

UNIVERSITETET I OSLO

# Inneklima i Fysikk-bygningen Mat-Nat

---

## Rapport fra undersøkelser

**Yrkeshygieniker Knut Andresen  
Enhet for bedriftshelsetjeneste**

**02.11.2011**

## BAKGRUNN

Administrasjonen ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet opplever inneklimalager i Fysikk-bygningen. Det klages blant annet over for varm, "tung og tørr" luft, og dårlig ventilasjonsforhold i kontorlokalene i andre og tredje etasje. Forholdene er anmerket under vernerunden og nærmere undersøkelser av inneklima i kontorlokalene er ført opp fakultetets handlingsplan for 2011. Bedriftshelsetjenesten ved Universitetet i Oslo er bedt om å undersøke saken nærmere.

9. juni ble det derfor gjennomført et møte med HMS-koordinator Cecil Tidemann-Grosch, driftsleder Trond Paulsen, Teknisk avdelings kontaktperson Unni Bingen og yrkeshygieniker Knut Andresen fra Enhet for bedriftshelsetjeneste. Det ble orientert nærmere om kontorlokalene og helseplagen de ansatte opplever, samt om ventilasjonssystemet og driftsforhold i bygningen.

## BEFARING

16. september gjennomførte HMS-koordinator, driftsleder og yrkeshygieniker befaring av lokalene og ventilasjonsanlegget.

Kontorlokalene ligger i Fysikk-bygningen som er vernet av Riksantikvaren. I etasjene var det tidligere cellekontorer, men de er nå omgjort til kontorlandskap. I tillegg finnes det stillerom og kopirom i lokalene. Det er tepper på alle gulvene. Det finnes solavskjerming på vestsiden av kontorlokalene med innvendig lamellgardiner og utvendige markiser, mens det på østsiden finnes kun lamellgardiner. Lokalene varmes opp med radiatorfyring.

Høsten 2009 ble det installert nytt ventilasjonsanlegg i andre og tredje etasje tilkoblet ventilasjonsaggregatet i teknisk rom i fjerde etasje. Det ble ikke installert nye ventilasjonskanaler, men man benyttet allerede eksisterende kanalnett. Arealene ventileres av ett ventilasjonssystem med kapasitet på 8.000 m<sup>3</sup> luft per time. Det foretas ukentlig ettersyn og årlig filterskift. Det ble ikke bemerket noe spesielt i forhold til problemer eller driftsforstyrrelser på ventilasjonsanlegget.

Ventilasjonssystemet fungerer ved at frisk uteluft suges gjennom friskluftrist på yttervegg og føres gjennom ventilasjonsaggregatet bestående av filter, roterende varmeveksler, ettervarmsbatteri, og tilluftsvifte. Friskluften filtreres og tempereres ved hjelp av varmegjenvinner og varmebatteri. Deretter føres behandlet luft gjennom ventilasjonskanaler og tilluftventiler oppunder takhimlingen i kontorlokalene. Brukt luft transporteres ut via avtrekksventiler og rister oppunder takhimlingen. Denne luften føres deretter tilbake til filter, varmeveksler og avkastvifte. Avkastluften blåses ut gjennom rist på yttervegg. Driftstiden for ventilasjonsanlegget er mandag til fredag mellom klokka 07 – 17. Ventilasjonssystemet er ikke tilknyttet SD-anlegg (sentral driftskontroll), men betjenes fra automatikkskapet plassert på teknisk rom i fjerde etasje. Det er ikke installert kjøleanlegg på ventilasjonssystemet.

## METODEBESKRIVELSE

Opplevelsen av inneklima er knyttet til flere faktorer og det er ikke mulig å bedømme inneklima på grunnlag av én tallverdi. Arbeidstilsynet har derfor valgt å ikke gi egne forskrifter om innneklima og luftkvalitet, men heller utgi ”*Veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen*” (bestillingsnr. 444). Dette skyldes ikke at innneklimaforhold tillegges liten vekt, men at det er mange enkeltstående faktorer som spiller inn, slik at et helt strikt regelverk på enkeltfaktorene virker lite hensiktsmessig.

Målingene gjennomføres etter ”*Målemetoder for inneklimaparametre*” utgitt av Statens Helsetilsyn (IK-2462).

### Karbondioksid

De konsentrasjonsnivåene av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) som finnes i inneluften i et vanlig kontormiljø vil ikke utgjøre noen helseisiko. Men høye CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner gir ofte en følelse av tung og ufrisk luft, samt at det kan forekomme vond lukt. Dette kan medføre økt hyppighet av hodepine, tretthet og nedsatt konsentrasjon.

CO<sub>2</sub> dannes ved forbrenning og produseres ved stoffskifte i menneskekroppen, og finnes i utåndingsluften. Hvert voksent menneske skiller ut omtrent 12 liter CO<sub>2</sub> i timen ved stillesittende arbeid og derfor brukes CO<sub>2</sub> som en hygienisk indikator på luftskifte for å hindre ubehagelige nivåer av kroppslukt. Ved nivåer over 1500 ppm CO<sub>2</sub> (”parts per million”, det vil si ”deler CO<sub>2</sub> per million del luft”) kan luktintensiteten bedømmes som litt sjenerende. Ventilasjonsbehovet ved vanlig kontorarbeid er cirka 25 -35 m<sup>3</sup> luft per time og dette vil gi et CO<sub>2</sub>-nivå under 1000 ppm. I rom med mange mennesker og dårlig ventilasjon vil man kunne oppnå CO<sub>2</sub>-nivåer over 1000 ppm.

Konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> vurderes ikke isolert, da det alltid vil være andre faktorer som også kan bidra til kvaliteten av inneklimaet. I likhet med konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> (og andre gasser) påvirkes både svevestøv og temperatur av ventilasjonsforholdene. Der luftvekslingen i rommet er for lav og luften blir innestengt, der øker også mengden svevestøv, fukt og temperatur med økende CO<sub>2</sub> og andre (umålte) gasser.

**Arbeidstilsynet angir at høyt innhold av CO<sub>2</sub> skyldes mangelfull ventilasjon i forhold til antall personer i lokalene. Tilfredsstillende ventilasjon vil gi konsentrasjoner under normverdien på 1000 ppm CO<sub>2</sub> (= 1800 mg/m<sup>3</sup>).**

CO<sub>2</sub> -nivået måles når det er normal personbelastning av lokalene. Det måles i pustehøyde (1,1 meter over gulv) og ikke i umiddelbar nærhet av personer som sitter nær måleinstrumentet. Det foretas logging over fem arbeidsdager, samt tilhørende helg. Måleutstyret SenseAir CO<sub>2</sub>-logger måler hvert minutt og dataene loggføres deretter hvert 5. minutt.

## Temperatur

Når det er for varmt innendørs så føles luften tørr og ufrisk, man blir lettere trøtt og uopplagte, samt at evnen til å jobbe effektivt og riktig reduseres. Når det er for kaldt så nedsettes fingerferdighet, presisjon og tempo på arbeidet og det kan oppstå muskelstivhet. I tillegg forsterkes reumatiske plager, samt at enkelte blir mer mottakelig for infeksjoner.

Utørring av slimhinnene og følelse av tørr luft øker med økende temperatur, samt med økende luftbevegelse. Høy temperatur kan også øke avgassingene fra materialer og øke den mikrobiologiske aktiviteten. Dette kan igjen føre til en forsterket irritasjon av slimhinnene i luftveiene og øynene.

Lufttemperatur, strålingstemperatur og lufthastighet (trekk) sammen med de personavhengige faktorene aktivitetsnivå, bekledning og oppholdstid i rommet, er de viktigste faktorene for kroppens varmebalanse eller det termiske klima. Temperaturer i området 20 – 23 °C har vist seg å være akseptable temperaturer i kontorlokaler. Dersom temperaturen overstiger 22 °C i fyringssesongen, bør den senkes, da dette kan gi en betydelig reduksjon i antall klager på "tørr luft". Temperaturforskjeller på over 5 °C mellom føtter og hode medfører ubehag i form av tretthet, utilpasshet og dårlig luftkvalitet. I henhold til "NS-EN ISO 7730 - Ergonomi i termisk miljø" skal den vertikale temperaturgradienten ikke overskride 3 °C.

Klager på temperaturforhold kan i mange tilfeller skyldes at oppvarmingsystemene er for trege til å tilpasses raske skiftende temperaturforhold utendørs. Dersom store vindusflater er utsatt for direkte sol, bør ulike muligheter for solavskjerming som reduserer innstrålingen vurderes. Den mest effektive solavskjerming er utvendige markiser, men også utvendige eller innvendige persiener, gardiner eller spesielle glasstyper, vil gi reduserende strålingstemperatur. Det er også viktig at det er mulighet for å åpne vinduer for lufting.

**Arbeidstilsynet anbefaler at lufttemperaturen så langt som mulig holdes under 22 °C, spesielt når det er oppvarmingsbehov. Individuell reguleringsmulighet må tilstrebes. Overskridelser av den høyeste grensen bør man kunne akseptere i varme sommerperioder ved utelufttemperatur over 22 °C.**

Lufttemperaturen skal måles midt i lokalet og i de deler hvor det er mistanke om avvikende temperaturforhold, men ikke nærmere yttervegg enn 0,5 meter. Målepunktene høyde settes til henholdsvis ankelhøyde (0,1 meter) og hodehøyde (1,1 meter) over gulvet. Det foretas logging over fem arbeidsdager, samt tilhørende helg. Måleutstyret Kimo KT100, KH200 og UMT300 måler temperaturen hvert minutt og dataene loggføres deretter hvert 5. minutt. For sammenligning hentes utelufttemperatur fra Meteorologisk institutt (Blindern, målestasjon 18700).

## Relativ luftfuktighet

Luftfuktighet høyere enn 75 % relativ luftfuktighet (RF) vil kunne gi økt risiko for oppvekst av muggsopp og på bakgrunn av dette kunne gi helseplager. RF under 20 % antas hos enkelte å kunne virke uttørende på slimhinnene og dermed kunne redusere motstandskraften mot øvre luftveisinfeksjoner. I tillegg vil personer med kontaktlinser være plaget ved lav luftfuktighet.

Vi mennesker tåler store variasjoner i luftfuktighet (20 – 70 % RF) uten at dette har noen betydning for komfortfølelsen. Det er grunn til å tro at luftfuktigheten har sin betydning for innemiljøet i samspill med andre faktorer. Følelsen av "tørr luft" kan for eksempel skyldes høy temperatur, stor luftutskiftning, statisk elektrisitet, støv og andre irriterende stoffer. I forhold til støv så kan lufta oppfattes som "tørr" selv om relativ luftfuktighet ikke er lav.

**Arbeidstilsynet angir at selv om luftfuktighet kan ha en viss betydning for å binde støv og redusere statisk oppladning så settes det ikke krav til luftfuktigheten. Normale årsvariasjoner i inneluften vil være fra under 20 % til over 60 % relativ fuktighet (RF).**

Det foretas logging over fem arbeidsdager, samt tilhørende helg. Måleutstyret Kimo KH200 måler luftfuktigheten hvert minutt og dataene loggføres deretter hvert 5. minutt.

## Belysning

Utilfredsstillende belysningsstyrke, dårlig kontrast og svak fargegjengivelse kan gi smerter og ubehag i øynene, og gir generelt dårlig trivsel i arbeidssituasjonen. Økt bruk av muskulatur i og rundt øynene etter lengre tids konsentrasjon i synsarbeidet medfører ofte tretthet og uopplagthet. Dette merkes spesielt på slutten av arbeidsdagen og etter endt arbeidstid. Disse forholdene kan også forårsake hodepine hos enkelte personer. Lengre arbeidstid under utilfredsstillende synsforhold kan også øke muligheten for smerter i nakke/skuldre/rygg.

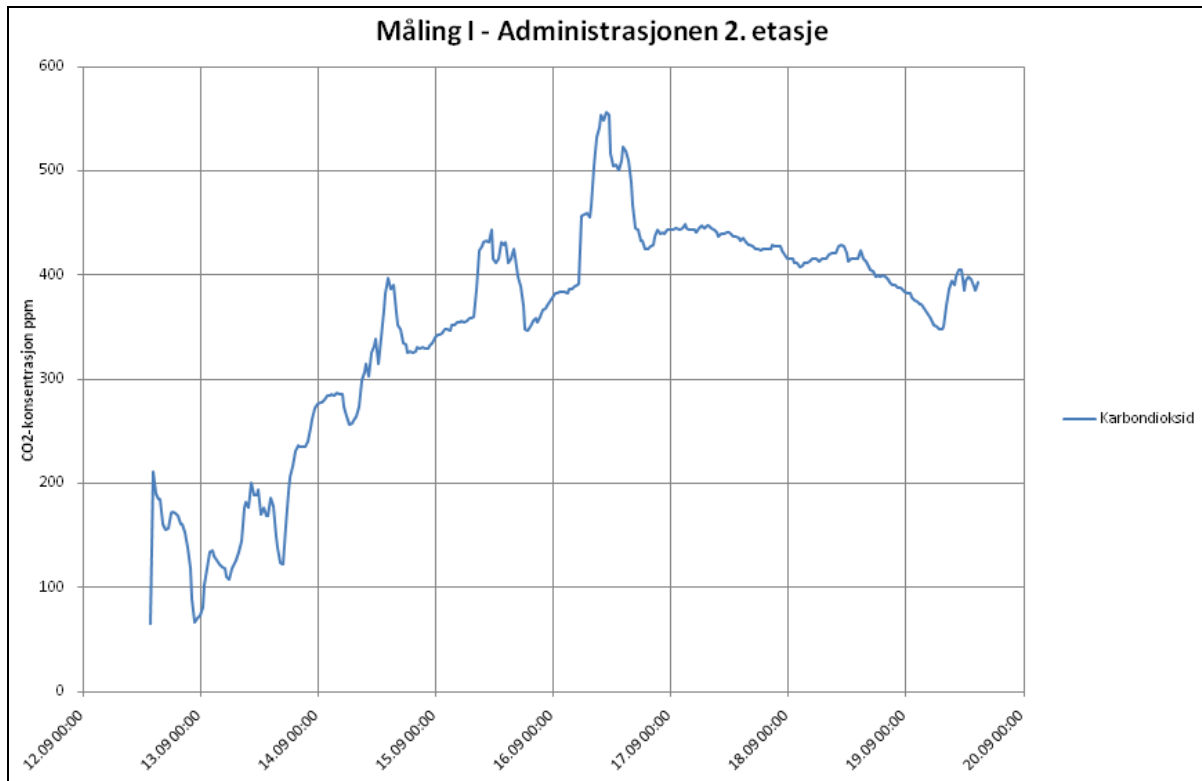
Belysning av arbeidsplasser med dataskjermer skal være passende for alle oppgaver utført på arbeidsplassen, for eksempel lesing på skjerm og trykt tekst, skriving på papir og arbeid med tastatur. Siden dataskjermer kan lide under refleksjoner som forårsaker synsnedsettende blending og ubehagsblending, er det derfor nødvendig å velge, plassere og arrangere armaturene slik at kraftig lysende refleksjoner unngås.

**Arbeidstilsynet bruker retningslinjer angitt i "Luxtabell og planleggingskriterier for innendørs belysningsanlegg" utarbeidet av Norsk Lysteknisk Komité (Lyskultur). For skriving, lesing og arbeid på dataskjermer er kravet 500 lux.**

Belysningsmålinger foretas med avblending av dagslys, det vil si når det er mørkt ute. Måleutstyret Extech HD450 måler i seks angitte punkter etter skjema for "Arbeidsfelt for uspesifisert kontorarbeid, skjema for måling av belysningsstyrke, kontrastreduksjon m.v.". Arbeidsfeltets belysningsstyrke (det begrensede arealet som synsoppgavene utføres innenfor) beregnes som middelveiden av målingene i de seks punktene.

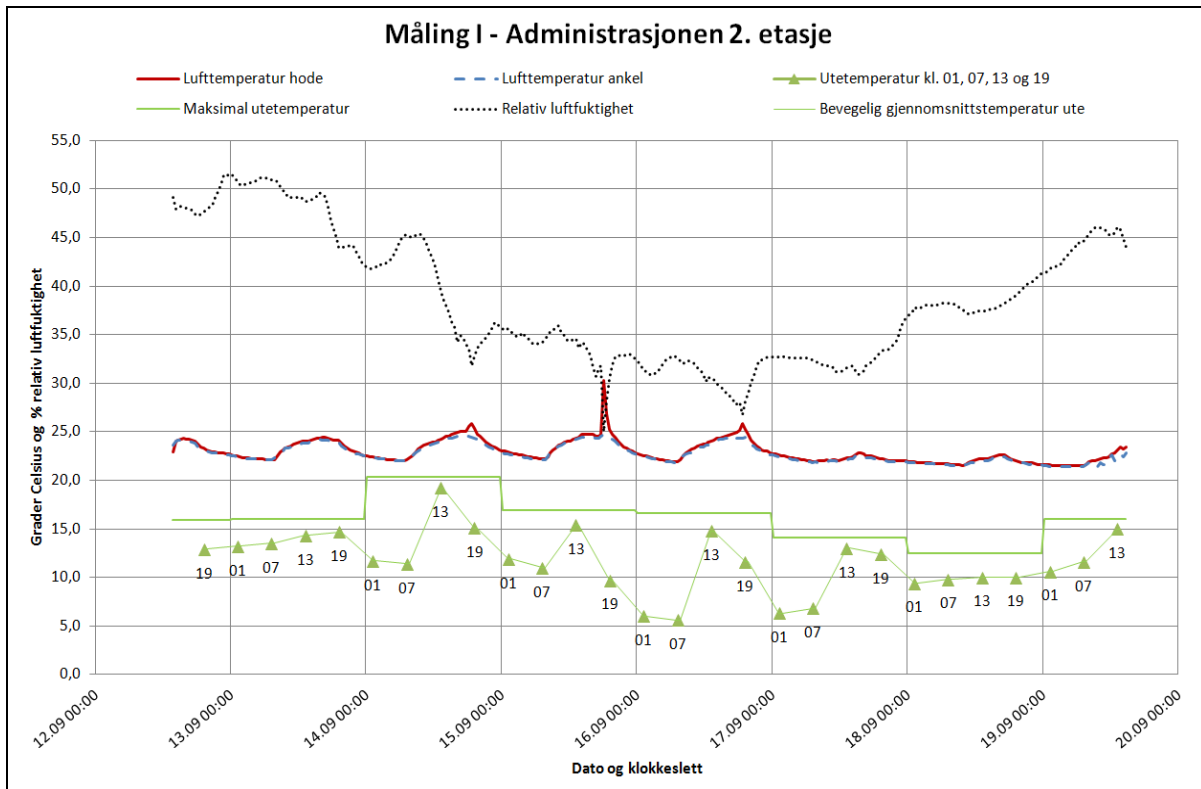
## MÅLERESULTATER

Måling av karbondioksid, lufttemperatur og luftfuktighet er foretatt i perioden 12. – 20. september 2011. Belysningsmålinger er foretatt i perioden 24. – 26. oktober 2011.



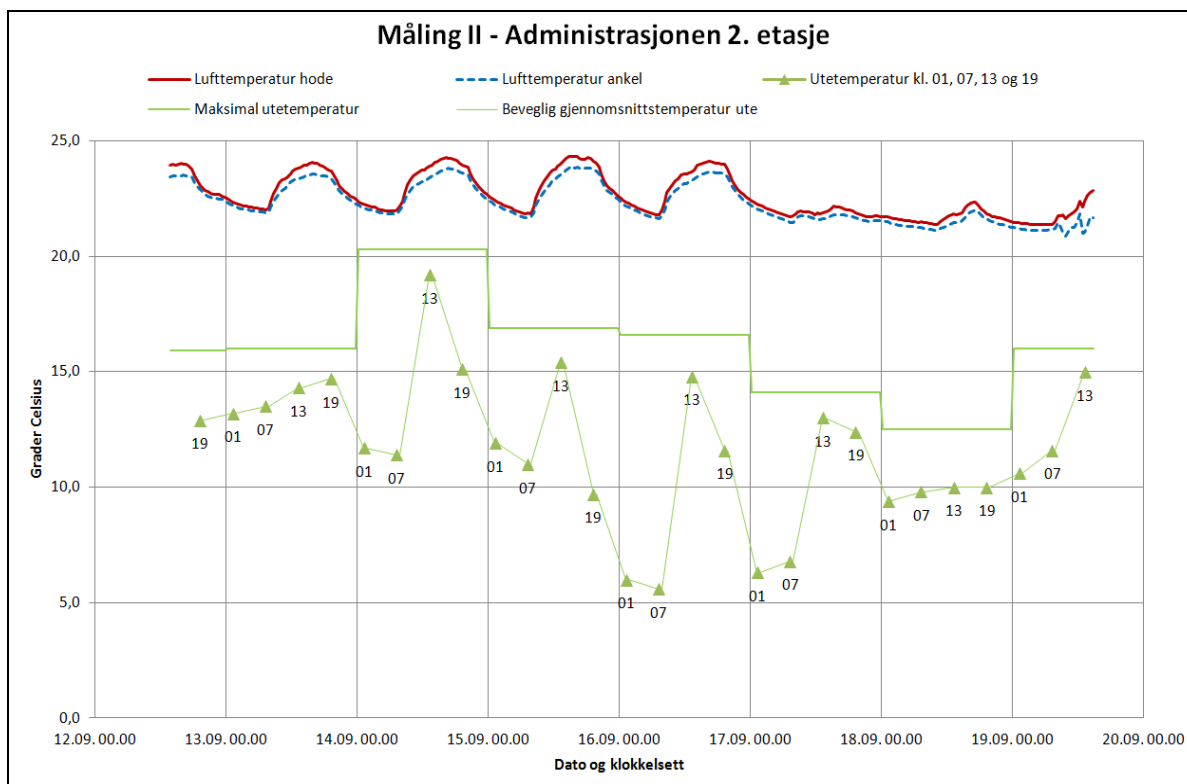
**Måling I:** Målepunktet er utenfor kopirommet ved søyle i 2. etasje.

Målingene viser at CO<sub>2</sub>-konsentrasjonene varierer mellom cirka 70 og 560 ppm gjennom måleperioden. Dette er lave verdier sammenlignet med anbefalt grenseverdi på 1000 ppm karbondioksid.



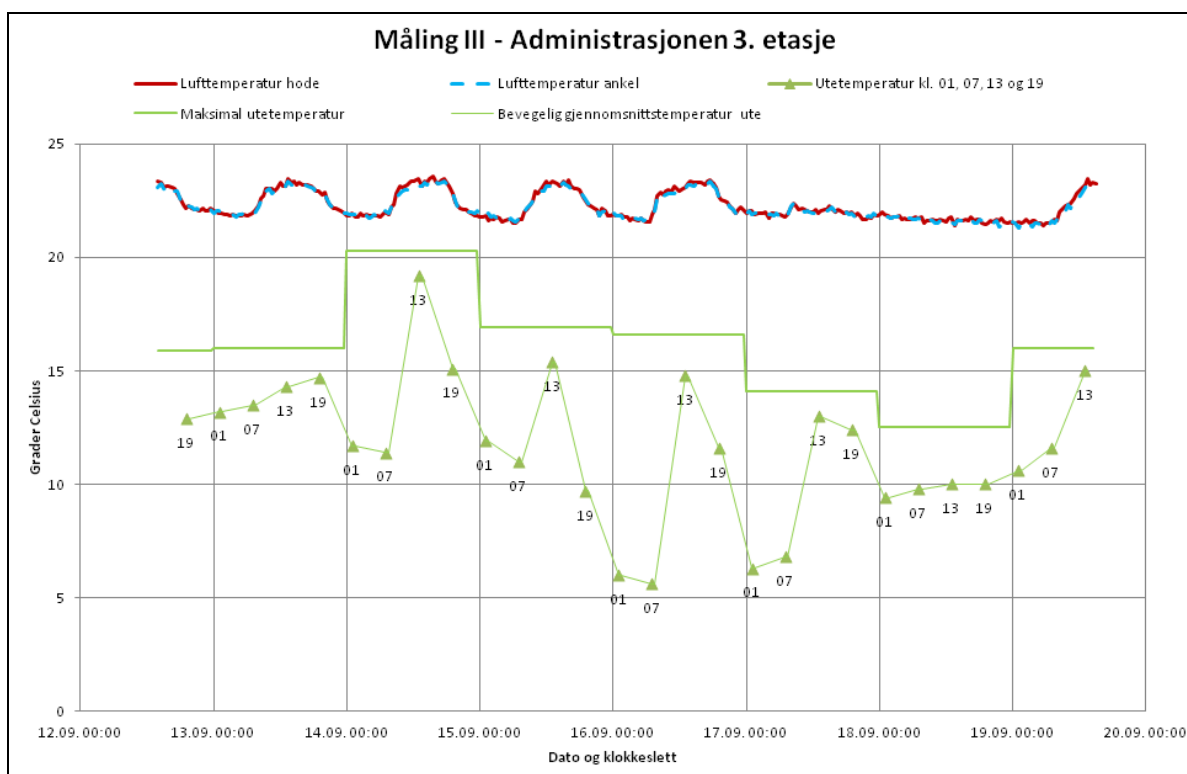
**Måling I:** Målepunktet er utenfor kopirommet ved søyle i 2. etasje.

Relativ luftfuktighet (stiplet sort graf) varierer mellom 25 – 50 % RF under måleperioden. Dette er innenfor naturlige årsvariasjoner innendørs. Lufttemperaturen i hode- og ankelhøyde (henholdsvis heltrukket rød graf og stiplet blå graf) er forholdsvis like og varierer mellom cirka 22 og 30 °C under måleperioden. Maksimal utelufttemperatur (heltrukket grønn graf) varierer mellom 13 og 20 °C. Klokkeslettene 01, 07, 13 og 19 (grønne trekantsymboler) viser lufttemperaturene hentet fra Meteorologisk Instituttets målestasjon på Blindern (18700).



**Måling II:** Målepunktet er utenfor stillerom i 2. etasje.

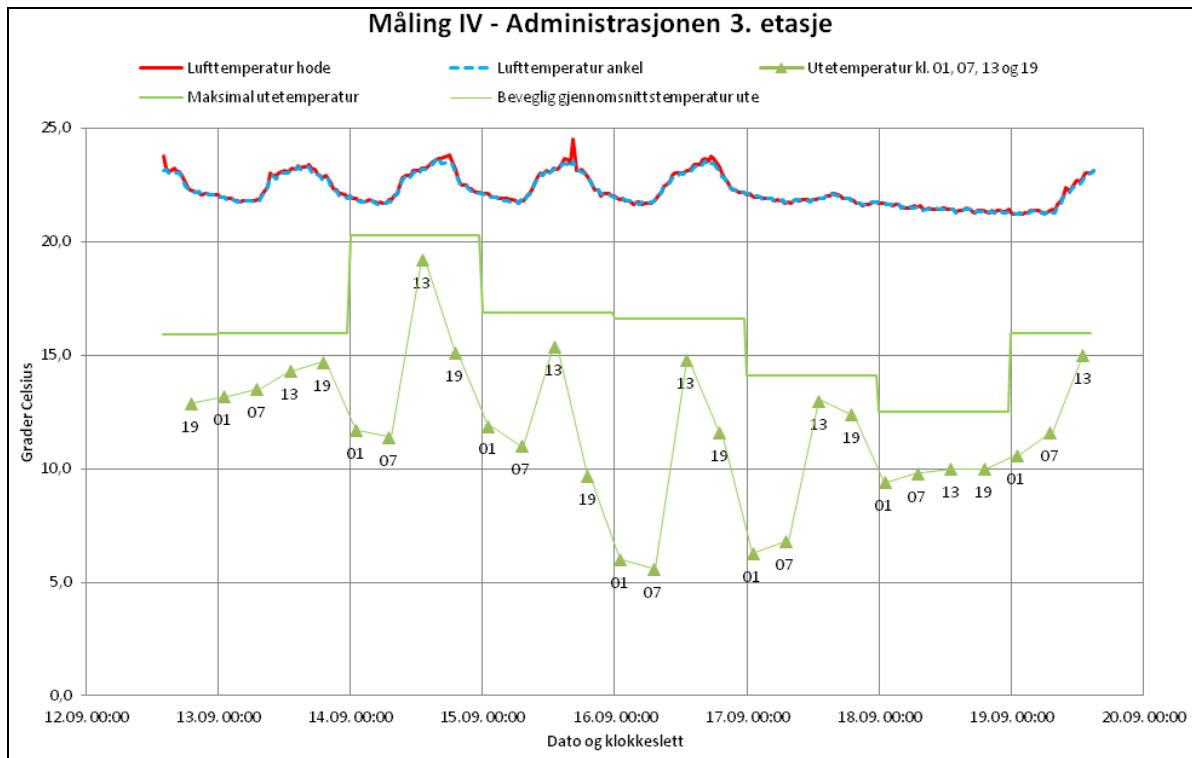
Lufttemperaturerne i hode- og ankelhøyde viser ikke store avvik i forhold til hverandre og varierer mellom 21 og 24 °C under måleperioden.



**Måling III:** Målepunktet er utenfor stillerom i 3. etasje.



Heller ikke i tredje etasje viser lufttemperaturene i hode- og ankelhøyde større avvik i forhold til hverandre og varierer mellom 21 og 24 °C under måleperioden.



*Måling IV: Målepunktet er utenfor kopirommet i 3. etasje.*

Også her er lufttemperaturene i hode- og ankelhøyde forholdsvis like i forhold til hverandre, og varierer mellom 21 og 25 °C under måleperioden.

**2. ETASJE - BELYSNINGSSTYRKE (LUX)**

	RESEPSJON 903		BORD 136	
	A	B	C	D
1	269	366	0	284
2	400	731	690	691
3	331	171	792	581
4	314	433	622	632 *
5	291 *	283 *	648	768
6	164	179 *	742	525 *
7	115 *	234 *	316 *	313 *

Tabellen viser belyningsstyrken angitt i lux for alle arbeidsplasser i 2. etasje. Plass D1 er kontoret. Stjerne angir at arbeidsplassen ikke har egen plassbelysning.

Målingene viser at 16 av 28 arbeidsplassene i etasjen ikke har tilfredsstillende belysning. Det bør derfor sørges for at alle arbeidsplassene har regulerbar plassbelysning. Noen plasser har ikke plassbelysning, men allikevel belysningsstyrke over 500 lux. Dette skyldes at lysarmaturene i takhimling er plassert rett over arbeidsplassen, for eksempel arbeidsplass D4 og D6.

3. ETASJE - BELYSNINGSSTYRKE (LUX)						
	BENK 134		BORD 133		BORD 72	
	A		B		C	D
1	621	471	307	*		680 *
2	724 *		923		798 *	766
3	593 *		523 *		731	505 *
4	657 *		697 *		588 *	625
5	651 *		679 *		565 *	487 *
6	844		595		505	640
7	731		757		788	614 *

Tabellen viser belyningsstyrken angitt i lux for alle arbeidsplasser i 3. etasje. Stjerne angir at arbeidsplassen ikke har egen plassbelysning.

Målingene viser at kun 3 av 28 arbeidsplassene i etasjen ikke har tilfredsstillende belysning, det vil si under 500 lux. Også her bør man sørge for at disse arbeidsplassene har regulerbar plassbelysning.

## RESULTATER FRA INNEKLIMAUNDERSØKELSEN

### Karbondioksid og ventilasjon

Resultatene fra karbondioksidmålingene viser at det forekommer lave konsentrasjoner gjennom arbeidsdagen. Dette indikerer i utgangspunktet at luftskifte i lokalet er tilfredsstillende i forhold til normen på 1000 ppm karbondioksid.

Samtidig synes innreguleringsprotokollen av ventilasjonsanlegget (i FDV-permen) å være mangelfull, da denne ikke er datert eller signert, og det fremkommer heller ikke hvilken målemetode som er benyttet. Innregulering av ventilasjonsanlegg skal foregå etter fellesnordiske retningslinjer utgitt av Norges Byggforskningsinstitutt. Denne undersøkelsen har ikke målt ventilasjonsmengder og det anbefales at dette gjøres på bakgrunn av inneklimaproblemene, slik at man får verifisert at ventilasjonsanlegget fungerer etter sin hensikt.

## Temperatur

Lufttemperaturen innendørs øker fra morgenen av og utover arbeidsdagen for så å avta utover kvelden og natta. Da det ikke er installert kjøleanlegg, må det tidvis påregnes høye temperaturer inne, da denne i stor grad avhenger av utetemperaturen. Det vil si at dersom det er kjølig ute så kan man oppnå en noe kaldere tilluft innendørs, men dersom utetemperaturen stiger opp mot 18 - 20 °C vil dette medføre at man ikke får noen kjøleeffekt inne. I denne undersøkelsen er det målt tilluftstemperatur på 21 °C i etasjene ved utetemperatur på cirka 8 °C utendørs klokka 19 (kilde: Meteorologisk Institutt). Tilluftstemperaturen synes å være noe for høy og man bør forsøke å senke denne 1 – 2 Celsiusgrader lavere. Det anbefales derfor at man ser nærmere på ventilasjonsanleggets innstilte temperaturgrenser og om automatikken for temperaturregulering fungerer hensiktsmessig.

I tillegg må man påregne at man får varmebidrag fra solinnstråling og fra alle lysarmaturene og data-maskinene. Skal man få en tilfredsstillende inneklima bør man vurdere installering av kjølefunksjon på ventilasjonsanlegget.

## Relativ luftfuktighet

Luftfuktigheten varierer normalt innendørs mellom 25 – 50 %. Følelsen av "tørr" luft skyldes derfor ikke lav luftfuktighet, men heller en kombinasjon av høy lufttemperatur, støvdeponier og svevestøv (se Støv på overflater).

## Belysning

I andre etasje hadde over halvparten av arbeidsplassen belysningsstyrke lavere enn normens angitte 500 lux. For tredje etasje gjaldt dette tre arbeidsplasser. Disse arbeidsplassene bør tilbys plassbelysning for å bedre belysningsforholdene. I tillegg bør man ta en ergonomisk gjennomgang av blendingsforholdene i dataskjermene i forhold til takarmaturenes plassering og dagslys.

## Støv på overflater m.m.

Det er funnet forholdsvis store støvdeponier i begge etasjene på vanskelige tilgjengelige flater, det vil si på toppen av lysarmatur, listverk og kanter, bokhyller etc. Depotstøv, eller mengden sedimentert støv som samler seg på vannrette flater, er enkelt bedømt ved å stryke fingeren 4-5 cm bortover overflaten. Støvmengden i denne kartleggingen er derfor ikke kvantifisert i forhold til støvdekkeprosenten eller at type støvpartikler er identifisert.

Generelt sett vil aktivitetsnivået i et kontorlokale kunne påvirke partikkelmengden i innelufta ved at deponert støv virvles opp, samt ved direkte partikkeldannelse ved slitasje på hud, tekstiler, byggematerialer etc. Om dette svevestøvet pustes inn eller kommer i kontakt med slimhinnene i øynene,

kan dette gi plager i form av hodepine, hyppige forkjølelser, heshet etc. Disse plagene skyldes støvets egne egenskaper i form av allergener, irriteranter og kjemisk innhold, men også mengden svevestøv har betydning. Det anbefales derfor at renholdet bedres og at deponistøv fjernes fra høytliggende flater.

Etasjene har teppegulv og i den forbindelse bør man være klar over at dette kan virke som et depot for inneklimateforurensning, for eksempel i form av støvpartikler, allergener og annen biologisk forurensning. Dersom teppegulv er nye, kan de avgasse flyktige organiske forbindelser som kan lukte og muligens virke irriterende på slimhinnene hos følsomme individer. Det er derfor viktig at det jevnlig foretas tilfredsstillende rengjøring av teppegulvene.

## KONKLUSJON

Ved utilfredsstillende inneklimate er det sjelden man kan påvise én enkeltkomponent som er årsaken til problemet. Årsaken er heller den samlede effekten av en rekke ulike inneklimatefaktorer. Samtidig er det vanskelig å kvantifisere betydningen av de ulike påvirkningene. Samvirkningen mellom svært mange forurensninger i lav konsentrasjon og høye lufttemperaturer synes imidlertid å forsterke irritasjon av slimhinner i øyne og luftveier.

Inneklimateundersøkelsen har da også avdekket at lufttemperaturen på kontorene er høye med tidvis over 23 °C i arbeidstiden. Det er kjent at slike lufttemperaturer kan medføre risiko for inneklimateplager blant annet i form av hodepine, tretthet og nedsatt konsentrasjon. Årsaken til de høye lufttemperaturene i etasjene skyldes at ventilasjonsanlegget ikke har kjølefunksjon. Dette medfører at ved høye utelufttemperaturer så klarer ikke ventilasjonsanlegget å gi kjølt tilluft innendørs. Måleresultatene viser da også at tilluftstemperaturen ligger på cirka 21 °C under måleperioden. Med så høye temperaturer kan det være fare for kortslutning i luftføringen mellom tilluft og avtrekk i lokalene (ikke undersøkt nå). Dette kan medføre dårlig ventilasjonseffektivitet og dårligere inneklimateforhold.

Ved høye temperaturer øker avdampningen fra byggematerialer og gir opplevelsen av "tørr" luft. "Tørr" luft er et symptom på hud- og slimhinneirritasjon, men det har vist seg at det ikke behøver å være en sammenheng mellom denne opplevelsen og luftens fuktighetsinnhold. Siden det er funnet mye støvdeponier i begge etasjene så er det sannsynlig at dette medfører "tørr" luft. Dersom lufttemperaturene er høye vil dette også lettere kunne øke avgassingene av irriteranter og kjemisk agens fra deponistøv og svevestøv. Ventilasjon er derfor nødvendig for å fjerne eller tynne ut forurensninger som ikke på annen måte kan unngås. Og det er viktig at luften som trekkes inn i bygningen er renest mulig og ikke unødig varm.

Renhold har stor betydning for forurensning av luften innendørs. Det er derfor viktig at man har det ryddig på arbeidsplassen, slik at rengjøringspersonalet daglig får rengjort brukernære overflater effektivt og tilfredsstillende. I tillegg er det viktig i størst mulig grad å benytte bokskap med dører både i forhold til papirstøv, men også av hensyn til å lette det daglige renholdet. Det anbefales også at man tar minimum årlig renhold på vanskelig tilgjengelige flater, slik at deponistøv fjernes.

## TILTAK

For å bedre inneklimateforholdene i Fysikk-bygningen så anbefales det å vurdere følgende tiltak:

- Gjennomgang av ventilasjonsautomatikken i forhold til temperaturregulering.
- Senke tilluftstemperaturen 1 – 2 °C.
- Måling av ventilasjonsmengder i forhold til tilluft og avtrekk.
- Installering av kjøleanlegg.
- Rengjøring av deponistøv på vanskelig tilgjengelige flater.
- Ergonomisk gjennomgang av arbeidsplassene med tanke på blinding i dataskjermene.