterna är väl samlade kring de anpassade rät linjerna. Proportionellt minskar förlusterna med ca 25 procent i trapphus A och ca 30 procent i trapphus B. Om man betraktar värmeförlusterna till radiatorerna för de olika driftfallen är resultaten svårare att tolka.

Årstidsanpassningen av ventilationsflödet ställer höga krav på reglerutrustningen särskilt om fläktaggregatet ska klara forcering från spiskåpor. Dels ska grundflödet variera mellan 50 och 100 procent, dels kräver forceringen en ökning av flödet. Totalt innebär det ett flödesområde mellan 40 och 100 procent. Detta motsvarar nästan sex gånger så hög tryckökning från grundflöde till högsta forceringsflöde under sommaren. Detta innebär bland annat att väderleksanpassat flöde kräver ett system med låga tryckfall för att klara de höga flöden som behövs under sommaren. Kanske är kravet ca 100 till 150 Pa för grundflöde.

I en undersökning av fläktprestanda som utförts på uppdrag av NUTEK parallellt med denna studie, visar att fläkten och motorn ska vara rätt anpassade för att klara denna flödesvariation. Regleringen av motorn måste göras med frekvensomriktare. Spänningsreglering klarar inte de stora variationerna i flöde.



Figur 5.14 visar skillnader i specifik eleffekt för de olika driftfallen i trapphus A.

Hur mycket kostnaderna för drift el kan minskas beror på eltaxan och när på året som flödesreduceringen börjar. Ofta utnyttjas låg- och högladdtaxa vilket innebär att kostnaden för flödesökningen under sommaren inte blir så kännbar. Dessutom ökar flödet endast vid utetemperaturer över ca +15 °C. Vid temperaturer under ca +15 °C reduceras flödet med ca 20 procent vilket teoretiskt innebär en halvering av elanvändningen. I verkligheten kommer dock fläktens och motorns verkningsgrad försämrats när flödet reduceras. Mätningarna av el till fläkten visar en besparing på ca 40 % på årsbasis. I absoluta tal är besparingen ganska liten, vilket beror på att tryckfallen i systemet är låga från början och därmed också elförbrukningen.

Behovet av effekt för värme sjunker proportionellt mot reduceringen av flöde. Även om el till fläktar relativt sett förändras betydligt mer är dock minskningen av värmeeffekt absolut störst. Vid -10 reduceras effektbehovet med ca 8 kW i trapphus A och ca 9 kW i trapphus B. Omräknat till DUT och m² innebär detta ca 10 W/m².

6 DRIFTERFARENHETER OCH FÖRVALTARSYNPUNKTER

6.1 Erfarenheter från mätperioden

Mätningarna startade direkt efter inflyttning i samband med ombyggnaden av fastigheten, vilket innebar att värmesystemet inte hann injusteras i tillräckligt god tid. Det framkom därför en hel del fel på värmesystemet i början av den kalla årstiden, exempelvis dålig cirkulation i radiatorkretsen på grund av luft i systemet, driftstörning på en pump till ett expansionskärl samt stängda stamventiler. Detta var några av skälen till ett flertal klagomål på kalla lägenheter, främst från den del av byggnaden där konstantflödesdrift tillämpats.

Det hade därför varit önskvärt med längre period mellan inflyttning och mätstart för att undvika problem med idrifttagningen. Samtidigt kanske inte alla fel hade uppmärksamats utan mätning. Dessutom tycks + 21 °C generellt sett vara för lågt som börvärde i denna typ av systemlösning.

Ventilationsinstallationen inklusive reglerutrustning har fungerat utan anmärkning. Forceringsfunktionen har bibehållits trots låga tryckfall under vinterperioden.

6.2 Injustering

För att få en jämn temperatur kring 21 °C i samtliga lägenheter och 22 °C till 22,5°C i badrum krävs ett väl fungerande värmesystem och en noggrann injustering. Väl fungerande och maxbegränsande termostatventiler på radiatorerna hjälper till att inte skapa övertemperaturer och reducerar energianvändningen genom att ta till vara på tillfälliga värme tillskott.

För att kunna fördela vattenflödet på ett effektivt sätt efter det verkliga effektbehovet i byggnadens samtliga lägenheter och rum valdes i detta fall att injustera efter den sk lågflödesmetoden. Dessutom erhålls ett värmesystem som är mycket tyst beroende på att det drivs med låga flöden och tryckfall genom rörledningar och radiatorer. Termostatventiler får genom den låga tryckuppsättningen och flödet bättre möjligheter att fungera väl.

Lägenheterna är försedda med mörka badrum (utan fönster) vilka saknar radiatorer. Detta har vid utvärderingen visat sig ha stor betydelse för hur man har upplevt inomhusklimatet då badrummen haft ca 0.5 °C lägre temperatur än övriga rum i lägenheten, när temperaturen istället borde vara högre.

Injusteringen kom som nämnts inte igång innan mätningarna påbörjats. Dessutom uppstod problem med urluftning och tryckhållning av systemet. Detta beror delvis på att rörarbeten och injustering var uppdelad på två olika entreprenader, vilket medfört onödigt lång tid för att åtgärda upptäckta brister. Efter åtgärder har temperaturerna i lägenheterna varit jämn, men för låg.

7 REFERENSER

1. Andersson Kjell, Strid Göran, "Bättre inomhusklimat", Konferens i Örebro, 13 till 14 mars 1991.
2. Andersson S, Andersson B, Lindh G, "Ventilation och luftkvalitet", Arbetskyddsstyrelsens författningssamling 1993:5, 1993
3. Arundel A V, et al, "Indirect Health Effects of relative Humidity in indoor environments, Department of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, B.C. V5A 1s6, Canada Environmentat Health Perspectives Vol. 65. pp. 351-361, 1986.
4. Nevander L-E, Elmarsson B, Fukthandbok, Svensk byggtjänst, 1981.
5. Sandberg M, Skåret E "Luftutbytes- och ventilationseffektivitet, Statens Institut för byggnadsforskning 1987.
6. Sandberg M, et al, "Ventilation i funktion", Statens institut för byggnadsforskning, Laboratoriet för uppvärmnings- och ventilationsteknik, 1993.
7. Hallstedt Å, "Varsam ventilation av ventilationssystem för äldre hus", Byggnadsforskningsrådet, 1994:R37, 1994.
8. Kruger U, "Laboratory tests and field measurements of air velocities in residential buildings", Chalmers Tekniska Högskola, 1992.
9. Engvall K, Norrby C, "Upplevt inomhusklimat i Stockholms bostadsbestånd" Utrednings och Statistikkontoret - USK, Rapport 1992:4, 1992.

**Upplevt inomhusklimat
i lägenheter med ventilation baserat på
väderleksanpassat- respektive konstant flöde**

**Resultatredovisning för vinterfallen år 1994 och 1995
i kv Grevegården i Göteborg**

INNEHÅLL:

	Sid
1. Sammanfattning	3
2. Presentation av fastigheten/området	6
3. Besvärsprofil över inneklimatet	14
4. Hälsoros	20
5. Rangordning av problem	23
6. Diagram	29
-Värme/temperatur	30
-Luftkvalitet/Ventilation	37
-Ljud/ljus	44
-Hälsa	48

SAMMANFATTNING

I kv Grevgårdarna i Göteborg har Familjebostäder velat pröva två olika ventilationsprinciper dels konstantflödesdrift dels variabelt flöde s k väderleksanpassad ventilation. Genom såväl tekniska mätningar som enkät till de boende har skillnader i inomhusklimat kunnat konstaterats mellan de båda systemen även om de i stora delar är tämligen små.

Utvärderingen har hittills varit upplagd så att där tekniska mätningar har genomförts har de olika flödesprinciperna skiftats i samma lägenheter vilket har medfört att faktorer knutna till de boende har kunnat konstanthållas liksom lägenhetens orientering i vädersträck. Enkätundersökningen genomfördes först i en del av byggnaden försedd med väderleksanpassat flöde dels i en med konstant flöde. Studier genomfördes såväl vintern 93/94 och sommaren 94.

Då antalet lägenheter som berörs av respektive system är tämligen få finns möjligheten att individuella skillnader får alltför stor betydelse. Det är också så att lägenheter i de olika byggnadsdelarna har olika orientering i förhållande till vädersträck, vilket får konsekvenser för solinstrålning och vindförhållanden. Även detta kan inverka på hur komfort och luftkvalitet uppfattas.

För att säkerställa skillnaderna i upplevt inomhusklimat mellan de olika ventilationsprinciperna är reel och inte beroende av att en viss typ av boende har svarat har man inför eldningssäsongen 94/95 skiftat ventilationsprincip för de båda flyglarna i huset. Tack vare att fläktarna varvtalsregleras centralt kan detta ske utan hyresgästernas vetskap. Detta har gett oss en unik möjlighet att studera vilka skillnader i upplevt inomhusklimat som följer ventilationsprincipen och vilka som mer är knutna till hushållet, byggnaden och lägenhetens placering.

Resultaten från den tidigare vintersäsongen visade på att många upplevde att det var dålig termisk komfort i kvarteret och det oavsett ventilationsprincip även om man tyckte det var något bättre i de lägenheter som var försedda med väderleksanpassad ventilation. Detta medförde att Familjebostäder justerade upp värmesystemet till något högre inomhustemperaturer i lägenheterna.

Genom att genomföra en förnyad enkätundersökning ville man få svar på följande hypoteser:

Hypotes 1.

- en uppjustering av temperaturen resulterar i att de boende upplever ett bättre inomhusklimat

Hypotes 2

- trots skifte av boende som får uppleva respektive ventilationsprincip kvarstår den tidigare konstaterade skillnaden i upplevt inomhusklimat mellan de båda systemen. vilket tyder på att formulärets validitet är god och att den konstaterade skillnaden mellan de båda ventilationsprinciperna är sann

Det har också genomförts uppföljande tekniska mätningar av termisk komfort och luftutbyte i 4 lägenheter fördelat på två lägenheter i varje byggnadsdel med respektive

driftfall. Resultaten från dessa redovisas inte här utan i den huvudrapport som sammanför resultaten från samtliga mätningar och mättillfällena.

Syftet med den uppföljande enkätundersökningen var att försöka besvara de två hypoteserna, nedan görs ett försök till detta i en grov sammanfattning.

Hypotes 1

- en uppjustering av temperaturen resulterar i att de boende upplever ett bättre inomhusklimat

*bättre värmekomfort i lägenheten som helhet oavsett ventilationsprincip

*även i bedömning av enskilda komfortvariabler så som ojämn temperatur, kalla golv och drag är det nu färre som anger besvär med.

*man tycker sig också ha större möjligheter att själv påverka värmen i lägenheten

*bättre värmekomfort (och information?) har medfört att spaltventilerna är mer öppna

*bedömningen av luftkvaliteten som helhet i lägenheten på samma nivå som för referenslägenheterna i Stockholm, men det har skett en liten ökning (12%) av de som tycker sig ha dålig luftkvalitet

*besvär med torr luft har inte ökat genom att temperaturen höjts

Hypotes 2

- trots skifte av boende som får uppleva respektive ventilationsprincip kvarstår den tidigare konstaterade skillnaden i upplevt inomhusklimat mellan de båda systemen. vilket tyder på att formulärets validitet är god och att den konstaterade skillnaden mellan de båda ventilationsprinciperna är sann

Skillnader i komfortupplevelse:

*tidigare konstaterad skillnad i upplevd värmekomfort nu mindre

*der är framför allt de som bytt från konstant flöde till väderleksanpassat flöde som upplever förbättringar av värmekomforten

*det är fortfarande de med konstant flöde som upplever mer drag än de med väderleksanpassat flöde

*för de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde är minskningen av upplevt drag störst

*kalla golv och väggar följer inte ventilationsprincipen utan byggnaden och solinstrålningen och är fortfarande mest förekommande i Byggnad 1

Skillnader i fukt i badrum

*fukt i badrum följer inte ventilationsprincipen utan byggnaden och hushållet och är mest besvärande i Byggnad 1

Skillnader i luftkvalitet:

*luftkvaliteten i lägenheten som helhet bedöms fortfarande något bättre i lägenheter med konstant flöde än väderleksanpassat, även om skillnaderna är små

*de som bytt från väderleksanpassat till konstant flöde upplever också en reel förbättring av luftkvaliteten, de som bytt åt motsatt håll bedömer också att luftkvaliteten som sämre utom i vardagsrum

*luften bedöms mindre torr i lägenheter med väderleksanpassat flöde vilket bekräftas av att de som bytt från konstant flöde till väderleksanpassat nu upplever mindre torr luft

*bedömningen av luften som dammig ökar för de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde

*bedömningen av unken lukt ökar för de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde

*bedömning av instängd lukt följer byggnaden och hushållet och ej ventilationsprincipen

Skillnader i hälsobesvär

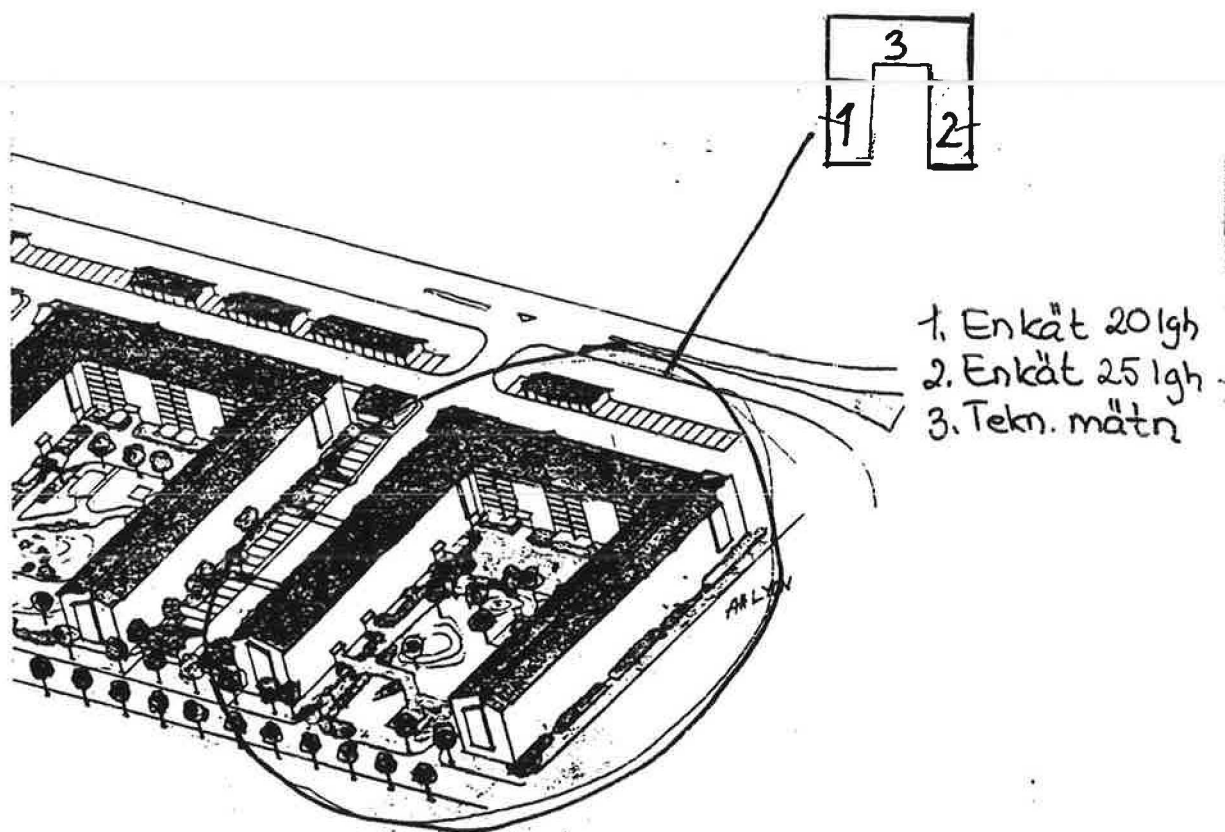
*hälsobesvären ligger under snittet för referenshusen i Stockholm oavsett system

*hälsobesvären följer inte ventilationsprincipen på något entydigt sätt

2 Presentation av fastigheten/området

I kv Grevegårdarden i Göteborg, har Familjebostäder velat pröva två olika ventilationsprinciper dels konstantflödesdrift dels variabelt flöde sk väderleksanpassad ventilation. Fastigheten är U-formad och för att kunna jämföra de boendes upplevelse av inneklimatet har man ända sedan inflyttning satt in sk väderleksanpassad ventilation i en av längorna -Byggnad 2 med 20 lägenheter- medan man i den andra -Byggnad 1 med 25 lägenheter- har haft konstant flöde istället. Inför vintersäsongen 1994/95 skiftades ventilationsprincip så att de som vintern 1993/94 haft konstant flöde nu fick väderleksanpassat flöde och vise versa. Ett skifte som kunde ske centralt på vinden utan de boendes vetskap. Detta ger en unik möjlighet att studera vilken betydelse eventuella skillnader i hushållsammansättning eller byggnadsutförande i de olika längorna kan ha. Dessa faktorer konstanthålls därigenom i bedömningen av respektive system.

Figur Områdesplan



Resultat av insamlingen

De boendes bedömning av inomhusklimatet har skett med hjälp av den s k SABO-enkäten och gäller framför allt bedömningen av inomhusklimatet under vinterhalvåret. Insamlingsarbetet har pågått under mars/april såväl 1994 som 1995. Då antalet lägenheter med respektive ventilationsprincip trots allt är få ville vi få upp antalet svarande genom att be samtliga vuxna i lägenheten besvara enkäten. I båda längorna fanns det två vuxna i ca 70% av lägenheterna. Totalt har 61 vuxna besvarat enkäten, 27 i Byggnad 2 och 34 i Byggnad 1.

På lägenhetsnivå har vi totalt fått in svar från 91% av lägenheterna (41 av 45 lägenheter) i varje studie, vilket får anses som mycket bra. Andelen lägenhetssvar för Byggnad 1 var 90 procent för båda studierna för Byggnad 2 var den 92%. Sett till hur många lägenheter som har varit representerade båda gångerna är det i Byggnad 1- 85% och i Byggnad 2- 88 %.

Även om lägenheterna kan vara representerade är det viktigt att se om det i huvudsak också är samma hushåll som nu har delgivit sina synpunkter på inomhusklimatet under en boendetid med olika ventilationsprinciper. Vi kan då konstatera att det i Byggnad 1 är till 76 procent är samma hushåll som finns representerat och för Byggnad 2 är det 78 procent.

Sammanfattningsvis kan man säga att materialet har mycket god representativitet och av god kvalitet för en jämförelse av hur de båda systemen uppfattas av de olika hushållen.

Tabell: *Antal och andel lägenhetssvar uppdelat på respektive byggnad i kv Grevegården*

	vinter 94		vinter 95		svar båda åren	
	abs	%	abs	%	abs	%
Byggnad 1 20 lgh	18	90	18	90	17	85
Byggnad 2 25 lgh	23	92	23	92	22	88

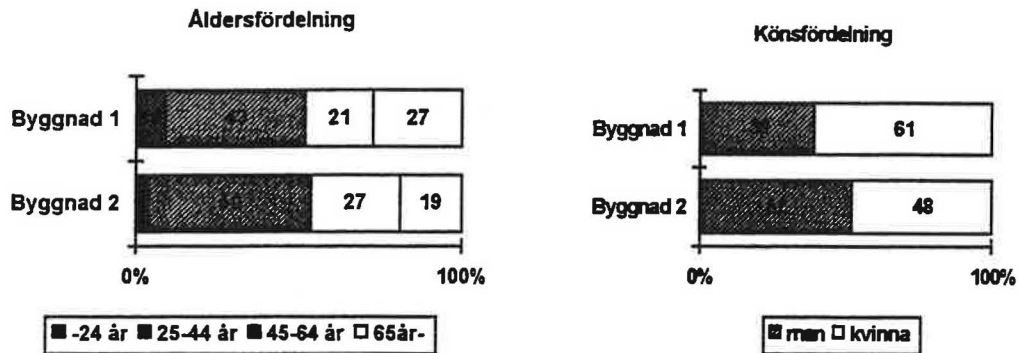
Bakgrundsdata individ och hushåll

Bedömningen av inomhusklimatet kan i olika grad påverkas av kön och ålder på den svarande. Av andra studier vet vi också att förekomst av allergi av olika slag och i viss mån även det faktum att vederbörande är rökare kan påverka bedömningen av inomhusklimatet och då framför allt bedömningen av luftkvalitet. Hushållets storlek samt vistelsetid i bostaden är också viktig kunskap sett ur belastningssynpunkt för såväl luftkvalitet som fuktalstring men också ljudpåverkan.

Genom att vi i denna studie låter samma hushåll olika vintersäsonger uppleva båda ventilationsprinciperna kan vi dock eliminera den eventuella inverkan skillnader kopplade till intervjuperson och hushåll kan ha på bedömningen av inomhusklimatet.

Åldersfördelningen bland de tillfrågade visar att det främst bor folk i åldrarna 25-44 år, omkring en femtedel är pensionärer och få är under 25 år. Det har framför allt varit de yngre som har flyttat i och med ombyggnaden av området. Fördelningen mellan olika åldrar är relativt lika i de båda längorna och det är ingen större skillnad mellan de olika åren. Det är dock något fler kvinnor i Byggnad 1 än i Byggnad 2.

Figur Ålders- och könsfördelning i kv Grevegården år 1995



Andelen svarande med någon form av allergi eller överkänslighet varierar mellan de olika längorna så att det är fler allergiska intervjupersoner i Byggnad 1 än i Byggnad 2. Vid en jämförelse med ombyggda flerbostadshus i Stockholm¹, framgår att det snarare är en ovanligt låg andel allergiker i Byggnad 2 än för hög i Byggnad 1. Skillnaden i andel allergiker mellan de båda längorna och undersökningstillfällena är låg och slår åt lite olika håll varför det är svårt att härleda till bytet av ventilationsprincip. Det är också så att för att hälsan ska påverkas krävs kanske längre exponeringstid än vad som varit fallet här..

Tabell Andelen allergiker i kv Grevegården 1994 och 1995 samt referens värde från Stockholmsundersökningen.

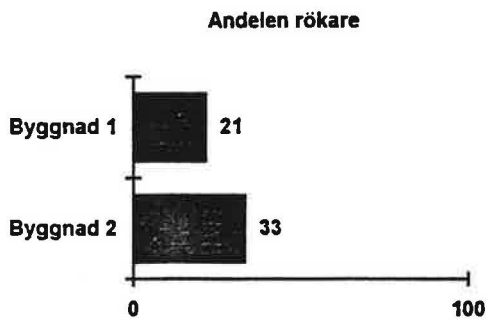
	Byggnad 1		Byggnad 2		Ref. värde värdeår 76
	1994	1995	1994	1995	
	%	%	%	%	%
astma	16	12	0	0	16
hösnuva	13	18	4	4	16
eksem	16	18	4	4	20

¹Stockholmsundersökningen 1994

Referenstal för hus som byggts före 1960 och som erhållit nytt sk värdeår för 1976 vid nytaxeringen, vilket i princip kan sägas motsvara nybyggnad

Andelen rökare skiljer sig något åt mellan de svarande i de olika byggnaderna så att det är något fler rökare i Byggnad 2 än i Byggnad 1.

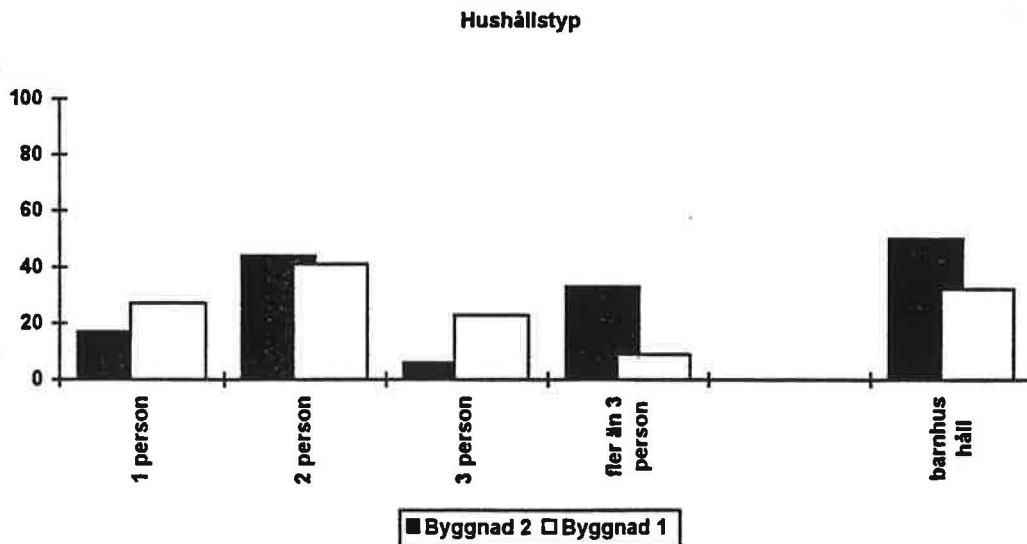
Figur Andelen rökare i kv Grevegården 1995



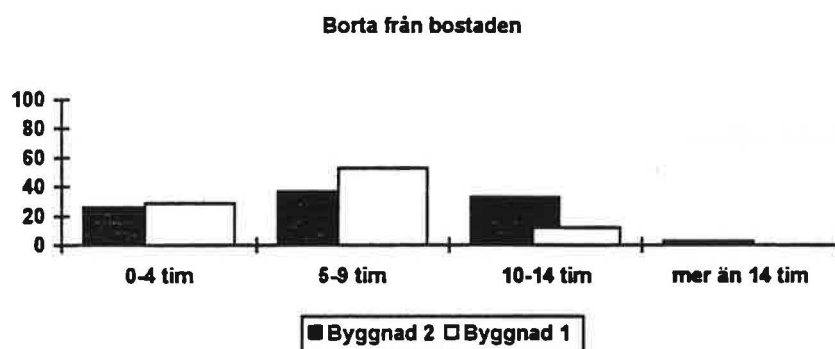
Det är också fler barnhushåll i Byggnad 2 än i Byggnad 1, vilket också får till följd att andelen stora hushåll är större i Byggnad 2 än i Byggnad 1. Den högre andelen barnfamiljer får också konsekvenser för vistelsetiden hemma så att det är fler svarande som är borta mer än 10 timmar i Byggnad 2 än i Byggnad 1 där man mer ligger på en frånvarotid på 5-9 tim än 10-14 eller däröver.

Man kan av dessa bakgrundsdata se att personbelastningen är större i Byggnad 2 än i Byggnad 1, vilket bör beaktas när vissa besvär eller problem med fukt och luftkvalitet etc behandlas.

Figur Olika hushållstorlekar i de båda byggnaderna 1995 samt andelen barnfamiljer. Andelar.



Figur Intervjupersonens vistelsetid utanför bostaden uppdelat på de båda byggnaderna 1995. Andelar.



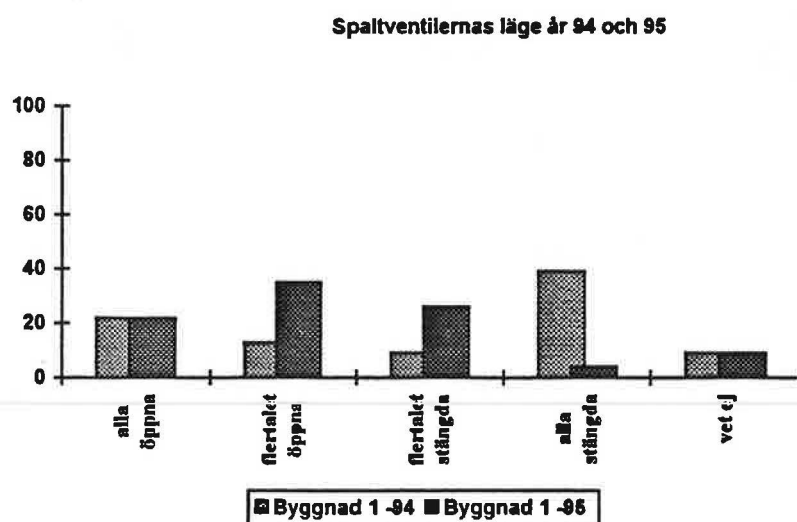
Bostadens inställningar av ventiler och radiatorer.

Under den första eldningssäsongen injusterades termostatventilerna för varje lägenhet. Vid detta tillfälle inspekterades av driftpersonal dels hur spaltventiler var inställda dels mättes inomhustemperaturen. Vid det andra undersökningstillfället fick intervjupersonen via enkäten tala om hur spaltventilerna var ställda samt om radiatorerna var av eller på.

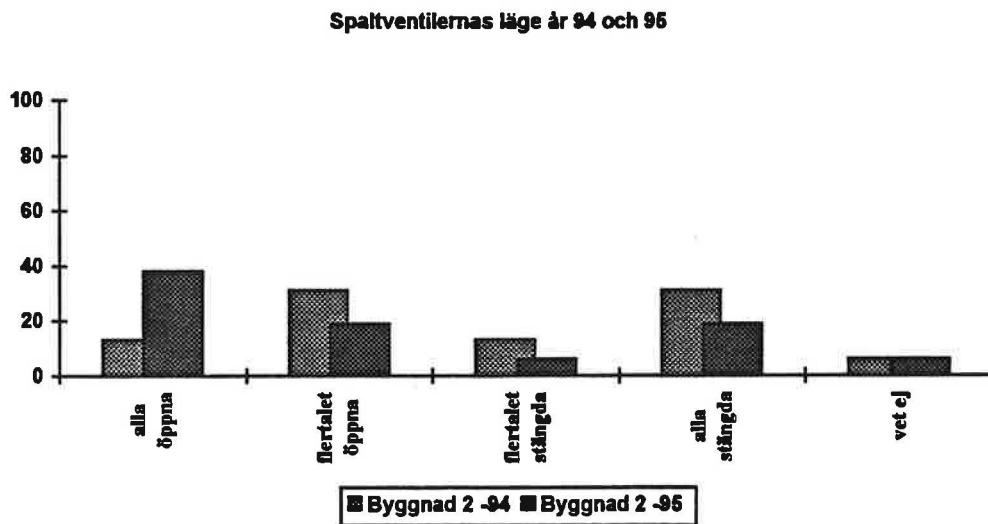
En av hypoteserna för väderanpassad ventilation är att lufthastigheten och upplevelsen av drag ska minska. I den tidigare studien visade det sig att man var mer benägen att ha ventilerna öppna om lägenheten var försedd med väderleksanpassad ventilation än om den hade konstant flöde. Frågan är nu efter skiftet av system om hyresgästen också ändrat sin hantering när det gäller att öppna och stänga spaltventilen? Genom att jämföra hur man i de lägenheter som varit med båda åren har sina spaltventiler inställda kan vi studera om skiftet av ventilationsprincip inneburit några förändringar i hanteringen av dessa.

Under antagandet att hyresgästen klarat av att se hur om ventilen är öppen eller stängd skulle bytet av system medföra att man i Byggnad 1, som var den del av huset som var försedd med konstant flöde och sedan bytt till väderleksanpassat flöde, nu har fler spaltventiler öppna. Även i Byggnad 2, som bytt från väderleksanpassat flöde till konstant flöde, har hyresgästen nu i större utsträckning gått från att ha flertalet ventiler öppna till alla ventiler öppna.

Figur Spaltventilernas inställning i Byggnad 1 med olika ventilationsprinciper år 94 med konstant flöde och år 95 med väderleksanpassat flöde.

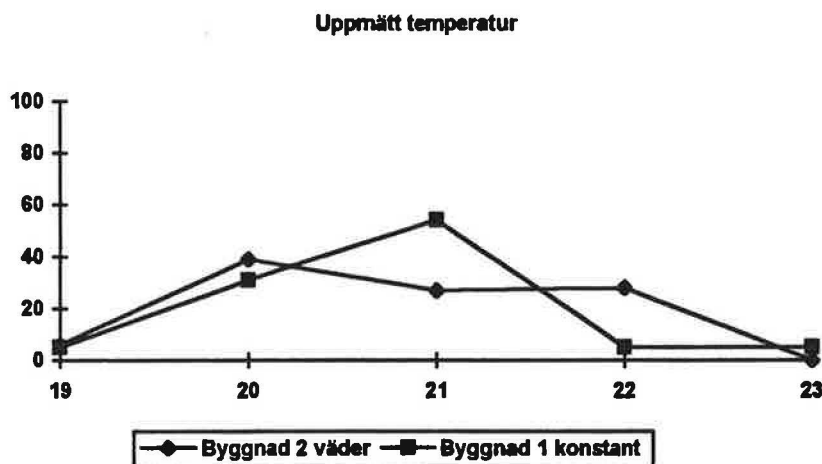


Figur Spaltventilernas inställning i Byggnad 2 med olika ventilationsprinciper år 94 med väderleksanpassat flöde och år 95 med konstant flöde.



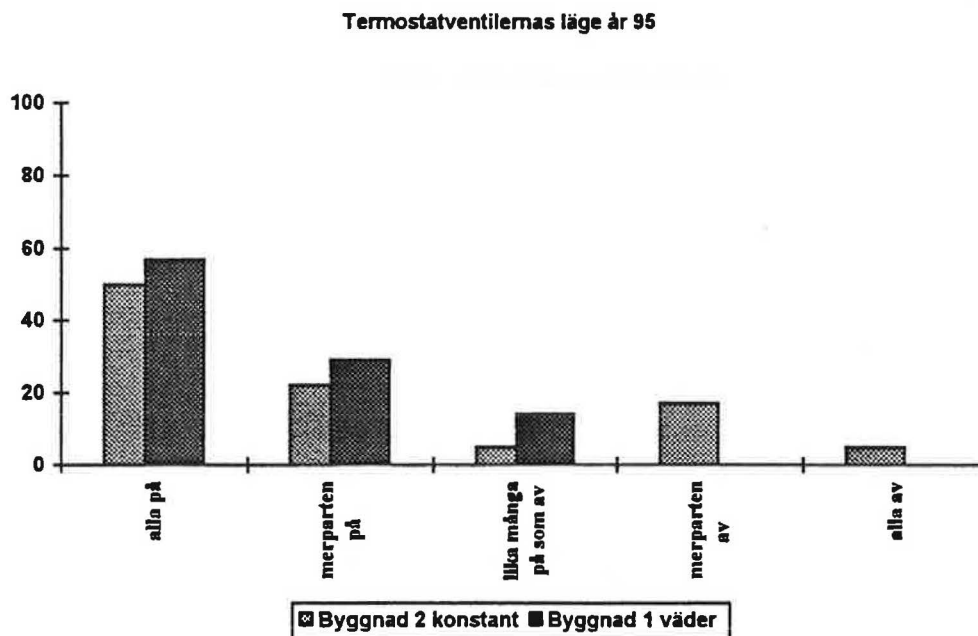
Samtidigt som man 1994 inspekterade termostatventilers och spaltventilers inställning gjordes en temperaturmätning i lägenheterna. Den uppmätta temperaturen verkar utifrån dessa mätningar vara jämnare fördelat kring 21 °C.

Figur Uppmätt temperatur vid inspektionstillfället 1994



I den uppföljande studien fanns inte tillfälle att mäta temperaturen i alla lägenheter, momentana mätningar har gjorts för två lägenheter i varje länga och system. (Dessa redovisas separat i huvudrapporten). För att kunna stämma av upplevelsen av värmekomforten fick intervjupersonen dock anteckna hur många av radiatorerna som var av respektive på (termostatventilerna var vid denna undersökning bortmonterade). Här framkommer att i omkring hälften av lägenheterna har man alla sina radiatorer på och i cirka en fjärdedel har man visserligen inte alla men merparten på. Jämförelse mellan de båda längorna visar att det är vanligare att ha merparten av radiatorerna avstängda om man bor i längan med konstant flöde än väderleksanpassat flöde.

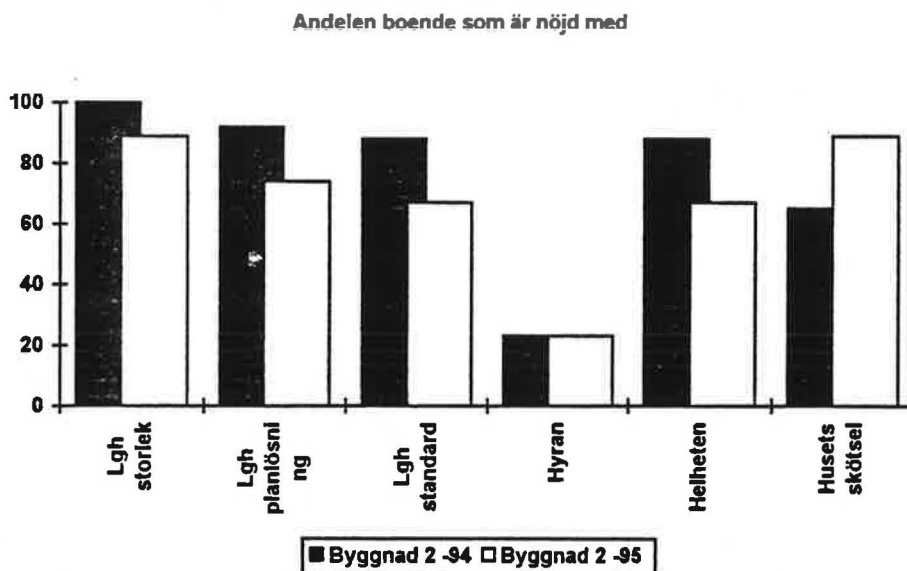
Figur Termostatventilernas inställning i Byggnad 1 med väderanpassat flöde och Byggnad 2 med konstant flöde år 1995



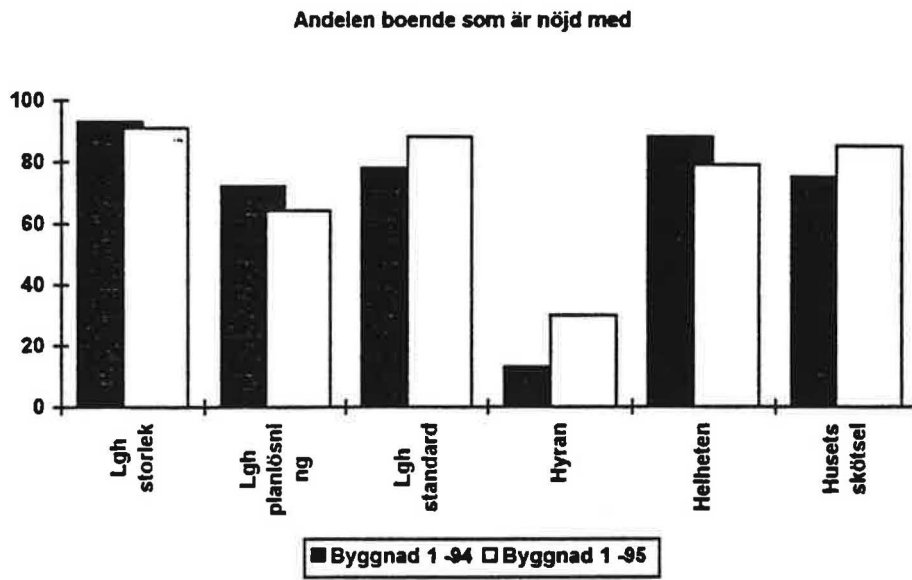
Tillfredsställelse med bostaden och husets skötsel.

Överlag är man nöjd med bostadens storlek, planlösning och standard, man var dock mer nöjd 1994 än 1995 års undersökning. Bedömning av lägenheten som helhet är man dock lika nöjd med i de båda längorna. Man är också mycket nöjd med husetsskötsel en andel som dessutom ökat med åren. Mest missnöjd är man med hyran.

Figur Andelen nöjda med bostaden på olika sätt i Byggnad 2 år 1994 och 1995



Figur Andelen nöjda med bostaden på olika sätt i Byggnad 1 år 1994 och 1995



3 Besvärsprofil över inneklimatet

I profilen redovisas procent hyresgäster som upplever problem eller besväras av olika faktorer i inneklimatet. Profilen är uppdelad i tre huvudområden. Inom parentes står numret på den fråga i enkäten som ligger till grund för resultatet.

Inom området värme/temperatur redovisas följande:

- **värmekomfort**, dålig värmekomfort vinterhalvåret (fråga 8)
- **temperatur**, för kallt i lägenheten vintertid (fråga 2)
- **ojämn temperatur**, vid temperaturförändring utomhus (fråga 4)
- **kalla golv** (fråga 6)
- **möjlighet att påverka värmen**, inga möjligheter att reglera värmen i lägenheten (fråga 5)
- **drag**, upplever drag någonstans i lägenheten (fråga 7)

Inom området luftkvalitet/ventilation redovisas följande:

- **luftkvalitet**, dålig luftkvalitet i lägenheten (fråga 12)
- **matos** som sprids i den egna lägenheten (fråga 10)
- **fukt** i badrum/toalett (fråga 10)
- **kondens** på fönster (fråga 10)
- **lukter** i lägenheten (fråga 11)

Inom området ljud/ljus redovisas följande:

- **ljud**, för mycket ljud i lägenheten (fråga 20)
- **ljus**, lägenheten är för mörk (fråga 21)

Som referens till de resultat som redovisas för fastigheten/området i besvärsprofilen kan nämnas att WHO (Världshälsoorganisationen) diskuterar en rekommendation att 80 procent boende ska uppleva komfort i sin bostad. Detta innebär att om över 20 procent av de boende upplever problem eller besvär med inneklimatet bör det ses över.

Sammanfattning av resultaten

Värme/temperatur

Resultaten från den undersökning som genomfördes efter vintern 1994 visade att de boende vid en bedömning av värmekomforten som helhet visserligen bedömde den ungefär som snittet för boende i Stockholms flerbostadshus. För varje enskild fråga kring temperatur, kalla golv och drag så var det dock betydligt fler i kv Grevegården som angav att det drog och var kallt än vad som var vanligt i Stockholms materialet.

Under det år som gått har Familjebostäder sett över värmesystemet och ersatt de maxbegränsade termostatventilerna med handreglerventiler och också höjt medeltemperaturen till de olika lägenheterna. Detta har givit till resultat att man nu är betydligt mer nöjd med värmekomforten i kv Grevegården än man i genomsnitt är i referenshusen i Stockholm och detta oavsett vilken ventilationsprincip lägenheten har..

För referenshusen i Stockholm ligger andelen som ofta har låg temperatur i något rum på 39%. Tidigare låg svarsprocenten för kv Grevegården runt 60% och är nu nerre på ca 25%. Referenstalet för kalla golv ligger på 43%, i kv Grevegården låg den 1994 på 60% och ligger nu 1995 runt 40%. Upplevelsen av att det drar någonstans i lägenheten ligger för referenshusen på 54% och låg i den första studien på ca 60% och ligger nu i den andra studien på ca 30%.

I studien 1994 var man något mer kritisk i sin bedömning av värmen om lägenheten ventilerades med konstant flöde än om den hade väderleksanpassat flöde. I studien 1995 är skillnaden i bedömningen inte särskilt stor utom då det gäller bedömningen av möjligheten att själv påverka värmen i lägenheten och i viss mån också upplevelsen av drag. Här är det fortfarande fler som uppger besvär bland de som har konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde.

Vid konstanthållning av de boende är det också framför allt de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde som upplever förbättringar av värmekomforten. Här uppger dock de som skiftat från väderleksanpassat till konstant flöde en kraftig minskning av drag från ventil. I den tidigare studien framgick att det var fler stängda ventiler om man hade konstant flöde än om det var väderleksanpassat. I denna studie är det överlag fler som har ventilerna öppna oavsett ventilationsprincip.

När det gäller upplevelsen av kalla golv och väggar är det fortfarande så att det är vanligast i Byggnad 1 men att bytet till väderleksanpassat flöde minskat känslan av kalla golv och väggar. Detta kan tyda på att problemet med kalla ytor följer byggnaden snarare än ventilationssystemet. Här kan även solinstrålningen ha betydelse då vi tidigare konstaterat att den är störst i Byggnad 2 för rum som man vistas mest i dagtid som kök och vardagsrum.

I den första studien var det ingen större skillnad i uppfattningen av möjligheten att själv kunna påverka värmen. I den andra studien är det framför allt de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde som säger sig nu ha större möjlighet att själv reglera värmen.

Ventilation/luftkvalitet

Andelen boende i kv Grevegården som bedömer att luftkvaliteten som helhet är bra är lika stor som den för boende i Stockholms frånluftsventilerade flerbostadshus. Detta gäller såväl 1994 som 1995 års undersökning även om andelen som säger sig ha dålig

luftkvalitet är något högre 1995. Det är något fler, 12%, bland de vars lägenheter är försedda med konstant flöde som menar att luftkvaliteten är bra än bland de vars lägenheter är försedd med väderleksanpassad ventilation.

I bedömningen av luftens karaktär i lägenheter med olika ventilationsprinciper fanns det i den första undersökningen ingen skillnad i bedömningen av luften såsom torr. I den andra studien är det färre som bedömer luften som torr bland de med väderleksanpassat flöde än de med konstant flöde. Denna skillnad bekräftas också med att de som tidigare haft konstant flöde nu i mindre utsträckning bedömer luften som torr när de bytt till väderleksanpassat flöde.

Bedömningen av luften som dammig har däremot ökat till nackdel för de med väderleksanpassad ventilation. Unken *luft* bedöms lika oavsett vilka system man bytt emellan. Däremot inte bedömningen av unken *lukt* där de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde säger att den har ökat och de som gjort motsatt byte säger att den har minskat. Bedömningen av instängd lukt verkar följa hushållet och byggnaden snarare än ventilationsprincip. Det är få som känner stickande lukt och mögel lukt och detta oavsett ventilationsprincip.

Oavsett ventilationsprincip så är andelen som har besvär med eget matos vid båda tillfällena betydligt lägre här än för referenshusen i Stockholm. Detsamma gäller för besvär med grannars matos.

Besvär med fukt i lägenheten förekom i den tidigare studien endast i de lägenheter som var försedda med konstant flöde och då på samma nivå som för snittet i referenslägenheterna. Oavsett hur man har skiftat ventilationsprincip så uppfattar man mer besvär med fukt i badrum i den långa som 1994 hade konstant flöde och 1995 har väderleksanpassat flöde. Här kan man misstänka antingen att fuktalstringen följer hushållet eller att det ligger i byggnadsstommen snarare än att det beror på ventilationssystemet. Bytet till väderleksanpassad ventilation har dock förvärrat situationen något, vilket framför allt kan utläsas i den rangordning av problem i lägenheten som gjorts. I Byggnad 1 som först var försedd med konstant flöde och nu erhållit väderleksanpassat flöde uttrycker de boende att problem med fukt i badrum är det största problemet och dessutom har andelen boende som instämmer ökat efter bytet till väderleksanpassad ventilation.

Möjligheten att själv kunna påverka luftkvaliteten tyckte man tidigare var större om lägenheten var försedd med konstant flöde än väderleksanpassat flöde, denna skillnad är borta i den andra studien. Man har överhuvudtaget modifierat sin syn på möjligheterna från att svara antingen "stora" eller "små möjligheter" till att idag svara "vissa möjligheter". Vid konstanthållning av de boende kan man se att det främst är de som gått från väderleksanpassat flöde till konstant flöde som tycker att möjligheterna minskat.

Ljud och ljus

I den första studien var det framför allt boende med konstant flöde som menade att de hade en ljudfylld lägehet. Besvärnivån var densamma som för referenshusen i Stockholm. I den andra studien var det ingen skillnad i besvärnivå mellan boende med olika ventilationsprinciper och nivån hade dessutom sjunkit under snittet för referenslägenheterna. Vid konstanthållning av de boende så framgår dock att de som skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde främst gått från att tycka sig ha en ljudfylld lägehet till en mer acceptabel ljudnivå. Medan de som bytt åt andra hållet gått från en tyst och acceptabel nivå till en ljudfylld.

Ser man till olika typer av ljudstörningar så ser man att de som orsakats av vattenledningar har minskat oavsett byte av ventilationssystem. Den ljudstörning som kan härledas till ventilationen har ökat något för de som bytt från väderleksanpassat flöde till konstant medan den uppfattas som lika stor för de som skiftat system åt motsatt håll.

Lägenheterna uppfattas som ljusa i båda studierna oavsett ventilationsprincip. Även när det gäller uppfattningen av direkt solljus i lägenheterna så uppfattas de ha tillräckligt med solljus oavsett ventilationsprincip och då även byggnad.

Hälsobesvär

Andelen boende som anger olika typer av hälsobesvär som de ofta haft under de tre senaste månaderna ligger för samtliga besvär under snittet för referenshusen i Stockholm. Vid en jämförelse mellan de olika åren kan man se att hälsobesvärerna inte verkar följa systemen på något entydigt sätt. Allmänsymtomen har minskat oavsett system.

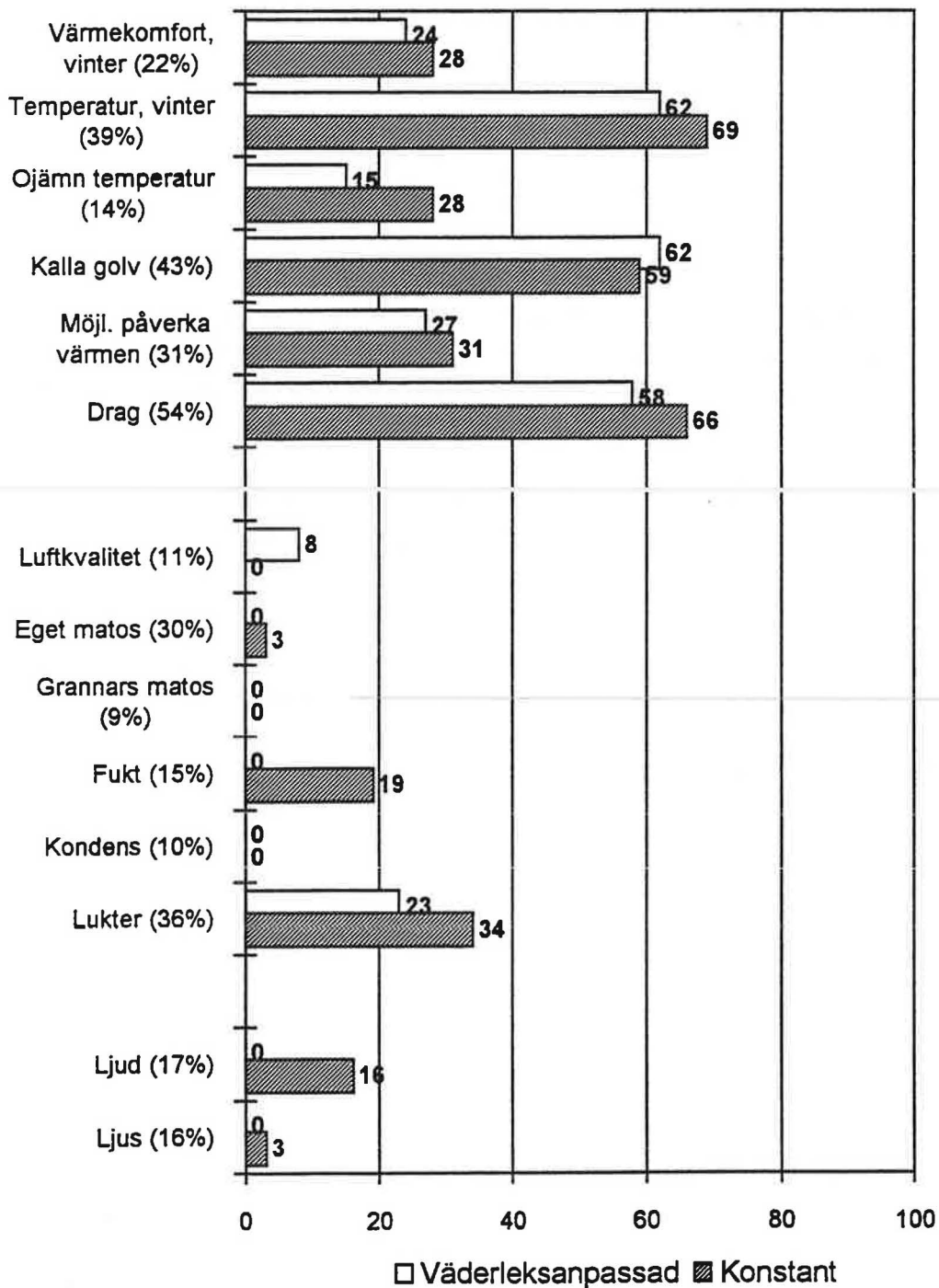
Vid konstanthållning av de boende framgår att de som bor i *Byggnad 1 och skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde* ligger kvar på samma nivå för samtliga slemhinnebesvär utom för irriterad näsa där andelen ökat från 3% till 9% (referensvärde 10%). Boende i *Byggnad 2 och som skiftat från väderleksanpassat flöde till konstant flöde* har däremot erhållit lägre andel boende som anger besvär med irriterad näsa, från 15% till 9% andelen boende med besvär av irriterad näsa ligger nu på samma nivå oavsett ventilationsprincip. Däremot har andelen med besvär med irriterad hud ökat från 4% till 9% (referensvärde 8%) för de som skiftat från väderleksanpassat till konstant flöde. Övriga slemhinnebesvär ligger kvar på samma nivå som tidigare.

Det är i den andra undersökningen fler som kopplar sina eventuella besvär till bostaden, framför allt är det boende i Byggnad 1 som gör det. I Byggnad 2, där man gått från väderleksanpassat flöde till konstant flöde är det framför allt irritation i hals och torr rodnande hud som man nu skyller på bostaden.

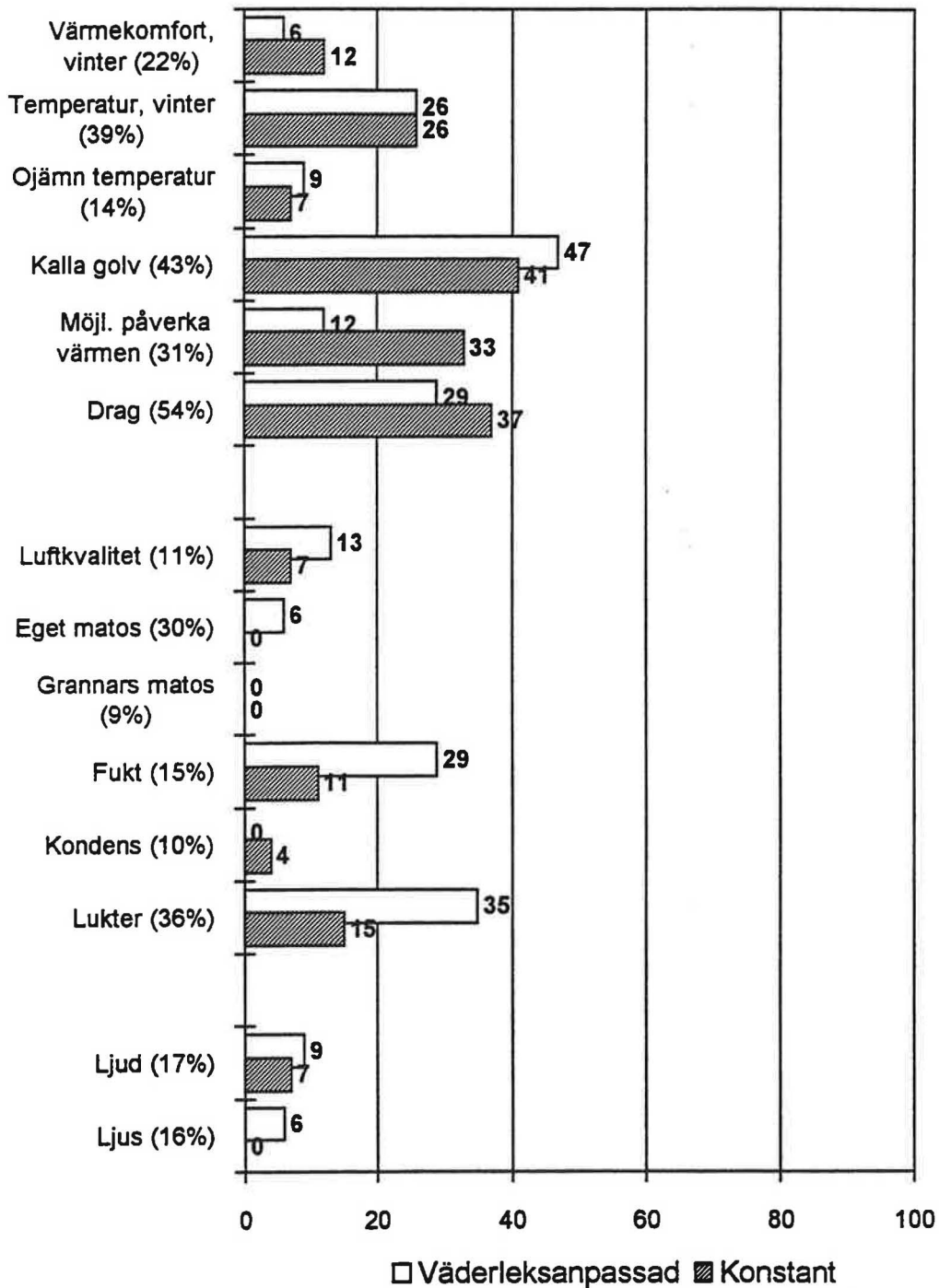
BESVÄRSPROFIL ÖVER INNEKLIMATET VINTER 1994-

Andel boende som upplever problem eller besväras av följande:

(Referensvärden för frånluftsventilerade flerbostadshusbestånd i Stockholm inom parentes)



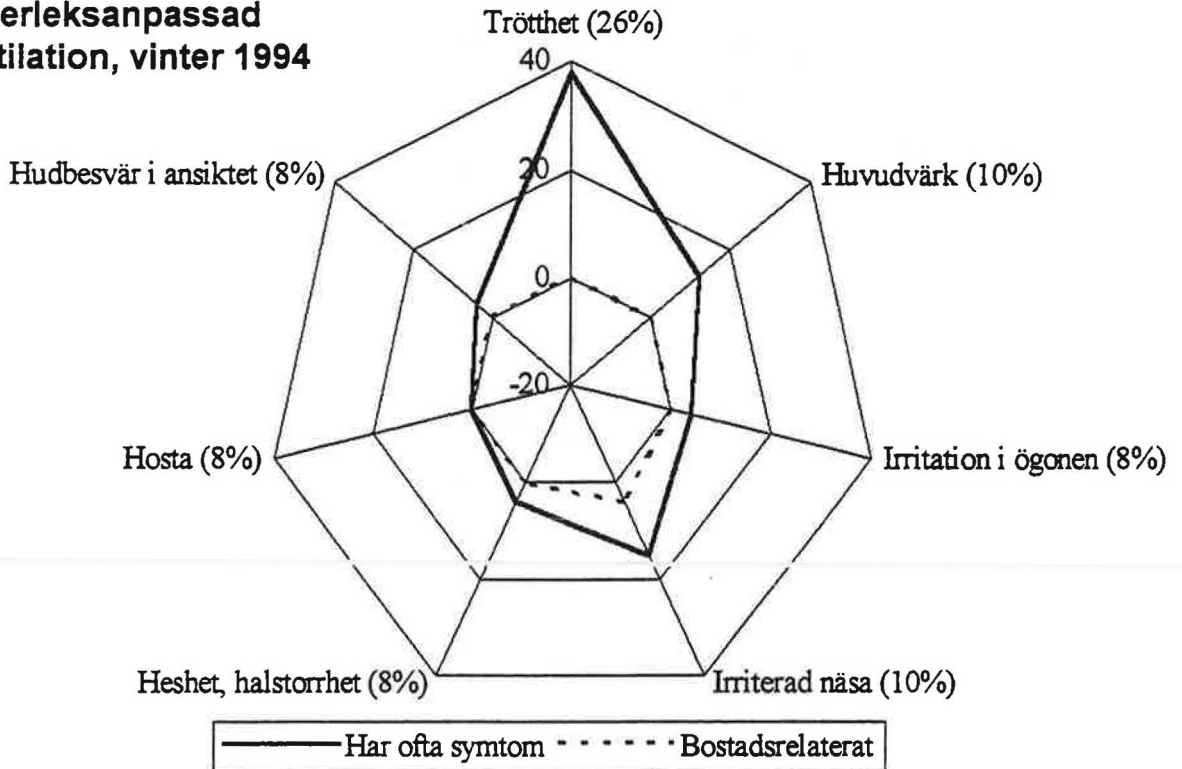
BESVÄRSPROFIL ÖVER INNEKLIMATET VINTER 1995-
 Andel boende som upplever problem eller besväras av följande:
 (Referensvärden för frånluftsventilerade flerbostadshusbestånd i Stockholm inom parentes)



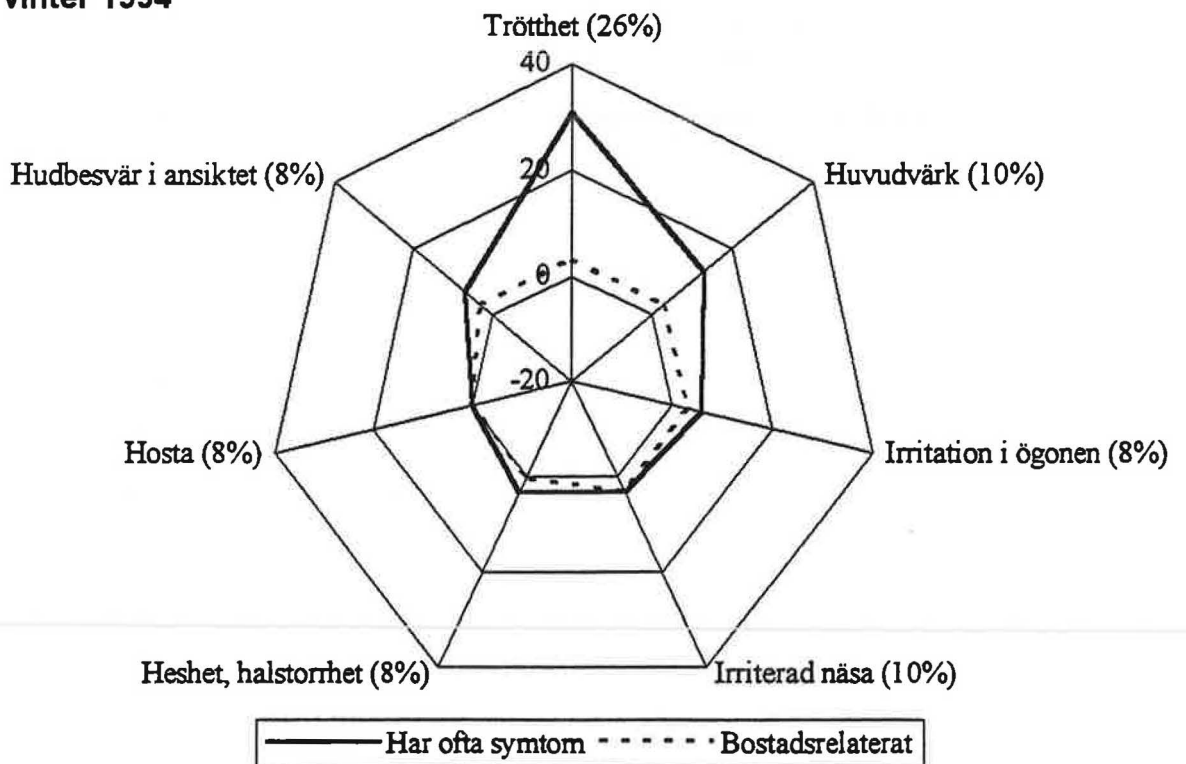
4 Hälsoros 1994

Andelen boende som ofta har symptom på ohälsa och dess relation till bostaden visas här i två diagram, ett för väderleksanpassad ventilation och ett för ventilation med konstant flöde. I hälsorosn relateras bostadsanknutna besvär till samtliga, och inte bara till de som angivit besvär. (%) anger andelen upplevda besvär i flerbostadshus i Stockholm, frågat under eldningssäsongen.

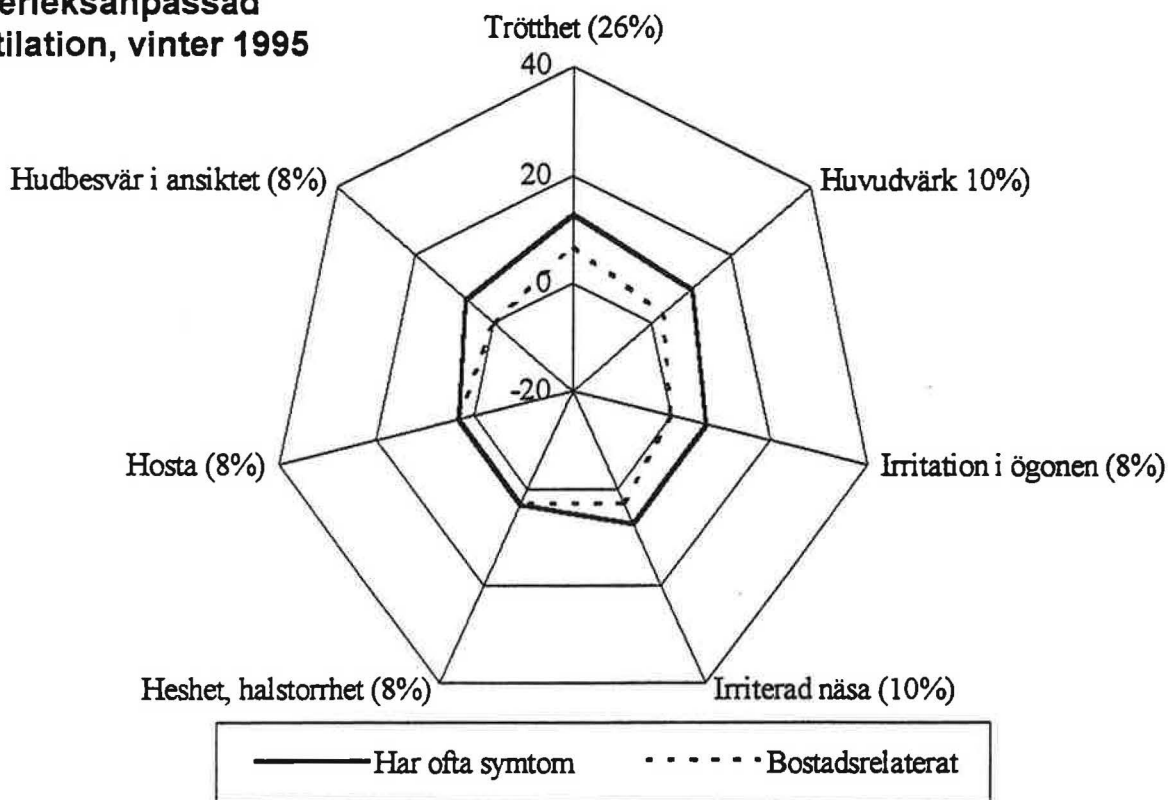
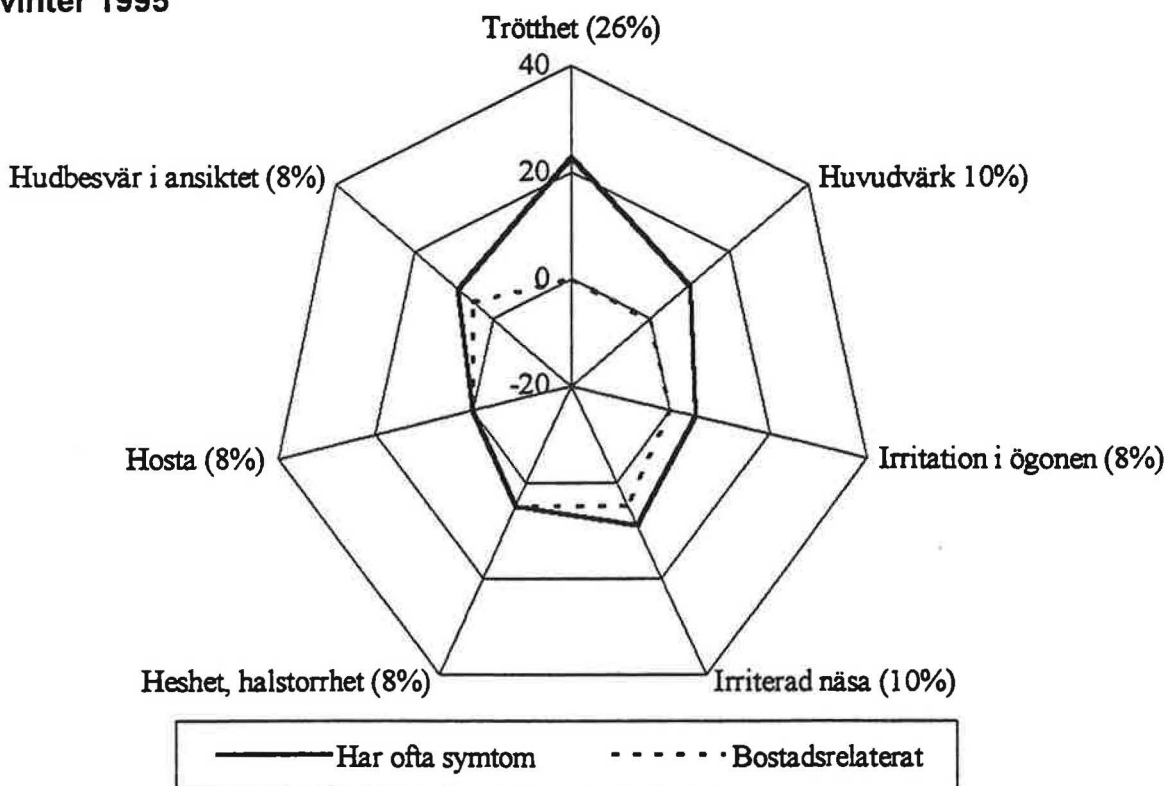
Väderleksanpassad ventilation, vinter 1994



Ventilation med konstant flöde vinter 1994



Hälsoros 1995

Väderleksanpassad
ventilation, vinter 1995Ventilation med konstant flöde
vinter 1995

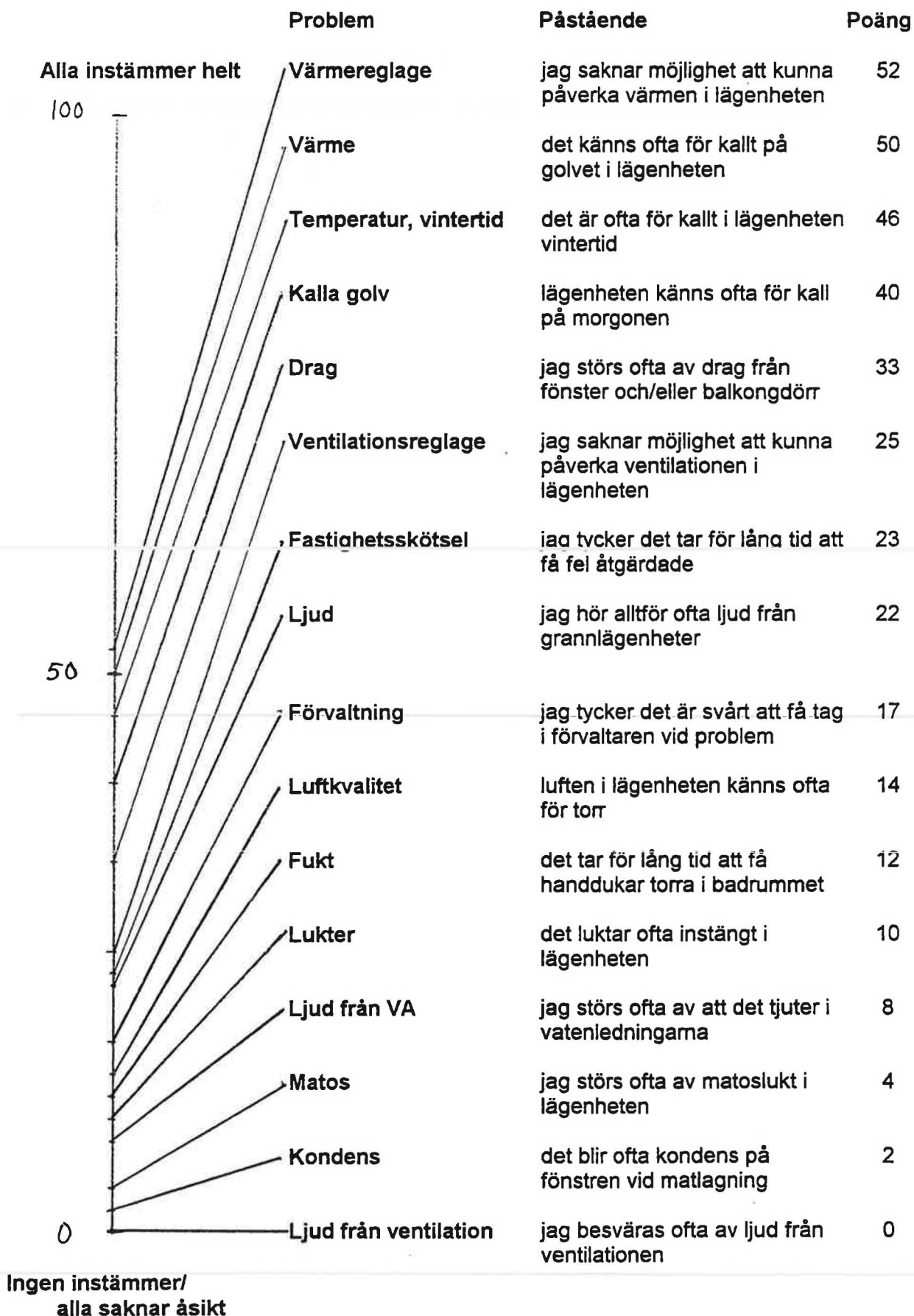
5 Rangordning av problem

Fråga 22 i enkäten innehåller 16 påståenden om problem med inneklimatet.

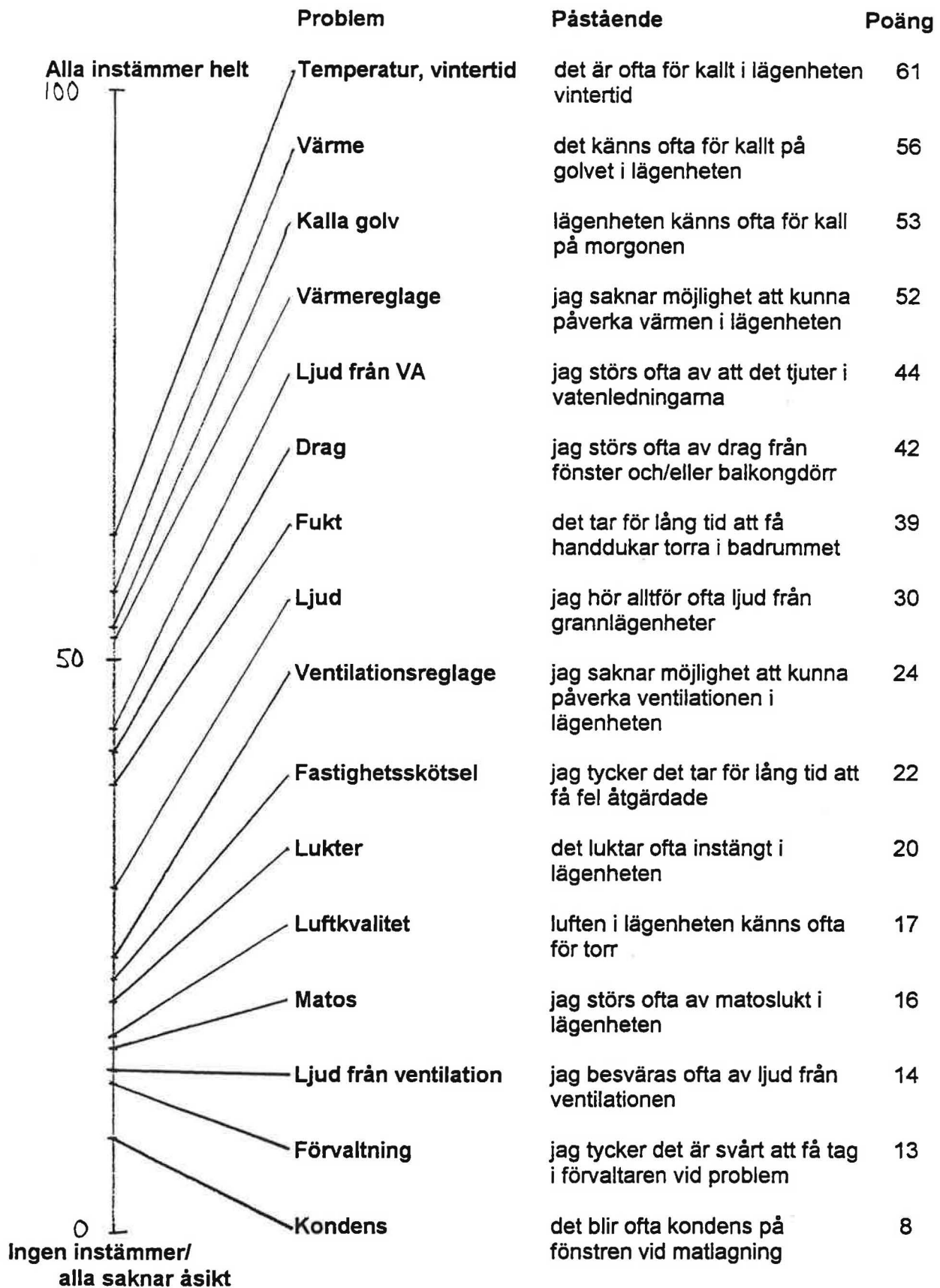
Hyresgästerna får ta ställning till dessa påståenden genom att instämma i olika grad. För varje påstående beräknas sedan en poäng utifrån svarsfördelningen på de olika svarsalternativen. Poängskalan går från 0 till 100. Noll poäng innebär att ingen av hyresgästerna instämmer i påståendet. 100 poäng innebär att samtliga hyresgäster instämmer. Det är alltså det problem som hyresgästerna upplever som mest besvärande som hamnar högst upp på skalan på nästa sida.

Man kan utifrån denna rangordning och problemens poäng sammanställa ett åtgärdsprogram för en fastighet eller ett område. Rangordningen och skalan talar om vilket inneklimatproblem hyresgästerna finner mest besvärande samt om det är ett litet eller ett stort problem.

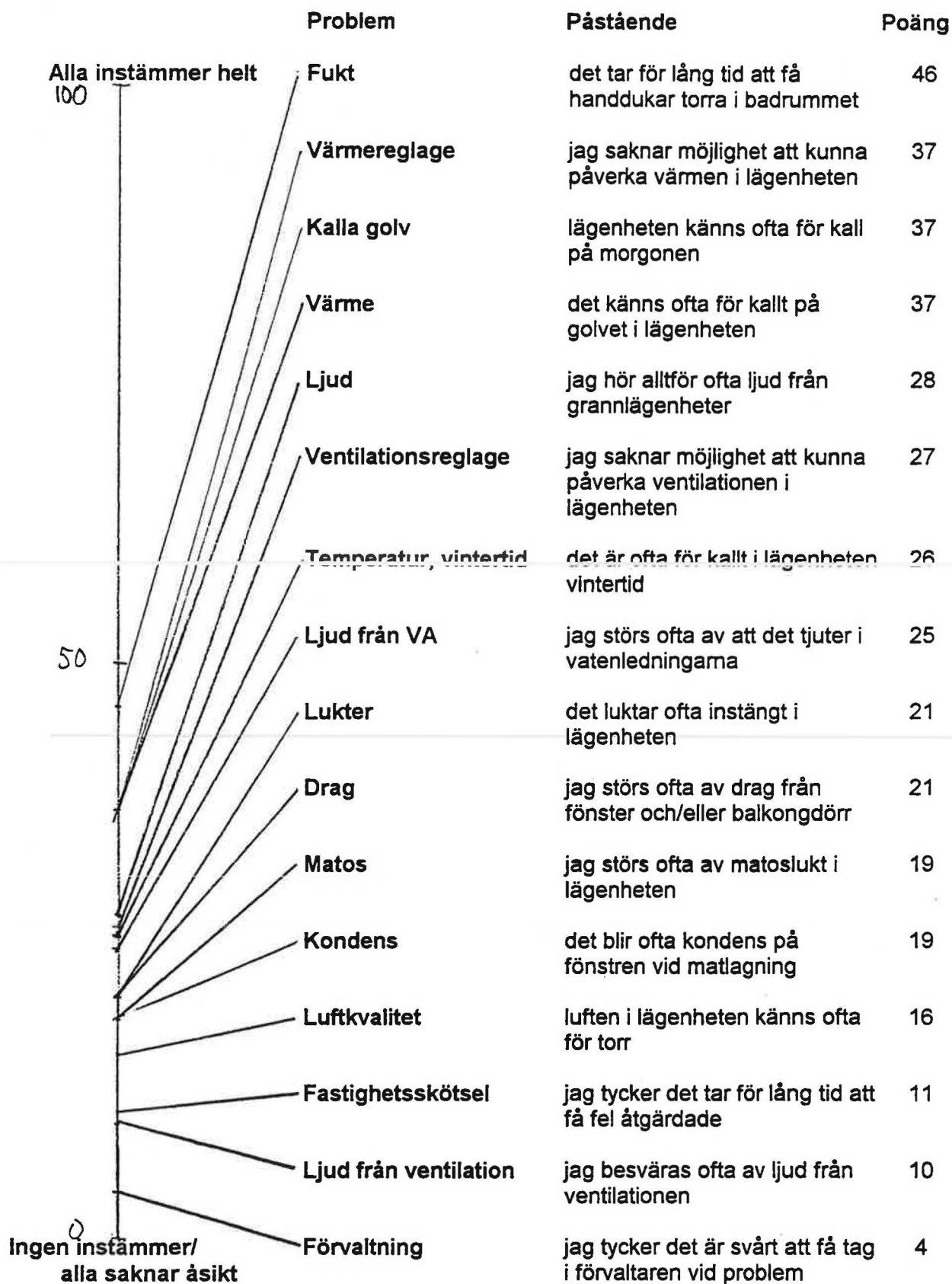
Rangordning av problem för väderleksanpassad ventilation 1994



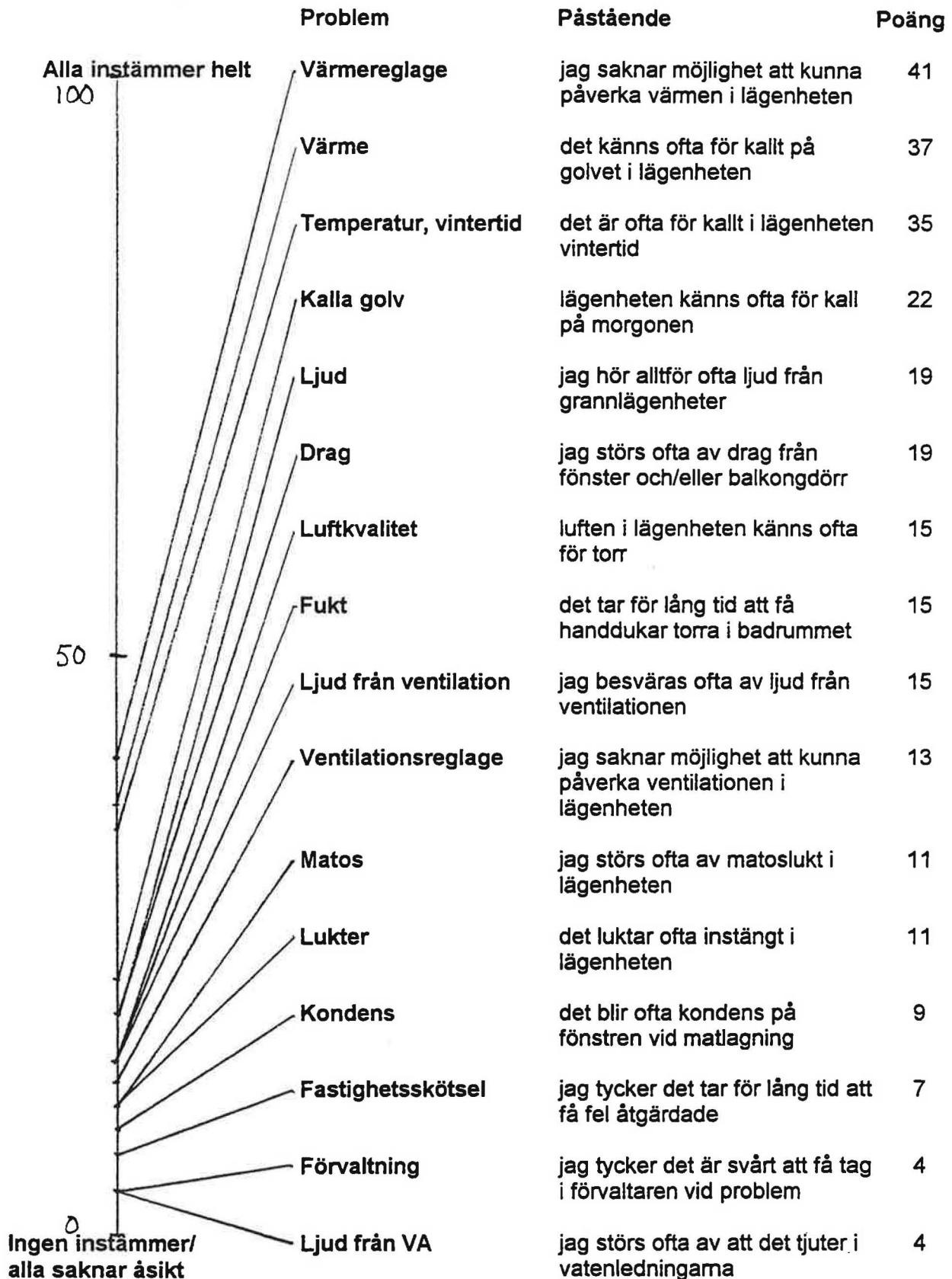
Rangordning av problem ventilation med konstant flöde 1994



Rangordning av problem för väderleksanpassad ventilation 1995



Rangordning av problem för ventilation med konstant flöde 1995



6 Diagram

I diagrammen som presenteras på följande sidor, redovisas resultaten från de frågor i enkäten som handlar om inneklimatet. Ovanför varje diagram står den fråga i enkäten som ligger till grund för diagrammet. Samtliga resultat redovisas i procent.

Inom området värme/temperatur presenteras 8 diagram:

1. upplevelse av **värme**komforten under vinterhalvåret
2. upplevelse av **temperatur** i olika rum vintertid
3. besvär av **ojämn temperatur**
4. **kallt** på väggar och golv
5. **möjligheter att reglera värmen**
6. upplevelse av **drag** i olika rum
7. upplevelse av **drag** från olika håll

Inom området luftkvalitet/ventilation presenteras 6 diagram:

8. upplevelse av **luftkvaliteten** i sovrum respektive vardagsrum
9. allmän bedömning av **luften** i lägenheten
10. besvär av **matos, lukt, fukt och kondens**
11. möjlighet att reglera **ventilationen**
12. **lukter** i lägenheten

Inom området ljud/ljus presenteras 4 diagram:

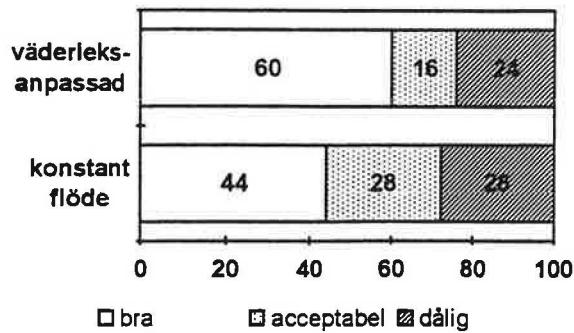
13. upplevelser av **ljudförhållandet** i lägenheten
14. **störande ljud**
15. upplevelse av **ljusförhållandet** i lägenheten
16. **solljusförhållandet** under vinter- respektive sommarhalvåret

Inom området hälsa presenteras 2 diagram:

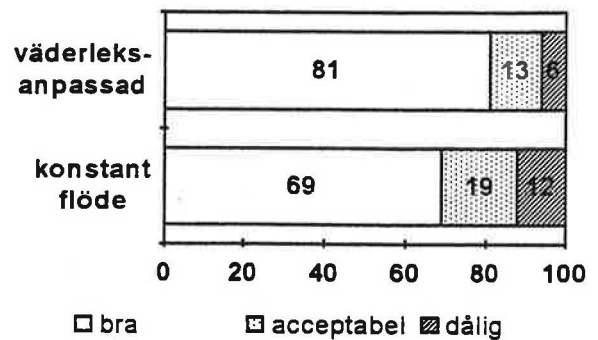
17. olika **besvärssymtom**
18. upplevelse av att besvärerna beror på **bostadsmiljön**

1 Hur tycker Du värmekomforten i stort sett är i Din lägenhet under
(fråga 7)

Vinterhalvåret 1994



Vinterhalvåret 1995



Systemjämförelse:

Värmekomforten upplevs oavsett ventilationsprincip väsentligt mycket bättre år 2 än år 1. Andelen som menar att värmekomforten är bra har ökat med över 20%.

I den första studien var de boende med väderleksanpassat flöde något fler som sade sig ha bra värmekomfort än de vars lägenheter var försedda med konstant flöde. Andelen som menade att komforten var dålig var istort sett lika oavsett ventilationsprincip. Denna skillnad i uppfattningen om värmekomforten kvarstår även i den andra studien.

Boendejämförelse:

Bland de hyresgäster som under vintern har skiftat system har skiftet från konstant flöde till väderleksanpassat flöde medfört att andelen som menar att komforten är bra ökat med 37% och andelen som menar att komforten är dålig har minskat med 22%. Av de som skiftat från väderleksanpassat till konstant flöde har andelen som menar att komforten är bra ökat med endast 9% och de som menar att den är dålig har minskat med 12%. Det är således främst de som bytt från konstantflöde till väderleksanpassat flöde som tycker att de erhållit en betydligt bättre värmekomfort.

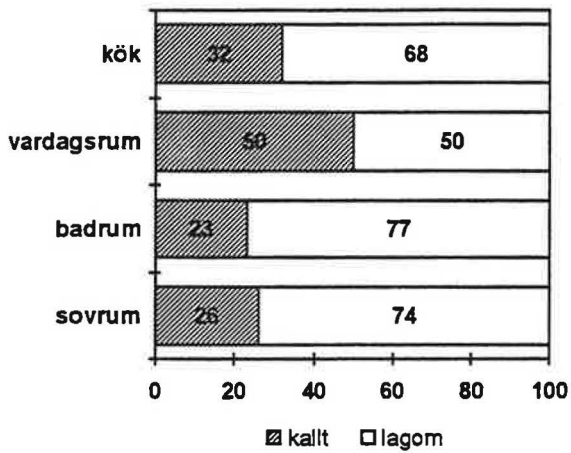
Alltså:

Värmekomforten har enligt de boende förbättrats oavsett ventilationsprincip. Man är dock fortfarande mer nöjd i lägenheter med väderleksanpassat flöde än konstant flöde. Det kommer också i uttryck då det främst är de som bytt från konstant flöde som upplever en förbättring av värmekomforten. Visserligen upplever även de som tidigare hade väderleksanpassad ventilation en förbättring även om den är betydligt mindre.

2 Tycker Du att det är för kallt eller för varmt i något rum i lägenheten under vinterhalvåret..... (fråga 2)

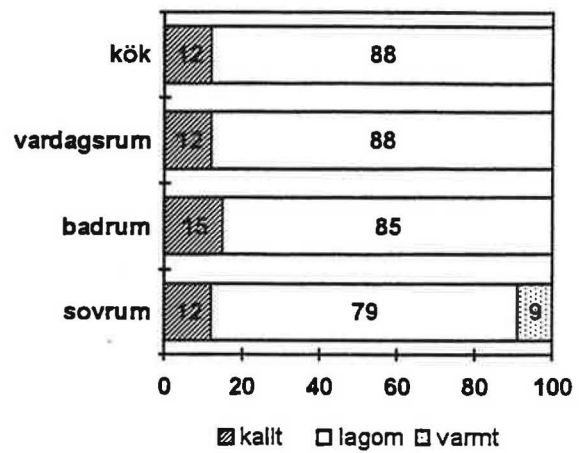
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

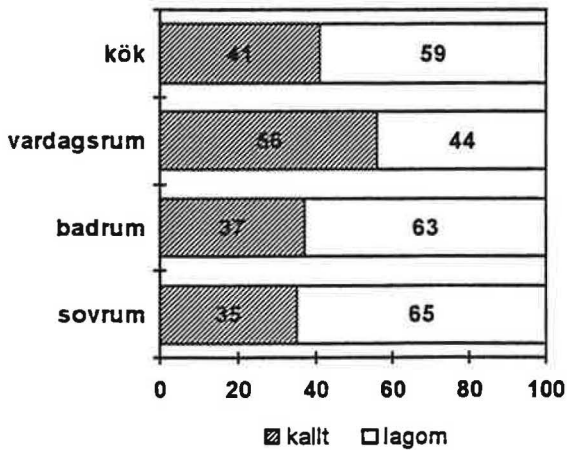


Vinter 1995

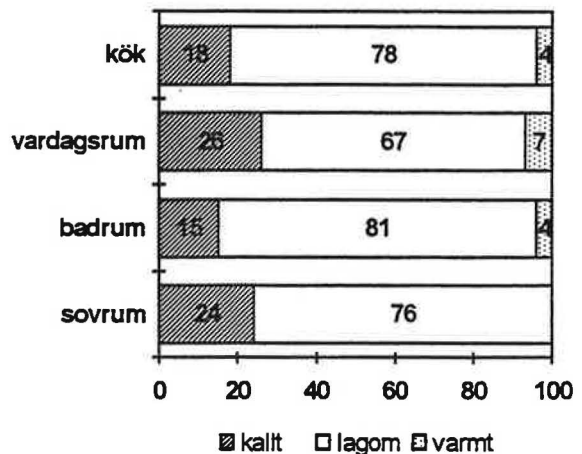
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Oavsett system är det färre som anger att något rum i lägenheten är för kallt eller för varmt under vinterhalvåret år 2 jämfört med år 1. Detta gäller också oavsett vilket rum som pekats ut. Inte heller är skillnaden mellan de olika rummen så stor längre. I den första studien var det fler av de som bodde med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde som pekade ut olika rum som för kalla. Denna skillnad kvarstår även i den andra studien och då framför allt i vardagsrum och sovrum.

Boendejämförelse:

Det är framför allt de som skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat som nu upplever en bättre värmekomfort i de olika rummen. För vardagsrum är det en minskning på 44% för de som skiftat åt motsatt håll kan också konstateras en minskning men den är då mindre och på 24%.

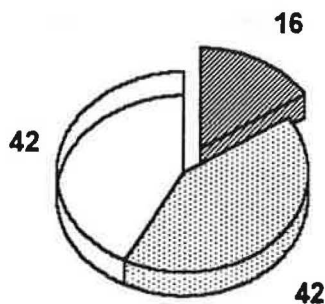
Alltså:

Andelen som uppger att något rum är för kallt har minskat oavsett system. Den tidigare studien visade på att färre uppgav något rum som för kallt bland de boende med väderleksanpassat flöde än de med konstant flöde. Denna skillnad kvarstår även denna gång. Det är framför allt de som tidigare hade konstant flöde och nu har fått väderleksanpassat flöde som man i betydligt mindre utsträckning pekar ut något rum som för kallt.:

3 Besväras Du av att temperaturen varierar i lägenheten beroende på temperaturförändringar utomhus..... (fråga 3)

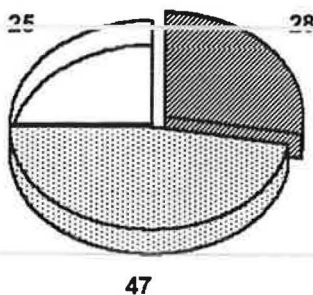
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation



■ ja, ofta ▨ ja, ibland □ nej

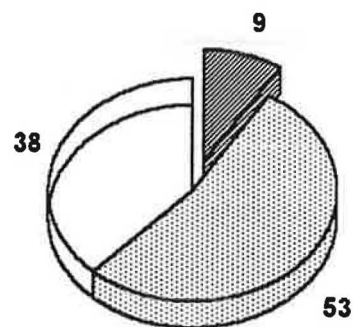
Ventilation med konstant flöde



■ ja, ofta ▨ ja, ibland □ nej

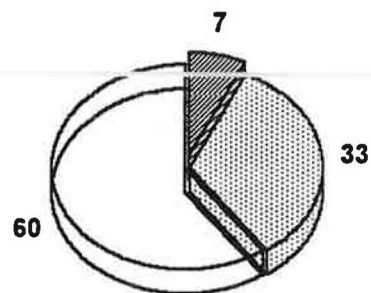
Vinter 1995

Väderleksanpassad ventilation



■ ja, ofta ▨ ja, ibland □ nej

Ventilation med konstant flöde



■ ja, ofta ▨ ja, ibland □ nej

Systemjämförelse:

Oavsett ventilationsprincip så har en minskning skett av andelen boende som säger att temperaturen varierar i lägenheten beroende på att temperaturen ändrar sig utomhus. I den första studien var det fler bland de som hade konstant flöde som angav ojämn temperatur inomhus än de med väderleksanpassat flöde. Denna skillnad mellan systemen kan man inte se i den andra studien, snarare finns en tendens till det motsatta förhållandet.

Boendejämförelse:

Även om man som boende har skiftat ventilationsprincip så har andelen som menar att temperaturen ofta är ojämn minskat. Framför allt är det de boende som växlat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde som nu har färre som menar att temperaturen ofta är ojämn, här är minskningen 19%. För de som gått från väderleksanpassat till konstant flöde är minskningen 9%.

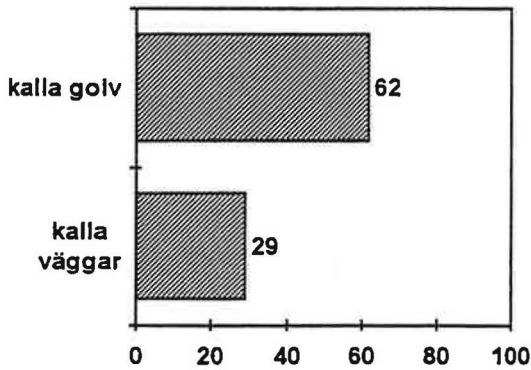
Alltså:

Andelen som säger att lägenhetens temperatur ofta varierar beroende på temperaturförändringar utomhus har minskat oavsett system. Skillnaden mellan hur de olika ventilationsprinciperna kan parera temperaturväxlingar utomhus var tidigare till förmån för väderleksanpassat flöde och är det i viss mån fortfarande även om skillnaderna minskat i den andra studien. Det är framförallt boende som tidigare hade konstant flöde och nu erhållit väderleksanpassat flöde, som ger uttryck för en jämnare temperatur.

4 Tycker Du att Din lägenhet har.... kalla golv, kalla väggar... (fråga 5) Procent ja-svar

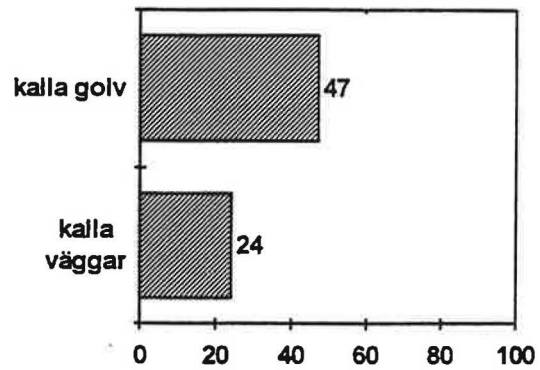
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

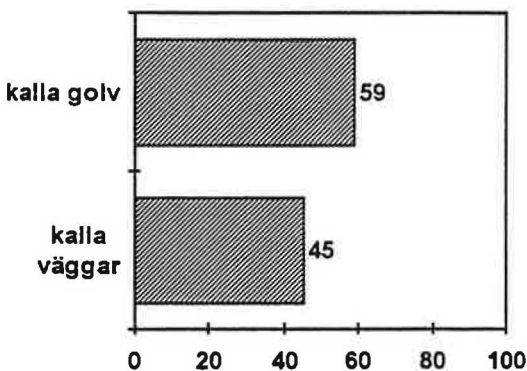


Vinter 1995

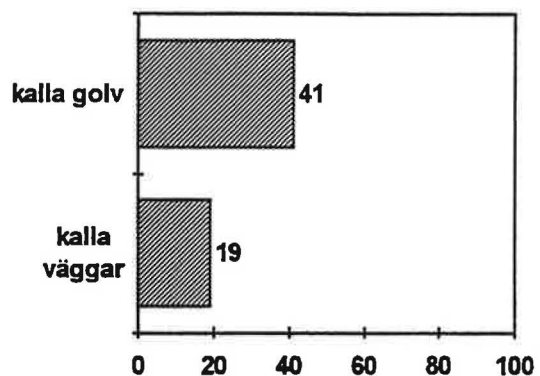
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Oavsett system så är det färre som säger sig ha kalla golv år 2 än år 1. Andelen boende som sa sig ha kalla golv var lika stor oavsett system i den första studien och är det så stort sett även i den andra. Andelsminskningen är också lika stor oavsett systemtyp. Fortfarande ligger andelen dock på drygt 40% som anger kalla golv.

När det gäller bedömningen av kalla väggar så förekom det mer bland de boende med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde. Denna skillnad kvarstår inte i den andra studien då skillnaden är betydligt mindre och snarare har en tendens att slå åt andra hållet.

Boendejämförelse:

Det är fram för allt bland de som tidigare hade väderleksanpassat flöde och nu fått konstant flöde som andelsminskningen av de som uppger kalla golv är störst. När det gäller kalla väggar är skillnaden den omvända, här är andelsminskningen störst bland de som gått från väderleksanpassat till konstant flöde. Detta bekräftar att uppfattningen av kalla väggar ligger kvar i samma byggnadsdel och hushåll.

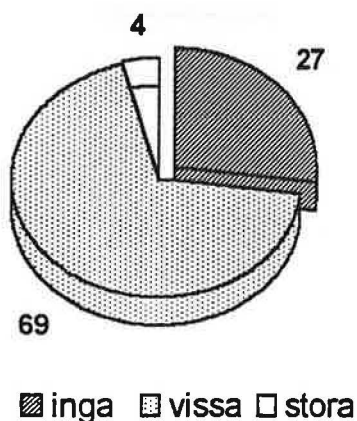
Alltså:

Det är färre som anger kalla golv år 2 än år 1 oavsett system. Detsamma gäller kalla väggar även om skillnaden är mindre bland de vars lägenhet är försedd med väderleksanpassad ventilation än de med konstant flöde. Genom att studera hur de boende i de olika längorna upplever bytet av system kan man se att de som från början hade konstant flöde erhållit störst minskning men är fortfarande flest oavsett system. Det kan tyda på att kalla väggar kanske mer hänger ihop med byggnadsstommen än med ventilationssystemet, samtidigt som detta lindrar upplevelsen av kalla väggar.

5 Tycker Du att uppvärmningssystemet i lägenheten ger Dig stora eller små möjligheter att själv påverka temperaturen? (fråga 4)

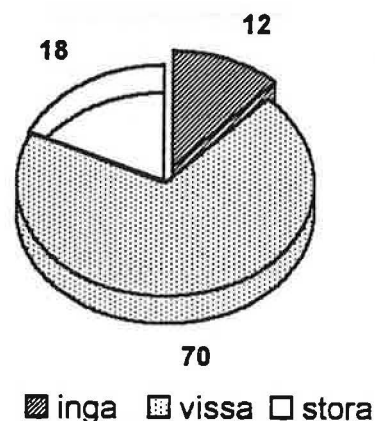
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

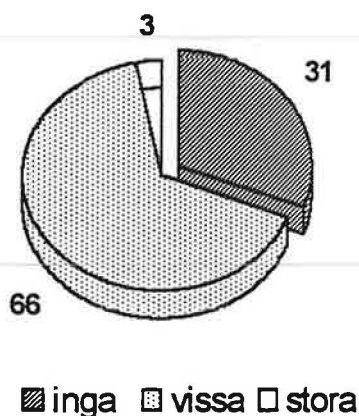


Vinter 1995

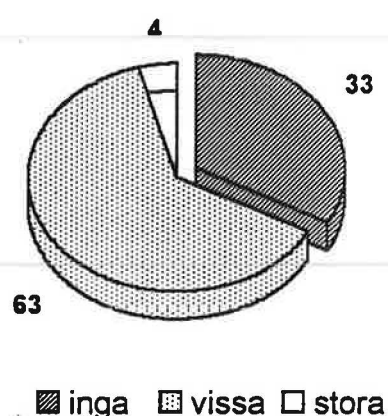
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

I den första studien var det ingen skillnad i de boendes bedömning av möjligheten att själv påverka värmen i lägenheten. I den andra är det framför allt andelen boende med väderleksanpassad ventilation som tycker att möjligheten att själv kunna påverka värmen har förbättrats. Att systemet nu har stora möjligheter svarar 4% boende bland de med konstant flöde mot 18% bland de som nu har väderleksanpassat flöde.

Boendejämförelse:

De som tidigare hade väderleksanpassat flöde och nu har fått konstant flöde har i princip inte ändrat uppfattning i bedömningen av möjligheten att själv reglera värmen. Däremot tycker de som skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde ha fått en betydligt större möjlighet att själv reglera värmen både uttryckt som att sakna möjligheten överhuvudtaget (31% till 12%) och uttryckt som stora möjligheter att påverka värmen (3% till 18%)

Alltså:

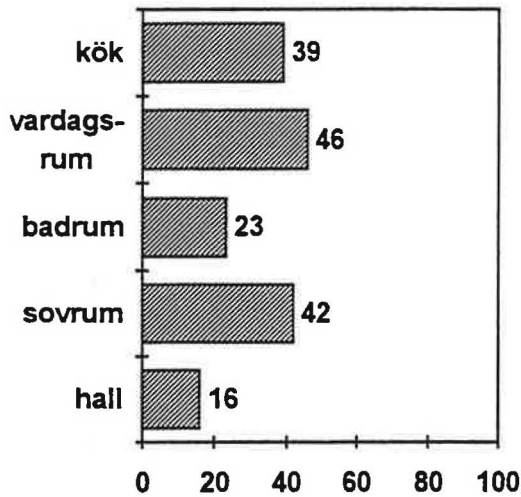
I den första studien var det ingen större skillnad i uppfattningen av möjligheten att själv kunna påverka värmen. I den andra studien har andelen som säger sig ha stora möjligheter ökat bland de som har väderleksanpassat flöde. Vid konstanthållning av de boende framgår att det framför allt kan man se att det framför allt är de som skiftat från konstant flöde och som nu erhållit väderleksanpassat flöde som ser förbättringar.

6 Besväras Du av drag i Din lägenhet? Ange i så fall i vilket rum... (fråga 6)

Procent Ja-svar

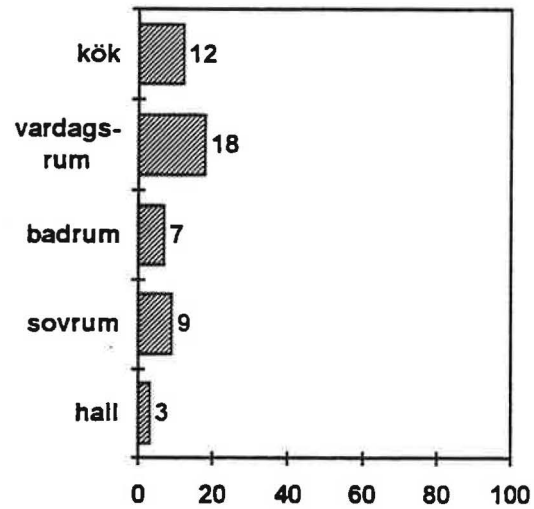
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

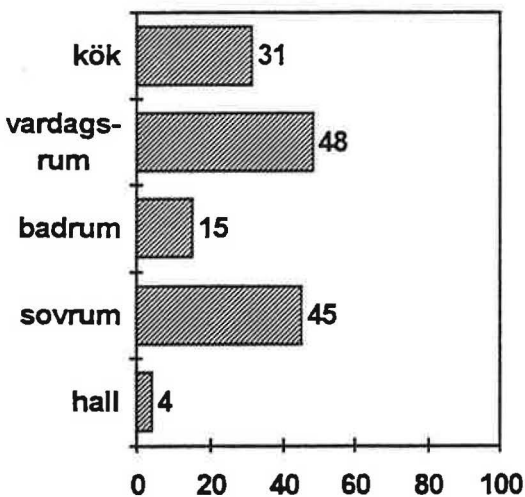


Vinter 1995

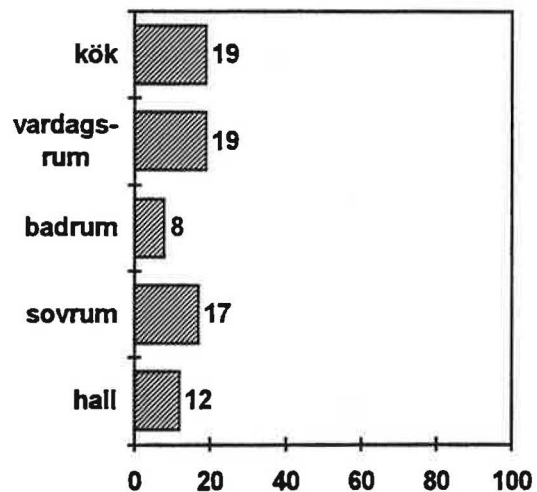
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Oavsett system så har andelen som besväras av drag minskat år 2 jämfört med år 1 och detta i samtliga rum. Framför allt upplever man att det drar i vardagsrum och sovrum. I den första studien var det fler som upplevde drag bland de boende med väderleksanpassat flöde än de med konstant flöde. En förklaring var då att de boende med väderleksanpassat flöde hade öppna ventiler i större utsträckning än de med konstant flöde. I den andra studien var förhållandet det omvända. Frågan är hur ventilaerna nu är ställda.

Boende jämförelse:

Det är framför allt de som gått från konstant flöde till väderleksanpassat flöde som i något större utsträckning upplever en minskning av drag och detta oavsett rum bortsett från badrummet, där minskningen är större för de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde.

Alltså:

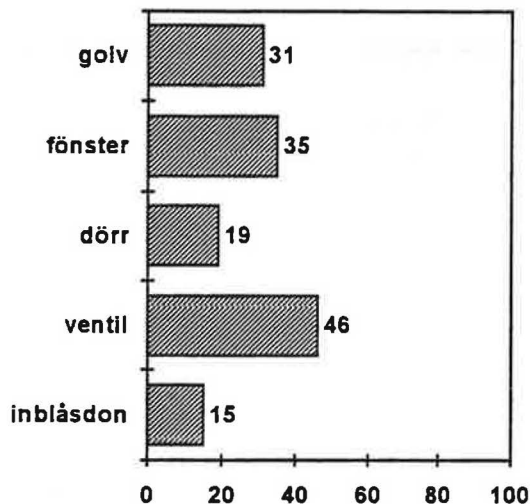
Andelen som uttrycker besvär med drag har minskat oavsett system och det är framför allt de som bytt från konstant flöde till väderleksanpassat flöde som uttrycker mindre besvär och då framför allt i sovrum och badrum.

7 Besväras Du av drag i Din lägenhet? Ange i så fall varifrån det drar... (fråga 6)

Procent Ja-svar

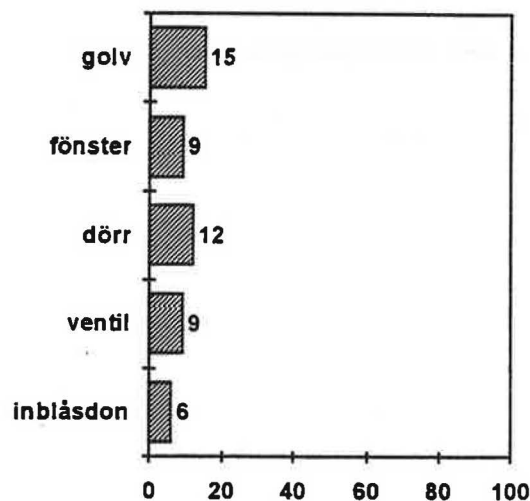
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

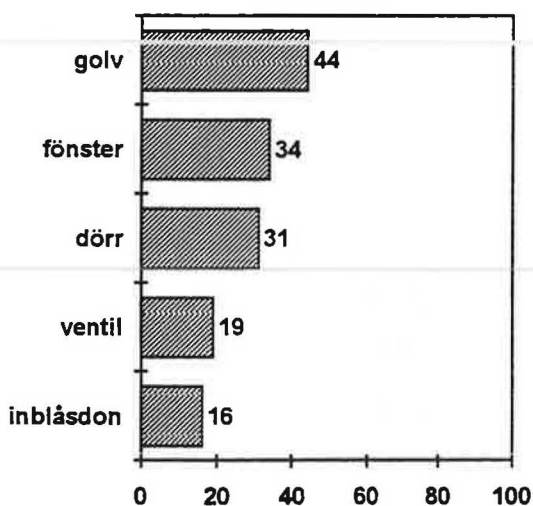


Vinter 1995

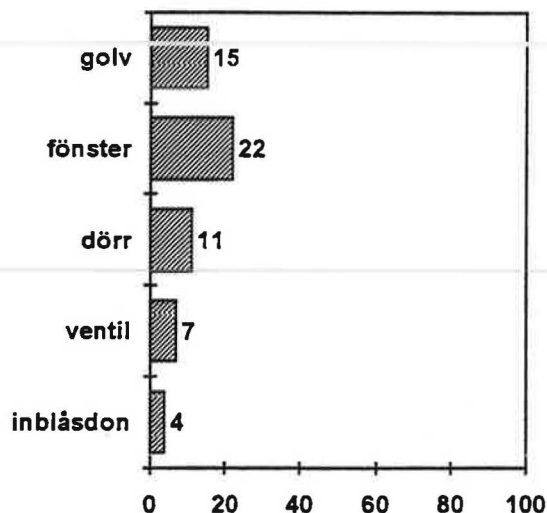
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Oavsett system har besvär med drag från olika håll minskat i lägenheten. Skillnaden mellan systemen har också minskat. Boende med konstant flöde har dock idag fortfarande fler som pekar på drag från fönster än de med väderleksanpassad ventilation. Drag från ventil var år 1 betydligt vanligare bland de med väderleksanpassad ventilation än de med konstant flöde, denna skillnad är borta år 2.

Boendejämförelse:

Besvär med drag från olika håll har framför allt minskat för de som växlat från konstant till väderleksanpassat flöde här är minskningen av drag från golv 29% jämför med 16% från de som växlat system omvänt. Drag från fönster från med 25% jämfört med 13%. Däremot har drag från ventil framför allt minskat för de som bytt från väderleksanpassat till konstant flöde. Här vet vi från den tidigare studien att det hängde ihop med öppen stängd ventil vilket detta bör studeras även här för att kontrollera effekten av systembytet.

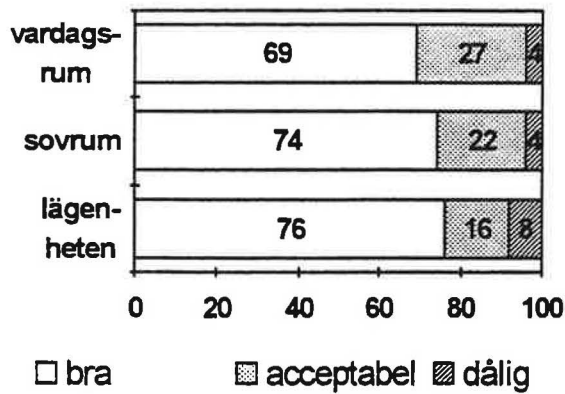
Alltså:

Besvär med drag från olika håll har minskat betydligt oavsett system. Minskningen uppges vara störst i de lägenheter där man bytt från konstant till väderleksanpassat flöde, utom för drag från ventil där minskningen var större bland de som skiftat ventilation från väderleksanpassat till konstant flöde.

8 Hur bedömer Du luftkvaliteten i ... (fråga 11)

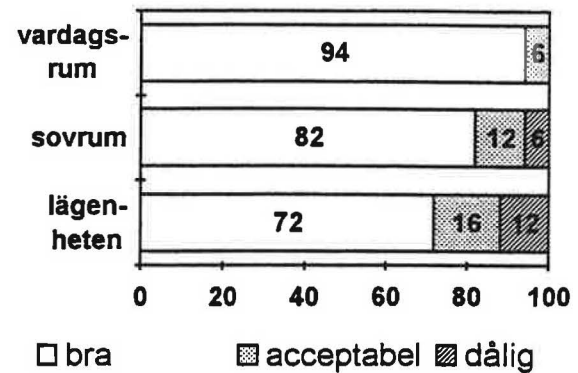
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

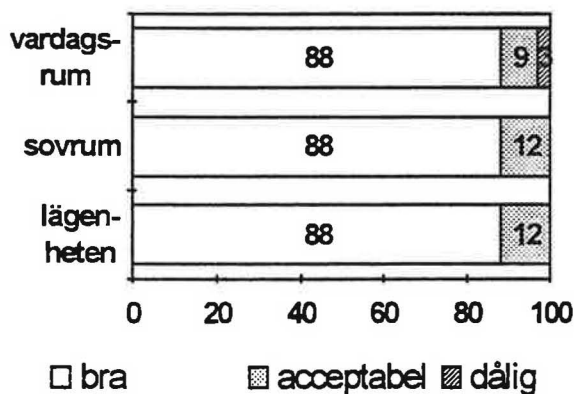


Vinter 1995

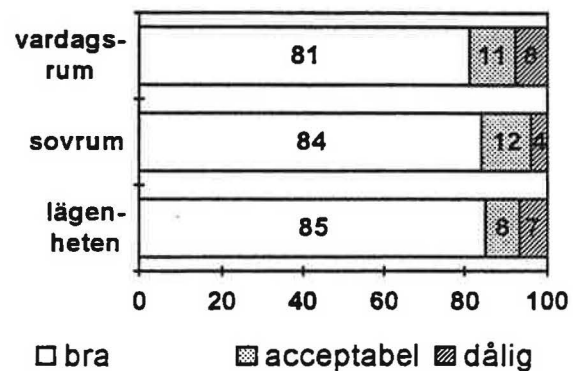
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

År 1 var det fler som bedömde luftkvaliteten såsom bra bland de boende i de lägenheter som var försedda med konstant flöde än de med väderleksanpassad ventilation. Skillnaden i bedömningen låg då för lägenheten som helhet på 12% denna skillnad kvarstår även år 2.

Boendejämförelse:

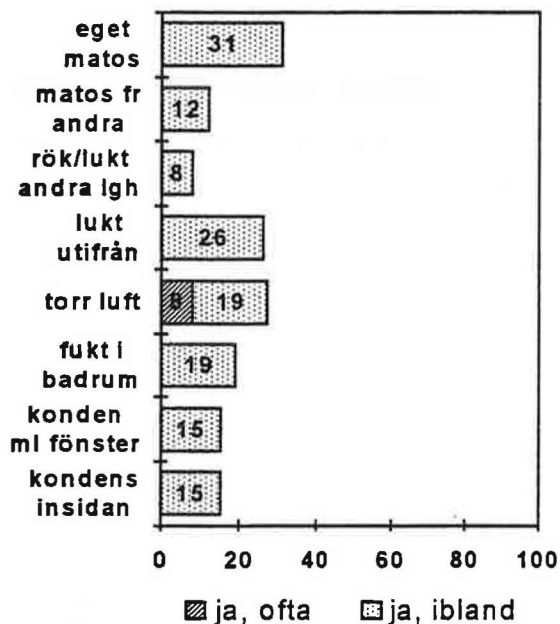
Det är framför allt de som fått ventilationssystemet bytt från att vara väderleksanpassat till konstant som upplever att luftkvaliteten förbättrats med överlag ca 10%. De som bytt till det motsatta tycker sig ha fått en försämrade luftkvalitet särskilt i sin bedömning av lägenheten som helhet där 16% färre bedömer luftkvaliteten som bra, här har en glidning gått mot att den snarare är acceptabel än att ta steget ut till att säga att den är dålig.

Alltså:

Fortfarande bedöms luftkvaliteten som helhet vara något bättre om lägenheten är försedd med konstant flöde och skillnaderna ligger i stort sett på samma nivå dvs att ca 12% fler menar att luftkvaliteten är bättre om man bor med konstant flöde.

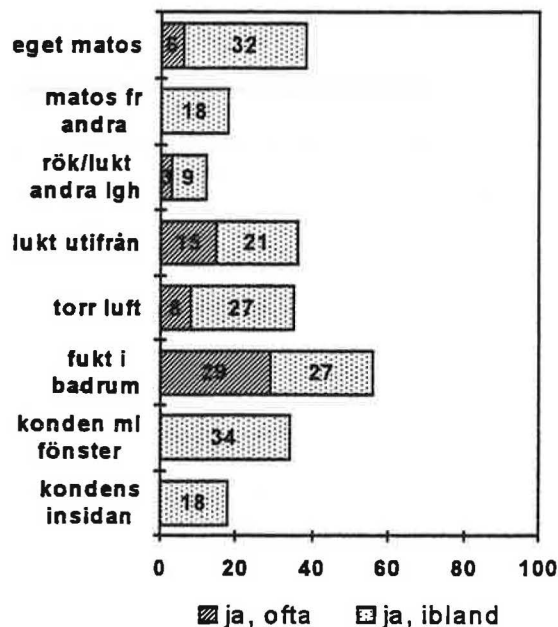
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

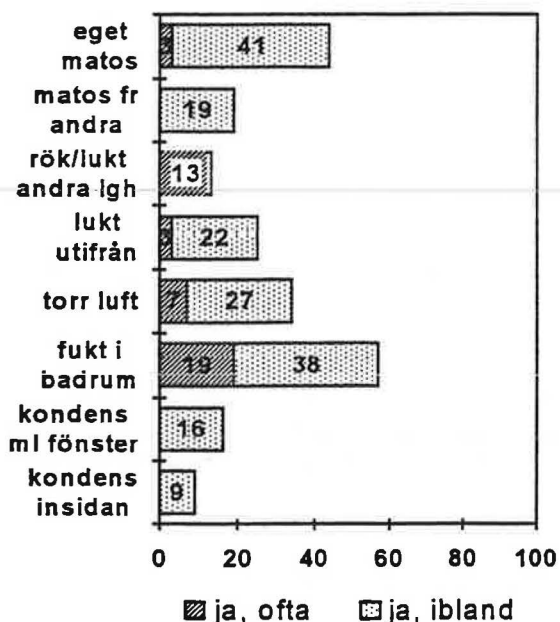


Vinter 1995

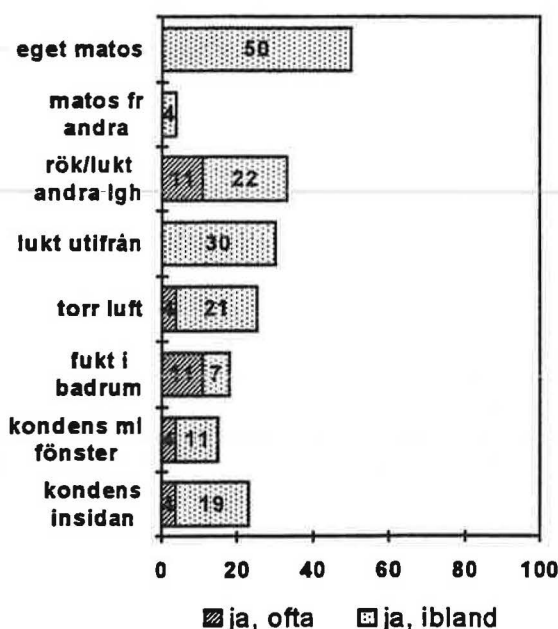
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Studeras hur olika aspekter på luftkvaliteten variera med de olika systemen så är problem med eget matos och röklukt från andra lägenheter något vanligare i lägenheter med konstantflöde än i väderleksanpassat såväl år 1 som år 2. Besvär med torr luft är fortfarande något mindre bland de boende med konstant flöde än de med väderleksanpassat. Däremot kvarstår inte skillnader som fukt i badrum, här var andelen med besvär tidigare väsentligt större bland de med konstant flöde och nu är skillnaden lika stor men störst bland de med väderleksanpassat flöde.

Boendejämförelse:

Oavsett hur man har skiftat så upfattar man mer fukt i badrum och på fönster. Fortfarande upplever de boende i den långa som år 1 hade konstant och år 2 nu har väderleksanpassat flöde väsentligt mer besvär med fukt i badrum. Här kan man misstänka antingen att fuktalstringen följer hushållet eller att det ligger i byggnadsstommen snarare än att det beror på ventilationssystemet. Möjligen kan bytet till väderleksanpassad ventilation förvärrat situationen något. Lukter utifrån veckor ha ökat om man bor med väderleksanpassad ventilation medan rök/lukt från andra lägenheter har ökat för de som har konstant flöde detta gäller även om hushållen hålls konstnat.

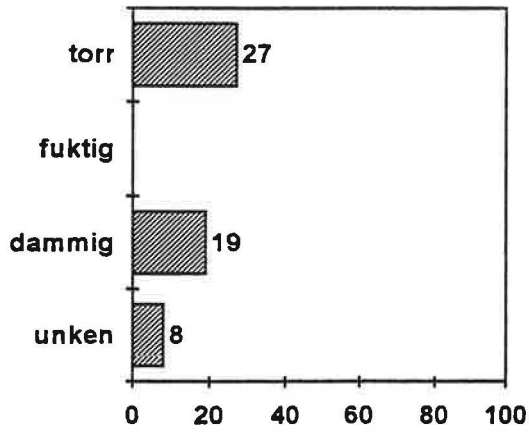
Alltså:

Skillnaden i bedömningen av olika besvär med luftkvaliten i lägenheten varierar för de olika systemen efter typ av besvär och vissa betingelser verkar snarare följa hushållet och byggnadstommen snarare än ventilationssystemet. Det senare gäller framför allt fukt i badrum och kondens på fönster.

10 Hur bedömer Du i allmänhet luften i Din lägenhet? Är luften ... (fråga 8)

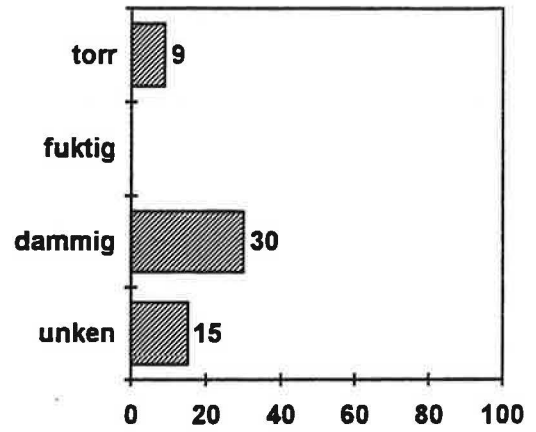
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

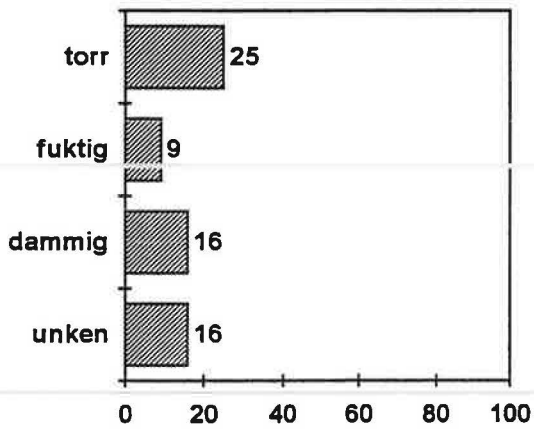


Vinter 1995

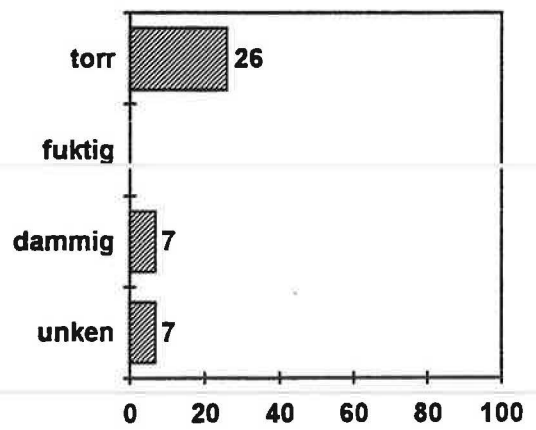
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Ingen av de skillnader i bedömning av luften som gjordes av boende med de olika systemen år 1 och år 2 ligger kvar. Tidigare var andelen boende som upplevde att luften var torr lika stor oavsett ventilationsprincip. Idag är det färre som bedömer luften som torr bland de som har väderleksanpassad ventilation än de som har konstant flöde. Idag är det ingen som bedömer luften som fuktig. Tidigare var andelen som menade att luften kändes som dammig i stort sett lika hög oavsett ventilationsprincip idag är det fler bland de som har väderleksanpassad ventilation som menar att den är det. Bedömning av luften som unken har skiftat för de olika ventilationsprinciperna så att det år 1 var fler med konstant flöde som menade att luften var unken medan det idag är fler bland de som bor med väderleksanpassad ventilation..

Boendejämförelse:

Det är framför allt de som tidigare hade konstantflödesprincipen som nu bedömer luften som mindre torr och mindre fuktig i och med att de fick väderleksanpassat flöde. Däremot bedömer de att luften är dammigare nu än tidigare. De som tidigare ventilerade med väderleksanpassat flöde bedömer i sin tur att luften blivit mindre dammig i och med bytet till konstant flöde. Bedömningen av unken luft är lika oavsett om man bytt system eller ej.

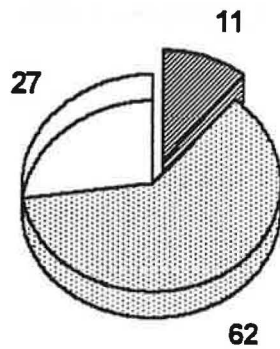
Alltså:

Tidigare fanns ingen skillnad i bedömningen av luften som torr för boende med de båda ventilationsprinciperna men det finns det år två. Färre som bedömer nu luften som torr bland de som har väderleksanpassad ventilation. Denna skillnad bekräftas i och med att de som tidigare hade konstant flöde nu i mindre utsträckning bedömer luften som torr när de nu erhållit väderleksanpassad ventilation. Bedömningen av luften som dammig har däremot ökat till nackdel för de som har väderleksanpassad ventilation . Unken luft verkar snarare följa hushållet eller byggnaden än ventilationsprincipen..

11 Tycker Du att ventilationssystemet i lägenheten ger Dig stora eller små möjligheter att själv påverka luftkvaliteten? ... (fråga 12)

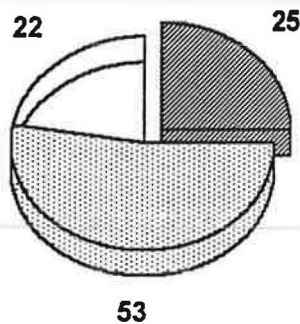
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation



■ inga ■ vissa □ stora

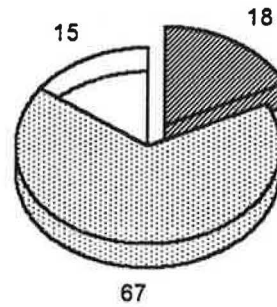
Ventilation med konstant flöde



■ inga ■ vissa □ stora

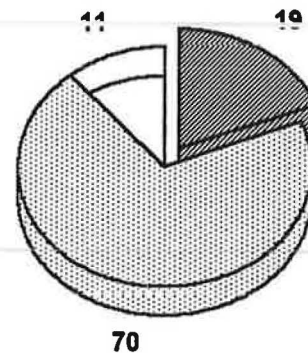
Vinter 1995

Väderleksanpassad ventilation



■ inga ■ vissa □ stora

Ventilation med konstant flöde



■ inga ■ vissa □ stora

Systemjämförelse:

I den första studien kände boende med konstant flöde mindre möjligheter att själv påverka ventilationen, denna skillnad är borta i denna andra studie. För båda systemen säger huvudparten att man har vissa möjligheter att själv påverka luftkvaliteten med det ventilationssystem man har.

Boendejämförelse:

Det är framför allt färre bland de som skiftat från väderleksanpassat till konstant flöde som nu säger att möjligheten att själv reglera ventilationen är stor. Bland de som bytt åt andra hållet har man övergått från att säga stora möjligheter eller inga möjligheter till att nu mena att man har vissa möjligheter..

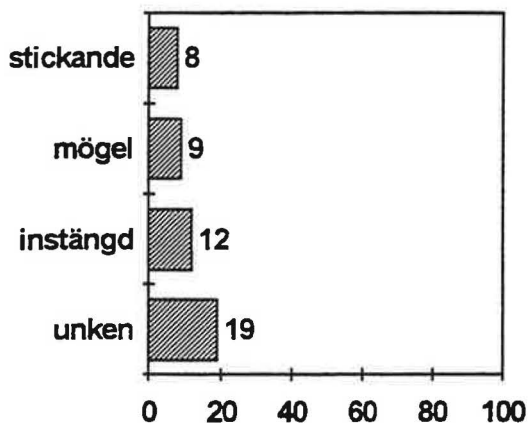
Alltså:

Skillnaden i synen på möjligheten att själv kunna reglera luftkvaliteten med hjälp av ventilationssystem har minskat och i båda fallen modifierats till att nu tycka att man varken har stora eller små möjligheter till att mena att man har vissa möjligheter. De är framför allt de som gått från väderleksanpassat till konstant flöde som tycker att möjligheterna minskat.

12 Känner Du av någon av följande lukter i Din lägenhet? ... (fråga 10)

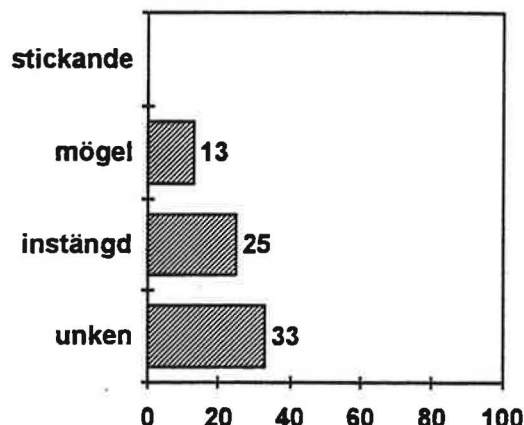
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

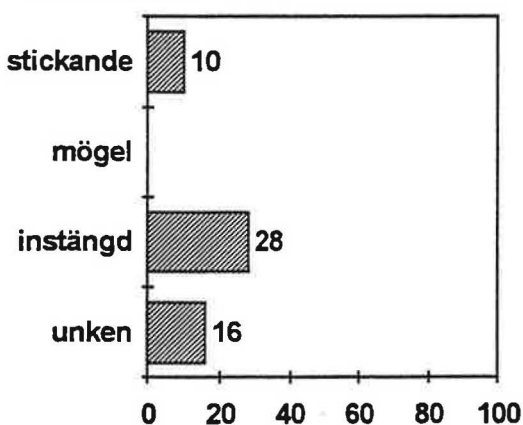


Vinter 1995

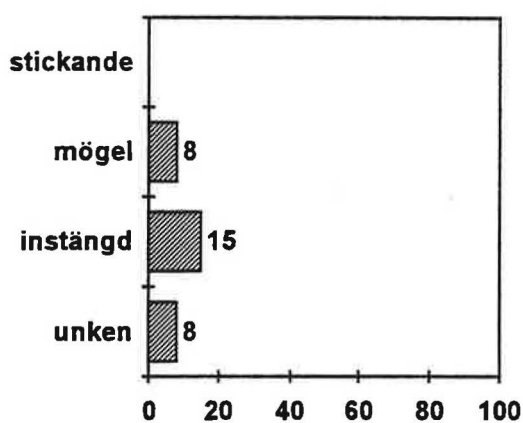
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

I den första studien var skillnaden mellan upplevda lukter i lägenheten sådan att de som hade konstant flöde i betydligt större utsträckning uppfattade luften som instängd än de som hade väderleksanpassad ventilation, denna senare studien är förhållandet det motsatta. Övriga lukter som stickande lukt, mögellukt, samt unken lukt skiljer sig inte så mycket åt mellan de olika systemen varken år 1 eller år 2..

Boendejämförelse:

Oavsett tidigare system är det ingen som andra året känner stickande lukt. Bland de som bytt från konstant flöde till väderleksanpassat flöde är det nu fler som känner mögellukt och unken lukt medan de som skiftat tvärt om tycker att just unken lukt har minskat. Uppfattningen att de känner en instängd lukt har inte förändrats nämnvärt för att man bytt system.

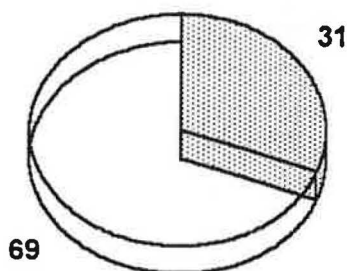
Alltså:

Tidigare förelåg en skillnad i uppfattning av instängd lukt så att det var fler som kände detta bland de med konstant flöde än de med väderleksanpassat flöde. I den senare studien är förhållandena de omvända. Att förmimmelsen av unken lukt är något mindre om man har väderleksanpassat flöde kan man se om de boende konstanthålls...

13 Tycker Du att det är för mycket ljud i Din lägenhet eller är det en tyst lägenhet? ... (fråga 19)

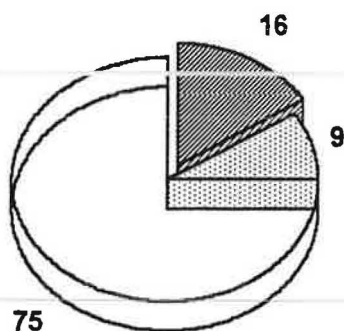
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation



■ acceptabel □ tyst

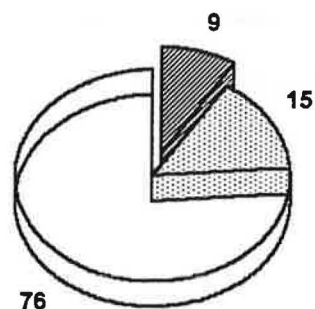
Ventilation med konstant flöde



■ ljudfylld ■ acceptabel □ tyst

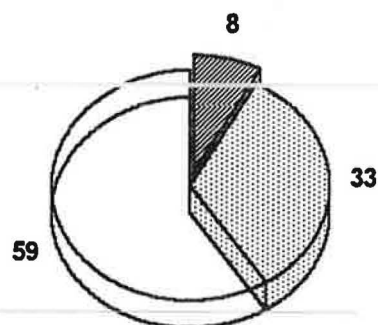
Vinter 1995

Väderleksanpassad ventilation



■ ljudfylld ■ acceptabel □ tyst

Ventilation med konstant flöde



■ ljudfylld ■ acceptabel □ tyst

Systemjämförelse:

I den tidigare studien var det ingen bland de boende med väderleksanpassat flöde som tyckte att de bodde i en ljudfylld lägenhet, däremot var det 16% som angav det bland de som hade ventilation med konstant flöde. I den andra studien är andelen som svarar ljudfylld lägenhet lika stor oavsett system, men det är fler bland de med väderleksanpassad ventilation som svarar tyst lägenhet.

Boendejämförelse:

De boende som skiftat från konstant flöde till väderleksanpassat flöde har främst gått från att tycka sig ha en ljudfylld lägenhet till en lägenhet med mer acceptabel ljudnivå. De som bytt från väderleksanpassat flöde har då snarare gått från en tyst eller acceptabel ljudnivå mot en mer ljudfylld när de bytt systemlösning.

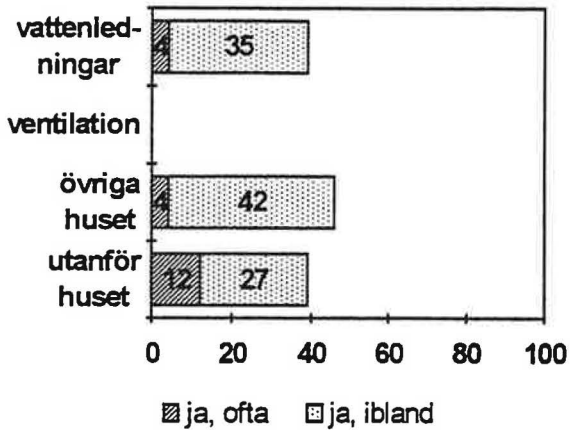
Alltså:

Upplevelsen av ljudförhållandena i lägenheten verkar följa systemlösningen så att de som tidigare hade väderleksanpassad ventilation tycker sig ha fått en mer ljudfylld lägenhet medan förhållandet är det omvända för de som tidigare hade konstant flöde och fått väderleksanpassat flöde:..

14 Besväras Du av störande ljud i Din lägenhet från ... (fråga 18) Procent Ja-svar

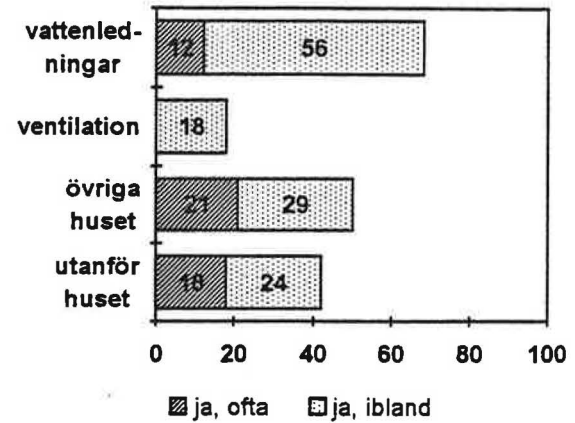
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

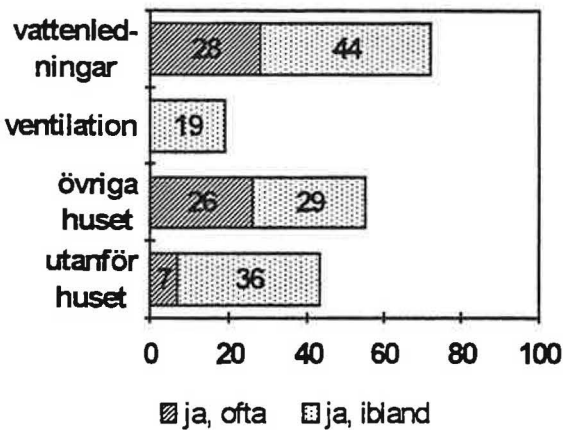


Vinter 1995

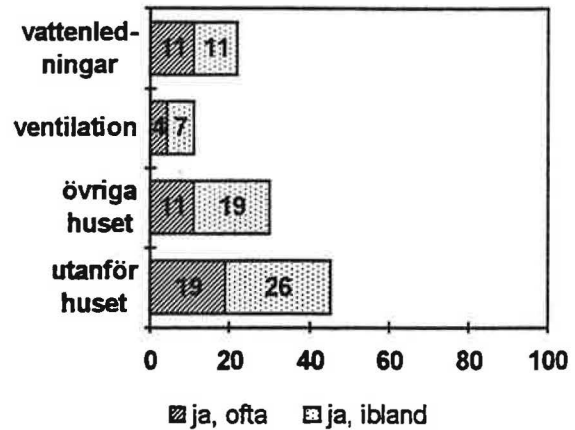
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Oavsett system så har besvär med ljud från vattenledningar minskat. Besvär med störande ljud av olika slag uppgavs annars i den tidigare studien främst av de boende med konstant flöde, framför allt gällde det ljud från vattenledningar och ljud från övriga huset. I den andra studien är det inte längre någon större skillnad mellan de boende med olika system.

Boendejämförelse:

Totalt sett verkar de som bytt från väderleksanpassat flöde till konstant flöde ha fått ökade störningsupplevelse av ljud än för de som bytt tvärt om. Oavsett hur man har bytt så har störande ljud från vattenledningar minskat och ljud utifrån ökat. Den ljudstörning som kan härledas till just ventilationen har ökat för de som bytt från väderleksanpassat flöde till konstant flöde medan den uppfattas som lika bland de som bytt från konstant till väderleksanpassat flöde.

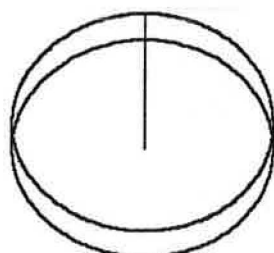
Alltså:

Ljudstörningarna från vattenledningar har minskat oavsett systembyte. Den ljudstörning som kan härledas till ventilationen har ökat något för de som bytt från väderleksanpassat till konstnat flöde medan den uppfattas som lika stor för de som skiftat system åt motsatt håll.

15 Tycker Du att Din lägenhet är för ljus eller för mörk? (fråga 20)

Vinter 1994

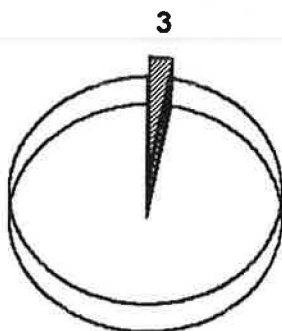
Väderleksanpassad ventilation



100

varken eller

Ventilation med konstant flöde



3

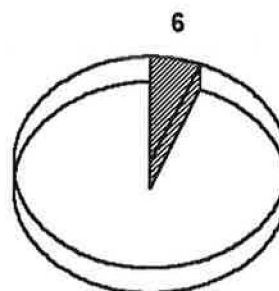
97

mörk

varken eller

Vinter 1995

Väderleksanpassad ventilation



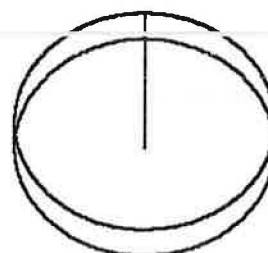
6

94

mörk

varken eller

Ventilation med konstant flöde



100

varken eller

Systemjämförelse:

Lägenheterna uppfattas som ljusa oavsett ventilationsprincip såväl år 1 som år 2.

Boendejämförelse:

Det är endast i någon lägenhet i den byggnad som i den första studien hade konstant flöde som menade att lägenheten var mörk och denna uppfattning kvarstod även när man bytte system.

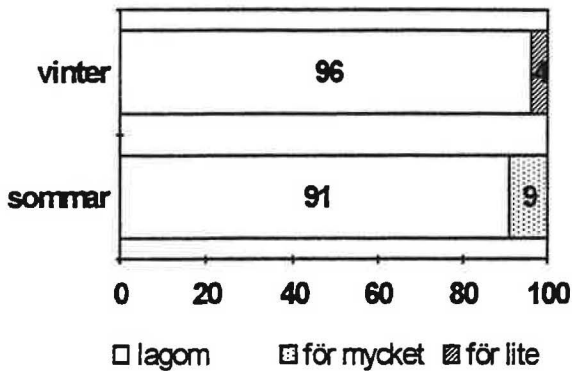
Alltså:

Upplevelse av lägenheten som ljus eller mörk följer inte systemlösningarna..

16 Tycker Du att det är för lite eller för mycket direkt solljus i lägenheten under ... (fråga 21)

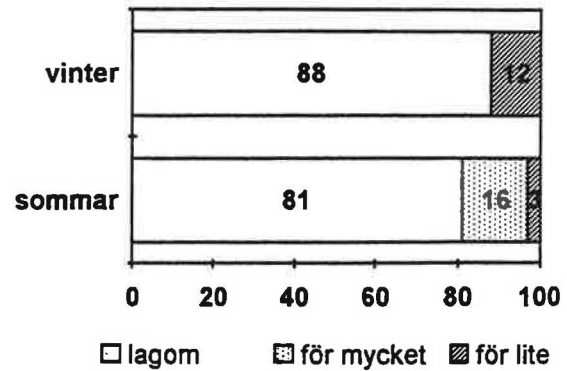
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

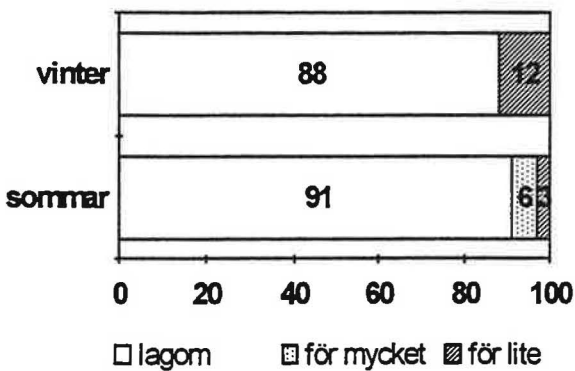


Vinter 1995

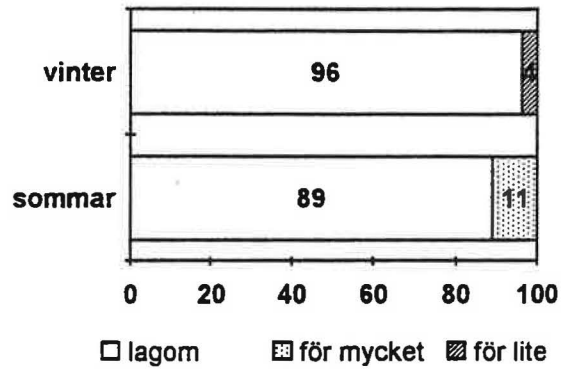
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Även när det gäller uppfattningen av direkt solljus i lägenheterna så uppfattas de som att ha tillräckligt med solljus oavsett ventilationssystem och då även vilken byggnadsdel såväl år 1 som år 2.

Boendejämförelse.

De boendes upplevelse av solljus in i lägenheten följer inte systemet utan ligger kvar i lägenheten.

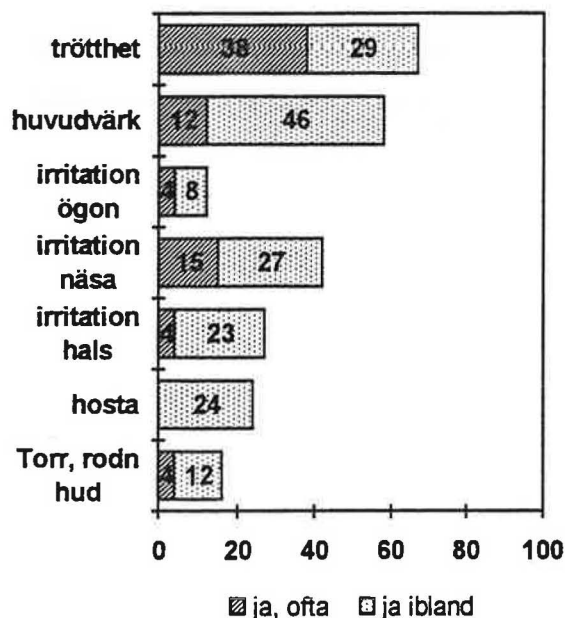
Alltså:

Upplevelsen av solljus in i lägenheten följer lägenheten och ej systemen.

17 Har Du under de tre senaste månaderna haft något/några av nedanstående besvär? ... (fråga 17) Procent Ja-svar

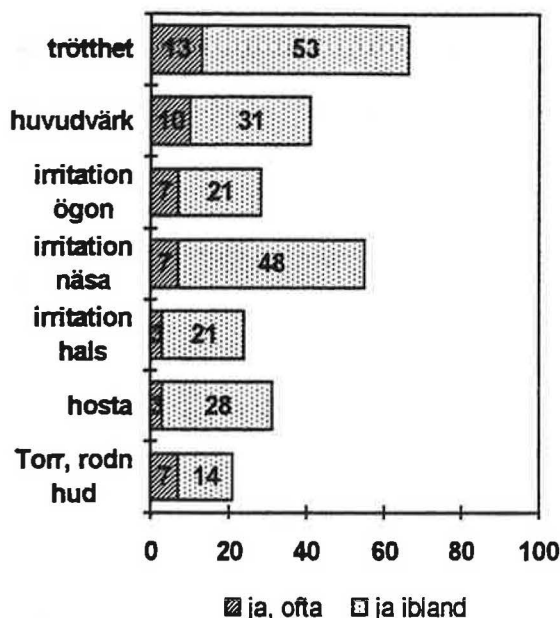
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

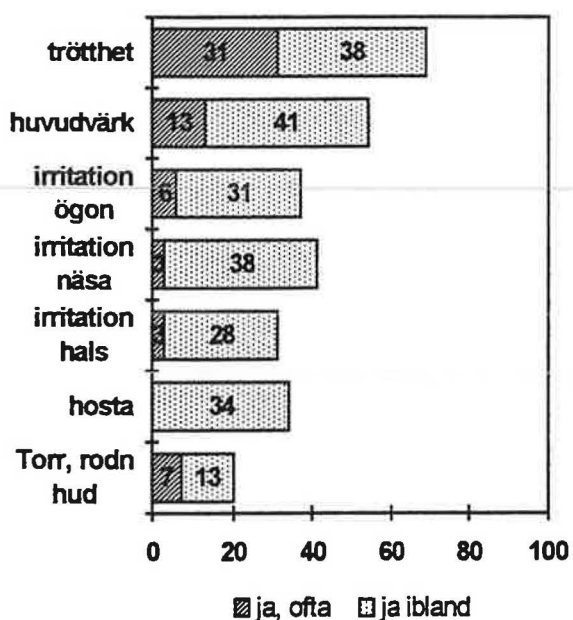


Vinter 1995

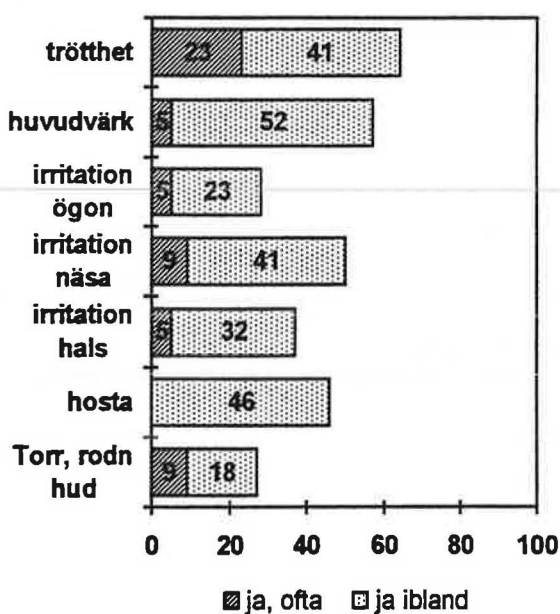
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

Om man koncentrerar sig till de som svarat att de ofta har haft besvär av olika slag de senaste tre månaderna så har oavsett ventilationsprincip besvär med trötthet och huvudvärk minskat. Skillnaderna i hälsobesvär är små mellan de boende oavsett system.

Boendejämförelse:

När det gäller olika slemhinnebesvär så är det främst för besvär med irritation i näsan som pekar på att de som skiftat från konstant till väderleksanpassat flöde fått ett par procentenheter fler med besvär ofta och de som skiftat tvärt om fått ett par procentenheter fler som anger besvär. I övrigt har bytet av system inte orsakat några större förändringar av upplevda besvär med hälsan.

Alltså:

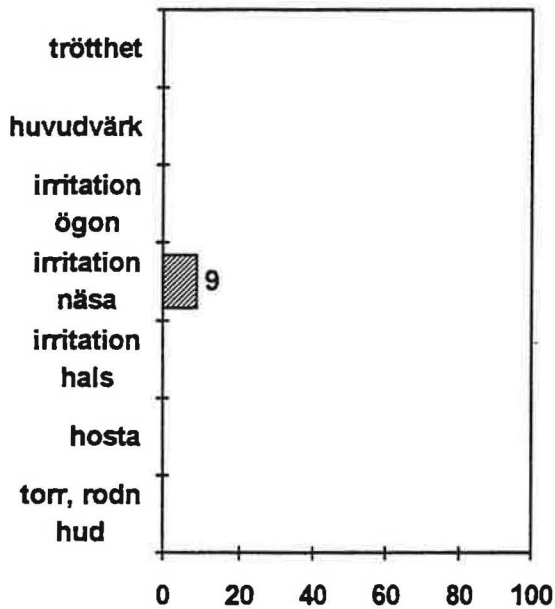
Hälsobesvär verkar inte följa systemen på något entydigt sätt. Allmänsymtomen har minskat oavsett system. Slemhinnebesvärerna är tämligen oförändrade oavsett systembyte..

18 Tror Du besvären beror på Din bostadsmiljö? (fråga 17)

Procent Ja-svar av de som har besvär

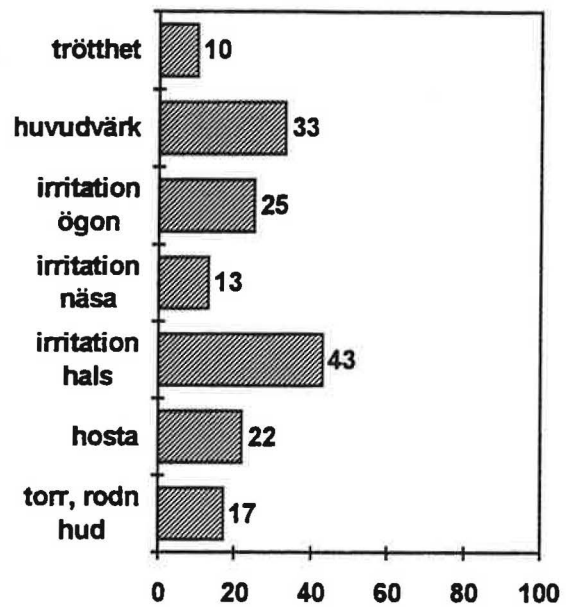
Vinter 1994

Väderleksanpassad ventilation

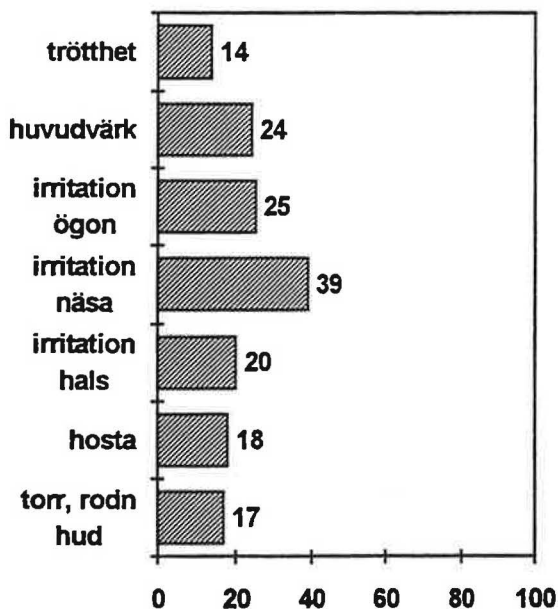


Vinter 1995

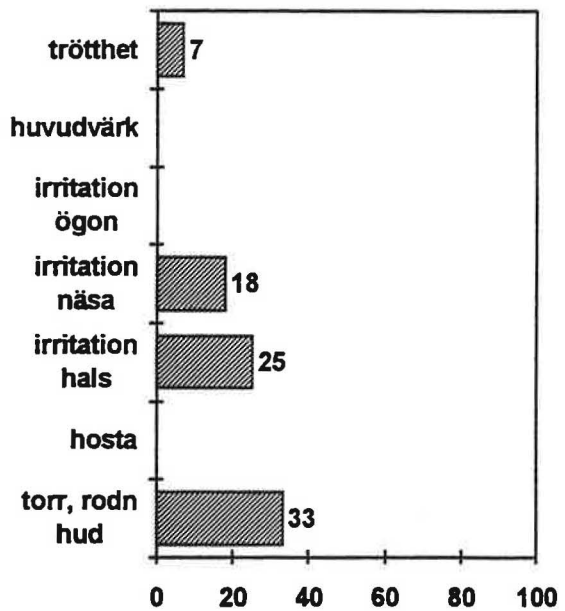
Väderleksanpassad ventilation



Ventilation med konstant flöde



Ventilation med konstant flöde



Systemjämförelse:

I den tidigare studien var det främst boende med konstant flöde som skyllde sina symtom på bostaden och i den andra studien är det framför allt de med väderleksanpassat flöde som gör det. I den andra studien är det dock fler som skyller på bostaden än i den första.

Bendejämförelse

Det är framför allt de som bytt från väderleksanpassat till konstant flöde som börjat skylla på bostaden. Framför allt gäller det besvär som torr hud och irritation i hals, men även bland de som bytt tvärt om är det fler som skyller irritation i hals på bostaden. Däremot är det färre bland de som gått från konstant till väderleksanpassat flöde som nu skyller irritation i näsa på bostaden.

Alltså:

År 2 är det fler som skyller sina hälsobesvär på bostaden än år 1 framför allt är det de boende som gått från väderleksanpassat flöde till konstant flöde.

A5:1996
ISBN 91-540-5741-8
Byggforskningsrådet
Stockholm

Distribution:
BYGGDOK
S:t Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
Tel 08-617 74 50
Fax 08-617 74 60