

# CHALMERS



## Inomhusklimat i skolor

En jämförelse mellan upplevt och uppmätt inomhusklimat

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA

Institutionen för energi och miljö  
*Avdelningen för installationsteknik*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2013  
Examensarbete E2013:04



EXAMENSARBETE E3013:04

# Inomhusklimat i skolor

En jämförelse mellan upplevt och uppmätt inomhusklimat

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA

Institutionen för energi och miljö  
*Avdelningen för installationsteknik*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2013



Inomhusklimat i skolor

En jämförelse mellan upplevt och uppmätt inomhusklimat

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA

© ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA 2013

Examensarbete/Institutionen för energi och miljö,  
Chalmers tekniska högskola E2013:04

Institutionen för energi och Miljö  
Avdelningen för installationsteknik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för energi och miljö  
Göteborg 2013

## Inomhusklimat i skolor

En jämförelse mellan upplevt och uppmätt inomhusklimat

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA

Institutionen för energi och miljö

Avdelningen för installationsteknik

Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

En viktig förutsättning för hur elever presterar i skolan är ett bra inomhusklimat. I denna rapport har fyra skolor studerats med avseende på luftkvaliteten och termisk komfort. En enkätstudie genomfördes på skolorna liksom mätningar av koldioxidhalter, fukthalter, termiskt klimat samt hyll- och tygfaktor som indikatorer på inredningens förmåga att samla damm. Resultaten från de olika skolorna jämfördes med varandra. Resultaten visade att de tre av fyra skolor som hade koldioxidhalter, som av Arbetsmiljöverket indikerar att till- och frånluftsflödena är tillräckliga, hade enligt enkäten den sämsta upplevelsen av luftkvaliteten. Samma skolor upplevde bristfällig städning och renhållning. Den skola som hade högra värden än de av Arbetsmiljöverket föreskrivna, var den som enligt enkäten hade den bästa luftkvaliteten. Omfattningen av studien har varit för liten för att kunna dra några definitiva slutsatser men resultatet ger en indikation på vilka parametrar som kan tas hänsyn till vid vidare studier.

Nyckelord: Ventilation, temperatur, ytemperatur, fukt, koldioxid, luftföroreningar, klassrum, skolor

Indoor air quality in schools  
A comparison of experienced and measured indoor climate  
Diploma Thesis in the Engineering Programme  
Building and Civil Engineering

ARÉN GUSTAF, LARSSON HANNA  
Department of Civil and Environmental Engineering  
Division of E2013:04  
Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

Students' performance in school is dependent on the indoor climate. This report studies four schools regarding air quality and thermal environment. A survey was made at the schools as well as measurements of carbon dioxide, dampness, thermal climate and, as an indicator for the furniture's capability to collect dust, shelf factor and fleece factor. The results from each school were compared. Results show that at three out of four schools where levels of carbon dioxide, that by the Swedish recommendations are considered as satisfactorily, were measured, had, according to the survey, the worst air quality. At the same schools, cleaning and sanitation were considered unsatisfactorily. The school that had levels of carbon dioxide above what is considered as satisfactorily was the school that, according to the survey, had the best air quality. The magnitude of this study is too small to make any definite conclusions. The result, however, gives an indication on which parameters can be considered in further studies.

Key words: ventilation, temperature, carbon dioxide, dampness, air pollution, classrooms, schools

# Innehåll

SAMMANFATTNING	II
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	IV
FÖRORD	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställning	1
1.4 Avgränsningar	1
2 TEORI	2
2.1 Temperatur	2
2.1.1 Allmänt	2
2.1.2 Värme	2
2.1.3 Kyla	3
2.1.4 Drag	3
2.2 Relativ fuktighet	4
2.3 Koldioxid	4
2.3.1 Koldioxidens direkta påverkan på människan	4
2.3.2 Koldioxid som indikator på ventilationsgraden	4
2.3.3 Samband mellan koldioxid och prestationsförmåga	5
2.4 Föroreningar	5
2.4.1 Volatile Organic Compounds	5
2.4.2 Allergener	6
2.4.3 Bakterier	6
2.5 Obligatorisk Ventilationskontroll	7
3 METOD	8
3.1 Byggnader	8
3.2 Enkätundersökning	8
3.3 Mätning	8
3.4 Inredning	9
3.5 Fakta	9
4 RESULTAT	10
4.1 Byggnaderna	10



4.1.1	Bergsjöskolan	10
4.1.2	Nordhemsskolan	10
4.1.3	Sandeklevsskolan	11
4.1.4	Taubeskolan	11
4.2	Enkäter	11
4.2.1	Nordhemsskolan	14
4.2.2	Sandeklevsskolan	16
4.2.3	Taubeskolan	19
4.3	Mätningar	21
4.3.1	Lufttemperatur	21
4.3.2	Yttemperatur	22
4.3.3	Fukt	24
4.3.4	Koldioxid	25
4.4	Inredning	26
5	UTVÄRDERING OCH DISKUSSION	27
6	SLUTSATSER	28
7	REKOMMENDATIONER	29
8	VIDARE STUDIER	30
	REFERENSER	31
	Rapporter, tidsskriftsartiklar:	31
	Webbkällor:	33
	BILAGOR	35
	Bilaga 1- Enkät	35
	Bilaga 2- Koldioxid, Bergsjöskolan, vecka 11	37
	Bilaga 3- Koldioxid, Bergsjöskolan, vecka 17	38
	Bilaga 4- Koldioxid, Nordhemsskolan, vecka 11	40
	Bilaga 5- Koldioxid, Nordhemsskolan, vecka 17	41
	Bilaga 6- Koldioxid, Sandeklevsskolan, vecka 11	43
	Bilaga 7- Koldioxid, Sandeklevsskolan, vecka 17	45
	Bilaga 8 - Koldioxid, Taubeskolan, vecka 11	47
	Bilaga 9- Koldioxid, Taubeskolan, vecka 17	49
	Bilaga 10- Fukt och temperatur, Bergsjöskolan	50
	Bilaga 11- Fukt och temperatur, Nordhemsskolan	52



## Förord

Examensarbetet som omfattar 15 högskolepoäng (10 heltidsveckor) utförs som en avslutande del i Byggingenjörsprogrammet (180 högskolepoäng) på Chalmers tekniska högskola. Uppdragsgivaren för examensarbetet är Lokalförvaltningen i Göteborgs Stad. Examensarbetet har genomförts i samarbete med avdelningen för installationsteknik på Chalmers tekniska högskola.

Vår inriktning inom byggt teknik är installationsteknik, då vi valt att läsa fördjupningskurser inom området. Ämnet inomhusklimat i skolor lämpar sig väl mot vår utbildningsbakgrund.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Jan-Erik Andersson på Lokalförvaltningen i Göteborgs Stad för all hjälp och all tid som lagts ner. Vi vill även tacka alla andra på Lokalförvaltningen som hjälpt oss med data, ritningar och övriga frågor. Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare och examinator Anders Trüschel på avdelningen för installationsteknik på Chalmers tekniska högskola för all hjälp och alla tips vi fått under arbetets gång. Vi vill även tacka personerna på Chalmers laboratorium som hjälpt oss med mätinstrument och gett goda råd. Sist men inte minst vill vi tacka de skolor vi varit på, Bergsjöskolan, Nordhemsskolan, Sandeklevsskolan och Taubeskolan för att ni ställt upp och gjort detta arbete möjligt.

Göteborg juni 2013

Gustaf Arén & Hanna Larsson



# 1 Inledning

Denna rapport syftar till att jämföra inomhusklimatet i fyra skolor i Göteborg. Fokus ligger på det fysiska klimatet med luftkvalitet och termisk komfort som utgångspunkt.

## 1.1 Bakgrund

Skolan är efter hemmet den inomhusmiljö i vilken ungdomar spenderar den största delen av dygnet. Då inomhusmiljöer påverkar människors hälsa är den fysiska arbetsmiljön i skolan av stor betydelse för folkhälsan. Arbetsklimatet har även betydelse för resultaten som uppnås i skolan varför inomhusmiljön på sikt är av samhällsekonomiskt intresse. Skolan som arbetsplats är unik på det sättet att många människor är samlade på en förhållandevis liten yta.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att ta reda på hur inomhusklimatet upplevs på fyra olika göteborgsskolor, hur väl ventilationen fungerar och vilka övriga parametrar man bör ta i beaktande vid bedömning av inomhusklimatet.

## 1.3 Frågeställning

Som utgångspunkt har det valts att utgå från följande frågeställningar:

- Hur upplevs inomhusklimatet av personal på skolan?
- Hur är inomhusklimatet utifrån mätningar?
- Hur skiljer det sig mellan det upplevda klimatet och det uppmätta?

## 1.4 Avgränsningar

Det termiska klimatet mäts med hänsyn till klassrummens lufttemperaturer och yttemperaturer. Som indikator för luftomsättningar används koldioxidhalt. Som indikator för förekomst av damm används hyllfaktor och tygfaktor.

Fyra skolor är med i undersökningen och på varje skola väljs det slumpmässigt ut tre klassrum där det görs yttemperaturmätningar och koldioxidmätningar. I ett klassrum på varje skola mäts lufttemperatur och fukthalt. Detta på grund av begränsad mängd mätinstrument.

Hänsyn tas endast till parametrar som påverkar luften, varför parametrar som exempelvis buller och ljussättning har valts att uteslutas även om de påverkar den upplevda inomhusmiljön.

## **2 Teori**

De parametrar som valts att studeras närmare är temperatur, fukt, koldioxid och föroreningar. Detta är parametrar som beskriver hur luftkvaliteten är.

### **2.1 Temperatur**

Människan är känslig och upplever obehag redan vid små avvikelser från den optimala temperaturen (Arbetsmiljöverket, 2012).

#### **2.1.1 Allmänt**

Olika aktiviteter har ofta en idealisk temperaturzon. Vilka kläder man har på sig är av stor betydelse för den upplevda temperaturen. Det finns både direkta och indirekta effekter på människors hälsa kopplade till inomhustemperaturen. Det gäller både när det upplevs för varmt, kallt eller dragigt. Den mentala förmågan, styrkan, rörligheten och arbetskapaciteten påverkas av så väl höga som låga temperaturer. Vilken inomhustemperatur som är optimal är olika för olika individer, men de flesta trivs när det är mellan 20 och 24 grader inomhus (Socialstyrelsen, 2005).

#### **2.1.2 Värme**

Problemet med att det blir för hög inomhustemperatur uppkommer av naturliga skäl under sommaren eftersom det är varmare utomhus då. Det är på grund av solvärme och solinstrålning. Det kan även bero på brister i ventilationen (Arbetsmiljöverket, 2012).

Vid höga temperaturer minskar inlärningsförmågan. När kroppen är på gränsen till att börja svettas minskar aktiviteten, vilket medför att arbetstakten sänks och koncentrationsförmågan avtar och man slutar anstränga sig. Direkta hälsoeffekter till följd av höga temperaturer är att luften blir torr och kan då påverka andningsvägarna. Höga temperaturer kan även medföra illamående, trötthet och huvudvärk (Socialstyrelsen, 2005).

### 2.1.3 Kyla

Problemet med att det blir för låg inomhustemperatur uppkommer av naturliga skäl under vintern eftersom det är kallare utomhus då. Orsakerna kan vara en dåligt isolerad eller otät byggnadskonstruktion eller ett underdimensionerat värmesystem. Värmesystemet dimensioneras, av ekonomiska skäl, normalt inte för de mest extrema utomhustemperaturerna. Det innebär att det kan bli aningen mindre komfortabelt under några enstaka dagar per år. Att vi upplever kyla beror på att värme hela tiden förloras till omgivningen. Normalt balanseras det av kroppens egen värmeproduktion. I ett svalt rumsklimat, liksom vid ojämn avkylning eller låg fysisk aktivitet blir det obalans och vi upplever ett obehag (Arbetsmiljöverket, 2012).

Vid låga temperaturer kan direkta hälsoeffekter vara hjärt-, kärl, och lungrelaterade sjukdomar (Socialstyrelsen, 2005). Nedkylning påverkar muskelfunktionen och bidrar till att man får sämre kraft och precision. Även förmågan att tänka och observera påverkas (Arbetsmiljöverket, 2012).

I Arbetsmiljölagen, 2 kap, 30 § står det att lokaler för arbete året om ska ha värmeinstallationer. Detta gäller då bland annat skolor. I kommentarerna till paragrafen står det att värmeinstallationen bör beräknas så att den normalt har kapacitet att hålla en lufttemperatur om minst 20 grader i vistelsezonen. Detta för stillasittande arbete som är fysiskt mindre ansträngande, som exempelvis lektioner i en skola (Arbetsmiljöverket, 2012).

Besvär och obehag av kyla kan inte enbart bedömas med mätningar av lufttemperaturen då den upplevda temperaturen kan bero av flera faktorer. Faktorer som strålningstemperatur, lufthastighet och luftfuktighet. Arbetsintensitet och kläder är andra faktorer. Lufttemperatur och strålningstemperatur är de faktorer som påverkar klimatupplevelsen mest. (Arbetsmiljöverket, 2012)

### 2.1.4 Drag

Drag är luftström som ger lokal avkylning av kroppen och upplevs som obehagligt (Socialstyrelsen, 2005). Drag upplevs ofta som en allmän kyla (Arbetsmiljöverket, 2012). Besvärande drag är ett vanligt klagomål när det gäller ventilation. Det kan finnas många olika orsaker, det kan vara felaktigt fungerande ventilation eller otätheter i byggnaden (Socialstyrelsen, 2005). Det kan även vara kalldrag från fönster, kalla golv eller väggar (Arbetsmiljöverket, 2012). Drag kan orsaka muskelbesvär, nackspärr och ögonirritation (Socialstyrelsen, 2005). Det finns regler om att drag ska undvikas (AFS 2009:02 (§20)). Där står det bland annat att tilluft ska tillföras så att inte besvärande drag uppstår och uppvärmningsanordningen bör placeras så att kallras från fönster eller liknande undviks (Socialstyrelsen, 2005).

## 2.2 Relativ fuktighet

Den optimala fukthalten som nämns i flera studier ligger mellan 40 och 60 % RÅ i rumstemperatur. Högre RÅ-värden gör att formaldehyd lättare emitteras från byggmaterial (Arundel, 1986), den subjektiva upplevelsen av luften blir enligt flera studier sämre (Boeniger, 2002), tillväxt av kvalster och mögel gynnas (Strachan, 1988) som exempel. Vid halter under 40 % börjar luften upplevas som torr vilket tar sig uttryck i torra slemhinnor (Chou, 2006). För influensavirus innebär lågt RÅ att de överlever längre och sprids lättare (Ekker, 2013).

## 2.3 Koldioxid

Som indikator på luftkvalitet i miljöer där människors respiration är den huvudsakliga källan till luftföroreningar brukar koldioxid användas. I Sverige, liksom i många andra länder, används ”Pettenkohfer-talet”, 1000 ppm CO<sub>2</sub>, som ett övre gränsvärde för vad som är betraktat som god inomhusmiljö.

### 2.3.1 Koldioxidens direkta påverkan på människan

Merparten av den koldioxid som finns i inandningsluften löses upp i blodet vid gasutbytet i lungorna. Vid långvarig exponering av höga koldioxidhalter i luften kan blodets pH sänkas vilket registreras av kemoreceptorer i aortan och Medulla Oblongata. Andningscentrum i hjärnan reagerar på detta genom att öka andningsfrekvensen och inandningsvolymen vilket får till följd att det så kallade döda rummet, det vill säga den volym luft i lungorna som inte tar del i gasutbytet med blodet, ökar (Bundesgesundheitsblatt, 2008). Detta sker dock inte vid så låga halter som 1000 ppm. Studier som visar på direkta samband mellan symptom på andningsorgan och koldioxidhalter är få, och oftast studeras halter som ligger långt över 1000 ppm. En studie som gjorts visade på en sänkning av pH-värdet i blodet med 0,04 enheter vid en kvart lång exponering av 10 000 ppm vilket inte påverkar andningen nämnvärt (Bundesgesundheitsblatt, 2008). I en studie där prestationsförmåga i olika bemärkelser undersöktes, tillsattes olika nivåer av koldioxidgas direkt i tilluften. Resultatet indikerade att koldioxidnivåer runt 2500 kan ha direkt påverkan på prestationsförmågan medan halter runt 1000 ppm visade väldigt svaga samband (Hotchi, 2012).

### 2.3.2 Koldioxid som indikator på ventilationsgraden

Koldioxiden brukar sällan tillskrivas några direkta effekter på människokroppen utan endast användas som indikator på ventilationsgraden (Hui, 2008, Geelen, 2008). Riktvärdet 1000 ppm syftar snarare till att ge en indikation på ventilationsgraden i rummet. Ofta anges 1000 ppm som ett bra riktvärde när det är i huvudsak människor som är källan till luftförorening (Bundesgesundheitsblatt, 2008). I ett försök, där ventilationen i ett kontor reglerades med hänsyn till riskämnen i luften, kunde så höga värden som 5000 ppm godkännas (Bundesgesundheitsblatt, 2008).



### **2.3.3 Samband mellan koldioxid och prestationsförmåga**

Flera studier har gjorts där prestationsförmåga vid ökade halter av koldioxid undersökts. En sammanställning som gjorts av dylika studier visade på en signifikant prestationsökning då koldioxidnivåerna sänktes från 1700 till 1100 ppm respektive från 1300 till 900 ppm (Seppänen 1999). I andra studier som gjorts där samband mellan luftkvalitet och prestationsförmåga studerats används koldioxid som indikator för att härleda luftningsgraden (Haverinen-Shaughnessy, 2010, Awbi, 2012).

## **2.4 Föroreningar**

Det finns många studier som visar samband mellan förekomst av damm och SBS-symptom. Damm kan ha såväl direkta som långvariga hälsoeffekter. Bland långvariga effekter nämns främst astma som ett resultat av dammiga inomhusmiljöer även om det enligt flera rapporter och sammanställningar av studier saknas övertygande bevis för ett sådant samband (Hunter, 2008, Richardson, 2005, Norbäck, 2011). Om dammens direkta effekter rapporteras bland annat trötthet, torra slemhinnor, koncentrationssvårigheter och korttidsfrånvaro från arbetsplatsen eller skolan. De olika symptomen kopplas i vissa studier enbart till mängden damm (Nilsen, 2002) eller föroreningskällor (Pedersen, 1990, Bail, 1999) medan det i andra studier görs analyser av beståndsdelar i dammet och deras samband med i de studerade miljöerna förekommande symptom (Gravesen, 1994).

### **2.4.1 Volatile Organic Compounds**

VOC eller TVOC är ett samlingsnamn för skadliga kolväteföreningar som ofta återfinns i inomhusluft genom att sitta fast på dammpartiklar. I Indoor Climate Quality (McCarthy, 2001) redogörs för flera försök där personer i en klimatkammare exponeras för olika nivåer av en sammansättning, M22, av olika VOC som anses vara typiska inomhusföroreningar och som får fylla i ett formulär om deras upplevelser av luften. Sammanställningen av de olika rapporterna tydde på att det vid nivåer mellan 1,7 och 5 mg/m<sup>3</sup> uppstod ett upplevt ökat behov av ventilation. Mellan 2 och 8 mg/m<sup>3</sup> började ögonens och näsans slemhinnor irriteras och vid något högre nivåer även halsens. I andra studier undersöks förekomst av VOC i deponerat såväl som luftburet i damm på arbetsplatser och skolor. Dessa studier visar inte sällan på liknande samband med slemhinne-symptom (Gravesen, 1994, Bach, 2004, Berglund, 2004). Samband mellan VOC i damm och produktivitetsrelaterade symptom såsom trötthet, förvirring och självupplevd låg produktivitet har också påvisats (Boeniger, 2002).

## 2.4.2 Allergener

Allergener är proteiner som har förmågan att frigöra histamin från människans mastceller vilket tar sig uttryck i en allergisk reaktion (Dreborg, 1999). Känsligheten hos olika individer varierar men personer med andningsrelaterade syndrom tenderar reagera starkare på miljöer med mycket allergener. Det finns enligt (Norbäck, 2011) ännu inte tydliga bevis på att allergener i inomhusmiljö kan få människor att utveckla astma. Den mest troliga orsaken, som skulle ha med inomhusklimat att göra, är förekomst av kvalsterallergen (Richardson, 2005).

Bland de främsta allergenerna som återfinns i deponerat damm nämns de från katt, hund, kvalster och kackerlackor (Tranter, 2005, Norbäck, 2001, Berntsen, 2005). Flera studier har, enligt en sammanställning av rapporter som behandlar allergener i skolmiljöer, visat på tydliga samband mellan förekomst av dessa allergener i deponerat damm och såväl astma som allergiska reaktioner (Tranter, 2005).

Vad allergenerna kommer från varierar. I fråga om husdjursallergener överförs dessa till klassrummen via personerna som brukar dem. Detta gäller dock inte för de av kackerlackor utsöndrade allergenerna då dessa främst härrör från skadedjur på plats. Vad gäller kvalster finns det enligt sammanställningen ingen tydlig överföringsväg (Tranter, 2005).

En svensk studie av klassrum avsedda för personer med astma och allergi fann att förbättrade städrutiner och avlägsnande av textilier och öppna hyllor inte sänkte nivåerna av luftburet kattallergen. Den avgörande faktorn sades vara antal kattägare i klassrummet (Hedré, 2004). I (McCarthy, 2001) konstateras att husdjursallergener fastnar på lätta dammpartiklar som kan förbli luftburna en längre stund till skillnad från kvalsterallergener som fastnar på större partiklar och sedimenterar relativt snabbt utan kraftig omrörning av luften.

## 2.4.3 Bakterier

När gramnegativa bakterier dör frigörs endotoxiner som är en del av bakteriernas cellväggar. Dammpartiklar och aerosoler kan innehålla dessa endotoxiner vilka kan orsaka symptom som till exempel feber, hosta och huvudvärk (Arbetsmiljöverket, 2013). I (Gravesen, 1994) rapporteras samband mellan förekomst av gramnegativa bakterier i damm och symptom på slemhinnor.

## 2.5 Obligatorisk Ventilationskontroll

1991 beslutade riksdag och regering att införa regler om funktionskontroll av ventilationssystem, obligatorisk ventilationskontroll (OVK). Detta var på grund av den allvarliga situationen med bristfällig inomhusmiljö i många skolor, bostäder och andra lokaler (Boverket, 2013).

I det nationella miljö kvalitetsmålet ”God bebyggd miljö” ingår en tillfredsställande inomhusmiljö. Där är ventilationskontrollen en viktig del. Det uppsatta målet är att år 2015 ska samtliga byggnader, där människor vistas ofta, eller under en längre tid, ha en dokumenterat fungerande ventilation. I samband med ventilationskontrollerna är det viktigt att föreslå vad som kan göras för att minska energiåtgången utan att det medför ett sämre inomhusklimat (Boverket, 2013).

Byggnadens ägare är alltid den som ska se till att gällande lagstiftning uppnås, oavsett vem som använder byggnaden. Det är endast besiktningsmän som har rätt behörighetsnivå som får utföra funktionskontrollen. Funktionskontrollanten ska föra OVK-protokoll och redovisa resultaten av kontrollen. Det ska finnas två exemplar av protokollen, ett exemplar som lämnas till ägaren av byggnaden och ett exemplar som sänds till kommunens byggnadsnämnd. Väl synligt i den kontrollerade byggnaden ska ett särskilt intyg som funktionskontrollanten utfärdat med datum sättas upp av byggnadens ägare. Tillsynsmyndighet för OVK är kommunens byggnadsnämnd som övervakar att regler efterföljs och att besiktningsmän utför sitt arbete på ett korrekt sätt. Om byggnadens ägare inte följer de gällande reglerna eller underlåter att avhjälpa påtalade brister, kan kommunen med stöd av plan- och bygglagen (PBL) förelägga ägaren att vidta åtgärder (Boverket, 2013).

### **3 Metod**

För att ta reda på vilka problem rörande inomhusklimat skolorna lider av, görs en enkätstudie bland personalen på respektive skola. Med hjälp av mätningar och inventering av inredning i klassrummen, genomgång av OVK-protokoll och ritningar spåras orsaken till eventuella problem som angetts i enkäterna. De parametrar som tas hänsyn till i denna rapport är temperatur, ytemperatur, fukt, koldioxid och damm.

#### **3.1 Byggnader**

Allmän information om skolorna hämtas från Göteborgs Stads hemsida. Information om byggnaden såsom byggår, renoveringar och system hämtas från Lokalförvaltningen.

#### **3.2 Enkätundersökning**

Enkäten som används är en standardenkät utformad av Lokalförvaltning i Göteborgs Stad. Enkätens huvudkategorier är Termisk komfort, Luftkomfort, Ljuskomfort, Ljudkomfort, Lokalfunktioner och Allergiska besvär. Underliggande kategorier bedöms enligt en femgradig skala från -2 till 2, där 2 är bra och -2 är undermåligt. Enligt Lokalförvaltningens bedömning betraktas inomhusklimatet med hänsyn till respektive underkategori som undermåligt när mer än 20 % svarat -2 eller -1. Målet är dock att 90 % ska vara tillfreds med inomhusklimatet<sup>1</sup>. För hela enkätens utformning, se Bilaga 1.

#### **3.3 Mätning**

Koldioxid används som indikator för ”luftningsgraden” i klassrummen. Koldioxidmätaren är placerad i klassrummet under loppet av en lektion. Vid mättillfällena under vecka 5 användes en pSENSE RH och vid tillfällena vecka 11 och 17 användes en mätare av märket SenseAir CO2. SenseAir CO2 baskalibrerades enligt Håkan<sup>2</sup> på laboratoriet i oktober 2012. Varje dag innan mätningarna började kontrollerades att nivån ute låg runt 400 ppm. Detta för att se att mätaren visade rimliga resultat. Koldioxidmätningarna skedde vid tre tillfällen. Det första tillfället när det är kallare (vinter), något varmare (vår) och när det börjar bli varmt (sommar).

---

<sup>1</sup> Jan-Erik Andersson (Inneklimatexpert, Lokalförvaltningen Göteborgs Stad) intervjuad av författarna 1 februari 2013

<sup>2</sup> Håkan Larsson (Forskningsingenjör, Chalmers tekniska högskola ) intervjuad av författarna 23 maj 2013

Yttemperaturen mättes i samband med respektive lektion. Den mätare som användes var en infraröd termometer av märket Agema Thermopoint. För varje klassrum mättes fyra punkter på varje vägg samt golv, tak och fönster. Fukt- och temperatur mättes i ett klassrum per skola med hjälp av mätare som loggade dygnet runt. Mätarna placerades ut på Taube-, Bergsjö- och Nordhemsskolan den 25 februari samt på Sandeklevskolan den 5 mars. Mätarna plockades ner igen på Nordhemsskolan och Sandeklevsskolan den 24 april, Bergsjöskolan, 23 april samt Taubeskolan 25 april.

### **3.4 Inredning**

För att bedöma inredningens förmåga att samla damm görs en inventering av tygitor och horisontella ytor, undantaget skolbänkar. Som indikator för exponeringsgraden av damm används kvoterna shelf-factor, hyllmeter/rumsvolym, och fleece-factor, tygita/rumsvolym för vilka det redogörs i teorikapitlet.

### **3.5 Fakta**

Användandet av ovan nämnda indikatorer motiveras av tidigare studier vilka redogörs för i teorikapitlet. Sökandet efter relevant litteratur sker till största delen med hjälp av Chalmers Biblioteks sökmotor, Chans. Sökord som används är till exempel ”Settled dust” +”health effects”; ”Carbon dioxide” +”health effects”; ”VOC in dust”; ”Carbon dioxide” +performande +association”.

## 4 Resultat

Resultaten är från intervjuer, enkäter och mätningar.

### 4.1 Byggnaderna

Här tas det upp bakgrund om de olika skolorna samt hur deras ventilation är utformad.

#### 4.1.1 Bergsjöskolan

Bergsjöskolan är belägen i östra Bergsjön i Göteborg. Det är en skola med åldrar från förskoleklass till årskurs 9, med drygt 400 elever (Göteborgs Stad, 2012). Det är en suterrängbyggnad i tre våningar. Den delen som undersökts är högskoledelen.

Bergsjöskolans ventilation- och värmesystem är från 2008. Det är ett till-och frånluftssystem med roterande värmeväxlare. Uteluftsflödet regleras efter uteluftstemperaturen. Tilluften är 17-19 grader och det tillsätts ingen kyla. Hela systemet är temperaturstyrt efter uteluftstemperaturen.<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Nordhemsskolan

Nordhemsskolan är belägen mitt i Linnéstaden i Göteborg. Det är en skola med åldrar från årskurs 4 till 9 (Göteborgs Stad, 2013). Skolan stod klar 1917 efter flera års byggande. Det är en kulturbyggnad, så det yttre får inte ändras, men inuti får den anpassas efter behov (Göteborgs Stad, 2013). Den delen som undersökt är A-huset, vars ventilation- och värmesystem är från 2009.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Henrik Ekwall (Driftekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs Stad) intervjuad av författarna 7 maj 2013

<sup>4</sup> Henrik Ekwall (Driftekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs Stad) intervjuad av författarna 7 maj 2013

### 4.1.3 Sandeklevsskolan

Sandeklevsskolan är belägen mitt i Bergsjön i Göteborg. Det är en skola med åldrar från förskoleklass till årskurs 9 och med cirka 400 elever (Göteborgs Stad, 2012). Den del som undersökts är högskoledelen, en paviljong som från början användes under friidrotts VM i Göteborg 1995.<sup>5</sup>

Sandeklevsskolans ventilation- och värmesystem är från 2005. Det är ett till-och frånluftssystem med roterande värmeväxlare. Flödet är konstant. Systemet styrs på uteluftstemperaturen.<sup>6</sup>

### 4.1.4 Taubeskolan

Taubeskolan är belägen i västra Eriksberg i Göteborg. Det är en skola från förskoleklass till årskurs 6. Skolan har plats för cirka 350 elever, men i dagsläget går det bara en tredjedel där. Skolan stod klar hösten 2012 (Göteborgs Stad, 2013).

## 4.2 Enkäter

Diagrammet Inneklimat som betyg visar resultatet för varje kategori av inomhusklimat. -1 i diagrammet betyder att den aktuella kategorin är underkänd och 1 betyder att den är godkänd. För varje skola är det tre delar som anses mest aktuella från enkäten. Det är termisk komfort, luftkomfort samt lokalfunktioner. Den ljusare stapeln, C1+C2, visar hur stor andel av de svarande som lider av besvär på grund av respektive parameter och den mörkare stapeln, C2, hur många av dessa som lider av allvarliga besvär. PPD är ett index som anger hur stor procentandel människor som är missnöjda med inomhusklimatet.

---

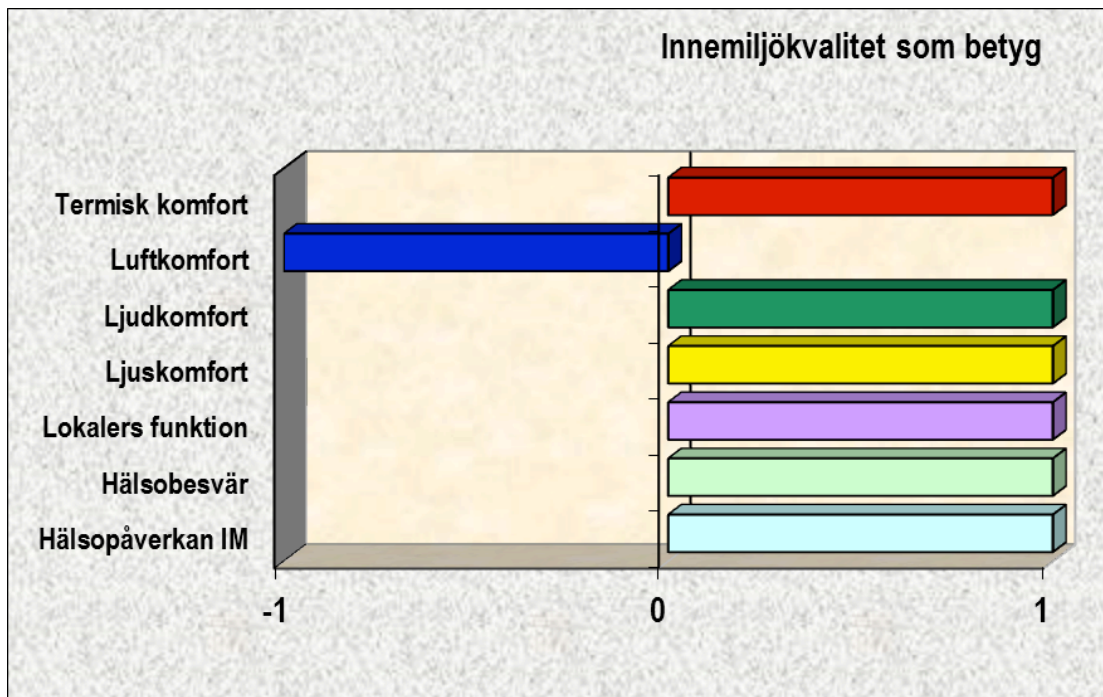
<sup>5</sup> Michael Hudson (Skyddsombud, Sandeklevsskolan) intervjuad av författarna 22 januari 2013

<sup>6</sup> Henrik Ekwall (Driftekniker, Lokalförvaltningen Göteborgs Stad) intervjuad av författarna 7 maj 2013

## Bergsjöskolan

Enkäterna är från februari 2013 och det erhöles 60 svar.

Diagram 1- Innemiljö kvalitet som betyg, Bergsjöskolan



Diagrammet visar att på Bergsjöskolan upplevs luftkomforten som ett problem.

Diagram 2- Termisk komfort, Bergsjöskolan

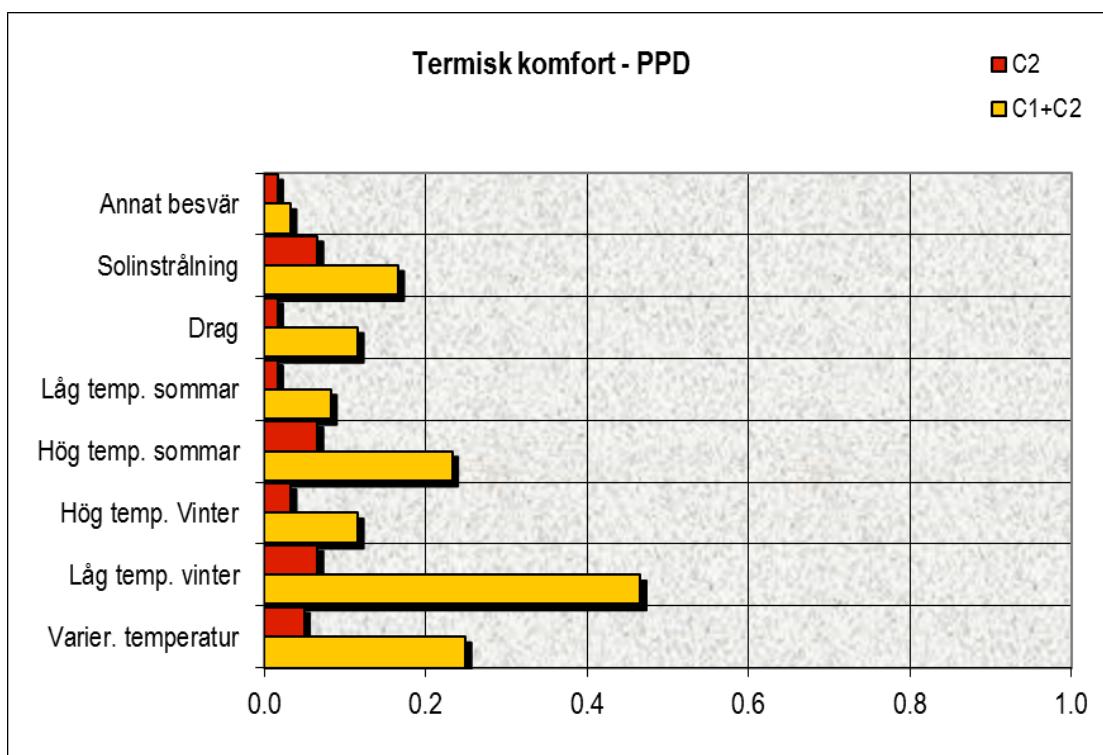




Diagram 3- Luftkomfort, Bergsjöskolan

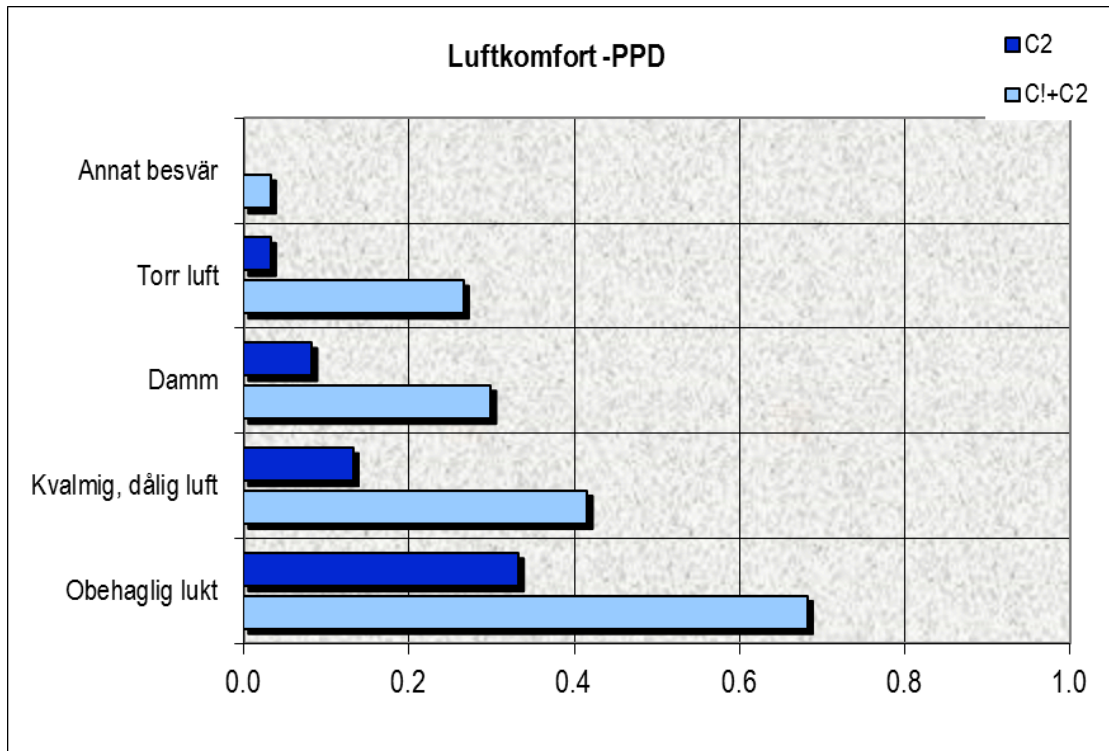
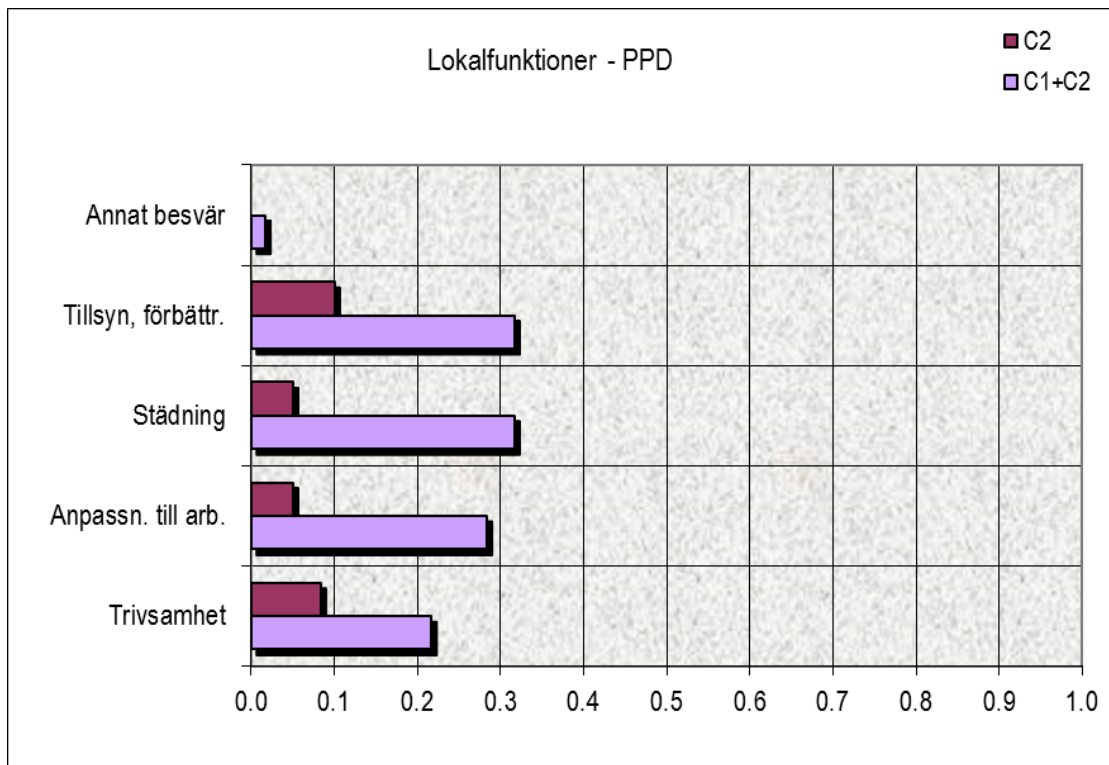


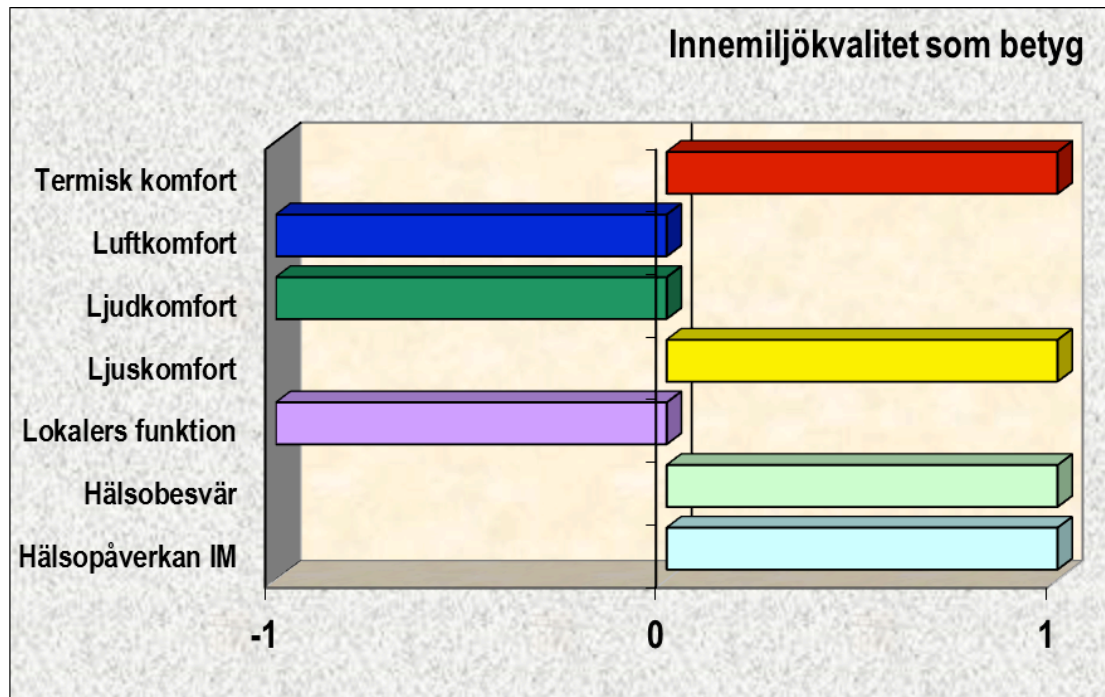
Diagram 4- Lokalfunktioner, Bergsjöskolan



## 4.2.1 Nordhemsskolan

Enkäterna är från maj 2013 och det erhöles 31 svar. Enkäten riktar sig till 59 personer<sup>7</sup>, vilket ger en svarsfrekvens på 53 %.

Diagram 5- Innemiljö kvalitet som betyg, Nordhemsskolan



Diagrammet visar att på Nordhemsskolan upplevs luftkomfort och lokalfunktioner som problem.

---

<sup>7</sup> Mikael Hallberg (Biträdande rektor, Nordhemsskolan) intervjuad av författarna 21 maj 2013

Diagram 6- Termisk komfort, Nordhemsskolan

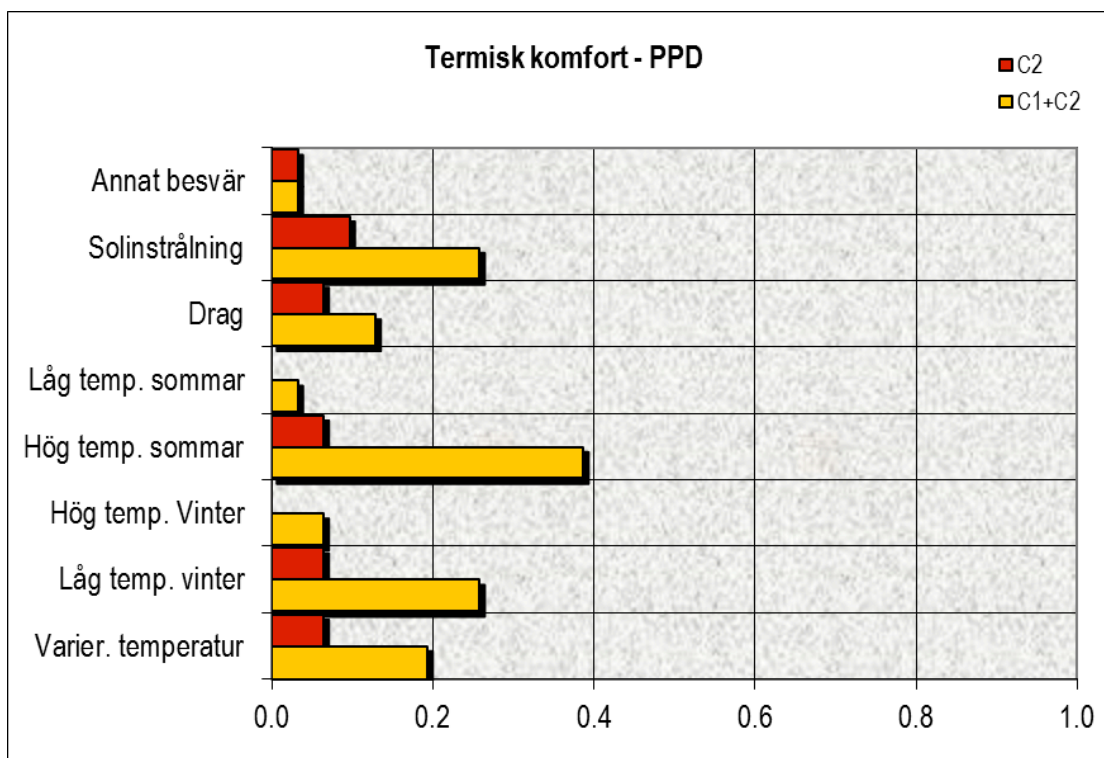


Diagram 7- Luftkomfort, Nordhemsskolan

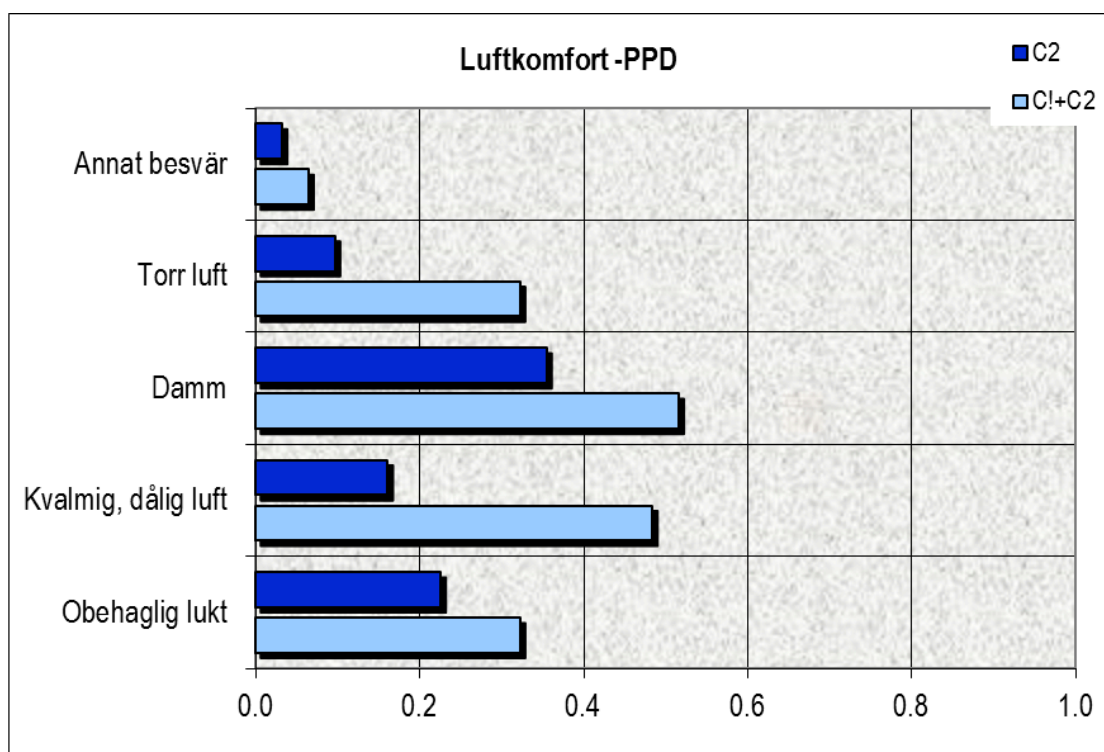
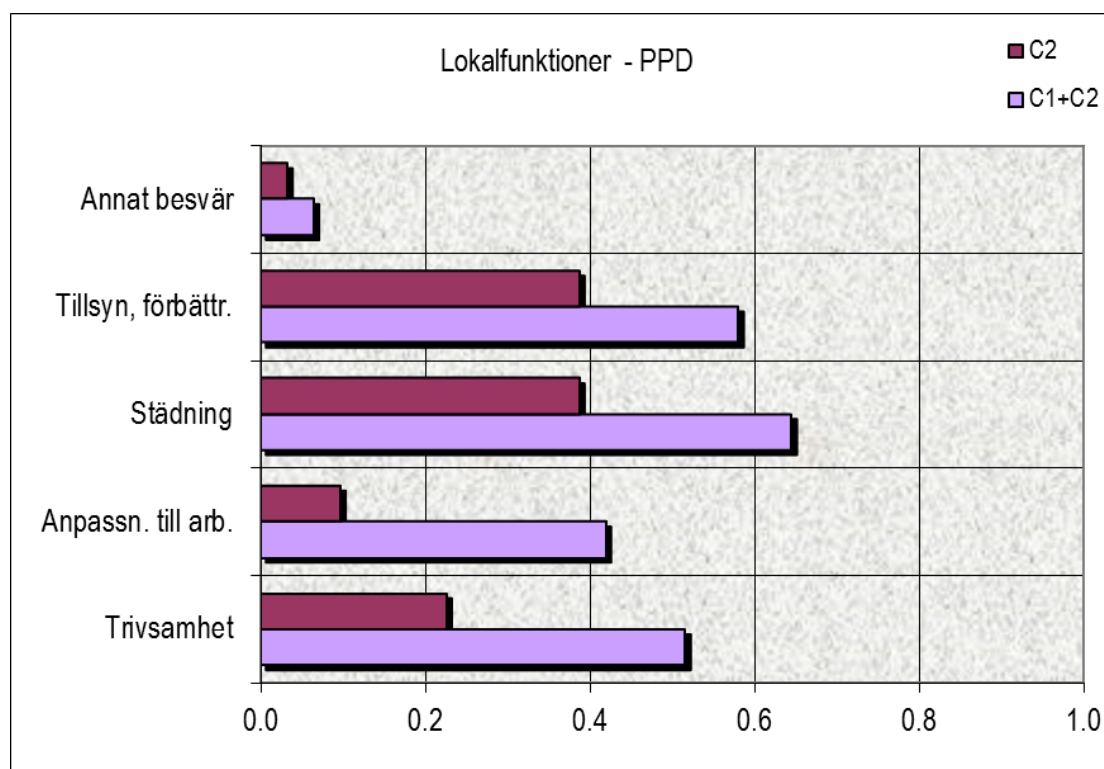


Diagram 8- Lokalfunktioner, Nordhemsskolan



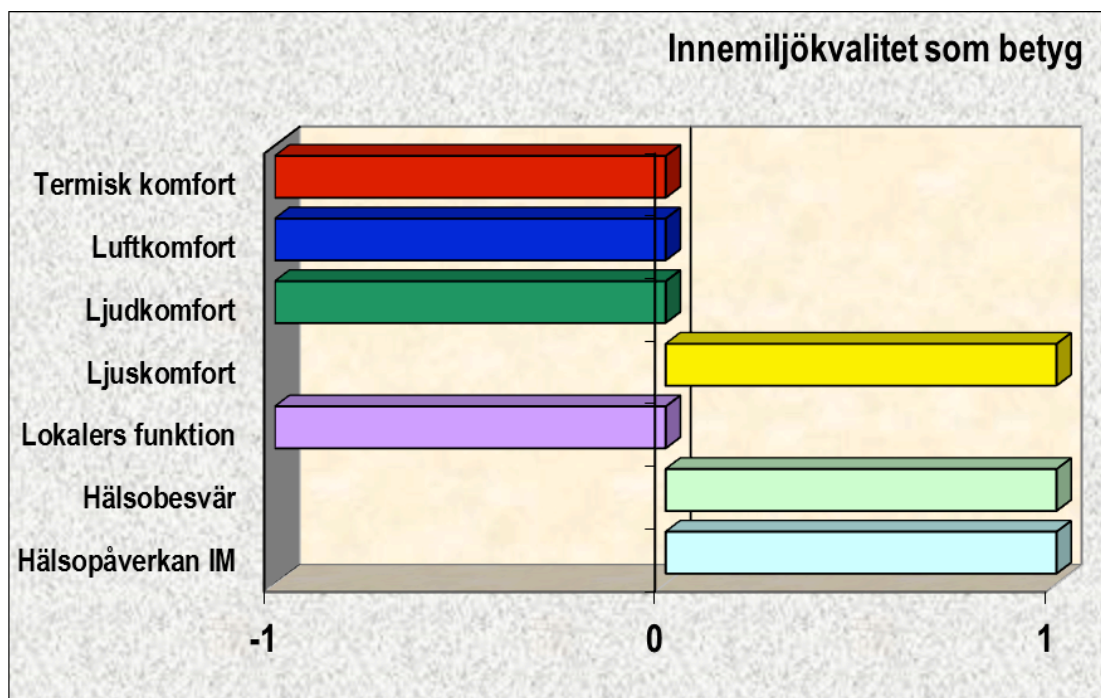
#### 4.2.2 Sandeklevsskolan

Enkäterna är från maj 2013 och det erhöles 12 svar. Enkäten riktar sig till 32 personer<sup>8</sup>, vilket ger en svarsfrekvens på 37,5 %.

---

<sup>8</sup> Michael Hudson (Skyddsombud, Sandeklevsskolan) intervjuad av författarna 22 maj 2013

Diagram 9- Innemiljö kvalitet som betyg, Sandeklevsskolan



Diagrammet visar att på Sandeklevsskolan upplevs kategorierna termisk komfort, luftkomfort och lokalfunktioner som problem.

Diagram 10- Termisk komfort, Sandeklevsskolan

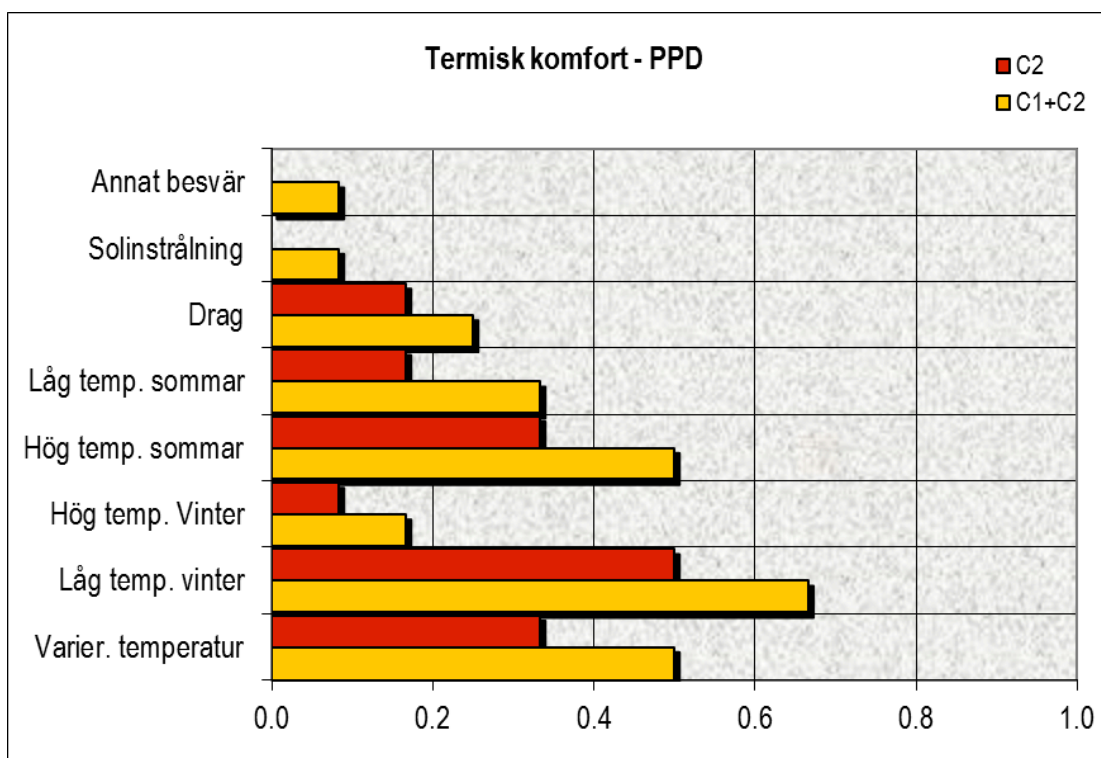


Diagram 11- Luftkomfort, Sandeklevsskolan

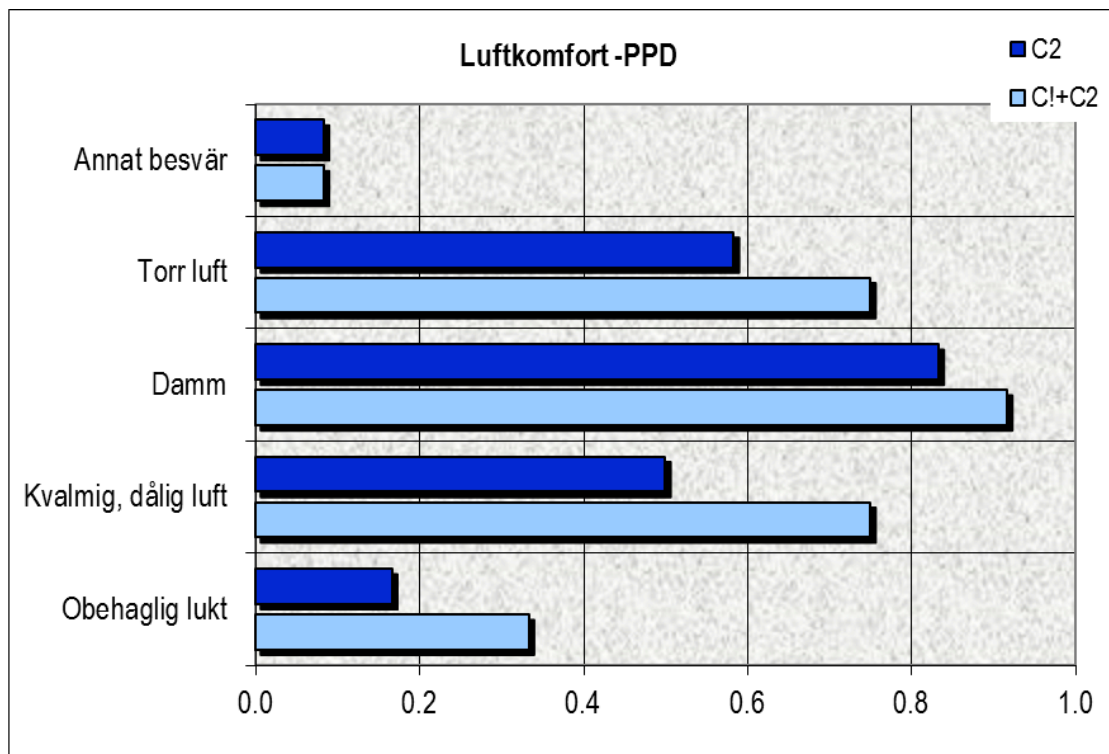
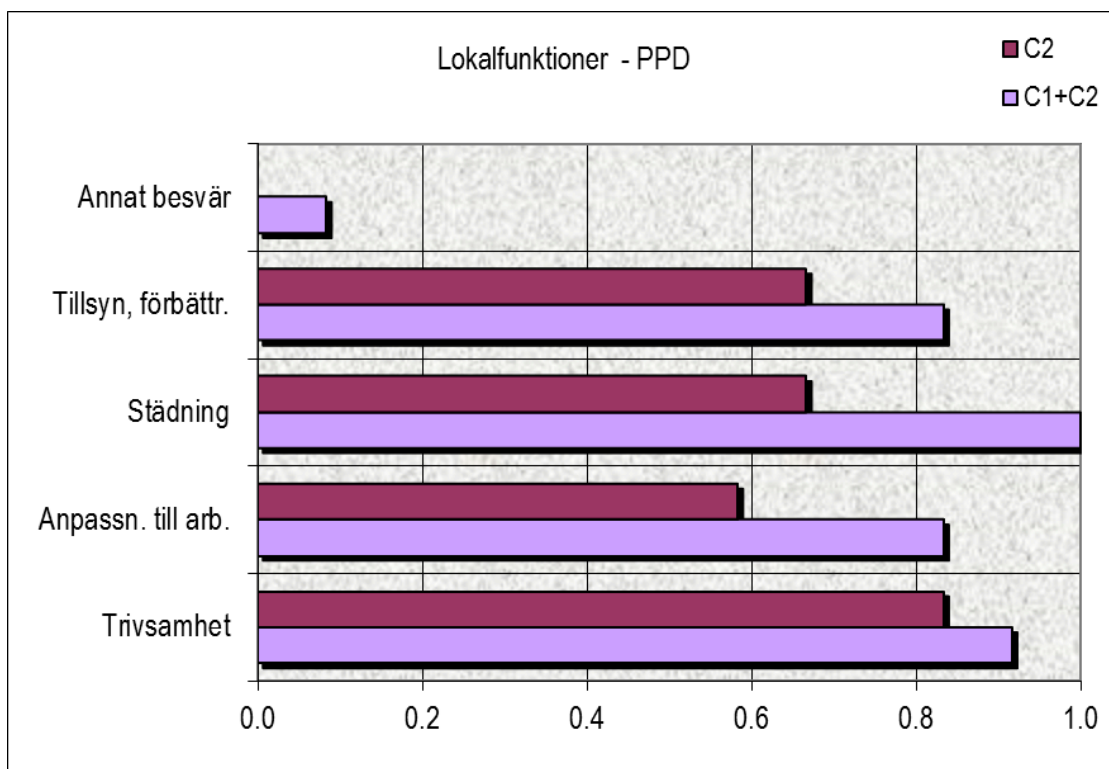


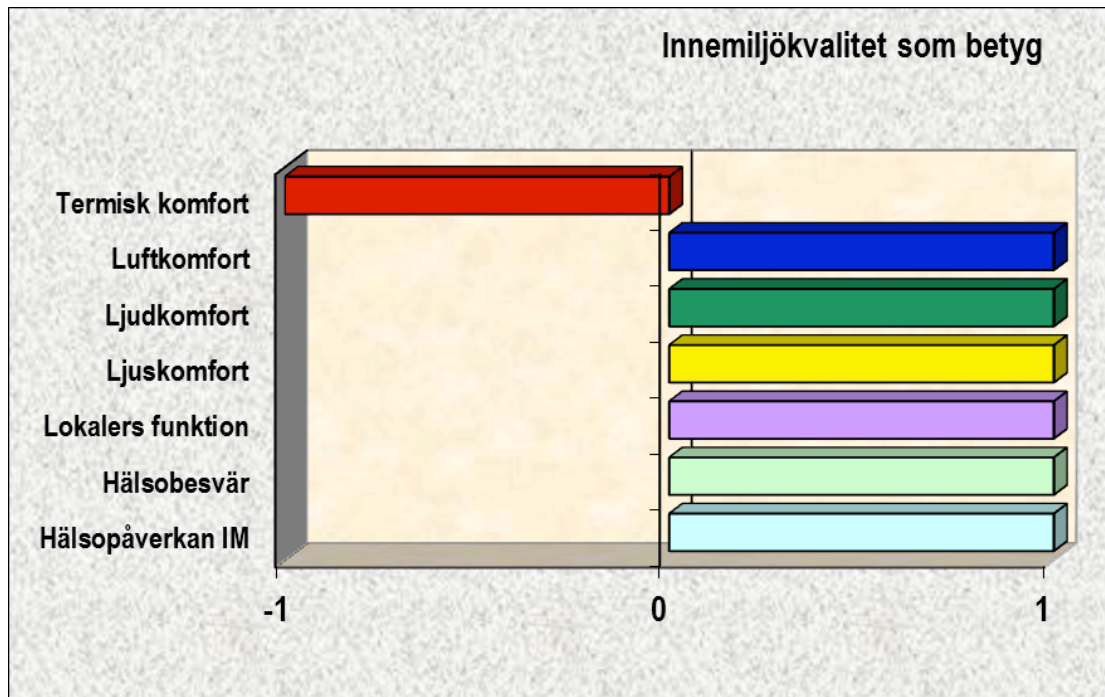
Diagram 12- Lokalfunktioner, Sandeklevsskolan



### 4.2.3 Taubeskolan

Enkäterna är från februari 2013 och det erhöles 8 svar. På Taubeskolan arbetar 16 pedagoger<sup>9</sup>. Detta ger en svarsfrekvens på 50 %.

Diagram 13- Innemiljöklimat som betyg, Taubeskolan



Diagrammet visar att på Taubeskolan upplevs termisk komfort som problem.

---

<sup>9</sup> Anette Täge, (Adminstratör, Taubeskolan) intervjuad av författarna 22 maj 2013

Diagram 14- Termisk komfort, Taubeskolan

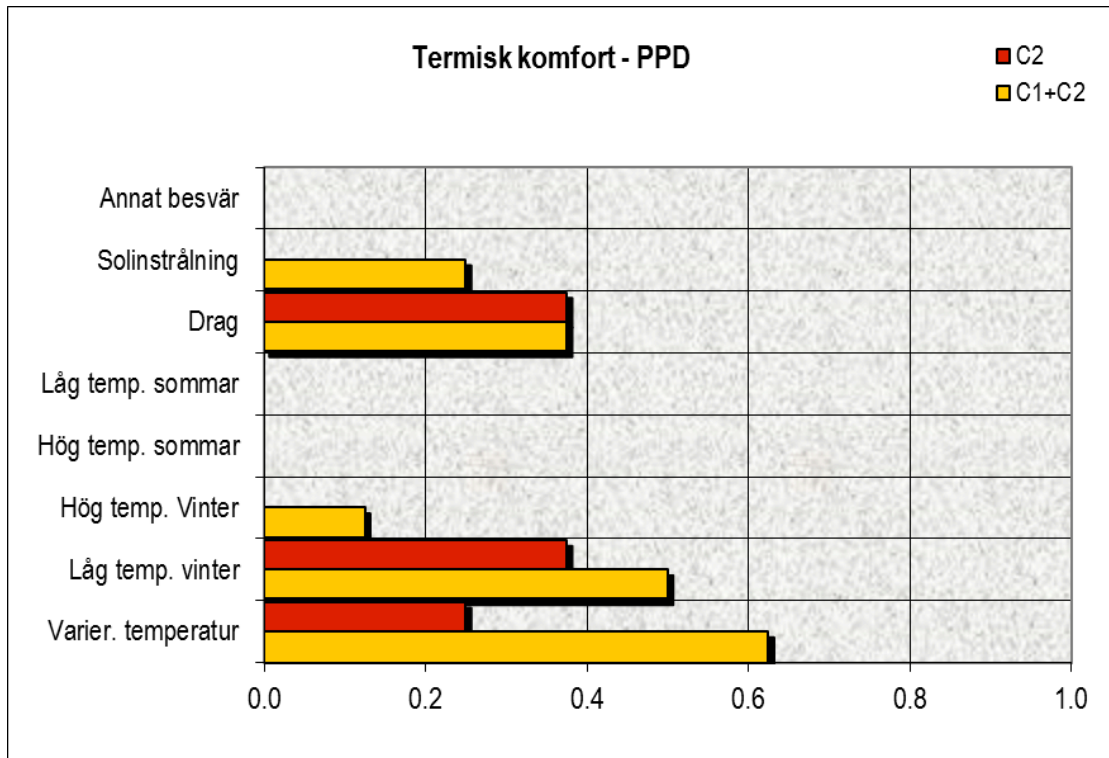


Diagram 15- Luftkomfort, Taubeskolan

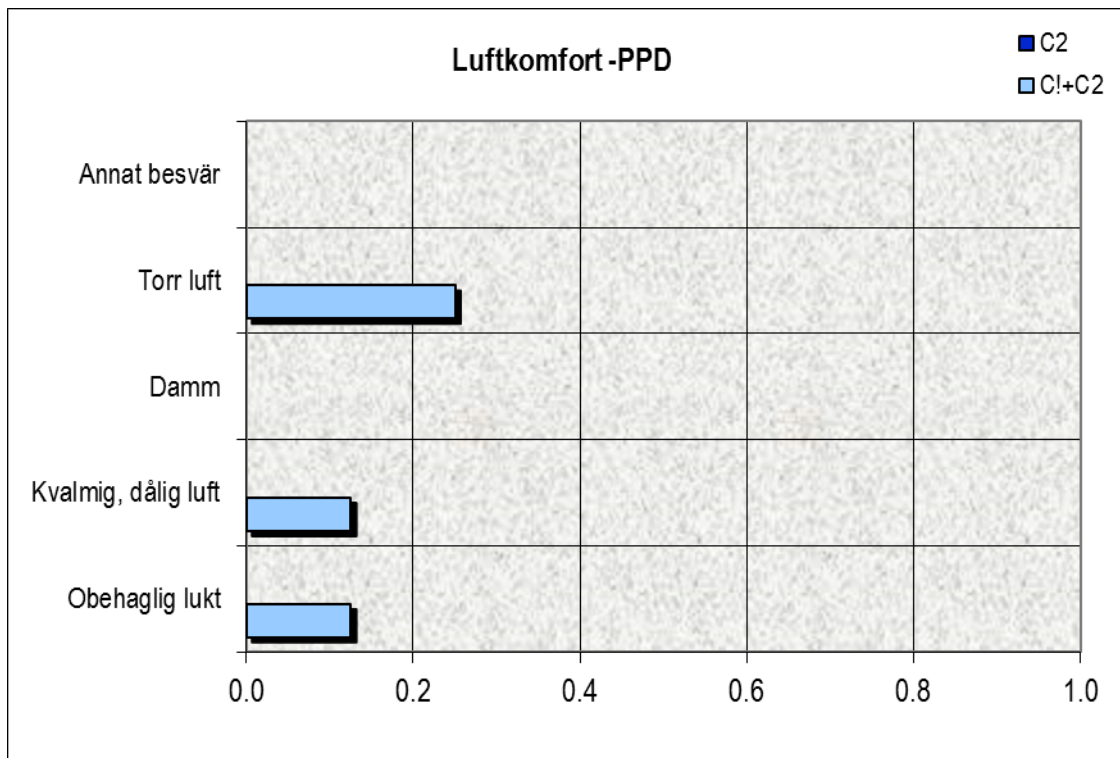
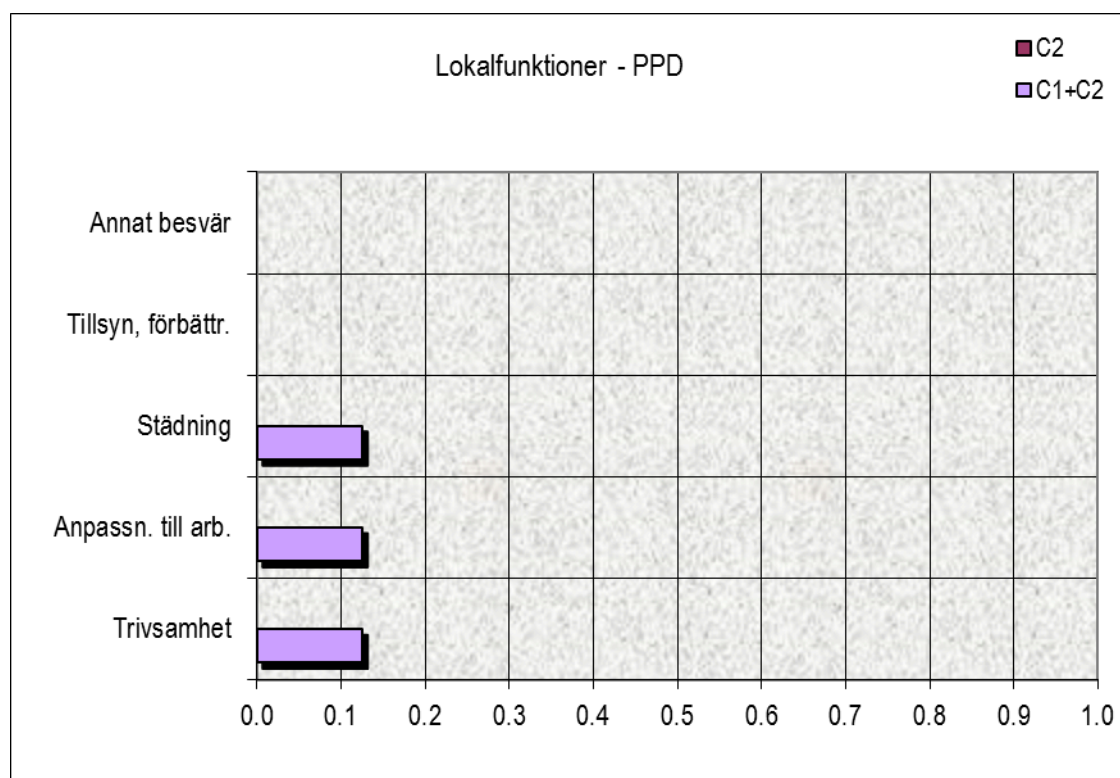




Diagram 16- Lokalfunktioner, Taubeskolan



## 4.3 Mätningar

De mätningar som har utförts är temperatur, ytemperatur, fukt, koldioxid samt hyllfaktor och tygfaktor.

### 4.3.1 Lufttemperatur

Temperaturen loggades under totalt sju veckor. Den första tabellen visar resultatet av hela loggningen och de tre följande visar loggningen uppdelad i perioder.

Tabell 1- Temperatur 2013-03-06 till 2013-04-24 (7 veckor)

	Lägsta (°C)	Högsta (°C)	Medel (°C)
Bergsjöskolan	12.8	23.5	21.3
Nordhemsskolan	17.2	25.7	20.34
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 2- Temperatur 2013-03-06 till 2013-03-20 (2 veckor)**

	Lägsta (°C)	Högsta (°C)	Medel (°C)
Bergsjöskolan	19.8	22.4	20.9
Nordhemsskolan	17.2	25.7	20.5
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 3- Temperatur 2013-03-20 till 2013-04-03 (2 veckor)**

	Lägsta (°C)	Högsta (°C)	Medel (°C)
Bergsjöskolan	20.1	23.1	21.4
Nordhemsskolan	18.3	21.9	19.9
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 4- Temperatur 2013-04-03 till 2013-04-24 (3 veckor)**

	Lägsta (°C)	Högsta (°C)	Medel (°C)
Bergsjöskolan	17.1	23.4	21.3
Nordhemsskolan	14.6	24.4	20.8
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

### 4.3.2 Yttemperatur

Mätningar av yttemperaturer gjordes under vecka 5 och vecka 17. För varje klassrum mättes fyra punkter på varje vägg, golvet, taket och fönster. Det togs sedan ett medelvärde som anses representera den aktuella ytan.

Tabell 5- Yttertemperatur vecka 5

	Väggar (°C)	Fönster (°C)	Tak (°C)	Golv (°C)	Ute (°C)
<b>Bergsjöskolan</b>					
Klassrum 217	21	20	21	21	5
Klassrum 300	21	21	21	21	5
Klassrum 318	22	21	22	22	5
<b>Nordhemsskolan</b>					
Klassrum 201	20	11	22	21	-9
Klassrum 402	21	11	23	23	-9
Klassrum 509	20	15	21	21	-9
<b>Sandeklevsskolan</b>					
Klassrum 119	22	18	22	21	-3
Klassrum 131	22	20	20	21	-3
Klassrum 204	23	21	23	23	-3
<b>Taubeskolan</b>					
Klassrum B121	20	17	20	19	4
Klassrum B221	20	19	21	20	4
Klassrum B321	21	20	22	21	4

Tabell 6- Yttertemperatur vecka 17

	Väggar (°C)	Fönster (°C)	Tak (°C)	Golv (°C)	Ute (°C)
<b>Bergsjöskolan</b>					
Klassrum 217					7
Klassrum 300	22	21	23	23	7
Klassrum 318	21	21	21	22	7
<b>Nordhemsskolan</b>					
Klassrum 201	23	21	24	24	5
Klassrum 402	22	21	24	24	5
Klassrum 509	21	19	21	21	5
<b>Sandeklevsskolan</b>					
Klassrum 119	20	19	20	20	6
Klassrum 131	22	22	23	21	6
Klassrum 204	17	17	18	17	6
<b>Taubeskolan</b>					
Klassrum B121	22	21	22	22	8
Klassrum B221	21	20	21	21	8
Klassrum B321	23	21	23	23	8

### 4.3.3 Fukt

Fukten loggades under totalt sju veckor. Den första tabellen visar resultatet av hela loggningen och de tre följande visar loggningen uppdelad i perioder.

**Tabell 7- Fukt 2013-03-06 till 2013-04-24 (7 veckor)**

	Lägsta (%)	Högsta (%)	Medel (%)
Bergsjöskolan	8.2	57	18.7
Nordhemsskolan	10.5	52.9	22.9
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 8- Fukt 2013-03-06 till 2013-03-20 (2 veckor)**

	Lägsta (%)	Högsta (%)	Medel (%)
Bergsjöskolan	8.2	28.6	14.8
Nordhemsskolan	10.5	29.2	18.9
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 9- Fukt 2013-03-20 till 2013-04-03 (2 veckor)**

	Lägsta (%)	Högsta (%)	Medel (%)
Bergsjöskolan	9.2	21.1	13.7
Nordhemsskolan	13.4	22.6	19.7
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

**Tabell 10- Fukt 2013-04-03 till 2013-04-24 (3 veckor)**

	Lägsta (%)	Högsta (%)	Medel (%)
Bergsjöskolan	10.1	53.5	29
Nordhemsskolan	23.1	59.8	33.3
Sandeklevsskolan	-	-	-
Taubeskolan	-	-	-

#### 4.3.4 Koldioxid

Mätningar av koldioxid gjordes under vecka 5, 11 och 17. Mätningarna är för det aktuella klassrummet under en lektion. Lägsta och högsta värdet har kollats upp och det har beräknats ett medelvärde. Resultaten finns i tabellen nedan.

Tabell 11- Koldioxidhalt vecka 5

	Lägsta (ppm)	Högsta (ppm)	Medel (ppm)
<b>Bergsjöskolan</b>			
Klassrum 217	-	-	-
Klassrum 300	-	-	-
Klassrum 318	-	-	-
<b>Nordhemsskolan</b>			
Klassrum 201	505	921	808
Klassrum 402	655	912	857
Klassrum 509	577	956	853
<b>Sandeklevsskolan</b>			
Klassrum 119	560	684	657
Klassrum 131	446	961	605
Klassrum 204	560	740	631
<b>Taubeskolan</b>			
Klassrum B121	612	796	704
Klassrum B221	535	881	728
Klassrum B321	387	1105	687

Tabell 12- Koldioxidhalt vecka 11

	Lägsta (ppm)	Högsta (ppm)	Medel (ppm)
<b>Bergsjöskolan</b>			
Klassrum 217	-	-	-
Klassrum 300*	381	691	481
Klassrum 318*	281	549	436
<b>Nordhemsskolan</b>			
Klassrum 201*	371	563	510
Klassrum 402	-	-	-
Klassrum 509*	281	415	355
<b>Sandeklevsskolan</b>			
Klassrum 119	628	846	789
Klassrum 131	444	685	680
Klassrum 204	584	821	663
<b>Taubeskolan</b>			
Klassrum B121	964	1104	1002
Klassrum B221	451	682	636
Klassrum B321	672	1442	1086

\*Koldioxidmätaren, SenseAir, visade på en utomhushalt av CO<sub>2</sub> på 275 ppm vilket tyder på att den var felkalibrerad vid mättillfället.

**Tabell 13- Koldioxidhalt vecka 17**

	Lägsta (ppm)	Högsta (ppm)	Medel (ppm)
<b>Bergsjöskolan</b>			
Klassrum 217	382	890	623
Klassrum 300	382	870	582
Klassrum 318	470	726	660
<b>Nordhemsskolan</b>			
Klassrum 201	964	1104	1016
Klassrum 402	411	747	607
Klassrum 509	462	604	560
<b>Sandeklevsskolan</b>			
Klassrum 119	414	670	618
Klassrum 131	506	804	661
Klassrum 204	434	600	549
<b>Taubeskolan</b>			
Klassrum B121	-	-	-
Klassrum B221	409	501	444
Klassrum B321	444	861	736

## 4.4 Inredning

Inredningar har inventerats på de olika skolorna. Hyllfaktor och tygfaktor har sedan räknats ut och sammanställts i tabellen nedan.

**Tabell 14- Inredning**

Skola	Uppmätta klassrum	Antal klassrum totalt	Hyllfaktor, medel	Tygfaktor, medel
Bergsjöskolan	13	32	0,139	0,097
Nordhemsskolan	19	36	0,173	0,084
Sandeklevsskolan	8	13	0,239	0,081
Taubeskolan	6	6	0,234	0,038

## 5 Utvärdering och Diskussion

Det är svårt att skapa ett inomhusklimat som passar alla. Målet är att större delen av personerna som vistas i inomhusmiljön ska känna sig nöjda. Syftet med den här rapporten har varit att göra en jämförelse mellan hur personalen på skolan upplever sin inomhusmiljö och hur mätningar återspeglar detta. Det har generellt varit en låg svarsfrekvens på enkäterna om inomhusklimat till personalen vilket kan tolkas som att de antingen är nöjda med sitt inomhusklimat eller ointresserade av att utveckla det.

Under detta arbete har det varit begränsningar med mätutrustning. Vid den första veckans mätningar av koldioxid kunde inte mätaren (pSENSE RH) logga resultaten. Det fick istället bli ett Skype-samtal med en telefon som var vid mätaren och en utanför där resultaten kunde avläsas. Den mätaren stängde även av sig var 20e minut och läraren skulle då sätta igång den igen, vilket lätt glömdes bort. Till den andra och tredje veckans mätningar byttes mätaren ut mot en mätare (SenseAir CO2) som kunde logga resultaten. Där blev istället problemet att det inte gick att få ut resultaten alla gånger då inte mätaren och datorn ville samarbeta. Vissa mätningar fick då göras om. Tiden med dessa mätningar som fick göras om resulterade i att det inte blev några mätningar av koldioxid och yttemperatur på Gärdsmosseskolan.

Då det bara funnits tillgång till en mätare har mätningarna fått göras en och en så samtliga mätningar av koldioxid har gjorts vid olika tidpunkter. Det som är gemensamt för att koldioxidmätningar är att de gjorts under samma vecka. Det har varit olika klasser med olika antal elever. Det har varit spring ut och in från klassrummet, öppna dörrar, öppna fönster och de har i vissa fall slutat tidigare eller bytt klassrum. Detta påverkar i sin tur resultaten och gör att de inte är helt tillförlitliga.

Lokalförvaltningen skulle låna ut 12 stycken mätare som loggade temperatur och fukt under tre veckor. Det skulle sitta upp tre per skola, i samma klassrum som koldioxidmätningarna och yttemperaturmätningarna gjorts. Lokalförvaltningen fick efter att de lovat mätarna in egna uppdrag där de behövde sina mätare och det blev bara fem mätare kvar till mätningarna på skolorna.

När resultaten från mätarna som loggade fukt och temperatur skulle tas fram visade det sig att två av mätarna redan hunnit tas till andra mätningar. Därför fattas det resultat för Sandeklevsskolan och Taubeskolan gällande temperatur och fukt.

Resultaten kan vara svåra att tolka då det i flera fall fattas mätdata från olika mätningar. Det är även svårt att tolka resultaten med avseende på att det är så mycket annat som spelar in och det är svårt att få en helhetsuppfattning. Det är svårt när det kan vara andra parametrar än luft som kan vara av stor betydelse för inomhusklimatet.

## 6 Slutsatser

Enkäten visar, enligt Lokalförvaltningens bedömningsprinciper, att luftkomforten är underkänd på Bergsjöskolan, Nordhemsskolan och Sandeklevsskolan. Vad som skiljer dessa skolor från Taubeskolan är att städningen upplevs som undermålig och att damm upplevs som ett problem. Vidare har klassrummen i dessa skolor en tygfaktor som är mer än dubbelt så hög jämfört med Taubeskolan. Dessa resultat indikerar att det inte är för låga ventilationsflöden som är orsaken till den dåliga luftkvaliteten utan snarare bristande städrutiner.

I Bergsjöskolan och Nordhemsskolan, där den relativa fuktigheten har mätts, visar värdena att luften är för torr vilket också enkätstudien visar. Från Sandeklevsskolan där 75 % upplever luften som torr saknas mätdata som styrker detta. Eftersom koldioxidhalterna i dessa tre skolor ligger på ungefär samma nivåer och skolornas ventilationssystem saknar luftfuktare kan det antas att även fukthalterna är ungefär desamma.

De skolor där den termiska komforten kan anses undermålig är Sandeklevsskolan och Taubeskolan. En jämförelse skolorna emellan visar att ytemperaturerna som regel ligger mellan 20 och 23 °C. På grund av bortfall av mätresultat kan ingen jämförelse mellan lufttemperaturer göras.



## 7 Rekommendationer

Utifrån slutsatserna tyder mätresultat och enkätstudier på att det är städrutinerna som bör ses över. För att minimera förekomsten av damm som kan göra att man upplever ett ökat behov av ventilation föreslås att dammtorkning sker när ventilationen har varit avstängd i några timmar och dammet sedimenterat. Vidare föreslås att tyger avlägsnas från klassrummen alternativt vädras ofta för att reducera mängden dammupplag.

## 8 Vidare studier

Studien i denna rapport är inte heltäckande på flera sätt då det finns andra faktorer och parametrar som spelar in för att få en god inomhusmiljö. Förhoppningsvis har denna rapport väckt intresse och inspirera till vidare studier inom området. Förslag på vidare studier skulle kunna vara.

- En mer heltäckande studie om bara en skola där det kan tas med fler parametrar än bara de som handlar om luftkvalitet.
- En utvärdering av städrutinerna, eventuell förändring av dessa följt av en ny enkätstudie för att se hur inomhusklimatet upplevs efter förbättrade städrutiner.

# Referenser

## Rapporter, tidsskriftsartiklar:

?? (2008) Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* November 2008, vol. 51, nr. 11, ss 1358-1369

Arundel, A V. Biggin, J H. Judith, H. (1986) Indirect health effects of Relative Humidity in Indoor Environments *Environmental Health Perspectives* Mars 1986, vol. 65, nr. - , ss. 351 – 351 Arundel, 1986

Awbi, H B. Bakó-Biró, Zs. Clements-Croome, D J (2012) Ventilation rates in schools and pupils' performance *Building Environment* Februari 2012, vol. 48, nr. 24, ss 215-223

Bach, B. Mølhav, L. Pedersen, O F. (1986) Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds *Environment International* vol. 12, nr. 1-4, ss. 167 – 175

Baik, Y K. Clausen, G. Fanger, P O. et al. Perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads *Indoor Air*, ISSN 0905-6947, 09/1999, vol. 9, nr 3, ss. 165 – 179

Berglund, B. Brunekreef, B. Knöppe, H. et. al. (2004) Effects of indoor air pollution on human health *Indoor Air* vol. 2, nr. 1, ss. 2 – 25

Berntsen, S. Hetland, G. Instanes, C. et al. (2005), Allergens and endotoxin in settled dust from day-care centers and schools in Oslo, Norway. *Indoor Air*, Oktober 2005 vol. 15, nr. 5 ss. 356–362.

Boeniger, M. Dong, M. Fisk, W J. et al. (2002) Indoor particles and symptoms on office workers – Results from a double blinded, cross-over study. *Epidemiology* Maj 2002 vol. 13, nr. 3, ss. 296 – 304

Chou, C. Murakami, M. Sunwoo, Yujin. (2006) Physiological and subjective responses to low relative humidity in young and elderly men *Journal of physiological anthropology* Maj 2006, vol. 25, nr. 3, s. 229

Dreborg, S. van Hage-Hamsten, M. (1999) Allmänt om allergen. I *Allergi och annan överkänslighet i praktisk sjukvård* red. Hedling, G. Eriksson, N E. Kjellman, M. et al. Lund: Studentlitteratur AB Citerad i *Allergen* (2013)

- Geelen L. M. J., M. A. J. Huijbregts, A. M. J. Ragas (2008) Comparing the effectiveness of interventions to improve ventilation behaviour in primary schools *Indoor Air*, October 2008, vol. 18 nr. 5, ss 416-424
- Ekker, S C. Enders, F Y. Neff, K L. (2013) Predictors of indoor absolute humidity and estimated effects on influenza virus survival in grade schools *BMC Infectious Diseases* Februari 2013, vol. 13, nr. 1, s. 71
- Gravesen, S. Gyntelberg, F. Nielsen J W. (1994) Dust and the sick building syndrome *Indoor Air* December 1994 vol. 4, nr. 4, ss. 223-238
- Hedrén, M. Karlsson, A S. Larsson, K. (2004) Allergen avoidance does not alter Airborne cat allergen levels in classrooms *Allergy* Augusti 2005, vol. 116, nr. 2, s. 543 (29)
- Hotchi, T. Mendell, M J. Satish, S. (2012) Is CO2 an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO2 concentrations on human decision-making performance *Environmental Health Perspectives*, December 2012, vol. 120 nr. 12, ss 1671-1677
- Hui P.S., Wong L.T., Mui K.W. (2008) Using carbon dioxide concentration to assess IAQ in offices *Indoor and Built Environment* June 2008, vol. 17 nr. 3, ss 213-219
- Hunter, P. Macdonald, C. Sternberg, A. (2008) A systematic Review and Meta-Analysis of Interventions used to reduce exposure of House Dust and their effect on the development of severity of Asthma *Ciência & Saúde Coletiva* December 2008, vol. 13, nr 6, ss. 1907 – 1915
- McCarthy, J F. Samet, J M. Spengler, J D. (2001) *Indoor Air Quality Handbook* [Elektronisk] New York, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Nilsen, S K. Blom, P. Rydock, J. Nersveen, J. et al. (2002) An intervention study of the relationship between indoor air-related health problems, productivity and cleanliness in an office setting. I *Indoor Air 2002 - 9<sup>th</sup> International Conference on Indoor Air Quality and Climate*. 30 juni – 5 juli 2002, Rotterdam. ss. 472-477
- Norbäck, D. Smedje, G. (2001) Irritants and allergens at school in relation to furnishings and cleaning *Indoor Air* Juni 2001 vol. 11, nr. 2, pp. 127 -133
- Norbäck, D. Takaoka, N. (2011) The Influence on School Environment on the SBS Symptoms and the Development of Asthma and Allergy. I *Sick Building Syndrome*, red. Sabah A. Abdul-Wahab, 135-152. Berlin: Springer Verlag

Pedersen, B V. Skov, P. Valbjørn, O (1990) Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment *Scandinavian journal of work, environment & health* Oktober 1990, vol. 16, nr. 5, ss 363 – 371

Richardson, G. Eick, S. Jones, R. (2005) How is the indoor environment related to asthma: A literature review. *Journal of Advanced Nursing*, November 2005, vol. 52, nr 3, ss. 328-339

Seppänen, O A. Fisk W J. Mendell, M J. (1999) Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub>-concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings *Indoor Air* December 1999, nr. 9: ss 226-252

Socialstyrelsen (2005) *Temperatur inomhus*.

Strachan, D P (1988) Damp housing and childhood asthma: validating of reporting of symptoms *BMJ* November 1988, vol. 297 nr. 6658, ss 1223 – 1226

Tranter, D C (2005) Indoor allergens in settled school dust: a review of findings and significant factors *Clinical & Experimental Allergy* Februari 2005 vol. 35, nr. 2, s. 126

U. Haverinen-Shaughnessy, D. J. Moschandreas, R. J. Shaughnessy (2010) Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievements *Indoor Air* April 2011, vol. 21, nr. 2, ss 121-131

### **Webbkällor:**

Arbetsmiljöverket (2012) Temperatur och klimat. <http://www.av.se> (21 januari 2013)

Arbetsmiljöverket (2013) Endotoxiner. <http://www.av.se> (6 april 2013)

Boverket. (2013) Obligatorisk ventilationskontroll. <http://www.boverket.se> (4 april 2013)

Göteborgs Stad. (2012) Bergsjöskolan. <http://www.goteborg.se>. (26 mars 2013)

Göteborgs Stad. (2012) Gärdsmosseskolan. <http://www.goteborg.se>. (4 maj 2013)

Göteborgs Stad. (2013) Historik om Nordhemsskolan. <http://www.goteborg.se>. (26 mars 2013)

Göteborgs Stad. (2013) Nordhemsskolan. <http://www.goteborg.se>. (26 mars 2013)

Göteborgs Stad. (2012) Sandeklevsskolan. <http://www.goteborg.se>. (26 mars 2013)

Göteborgs Stad. (2013) Taubeskolan. <http://www.goteborg.se>. (26 mars 2013)

Socialstyrelsen (?) Temperatur. <http://www.socialstyrelsen.se> (26 mars 2013)

Socialstyrelsen (?) SOSFS 2005:15 Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus. <http://www.socialstyrelsen.se> (26 mars 2013)

# Bilagor

## Bilaga 1- Enkät



**Göteborgs Stad**  
Lokalförvaltningen

1 (2)

### Det gäller din inommiljö!

En av Lokalförvaltningens uppgifter är att tillhandahålla en bra inommiljö för dem som vistas i våra lokaler. Därför vill vi **veta hur du upplever inommiljön** på din arbetsplats.

Det är viktigt att du svarar ärligt och på alla frågorna med ett tydligt X. Skriv gärna egna kommentarer och redovisa när och var (i vilken lokal eller rum) besvären förekommer. Beakta vinter- och sommarförhållanden ca ett år bakåt i tiden.

Betygsnyckel för inommiljöfrågorna:

- 2 = Inga besvär (mycket bra)
- 1 = Obetydliga besvär (bra)
- 0 = Vissa besvär, men sällan (godtagbart)
- 1 = Vissa besvär, ofta (mindre bra, inte godtagbart)
- 2 = Allvarliga besvär (dåligt, undermåligt)

Tack på förhand för din medverkan!

Frågor besvaras av  
Jan – Erik Andersson, telefon 365 01 35

Vi ber dig besvara den här enkäten (se baksidan) och lämna den till chefen för verksamheten så snart som möjligt. All personal skall svara på alla frågor. Inte enbart de som upplever problem, utan även de som tycker att inommiljön är bra. Lf sammanställer och bearbetar svaren. Verksamhetsansvarig kommer att få information om resultatet av enkät-svaren. Varje person beskriver sina eventuella problem och upplevelser. Man skall inte "marknadsföra" sina upplevelser till andra.

#### Internpostadress:

Jan-Erik Andersson  
Lokalförvaltningen, Lillhagsparken 11

ELLER

#### Postadress

Lokalförvaltningen  
Att. Jan-Erik Andersson  
Box 5163  
402 26 Göteborg

I:\FA\Energi-Miljö-Säkerhet\Innemiljö\Administrativ\Regler o erfarenheter\Innemiljöenkät\Innemiljöenkät förenkl 2 2011.doc



**INNEMILJÖENKÄT**

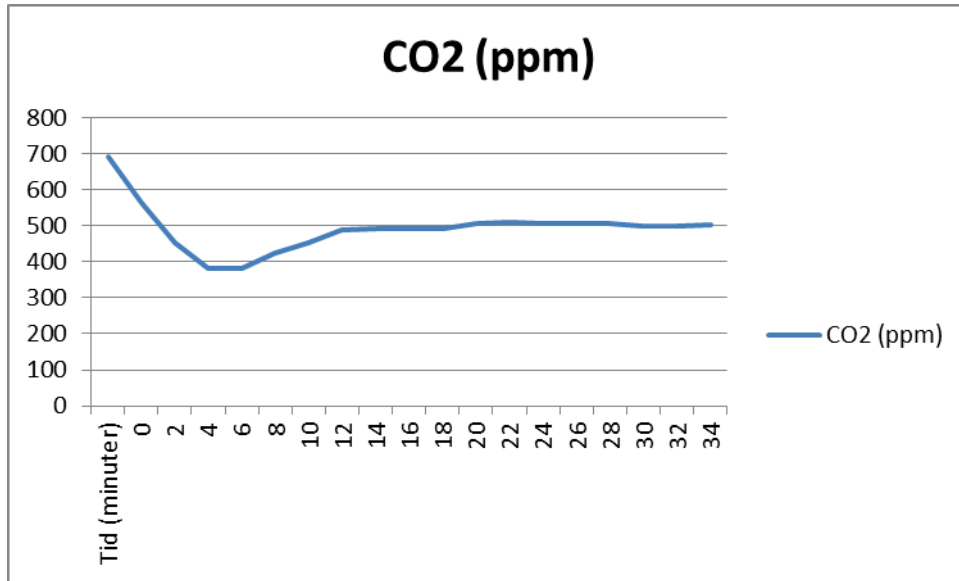
Husets namn - adress						Betygsnyckel för inomhusfrågorna: 2 = Inga besvär (mycket bra) 1 = Obetydliga besvär (bra) 0 = Vissa besvär, men sällan (godtagbart) -1 = Vissa besvär, ofta (mindre bra) -2 = Allvariga besvär (dåligt)
Byggnad						
Plan (vid flerplansbyggnad) Avdelning och Rum						
Kvinna / Man som svarar						
Tid i år på arbetsplatsen	Mindre än 0,5	0,5-1	1-2	2-4	Mer än 4	
Frågor att besvara	2	1	0	-1	-2	
<b>Besvär av temperatur, drag?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Varierande rumstemperatur						
För låg rumstemperatur vinter						
För hög rumstemperatur vinter						
För hög rumstemperatur sommar						
För låg rumstemperatur sommar						
Drag						
Solinstrålning som besvärar						
Annat besvär						
<b>Besvär av inneluften?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Obehaglig lukt						
Kvalmig eller dålig luft						
Damm						
Torr luft						
Annat besvär						
<b>Besvär av ljud?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Ljudstörningar från apparater						
Ljudstörningar från ventilation						
Ljudstörningar från aktiviteter						
Annat besvär						
<b>Besvär av belysningen?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Onödigt stark belysning						
Alltför svag belysning						
Bländande belysning						
För stora ljushetskillnader						
Ljusfall (riktning)						
<b>Vad anser Du om lokalerna?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Trivsamt						
Anpassade till Ditt arbete						
Självhållning och renhållning						
Tillsyn och förbättring						
Annat besvär						
<b>Tidigare hälsobesvär?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Astmaliska besvär						
<b>Hälsopåverkan av inneklimatet?</b>						<b>Kommentarer, specificera när och var:</b>
Huvudvärk eller annan påverkan						

I:\FA\Energi-Miljö-Säkerhet\Innemiljö\Administrativt\Regler o erfarenheter\Innemiljöenkät\Innemiljöenkät förenkl 2 2011.doc

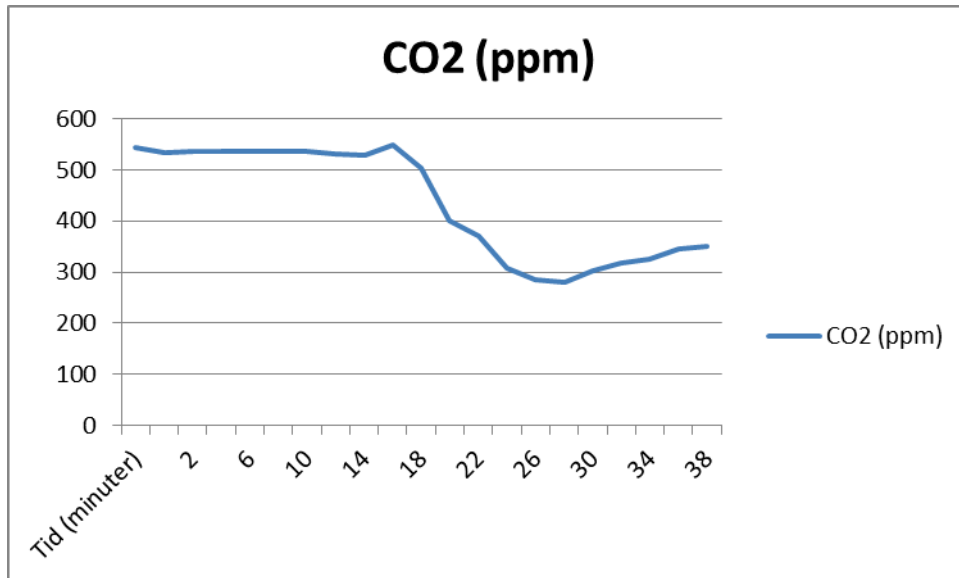


## Bilaga 2- Koldioxid, Bergsjöskolan, vecka 11

Klassrum 300

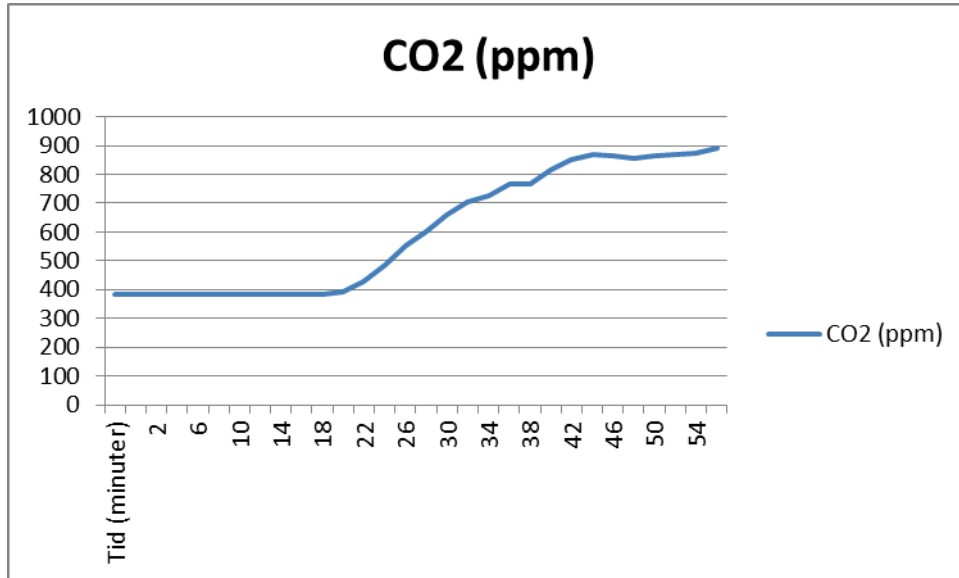


Klassrum 318

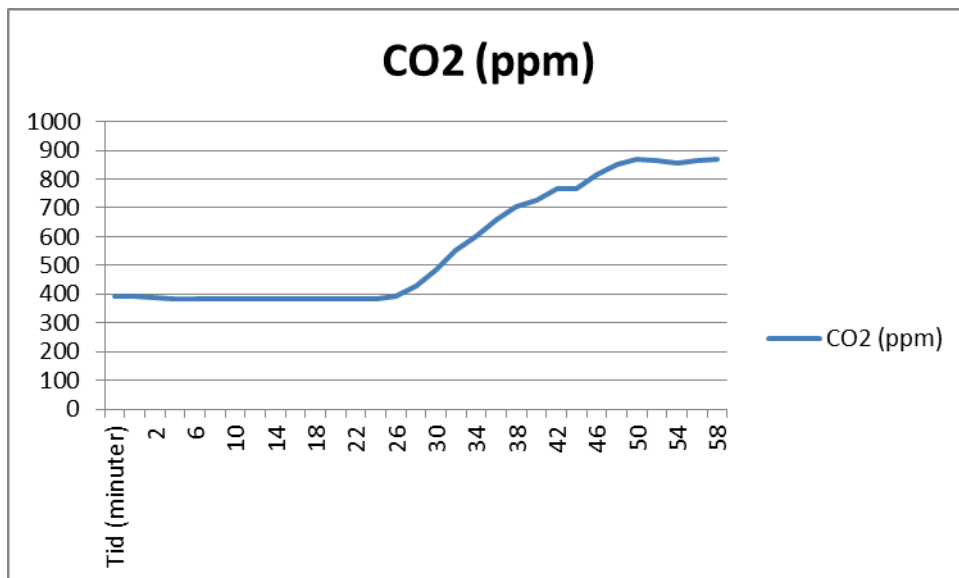


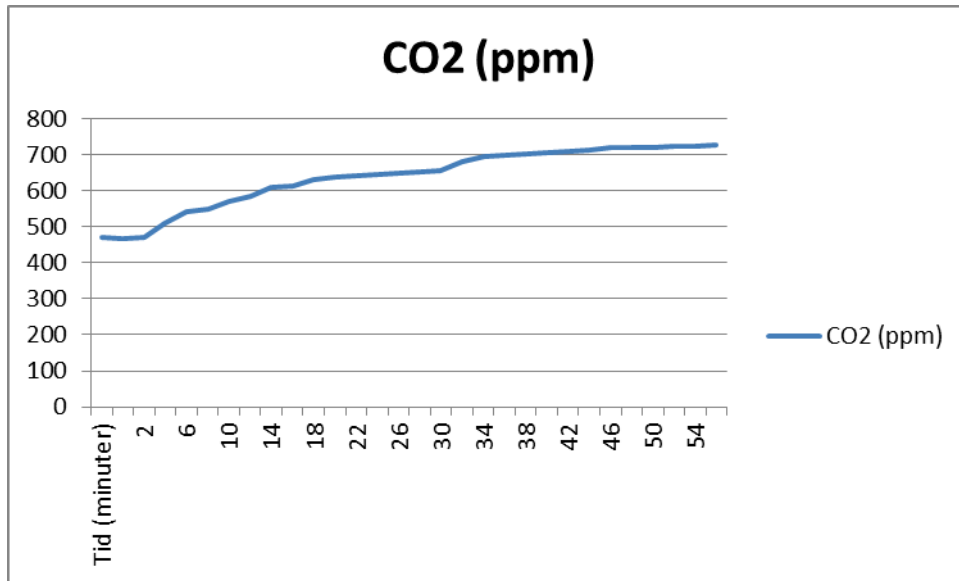
## Bilaga 3- Koldioxid, Bergsjöskolan, vecka 17

### Klassrum 217



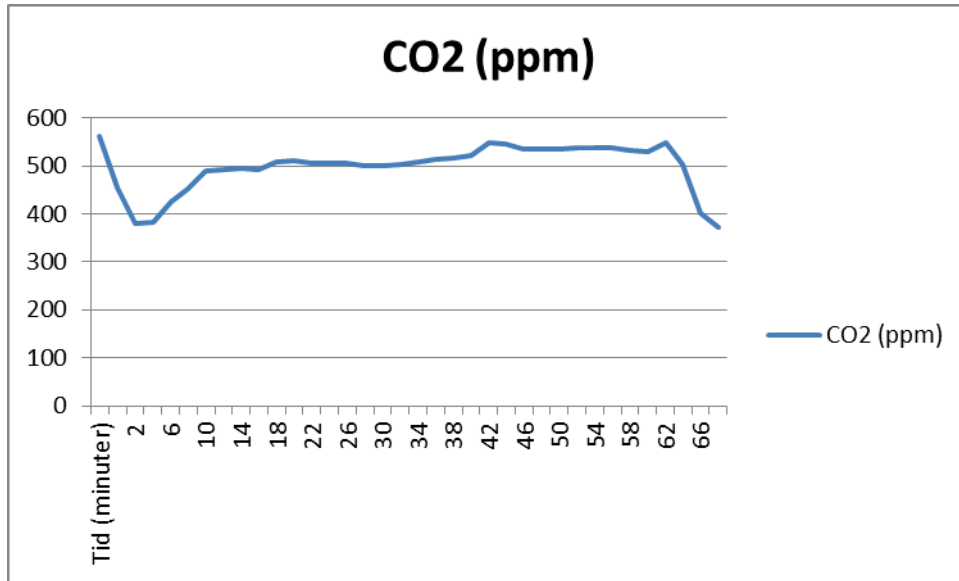
### Klassrum 300



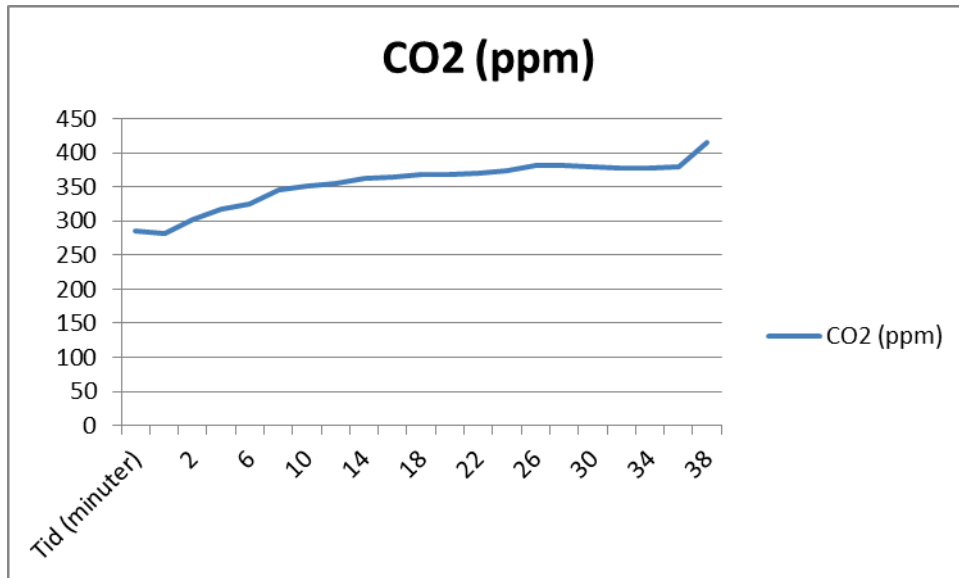


## Bilaga 4- Koldioxid, Nordhemsskolan, vecka 11

### Klassrum 201

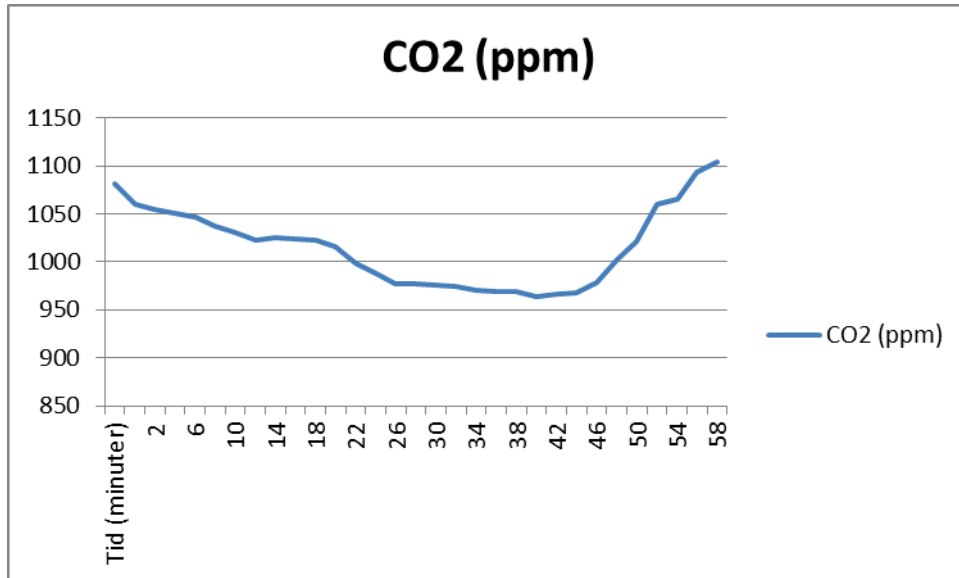


### Klassrum 509

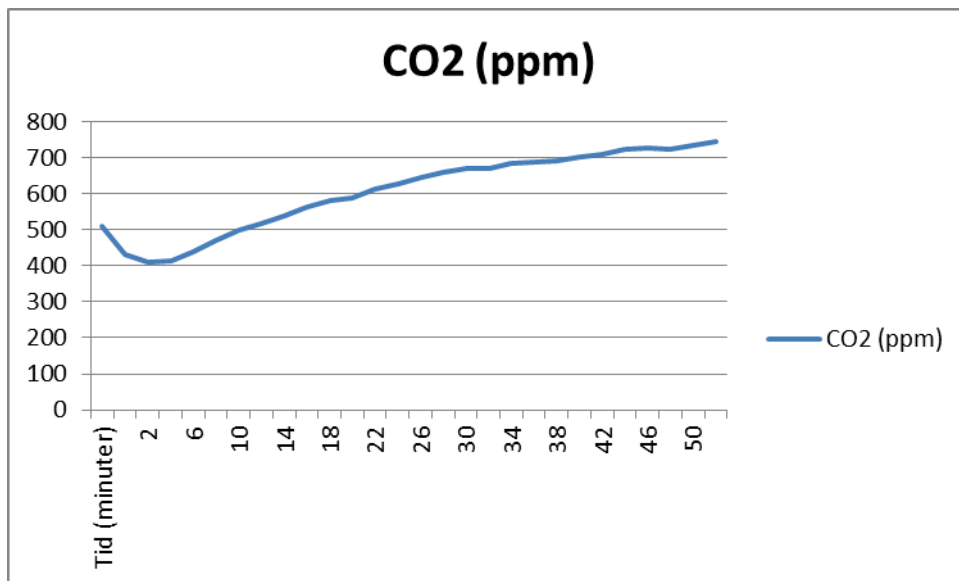


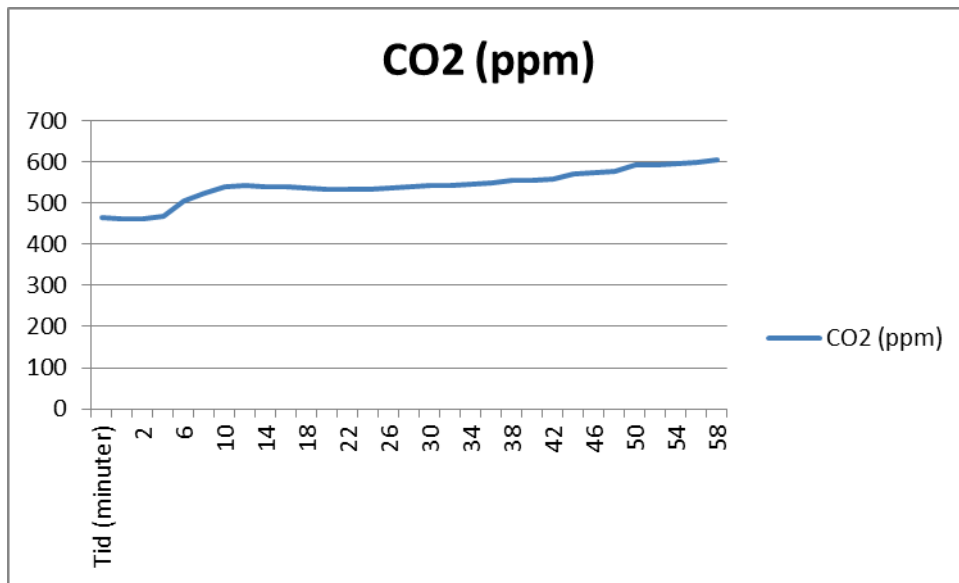
## Bilaga 5- Koldioxid, Nordhemsskolan, vecka 17

### Klassrum 201



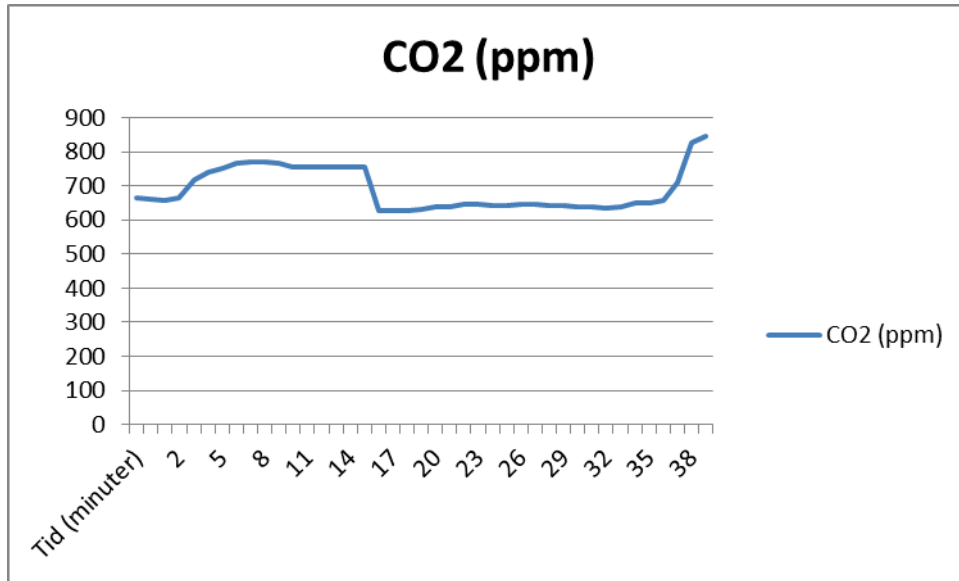
### Klassrum 402



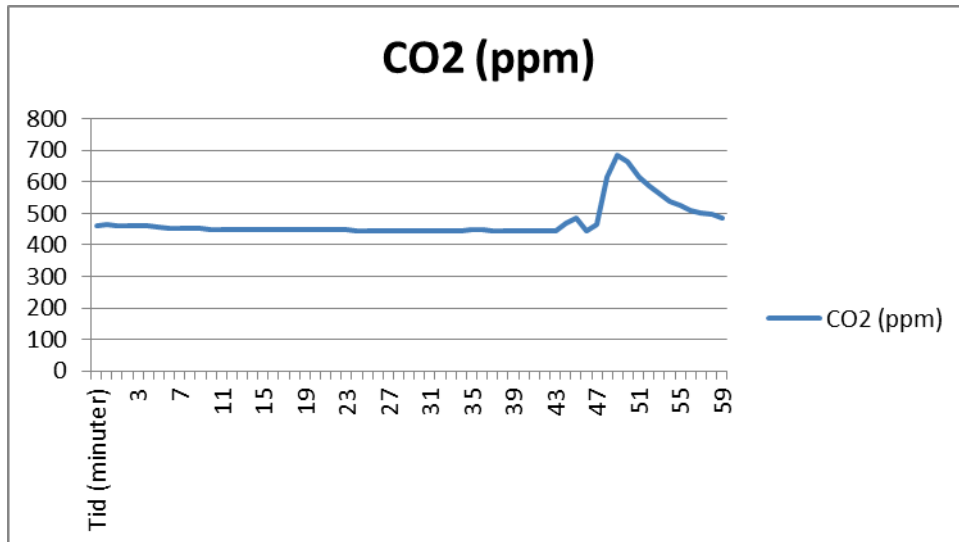


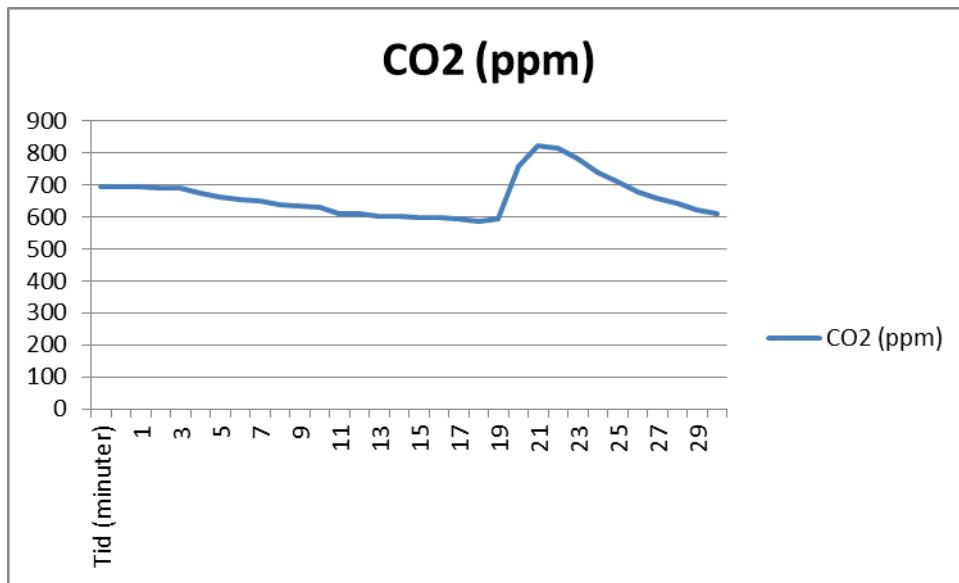
## Bilaga 6- Koldioxid, Sandeklevsskolan, vecka 11

### Klassrum 119



### Klassrum 131

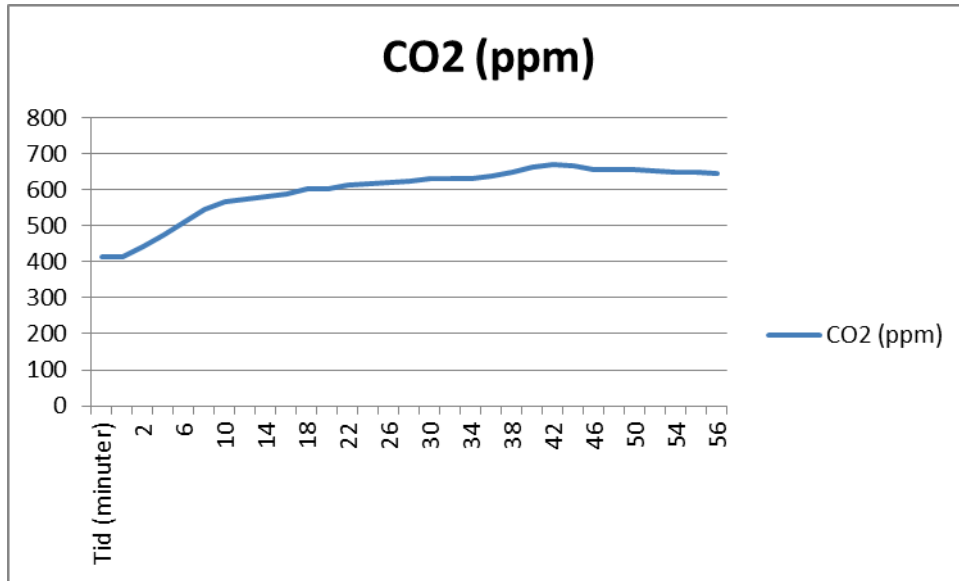




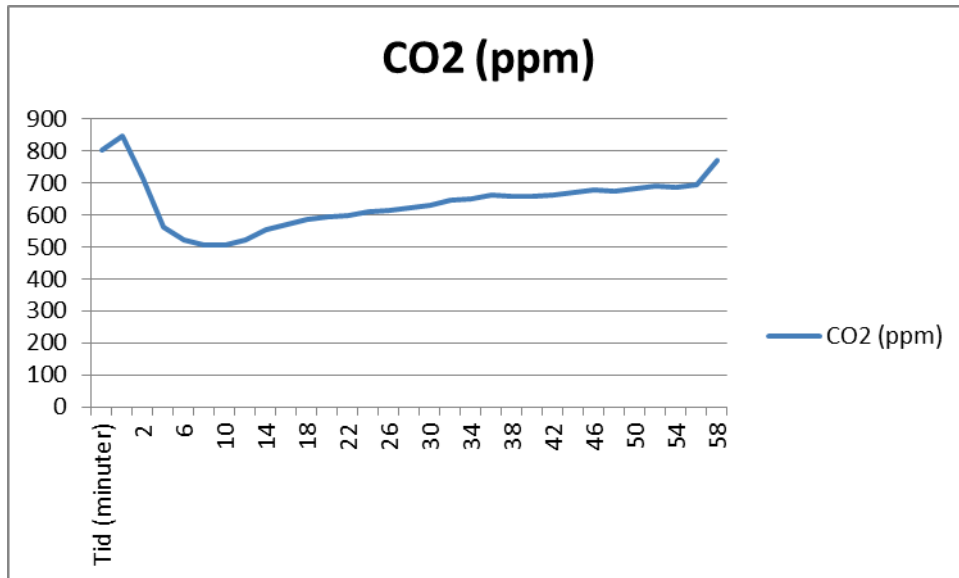


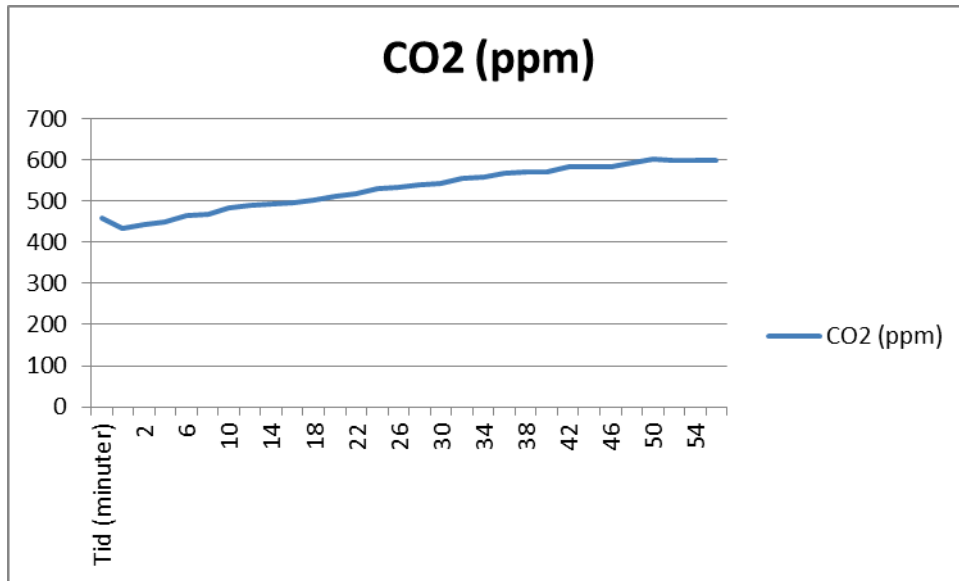
## Bilaga 7- Koldioxid, Sandeklevsskolan, vecka 17

### Klassrum 119



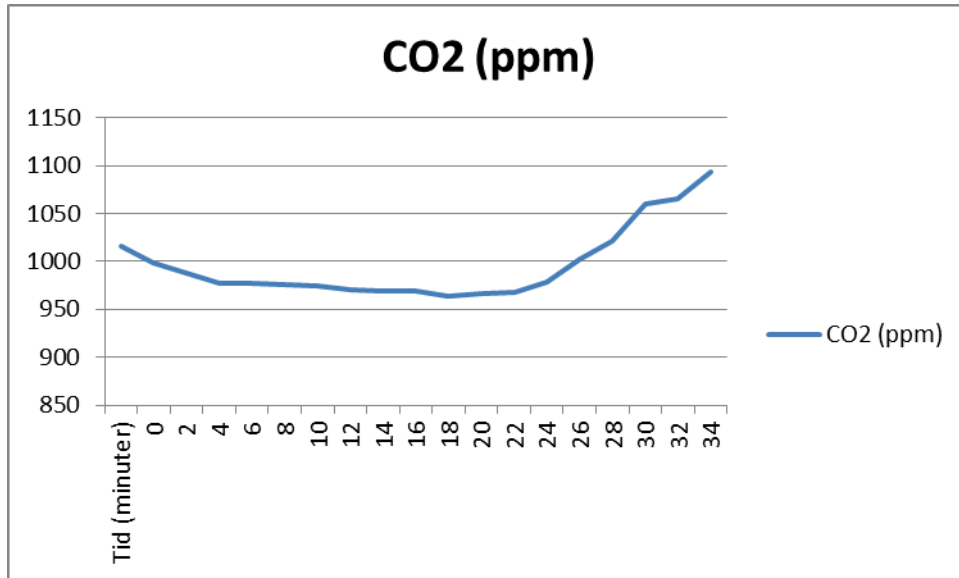
### Klassrum 131



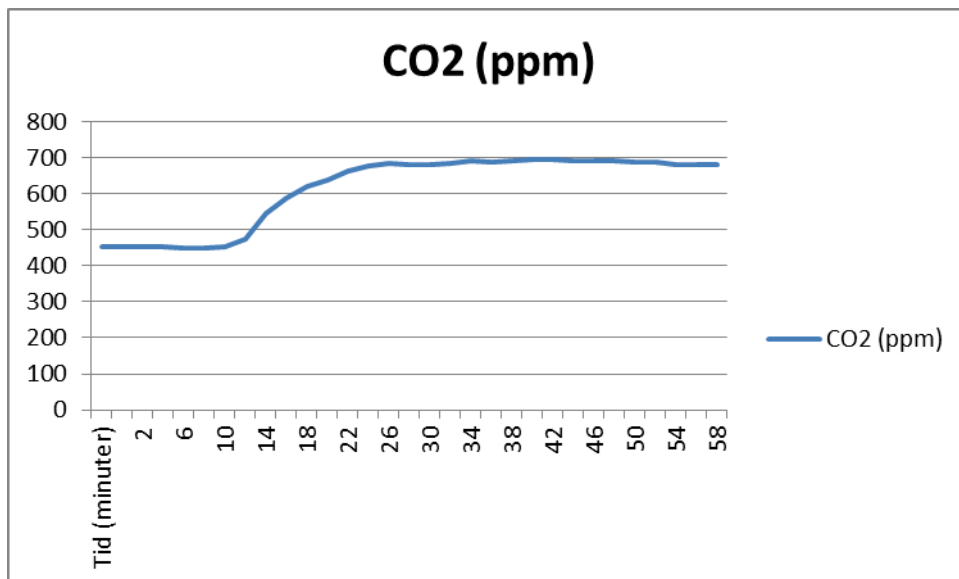


## Bilaga 8 - Koldioxid, Taubeskolan, vecka 11

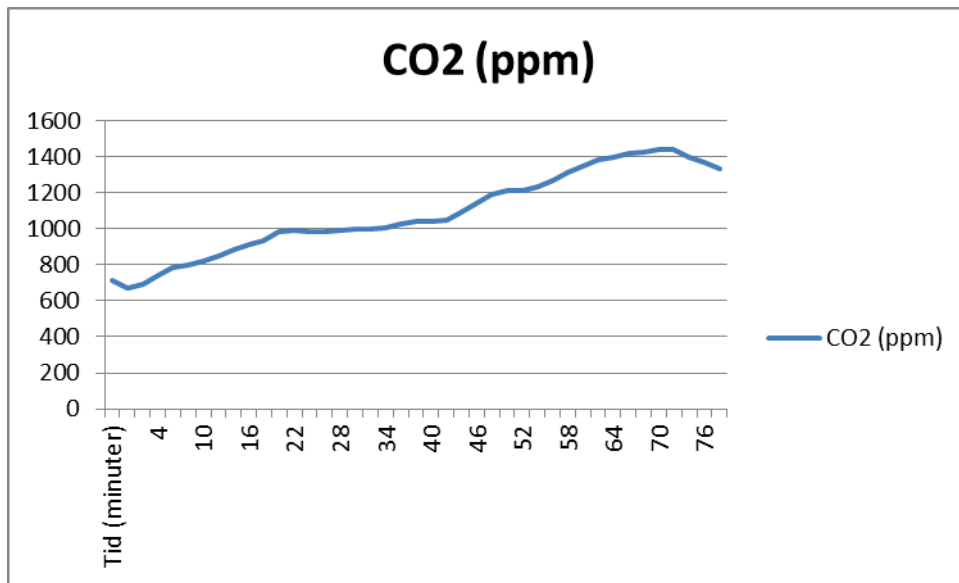
### Klassrum 1



### Klassrum2

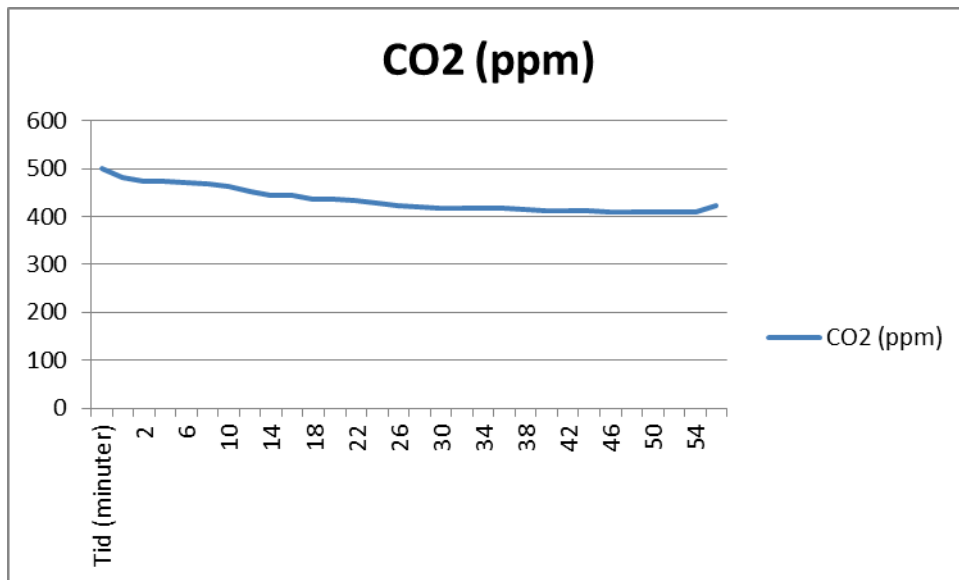


Klassrum 3

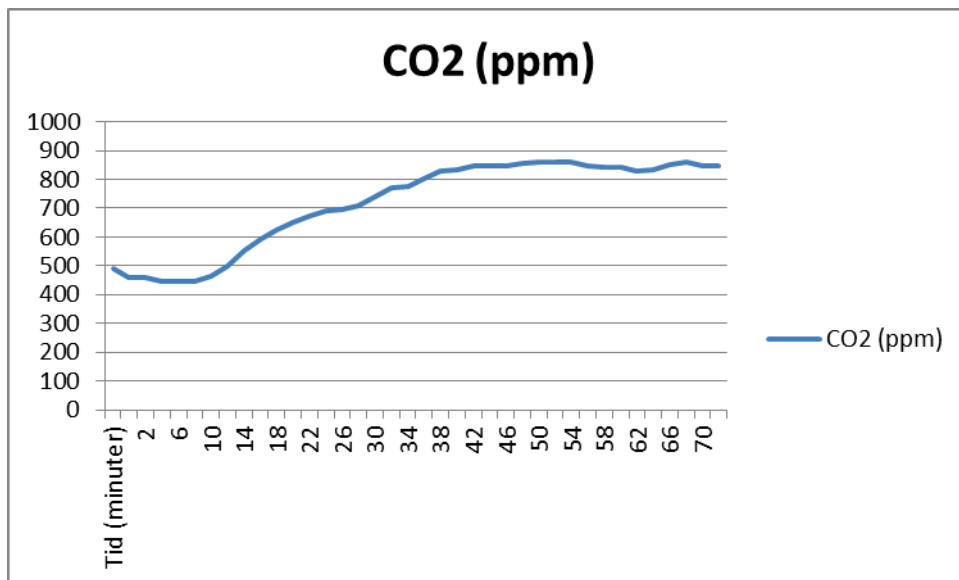


## Bilaga 9- Koldioxid, Taubeskolan, vecka 17

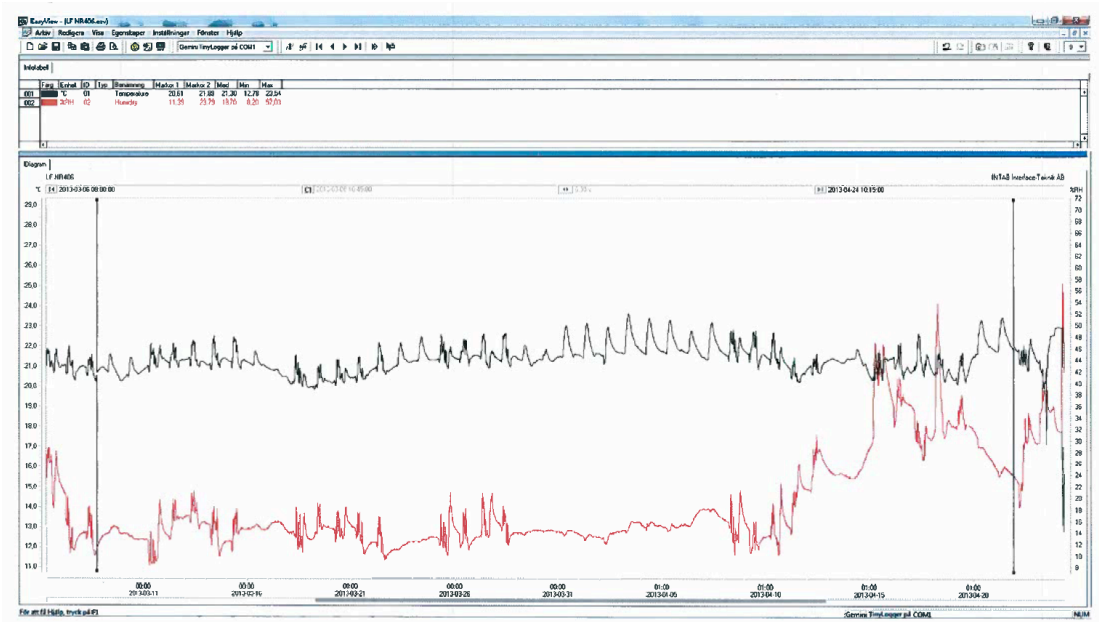
### Klassrum 2



### Klassrum 3



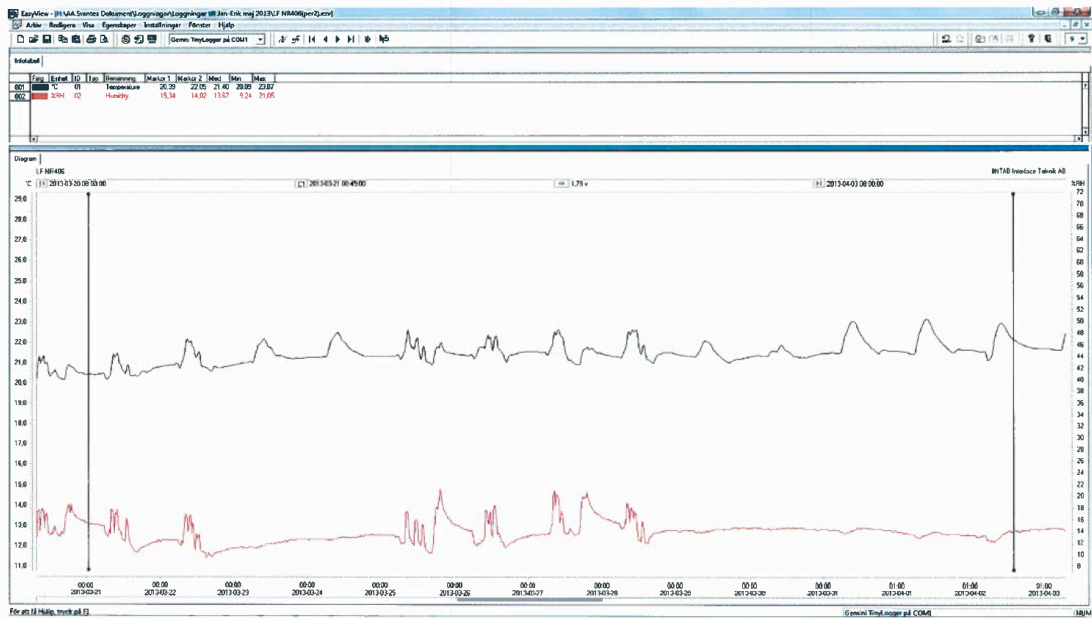
## Bilaga 10- Fukt och temperatur, Bergsjöskolan



2013-03-06 till 2013-04-24



2013-03-06 till 2013-03-20

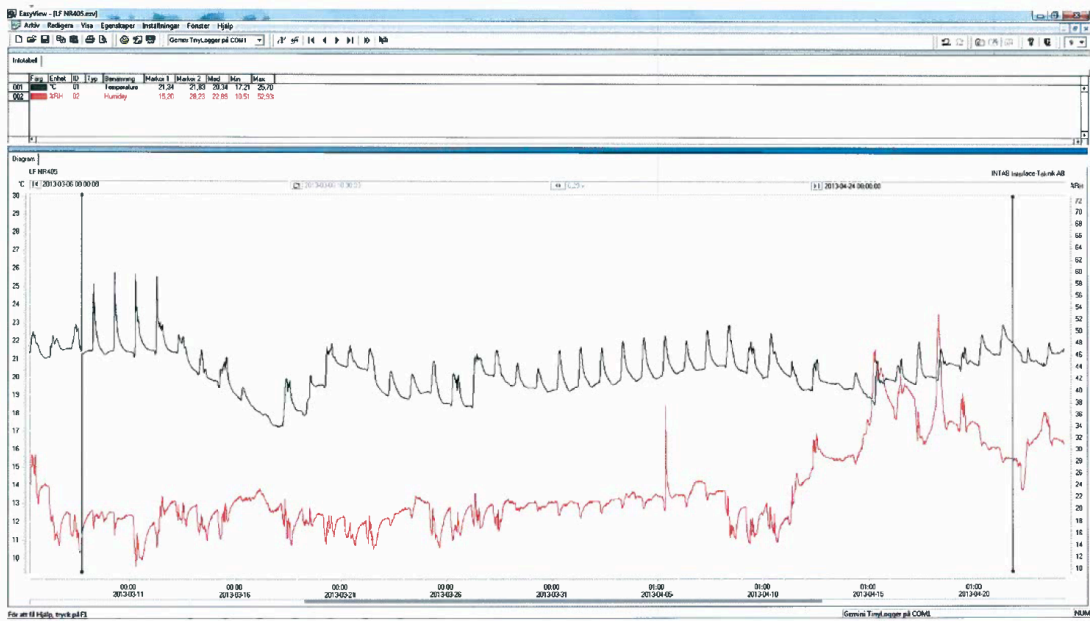


2013-03-20 till 2013-04-03

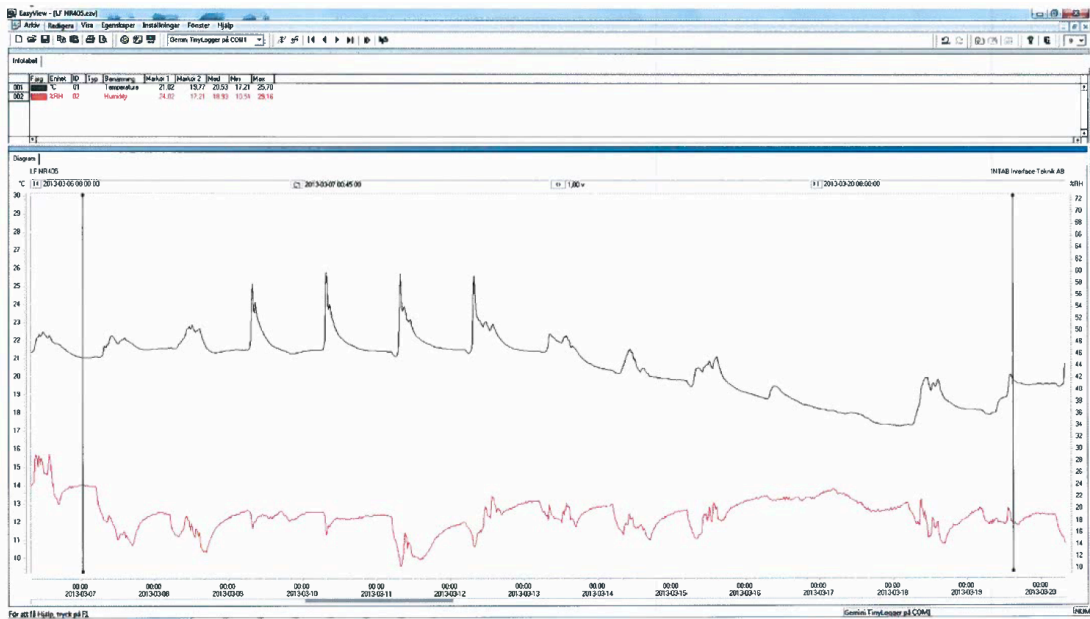


2013-04-03 till 2013-04-24

# Bilaga 11- Fukt och temperatur, Nordhemsskolan

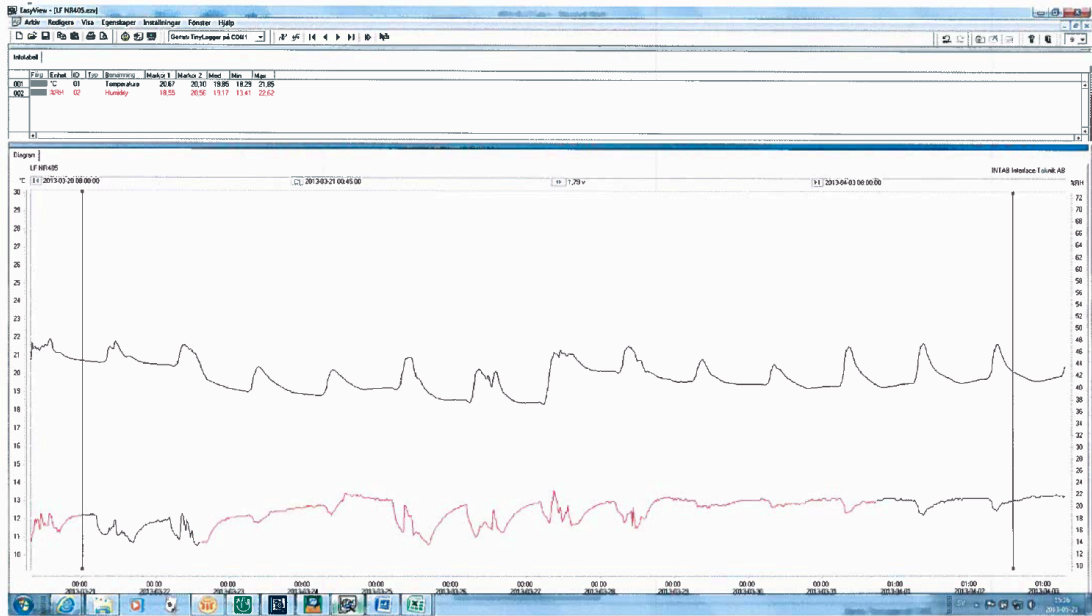


2013-03-06 till 2013-04-24



2013-03-06 till 2013-03-20





2013-03-20 till 2013-04-03



2013-04-03 till 2013-04-24