

# En undersökning av inneklimatet på skolor i Malmö

*Erik Nilsson*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2005  
Rapport TVIT--05/5005



## Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

## Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem som ger bra inneklimat i samverkan med byggnaden.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmade hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spargasmetod.

# En undersökning av inne- miljön på skolor i Malmö

*Erik Nilsson*

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2005  
Rapport TVIT--05/5005

© Erik Nilsson, 2005

ISRN LUTVDG/TVIT--05/5005--SE(83)

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
22100 LUND

## Summary

This report about the indoor climate at schools in Malmö is the result of a master thesis made for the Department of Building Services at Lund Institute of Technology. The initiative to do a research of the indoor climate in schools was taken by the Allergy Network in Malmö. The indoor climate should be examined by a study of allergic symptoms and technical research. This report is the result of the technical research.

The purpose of the research is to get a picture of the indoor climate and the function of the ventilation systems and also examine if there exists any connections between different technical data and technical data and the incoming answers from the inquiries that were given to pupils and schoolstaff with questions about how they experienced the indoor climate.

This research includes 19 classrooms placed in ten different schools. There are about 150 schools in Malmö. These ten schools volunteered for the research. Which classroom that is picked out to be examined was given by chance. The only demand was that there should be a lesson during the time of the research. The schools included in this research have natural, exhaust and also supply and exhaust ventilation systems.

In AFS 2000:42 there are recommendations given by the Swedish Work Environment Authority about the designing of places of work. Here are also guidelines given for the indoor climate. These guidelines are also commonly used in the literature about the indoor climate. In this research are different indoor factors measured and compared with the given guidelines.

The schools technical design was examined and the environment of the classroom was examined by different technical measurements. During 80 minutes were air temperature, the rate of carbon dioxide, relative humidity and air velocity measured every 5 minutes. These factors were also examined in different heights in the room. Volume, different areas, surface temperatures and flows were measured. Smoke was spread out so the movements of the air and the air pressure compared with adjoining room could be analysed.

Pupils and staff were given inquiries about how they experienced the school environment. Technical data and answers from the inquiry have been gathered together in diagrams and tables. The schools ventilation system was examined and a judgement of the cleanliness of the system has been given.

The results fluctuate. The carbon dioxide concentration range from 617 ppm at "Kungshögskolan" to 3523 ppm at Petriskolan. Reading this you should have in mind that the concentration following the recommendations according to AFS 2000:42 is 1000 ppm. The measured flow also range from classrooms where the flow well accomplish the recommended flow to classrooms where there is no existing ventilation at all. The recommended flows range from 191 to 244 l/s.

To examine one or two classroom at a school does not mean that there is enough material to give a statement about the indoor climate as a whole but you can give a statement about the indoor climate in those two by chance examined classrooms and the indoor climate in those two classrooms can give an indication of the indoor climate at the school as a whole.

Eleven out of nineteen classrooms does accomplish the given guidelines and eight classrooms does not. In this research there are five classrooms with natural ventilation . None of those accomplish the given guidelines. All schools built around 1970 accomplish given guidelines but schools built after and before 1970 are not that succesfull in their results. Classrooms with a over pressure against adjoining rooms also accomplish given guidelines.

The inquiry shows that there are connections between experienced unsatisfying indoor climate and measured data that not accomplish given guidelines. This shows that experienced unsatisfying indoor climate can indicate that there actually are problems with the indoor climate.

## Sammanfattning

Denna rapport om inomhusmiljön på skolor i Malmö är resultatet av ett examensarbete utfört vid Avdelningen för Installationsteknik på Lunds tekniska högskola. Initiativet till att utföra en undersökning av inomhusmiljön på skolor togs av allerginätverket i Malmö. Inomhusmiljön skulle undersökas dels genom allergirond av två sjuksköterskeelever på Malmö högskola och dels genom tekniska undersökningar utförda av en teknologstuderande. Det är de tekniska undersökningarna som resulterat i denna rapport.

Syftet med undersökningen är att få en bild av inomhusmiljön och ventilationens funktion samt undersöka om det finns kopplingar mellan olika mätdata samt mellan mätdata och de inkomna svaren i de enkäter som delas ut där de tillfrågade får svara på frågor som rör inomhusmiljön. I en undersökning om inomhusmiljön ingår flera parametrar. Den här undersökningen är avgränsad till att gälla det termiska klimatet och luftkvaliteten. Det är värt att påpeka att det kan finnas andra brister i de undersökta skolorna som påverkar hälsan hos de som vistas där som inte undersökts. T ex har inte förekomst av fukt, mögel eller kvalster undersökts.

Undersökningen omfattar 19 klassrum belägna på tio skolor. I Malmö finns det ungefär 150 skolor. Att det blev just dessa tio skolor som undersöktes beror på att de anmälde sitt intresse till Malmö Miljöförvaltning om att få en undersökning utförd.

I AFS 2000 : 42 är rekommendationer givna av Arbetsmiljöverket för arbetsplatsens utformning. Här anges också riktvärden för ventilation, termiskt klimat och lufthygien. Dessa riktvärden är också flitigt använda i litteratur om ventilation och inomhusmiljö. Man kan säga att de är vedertagna i ”inomhusmiljöbranschen”. I denna undersökning användes riktvärdena som riktvärdeskrav för att jämföras med de uppmätta värdena.

Väl ute på skolorna är klassrummen slumpvis utvalda med det kravet att det skulle pågå lektion i klassrummet under undersökningens genomförande. Ett till två klassrum på varje skola undersöktes. I de utvalda klassrummen förekommer ventilation genom självdrag, frånluft samt till och frånluftssystem. Skolans ventilationssystem har undersökts och ett omdöme om renhet och filterklass mm har givits.

Skolans byggnadstekniska utformning har undersökts. Sedan har klassrummets miljö undersökts genom tekniska mätningar. Under 80 min har lufttemperatur, koldioxidhalt, relativ fuktighet och lufthastighet uppmätts var femte minut. Dessa parametrar har också undersökts på olika höjdnivåer i klassrummet. Rök har spridits i klassrummet för att luftföroreningarna ska kunna följas och för att undersöka tryckförhållandena jämfört med omgivande rum. Volym, olika byggnadsdelars areor och ytemperaturer samt luftflöden har uppmätts. Mätvärdena har sammanställts i tabeller.

Eleverna i klassrummet och skolpersonal på skolan har fått delta i en enkätundersökning av typ ”örebroenkäten” där de fått svara på frågor om hur de upplever inomhusmiljön. Enkätsvaren har sammanställts i rosdiagram och tabeller.

Resultaten är varierande. Koldioxidhalten varierar från 617 ppm på Kungshögsskolan till 1541 ppm på Geijerskolan, 1983 ppm på Pauliskolan och 3523 ppm på Petriskolan. Tilläggas bör att gränsvärdet i AFS 2000:42 är 1000 ppm. Även tilluftsflödet varierar från klassrum där flödet är större än riktvärdesflödet till klassrum där ventilation saknas. Riktvärdesflödet, det vill säga det flöde som bör uppfyllas varierar mellan 191 och 244 l/s.

Om det förekommer brister i innemiljön i slumpvis utvalda klassrum på en skola behöver det inte betyda att det råder en bristande innemiljö på hela den skolan, men det är en indikation på eventuella missförhållanden och det föranleder vidare undersökningar av innemiljön.

Av nitton klassrum är det elva som uppfyller riktvärdeskraven medan åtta klassrum ej gör det. I undersökningen finns det fem klassrum med självdragsystem. Inga av dessa uppfyller riktvärdeskraven. Skolor byggda under miljonprogrammets dagar uppfyller till övervägande del riktvärdeskraven medan skolor byggda före och därefter uppfyller dem i mindre utsträckning. Även i de klassrum där ett övertryck gentemot omgivande rum uppmätts, uppfyller till övervägande del riktvärdeskraven.

I enkätundersökningen visar det sig att samband kan förekomma mellan upplevd otillfredsställande innemiljö och i klassrummet uppmätta värden som inte uppfyller riktvärdeskrav. Upplevd otillfredsställande innemiljö i en enkätundersökning kan alltså vara en indikator på att innemiljön inte uppfyller riktvärdeskrav.



## Förord

Detta examensarbete har varit möjligt att genomföra tack vare flera personer. Jag tackar alla trevliga skolelever och all vänlig och hjälpsam skolpersonal. Jag vill tacka min ständigt positiva handledare Birgitta Nordquist och min examinerare, Lars Jensen för all hjälp. Vidare tackar jag Sven Andersson för engagemang och hjälp och för att han är den som kom på idén till arbetet. Jag tackar Jonas Lindhe vars mätutrustning jag fått slita på. Jag tackar också Åsa Thorne på Malmö kommuns Miljöförvaltning för deltagande och engagemang. Jag tackar min mamma, Ulla Nilsson för att hon ställt sin bil till undersökningens förfogande och min bror Stefan för hjälp och kloka synpunkter.

Tack !

Erik Nilsson

2005 – 02 – 13

# Innehållsförteckning

|  |    |
|--|----|
| 1 Inledning  | 1  |
| 2 Syfte  | 1  |
| 3 Inomhusluft  | 1  |
| 4 Ventilation  | 2  |
| 4.1 Ventilation med hänsyn till syrebehov                | 2  |
| 4.2 Ventilation med hänsyn till koldioxidhalt            | 2  |
| 4.3 Ventilation med hänsyn till lukt                     | 2  |
| 4.4 Ventilation med hänsyn till fukt                     | 3  |
| 4.5 Ventilation med hänsyn till värme                    | 3  |
| 4.6 Ventilation med hänsyn till andra föroreningskällor  | 3  |
| 5 Olika typer av ventilationssystem                      | 4  |
| 5.1 Självdragsystem                                      | 4  |
| 5.2 Fläktförstärkt självdragsystem                       | 4  |
| 5.3 Frånluftsventilation                                 | 4  |
| 5.4 Till och frånluftssystem                             | 4  |
| 6 Möjliga brister i ventilationssystem ur hälsosynpunkt  | 5  |
| 7 Allergi  | 6  |
| 7.1 Allergi i medicinsk mening                           | 6  |
| 7.2 Ökningen av allergi                                  | 6  |
| 7.3 Allergiska sjukdomar                                 | 7  |
| 8 Riktvärden   | 8  |
| 9 Metod  | 9  |
| 9.1 Undersökning byggnadskonstruktion                    | 9  |
| 9.2 Mätningar på inomhusluft och beräkningar             | 9  |
| 9.3 Enkätundersökning                                    | 12 |
| 10 Resultat  | 13 |
| 10.1 Termiskt klimat                                     | 13 |
| 10.2 Lufthygien  | 14 |
| 10.3 Framräknade luftflöden                              | 15 |
| 10.4 Byggnadstekniska data                               | 15 |
| 10.5 Tryckförhållanden gentemot omgivande rum            | 16 |
| 10.6 Resultat från enkätundersökning                     | 17 |
| 10.6.1 Sammanställning av rosdiagram – miljöfaktorer     | 17 |
| 10.6.2 Sammanställning av rosdiagram – besvär och symtom | 18 |
| 11 Diskussion och slutsatser                             | 19 |
| 11.1 Felkällor   | 19 |
| 11.2 Sammanställning                                     | 20 |
| 11.3 Diskussion, slutsatser och råd                      | 21 |
| 11.3.1 Angående ventilationssystem                       | 21 |
| 11.3.2 Angående skolornas ålder                          | 22 |
| 11.3.3 Samband i resultaten                              | 22 |
| 11.3.4 Angående tryckförhållanden i klassrum             | 22 |
| 11.3.5 Enkätundersökning                                 | 22 |
| 11.3.6 Angående undersökningsmetod                       | 23 |
| 11.3.7 Råd till förvaltare och skolpersonal              | 23 |
| 12 Källförteckning                                       | 24 |
| 13 Instrumentförteckning                                 | 25 |
| 14 Bilaga 1, Kungshögsskolan - sal 2                     | 26 |

|  |    |
|--|----|
| 15 Bilaga 2, Kungshögsskolan – sal 7                             | 28 |
| 16 Bilaga 3, Videdalsskolan - sal 10                             | 30 |
| 17 Bilaga 4, Videdalsskolan – sal 19                             | 32 |
| 18 Bilaga 5, Risebergaskolan – sal 5                             | 34 |
| 19 Bilaga 6, Risebergaskolan – sal 2                             | 36 |
| 20 Bilaga 7, Geijerskolan – sal 9                                | 38 |
| 21 Bilaga 8, Geijerskolan – sal 11                               | 40 |
| 22 Bilaga 9, Hindby småskola – gröna rum                         | 42 |
| 23 Bilaga 10, Hindby småskola – blåa rum                         | 44 |
| 24 Bilaga 11, Holmaskolan sal 7                                  | 46 |
| 25 Bilaga 12, Holmaskolan sal 8                                  | 48 |
| 26 Bilaga 13, Pauliskolan – sal 105                              | 50 |
| 27 Bilaga 14, Pauliskolan – sal 228                              | 52 |
| 28 Bilaga 15, Petriskolan – sal 105                              | 54 |
| 29 Bilaga 16, Petriskolan, - onummerad sal                       | 56 |
| 30 Bilaga 17, Kryddgårdsskolan – sal 11                          | 58 |
| 31 Bilaga 18, Kryddgårdsskolan – Thomsons fritidshem             | 60 |
| 32 Bilaga 19, Magistratsskolan – Tredje våning                   | 62 |
| 33 Bilaga 20, Sven Anderssons betygsskala för ventilationssystem | 64 |
| 34 Bilaga 21, Rosdiagram sammanställda av enkätsvar              | 65 |



# 1 Inledning

Allerginätverket tog initiativet till att skolorna i Malmö frivilligt skulle få anmäla sitt intresse av att få en allergiundersökning utförd med hjälp av två studenter på sjuksköterskeprogrammet på Malmö högskola. Tio skolor anmälde sig. Dessutom skulle skolorna få en teknisk undersökning av inneklimatet utförd. Denna undersökning skulle resultera i ett examensarbete vilket presenteras i denna skrift.

Rapporten är uppdelad i en litteraturstudiedel och en mätdel. Litteraturstudiedelen inleds med ett faktaavsnitt med fokus på inomhusmiljön och särskilt ventilationens betydelse för denna. Rapporten omfattar också avsnitt om olika slags ventilationssystem och en kort genomgång om allergi. I mätdelen redovisas metoden för undersökningen och resultatet av denna. Rapporten avslutas med diskussion och slutsatser.

## 2 Syfte

Syftet med denna undersökning är att få en bild av inneklimatet på tio skolor i Malmö. Ett annat syfte är att se om det finns kopplingar mellan dels olika tekniska data och dels tekniska data och de svar man får i de enkäter som delas ut. Att undersökningen ska resultera i ett examensarbete är också ett syfte.

I en undersökning om inomhusmiljön ingår flera parametrar. Den här undersökningen är avgränsad till att gälla det termiska klimatet och luftkvaliteten. Antalet klassrum är begränsat till 19 och dessa är belägna på 10 olika skolor.

## 3 Inomhusluft

Fakta i detta avsnitt är hämtat ur ”Luften vi andas inomhus” av Jan Sundell och Max Kjellman. Luft inne är luft ute med alla dess föroreningar från trafik, mark, djur och växter. I rummet förorenar människor och djur samt aktiviteter som tobaksrökning, vedeldning och matlagning. Byggnadsmaterial förorenar. Ett exempel på detta är en nymålad vägg. Hushållsmaskiner och kontorsmaterial förorenar också luften. Det händer att ventilationssystemet inte fungerar på ett tillfredsställande sätt. Då kan föroreningar från ventilationssystemets tilluftsdel, om det nu finns ett sådant, sprida sig i rummet. Det kan vara partiklar eller fibrer från reningsfilter samt invändig isolering eller lagrad smuts. Finns det fukt i systemet kan bakterier och svampar föröka sig till den grad att de förorenar luften.

Halterna av föroreningar inne och ute är olika. Partikelhalten är ungefär densamma ute och inne men vid t ex dammsugning med konventionell dammsugare ( d v s ingen centraldammsugare ) och vid rökning blir halterna inne högre. Biologiska partiklar t ex bakterier, kvalster, mögel och virus är högre inomhus om där finns interna källor. För virus och bakterier är dessa källor infekterade personer.

Risken att exponeras av oorganiska gaser är högre ute än inne såvida det inte inomhus finns föroreningskällor som t ex tobaksrökning, kopiatorer och öppen förbränning.

Halterna av flyktiga organiska ämnen är normalt mellan 0.5 – 10 gånger högre inne än ute.

Partiklar och fibrer av organiskt och oorganiskt ursprung bildar damm som antingen virvlar runt i luften eller lagras på ytor. De kan komma från matrester, textilier, växtdelar, pollenkorn, mögelsporer mm. Partiklar har olika kemiska och fysikaliska egenskaper beroende på storlek,

form, laddning, vattenlöslighet, pH i vattenlösning och reaktivitet. På grund av deras olika ursprung och därigenom olika sammansättning har de olika biologiskt – farmakologiska egenskaper som toxicitet, aggressivitet och för bakterier och smittämnen olika förmåga att föröka sig.

Ur allergisynpunkt är de partiklar som är så små att de kan inhaleras och komma ned i lungorna av störst intresse. En av dessa är allergen som kan orsaka allergi. Hur det kan påverka kroppen beskrivs i avsnittet om allergi. ( Jan Sundell – Max Kjellman,1995 )

## **4 Ventilation**

Fakta i detta avsnitt är hämtat ur ” Installationsteknik AK för V ” av Catarina Warfvinge.

Så fort det finns någon slags aktivitet i ett rum bildas föroreningar. Ett rum utan ventiler är en sluten miljö och i ett sådant rum hade halten av föroreningar bara stigit och stigit tills det hade varit outhärdligt att vistas där inne. Med hjälp av ventilation för man bort föroreningar och tillför uteluft. Ventilationen används också för att föra bort värmeöverskott.

En viss nivå av föroreningar i inomhusluften klarar människan av att vistas i. Därför ventilerar man ett rum utifrån minimikrav på de olika behov som behöver tillfredsställas för att inomhusmiljön ska bli dräglig. De olika behoven är syrebehov, låg koldioxidhalt, luktfri luft, fuktbehov, kylbehov samt behov av att ventilerar bort andra föroreningar.

### **4.1 Ventilering med hänsyn till syrebehov**

En vuxen människas syreförbrukning är 0,14 l/s vid vila. Ökar han eller hon sin fysiska aktivitet ökar syreomsättningen i kroppen och andningsbehovet ökar. 20 % av inandningsluften och 16 % av utandningsluften innehåller syre. För att täcka syrebehovet i ett slutet rum räcker det att tillföra 0,03 l / s.

### **4.2 Ventilering med hänsyn till koldioxidhalt**

Utomhusluft innehåller 300 – 400 ppm koldioxid. Utandningsluft innehåller ca 40 000 ppm koldioxid vilket motsvarar 4 %. En människas prestationsförmåga försämras redan vid några få procents koldioxid i inandningsluften. För hög koldioxidhalt gör att kroppen hindras att ta upp syre. Arbetsmiljöverket rekommenderar att koldioxidhalten understiger 1000 ppm i lokaler där många människor vistas. Det arbetshygieniska gränsvärdet för koldioxid är 5000 ppm med hänsyn till ämnets skadliga effekter. Vid 20 000 ppm kan en person få huvudvärk och ökad andningsfrekvens.

Koldioxidhalten uppmätts framför allt därför att höga koldioxidsvärden är en indikator på att ventilationen inte kan föra bort föroreningar i rummet på ett tillfredsställande vis.

### **4.3 Ventilering med hänsyn till lukt**

Lukt uppfattas olika av olika personer. Det är svårt att sätta ett gränsvärde utifrån näsans bedömning. Därför anser man att en koldioxidhalt på 1000 ppm eller över är en indikation på att det finns en obehaglig lukt i rummet även om koldioxiden i sig är luktlös.

#### **4.4 Ventilering med hänsyn till fukt**

Om fukthalten inomhus är för låg kan det ge problem i form av uttorkade slemhinnor och hud. Personer med kontaktlinser kan få problem då ögonens slemhinnor blir uttorkade. Ofta är klagomål på torr luft en indikator på ett annat problem. Det kan vara mycket damm, hög halt kemiska ämnen eller att inomhustemperaturen är för hög. ( Warfvinge, 2001 )

En hög relativ fuktighet inomhus är ett problem därför att tillväxten av bakterier, mögel och andra organismer ökar. Detta kan ske i kanalsystemen. Ett problem kan vara en befuktare som gör att RF ligger på så hög nivå hela året så att organismerna kan tillväxa utan avbrott. Utan befuktare dör organismerna under de torra vintermånaderna. Befuktaren gör att man får en betydande ökning av organismer.

Ett annat problem som kan uppstå är att vattnet får stå stilla så länge i befuktningssystemet att legionellabakterier förökar sig och sedan sprids vidare ut i huset.

#### **4.5 Ventilering med hänsyn till värme**

I rum med stor uppvärmning p g a att solen ligger på, i rum med stort antal personer och hög aktivitet t ex nattklubbar eller gymnastiksalor eller om det är så varmt ute att rumstemperaturen blir för hög finns det ett kylbehov .Detta kan uppfyllas genom att undertempererad tilluft tillförs.

#### **4.6 Ventilering med hänsyn till andra föroreningskällor**

Radongas sönderfaller till radondöttrar som är skadliga då de ger en ökad risk för en person att få lungcancer. Det går att ventilera bort radon och därigenom minska cancerrisken.

Andra föroreningar som måste ventileras bort är tobaksrök, dammkvalster och emissioner från bygg och inredningsmaterial. Enligt traditionen anses en luftomväxling på 0,5/h vara tillräckligt med tanke på emissioner.

## **5 Olika typer av ventilationssystem**

Fakta i detta avsnitt är hämtat ur ” Installationsteknik AK för V ” av Catarina Warfvinge.

### **5.1 Självdragsystem**

Ofta sker denna typ av ventilation på det viset att uteluft strömmar in genom ventiler och värms upp i rummet och strömmar sedan ut genom frånluftsdon ut i en skorsten. Det som driver systemet är temperaturskillnaden mellan uteluft och inneluft samt vinden. Detta gör att systemet fungerar sämre på sommaren då temperaturskillnaden är mindre.

### **5.2 Fläktförstärkt självdrag**

Fläktförstärkt självdrag fungerar som ett självdragsystem med den skillnaden att en fläkt är placerad någonstans i systemet som sätter igång och driver på draget när temperaturen når en så hög nivå att temperaturskillnaden är så liten att den inte räcker som drivkraft.

### **5.3 Frånluftsventilation**

Ett frånluftssystem fungerar så att en fläkt suger ut rumsluften genom kanaler via frånluftsventiler. Uteluft tas in genom uteluftsventiler.

### **5.4 Till och frånluftssystem**

I lokaler där man har ett högt krav på ventilationen används oftast ett till och frånluftssystem. Luften som tas in utifrån passerar filter och fläkt och sedan värms den dels av ett värmebatteri och dels av värmeväxling med frånluften. Luften leds i kanaler till rummet där den förs in via ett tilluftsdon. Frånluften sugas ut genom ett frånluftsdon och leds via kanaler till värmeväxlaren och sedan via fläkten ut utomhus. Saknar systemet värmeväxling leds det direkt ut utomhus. Det är alltså en fläkt som för in luften och en fläkt som suger ut den. Detta är den vanligaste typen av ventilationssystem i skolor där man har höga krav på effektiv ventilation, då det är många som vistas i lokalerna.



## 6 Möjliga brister i ventilationssystem ur hälsosynpunkt

Fakta i detta avsnitt är hämtat ur ” Installationsteknik FK för V ” av Lars Jensen.

I vanliga fall förbättrar ett ventilationssystem inomhusmiljön. Det kan dock förekomma att ett ventilationssystem försämrar inomhusmiljön och orsakar brister. Nedan följer exempel på sådana brister.

En brist gällande ett ventilationssystem kan vara att själva luftföringen inte fungerar. Ett FT – system kan kortslutas, d v s att luften som förs in och ut i rummet inte når vistelse zonen och därigenom förs inte föroreningarna bort.

En annan brist kan vara att systemet är förorenat. Det kan vara filter, kanaler, värmeväxlare eller fläkt som är förorenat. Ett filter kan vara otillräckligt dimensionerat med tanke på renhetskravet på den luft det ska rena. Det kan också vara smutsigt. Ett filter som är smutsigt renar sämre även om en viss del smuts kan ge bättre rening. Ett filter kan släppa partiklar vid variationer i flödet som t ex start och stopp. Vissa föroreningar kan samlas i ett filter och sedan förgasas. Ett exempel på detta är tobaksrök som fastnar i ett filter. Biologiskt material kan fastna i ett filter och sedan brytas ned till mindre delar och släppa från filtret och föras in i rummet och förorenas. Ett annat fall är när små partiklar sitter fast på en större partikel som fastnar i ett filter. De små partiklarna släpper sedan från den större och släpper från filtret. Ett filter renar även sämre när det är fuktigt.

Det är alltså viktigt att filtret är rent och därför är det viktigt att byta det innan det blir för smutsigt. Det finns olika principer för detta. De är :

Ett eller flera byten per år – Det innebär att man några gånger eller någon gång t ex efter pollensäsong byter filter.

Högsta filtertryckfall – Det innebär att man byter filtret när tryckfallet över det är så stort att det sänker luftflödet på ett oacceptabelt sätt.

Största stofthållning – Det innebär att man byter filter när det nått en viss vikt d v s samlat på sig en viss mängd partiklar

Ekonomiskt driftsintervall – Det innebär att man byter filter när den sammanvägda kostnaden av ett nytt filter och den ökande energikostnad som uppstår p g a ett ökande tryckfall orsakat av smuts är som lägst.

Ett annat problem kan vara uteluftsintagets placering. Sitter det på ett ställe där luften är dålig förs den dåliga luften in i rummet. Det kan t ex vara så att det sitter vid en parkering eller en lastramp för lastbilar.

En tredje brist kan vara att systemet är underdimensionerat vilket leder till för lågt luftombyte vilket i sin tur leder till en bristande inomhusmiljö.

## 7 Allergi

Detta är en studie om inomhusmiljön med fokus på skolor i Malmö. Vi vistas en mycket stor del av vår tid inomhus. Inomhusmiljön har därför stor betydelse för vårt välbefinnande. Inomhusmiljön kan påverka allergier och olika former av överkänslighet. Den kan orsaka allergiska reaktioner.

I de enkäter som skolelever och skolpersonal får svara på förekommer frågor som omfattar allergi. På grund av detta och på grund av att det är allerginätverket som står bakom iden att genomföra denna undersökning så följer nedan ett kort avsnitt om allergi och allergiska reaktioner.

### 7.1 Allergi i medicinsk mening

Fakta i detta avsnitt är hämtat ur ” Bra böckers stora läkarlexikon ” utgivet av Bra Böcker.

I medicinsk mening betyder allergi en överkänslighet på grund av medicinska orsaker. För att skydda kroppen mot främmande ämnen har kroppen ett immunförsvar. Detta kan skilja på främmande och kroppsegna ämnen. I kroppen finns det äggviteämnen som kallas immunglobiner. Ett av dessa har beteckningen immunglobin E ( IgE ) vilken även kallas antikropp och det finns i mycket små mängder i blodet. Det är dessa som i samband med allergen och histaminrika mastceller orsakar den allergiska reaktionen.

Vid en snabb allergisk reaktion tränger allergen in i kroppen genom en slemhinna och ut i blodet. Allergen är ett ämne som ger en allergisk reaktion - exempelvis pollen. Det kommer i kontakt med plasmaceller som bildar IgE. IgE i plasmacellerna vandrar till mastceller och sätter sig på deras yta. Personen är nu sensibiliserad. Denne visar inga symptom men är känslig för att på nytt utsättas för allergen. När mastcellen på nytt får kontakt med samma allergen sätter detta sig på mastcellens yta. Då startas en explosiv tömning av mastcellens innehåll. Mastcellen innehåller reaktionsutlösande ämnen som kallas mediatorer. De viktigaste av dessa är histamin, leukotriener och prostaglandin. Dessa sprids i vävnad och blodbana och orsakar sammandragning av luftrörens glatta muskulatur, vidgning av blodkärlen och svullnad i slemhinnan. Detta ger symptom som andnöd, slembildning och hosta.

Vissa personer bildar mer IgE – antikroppar än andra. De har således lättare att utveckla allergi.

### 7.2 Ökningen av allergi

Förekomsten av allergi och överkänslighetsproblem ökar och detta framförallt i industriländerna. Det har skett en stor ökning de senaste 50 åren och våra arvsanlag har ej hunnit ändras på denna tid. Ökningen måste därför bero på yttre faktorer som att förekomsten av allergen i vår omgivningsmiljö har ökat eller att dessa har blivit starkare. Beträffande inomhusmiljön vet man att sjuka hus i kombination med dålig ventilation ger spridning av kvalster och mögel vilket ger upphov till allergi. Utsläpp av kemikalier från vissa byggnadsmaterial ger ökad sensibilisering. Att inomhusmiljön blivit sämre är alltså en tänkbar orsak till ökningen av allergi. En annan anledning kan vara utsläpp från industri och trafik. Studier visar att det är vanligare att barn i en förorenad kommun får allergi. Andra orsaker till ökningen kan vara minskad amningstid, ökad infektionsfrekvens och ändrad livstil. Eftersom det är framförallt barn som drabbats av ökad allergi så är också skolorna drabbade.

### 7.3 Allergiska sjukdomar

Det finns olika allergiska sjukdomar. De beror på en allergisk reaktion.

Astma är en typ av allergisk sjukdom som kännetecknas av andnöd och ökad slemsekretion och ibland även av hosta. Det orsakas ofta av hund eller kattallergen.

Eksem är en annan allergisk sjukdom. Det orsakas ofta av födointaget.

Allergisk snuva har symtom som rinnande näsa, klåda i näsan och gommen samt svullnad och klåda i ögonen. Är pollen det utlösande allergenet kallas det för pollenallergi. Har man det året om är det ofta mögel eller kvalster som är allergen.

Nässelfeber är en hudsjukdom som orsakar stora röda utslag på kroppen, stark klåda och lindrig feber. Den kan orsakas av en allergisk reaktion. Det brukar då oftast bero på födointaget.

Anafylaktisk reaktion är en snabbt förlöpande och ibland livshotande allergisk reaktion.

( Bra böcker - medicinskt lexikon, 1992 )

## 8 Riktvärden

Denna undersökning går till stor del ut på att olika värden mäts och sedan jämförs med riktvärden. Vilka riktvärden man använder sig av har således betydelse för utfallet av undersökningen. De riktvärden som relateras till i denna undersökning är de som anges i Arbetsmiljöverkets författningssamling om arbetsplatsens utformning - AFS 2000 : 42 , vilken behandlar inneklimatet i arbetslokaler innefattande skolor. AFS 2000 : 42 stödjer sig på arbetsmiljöförordningen ( 1977 : 66 ) där arbetsmiljöverket ges rätten att meddela föreskrifter om gränsvärden. De nedan följande gränsvärdena förekommer också i annan litteratur som kurslitteratur och vetenskapliga rapporter. Exempel på detta är litteratur som Ventilationsteknik Ak - Warfvinge, 2001. Man skulle utifrån detta kunna säga att gränsvärdena är vedertagna av de som ägnar sig åt studier av inomhusmiljön och att de är lämpliga att använda i denna undersökning.

AFS 2000 : 42 innehåller föreskrifter om arbetsplatsens utformning samt kommentarer till dessa föreskrifter.

18 § : ” I lokaler där luftföroreningar huvudsakligen uppkommer genom personbelastning kan koldioxidhalten användas som en indikator på om luftkvaliteten är tillfredsställande. I sådana fall skall en koldioxidhalt under 1000 ppm eftersträvas.”

27 § Överluft får endast föras till lokaler med lägre krav på luftkvaliteten än i den lokal varifrån luften tas.

Kommentar till 23 § ” Tilluften kan behöva värmas under den kalla årstiden för att inte ge upphov till dragproblem. Problemet med drag bör framför allt beaktas i arbetslokalens vistelsezoner. Erfarenhetsmässigt har det visat sig att lufthastigheter under 0,15 – 0,2 m/s, beroende på årstid, av de flesta har uppfattats som dragfria. ”

Kommentar till 31 § : ” Om lufttemperaturen vid lätt och stillasittande arbete varaktigt avviker från 20 – 24 °C vintertid och 20 – 26 °C under sommartid bör det termiska klimatet undersökas närmare.”

Kommentar till 20 § : ” För lokaler där personer vistas mer än tillfälligt kan behövas ett uteluftsflöde som inte understiger 7 l/s och person vid stillasittande arbete. Högre luftflöden kan behövas vid högre aktiviteter. Med hänsyn till föroreningar från andra källor än personer bör ett tillägg göras på lägst 0.35 l/s.”

## 9 Metod

Syftet med undersökningen är att få en bild av inomhusklimatet på skolor i Malmö. Den metod som använts är tekniska mätningar i skolor och enkätundersökningar.

Det är tio skolor i Malmö som har blivit undersökta. Urvalet av dessa skolor har skett genom att de skolor som anmält sig har fått vara med i studien. Rektorer på ca 150 skolor har blivit tillfrågade. I varje skola har två klassrum valts ut för att undersökas. Vilka klassrum som blivit utvalda har berott på vilka som varit tillgängliga vid den tidpunkt när jag kommit ut till skolorna. Den tidpunkt som jag kommit ut till skolan har inte varit förutbestämd. Kravet från min sida har varit att jag velat ha ett klassrum typiskt för skolan samt att där pågår lektion.

Sedan har inneklimatet undersökts genom mätningar av ett antal relevanta parametrar. Det är framförallt ventilationen som undersökts. Det är värt att påpeka att det kan finnas andra brister i de undersökta skolorna som påverkar hälsan hos de som vistas där som inte undersökts. T ex har inte förekomst av fukt, mögel eller kvalster undersökts.

En del parametrar som undersökts har inte blivit undersökta ur hälsosynpunkt utan för att få en grundläggande bild av byggnaden. Det är t ex sådana saker som typ av tak och grundläggning.

### 9.1 Undersökningar av byggnadskonstruktion

Byggnaden undersöks enligt följande: Enkel skiss av byggnad, byggnadsår, undersökning av grundläggning – platta på mark, källare eller torpargrund. Undersökning av stomme – tung eller lätt. Undersökning av tak – platt eller lutande. Undersökning av material i golv, väggar och tak. Undersökning av ventilationssystem – självdrag, frånluftssystem eller till och frånluftssystem. Undersökning om ventilationen är omblandande resp. deplacerande. Undersökning av uppvärmningssystem – vattenburet, luftburet eller direktverkande el samt undersökning av omgivning – ytterområde, innerområde eller villaområde, trafikbelastning ?

### 9.2 Mätningar på inomhusluft och beräkningar

**Lufttemperatur** – mätes i uteluft, tilluft i klassrum, i rumsluft i klassrum var 5:e min under 80 min på 1,1 m nivå över golv samt i slutet av lektion på nivåerna 0,1 , 0,6 , 1,1 , 1,8 m över golv. Mätningarna utförs med lufttermometer + tillbehör av modell SwemaAir 300 + SWA 31. Mätvärdena skrivs ned i tabeller där man kan se hur de ändras över tiden vilket i sin tur blir ett mått på ventilationens effektivitet. Små förändringar är ett tecken på en väl fungerande ventilation medan stora förändringar är ett tecken på motsatsen.

**Yttemperatur** – mätes i slutet av lektion på väggar, tak golv och fönster. Mätningarna utförs med yttertermometer av modell TPT 62. Sedan beräknas en medelstrålningstemperatur enligt 9:1.

$$t_s = ( A_1 t_1 + A_2 t_2 + A_3 t_3 + \dots + A_n t_n ) / A_{\text{tot}} \text{ (}^\circ\text{C)} \quad 9:1$$

där  $t_s$  = medelstrålningstemperatur ( $^\circ\text{C}$ )  
 $A_n$  = byggnadsdels area ( $\text{m}^2$ )  
 $t_n$  = byggnadsdels yttemperatur ( $^\circ\text{C}$ )

**Operativ temperatur** – beräknas enligt 9:2.

$$t_{op} = (t_s + t_a) / 2 \quad (^\circ\text{C}) \quad 9:2$$

där  $t_{op}$  = operativ temperatur ( $^\circ\text{C}$ )  
 $t_s$  = medelstrålningstemperatur ( $^\circ\text{C}$ )  
 $t_a$  = lufttemperatur ( $^\circ\text{C}$ )

**Koldioxidhalt** – mätes i uteluft, tilluft i klassrum, i rumsluft i klassrum var 5:e min under 80 min på 1,1 m nivå över golv samt i slutet av lektion på nivåerna 0,1 , 0,6 , 1,1 , 1,8 m över golv och i frånluft i slutet av lektion. Mätningarna utförs med koldioxidhaltsmätare av modell Airtest 3P. Mätvärdena skrivs ned i tabeller där man kan se hur de ändras över tiden vilket i sin tur blir ett mått på ventilationens effektivitet. Små förändringar är ett tecken på en väl fungerande ventilation medan stora förändringar är ett tecken på motsatsen.

**Relativ luftfuktighet** – mätes i uteluft, tilluft i klassrum, i rumsluft i klassrum var 5:e min under 80 min på 1,1 m nivå över golv samt i slutet av lektion på nivåerna 0,1 , 0,6 , 1,1 , 1,8 m över golv. Mätningarna utförs med slungpsykometer av modell Elcometer 116A. Mätvärdena skrivs ned i tabeller. Genom jämförelse av relativ fuktighet och temperatur ute och inne beräknas fuktillskott enligt 9:3.

$$X_{tillskott} = X_{inne} - X_{ute} \quad (\text{g/m}^3) \quad 9:3$$

där  $x$  = fukttinhåll i luft ( $\text{g/m}^3$ )

**Lufthastighet** – mätes i vistelsezon i klassrum var 5:e min under 80 min på 1,1 m nivå över golv samt vid fönster för att mäta eventuellt kallras. Mätningarna utförs med lufthastighetsmätare + tillbehör av modell SwemaAir 300 + SWA 31. Mätvärdena skrivs ned i tabeller där man kan se hur de ändras över tiden. Man kan också se om luften är mer eller mindre stillastående.

**Undersökning med rökgas** – bedömning av strömningsbild och eventuell grad av kortslutning eller kallras. Mätningarna utförs med rökstickor som sprider rök i rummet och sedan ser man hur röken rör sig. Luftbalansen mellan klassrum och angränsande rum, alltså om det råder övertryck eller undertryck i klassrummet contra omgivande rum, bestäms genom att man med hjälp av rökgas eller flamman på en tändsticka ser hur luften rör sig i dörrspringan mellan klassrummet och omgivande rum.

**Ventilationsflöden** – Flödena i från och tilluft mätes med SwemaAir 300 + SwemaFlow 125 enligt metod C21 ( Per Johansson – Anders Svensson, 1999 ). Ofta passar inte stosen till donet och i fall donet utgörs av ett galler mätes i stället lufthastighet på fyra punkter framför gallret och donets tvärsnittsarea enligt metoden B1 ( Per Johansson – Anders Svensson, 1999 ) där flödet beräknas enligt 9:4.

$$q = kvA \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad 9:4$$

där  $q$  = flöde ( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
 $k$  = flödesfaktorer (enligt diagram 8.1 –8.3, Per Johansson et al, 1999 )  
 $v$  = medellufthastigheten i de fyra punkterna ( $\text{m}/\text{s}$ )  
 $A$  = galleröppningens area ( $\text{m}^2$ )

Där donet inte omslutit stosen på ett tillfredställande vis och inte heller utgjorts av ett galler har inte något mätvärde tagits med i undersökningen.

Det normflöde som de uppmätta flödena jämförs med beräknas enligt 9:5.

$$q_{\text{norm}} = 7n + 0.35A \quad (\text{l}/\text{s}) \quad 9:5$$

där  $q_{\text{norm}}$  = normflöde ( $\text{l}/\text{s}$ )  
 $n$  = antal pers ( 25 för mellanstadieskola, 30 för högstadieskola )  
 $A$  = golvarea i klassrum ( $\text{m}^2$ )

Genom att utnyttja uppmätta koldioxidhalter och antalet personer i ett klassrum under en längre tidsperiod, i detta fall 80 min, kan man i en teoretisk modell enligt 9:6 numeriskt bestämma flödet  $q$  och koncentrationen vid tiden noll,  $c(0)$  utifrån att man eftersträvar minsta möjliga fel mellan den uträknade koncentrationen av koldioxid,  $c(t)$  och den uppmätta koncentrationen.

$$c(t) = c(0) e^{-qt/V} + ( c_b + kp(t)/q )( 1 - e^{-qt/V} ) \quad (\text{ppm}) \quad 9:6$$

där  $c(t)$  = koncentration av  $\text{CO}_2$  (ppm)  
 $c(0)$  = koncentrationen vid tiden  $t = 0$  (ppm)  
 $t$  = tiden (s)  
 $q$  = luftflödet genom lokalen ( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
 $V$  = rumsvolym ( $\text{m}^3$ )  
 $c_b$  = koncentrationen i tillförd uteluft (ppm)  
 $k$  = antagen produktion av  $\text{CO}_2$  per person ( $\mu\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{person}$ )  
 $p(t)$  = antal personer i rum

**Undersökning av ventilationssystem i fläktrum** – drift och skötsel, renhet, principer för filterbyte, filterklass, redovisning av OVK – protokoll kontrolleras om så är möjligt. Sedan sätts ett betyg enligt Sven Anderssons betygsskala som redovisas i bilaga 20 ( kap 33 ). Det ska påpekas att det var svårt att undersöka alla de olika parametrar som ingår i betygsmallen. Betyget är satt utifrån de parametrar som var tillgängliga vid tillfället för undersökningen. För att få betyg 4 och 5 krävdes det ofta att fler parametrar undersöktes. Därför ska det satta betyget ses som en ungefärlig bedömning av ventilationssystemet. Undersökningen av ventilationssystemet i fläktrummet är en liten del av den totala undersökningen. Tyngdpunkten i arbetet är lagd på de andra delarna i undersökningen.

### 9.3 Enkätundersökning

Lärare på de undersökta skolorna får fylla i arbetsmiljöblad av s k ”Örebroenkät” med nr MM 040 Sp 1. Elever i de klassrum där undersökningen utförts får fylla i en enkät av s k ”Örebroenkäten” med nr MM 060 NA Sp11 för elever där de anger hur de upplever inomhusmiljön. De enkätsvar som fås in sammanställs i rosdiagram och tabeller och redovisas som resultat. De inkomna svaren sammanställs i rosdiagrammen och jämförs med ”referensrosen”. Eleverna bör enligt manualen för Örebroenkäten gå i årskurs 7 eller uppåt. Jag har valt att även omfatta yngre elever. Den åldersgräns som jag satt är 11 år. Denna åldersgräns är satt efter diskussion med andra som varit med och utfört undersökningar med Örebroenkät. Vidare är det så att ju färre i en undersökning som svarat desto större utfall hos besvärsfrekvensen krävs för att ”referensrosen” i rosdiagrammen ska överstigas. Detta enligt manualen för ”Örebroenkäten”. Därför tas endast resultat med från skolor där antalet inkomna svar är minst ca 15 st.

I diagrammen finns en ”referensros” som motsvarar en tillfredsställande innemiljö samt två respektive tre linjer. Den ifyllda linjen som liknar en ros motsvarar referensrosen. I diagrammen motsvarar den ytterligare linjen de svar där de svarande upplever den omfrågande miljöfaktorn eller besväret/symtomet ofta. I diagrammen där svar från frågor om besvär/symtom redovisas förekommer en linje till som motsvarar svar där de svarande tror att skolmiljön orsakar det omfrågande besväret/symtomet. Denna linje har mörkare färg.



## 10 Resultat

Mätningarna, som ligger till grund för resultaten, utfördes under oktober och november 2004. Resultaten för varje klassrum finns redovisade separat i varje klassrums respektive bilaga. Där är undersökningens samtliga mätvärden och mätresultat redovisade.

För att läsaren ska slippa bläddra i bilagorna redovisas nedan resultaten från utvalda uppmätta parametrar i tabeller nedan. De parametrar som valts ut och redovisas är främst sådana som har vedertagna gränsvärden att jämföras med. Mätresultaten presenteras i tabellerna ”termiskt klimat” och ”luftkvalité”. Skolornas byggnadstekniska data presenteras i tabellen ”byggnadstekniska data”. Tryckförhållandena redovisas i tabellen tryckförhållanden ”contra omgivande rum”. Rosdiagram redovisas från de skolor där svar inkommit från personal och elever över tio års ålder.

### 10.1 Termiskt klimat

Nedan i tabell 10.1 följer resultat avseende termiskt klimat. I de fall där mätning inte gick att genomföra på ett tillfredsställande vis redovisas inte heller något resultat. Samtliga mätningar är utförda i vistelsezonen.

Tabell 10.1 – Termiskt klimat

| Klassrum          | Högsta luft -<br>temperatur (°C) | Operativ -<br>temperatur (°C) | Tillufts -<br>temperatur (°C) | Drag -<br>förhållande (m/s) | Antal personer i<br>klassrum |
|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Kungshög sal 2    | 22,3                             | -                             | 19,6                          | 0,14                        | 22                           |
| Kungshög sal 7    | 20,9                             | 20,4                          | 19                            | 0,17 ( ok )                 | 22                           |
| Videdal sal 10    | 21,8                             | 21,0                          | 20,1                          | 0,06                        | 24                           |
| Videdal sal 19    | 23,9                             | 22,9                          | -                             | 0,06                        | 25                           |
| Riseberga sal 2   | 23,8                             | 20,9                          | 21,0                          | 0,05                        | 20                           |
| Riseberga sal 5   | 22,4                             | 20,5                          | -                             | 0,04                        | 21                           |
| Geijer sal 11     | 22,9                             | 21,9                          | 13,8                          | 0,06                        | 12                           |
| Geijer sal 9      | 22,0                             | 21,5                          | 14,3                          | 0,09                        | 4                            |
| Hindby blåa rum   | 24,7                             | 23,8                          | 19                            | 0,07                        | 9                            |
| Hindby gröna      | 22,9                             | 22,8                          | 21,6                          | 0,10                        | 1                            |
| Pauli sal 205     | 23,5                             | 22,6                          | -                             | 0,06                        | 24                           |
| Pauli sal A228    | 23,5                             | 22,5                          | -                             | 0,06                        | 24                           |
| Petri sal 110     | 22,5                             | 21,7                          | -                             | 0,05                        | 28                           |
| Petri sal 105     | 22,8                             | 21,8                          | -                             | 0,06                        | 27                           |
| Kryddgård fritids | 24,0                             | 23,7                          | 20,0                          | 0,12                        | 25                           |
| Kryddgård sal 11  | 22,4                             | 22,0                          | 20,8                          | 0,08                        | 22                           |
| Holma sal 8       | 22,1                             | 22,2                          | 21,0                          | 0,06                        | 17                           |
| Holma sal 7       | 22,6                             | 22,2                          | 21,0                          | 0,07                        | 16                           |
| Magistrat sal 7   | 22,8                             | 21,3                          | 20,5                          | 0,30 ( ok )                 | 1                            |

Det antal personer som är angivna i klassrum är det antal som råder när lufttemperaturen är som högst. Det kan vara förvillande att det ibland är ett lågt antal personer. Då är det oftast så att det tidigare varit ett större antal personer i klassrummet. För att få en bättre bild av temperaturförloppet och antalet personer i klassrummet hänvisas till respektive skolas bilaga.

Vid mätningarna av drag redovisas alltid det högsta resultatet. Ibland är det så att det högsta värdet överstiger gränsvärdet på 0,15 m/s. Det höga värdet kan vara resultatet av att en person rör sig i närheten av mätinstrument. Dragförhållandena för övrigt kan ändå vara ok. I så fall står det ok efter det angivna värdet.

## 10.2 Lufthygien

Nedan i tabell 10.2 redovisas resultat gällande lufthygien i de undersökta klassrummen uppmätta under en mätperiod på 80 min.

Tabell 10.2 Lufthygien

| Klassrum          | Högsta CO <sub>2</sub> -<br>halt (ppm) | Tillufts-<br>flöde (l/s) | Normflöde<br>(l/s) | Högsta<br>RF (%) | Fukttill -<br>Skott (g/m <sup>3</sup> ) | Luft-<br>rörelser | Pers |
|-------------------|--|--------------------------|--------------------|------------------|---|-------------------|------|
| Kungshög sal 2    | 706                                    | -                        | 196                | 55               | 0,15                                    | Kraftiga          | 15   |
| Kungshög sal 7    | 617                                    | -                        | 202                | 60               | 0,342                                   | Kraftiga          | 22   |
| Videdal sal 10    | 793                                    | -                        | 197                | 57               | 0                                       | Kraftiga          | 24   |
| Videdal sal 19    | 792                                    | -                        | 233                | 57               | -                                       | Stilla            | 25   |
| Riseberga sal 5   | 1044                                   | -                        | 231                | 41               | 3,89                                    | Svaga             | 22   |
| Riseberga sal 2   | 1176                                   | 40,5                     | 197                | 40               | 3,46                                    | Svaga             | 2    |
| Geijer sal 11     | 1532                                   | 141,4                    | 195                | 45               | 1,18                                    | Stilla            | 12   |
| Geijer sal 9      | 1541                                   | 108                      | 234                | 48               | 0,78                                    | Stilla            | 24   |
| Hindby Gröna      | 671                                    | 211,8                    | 191                | 42               | 0                                       | Kraftiga          | 12   |
| Hindby blåa       | 1310                                   | -                        | 198                | 40               | 0,11                                    | Svaga             | 24   |
| Holma sal 7       | 788                                    | -                        | 200                | 42               | 0,11                                    | Kraftiga          | 20   |
| Holma sal 8       | 685                                    | -                        | 199                | 40               | 0                                       | Kraftiga          | 17   |
| Pauli sal 205     | 1983                                   | -                        | 204                | 55               | 4,29                                    | Stilla            | 22   |
| Pauli sal A 228   | 1596                                   | -                        | 244                | 50               | 3,23                                    | Stilla            | 24   |
| Petri sal 110     | 3523                                   | -                        | 228                | 65               | 2,12                                    | Stilla            | 28   |
| Petri sal 105     | 2513                                   | 5,9 *                    | 228                | 55               | 0,5                                     | Stilla            | 2    |
| Kryddgård fritids | 812                                    | -                        | 197                | 54               | 1,0                                     | Kraftiga          | 25   |
| Kryddgård sal 11  | 806                                    | -                        | 197                | 50               | 0                                       | Kraftiga          | 22   |
| Magistrats sal 7  | 875                                    | -                        | 190                | 54               | -                                       | Kraftiga          | 21   |

\* = Frånluftsflöde

Det antal personer som är angivna i klassrum är det antal som råder när koldioxidhalten är som högst. Det kan vara förvillande att det ibland är ett lågt antal personer. Då är det oftast så att det tidigare varit ett större antal personer i klassrummet. För att få en bättre bild av koldioxidhaltens variation och antalet personer i klassrummet hänvisas till respektive skolas bilaga.

På flertalet skolor har det inte varit möjligt att mäta flödet med varken stos eller B1 – metod och där har inte heller något flöde uppmätts. I ett klassrum ( Petriskolan sal 105 ) redovisas frånluftsflöde istället för tilluftsflöde då det var möjligt att mäta.

## 10.3 Framräknade luftflöden

För att kompensera för att det varit så få skolor som det varit möjligt att mäta tilluftsflöde på, med de mätmetoder som fanns att tillgå, så är tilluftsflödet framräknat enligt 9:6. Det framräknade resultatet redovisas i tabell 10.3. I kolumnen längst till höger divideras modellens standardavvikelse med mätvärdenas. Ju lägre värde på kvoten desto större är det framräknade värdets pålitlighet.

Tabell 10.3 Framräknade luftflöden

| klassrum             | Framräknat tilluftsflöde (l/s) | Normflöde (l/s) | Uppmätt tilluftsflöde (l/s) | Std-avvikelse, modell / Std-avvikelse, mätvärden |
|----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|--|
| Kungshög sal 2       | 210                            | 196             | -                           | 1,30   |
| Kungshög sal 7       | 423                            | 202             | -                           | 1,85   |
| Videdal sal 10       | 262                            | 197             | -                           | 0,50   |
| Videdal sal 19       | 275                            | 233             | -                           | 0,88   |
| Riseberga sal 5      | 186                            | 231             | -                           | 0,21   |
| Riseberga sal 2      | 156                            | 197             | 40,5                        | 0,50   |
| Geijer Sal 9         | 114                            | 195             | 108                         | 0,55   |
| Geijer sal 11        | 77                             | 234             | 141,4                       | 0,36   |
| Hindby gröna         | 100                            | 191             | 211,8                       | 0,90   |
| Hindby blåa rum      | 291                            | 198             | -                           | 1,51   |
| Holma sal 7          | 233                            | 200             | -                           | 0,68   |
| Holma sal 8          | 167                            | 199             | -                           | 0,61   |
| Pauli sal 205        | 15                             | 204             | -                           | 0,39   |
| Pauli sal A 228      | 61                             | 244             | -                           | 0,52   |
| Petri sal 105        | 34                             | 228             | 5,9                         | 0,22   |
| Kryddgård sal 11     | 329                            | 197             | -                           | 0,47   |
| Kryddgård fritidshem | 275                            | 197             | -                           | 0,60   |
| Magistrat sal 7      | 187                            | 190             | -                           | 1,32   |

## 10.4 Byggnadstekniska data

Tabell 10.4 Byggnadstekniska data

| Klassrum          | Byggnadsår | Typ av stomme | Vent. system | luftföring   | omgivning      |
|-------------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| Kungshög sal 2    | 1971       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor, förort |
| Kungshög sal 5    | 1971       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor, förort |
| Videdal sal 10    | 1967       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Videdal sal 19    | 1967       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Riseberga sal 5   | 1994       | Tung          | Självdrag    |              | Villor         |
| Riseberga sal 2   | Ca 1965    | Lätt          | Frånluft     |              | Villor         |
| Geijer sal 11     | 1951       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Geijer Sal 9      | 1951       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Hindby gröna      | 1902       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Hindby blåa rum   | 1902       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Villor         |
| Holma sal 7       | Ca 1970    | Lätt          | FTX          | Omblandande  | Höghus         |
| Holma sal 8       | Ca 1970    | Lätt          | FTX          | Omblandande  | Höghus         |
| Pauli sal 205     | Ca 1850    | Tung          | Självdrag    |              | Centrum        |
| Pauli sal A 228   | Ca 1850    | Tung          | Självdrag    |              | Centrum        |
| Petri sal 105     | Ca 1900    | Tung          | Självdrag    |              | Centrum        |
| Petri sal 110     | Ca 1900    | Tung          | Självdrag    |              | Centrum        |
| Kryddgård fritids | 1973       | Tung          | FTX          | Deplacerande | Höghus         |
| Kryddgård sal 11  | 1973       | Tung          | FTX          | Omblandande  | Höghus         |
| Magistrat sal 7   | Ca 1900    | Tung          | FTX          | Omblandande  | Centrum        |

## 10.5 Tryckförhållanden gentemot omgivande rum

Nedan följer en tabell som redovisar trycket i klassrummet i jämförelse med omgivande rum samt koldioxidvärde för respektive klassrum. I de klassrum där det varit öppet till omgivande rum har det inte gått att urskilja någon tryckskillnad.

Tabell 10.5 Tryckförhållanden gentemot omgivande rum

| Klassrum                | Tryckförhållanden            | Högsta koldioxidhalt |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| Kungshögsskolan sal 2   | Övertryck                    | 706                  |
| Kungshögsskolan sal 5   | Övertryck                    | 617                  |
| Videdalsskolan sal 10   | Undertryck                   | 793                  |
| Videdalsskolan sal 19   | Övertryck                    | 792                  |
| Risebergaskolan sal 5   | Övertryck                    | 1044                 |
| Risebergaskolan sal 2   | Undertryck                   | 1176                 |
| Geijerskolan Sal 11     | Undertryck                   | 1532                 |
| Geijerskolan Sal 9      | Undertryck                   | 1541                 |
| Hindbyskolan gröna rum  | Öppet till omgivande rum     | 671                  |
| Hindbyskolan blåa rum   | Undertryck                   | 1310                 |
| Holmaskolan sal 7       | Övertryck                    | 788                  |
| Holmaskola 8            | Övertryck                    | 685                  |
| Pauliskolan sal 205     | Varken över eller undertryck | 1983                 |
| Pauliskolan sal A 228   | Varken över eller undertryck | 1596                 |
| Petriskolan sal 110     | Undertryck                   | 3523                 |
| Petriskolan sal 105     | Undertryck                   | 2513                 |
| Kryddgård Fritidshem    | Öppet till omgivande rum     | 812                  |
| Kryddgårdsskolan sal 11 | Övertryck                    | 806                  |
| Magistratsskolan sal 7  | Övertryck                    | 875                  |

## 10.6 Resultat från enkätundersökning

Rosdiagram ritade efter Örebroenkäten redovisas i bilaga 21. Att inte diagram för samtliga skolor och klassrum redovisas beror på att alla skolor inte lämnade svar och på att de svarande ska vara över 11 år vilket inte alla svarande elever uppfyllde. Dessutom är det i undersökningen ett krav på att antal svarande för ett rosdiagram inte ska understiga 20 stycken. Detta sammantaget begränsar antalet diagram. Resultatet av rosdiagrammen sammanställs i tabellerna 10.6 – 10.8.

### 10.6.1 Sammanställning av rosdiagram – miljöfaktorer

Nedan i tabell 10.6 redovisas resultaten av upplevda miljöfaktorer från rosdiagrammen. De faktorer som redovisas är utvalda därför att de har koppling till ventilationssystemets funktion och därför att de svarande ofta upplevde dem som besvärliga. Övriga miljöfaktorer upplevdes inte lika besvärliga och de finns redovisade i rosdiagrammen för respektive svarsgrupp. Resultaten redovisas som ja och nej där :

Ja = mer än 20 % upplever ofta besvär

Nej = mindre än 20% upplever ofta besvär

Tabell 10.6 Sammanställning av rosdiagram - miljöfaktorer

| skola           | Damm och smuts | För hög rums – temperatur | Varierande rums - temperatur | För låg rums – temperatur | Torr luft | Instängd ”dålig” luft |
|-----------------|----------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| Geijer personal | Ja             | Ja                        | Ja                           | Nej                       | Ja        | Ja                    |
| Geijer sal 11   | Nej            | Ja                        | Nej                          | Ja                        | Ja        | Nej                   |
| Geijer sal 9    | Nej            | Nej                       | Nej                          | Nej                       | Ja        | Nej                   |
| Hindby personal | Ja             | Ja                        | Ja                           | Nej                       | Nej       | Ja                    |
| Kryddgård pers. | Nej            | Nej                       | Nej                          | Nej                       | Ja        | Ja                    |
| Kungshög pers   | Nej            | Nej                       | Nej                          | Nej                       | Nej       | Ja                    |
| Magistrat pers. | Nej            | Nej                       | Ja                           | Ja                        | Nej       | Nej                   |
| Pauli elever    | Ja             | Ja                        | Ja                           | Nej                       | Nej       | Ja                    |
| Petri elever    | Ja             | Ja                        | Ja                           | Nej                       | Nej       | Ja                    |
| Videdal sal 10  | Nej            | Nej                       | Ja                           | Nej                       | Nej       | Nej                   |
| Videdal sal 19  | Ja             | Ja                        | Nej                          | Nej                       | Nej       | Ja                    |

## 10.6.2 Sammanställning av rosdiagram – besvär/symtom

Nedan i tabellerna 10.7 och 10.8 redovisas resultaten från rosdiagrammen.

Ja = mer än 10 % upplever ofta besvär och tror att det beror på skolans innemiljö

Nej = mindre än 10% upplever ofta besvär och tror att det beror på skolan innemiljö

Tabell 10.7 Sammanställning av rosdiagram – besvär / symtom

| Skola           | Tung i huvudet | Huvudvärk | Illamående / yrsel | Koncentrations - svårigheter | Trötthet |
|-----------------|----------------|-----------|--------------------|------------------------------|----------|
| Geijer personal | Ja             | Nej       | Nej                | Nej                          | Ja       |
| Geijer sal 11   | Nej            | Nej       | Nej                | Nej                          | Nej      |
| Geijer sal 9    | Nej            | Nej       | Nej                | Nej                          | Nej      |
| Hindby personal | Ja             | Nej       | Nej                | Ja                           | Ja       |
| Kryddgård pers. | Ja             | Ja        | Nej                | Ja                           | Ja       |
| Kungshög pers.  | Ja             | Nej       | Nej                | Nej                          | Ja       |
| Magistrat pers. | Nej            | Nej       | Nej                | Ja                           | Ja       |
| Pauli elever    | Ja             | Ja        | Ja                 | Ja                           | Ja       |
| Petri elever    | Ja             | Ja        | Ja                 | Ja                           | Ja       |
| Videdal sal 10  | Nej            | Ja        | Nej                | Ja                           | Ja       |
| Videdal sal 19  | Nej            | Ja        | Nej                | Ja                           | Ja       |

Nedan i tabell 10.8 fortsätter redovisningen av besvär och symtom från rosdiagrammen.

Tabell 10.8 Sammanställning av rosdiagram – besvär / symtom

| Skola           | Klåda Sveda Irritation i ögon | Heshet Hals-torrhet | Hosta | Torr eller Rodnad hud i ansiktet | Fjällning/ Klåda i hårbotten/öron | Torr, kliande, rodnad hud på händerna |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Geijer pers.    | Ja                            | Nej                 | Nej   | Nej                              | Nej                               | Ja                                    |
| Geijer sal 11   | Nej                           | Nej                 | Nej   | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Geijer sal 9    | Nej                           | Nej                 | Ja    | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Hindby personal | Ja                            | Nej                 | Nej   | Ja                               | Nej                               | Ja                                    |
| Kryddgård pers. | Nej                           | Nej                 | Nej   | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Kungshög pers.  | Nej                           | Ja                  | Nej   | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Magistrat pers. | Nej                           | Nej                 | Nej   | Nej                              | Ja                                | Nej                                   |
| Pauli elever    | Nej                           | Nej                 | Ja    | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Petri elever    | Nej                           | Nej                 | Ja    | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Videdal sal 10  | Nej                           | Nej                 | Ja    | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |
| Videdal sal 19  | Nej                           | Nej                 | Nej   | Nej                              | Nej                               | Nej                                   |

## 11 Diskussion och slutsatser

Resultaten är baserade på mätningar och vid mätningar kan det uppstå fel. Därför är det nödvändigt att gå igenom och ta hänsyn till eventuella felkällor innan man analyserar resultatet vidare.

### 11.1 Felkällor

Denna undersökning har under utförandet ständigt kritiskt granskats. Felkällor har minimerats genom noggrant utförda mätningar. Endast mätvärden som med säkerhet är pålitliga är medtagna i denna rapport. Vid de olika mätningarna har instrument och metoder använts. Deras säkerhet redovisas nedan.

För de använda instrument som avläses digitalt dvs alla instrument förutom Elcometer 116 A, sätts avläsningsfelet till den sista decimalens felmarginal genom det totala uppmätta värdet. För Elcometer 116 A sätts avläsningsfelet till 5 %.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Mätning av lufttemperatur : | Instrument : SwemaAir 300 + SWA 31<br>Instrumentfel : 0,3 °C vid 23 °C<br>Avläsningsfel : 0,2 %                      |
| Mätning av ytemperatur :    | Instrument : TPT 62<br>Instrumentfel : 1 % av uppmätt värde vid 23 °C<br>Avläsningsfel : 0,2 %                       |
| Mätning av lufthastighet :  | Instrument : SwemaAir 300 + SWA 31<br>Instrumentfel : 0,03 m/s vid 23 °C och 0,1 – 1,33 m/s<br>Avläsningsfel : 3,3 % |
| Mätning av koldioxidhalt :  | Instrument : Airstest 3P<br>Instrumentfel : 50 ppm<br>Avläsningsfel : 0,05 %   |
| Mätning av våttemperatur :  | Instrument : Elcometer 116A<br>Instrumentfel : 5 % RF<br>Avläsningsfel : 5 %   |
| Mätning av luftflöde :      | Instrument : SwemaAir 300 + SwemaFlow 125<br>Säkerhet : 10 % av uppmätt värde<br>Avläsningsfel : 0,025%              |
| Metod B1 ( luftflöde ) :    | Metodfel : 5 – 8 %   |
| Metod C21 :                 | Metodfel : 5 %   |

Det sannolika felet vid mätning,  $m_m$  är :

$$m_m = (m_1^2 + m_2^2 + m_3^2)^{1/2}$$

Det medför att vid flödesmätningar är  $m_m = 22\%$  vid B1 – metod och  $m_m = 11\%$  vid C21 – metod. Vid mätning av våttemperatur är  $m_m = 7\%$ . Vid mätning av lufttemperatur är  $m_m = 1,3\%$ . Vid mätning av ytttemperatur är  $m_m = 1\%$ . Vid mätning av lufthastighet är  $m_m = 20,3\%$

## 11.2 Sammanställning

Nedan tabell följer 11.1 där parametrarna temperatur, drag, koldioxidhalt och luftflöde jämförs med Arbetsmiljöverkets rekommenderande riktvärden. Dessa riktvärden är närmare redovisade i avsnittet om riktvärden. Tilluftstemperaturen bedöms utifrån praxis i kurserna installationsteknik AK och installationsteknik FK. ( Exempel på detta är Installationsteknik AK för V, 7 : 61 av Catarina Warfvinge )

Temperaturen ska ligga mellan 20 – 24 (°C ).

Drag – lufthastigheten ska inte överstiga 0,15 m/s.

Koldioxidhalten i luften får ej varaktigt överstiga 1000 ppm.

Tilluftslödet ska vara minst 7 l/s och person + 0,35 l/s och m<sup>2</sup>.

Tilluften ska vara så mycket svalare än rumsluften så att det uppstår en god strömningsbild.

Hur resultatet föll ut redovisas i tabellen nedan där Ok = uppfyller riktvärden, Ig = uppfyller ej riktvärden och - = inte möjligt att mäta

Tabell 11.1 Sammanställning - resultat gentemot gränsvärde

| skola             | Temp | Drag | Co <sub>2</sub> – halt | Luftflöde | Tilluftstemp. |
|-------------------|------|------|------------------------|-----------|---------------|
| Kunghög sal 2     | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Hög           |
| Kunghög sal 7     | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Ok            |
| Videdal sal 10    | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Hög           |
| Videdal sal 19    | Ok   | Ok   | Ok                     | Ig        | -             |
| Riseberga sal 5   | Ok   | Ok   | Ig                     | -         | -             |
| Riseberga sal 2   | Ok   | Ok   | Ig                     | Ig        | Hög           |
| Geijer sal 9      | Ok   | Ok   | Ig                     | Ig        | Låg           |
| Geijer sal 11     | Ok   | Ok   | Ig                     | Ig        | Låg           |
| Hindby gröna      | Ok   | Ok   | Ok                     | Ok        | Ok            |
| Hindby blåa       | Ok   | Ok   | Ig                     | Ig        | Hög           |
| Holma sal 7       | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Hög           |
| Holma sal 7       | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Hög           |
| Pauli sal 205     | Ok   | Ok   | Ig                     | -         | -             |
| Pauli sal A 228   | Ok   | Ok   | Ig                     | -         | -             |
| Petri sal 105     | Ok   | Ok   | Ig                     | -         | -             |
| Petri sal 110     | Ok   | Ok   | Ig                     | -         | -             |
| Kryddgård sal 11  | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Hög           |
| Kryddgård fritids | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Ok            |
| Magistrat sal 7   | Ok   | Ok   | Ok                     | -         | Ok            |



Lufttemperaturerna varierar mellan 20,9 och 24,7 °C. Endast i ett klassrum överstiger temperaturen 24 °C. Temperaturerna uppfyller alltså riktvärdeskraven i alla klassrum utom ett.

I samtliga klassrum uppfyller dragförhållandena riktvärdeskraven.

Koldioxidhalten varierar mellan 617 och 3523 ppm. I nio av nitton klassrum överstiger koldioxidhalten det riktvärde Arbetsmiljöverket rekommenderar. På en skola ligger halten över riktvärdet men endast med 44 ppm vilket är inom ramen för instrumentets felmarginal.

I fem klassrum understiger flödet det flöde Arbetsmiljöverket rekommenderar. I ett klassrum uppfyller flödet det rekommenderade. I 13 klassrum har det varken gått att mäta med stos eller B1 - metod p g a tilluftsdonets utformning eller placering.

Tilluftstemperaturerna varierar mellan 13,8 – 21,6 °C. Arbetsmiljöverket har ej gett ut riktvärden som man kan jämföra med. Enligt min bedömning är den för hög i sju klassrum, för låg i två klassrum och ok i fyra klassrum. I övriga klassrum gick det ej att mäta på tilluftstemperaturen p g a donets placering.

### **11.3 Diskussion, Slutsatser och råd**

Alla slutsatser är dragna utifrån detta arbete. Att dra någon generell slutsats om inomhusmiljön på skolor i Malmö eller dess ventilationssystem går inte att göra då undersökningsunderlaget är för litet. Vid undersökningen har två klassrum undersökts på varje skola. De har valts ut efter principen att de enda kraven är att det ska vara lektion under den tidpunkt som undersökningen utförs och att klassrummet ska vara representativt för skolan. Tidpunkten för när undersökningen ska utföras har ej varit utannonserad i förväg. Detta sammantaget gör att de klassrum som undersökningen omfattar är slumpvis utvalda. Om det förekommer brister i inomhusmiljön i slumpvis utvalda klassrum på en skola behöver det inte betyda att det råder en bristande inomhusmiljö på hela den skolan, men det är en indikation på eventuella missförhållanden och det föranleder vidare undersökningar av inomhusmiljön. Detta ska man ha i åtanke när man läser den följande diskussionen.

#### **11.3.1 Angående ventilationssystem**

Av 19 undersökta klassrum uppfyller 11 stycken samtliga av Arbetsmiljöverket rekommenderade riktvärden. De klassrum som uppfyller riktvärdena har alla till och frånluftssystem utom Riseberga, sal 2 där det är ett frånluftssystem.

De klassrum som ej uppfyller riktvärdena har antingen till och frånluftssystem (Geijerskolan) med för låga flöden eller så har de självdragsystem. Sämst ställt är det på de äldre gymnasieskolorna i centrum – Pauliskolan och Petriskolan. Här utgörs, såvitt jag kunde utröna ventilationen av äldre självdragsystem eventuellt förstärkta med fläktar. Riktvärdena är långtifrån uppfyllda i dessa klassrum. Detta trots att utomhustemperaturen vid de utförda mätningarna legat runt eller strax över 10 °C vilket innebär att den termiska drivkraften ska vara verkande. Den misstro som funnits mot moderna till och frånluftssystem och den tilltro som funnits för äldre självdragsystem får inget stöd i denna undersökningen. Däremot uppfyller inget klassrum med självdragsystem riktvärdena.

### 11.3.2 Angående skolornas ålder

Det känns som det finns en misstro mot skolor byggda under 60 och 70-talen och då ofta mot skolor byggda i miljonprogramområdena. I denna undersökning är det de som klarar sig absolut bäst. Alla klassrum byggda på 60 och 70-talen uppfyller riktvärdeskraven.

### 11.3.3 Samband i resultaten

Man kan i resultaten se samband mellan höga koldioxidhalter, höga fuktillskott, stillastående eller svaga luftrörelser och undertryck eller varken över eller undertryck i klassrum gentemot intilliggande rum.

De framräknade luftflödena pekar åt samma håll som de uppmätta även om de ibland skiljs åt. Man ska ta räknemodellens angivna modellfel i beaktning när man tittar på de framräknade flödena. För övrigt understryker de den misstanke man kan få om låga tilluftsflöden med tanke på de höga koldioxidhalterna.

### 11.3.4 Angående tryckförhållanden i klassrum

Det hade varit intressant att läsa de ritningar som ventilationssystemen är byggda efter och där se hur luftbalansen mellan klassrum och intilliggande rum är projekterad. I de undersökta klassrummen är, oavsett om det är mekanisk ventilation eller självdrag, både frånlufts och tilluftsdon placerade i klassrummet. Dörrar mot intilliggande rum hålls stängda. Samtliga klassrum med ett rådande övertryck gentemot intilliggande rum, uppfyller riktvärdeskraven. Samtliga klassrum, förutom Videdalsskolan (sal 10), som har ett undertryck eller varken över eller undertryck, gentemot omgivande rum uppfyller ej riktvärdeskraven. Videdalsskolan (sal 10) har ett undertryck gentemot sitt kapprum som i sin tur gränsar till uteluften och de utgör tillsammans en del av en länga. Med tanke på att en byggnad ska ha ett undertryck gentemot det rådande trycket utomhus, då man vill förhindra att fuktig inomhusluft vandrar ut i väggarna så är ett undertryck i Videdalskolan - sal 10 vad man kan förvänta sig. Resultaten tyder på att ett övertryck i klassrummet är ett tecken på att ventilationen är om inte väl fungerande så i varje fall något åt det hållet. Vidare kan man med större säkerhet säga att ett undertryck i klassrummet tyder på att ventilationen inte fungerar tillfredsställande. I 27 § i AFS 2000 : 42 så står det att överluft ej ska tas från lokaler med sämre luftkvalitet och om man gör det rimliga antagandet att luften ska vara av bättre kvalitet i klassrum än i korridor med tanke på att eleverna vistas längre tid i klassrummen än i korridorerna så stämmer resonemanget i författningstexten överens med det ovan förda.

### 11.3.5 Enkätundersökning

I undersökningen om Örebroenkäten ligger inte svarsfrekvensen på någon skola inom de referensvärden som finns i diagrammen. Detta gäller både miljöfaktorer och besvär/symtom. De gränser som finns i diagrammen gäller när ett betydligt större antal tillfrågas. För ett antal tillfrågade på 15 – 50 personer är inte gränserna så snäva. Därför kan inte de inkomna svaren bedömas strikt efter de i diagrammen angivna gränserna. Däremot är det intressant att studera de rätt tydliga tendenser och samband som synliggörs i diagrammen. Exempel på sådana samband är att de som upplever drag också upplever låg temperatur. Liknande samband råder mellan hög temperatur, torr luft och torr rodnad hud samt mellan ”instängd luft” och trötthet respektive ”tung i huvudet”. Vidare ser man i diagrammen från Pauliskolan och Petriskolan

att eleverna i mycket hög grad upplever instängd luft och besväras av trötthet och tunga huvuden. Även övriga mätningar från dessa skolor tyder på att luftombytet är anmärkningsvärt lågt - med andra ord ”luften är instängd”.

### **11.3.6 Angående undersökningsmetod**

Om undersökningsmetoden kan man säga att den går att dela in i tre delar - undersökning av förhållanden i klassrum, undersökning av fläktrum och undersökning genom enkäter. Detta examensarbete understryker att det inte räcker med att undersöka fläktrum utan att man måste ut i klassrummet och undersöka. Det är ju dessutom i klassrummet som elever och personal vistas. Enkätundersökningar är ett bra komplement till övriga undersökningar men är inte i sig själv ett tillräckligt pålitligt underlag för att avgöra innemiljöns kvalitet.

### **11.3.7 Råd till förvaltare och skolpersonal**

De råd som jag kan ge till de som förvaltar skolorna i denna undersökning är att uppmärksamma de tydliga brister som finns i de undersökta klassrummen på Geijerskolan, Pauliskolan och Petriskolan. De befintliga systemen räcker dåligt till. En mer omfattande undersökning av innemiljön på dessa skolor är önskvärd. En nybyggnation synes utifrån resultatet från denna undersökning vara nödvändig. På Risebergaskolan – sal 5, skulle självdragsystemet förslagsvis justeras så att den fläkt som är belägen i kulverten kopplas till en koldioxidhaltsgivare inne i klassrummet vilken styr fläktens drift. På Risebergaskolan - sal 2 rekommenderar jag att frånluftsflödet ökas. Vidare anser jag att det på samtliga skolor vore önskvärt att de fönster som inte går att öppna på grund av diverse stängningsanordningar görs öppningsbara och att personalen anvisas att vädra i största möjliga mån.

Till driftspersonal och till de som arbetar på skolorna ger jag rådet att försöka få ner tilluftstemperaturerna så lågt som det går utan att det uppstår problem med upplevd kyla. Detta för att få en bättre strömningsbild då, kallare luft sjunker ner i vistelsezonen bättre än varm. Dessutom får man en bättre kyleffekt och har lättare att föra bort värmeöverskott från människor och datorer. Vidare rekommenderar jag skolpersonal att öppna fönstren i den mån det är möjligt.

Slutligen vill jag ge ett tips om en enkel undersökningsmetod som jag döpt till lågans metod. Man ska ha i åtanke att den är framtagen utifrån denna undersökning och inte är någon vedertagen metod men jag vill ändå tipsa om den. Denna undersökning tyder på att det i ett klassrum med både tillufts och frånluftsdon ska råda övertryck gentemot angränsande korridor. Gör det inte det kan man misstänka att ventilationssystemet inte sörjer för ett tillräckligt luftombyte för att uppfylla normkraven. Detta är enkelt att kontrollera. Man öppnar dörren på glänt och sätter en tändsticka eller en cigarettändare i dörrspringan på en höjd som är på samma nivå som dörröppningens mitt. Sedan ser man på lågan åt vilket håll ( ut eller in eller inte alls ) som luften rör sig. Vilken luftrörelse som motsvarar vilket tryck lämnar jag åt läsaren att fundera ut !

## **12 Källförteckning**

Warfvinge – Installationsteknik AK för V, 2001

Lars Jensen – Installationsteknik FK för V, 2004

Jan Sundell, Max Kjellman - Luften vi andas inomhus, 1995

Bra böcker 1992 - Bra böckers stora läkarlexikon, 1992

Kjell Andersson, Göran Stridh, Inger Fagerlund – MM-enkäterna, 1999

Arbetskyddsstyrelsens författningssamling - Arbetsplatsens utformning, AFS 2000 : 42

Arbetsmiljöförordning ( 1977 : 1166 )

Per Johansson, Anders Svensson – Byggforskningsrådet - Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer, 1999

Sven Andersson – Värdering av ventilationsanläggningars status ur drift- och underhållssynpunkt betyg 1 – 5, 1999

## **13 Instrumentförteckning**

SwemaAir 300, art nr : 757.501 ( Swema )

SwemaFlow 125, art nr : 759.700 ( Swema )

Airtest 3P, art nr : 570.151 ( Swema )

TPT 62, art nr : 840.62 ( Swema )

Elcometer 116A, Whirling Hygrometer – Metric °C - Part nr G 116A – 1 ( Elcometer )

# 14 Bilaga 1 Mätprotokoll, Kungshögsskolan

## Lokal: A - hus

### Byggnadskonstruktion

Byggnadsår : 1971

Grundläggning : Platta på mark och krypgrund

Stomme : Tegel

Typ av tak : Papp

Golvbeläggning : Plastmatta

Väggmaterial : Gips + tapet

Takmaterial : Ljudisolerande skiva

Typ av ventilationssystem : FT

Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft

Omgivningsmiljö : Villor och radhus

### Mått på klassrum

H (m) : 2,60 till 3,40 m

L (m): 8,40

B (m): 7,20

Väggarea (m<sup>2</sup>): 158,22

Golvarea (m<sup>2</sup>): 60,48

Takarea (m<sup>2</sup>): 60,85

Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,8 (4,5 öppningsbar)

Rumsvolym (m<sup>3</sup>): 181,4

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 15,2

Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 374

Våt temp i uteluft (%):

T i tilluft i klassrum (°C) : 19,6

Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm) :

Våt temp i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):

Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):

Våt temp i tilluft i fläktrum (%):

Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 21,8   | 603                   | 51     | 0,04    | 2          |
| 5         | 21,8   | 665                   | 51     | 0,05    | 22         |
| 10        | 21,9   | 671                   | 51     | 0,05    | 22         |
| 15        | 22,2   | 680                   | 55     | 0,03    | 22         |
| 20        | 22,3   | 685                   | 55     | 0,04    | 22         |
| 25        | 22,2   | 706                   | 50     | 0,06    | 15         |
| 30        | 22,1   | 697                   | 47     | 0,03    | 14         |
| 35        | 22,2   | 682                   | 54     | 0,03    | 14         |
| 40        | 22,2   | 686                   | 47     | 0,02    | 14         |
| 45        | 22,1   | 701                   | 55     | 0,03    | 14         |
| 50        | 22,2   | 649                   | 54     | 0,14    | 13         |
| 55        | 22,1   | 719                   | 55     | 0,04    | 2          |
| 60        | 21,9   | 551                   | 55     | 0,07    | 2          |
| 65        | 21,7   | 585                   | 55     | 0,02    | 1          |
| 70        | 21,7   | 559                   | 55     | 0,07    | 1          |
| 75        | 21,6   | 586                   | 55     | 0,06    | 1          |
| 80        | 21,5   | 547                   | 55     | 0,08    | 1          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 22,4   | 560                   | 55     | 0,05    |
| 0,6                | 22,2   | 557                   | 55     | 0,04    |
| 1,1                | 22,2   | 564                   | 55     | 0,03    |
| 1,8                | 22,1   | 561                   | 55     | 0,07    |

| Byggnadsdel | Yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| väggar:     | 21,0                | 158,2                  |
| fönster :   | 21,8                | 7,8                    |
| tak:        | 21,5                | 60,85                  |
| golv:       | 21,0                | 60,48                  |

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Tydliga luft rörelser

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Svagt övertryck

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s) :

Frånluftsflöde (l/s) : 53,9

Normflöde (l/s) : 196

Maximalt luftutbyte (1/h) : 1,07

Hyllfaktor (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) : 0,14

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 9 st

Solskydd för fönster : Gardin + persienn

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

|                            |            |  |     |
|----------------------------|------------|--|-----|
| Placering av luftintag :   | Lastzon    | Renhet skovlar :                                 | Ok  |
| Märke, modell – aggregat : | Ecovent    | Finns driftinstruktion :                         | Nej |
| Filterklass :              | F7         | Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : | Nej |
| Principer för filterbyte : |            | Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat  | Nej |
| Typ av värmväxling :       | korsströms | Renhet batteri :                                 | Ok  |
| OVK – protokoll :          |            | Renhet i kanaler :                               | Ok  |
| Renhet filter :            | Ok         | Betyg enligt Sven Anderssons betygssystem :      | 3   |

Bedömning : Alla parametrar uppfyller normkrav

## 15 Bilaga 2 Mätprotokoll, Kungshögsskolan

### Lokal: B – hus, sal 7

Byggnadsår : 1974  
Grundläggning : Platta på mark och krypgrund  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Plåt  
Golvbeläggning : klinker  
Väggmaterial : Perstorpskiva + tapet  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Villor och radhus

#### Mått på klassrum

H (m) : 2,90 till 6 m  
L (m): 9,5 m  
B (m): 8 m  
Volym (m<sup>3</sup>): 338,2  
Väggarea (m<sup>2</sup>): 113,48  
Golvarea(m<sup>2</sup>): 76  
Takarea (m<sup>2</sup>): 80  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 12,96

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 15,5  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 354  
Våt temp i uteluft (%): 80  
T i tilluft i klassrum (°C) : 19  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm) : 638  
Våt temp i tilluft i klassrum (%): 43  
T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
Våt temp i tilluft i fläktrum (%):

Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 20,7   | 566                   | -      | 0,09    | 22         |
| 5         | 20,7   | 570                   | -      | 0,11    | 22         |
| 10        | 20,5   | 587                   | -      | 0,12    | 22         |
| 15        | 20,6   | 587                   | -      | 0,10    | 23         |
| 20        | 20,7   | 587                   | 60     | 0,11    | 23         |
| 25        | 20,6   | 583                   | 60     | 0,05    | 22         |
| 30        | 20,4   | 519                   | 53     | 0,10    | 21         |
| 35        | 20,2   | 542                   | 53     | 0,12    | 22         |
| 40        | 20,5   | 553                   | 50     | 0,14    | 22         |
| 45        | 20,6   | 576                   | 60     | 0,17    | 22         |
| 50        | 20,8   | 591                   | 60     | 0,11    | 22         |
| 55        | 20,9   | 617                   | 60     | 0,12    | 22         |
| 60        | 20,8   | 542                   | 60     | 0,05    | 5          |
| 65        | 20,9   | 616                   | 60     | 0,09    | 1          |
| 70        | 20,7   | 556                   | 53     | 0,07    | 1          |
| 75        | 20,5   | 514                   | 53     | 0,15    | 1          |
| 80        | 20,4   | 513                   | 50     | 0,11    | 5          |



### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 5

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 20,4   | 592                   | 60     | 0,05    |
| 0,6                | 21,0   | 601                   | 60     | 0,04    |
| 1,1                | 21,1   | 603                   | 60     | 0,10    |
| 1,8                | 21,2   | 619                   | 60     | 0,04    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m) |
|-------------|---------------------|----------|
| väggar:     | 20,1                | 113,48   |
| fönster :   | 20,5                | 12,96    |
| tak:        | 20,8                | 80       |
| golv:       | 20,3                | 76       |

operativ temp(°C): 20,37

Koldioxidhalt i frånluft (ppm):

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Tydliga luft rörelser

Kallras : Nej, inget synbart

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 45 l/s

Frånluftsflöde (l/s):

Normflöde (l/s): 202

Luftombyte (räknat på tilluft, 1/h): 0,48 ( högt i tak stor volym som ingen vistas i, sänker antagligen värde )

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,012

### Belysning

Typ : Lysrör ( stora rum ), lampor ( lilla rum )

Antal : 7 st ( stora rum ), 4 st ( lilla rum )

Solskydd för fönster : persienn

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag : På taket

Märke och modell på aggregat : Ecovent

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling : Korsströms värmväxling

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Renhet skovlar : Ok, framåtböjda

Hur stämmer verkliga flöden med de projekterade :

Hur stämmer verkliga flöden med de inställda :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 4

Bedömning : Samtliga parametrar uppfyller normkrav.

# 16 Bilaga 3 Mätprotokoll, Videdalsskolan

## Lokal: sal 10

Byggnadsår: 1967  
Grundläggning: Platta på mark  
Stomme: Tegel  
Typ av tak: Papptak  
Golvbeläggning: plastmatta  
Väggmaterial: Tegel  
Takmaterial: Träbrädor  
Typ av ventilationssystem: FT  
Typ av uppvärmning: Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö: Villor

### Mått på klassrum

H (m): 3,10 till 2,70  
L (m): 8,70  
B (m): 7,10  
Väggarea (m<sup>2</sup>): 91,6  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 61,77  
Takarea (m<sup>2</sup>): 61,87  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,7  
Volym (m<sup>3</sup>): 179,1  
Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,015

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 15,3  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 374  
RF i uteluft (%): 93

T i tilluft i klassrum (°C): 20,1  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 557  
RF i tilluft i klassrum (%): 65

T i tilluft i fläktrum (°C): 20,0  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm): 867  
RF i tilluft i fläktrum (%): 65

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 21,0   | 633                   | 55     | 0,01    | 23         |
| 5         | 21,2   | 760                   | 50     | 0,13    | 23         |
| 10        | 21,3   | 772                   | 55     | 0,03    | 2          |
| 15        | 21,4   | 775                   | 55     | 0,06    | 23         |
| 20        | 21,4   | 760                   | 55     | 0,03    | 23         |
| 25        | 21,5   | 770                   | 55     | 0,03    | 23         |
| 30        | 21,5   | 789                   | 55     | 0,02    | 24         |
| 35        | 21,6   | 793                   | 55     | 0,02    | 24         |
| 40        | 21,8   | 781                   | 50     | 0,01    | 24         |
| 45        | 21,7   | 785                   | 57     | 0,03    | 24         |
| 50        | 21,7   | 751                   | 55     | 0,04    | 24         |
| 55        | 21,7   | 729                   | 57     | 0,02    | 21         |
| 60        | 21,7   | 703                   | 57     | 0,06    | 1          |
| 65        | 21,4   | 588                   | 55     | 0,05    | 1          |
| 70        | 21,5   | 518                   | 55     | 0,06    | 1          |
| 75        | 21,2   | 492                   | 55     | 0,06    | 1          |
| 80        | 21,1   | 484                   | 55     | 0,02    | 1          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 21,4   | 525                   | 55     | 0,04    |
| 0,6                | 21,4   | 525                   | 55     | 0,03    |
| 1,1                | 21,4   | 526                   | 55     | 0,03    |
| 1,8                | 21,3   | 530                   | 55     | 0,02    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| Väggar      | 21,0                | 91,6                   |
| Fönster     | 20,5                | 7,7                    |
| tak:        | 21,1                | 61,87                  |
| golv:       | 20,8                | 61,77                  |

Operativtemp: 21,0 °C

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): i donet 503, i luften 507

Ventilationseffektivitet: 0,97

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Tydliga luft rörelser

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s) :

Frånluftsflöde (l/s) : 350 l/s

Normflöde (l/s) : 197

Luftombyte (1/h) : 7 ombyten

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 12

Solskydd för fönster : Gardin, heltäckande

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat :

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling : Plattvärmväxlare, korsvägs

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : lite smutsigt, 2,5 i betyg

Renhet batteri: 3-

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Renhet skovlar :

Hur stämmer verkliga flöden med de projekterade :

Hur stämmer verkliga flöden med de inställda :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Lite

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Bedömning : Alla parametrar uppfyller normkrav.

# 17 Bilaga 4 Mätprotokoll, Videdalsskolan

## Lokal: sal 19

Byggnadsår : 1967  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Betong  
Typ av tak :  
Golvbeläggning : plastmatta  
Väggmaterial : Gips, perstorpsskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Villor  
Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,009

### Mått på klassrum

H (m): 3,45  
L (m): 8,90  
B (m): 7,30  
Väggarea (m<sup>2</sup>): 111,8  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 65,0  
Takarea (m<sup>2</sup>): 65,0  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,8  
Volym (m<sup>3</sup>): 224,15

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 23,0 (sol !)  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 366  
RF i uteluft ( % ): 93

T i tilluft i klassrum (°C): Ventilation avstängd  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum ( ppm ): Ventilation avstängd  
RF i tilluft i klassrum ( % ):

T i tilluft i fläktrum (°C): 19,1  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum ( ppm ): 557  
RF i tilluft i fläktrum ( % ): solen ger fel värde att räkna på !

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> ( ppm ) | RF ( % ) | v ( m/s ) | antal pers |
|-----------|--------|-------------------------|----------|-----------|------------|
| 0         | 22,7   | 591                     | 50       | 0,08      | 23         |
| 5         | 22,9   | 591                     | 50       | 0,07      | 23         |
| 10        | 23,0   | 632                     | 50       | 0,05      | 23         |
| 15        | 23,1   | 651                     | 57       | 0,07      | 23         |
| 20        | 23,2   | 732                     | 50       | 0,16      | 10         |
| 25        | 23,0   | 664                     | 50       | 0,04      | 2          |
| 30        | 22,8   | 587                     | 50       | 0,02      | 2          |
| 35        | 22,8   | 558                     | 50       | 0,05      | 25         |
| 40        | 23,9   | 594                     | 54       | 0,02      | 25         |
| 45        | 23,2   | 690                     | 50       | 0,02      | 25         |
| 50        | 23,2   | 713                     | 50       | 0,09      | 25         |
| 55        | 23,2   | 749                     | 50       | 0,08      | 25         |
| 60        | 23,3   | 742                     | 50       | 0,06      | 25         |
| 65        | 23,3   | 758                     | 50       | 0,06      | 25         |
| 70        | 23,4   | 792                     | 50       | 0,09      | 25         |
| 75        | 23,8   | 781                     | 50       | 0,01      | 2          |
| 80        | 23,7   | 756                     | 50       | 0,01      | 1          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 24,0   | 825                   | 50     | 0,01    |
| 0,6                | 24,2   | 819                   | 50     | 0,02    |
| 1,1                | 23,7   | 750                   | 50     | 0,02    |
| 1,8                | 23,9   | 825                   | 50     | 0,05    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg:       | 21,6                | 30,7                   |
| vägg:       | 23,0                | 25,2                   |
| vägg:       | 22,7                | 30,7                   |
| vägg:       | 23,5                | 25,2                   |
| fönster :   | 20,5                | 7,8                    |
| golv:       | 22,6                | 65,0                   |

operativ temperatur: 22,9 °C

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): Ventilation avstängd

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): Ventilation avstängd

Frånluftsflöde (l/s): Ventilation avstängd

Normflöde (l/s): 233

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 9

Solskydd för fönster :

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat : Danvent

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling : Plattvärmväxlare

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Renhet skovlar :

Hur stämmer verkliga flöden med de projekterade :

Hur stämmer verkliga flöden med de inställda :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsköparen hur aggregatet regleras : Lite

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Kommentar : Systemet är inte helt färdiginstallerat

Bedömning : Alla parametrar uppfyller normkraven. Detta trots att ventilationen är avstängd.

# 18 Bilaga 5 Mätprotokoll, Risebergaskolan

## Lokal: sal 5

Byggnadsår : ca 1965  
Grundläggning : Platta på mark  
Stomme : Träregelstomme  
Typ av tak : Papp  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Perstorpsskiva  
Takmaterial : Perstorpsskiva  
Typ av ventilationssystem : Frånluft  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : Villor

### Mått på klassrum

H (m) : 3,15 till 2,70  
L (m): 8  
B (m): 7  
Väggarea (m<sup>2</sup>): 87,75  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 56  
Takarea (m<sup>2</sup>): 56,1  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,7  
Volym (m<sup>3</sup>): 164  
hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,014

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 8,8  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 428  
RF i uteluft (%): 45

T i tilluft i klassrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 357  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 21,8   | 911                   | 35     | 0,01    | 22         |
| 5         | 21,8   | 904                   | 35     | 0,03    | 22         |
| 10        | 22,3   | 893                   | 35     | 0,03    | 22         |
| 15        | 22,4   | 1024                  | 35     | 0,01    | 21         |
| 20        | 22,4   | 1019                  | 35     | 0,01    | 22         |
| 25        | 22,1   | 1042                  | 40     | 0,02    | 22         |
| 30        | 21,9   | 964                   | 35     | 0,05    | 22         |
| 35        | 21,8   | 1030                  | 37     | 0,02    | 22         |
| 40        | 21,8   | 1044                  | 37     | 0,02    | 22         |
| 45        | 21,0   | 925                   | 37     | 0,10    | 3          |
| 50        | 20,0   | 784                   | 38     | 0,01    | 12         |
| 55        | 19,3   | 735                   | 35     | 0,03    | 1          |
| 60        | 18,6   | 603                   | 41     | 0,04    | 1          |
| 65        | 18,4   | 530                   | 38     | 0,05    | 1          |
| 70        | 18,6   | 507                   | 38     | 0,03    | 1          |
| 75        | 18,9   | 520                   | 35     | 0,02    | 1          |
| 80        | 20     | 435                   | 38     | 0,03    | 2          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 2

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 19,8   | 458                   | 38     | 0,30    |
| 0,6                | 19,8   | 465                   | 38     | 0,04    |
| 1,1                | 19,8   | 462                   | 38     | 0,05    |
| 1,8                | 19,8   | 473                   | 38     | 0,05    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 21,7                | 25,2                   |
| vägg :      | 22,4                | 21,6                   |
| vägg :      | 22,5                | 20,5                   |
| vägg :      | 21,6                | 20,5                   |
| fönster :   | 18,1                | 7,7                    |
| tak:        | 20,3                | 56,1                   |
| golv:       | 21,0                | 56,0                   |

Medelstrålningstemperatur (°C): 21,2

operativ temp (°C): 20,5 °C

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 953 i donet , 908 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,09

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Mycket svag strömning

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 61,6

Frånluftsflöde (l/s): 250,9 ( orimligt ! )

Normflöde (l/s): 231

Luftombyte : 1,35 ( räknat på tilluft )

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,014

### Belysning

Typ : lysrör och lampor

Antal : 9 resp. 5

Solskydd för fönster : Gardin + utvändig markis

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

### Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Endast en frånluftsfläkt placerad i en golvlucka. Den var ej åtkomlig för mig att undersöka.

Bedömning : Koldioxidvärdena är i högsta laget – uppfyller inte riktigt normkraven. Övriga parametrar får godkänt.

# 19 Bilaga 6 Mätprotokoll, Risebergaskolan

## Lokal: Sal 2

Byggnadsår : 1994  
Grundläggning : Källare och platta  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Bokträ  
Väggmaterial : Tegel ( vitmålad )  
Takmaterial : Brädor  
Typ av ventilationssystem : Självdrag  
Typ av uppvärmning : Vattenburen radiator  
Omgivningsmiljö : Villor

### Mått på klassrum

H (m) : 3 till 6,5  
L (m): 8,7  
B (m): 7,2  
Väggarea (m<sup>2</sup>): 151,05  
Golvarea(m<sup>2</sup>): 62,6  
Takarea (m<sup>2</sup>): 69,6  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): För högt uppe att mäta stor del  
Volym (m<sup>3</sup>): 297,5  
Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,017

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 11,4  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 386  
RF i uteluft (%): 45

T i tilluft i klassrum (°C): 21  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): För högt uppe för att mäta.  
RF i tilluft i klassrum (%): 27

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

Tid vid start : 13<sup>00</sup>

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 22,2   | 751                   | 40     | 0,02    | 21         |
| 5         | 22,7   | 752                   | 40     | 0,01    | 21         |
| 10        | 23,1   | 896                   | 37     | 0,06    | 21         |
| 15        | 23,3   | 948                   | 34     | 0,01    | 21         |
| 20        | 23,5   | 979                   | 30     | 0,01    | 21         |
| 25        | 23,4   | 1045                  | 34     | 0,01    | 21         |
| 30        | 23,6   | 1135                  | 34     | 0,01    | 20         |
| 35        | 23,8   | 1160                  | 38     | 0,05    | 20         |
| 40        | 23,5   | 1175                  | 34     | 0,00    | 21         |
| 45        | 23,5   | 1176                  | 38     | 0,06    | 2          |
| 50        | 22,1   | 860                   | 38     | 0,04    | 2          |
| 55        | 21,3   | 734                   | 38     | 0,06    | 1          |
| 60        | 20,9   | 631                   | 32     | 0,10    | 2          |
| 65        | 20,6   | 576                   | 27     | 0,10    | 1          |
| 70        | 20,4   | 553                   | 32     | 0,06    | 1          |
| 75        | 20,3   | 538                   | 32     | 0,01    | 1          |
| 80        | 20,3   | 524                   | 30     | 0,06    | 1          |



Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | T (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 20,3   | 504                   | 30     | 0,05    |
| 0,6                | 20,1   | 522                   | 30     | 0,02    |
| 1,1                | 20,1   | 507                   | 30     | 0,03    |
| 1,8                | 20,1   | 503                   | 30     | 0,02    |

Yttertemperaturer

| Byggnadsdel | yttertemperaturer (°C) | Area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|------------------------|
| vägg :      | 22,2                   | 56,55                  |
| vägg :      | 22,1                   | 34,2                   |
| vägg :      | 20,7                   | 34,2                   |
| vägg :      | 19                     | 26,1                   |
| fönster :   |                        |                        |
| tak:        | 22,6                   | 69,6                   |
| golv:       | 21,9                   | 62,6                   |

operativ temp (°C): 20,9 °C

Koldioxidhalt i frånluft (ppm) : För högt uppe för att mäta

Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Svagt vid fönster

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 40,5

Frånluftsflöde (l/s): För högt uppe att mäta

Normflöde (l/s): 197

Luftombyte: 0,49 ( Mycket stor del av rummets volym vistas ingen i ! )

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,017

Belysning

Typ : Lampor

Antal : 9 st

Solskydd för fönster : Gardiner

Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Självdragsystem

Bedömning : Innemiljön uppfyller ej normkrav. Det är undertryck i klassrum, koldioxidvärdena är för höga, tilluftsflödet är för lågt och luftomsättningen är för låg. Alla dessa parametrar får underkänt. Temperaturerna och dragförhållandena får godkänt men totalt sett är klassrummets innemiljö klart underkänd.

## 20 Bilaga 7 Mätprotokoll, Geijerskolan

### Lokal: Sal 9

Byggnadsår : 1951  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Perstorpskiva  
Takmaterial : Ljudisoleringskiva  
Typ av ventilationssystem : FT - system  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Villor

#### Mått på klassrum

H (m) : 3,30  
L (m): 9  
B (m): 6,5  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 91,1  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 58,5  
Takarea (m<sup>2</sup>): 58,5  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 11,2  
Volym (m<sup>3</sup>): 193,05

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 11,0  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 515  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C): 14,3  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 659  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 20,5   | 805                   | 47     | 0,01    | 26         |
| 5         | 20,9   | 1344                  | 47     | 0,02    | 26         |
| 10        | 20,6   | 1328                  | 47     | 0,01    | 25         |
| 15        | 20,7   | 1350                  | 47     | 0,03    | 24         |
| 20        | 21,0   | 1399                  | 47     | 0,01    | 24         |
| 25        | 21,0   | 1473                  | 48     | 0,02    | 24         |
| 30        | 21,0   | 1427                  | 45     | 0,02    | 26         |
| 35        | 21,9   | 1457                  | 45     | 0,01    | 26         |
| 40        | 21,4   | 1501                  | 45     | 0,02    | 26         |
| 45        | 21,6   | 1541                  | 45     | 0,01    | 24         |
| 50        | 21,6   | 1462                  | 45     | 0,00    | 26         |
| 55        | 21,5   | 1526                  | 45     | 0,02    | 26         |
| 60        | 21,5   | 1502                  | 45     | 0,02    | 26         |
| 65        | 21,8   | 1519                  | 45     | 0,02    | 25         |
| 70        | 21,8   | 1526                  | 45     | 0,07    | 25         |
| 75        | 22,0   | 1467                  | 45     | 0,06    | 4          |
| 80        | 21,7   | 1373                  | 45     | 0,09    | 1          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | T (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 21,4   | 1218                  | 45     | 0,05    |
| 0,6                | 21,6   | 1237                  | 45     | 0,10    |
| 1,1                | 21,7   | 1266                  | 45     | 0,10    |
| 1,8                | 21,7   | 1280                  | 45     | 0,06    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | Area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 18,5                | 18,5                   |
| vägg :      | 20,2                | 29,7                   |
| vägg :      | 22,0                | 21,45                  |
| vägg :      | 22,2                | 21,45                  |
| fönster :   | 24,0                | 11,2                   |
| golv:       | 21,0                | 58,5                   |
| tak:        | 21,9                | 58,5                   |

Medelstrålningstemp (°C): 21,3

Operativ temp (°C): 21,5

Koldioxidhalt i frånluft (ppm) : 1477 i donet , 1461 i luften

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Starkt undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 108

Frånluftsflöde (l/s):

Normflöde (l/s): 234

Luftombyte : 2,01

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,0021

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 12

Solskydd för fönster : Persienn + gardin

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat : PM – luft type GAV - 008

Filterklass : f7

Principer för filterbyte : Senaste byte 11 – 12 - 03

Typ av värmväxling : Luft / luft - plattvärmväxlare

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Bedömning : Inneklimatet uppfyller ej normkraven. Koldioxidvärdena är för höga. Tilluftsflödet är för lågt och dessutom byter det ibland riktning. Övriga parametrar får godkänt.

## 21 Bilaga 8 Mätprotokoll, Geijerskolan

### Lokal: Sal 11

Byggnadsår :  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Perstorpskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Villor

#### Mått på klassrum

H (m): 3  
L (m): 9  
B (m): 6,5  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 81,8  
Golvarea(m<sup>2</sup>): 58,5  
Takarea (m<sup>2</sup>): 58,5  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 11,2  
Volym (m<sup>3</sup>): 175,5

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 11  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 527  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C) : 13,8  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 820  
RF i tilluft i klassrum (%): 60

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 20,1   | 1441                  | 37     | 0,01    | 26         |
| 5         | 22     | 1489                  | 37     | 0,01    | 26         |
| 10        | 22,5   | 1532                  | 37     | 0,05    | 12         |
| 15        | 22,4   | 1430                  | 45     | 0,02    | 12         |
| 20        | 22,3   | 1479                  | 45     | 0,03    | 12         |
| 25        | 22,3   | 1446                  | 45     | 0,03    | 12         |
| 30        | 22,4   | 1384                  | 45     | 0,05    | 12         |
| 35        | 22,2   | 1386                  | 45     | 0,02    | 12         |
| 40        | 22,2   | 1371                  | 45     | 0,00    | 12         |
| 45        | 22,9   | 1366                  | 45     | 0,01    | 12         |
| 50        | 22,1   | 1383                  | 40     | 0,06    | 12         |
| 55        | 22,0   | 1375                  | 40     | 0,02    | 12         |
| 60        | 22,0   | 1363                  | 40     | 0,01    | 12         |
| 65        | 22,6   | 1310                  | 40     | 0,01    | 12         |
| 70        | 21,9   | 1340                  | 40     | 0,02    | 12         |
| 75        | 22,0   | 1326                  | 40     | 0,01    | 12         |
| 80        | 22,0   | 1313                  | 40     | 0,01    | 12         |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 12

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 21,9   | 1169                  | 40     | 0,02    |
| 0,6                | 22,0   | 1298                  | 40     | 0,04    |
| 1,1                | 22,1   | 1319                  | 40     | 0,04    |
| 1,8                | 22,1   | 1313                  | 40     | 0,04    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 19,5                | 15,8                   |
| vägg :      | 21,1                | 27                     |
| vägg :      | 20,3                | 19,5                   |
| vägg :      | 21,7                | 19,5                   |
| fönster :   | 27,5                | 11,2                   |
| golv:       | 21,9                | 58,5                   |
| tak :       | 21,9                | 58,5                   |

Medelstrålningstemperatur : 21,7 °C

operativ temp : 21,9 °C

Koldioxidhalt i frånluft (ppm):1359 i donet , 1374 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,00

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : stillastående

Kallras : nej

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 141,4

Frånluftsflöde (l/s): 48 ( Luften måste gå ut någon annanstans eller så är flödena orimliga )

Normflöde (l/s): 195

Luftombyte (1/h): 2,89

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,046

### Belysning

Typ : lysrör

Antal : 10

Solskydd för fönster : Persienn

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat : PM – Luft type GAVF – 0,08

Filterklass : F7

Principer för filterbyte : Senaste gång 11-12-03

Typ av värmväxling : luft / luft - plattvärmväxling

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Bedömning : Inneklimatet uppfyller ej normkraven. Koldioxidvärdena är för höga. Tilluftsflödet är för lågt och dessutom byter det ibland riktning. Övriga parametrar får godkänt.

## 22 Bilaga 9 Mätprotokoll, Hindby småskola

### Lokal: Blåa rummet

Skolans adress :  
Byggnadsår : 1902  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Perstorpskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : Villor

### Mått på klassrum

H (m): 2,40  
L (m): 4,60  
B (m): 5  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 43,56  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 23  
Takarea (m<sup>2</sup>): 23  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 1,26  
Volym (m<sup>3</sup>): 55,2

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,065

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 9  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 391  
RF i uteluft (%): 100

T i tilluft i klassrum (°C) : 49  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm) : 579  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 23,2   | 1099                  | 40     | 0,06    | 11         |
| 5         | 23,4   | 1043                  | 40     | 0,06    | 10         |
| 10        | 23,5   | 1042                  | 40     | 0,02    | 11         |
| 15        | 23,6   | 1074                  | 40     | 0,06    | 10         |
| 20        | 23,5   | 1024                  | 40     | 0,01    | 10         |
| 25        | 23,2   | 997                   | 40     | 0,03    | 10         |
| 30        | 23,4   | 1051                  | 40     | 0,01    | 10         |
| 35        | 23,7   | 1065                  | 40     | 0,05    | 20         |
| 40        | 23,9   | 1074                  | 40     | 0,07    | 20         |
| 45        | 24,1   | 1058                  | 40     | 0,05    | 20         |
| 50        | 24,2   | 1053                  | 40     | 0,05    | 19         |
| 55        | 24,7   | 1310                  | 40     | 0,06    | 24         |
| 60        | 24,6   | 1221                  | 40     | 0,02    | 9          |
| 65        | 23,8   | 966                   | 40     | 0,05    | 4          |
| 70        | 23,5   | 857                   | 40     | 0,04    | 5          |
| 75        | 23,7   | 822                   | 40     | 0,04    | 6          |
| 80        | 23,6   | 773                   | 40     | 0,05    | 5          |

Mätningar vid slutet av lektion      Antal pers i rum : 5

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 23,9   | 757                   | 40     | 0,03    |
| 0,6                | 23,7   | 756                   | 40     | 0,04    |
| 1,1                | 23,6   | 750                   | 40     | 0,03    |
| 1,8                | 23,6   | 780                   | 40     | 0,04    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 23,0                | 12                     |
| vägg :      | 24,0                | 12                     |
| vägg :      | 22,8                | 11,04                  |
| vägg :      | 21,2                | 9,78                   |
| fönster :   | 18,5                | 1,26                   |
| tak:        | 26,4                | 23                     |
| golv:       | 23,7                | 23                     |

Medelstrålningstemp: (°C) : 23,9

operativ temp(°C) : 23,8

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 821 i donet , 753 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,19

#### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående / Svaga luftrörelser

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

#### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s) :

Frånluftsflöde (l/s) : 9,5

Normflöde (l/s) : 198

Luftombyte (1/h) : 0,62

#### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 4

Solskydd för fönster : Nej

#### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

#### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat : Danvent

Filterklass :

Principer för filterbyte :

Typ av värmeväxling :

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Rostigt

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsköparen hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Ja

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Kommentar : Betyget höjs för att systemet är injusterat men rosten tyder på fukt eller eftersatt underhåll.

Bedömning : Innemiljön uppfyller inte normkraven. Koldioxidvärden är för höga. Det är undertryck i klassrum vilket tillsammans med det låga frånluftsflödet tyder på för lågt tilluftsflöde. Övriga parametrar får godkänt.

## 23 Bilaga 10 Mätprotokoll, Hindby småskola

### Lokal: Gröna rummet

Byggnadsår : 1902  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tegel  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Perstorpsskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Villor

#### Mått på klassrum

H (m) : 2,35 till 1,25  
L (m): 9,60  
B (m): 5,15  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 53,92  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 46,35  
Takarea (m<sup>2</sup>): 50,32  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 2,52  
Volym (m<sup>3</sup>): 103,23  
Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,07

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 9  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 366  
RF i uteluft (%): 100

T i tilluft i klassrum (°C) : 21,6  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm) : 478  
RF i tilluft i klassrum (%): 45

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

Tid vid start : 10<sup>40</sup>

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | Antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 22,3   | 614                   | 40     | 0,10    | 16         |
| 5         | 22,3   | 604                   | 40     | 0,03    | 16         |
| 10        | 22,0   | 538                   | 40     | 0,02    | 16         |
| 15        | 21,7   | 514                   | 40     | 0,02    | 16         |
| 20        | 21,9   | 544                   | 40     | 0,06    | 16         |
| 25        | 22,3   | 629                   | 40     | 0,10    | 6          |
| 30        | 22,3   | 591                   | 40     | 0,03    | 1          |
| 35        | 22,3   | 631                   | 40     | 0,05    | 16         |
| 40        | 22,1   | 575                   | 40     | 0,04    | 16         |
| 45        | 22,2   | 579                   | 42     | 0,02    | 16         |
| 50        | 22,4   | 590                   | 42     | 0,08    | 16         |
| 55        | 22,5   | 591                   | 42     | 0,07    | 16         |
| 60        | 22,4   | 661                   | 42     | 0,05    | 14         |
| 65        | 22,7   | 671                   | 42     | 0,07    | 12         |
| 70        | 22,4   | 537                   | 42     | 0,03    | 2          |
| 75        | 22,5   | 533                   | 42     | 0,05    | 2          |
| 80        | 22,9   | 490                   | 42     | 0,03    | 1          |



Mätningar vid slutet av lektion :

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 22,7   | 472                   | 42     | 0,2     |
| 0,6                | 22,9   | 465                   | 42     | 0,02    |
| 1,1                | 22,8   | 509                   | 42     | 0,03    |
| 1,8                | 23,0   | 519                   | 42     | 0,04    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 22,5                | 12                     |
| vägg :      | 20,5                | 10,21                  |
| vägg :      | 22,2                | 10,21                  |
| vägg :      | 22,6                | 21,15                  |
| fönster :   | 19,7                | 2,52                   |
| tak:        | 23,5                | 50,32                  |
| golv:       | 22,7                | 46,35                  |

Medelstrålningstemp (°C): 22,7

Operativ temp (°C): 22,75

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 439 i donet , 509 i luften

Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Goda luftrörelser

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Helt öppet till korridoren, ingen dörr.

Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 211,75

Frånluftsflöde (l/s) : 47,6

Normflöde (l/s): 191

Luftombyte (1/ h): 7,38 ( räknat på tilluft )

Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 10

Solskydd för fönster : Inget

Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat : Danvent

Filterklass :

Principer för filterbyte :

Typ av värmeväxling :

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Rostigt

Renhet skovlar :

Hur stämmer verkliga flöden med de projekterade :

Hur stämmer verkliga flöden med de inställda :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Ja

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 3

Kommentar : Betyg höjs för att drifttekniker varit där och injusterat systemet, dock tyder rosten på ett fuktigt system eller eftersatt underhåll.

Bedömning : Innemiljön får godkänt. Alla parametrar får godkänt.

## 24 Bilaga 11 Mätprotokoll, Holmaskolan

### Lokal: Sal 7

Byggnadsår : ca 1970  
Grundläggning : Platta på mark  
Stomme : Trästomme  
Typ av tak :  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Gipsskiva + färg  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : Höghus

#### Mått på klassrum

H (m) : 2,90  
L (m): 9,60  
B (m): 7,50  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 93,3  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 72  
Takarea (m<sup>2</sup>): 72  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 5,88  
Volym (m<sup>3</sup>): 208,8  
Hyllfaktor ( m/m<sup>3</sup> ) : 0,0375

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 11,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 344  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C): 21,0  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm):  
RF i tilluft i klassrum (%): 40

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 19,1   | 677                   | 42     | 0,00    | 20         |
| 5         | 20,8   | 695                   | 42     | 0,01    | 20         |
| 10        | 21,5   | 653                   | 42     | 0,03    | 21         |
| 15        | 22,0   | 753                   | 42     | 0,01    | 20         |
| 20        | 22,1   | 734                   | 42     | 0,02    | 20         |
| 25        | 22,2   | 736                   | 42     | 0,02    | 20         |
| 30        | 22,3   | 788                   | 42     | 0,03    | 20         |
| 35        | 22,4   | 784                   | 42     | 0,01    | 20         |
| 40        | 22,4   | 753                   | 42     | 0,03    | 20         |
| 45        | 22,3   | 751                   | 42     | 0,03    | 20         |
| 50        | 22,4   | 740                   | 42     | 0,06    | 20         |
| 55        | 22,5   | 779                   | 42     | 0,06    | 20         |
| 60        | 22,3   | 748                   | 42     | 0,07    | 19         |
| 65        | 22,5   | 735                   | 42     | 0,06    | 16         |
| 70        | 22,5   | 770                   | 42     | 0,02    | 17         |
| 75        | 22,4   | 735                   | 42     | 0,06    | 16         |
| 80        | 22,6   | 723                   | 42     | 0,05    | 16         |

Mätningar vid slutet av lektion Antal pers i rum : 2

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (°C) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|---------|---------|
| 0,1                | 22,9   | 825                   | 42      | 0,02    |
| 0,6                | 23,0   | 789                   | 42      | 0,03    |
| 1,1                | 22,9   | 759                   | 42      | 0,05    |
| 1,8                | 22,6   | 749                   | 42      | 0,05    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 22,0                | 21,75                  |
| vägg :      | 21,9                | 21,75                  |
| vägg :      | 21,8                | 27,84                  |
| vägg :      | 21,5                | 21,96                  |
| fönster :   | 19,7                | 5,88                   |
| tak:        | 21,5                | 72                     |
| golv:       | 21,0                | 72                     |

Medelstrålningstemp (°C): 21,4

operativ temp (°C): 22,15

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 758 i donet , 756 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,00

Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Svaga luft rörelser

Kallras : Ja

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s):

Frånluftsflöde (l/s) :

Normflöde (l/s): 200

Luftombyte (1/h):

Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 11

Solskydd för fönster : Gardin

Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag : Tak

Märke och modell på aggregat : Reco thec Heatex

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling :

Redovisning av OVK – protokoll :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat :

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 0 till 3,5

Kommentar : Allt är låst och inget är utmärkt

Bedömning : Inneklimat får godkänt. Alla parametrar får godkänt.

## 25 Bilaga 12 Mätprotokoll, Holmaskolan

### Lokal: Sal 8

Byggnadsår : ca 1970  
Grundläggning : Platta på mark  
Stomme : Träreglar  
Typ av tak :  
Golveläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Gipsskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skiva  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : Höghus

#### Mått på klassrum

H (m): 2,90  
L (m): 8,50  
B (m): 8,0  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 89,82  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 68  
Takarea (m<sup>2</sup>): 68  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 5,88  
Volym (m<sup>3</sup>): 197,2  
Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,04

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 11,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 359  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C): 21,0  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 434  
RF i tilluft i klassrum (%): 37

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 19,8   | 450                   | 40     | 0,02    | 2          |
| 5         | 20,4   | 468                   | 40     | 0,02    | 2          |
| 10        | 20,4   | 461                   | 40     | 0,02    | 2          |
| 15        | 21,0   | 549                   | 40     | 0,02    | 9          |
| 20        | 21,3   | 611                   | 40     | 0,02    | 9          |
| 25        | 21,4   | 586                   | 40     | 0,06    | 10         |
| 30        | 21,5   | 670                   | 40     | 0,04    | 10         |
| 35        | 21,6   | 627                   | 40     | 0,01    | 10         |
| 40        | 21,8   | 598                   | 40     | 0,04    | 10         |
| 45        | 21,9   | 585                   | 40     | 0,01    | 10         |
| 50        | 21,9   | 623                   | 40     | 0,01    | 10         |
| 55        | 21,8   | 626                   | 40     | 0,02    | 10         |
| 60        | 22,0   | 609                   | 40     | 0,02    | 15         |
| 65        | 22,1   | 685                   | 40     | 0,03    | 17         |
| 70        | 22,1   | 646                   | 40     | 0,01    | 4          |
| 75        | 22,1   | 586                   | 37     | 0,06    | 4          |
| 80        | 22,0   | 553                   | 37     | 0,04    | 2          |

Mätningar vid slutet av lektion : Antal pers i rum : 2

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 22,3   | 547                   | 37     | 0,02    |
| 0,6                | 22,4   | 553                   | 37     | 0,02    |
| 1,1                | 22,5   | 518                   | 37     | 0,03    |
| 1,8                | 23,0   | 577                   | 37     | 0,03    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 23,8                | 24,65                  |
| vägg :      | 21,5                | 18,77                  |
| vägg :      | 21,5                | 23,2                   |
| vägg :      | 22,5                | 23,2                   |
| fönster :   | 20,3                | 5,88                   |
| tak:        | 21,9                | 68                     |
| golv:       | 21,1                | 68                     |

Medelstrålningstemp (°C): 21,8

Operativ temp (°C): 22,15

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 439 i donet , 473 i luften

Ventilationseffektivitet : 0,70

#### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Svaga luftförelser

Kallras : Ja

Luftbalans med andra rum : Rejält övertryck i klassrum

#### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s):

Frånluftsflöde (l/s):

Normflöde (l/s): 199

Luftombyte (1/h):

#### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 11

Solskydd för fönster : Gardin

#### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

#### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag : Tak

Märke och modell på aggregat : Reco thec Heatex

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling :

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter :

Renhet batteri:

Renhet i till och frånluftskanaler :

Renhet skovlar :

Hur stämmer verkliga flöden med de projekterade :

Hur stämmer verkliga flöden med de inställda :

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat :

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : Inget betyg men mellan 0 och 3,5

Kommentar : Allt är låst och inget är utmärkt

Bedömning : Alla parametrar får godkänt. Inneklimatet får godkänt.

## 26 Bilaga 13 Mätprotokoll, Pauliskolan

### Lokal : Sal 205

Byggnadsår : 1850  
Grundläggning : Källare  
Stomme :  
Typ av tak : Papp  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Puts + färg  
Takmaterial : Puts + färg  
Typ av ventilationssystem :  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme , radiator av äldre modell  
Omgivningsmiljö : Innerstan

#### Mått på klassrum

H (m) : 3,90  
L (m): 9,60  
B (m): 8,50  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 124,4  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 81,6  
Takarea (m<sup>2</sup>): 81,6  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 16,8  
Volym (m<sup>3</sup>): 318,24

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,005

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 9,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 439  
RF i uteluft (%): 90

T i tilluft i klassrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm) :  
RF i tilluft i klassrum ( % ):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 18,9   | 1379                  | 55     | 0,01    | 24         |
| 5         | 20,6   | 1476                  | 55     | 0,01    | 24         |
| 10        | 22,3   | 1477                  | 55     | 0,01    | 24         |
| 15        | 23,2   | 1564                  | 55     | 0,04    | 24         |
| 20        | 23,1   | 1582                  | 55     | 0,02    | 24         |
| 25        | 23,4   | 1629                  | 55     | 0,06    | 24         |
| 30        | 23,5   | 1716                  | 55     | 0,02    | 24         |
| 35        | 23,4   | 1698                  | 55     | 0,02    | 22         |
| 40        | 23,2   | 1983                  | 55     | 0,01    | 22         |
| 45        | 23,5   | 1983                  | 55     | 0,02    | 2          |
| 50        | 23,02  | 1961                  | 55     | 0,02    | 1          |
| 55        | 23,1   | 1930                  | 55     | 0,05    | 1          |
| 60        | 23,1   | 1960                  | 55     | 0,06    | 1          |
| 65        | 23,1   | 1961                  | 55     | 0,03    | 1          |
| 70        | 23,1   | 1936                  | 55     | 0,02    | 1          |
| 75        | 23,1   | 1921                  | 55     | 0,02    | 1          |
| 80        | 23,0   | 1896                  | 55     | 0,01    | 1          |

Mätningar vid slutet av lektion : Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 23,1   | 1941                  | 55     | 0,00    |
| 0,6                | 23,2   | 1943                  | 55     | 0,00    |
| 1,1                | 23,2   | 1921                  | 55     | 0,01    |
| 1,8                | 23,5   | 1929                  | 55     | 0,00    |

#### Yttemperaturer

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 20,5                | 29,04                  |
| vägg :      | 20,0                | 29,04                  |
| vägg :      | 21,8                | 33,15                  |
| vägg :      | 22,4                | 33,15                  |
| fönster :   | 18,8                | 16,8                   |
| tak:        | 22,8                | 81,6                   |
| golv:       | 22,8                | 81,6                   |

Medelstrålningstemp(°C): 21,9

operativ temp(°C): 22,55

koldioxidhalt i frånluft (ppm): i donet , i luften

#### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Helt stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Varken över eller undertryck i klassrum

#### Ventilationsflöde

Normflöde (l/s): 204

#### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 8

Solskydd för fönster : Nej

#### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

#### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat :

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling : Plattvärmväxlare

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat :

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 2

Kommentar : Liten fläkt samt att jag inte vill ge något på denna skola som har med ventilation att göra ett godkänt betyg.

Bedömning : Inneklimatet uppfyller ej normkrav. Allt tyder på att systemet är underdimensionerat.

Koldioxidvärdena uppfyller ej normkrav. Inget övertryck i klassrum. Det gick inte att mäta i de mycket få och små ventilationsdonen men allt tyder på att flödena är små eller obefintliga.

## 27 Bilaga 14 Mätprotokoll, Pauliskolan

### Lokal: A228

Byggnadsår : 1850  
Grundläggning : Källare  
Stomme :  
Typ av tak : Papp  
Golvbeläggning :  
Väggmaterial :Puts + Färg  
Takmaterial : Puts + färg  
Typ av ventilationssystem : Självdrag eventuellt fläkthärdat  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Centrum

#### Mått på klassrum

H (m) : 3,90  
L (m): 12  
B (m): 8  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 150,4  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 96  
Takarea (m<sup>2</sup>): 96  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 5,6  
Volym (m<sup>3</sup>): 374,4

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,0043

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 9,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 439  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm):  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 18,9   | 914                   | 50     | 0,01    | 24         |
| 5         | 20,6   | 1089                  | 50     | 0,01    | 24         |
| 10        | 22,3   | 1072                  | 50     | 0,01    | 24         |
| 15        | 23,2   | 1177                  | 50     | 0,04    | 24         |
| 20        | 23,1   | 1302                  | 50     | 0,02    | 24         |
| 25        | 23,4   | 1325                  | 50     | 0,06    | 24         |
| 30        | 23,5   | 1475                  | 50     | 0,02    | 24         |
| 35        | 23,4   | 1490                  | 50     | 0,02    | 22         |
| 40        | 23,2   | 1498                  | 50     | 0,01    | 22         |
| 45        | 23,5   | 1538                  | 50     | 0,02    | 2          |
| 50        | 23,2   | 1596                  | 50     | 0,02    | 1          |
| 55        | 23,1   | 1551                  | 50     | 0,05    | 1          |
| 60        | 23,1   | 1286                  | 50     | 0,06    | 1          |
| 65        | 23,1   | 1209                  | 50     | 0,03    | 1          |
| 70        | 23,1   | 1075                  | 50     | 0,02    | 1          |
| 75        | 23,1   | 1020                  | 50     | 0,02    | 1          |
| 80        | 23,0   | 1000                  | 50     | 0,01    | 1          |



### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 23,1   | 914                   | 50     | 0,00    |
| 0,6                | 23,2   | 980                   | 50     | 0,00    |
| 1,1                | 23,2   | 990                   | 50     | 0,01    |
| 1,8                | 23,5   | 983                   | 50     | 0,00    |

### Yttertemperaturer

| Byggnadsdel | yttertemperaturer (°C) | area ( m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|-------------------------|
| vägg :      | 19,9                   | 46,8                    |
| vägg :      | 19,7                   | 41,2                    |
| vägg :      | 21,9                   | 31,2                    |
| vägg :      | 22,1                   | 31,2                    |
| fönster :   | 18,8                   | 5,6                     |
| tak:        | 22,8                   | 96                      |
| golv:       | 22,8                   | 96                      |

Medelstrålningstemp (°C): 21,8

Operativ temp(°C): 22,5

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Varken över eller undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Normflöde (l/s): 244

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 8

Solskydd för fönster :

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Placering av luftintag :

Märke och modell på aggregat :

Filterklass : F7

Principer för filterbyte :

Typ av värmväxling : Plattvärmväxlare

Redovisning av OVK – protokoll :

Renhet filter : Ok

Renhet batteri: Ok

Renhet i till och frånluftskanaler : Ok

Renhet skovlar : Ok

Finns det driftinstruktion : Nej

Vet fastighetsskötaren hur aggregatet regleras : Nej

Är termiska klimatet i vistelsezonen injusterat : Nej

Betyg enligt Sven Anderssons betygsskala : 2

Kommentar : Liten fläkt och dessutom vill jag inte ge någonting godkänt som har med ventilation att göra på denna skola.

Bedömning : Inneklimatet uppfyller ej normkrav. Allt tyder på att systemet är underdimensionerat. Koldioxidvärdena är för höga. Inget övertryck i klassrum. Det gick inte att mäta i de mycket få och små ventilationsdonen men allt tyder på att flödena är små eller obefintliga.

## 28 Bilaga 15 Mätprotokoll, St Petri

### Lokal: Sal 105

Byggnadsår : 1900  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tung  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Trä 1,4 m upp sedan puts + färg uppåt till tak.  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem :  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Centrum

#### Mått på klassrum

H (m): 3,70  
L (m): 8  
B (m): 6,50  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 204,0  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 52  
Takarea (m<sup>2</sup>): 52  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,3  
Volym (m<sup>3</sup>): 192,4

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,008

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 13,7  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 431  
RF i uteluft (%): 90

T i tilluft i klassrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum ( ppm ):  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 20,8   | 857                   | 55     | 0,01    | 27         |
| 5         | 21,0   | 1078                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 10        | 21,5   | 1128                  | 55     | 0,00    | 27         |
| 15        | 21,8   | 989                   | 55     | 0,01    | 27         |
| 20        | 22,2   | 1267                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 25        | 22,2   | 1452                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 30        | 22,2   | 1581                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 35        | 22,5   | 1771                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 40        | 22,4   | 1971                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 45        | 22,4   | 1994                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 50        | 22,6   | 2139                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 55        | 22,7   | 2237                  | 55     | 0,01    | 27         |
| 60        | 22,8   | 2439                  | 55     | 0,03    | 27         |
| 65        | 22,8   | 2513                  | 55     | 0,05    | 2          |
| 70        | 22,5   | 2252                  | 55     | 0,01    | 3          |
| 75        | 22,4   | 2206                  | 55     | 0,06    | 1          |
| 80        | 22,6   | 2176                  | 55     | 0,06    | 1          |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum : 1, fönster öppet

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 21,8   | 1617                  | 55     | 0,01    |
| 0,6                | 22,0   | 1534                  | 55     | 0,01    |
| 1,1                | 22,2   | 1520                  | 55     | 0,01    |
| 1,8                | 22,3   | 1519                  | 55     | 0,01    |

### Yttertemperatur

| Byggnadsdel | Yttertemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|------------------------|
| vägg :      | 21,4                   | 29,6                   |
| vägg :      | 21,2                   | 22,29                  |
| vägg :      | 21,3                   | 24,05                  |
| vägg :      | 21,2                   | 24,05                  |
| fönster :   | 19,0                   | 7,3                    |
| tak:        | 22,7                   | 52                     |
| golv:       | 20,7                   | 52                     |

Medelstrålningstemp (°C): 21,4

operativ temp(c°): 21,8

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s) :

Frånluftsflöde (l/s) : 5,9 l/s

Normflöde : 228

Luftombyte (1/h) : 0,11

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 4 fungerande, 2 sönder

Solskydd för fönster : Nej

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

### Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Gick ej att ta sig in i fläktrum.

Bedömning : Allt tyder på att systemet är underdimensionerat. Koldioxidvärdena uppfyller ej normkrav. Inget övertryck i klassrum. Det gick inte att mäta i tilluftsdon men eftersom det är undertryck i klassrum och frånluftsflödet är mycket lågt torde tilluftsflödet vara för lågt.

## 29 Bilaga 16 Mätprotokoll, St Petri

### Lokal: 110

Byggnadsår : 1900  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Betong  
Typ av tak : Tegelpannor  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Trä upp 1,40 m sedan puts + färg upp till taket.  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem : Finns inte  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Centrum

#### Mått på klassrum

H (m) : 3,70

L (m): 8

B (m): 6,50

Väggarea(m<sup>2</sup>): 100,0

Golvarea (m<sup>2</sup>): 52

Takarea (m<sup>2</sup>): 52

Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 7,31

Volym (m<sup>3</sup>): 192,4

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>) : 0,008

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 13,7

Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 431

RF i uteluft (%): 90

T i tilluft i klassrum (°C):

Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm):

RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):

Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):

RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min : ( Det var lektion 5 min tidigare. )

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 21,0   | 2476                  | 65     | 0,02    | 21         |
| 5         | 21,1   | 2492                  | 65     | 0,01    | 21         |
| 10        | 21,1   | 2475                  | 65     | 0,02    | 21         |
| 15        | 21,5   | 2519                  | 65     | 0,03    | 21         |
| 20        | 21,7   | 2584                  | 65     | 0,02    | 21         |
| 25        | 21,7   | 2688                  | 65     | 0,05    | 2          |
| 30        | 20,9   | 2096                  | 65     | 0,02    | 2          |
| 35        | 21,1   | 2547                  | 65     | 0,05    | 28         |
| 40        | 21,5   | 2565                  | 65     | 0,04    | 28         |
| 45        | 21,7   | 2758                  | 65     | 0,05    | 28         |
| 50        | 22,1   | 2891                  | 64     | 0,01    | 28         |
| 55        | 22,3   | 2902                  | 64     | 0,04    | 28         |
| 60        | 22,4   | 2970                  | 64     | 0,04    | 28         |
| 65        | 22,5   | 3122                  | 64     | 0,04    | 28         |
| 70        | 22,5   | 3195                  | 64     | 0,04    | 28         |
| 75        | 22,5   | 3523                  | 64     | 0,04    | 28         |
| 80        | 22,5   | 3448                  | 64     | 0,04    | 28         |

### Mätningar vid slutet av lektion :

Antal pers i rum :

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (°C) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|---------|---------|
| 0,1                | 22,5   | 2958                  | 64      | 0,02    |
| 0,6                | 22,6   | 3127                  | 64      | 0,06    |
| 1,1                | 22,6   | 3043                  | 64      | 0,06    |
| 1,8                | 22,6   | 3195                  | 64      | 0,05    |

### Yttertemperaturer

| Byggnadsdel | yttertemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------|------------------------|
| vägg :      | 19,0                   | 22,29                  |
| vägg :      | 21,2                   | 29,6                   |
| vägg :      | 21,1                   | 24,05                  |
| vägg :      | 19,0                   | 24,05                  |
| fönster :   | 19,0                   | 7,31                   |
| tak:        | 22,4                   | 52                     |
| golv:       | 20,8                   | 52                     |

Medelstrålningstemp (°C): 20,8

operativ temp(°C): 21,7

### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Stillastående

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Undertryck i klassrum

### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s):

Frånluftsflöde (l/s):

Normflöde (l/s): 228

Luftombyte (1/h):

### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 8

Solskydd för fönster : Gardin

### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

### Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Gick inte att komma in i fläktrummet.

**Bedömning :** Drag och temperaturförhållanden uppfyller normkrav. Övriga parametrar uppfyller inte normkrav. Ventilationen är obefintlig. Det är undertryck i klassrum och koldioxidvärdena är tre gånger högre än övre tillåtna gränsvärde.

## 30 Bilaga 17 Mätprotokoll, Kryddgårdsskolan

Lokal: Sal 11  
Byggnadsår : 1974  
Grundläggning : Platta på mark och källare  
Stomme : Betongpelare  
Typ av tak : Papp  
Golvbeläggning : Parkett  
Väggmaterial : Perstorpsskiva  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem : FT  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : höghus , rosengård

### Mått på klassrum

H (m): 2,90  
L (m): 7,5  
B (m): 8,5  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 88,98  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 63,75  
Takarea (m<sup>2</sup>): 63,75  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 3,83  
Volym (m<sup>3</sup>): 184,88

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 16,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 434  
RF i uteluft (%): 80

T i tilluft i klassrum (°C): 20,8  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 592  
RF i tilluft i klassrum (%): 60

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 20,9   | 673                   | 50     | 0,02    | 13         |
| 5         | 20,9   | 662                   | 50     | 0,02    | 13         |
| 10        | 21,1   | 671                   | 50     | 0,02    | 13         |
| 15        | 21,5   | 592                   | 50     | 0,02    | 1          |
| 20        | 21,6   | 591                   | 50     | 0,02    | 1          |
| 25        | 21,6   | 552                   | 50     | 0,01    | 1          |
| 30        | 21,3   | 544                   | 50     | 0,05    | 1          |
| 35        | 21,4   | 542                   | 50     | 0,01    | 14         |
| 40        | 21,6   | 619                   | 50     | 0,04    | 22         |
| 45        | 21,7   | 648                   | 50     | 0,03    | 22         |
| 50        | 22,0   | 671                   | 50     | 0,08    | 22         |
| 55        | 22,2   | 715                   | 50     | 0,02    | 22         |
| 60        | 22,0   | 713                   | 50     | 0,04    | 22         |
| 65        | 22,2   | 743                   | 50     | 0,03    | 22         |
| 70        | 22,2   | 806                   | 50     | 0,02    | 22         |
| 75        | 22,3   | 754                   | 50     | 0,04    | 22         |
| 80        | 22,4   | 782                   | 50     | 0,06    | 22         |

Mätningar vid slutet av lektion :

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 22,4   | 781                   | 50     | 0,06    |
| 0,6                | 22,4   | 758                   | 50     | 0,02    |
| 1,1                | 22,4   | 772                   | 50     | 0,10    |
| 1,8                | 22,4   | 778                   | 50     | 0,06    |

| Byggnadsdel | Yttemperatur (°C) | Area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------------|------------------------|
| vägg :      | 21,5              | 21,75                  |
| vägg :      | 21,1              | 17,93                  |
| vägg :      | 21,5              | 24,65                  |
| vägg :      | 21,3              | 24,65                  |
| fönster :   | 21,2              | 3,83                   |
| tak:        | 21,8              | 63,75                  |
| golv:       | 21,2              | 63,75                  |

Medelstrålningstemp (°C): 21,6

operativ temp(°C): 22,0

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 750 i donet , 782 i luften

Ventilationseffektivitet : 0,91

Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Svårt att uttolka.

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 152

Frånluftsflöde (l/s): 44,8

Normflöde (l/s): 197

Luftombyte (1/h): 2,96

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,018

Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 6

Solskydd för fönster : Persienn + gardin

Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Nej

Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Fick ej lov att undersöka fläktrum

**Bedömning** : Alla parametrar uppfyller normkrav.

# 31 Bilaga 18 Mätprotokoll, Kryddgårdsskolan

## Lokal: Thomsons fritidshem

Byggnadsår : 1974  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Betong  
Typ av tak :  
Golveläggning : Plastmatta  
Väggmaterial : Tapet  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem : FT, deplacerande  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme + värmning av tilluft  
Omgivningsmiljö : Höghus

### Mått på klassrum

H (m) : 2,4  
L (m) : 9,0  
B (m) : 7,0  
Väggarea(m<sup>2</sup>): 71,8  
Golvarea (m<sup>2</sup>): 63,0  
Takarea (m<sup>2</sup>): 63,0  
Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 5  
Volym (m<sup>3</sup>): 151,2

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,018

### Mätningar på luft

T i uteluft (°C): 16,6  
Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 434  
RF i uteluft (%): 76

T i tilluft i klassrum (°C): 20,0  
Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm):  
RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):  
Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):  
RF i tilluft i fläktrum (%):

### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 23,5   | 599                   | 54     | 0,03    | 24         |
| 5         | 23,7   | 597                   | 54     | 0,02    | 24         |
| 10        | 23,5   | 760                   | 54     | 0,02    | 24         |
| 15        | 23,2   | 789                   | 54     | 0,03    | 24         |
| 20        | 23,1   | 777                   | 54     | 0,03    | 24         |
| 25        | 23,2   | 852                   | 54     | 0,12    | 24         |
| 30        | 23,3   | 749                   | 54     | 0,02    | 17         |
| 35        | 23,2   | 793                   | 54     | 0,07    | 18         |
| 40        | 23,2   | 827                   | 54     | 0,01    | 18         |
| 45        | 23,5   | 806                   | 54     | 0,06    | 18         |
| 50        | 23,4   | 810                   | 54     | 0,05    | 18         |
| 55        | 23,5   | 738                   | 54     | 0,02    | 25         |
| 60        | 24     | 812                   | 54     | 0,04    | 25         |
| 65        | 23,8   | 697                   | 54     | 0,02    | 4          |
| 70        | 23,6   | 660                   | 54     | 0,02    | 4          |
| 75        | 23,6   | 628                   | 54     | 0,05    | 5          |
| 80        | 23,4   | 646                   | 54     | 0,11    | 4          |



Mätningar vid slutet av lektion :

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 23,9   | 612                   | 54     | 0,03    |
| 0,6                | 23,7   | 615                   | 54     | 0,07    |
| 1,1                | 23,6   | 628                   | 54     | 0,05    |
| 1,8                | 24,0   | 648                   | 54     | 0,06    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 23,0                | 16,6                   |
| vägg :      | 23,5                | 21,6                   |
| vägg :      | 23,2                | 16,8                   |
| vägg :      | 22,8                | 16,8                   |
| fönster :   | 23,9                | 5,0                    |
| tak:        | 25,7                | 63,0                   |
| golv:       | 22,7                | 63,0                   |

Medelstrålningstemp (°C): 23,8

operativ temp(°C): 23,7

Koldioxidhalt i frånluft (ppm) : 827 i donet , 738 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,29

Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : För mycket elever för att undersöka

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s) : 132

Frånluftsflöde (l/s) : Öppen dörr hela tiden

Normflöde (l/s) : 197

Luftombyte (1/h) : 3,14

Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 9

Solskydd för fönster : Gardin

Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Fick inte lov att undersöka fläktrum.

**Bedömning** : Alla parametrar uppfyller normkraven.

## 32 Bilaga 19 Mätprotokoll, Magistratsskolan

### Lokal: Sal 7

Skolans adress : Rådmansgatan  
Byggnadsår : ca 1930  
Grundläggning : Källare  
Stomme : Tegel  
Typ av tak :  
Golvbeläggning : Plastmatta  
Väggmaterial :Gipsskivor, väv + målning  
Takmaterial : Ljudisolerande skivor  
Typ av ventilationssystem :  
Typ av uppvärmning : Vattenburen värme  
Omgivningsmiljö : Innerstan

#### Mått på klassrum

H (m) : 3,30

L (m): 8,0

B (m): 5,4

Väggarea(m<sup>2</sup>): 82,52

Golvarea (m<sup>2</sup>): 43,2

Takarea (m<sup>2</sup>): 43,2

Fönsterarea (m<sup>2</sup>): 5,92

Volym (m<sup>3</sup>): 142,56

Hyllfaktor (m/m<sup>3</sup>): 0,034

#### Mätningar på luft

T i uteluft (°C):

Koldioxidhalt i uteluft (ppm): 400

RF i uteluft (%):

T i tilluft i klassrum (°C): 20,5

Koldioxidhalt i tilluft i klassrum (ppm): 449

RF i tilluft i klassrum (%):

T i tilluft i fläktrum (°C):

Koldioxidhalt i tilluft i fläktrum (ppm):

RF i tilluft i fläktrum (%):

#### Mätningar i klassrum var 5 min på 1,1 m höjd under 80 min :

| Tid (min) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) | antal pers |
|-----------|--------|-----------------------|--------|---------|------------|
| 0         | 21,4   | 810                   | 45     | 0,04    | 21         |
| 5         | 21,6   | 875                   | 45     | 0,24    | 21         |
| 10        | 21,8   | 818                   | 45     | 0,14    | 1          |
| 15        | 21,6   | 706                   | 45     | 0,07    | 1          |
| 20        | 21,5   | 667                   | 45     | 0,11    | 1          |
| 25        | 22,8   | 625                   | 45     | 0,20    | 1          |
| 30        | 21,5   | 609                   | 45     | 0,15    | 1          |
| 35        | 21,4   | 579                   | 45     | 0,04    | 1          |
| 40        | 21,4   | 576                   | 45     | 0,03    | 1          |
| 45        | 21,6   | 665                   | 45     | 0,04    | 1          |
| 50        | 21,7   | 713                   | 45     | 0,02    | 17         |
| 55        | 21,8   | 671                   | 45     | 0,04    | 17         |
| 60        | 21,7   | 699                   | 45     | 0,30    | 17         |
| 65        | 21,6   | 676                   | 45     | 0,09    | 17         |
| 70        | 21,6   | 667                   | 45     | 0,16    | 17         |
| 75        | 21,7   | 697                   | 45     | 0,08    | 17         |
| 80        | 21,8   | 698                   | 45     | 0,08    | 17         |

#### Mätningar vid slutet av lektion :

| Höjd över golv (m) | t (°C) | CO <sub>2</sub> (ppm) | RF (%) | v (m/s) |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| 0,1                | 21,8   | 699                   | 45     | 0,06    |
| 0,6                | 21,8   | 659                   | 45     | 0,09    |
| 1,1                | 21,8   | 705                   | 45     | 0,05    |
| 1,8                | 21,8   | 1012                  | 45     | 0,09    |

| Byggnadsdel | yttemperaturer (°C) | area (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| vägg :      | 19,5                | 20,48                  |
| vägg :      | 20,6                | 26,4                   |
| vägg :      | 21,9                | 17,82                  |
| vägg :      | 20,5                | 17,82                  |
| fönster :   | 20,7                | 5,92                   |
| tak:        | 21,6                | 43,2                   |
| golv:       | 20,4                | 43,2                   |

Medelstrålningstemp (°C): 20,8

operativ temp(°C): 21,3

Koldioxidhalt i frånluft (ppm): 616 i donet , 576 i luften

Ventilationseffektivitet : 1,22

#### Rökgasundersökning

Bedömning av strömningsbild : Svaga luft rörelser utan rörelsemönster.

Kallras : Nej

Luftbalans med andra rum : Övertryck i klassrum

#### Ventilationsflöde

Tilluftsflöde (l/s): 168,8

Frånluftsflöde (l/s): 56,5

Luftombyte (1/h): 4,26

Normflöde(l/s): 190

#### Belysning

Typ : Lysrör

Antal : 9

Solskydd för fönster : Gardin

#### Uppvärmning

Typ : vattenburen värme, radiator

Möjlighet att reglera temp från klassrum : Ja

#### Undersökning av ventilationssystem

Kommentar : Fick ej lov att undersöka fläktrum.

**Bedömning** : Alla parametrar uppfyller normkrav.

## 33 Bilaga 20

### Sven Anderssons betygsskala för ventilationssystem

#### Betyg 1

En totalt misskött anläggning  
Filter och batterier igensatta med smuts  
Till och frånluftskanaler smutsiga  
Till och frånluftsflödena stämmer ej med projekterade värden  
Det råder obalans mellan rummen  
Styr och reglerutrustningen är ”okänslig”  
Driftsinstruktioner saknas  
Fastighetsskötaren saknar kompetens

#### Betyg 2

Filter och batterier smutsiga  
Till och frånluftskanaler smutsiga  
Det råder obalans mellan rummen  
Styr och reglerutrustning har för stora toleranser mellan bör och ärvärden  
Driftsinstruktioner finns men används ej  
Fastighetsskötaren behöver fortbildning

#### Betyg 2

Filter har godtagbar skötsel  
Batterier är smutsiga  
Till- och frånluftskanalerna behöver rengöras  
Till- och frånluftsflödena är godtagbara

#### Betyg 4

Anläggningen är välskött  
Filter, batterier, skovelblad och kanaler är rena från smuts  
Till och frånluftsflödena är i enlighet med projekterade värden  
Det råder balans i rummen  
Styr och reglerutrustningen ligger inom de rätta toleransnivåerna  
Driftsinstruktionerna är i gott skick och driftsteknikern är kompetent  
Det termiska klimatet i vistelsezonen ej justerat

#### Betyg 4

Lika med betyg 5 men det termiska klimatet är injusterat

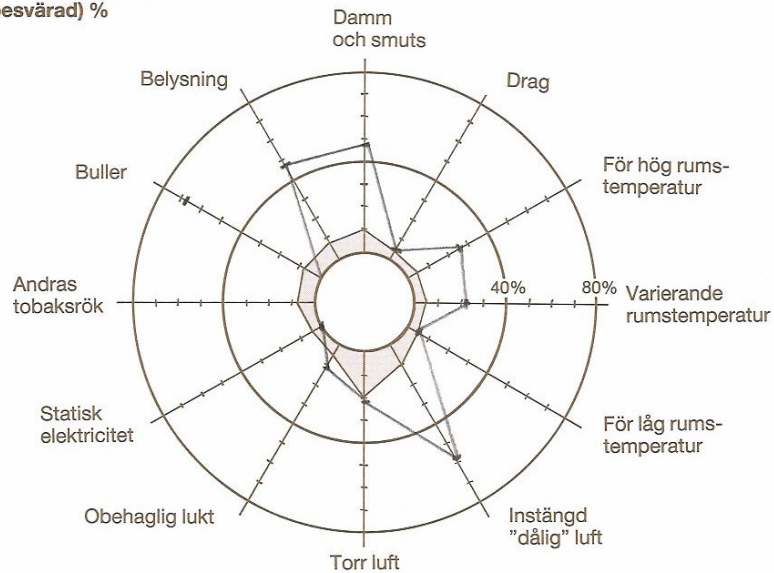
# 34 Bilaga 21 Rosdiagram sammanställda av enkätsvar

## Geijerskolan – skolpersonal – 19 st svarande

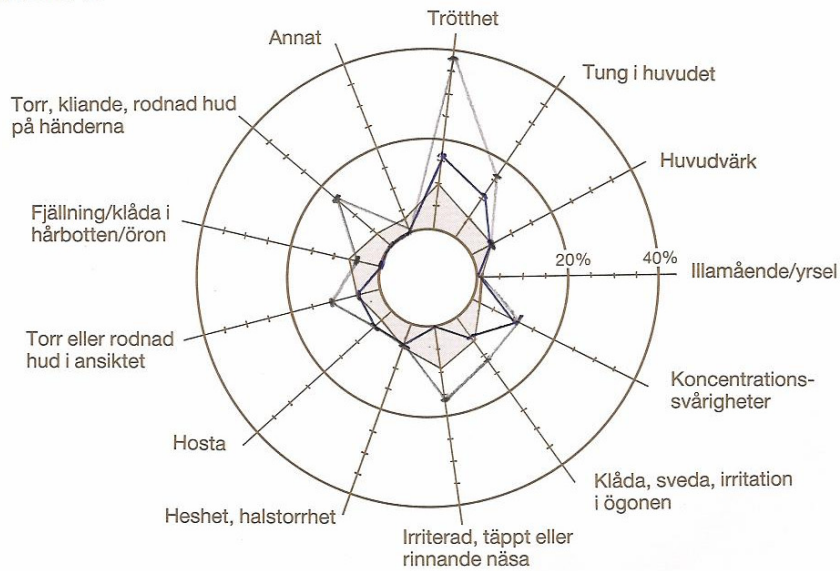
**INOMHUSKLIMAT** Arbetsmiljö MM 040 NA

Referensdata baseras på 319 individer  
(136 män, 183 kvinnor) i 9 "friska" byggnader.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvär) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



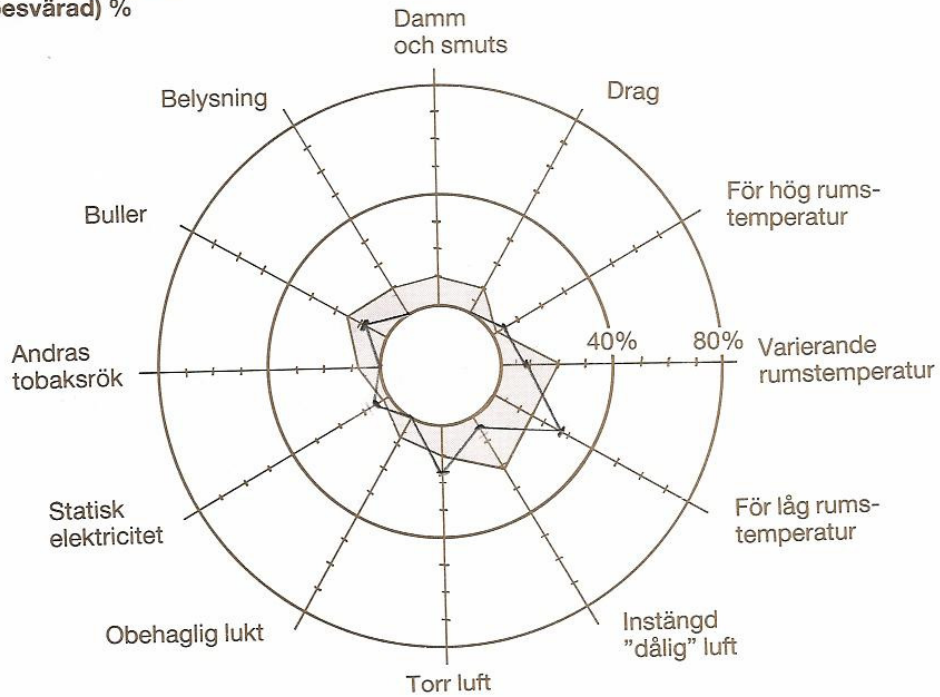
Miljömed., YMK Örebro, 9003/2 K. Andersson

# Geijerskolan – elever sal 11 – 22 st

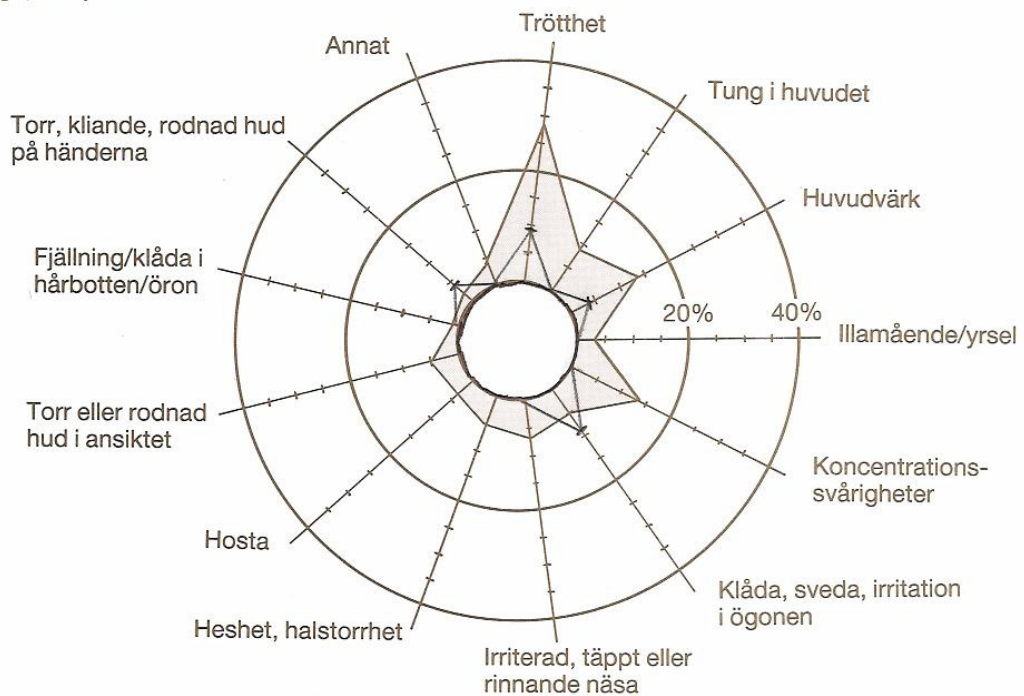
## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmaterialalets storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

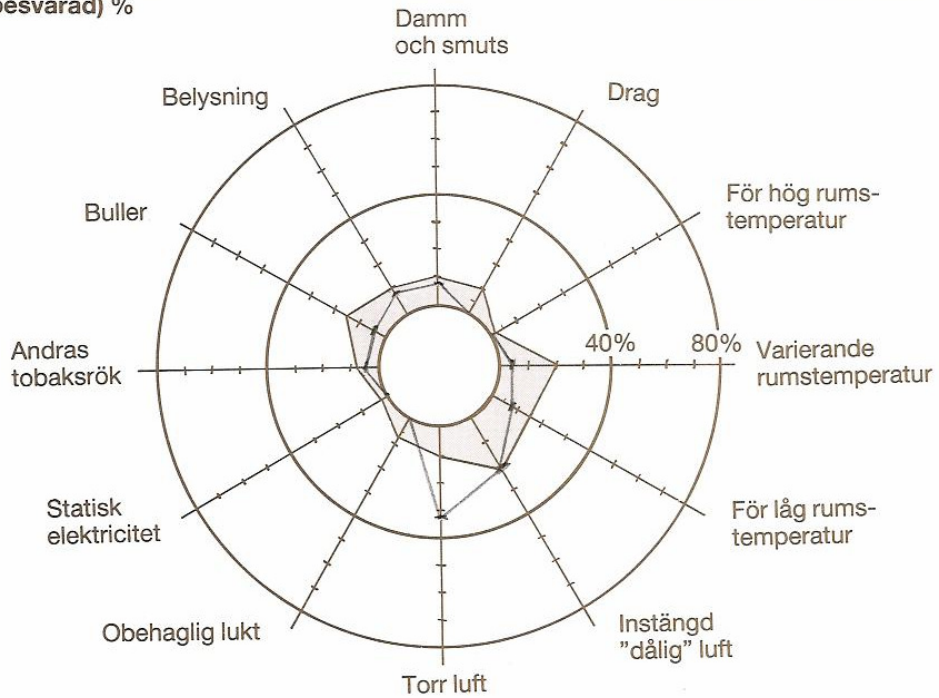


# Geijerskolan – elever sal 9 – 24 st

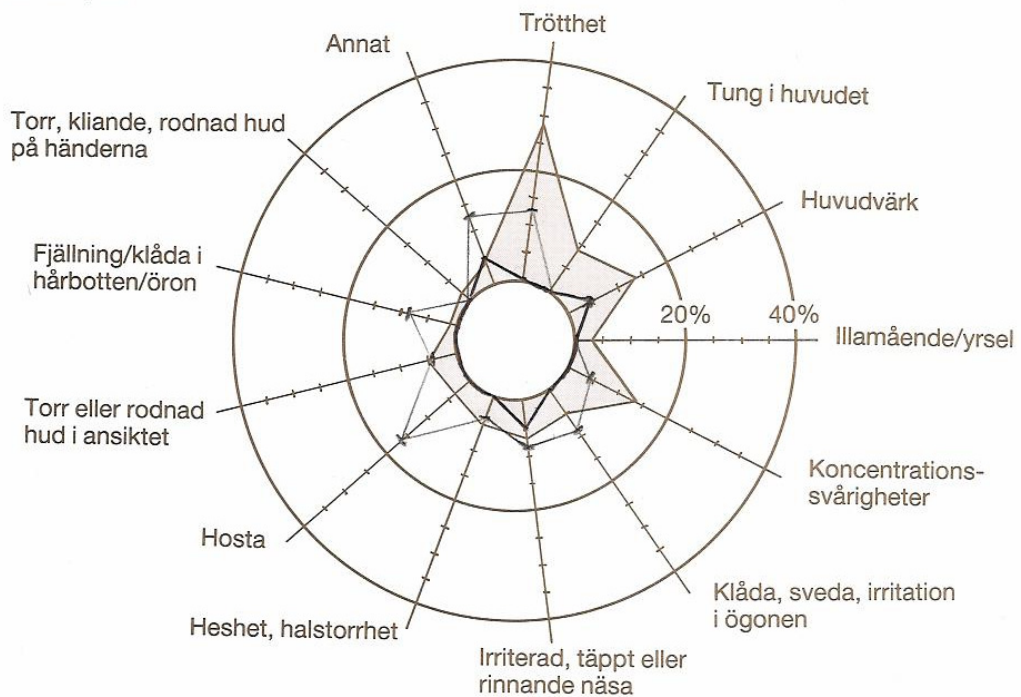
## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmateriallets storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



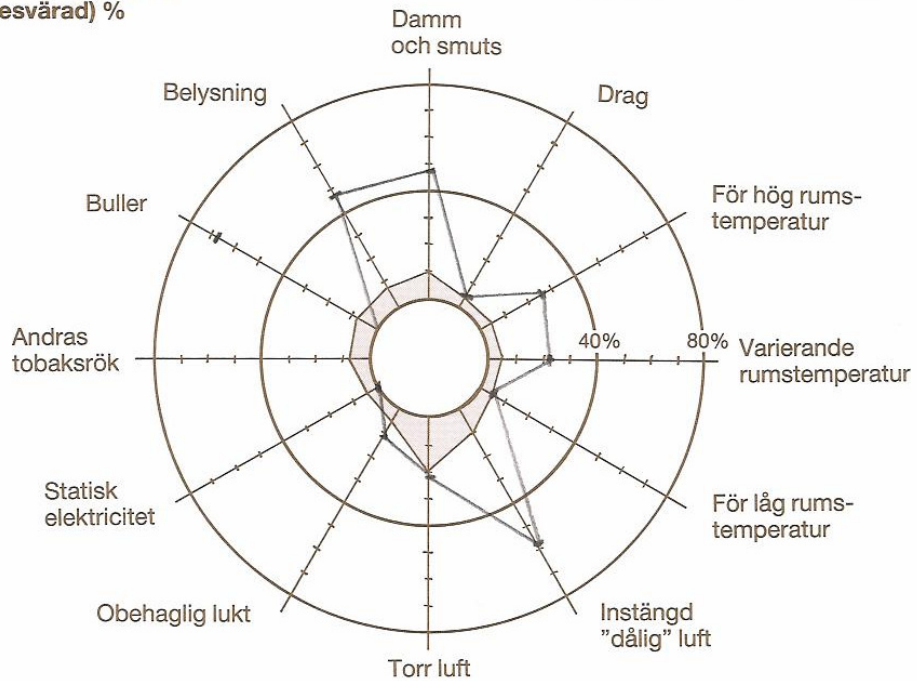
med, YMK Örebro, 8911/2/K Andersson

# Hindby småskola – skolpersonal – 14 st svarande

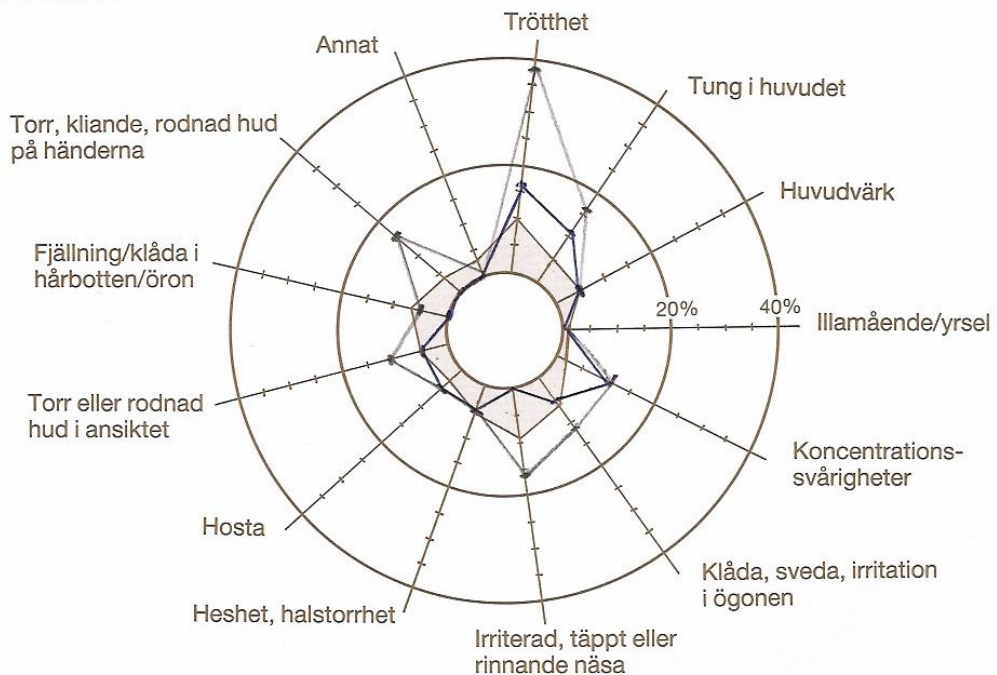
## INOMHUSKLIMAT Arbetsmiljö MM 040 NA

Referensdata baseras på 319 individer  
(136 män, 183 kvinnor) i 9 "friska" byggnader.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



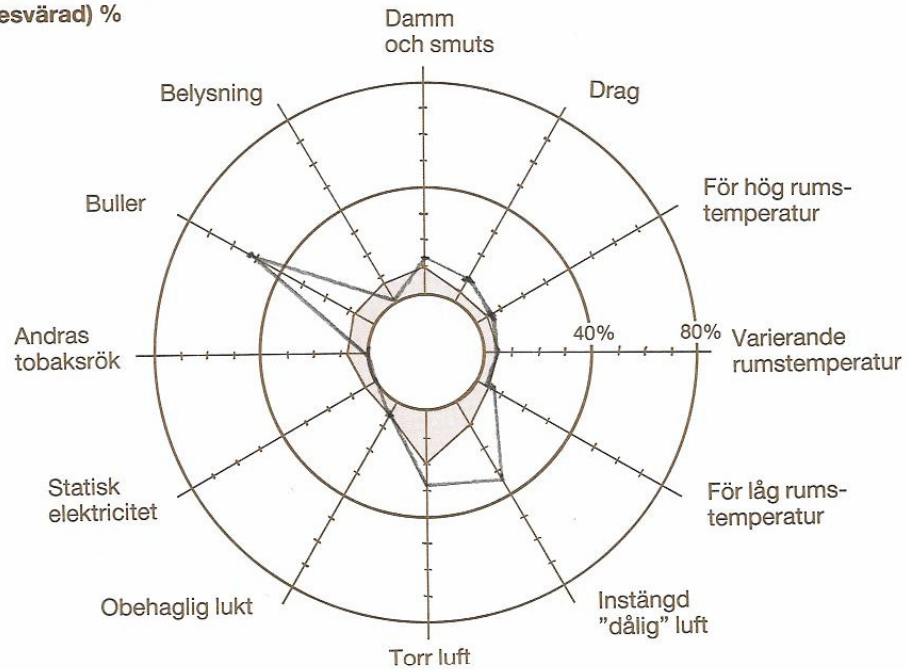


# Kryddgårdsskolan – skolpersonal – 31 st svarande

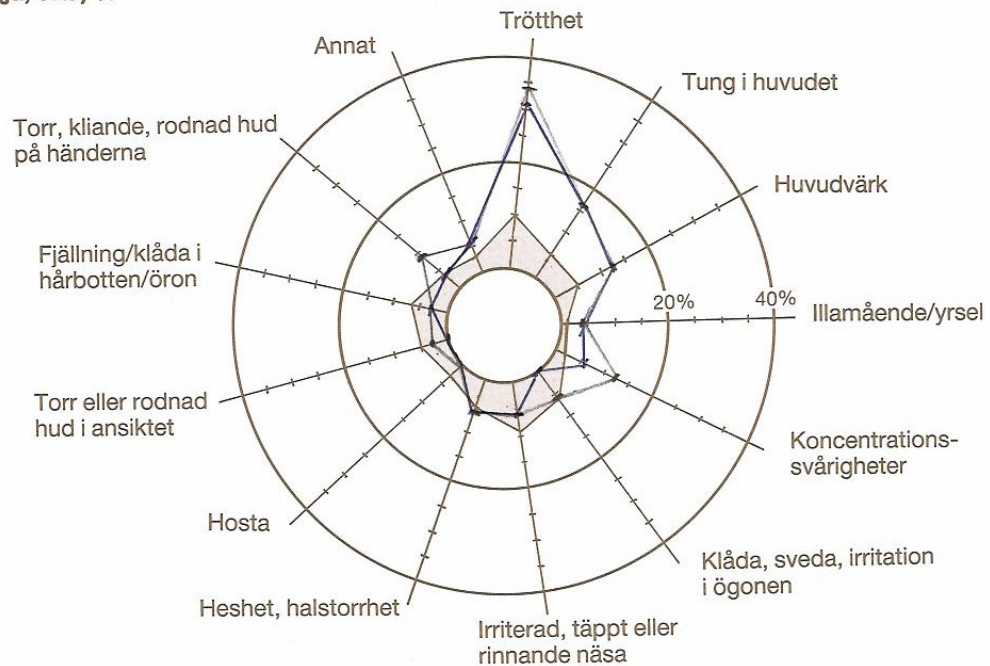
## INOMHUSKLIMAT Arbetsmiljö MM 040 NA

Referensdata baseras på 319 individer  
(136 män, 183 kvinnor) i 9 "friska" byggnader.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

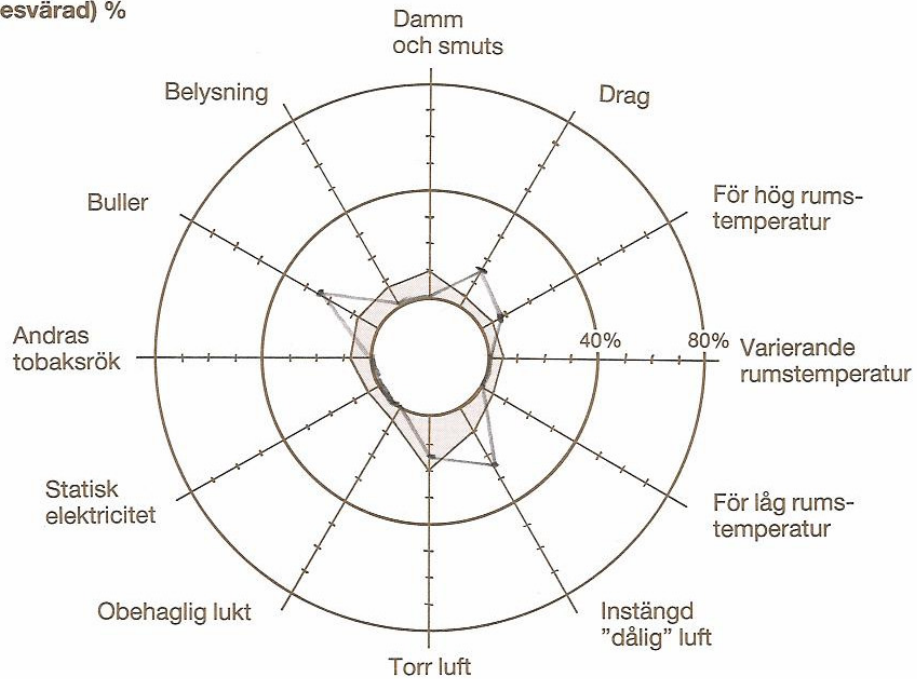


# Kungshögsskolan – skolpersonal – 14 st svarande

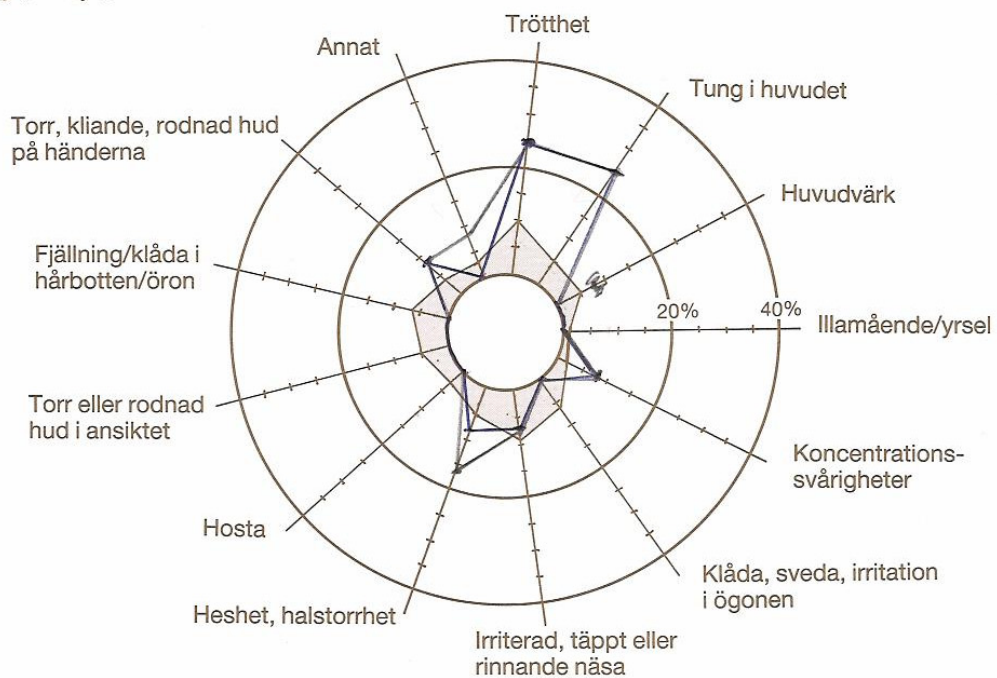
## INOMHUSKLIMAT Arbetsmiljö MM 040 NA

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %

Referensdata baseras på 319 individer  
(136 män, 183 kvinnor) i 9 "friska" byggnader.



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

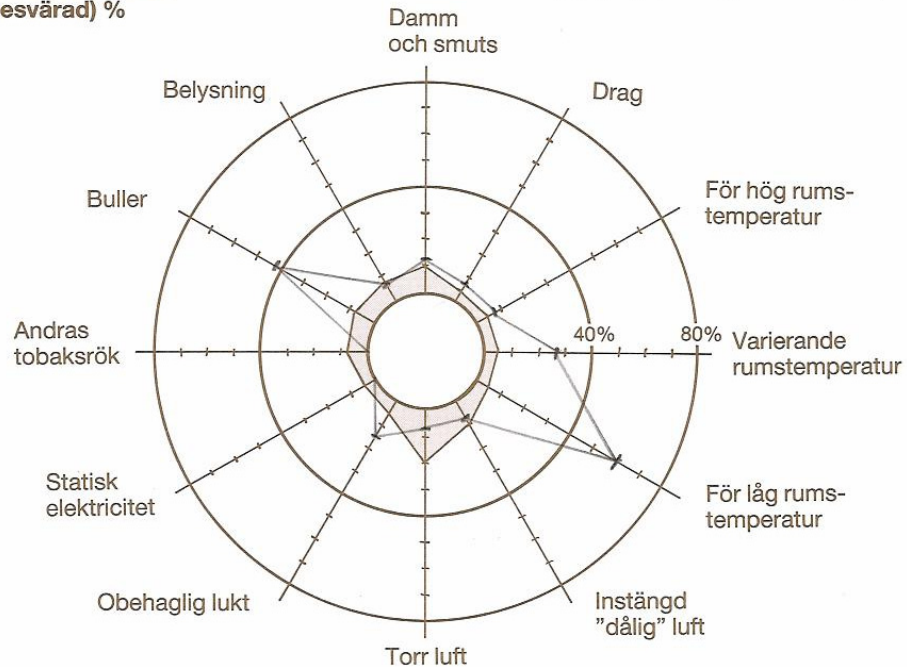


# Magistratsskolan – skolpersonal – 18 st svarande

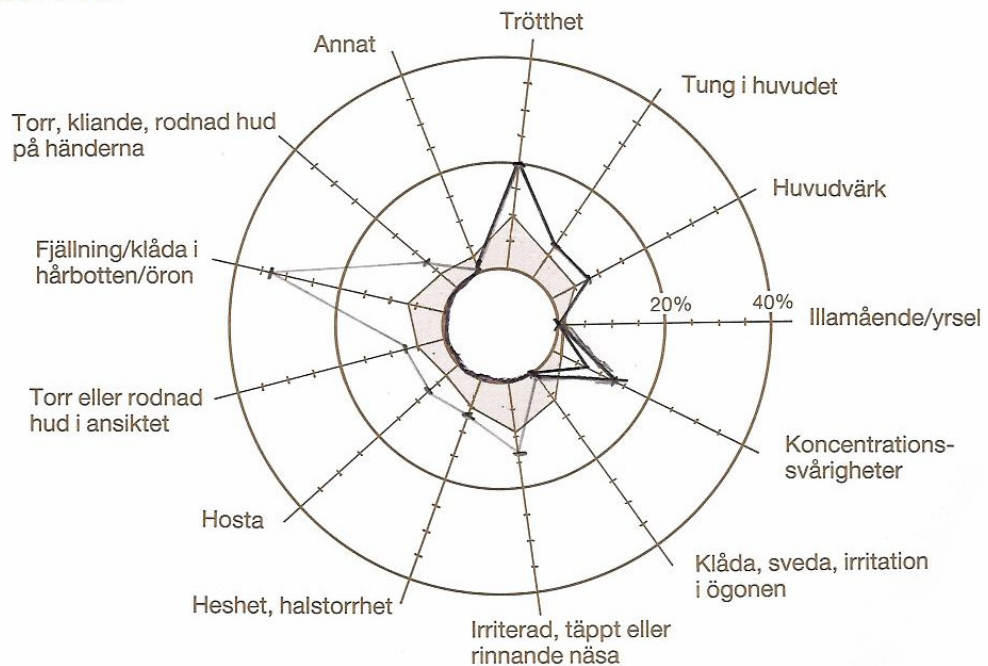
## INOMHUSKLIMAT Arbetsmiljö MM 040 NA

Referensdata baseras på 319 individer  
(136 män, 183 kvinnor) i 9 "friska" byggnader.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

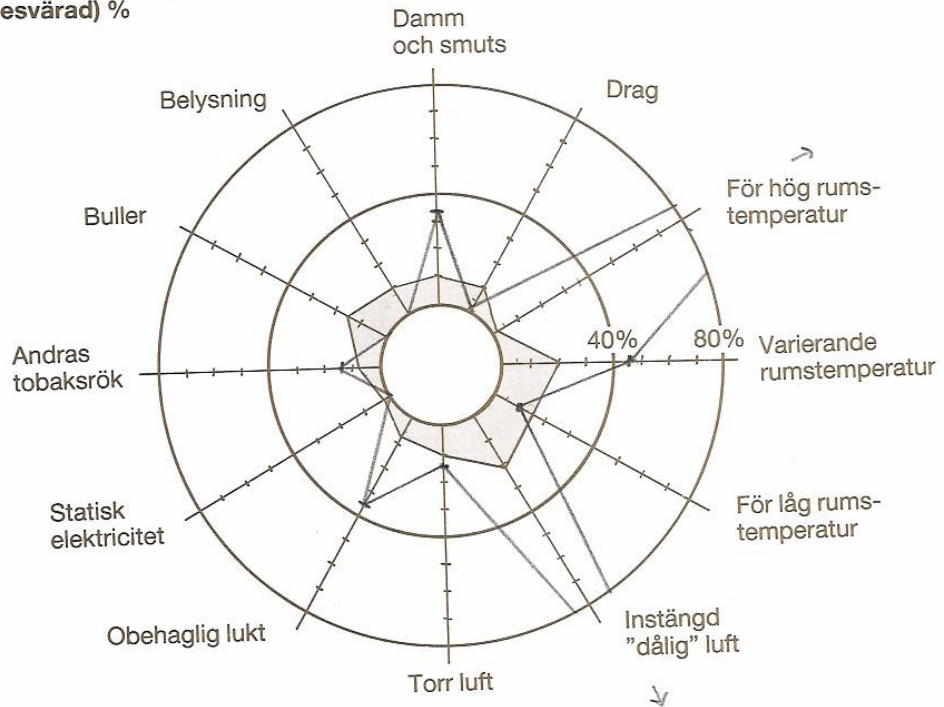


# Pauliskolan – elever – 22 st svarande

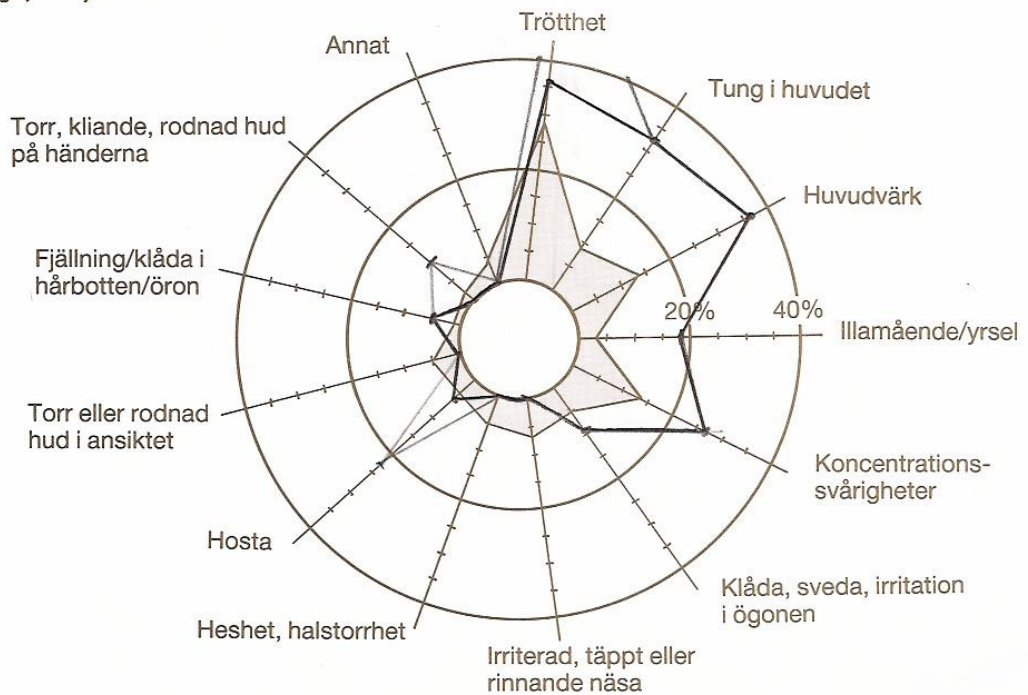
## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmateriallets storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

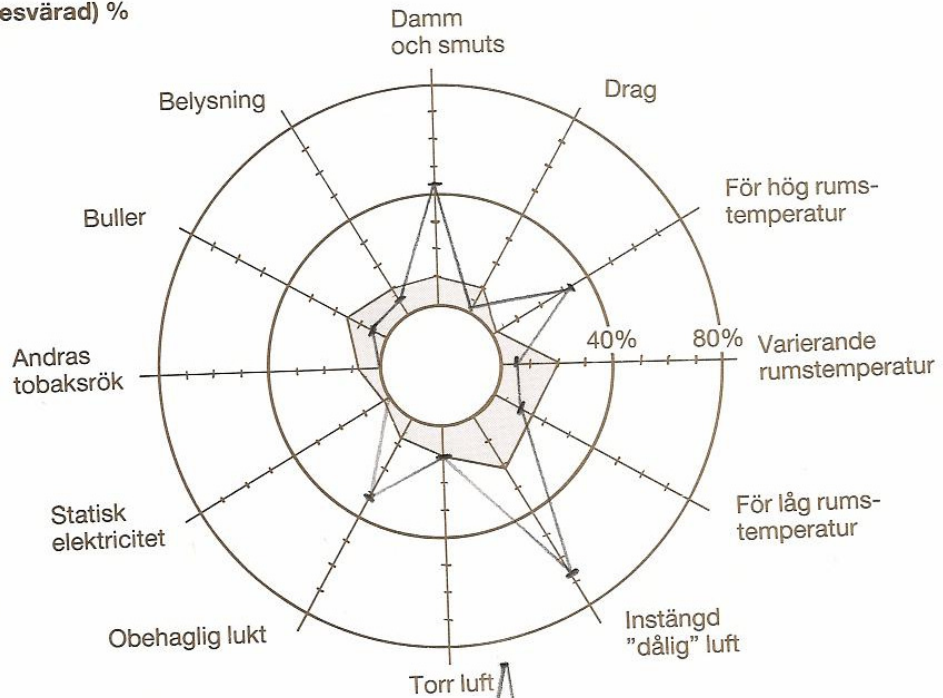


# Petriskolan - elever – 26 st svarande

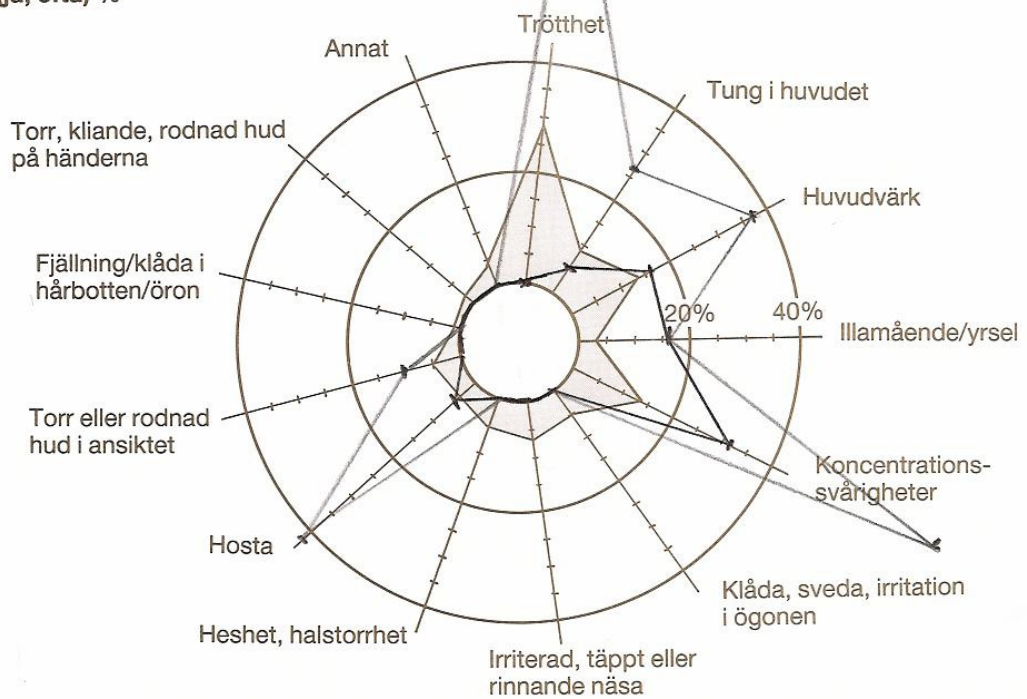
## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmaterialets storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

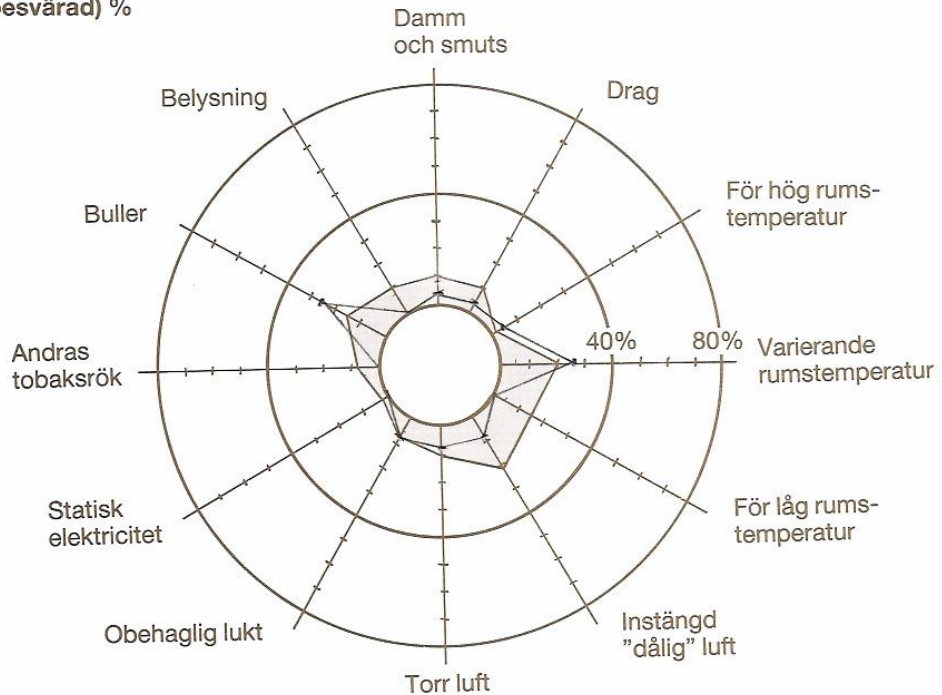


# Videdalskolan – elever sal 10 – 24 st svarande

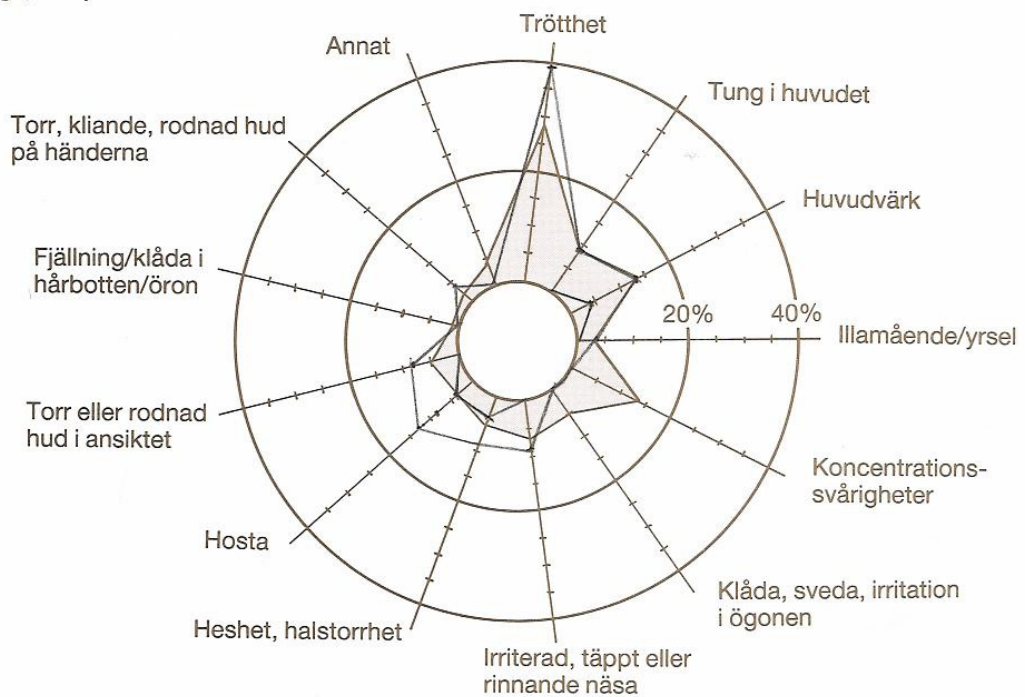
## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmaterialens storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

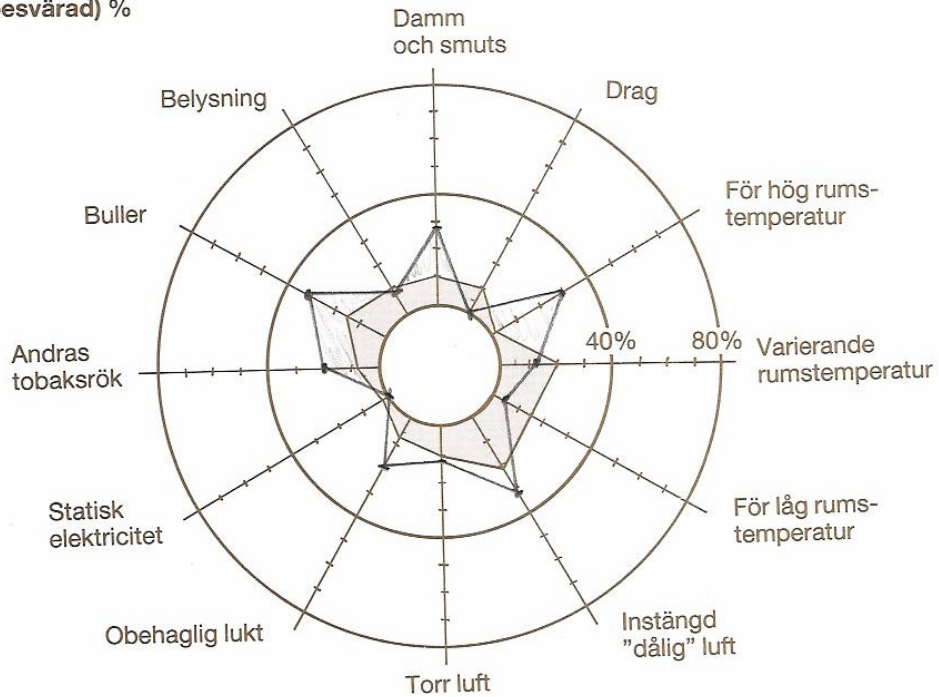


# Videdalskolan - elever sal 19 – 25 st svarande

## INOMHUSKLIMAT Elevenkät MM 060 NA

Preliminära referensdata baserade på erfarenhet från skolprojekt 89/90. Basmaterialens storlek 580 elever.

### MILJÖFAKTORER (ofta besvärad) %



### BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

