


Förenklad utvärdering av
inomhusluftkvaliteten på
ett kontor
- en metodstudie

Klas Ancker Bengt Christensson

B1694
Oktober 2006

Rapporten godkänd
2006-11-14



Lars-Gunnar Lindfors
Forskningschef

Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Rapportsammanfattning
Adress Box 21060 100 31 Stockholm	Projekttitel
Telefonnr 08-598 563 00	Anslagsgivare för projektet
Rapportförfattare Klas Ancker och Bengt Christensson	
Rapporttitel och undertitel Förenklad utvärdering av inomhusluftkvaliteten på ett kontor - en metodstudie	
Sammanfattning De mätningar som presenteras i denna rapport har utförts för att utvärdera ett förenklat mätkoncept för bestämning av luftkvaliteten inomhus. Mätkonceptet har utvecklats med syftet att personal, t ex fastighetsskötare, efter kortare information själva ska kunna utföra mätningen. Mätutrustningen består av direktvisande instrument samt aktiva och passiva provtagare. Utrustningen placeras ut vid mätstart och tas in vid avslutad mätning. Provtagarna behöver ingen särskild tillsyn under mätningen. De tagna proverna och direktvisande instrument skickas till laboratoriet för analys respektive tömning på data och sammanställs. Erhållet svar jämförs med uppställda kriterier för luftkvaliteten (se IVL-rapport B1506). Metodtesten utfördes i en relativt nybyggd kontorsfastighet belägen i tätort nära en större trafikled. Mätresultaten visar att enkla mätningar av några vanliga kemiska ämnen är en användbar metod vid miljöklassning av fastigheter	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Innemiljö, passiva provtagare, mätpaket, egenkontroll, luftföroreningar, byggnader, klassning, inneluft, klassningskriterier	
Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B1694	
Rapporten beställs via Hemsida: www.ivl.se , e-post: publicationservice@ivl.se , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

Summary

This report presents a complex, though simple to use kit of measurements aiming at evaluating indoor air quality. The kit of measurements has been developed to enable use by staff, e.g. caretakers, after a short introduction.

The parameters that are measured are carbon dioxide, nitrous oxide, formaldehyde, particles, ozone and PCB. The measurements are made during 24 - 40 hours, either continuously, in dwellings, or spread on working hours during several days in workrooms.

The measuring equipment includes one direct reading instrument, diffusive samplers and active samplers. The equipment is placed in the selected room at the start of the measurements and is collected when the measurements stop. No surveillance is required. The measuring equipment is sent to the laboratory for analysis or downloading of data from the direct reading instruments. The results are compiled and compared to criteria for air quality, developed in a previous project (IVL report B 1506).

The kit of measurements was tested in a relatively new office building. The building was situated close to a major traffic route.

The test shows that the kit of measurements works well and that the measurement of the selected air contaminants is a useful method to survey indoor air quality

Innehållsförteckning

Summary	1
1 Bakgrund.....	3
2 Metoder.....	3
2.1 Kriterier för de ämnen som mäts.....	3
2.2 Mätmetoder.....	4
2.3 Om tolkning av mätresultat.....	4
2.4 Val av mätpunkter.....	5
2.5 Mättid.....	5
3 Genomförande och iakttagelser som kan ha betydelse för mätresultaten	5
4 Resultat.....	7
5 Slutsatser.....	8

1 Bakgrund

I IVL-rapporten B1506 "Miljöanpassade byggnader: Användarhandbok för funktionskrav och klassificering" föreslås ett antal parametrar för kontroll av inneluftens kvalitet i relation till miljö kvalitetsmålen. Om byggnader i stor omfattning skall utvärderas behövs enkla, snabba och billiga metoder för mätning av dessa parametrar. Idag utförs mätning av luftens sammansättning av en mätutbildad person och de använda metoderna kräver för vissa ämnen tung och bullrande utrustning.

Ett koncept har utvecklats och testat för att personal, t ex fastighetsskötare, efter kortare information själva ska kunna utföra mätningen. Mätutrustningen i testen består av direktvisande instrument och passiva provtagare. Utrustningen placeras ut vid mätstart och tas in vid avslutad mätning. Provtagarna behöver ingen särskild tillsyn under mätningen. De tagna proverna och direktvisande instrument skickas till laboratoriet för analys respektive tömning på data och sammanställs. Erhållet svar jämförs med uppställda kriterier för luftkvaliteten, enligt den tidigare nämnda IVL-rapporten B1506.

De mätningar som presenteras i denna rapport har genomförts för att utvärdera en enkel metod för bestämning av luftkvaliteten inomhus. Mätobjektet är en relativt nybyggd kontorsfastighet i tätort nära en större trafikled.

2 Metoder

2.1 Kriterier för de ämnen som mätts

Vilka ämnen som ingår i utvärderingen, kvalitetskriterier och mätmetod framgår av tabell 1.

Tabell 1. Analyserade luftföroreningar, bedömningskriterier och mätmetoder. Med miljöklass A avses Hållbart, B bra miljöval och C acceptabelt. Klasserna beskrivs närmare i IVL-rapport B1506.

Luftförorening	Miljöklass			Mätmetod
	A	B	C	
Partiklar PM ₁₀ , µg/m ³	15 µg/m ³	30 µg/m ³	50 µg/m ³	Aktiv provtagare*
Partiklar PM _{2.5} , µg/m ³	10 µg/m ³	20 µg/m ³	30 µg/m ³	Aktiv provtagare*
Formaldehyd, µg/m ³	10 µg/m ³	50 µg/m ³	100 ng/m ³	Passiv provtagare
Kväveoxider, (NO _x), µg/m ³	20 µg/m ³	40 µg/m ³	60 µg/m ³	Passiv provtagare
Ozon, µg/m ³	50 µg/m ³	60 µg/m ³	90 µg/m ³	Passiv provtagare
Koldioxid, ppm	800 ppm	800 ppm	1000 ppm	Direktvisande instrument
PCB, ng/m ³	30 ng/m ³	150 ng/m ³	300 ng/m ³	Passiv provtagare

Anmärkning: *Provtagaren ej utvecklad vid tiden för testen. I testen användes ett direktvisande instrument istället för den aktiva provtagaren.

2.2 Mätmetoder

Partikelhalten mättes i denna metodstudie med ett litet direktvisande optiskt instrument som mäter ljusspridningen från partiklar (tillverkare MIE Inc och modell pDR-1000). Detektionsgränsen är bättre än 1% av miljöklasskravet. Instrumentet är ett av de billigare partikelmätande instrumenten på marknaden. Instrumentet är driftsäkert och har enkel konstruktion. Instrumentet finns för uthyrning i Sverige, men kan också köpas i Sverige. Instrumentet är batteridrivet, men kan också anslutas till elnätet. Drifttiden vid batteridrift är ca ett dygn. Vikten är ca 0,5 kg. Miljöklassningen är baserad på gravimetriska värden. Mätvärden från optiska instrument kan avvika från det gravimetriska uppmätta värden bland annat beroende på partiklarnas optiska egenskaper och densiteten på kalibreringspartiklarna. Utvärderingen har utförts utan att beakta eventuellt mätfel i den optiskt uppmätta PM₁₀-halten.

IVL kommer att ta fram en gravimetrisk provtagare för PM₁₀-fraktionen, som ersätter det direktvisande instrumentet. Provtagaren beräknas vara tillgänglig till årsskiftet 2006/2007. Provtagaren är en mindre version av de provtagare som IVL idag använder vid provtagning utomhus. Pumparna för utomhusbruk bullrar för mycket för att kunna användas inomhus i bostäder och på kontor. Genom att göra provtagaren mindre kan mindre och tystare pumpar användas. Vikten beräknas bli cirka 0,5 kg. Dessa små pumpar finns även med automatisk flödesreglering och minne för provtagningsstid och provtagen volym. Nackdelen är att provtagningsstiden blir lång. Osäkerheten efter 40 timmars provtagning är <5 µg/m³. Den gravimetriska provtagaren är en så kallad aktiv provtagare, d v s provtagaren är kopplad till en provtagningspump.

Passiva provtagare har använts för mätning av formaldehyd, kväveoxider (NO + NO₂), ozon och PCB. Med passiva provtagare avses provtagare utan pump.

Idag finns få standarder för passiva provtagare. Standarder finns för passiva provtagare för vissa ämnen i arbetsmiljön. I väntan på fler godkända standarder utvärderas provtagarna i interlaboratoriekalibreringar. Vid årsskiftet förväntas flera standarder antas för passiva provtagare. De passiva provtagarna som använts för mätning av inomhusluftkvaliteten har huvudsakligen levererats av IVL. Detektionsgränsen är lägre än, alternativt betydligt lägre än, 10% av det uppställda miljökravet enligt klass A med undantag för ozon där detektionsgränsen är ca 45%. Detektionsgränsen sänks om provtagningen utförs under längre tid.

Koldioxid har mätts med direktvisande instrument av fabrikatet Riken modell 411A. Osäkerheten i redovisade värden är ca 20 ppm. Instrumentet är ca tio gånger tyngre än de instrument som fortsättningsvis skall användas till koldioxidmätningarna. Idag finns flera fabrikat på marknaden. Osäkerheten är ofta ca 25 ppm. Utöver medelvärdet för mätperioden erhålls variationer i tiden. Variationer i koldioxid visar på händelser på mätplatsen som eventuellt kan påverka även andra mätresultat.

2.3 Om tolkning av mätresultat

Nitrösa gaser, ozon, koldioxid och partiklar finns utomhus i betydande halter. Halten partiklar minskar innan luften tillförs fastigheten, särskilt om fastigheten har FTF-system (mekanisk till- och frånluftsventilation) och tilluften filtreras med ett bra finfilter. Halterna av reaktiva ämnen som

ozon minskar också under transporten in i fastigheten. För att avgöra om luftföroreningarna bildas inuti fastigheten eller härrör från utomhusmiljön (vilket är det vanligaste fallet) behöver en referensmätning göras parallellt utomhus.

Man bör observera att halterna av bl a nitrösa gaser brukar vara högst vintertid. I mätsammanhang, strävar man ofta efter att mäta under de sämsta möjliga förhållandena, för att säkerställa att halterna normalt sett inte ska var högre än de uppmätta. Om mätningen görs under sommarhalvåret, speglar halterna gynnsamma förhållanden.

2.4 Val av mätpunkter

Mätningarna utförs i minst två mätpunkter,

- en mätpunkt inomhus i en lokal med en för fastigheten normal eller något högre personbelastning. Mätpunkten placeras i andningshöjd på en plats där luft förväntas ha lång uppehållstid och
- mätpunkten utomhus skall om möjligt placeras nära eventuellt luftintag till fastigheten.

Mätningarna skall dokumenteras med foto där placeringen framgår.

I denna begränsade metodstudie valdes att enbart testa metoden i en mätpunkt inomhus.

2.5 Mättid

Mätningar utförs under minst 24 timmar, med undantag för partiklar där provtagningstiden bör vara minst 40 timmar. Eftersom fastigheten skall vara anpassad till verksamheten i lokalerna skall luftkvaliteten vara bra den tid då personer uppehåller sig i fastigheten, d v s bostäder mäts under hela dygnet medan kontorslokaler endast mäts dagtid.

Mäter man under kortare tid riskerar man att prov inte går att utvärdera mot uppställda kriterier. I dessa fall måste passiva provtagare bytas ut mot aktiva provtagare d v s luftprov pumpas genom en provtagare med särskilda flöden och pumpar. För partiklar måste provtagningen utföras med den utrustning som normalt används vid utomhusprovtagningar. Med de passiva provtagarna kan däremot mättiden utsträckas till en hel vecka om man vill ha ett medelvärde över längre tid.

3 Genomförande och iakttagelser som kan ha betydelse för mätresultaten

Mätningar utfördes i ett bemannat kontor i en mätpunkt under tre arbetsdagar med undantag för PCB där provtagningstiden var cirka 3 veckor och utan avbrott nattetid. På grund av missförstånd mellan laboratorium och mätpersonal blev provtagningstiden onödigt lång. PCB går att provta under samma tid som övriga ämnen som provtas med passiv provtagare. Mätningarna med övriga passiva provtagare avbröts i slutet av arbetsdagen genom förslutning med lock. På morgonen

startades åter provtagningen genom att locket avlägsnades. De direktvisande instrumenten var i drift hela tiden. Uppmätta halter registrerades i en datalogger. Endast mätvärdena från dagtid utvärderades. Mätdatum och mättider redovisas i tabell 2.

Mätutrustningen och dess placering framgår av bilderna på nästa sida.

Under mätperioden har man i fastigheten haft problem med tilluften, bland annat stannade tilluftfläkten den 1 september. För att få in "frisk luft" i lokalen den 2 september öppnades fönstret vilket bör ha påverkat halterna.

Fastigheten ligger nära en stor genomfartsled.

Tabell 2. Provtagningsdagar och mättider.

Luftförorening	Start		Stopp	
	Datum	Klockan	Datum	Klockan
Partiklar, koldioxid	31/8	08.00*	31/8	16.00*
	1/9	07.00*	1/9	16.00*
	2/9	07.00*	2/9	16.00*
Kväveoxider, ozon	31/8	07.00	31/8	16.10
	1/9	07.05	1/9	16.08
	2/9	07.00	2/9	16.00
Formaldehyd	31/8	11.40	31/8	16.10
	1/9	07.05	1/9	16.08
	2/9	07.00	2/9	16.00
PCB	31/8	07.00	20/9	15.00

Anmärkning: *Avser tid som ingår i redovisade medelvärden för mätningen.



Mätutrustningen placerades på en vagn relativt centralt i kontoret. Eftersom detta var en första testmätning användes betydligt mer utrustning än vad som är nödvändigt vid en framtida mätning.



Från vänster ses partikelmätare, passiv provtagare för ozon, kväveoxider (NO_x), kvävedioxid och formaldehyd. Ovan ses i bakgrunden koldioxidmätaren i en svart väska. I fortsättningen kommer ett mindre instrument att användas för mätning av koldioxid. Även partikelmätaren kommer att ersättas med annan utrustning. Bilden tagen på IVL:s kontor efter avslutad mätning.

Till höger ses provtagaren för PCB, en plastfilm uppspänd mellan flera stålrör.



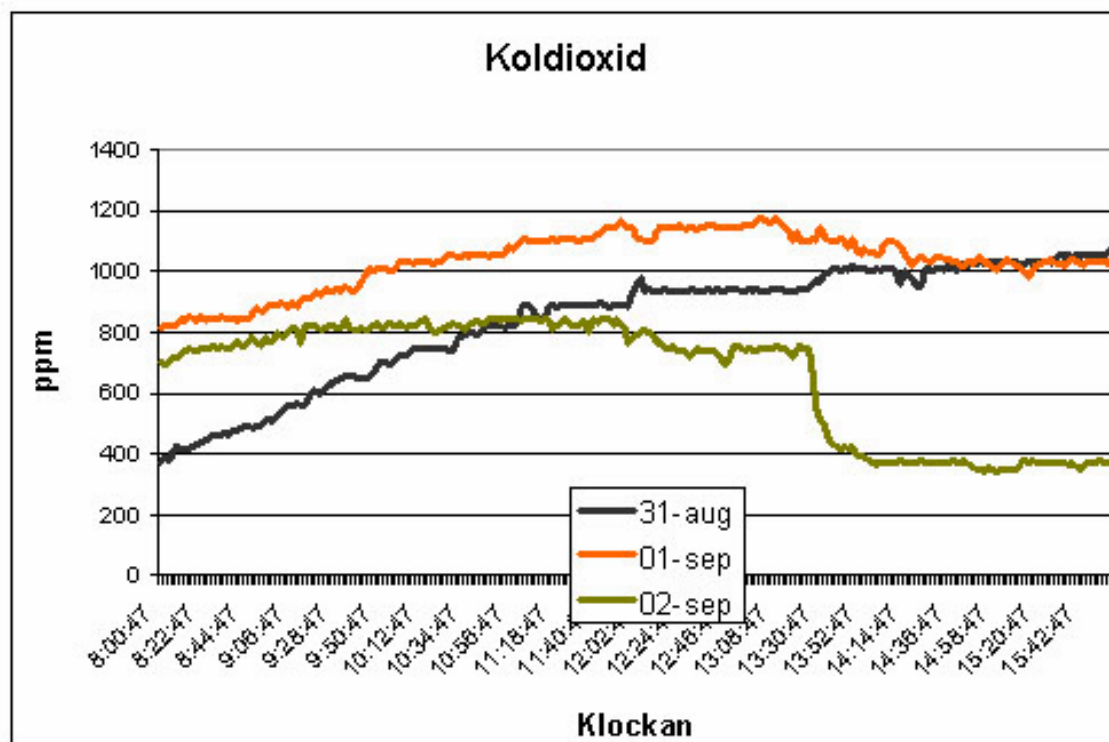
4 Resultat

Resultaten från mätningarna redovisas i tabell 3 och figur 1.

Tabell 3. Mätresultat.

Luftförorening	Uppmätt halt	Miljöklass		
		A	B	C
Partiklar PM ₁₀ , µg/m ³	12*	15	30	50
Formaldehyd, µg/m ³	53	10	50	100
Kväveoxider (NO _x), µg/m ³	120	20	40	60
Ozon, µg/m ³	<27	50	60	90
Koldioxid, ppm	840	800	800	1000
PCB, ng/m ³	30	30	150	300

Anmärkning: *Mätt med direktvisande instrument. Uppmätt värde kan avvika från den sanna halten PM₁₀. I regel är PM₁₀-halten något högre än vad instrumentet anger. Instrumentet kan endast användas för grov bedömning av partikelhalten.



Figur 1. Koldioxidhalter dagtid.

5 Slutsatser

Fastigheten uppfyller inte generellt kriterierna för miljöklass A, som de angivits i IVL rapport B 1506. Erhållna värden för olika gasformiga föroreningar visar att halterna av föroreningar inomhus ligger betydligt över kriterierna för miljöklass A med undantag för ozon och möjligen också partiklar (PM₁₀). Trots att referensvärde saknas för partiklar mätt med direktvisande instrument kan det konstateras att fastigheten har ett effektivt partikelfilter och verksamheten inte alstrat höga partikelhalter. Formaldehyd och koldioxid klarar miljöklass C medan kväveoxiderna även överskrider miljöklass C. Utomhus kan halterna kväveoxider (NO_x) bli mycket höga. Tyvärr är det svårt att undvika höga kväveoxidhalter på grund av läget nära en starkt trafikerad led. Orsakerna till att formaldehyd och koldioxid överskrider miljöklass B har inte utretts.

PCB-halten är överraskande hög. Halterna är i nivå med vad som är maximalt tillåtet enligt miljöklass A. Värdet är överraskande med tanke på att huset är byggt när PCB-haltiga produkter inte längre användes. Källan till de förekommande PCB-halterna är okänd.

Mätresultaten visar att enkla mätningar av några vanliga kemiska ämnen är användbar vid miljöklassning av fastigheter.