

NILU : OR 22/95
REFERANSE : E-94050
DATO : MARS 1995
ISBN : 82-425-0675-2

Innemiljø i NILUs nybygg - 1. målekampanje

Ole-Anders Braathen og Bodil Innset

Innhold

| | Side |
|--|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| 1. Innledning | 5 |
| 2. Metodikk | 5 |
| 2.1 Svevestøv | 5 |
| 2.2 Anioner og kationer i svevestøvet og uorganiske gasser (TAC) | 6 |
| 2.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)..... | 6 |
| 2.4 Aldehyder og ketoner | 6 |
| 2.5 PCB og pesticider..... | 6 |
| 2.6 Ammoniakk | 7 |
| 2.7 Luftskiftmålinger..... | 7 |
| 2.8 Spørreundersøkelse | 7 |
| 3. Måleprogram | 7 |
| 3.1 Svevestøv | 7 |
| 3.2 Anioner og kationer i svevestøvet og uorganiske gasser (TAC) | 8 |
| 3.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)..... | 8 |
| 3.4 Aldehyder og ketoner | 8 |
| 3.5 PCB og pesticider..... | 8 |
| 3.6 Ammoniakk | 8 |
| 3.7 Luftskiftmålinger..... | 8 |
| 3.8 Spørreundersøkelse | 9 |
| 4. Resultater | 9 |
| 4.1 Svevestøv | 9 |
| 4.2 Anioner og kationer i svevestøvet..... | 11 |
| 4.3 Uorganiske gasser | 13 |
| 4.4 Flyktige organiske forbindelser (VOC)..... | 14 |
| 4.5 Aldehyder og ketoner | 15 |
| 4.6 PCB og pesticider..... | 17 |
| 4.7 Ammoniakk | 20 |
| 4.8 Luftskiftmålinger..... | 21 |
| 4.9 Spørreundersøkelse | 22 |
| 5. Konklusjon | 22 |
| Vedlegg A Svevestøv | 23 |
| Vedlegg B Anioner i svevestøv | 29 |
| Vedlegg C Kationer i svevestøv | 33 |
| Vedlegg D Uorganiske gasser | 37 |
| Vedlegg E Flyktige organiske forbindelser (VOC) | 41 |
| Vedlegg F Aldehyder og ketoner | 45 |

| | |
|---|----|
| Vedlegg G Pesticider | 49 |
| Vedlegg H PCB..... | 53 |
| Vedlegg I NH ₃ i Teknisk rom | 57 |

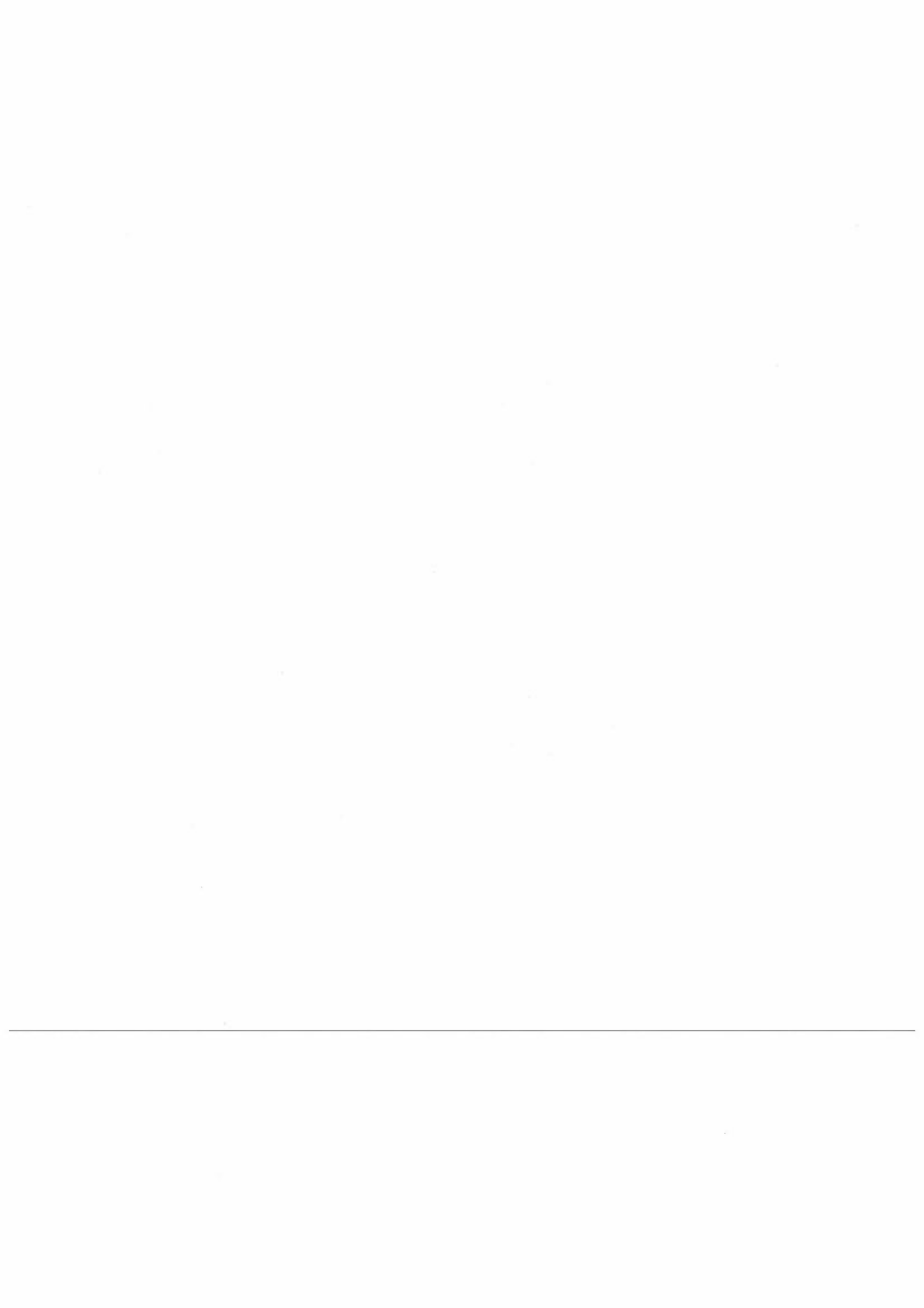
Sammendrag

NILU har planlagt og bygget en ny bygning på området til Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller. Samtidig med den tradisjonelle planleggingsprosessen ble det gjennomført en miljørettet planlegging som blant annet skulle sikre at inneluftkvaliteten i Nybygget ble så god som mulig uten at dette førte til høyere byggekostnader. For å oppnå god inneluftkvalitet, er det imidlertid nødvendig å gjøre en serie valg når det gjelder materialbruk og tekniske løsninger. I mange tilfeller må slike valg baseres på skjønn fordi det ikke er tilgjengelig kunnskap om emnet. For å undersøke om vurderinger og valg i planleggingsprosessen av NILUs nye bygg resulterte i god luftkvalitet i det nye bygget, var det derfor nødvendig å etterprøve luftkvaliteten ved hjelp av målinger. For å kunne sammenlikne, ble det også gjennomført målinger i NILUs gamle bygning i Elvegata 52 i Lillestrøm.

Det ble gjennomført målinger av konsentrasjoner av følgende forurensningskomponenter i innelufta i de to bygningene: svevestøv (fin- og grovfraksjonen), anioner i svevestøvet (Cl^- , NO_3^- og SO_4^{2-}), kationer i svevestøvet (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} og Ca^{2+}), uorganiske gasser (HCl , HNO_3 , SO_2 og NH_3), flyktige organiske forbindelser (VOC), flyktige aldehyder og ketoner, pesticider og polyklorerte bifenyler (PCB). I tillegg ble tilførte luftmengder til en rekke rom bestemt ved hjelp av en sporgassmetode (SF_6).

Resultatene av målingene viser at inneluftkvaliteten i Nybygget er klart bedre enn i den gamle bygningen. Til dels er også de målte konsentrasjonene i Nybygget svært lave og klart lavere enn det som måles i tilsvarende lokaler andre steder. Resultatene av luftskiftmålingene er presentert i en egen rapport.

For å vurdere hvordan NILUs ansatte opplevet inneluftkvaliteten i de to bygningene, ble det gjennomført en spørreundersøkelse like før flytting og omtrent 4 måneder etter innflytting. Resultatene vil bli presentert i en egen rapport, men det framgår at NILUs ansatte opplever inneluftkvaliteten og inneklimaet i Nybygget som svært god og klart bedre enn i den gamle bygningen.



Innemiljø i NILUs nybygg -

1. målekampanje

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) startet planleggingen av et nytt bygg høsten 1992. Huset skulle romme alle instituttets eksisterende aktiviteter og dessuten være forberedt til den utviklingen som nødvendigvis vil skje i årene framover.

Tomtevalget var klart da planleggingen startet; huset skulle ligge høyt og fritt i en vestvendt skråning på området til Institutt for energiteknikk (IFE).

Parallelt med den tradisjonelle planleggingsprosessen ble det arbeidet med å inkludere miljøaspekter. Blant annet omfattet dette miljøarbeidet et innemiljøprosjekt som skulle sikre at innemiljøet, og spesielt inneluftkvaliteten, i den ferdige bygningen ble så bra som mulig. I dette prosjektet ble det fokusert på å gjøre "riktige" materialvalg og på å gjøre ventilasjonen så effektiv som mulig. Under hele arbeidet var det imidlertid en forutsetning at miljøaspektene skulle inkluderes på en slik måte at de ikke førte til forhøyede totale kostnader for bygget. Målsetningen var altså å bygge så miljøriktig som mulig innenfor de fastlagte økonomiske rammene.

De fleste valg som gjøres for å sikre inneluftkvaliteten i en byggeplanlegging må imidlertid i stor grad bygge på skjønn og dermed blir det viktig å kontrollere resultatet etter at bygget er ferdig. Denne rapporten presenterer resultater av målinger som ble foretatt i NILUs nybygg like før innflytting og i løpet av de første ukene etter innflyttingen. For å kunne sammenlikne ble det også målt i NILUs gamle bygning like før flyttingen.

Målingene er blitt gjort med økonomisk støtte fra Norges forskningsråd.

2. Metodikk

2.1 Svevestøv

Svevestøvkonsentrasjoner ble målt ved hjelp av NILUs prøvetaker som deler partiklene i to fraksjoner, finfraksjonen og grovfraksjonen, etter partikkelstørrelsen. Finfraksjonen inneholdt partikler med diameter mindre enn 2,5 μm og omfatter derfor respirable partikler. Disse partiklene vil, ved innånding, kunne komme helt ned i de nedre luftveiene og avsettes der. Prøvetakeren som ble benyttet var utstyrt med et spesielt inntak som gjorde at bare partikler mindre enn 10 μm kom inn i prøvetakeren. Grovfraksjonen inneholdt derfor partikler med diameter større enn 2,5 μm og mindre enn 10 μm . Dette er partikler som blant annet dannes ved mekanisk slitasje av materialer. Ved innånding vil disse partiklene stort sett avsettes i de øvre luftveiene.

De to partikkelfraksjonene ble samlet på hvert sitt filter, og partikkelvekten ble bestemt ved å veie filtrene under kontrollerte betingelser før og etter eksponeringen. Konsentrasjonen av fraksjonene ble beregnet ved å dividere vekten med det målte luftvolumet. Usikkerheten var $\pm 2 - 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2 Anioner og kationer i svevestøvet og uorganiske gasser (TAC)

Prøvene ble tatt ved hjelp av en prøvetaker med tre filtre (TAC-prøvetaker). Prøvetakeren var ikke utstyrt med impaktor. Det første filteret (T-filteret) var et teflonfilter som tok partikkelfasen. Det andre filteret (A-filteret) var impregnert med kaliumhydroksid (KOH) og absorberte de sure gassene (HCl, HNO₃ og SO₂). Det tredje filteret (C-filteret) var impregnert med oksalsyre ((COOH)₂) og absorberte ammoniakk (NH₃).

T-filteret ble vasket ut med vann og A-filteret med hydrogenperoksid (H₂O₂) i vann. Bestemmelsene av ekstraktene ble utført med ionekromatografi.

C-filteret ble vasket ut med salpetersyre (HNO₃) og bestemmelsen av ekstraktet ble gjort ved hjelp av en autoanalyser.

2.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)

Prøvene ble tatt ved å suge luft gjennom et rør fylt med Tenax TA (en organisk polymer). Flyktige organiske forbindelser ble adsorbent på overflata. VOC ble så desorbent ved hjelp av en automatisert termodesorpsjonsenhet (ATD 400) og bestemt ved hjelp av gasskromatografi med masseselektiv detektor (GC-MSD).

Kvantifiseringen var basert på en benzen-standard slik at rapporterte konsentrasjoner er benzen-ekvivalenter.

Den totale konsentrasjonen av VOC (TVOC) ble bestemt ved å summere bidragene fra alle topper i kromatogrammet som var over en viss størrelse ($\sim 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

2.4 Aldehyder og ketoner

Prøvene ble tatt ved å suge luft gjennom rør impregnert med 2,4-dinitrofenylhydrazin. Aldehyder og ketoner reagerte med 2,4-dinitrofenylhydrazin til de korresponderende hydrazone, som deretter ble vasket ut av røret med acetonitril og bestemt ved hjelp av væskekromatografi (HPLC) med diodearraydetektor.

2.5 PCB og pesticider

Prøvene ble tatt ved å suge luft gjennom et glassfiberfilter og to polyuretanskumpropper. Filtret og proppene ble Soxhlet-ekstrahert med 10 % dietyleter i heksan i 8 timer. Ekstraktet ble behandlet med svovelsyre og fraksjonert over aktivert silika. Bestemmelsen ble gjort ved hjelp av gasskromatografi kombinert med massespektrometri (GC/MS med NCI-ionisering (negative-ioner-kjemisk-ionisasjon)). Kvantifiseringen ble gjort ved hjelp av en internstandardmetode.

2.6 Ammoniakk

Målingene av konsentrasjoner av ammoniakk (NH₃) ble utført ved hjelp av en passiv prøvetaker med et filter som var impregnert med oksalsyre ((COOH)₂). Filteret ble behandlet på samme måte som C-filteret i TAC-prøvetakeren (se ovenfor).

2.7 Luftskiftemålinger

Luftskiftemålingene ble utført ved å slippe ut SF₆ i rommet og deretter bestemme hvordan konsentrasjonen avtok med tida.

2.8 Spørreundersøkelse

Det ble benyttet et spørreskjema som er utviklet ved Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI). Skjemaet var basert på det såkalte "Ørebro-skjemaet" og ga sammenliknbare resultater med dette.

Ved hver spørreundersøkelse ble det distribuert skjemaer til alle ansatte ved NILU.

3. Måleprogram

Følgende personer deltok i prøvetakingen (i alfabetisk rekkefølge):

Odd Anda, Christian Dye, Berit Frogner, Thomas Hage, Tore Hansen, Anders Karlsen, Adler Mikalsen, Norbert Schmidbauer og Sverre Skrolsvik.

Plasseringen av hvert målepunkt er spesifisert i vedleggene.

3.1 Svevestøv

| Bygning | Periode | Antall målepunkter | Antall prøver pr. punkt | Prøvetakingsperiode | Kommentar |
|----------|------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|--|
| Elvegata | April/mai 1994 | 8 | 1 | 08 - 16 | Prøvetakingstid: ~ 24 timer |
| Nybygget | Mai 1994 | 5 | 2 | 14 - 14 | Før innflytting Prøvetakingstid: ~ 24 timer |
| Nybygget | Juli/august 1994 | 9 | 2 | 16 - 08 | I K-014 ble det målt i arbeidstida (08 - 16) Prøvetakingstid: ~ 32 timer |

3.2 Anioner og kationer i svevestøvet og uorganiske gasser (TAC)

| Bygning | Periode | Antall målepunkter | Antall prøver pr. punkt | Prøvetakingsperiode | Kommentar |
|----------|-----------|--------------------|-------------------------|---------------------|---|
| Elvegata | Mai 1994 | 8 | 1 | 08 - 16 | Prøvetakingstid: ~ 8 timer |
| Nybygget | Mai 1994 | 5 | 1 | 09 - 17 | Før innflytting Prøvetakingstid: ~ 8 timer |
| Nybygget | Juli 1994 | 8 | 1 | 16 - 08 | Prøvetakingstid: ~ 16 timer |

3.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)

| Bygning | Periode | Antall målepunkter | Antall prøver pr. punkt | Prøvetakingsperiode | Kommentar |
|----------|----------|--------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| Nybygget | Mai 1994 | 5 | 1 | 08-16 | Prøvetakingstid: ~ 2 timer |

3.4 Aldehyder og ketoner

| Bygning | Periode | Antall målepunkter | Antall prøver pr. punkt | Prøvetakingsperiode | Kommentar |
|----------|----------|--------------------|-------------------------|---------------------|---|
| Elvegata | Mai 1994 | 7 | 1 | 08 - 16 | Prøvetakingstid: ~ 2 timer |
| Nybygget | Mai 1994 | 4 | 1 | 08 - 16 | Før innflytting Prøvetakingstid: ~ 2 timer |

3.5 PCB og pesticider

| Bygning | Periode | Antall målepunkter | Antall prøver pr. punkt | Prøvetakingsperiode | Kommentar |
|----------|------------|--------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Elvegata | April 1994 | 3 | 1 | Hele døgnet | Prøvetakingstid: ~ 30 timer |
| Nybygget | Mai 1994 | 4 | 1 | Hele døgnet | Prøvetakingstid: ~ 30 timer |

3.6 Ammoniakk

Fra midten av august 1994 er det kontinuerlig blitt foretatt målinger av NH_3 -konsentrasjonen i Teknisk rom på taket på labfløyen. Prøvetakingstiden har variert fra 1 uke til 1 døgn.

3.7 Luftskiftmålinger

I august 1994 ble det foretatt SF_6 -målinger i følgende rom i bygningen i Nybygget:

K-01 (auditorium), K-06 (bibliotek), K-019 (røykerom), K-113 (kontor), L-210 (kontor), L-235 (kjemisk lab), L-157 (printerrom) og L-01 (kantine).

I tillegg ble det gjennomført SF_6 -målinger av ventilasjonssystem 36.05 (Lab-fløy, 2. etasje) og 36.04 (kantine).

Effektiviteten i et avtrekkskap i L-231 ble også undersøkt ved hjelp av SF₆-målinger.

3.8 Spørreundersøkelse

Det ble distribuert et spørreskjema til samtlige ansatte i mai 1994 i perioden like før flytting. Besvarte skjemaer ble samlet inn før flytting.

I september 1994 ble spørreskjemaet på nytt distribuert til alle ansatte med returfrist 20. oktober.

4. Resultater

4.1 Svevestøv

Resultatene av målingene av svevestøvkonsentrasjoner er vist i Vedlegg 1.

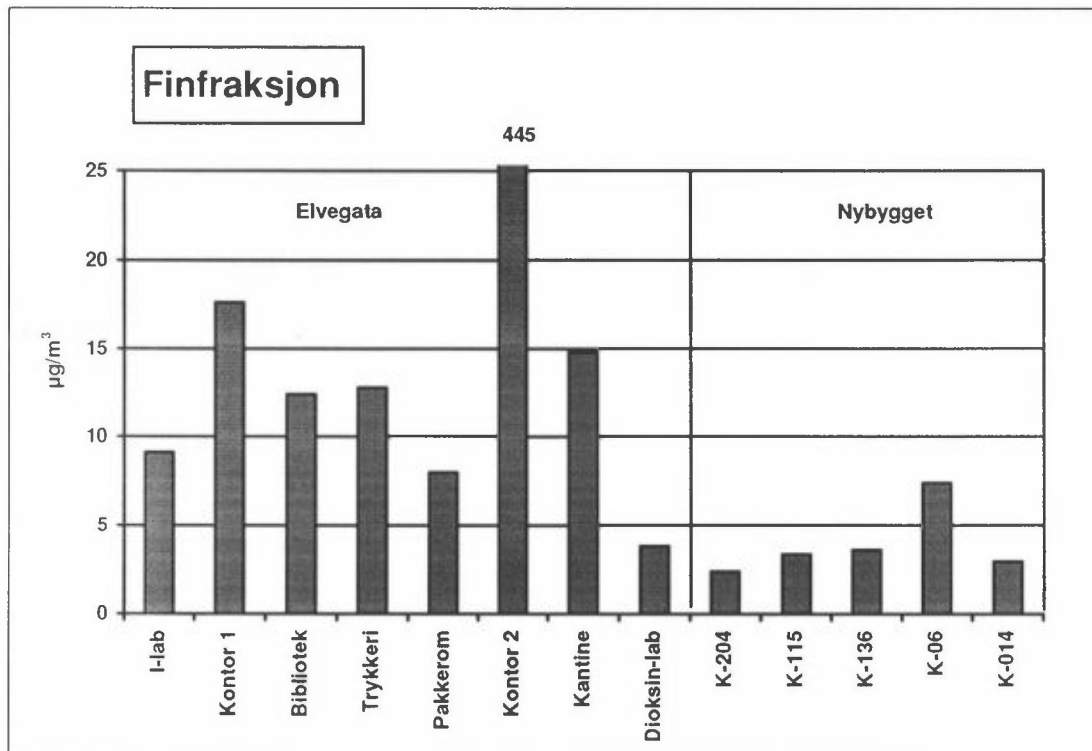
Målingene av svevestøvkonsentrasjoner i Elvegata i april/mai 1994 ble utført i arbeidstida mens det var aktivitet i bygningen. I Nybygget ble det målt i mai, like før innflytting og utenfor arbeidstid, og derfor var det trolig liten eller ingen byggeaktivitet i bygningen mens prøvene ble tatt. Det ble målt på nytt i Nybygget i juli/august og igjen ble det, i alle målepunktene unntatt ett, målt utenfor arbeidstid og dermed var det også i denne måleperioden liten aktivitet i bygningen under prøvetakingen. I K-014 ble det i juli/august målt i arbeidstida mens kopimaskinen var i bruk.

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av finfraksjonen av svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai er vist i Figur 1. Figuren viser at konsentrasjonen i Kontor 2 i Elvegata ($445 \mu\text{g}/\text{m}^3$) var to størrelsesordner høyere enn konsentrasjonene i de andre målepunktene. I Elvegata var det generelt tillatt med tobakksrøyking. Kontor 2 var et av rommene hvor det ble røykt mest, men det ble trolig også røykt i nærheten av flere av de andre målepunktene i denne bygningen. I Nybygget derimot er det bare tillatt å røyke i ett rom i bomberomdelen i underetasjen (K-019). Dette er årsaken til at konsentrasjonen av finfraksjonen i Kontor 2 i Elvegata er svært mye høyere enn i de andre målepunktene og muligens også forklaringen på at finfraksjonskonsentrasjonen i Elvegata generelt var høyere enn i Nybygget.

I juli/august var finfraksjonskonsentrasjonsnivået i Nybygget omtrent som i mai. Konsentrasjonen i K-014 (trykkeri) var imidlertid noe høyere enn i mai og årsaken kan være at dette målepunktet ligger i nærheten av røykerommet og dermed ble noe kontaminert med tobakksrøyk. I mai var ikke røykerommet tatt i bruk ennå.

De målte konsentrasjonene i Nybygget (både i mai og i juli/august) var lavere enn i Elvegata i april/mai. Trolig er dette uttrykk for at det generelle konsentrasjonsnivået for finfraksjonen var lavere i Nybygget enn i Elvegata selv om det ble målt mens det var aktivitet i bygningen i Elvegata og mens det var liten eller ingen aktivitet i bygningen i Nybygget.

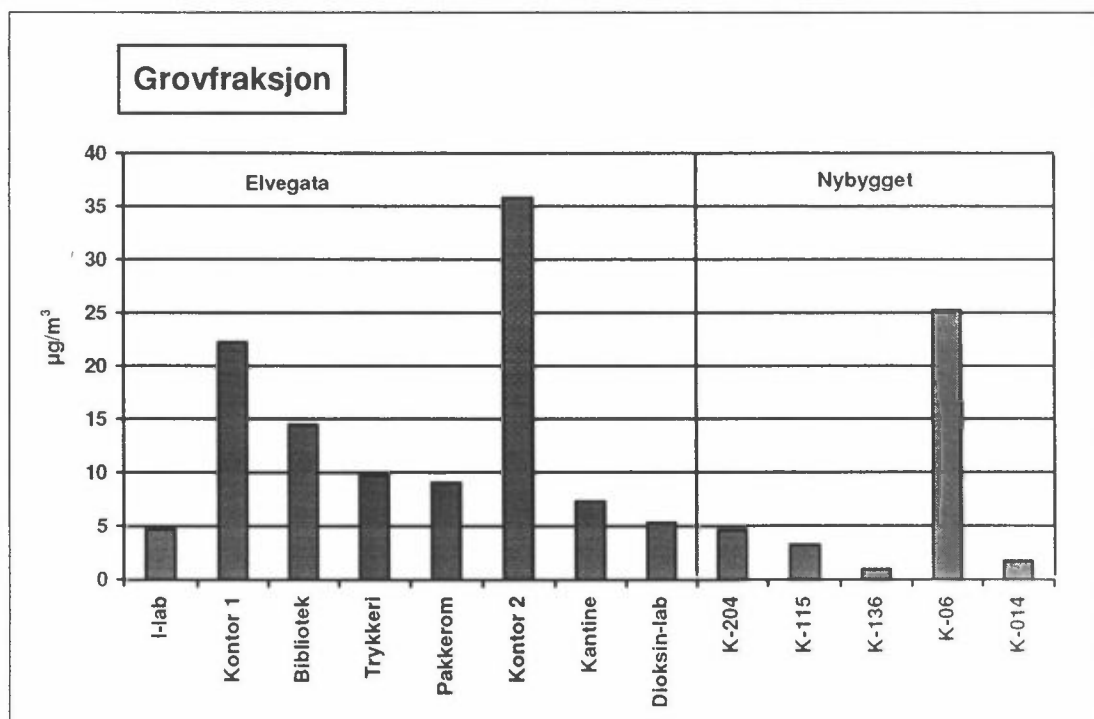
Helsedirektoratet (nå Statens helsetilsyn) har fastsatt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (med 8-timers midlingstid) som norm for finfraksjonskonsentrasjonen i inneluft i kontorer og boliger. Denne normen ble bare overskredet i Kontor 2 i Elvegata.



Figur 1: Målte konsentrasjoner av finfraksjonen av svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai 1994.

Figur 2 viser resultatene av målingene av grovfraksjonen i april/mai i Elvegata og i mai i Nybygget. Figuren viser at konsentrasjonsnivået i Elvegata var høyere enn i Nybygget. En viktig del av årsaken til dette kan ha vært prøvetakingsperiodene, fordi aktiviteten i en bygning direkte påvirker grovfraksjonskonsentrasjonen. Den relativt høye konsentrasjonen i K-06 (bibliotek) i Nybygget skyldes høyst sannsynlig at en utgangsdør i dette rommet sto åpen i deler av prøvetakingstida. Dette førte trolig til at forholdsvis mye støv ble blåst inn i rommet. Målingene i juli/august viste at konsentrasjonen av grovfraksjonen i dette rommet da var omtrent som i de andre rommene i bygningen i Nybygget. Uansett indikerer de lave grovfraksjonskonsentrasjonene i Nybygget at det var liten belastning av byggestøv i bygningen da prøvene ble tatt.

Målingene i juli/august viste til dels svært lave konsentrasjoner av grovfraksjonen i Nybygget. Dette underbygger antakelsen om at det var liten belastning i bygningen av støv fra byggeperioden. Konsentrasjonen av grovfraksjonen i K-014 (trykkeri) i juli/august var klart høyere enn i de andre målepunktene. Årsaken til dette var trolig at det i dette rommet ble målt mens trykking/kopiering ble utført.



Figur 2: Målte konsentrasjoner av finfraksjonen av svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai 1994.

Helsedirektoratets norm for PM_{10} (summen av finfraksjonen og grovfraksjonen) er $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Denne normen ble bare overskredet i Kontor 2 i Elvegata og årsaken var den svært høye konsentrasjonen av finfraksjonen

4.2 Anioner og kationer i svevestøvet

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av anioner (Cl^- , NO_3^- og SO_4^{2-}) i svevestøvet er vist i Vedlegg 2 og kationresultatene (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} og Ca^{2+}) er vist i Vedlegg 3.

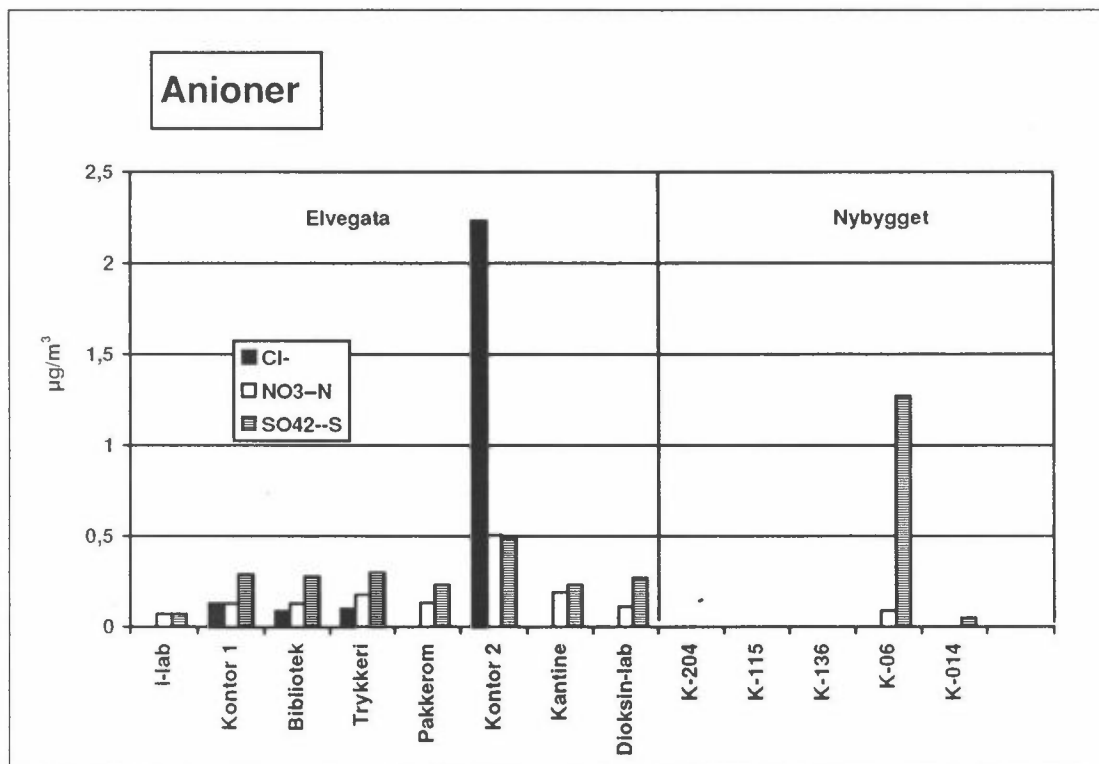
Målingene av ionekonsentrasjonene i Elvegata og i Nybygget ble utført på samme måte som for svevestøv (se kapittel 4.1).

Resultatene av målingene av anionkonsentrasjoner i svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai er vist i Figur 3. Figuren viser at konsentrasjonen av Cl^- i Kontor 2 i Elvegata ($2,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) var klart høyere enn de andre målte anionkonsentrasjonene. Kontor 2 var det rommet som hadde svært høy konsentrasjon av finfraksjonen av svevestøvet som følge av tobakksrøyking. Det var derfor trolig tobakksrøyking som også var årsaken til den forholdsvis høye Cl^- -konsentrasjonen i dette målepunktet.

De andre målte anionkonsentrasjonene i Elvegata i april/mai 1994 var lavere enn $0,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anionkonsentrasjonene i Nybygget i mai var generelt sett lavere enn i Elvegata i april/mai. Unntaket var konsentrasjonen av SO_4^{2-} i K-06 (Biblioteket) som var så

høy som $1,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I dette rommet sto imidlertid en utgangsdør åpen under prøvetakingen og dette er en mulig forklaring på den høye SO_4^{2-} -konsentrasjonen.



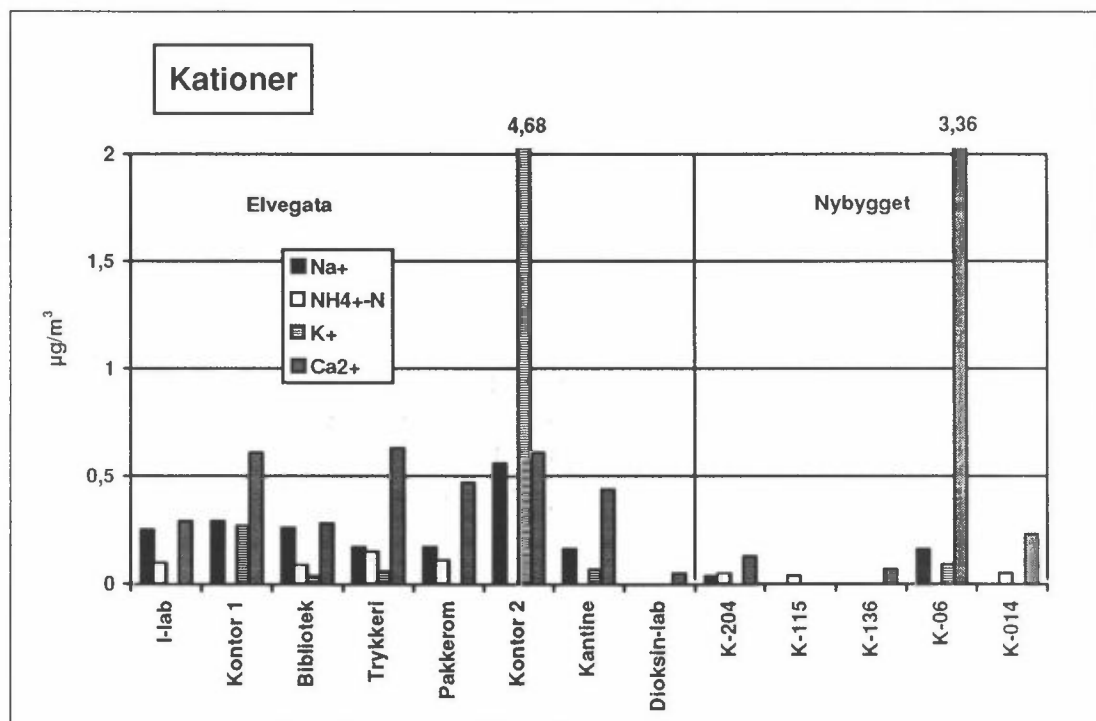
Figur 3: Målte konsentrasjoner av anioner (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) av svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai 1994.

I juli/august var konsentrasjonsnivået for Cl^- og NO_3^- i Nybygget omtrent som i mai. For SO_4^{2-} var imidlertid konsentrasjonen i juli høyere enn i mai unntatt i K-06. SO_4^{2-} -konsentrasjonen i K-06 i juli var likevel klart høyere enn i de andre målepunktene.

De målte konsentrasjonene i Nybygget (både i mai og i juli/august) var stort sett lavere enn i Elvegata i april/mai. Trolig er dette uttrykk for at det generelle konsentrasjonsnivået for anioner i svevestøvet var lavere i Nybygget enn i Elvegata selv om det ble målt mens det var aktivitet i bygningen i Elvegata og mens det var liten eller ingen aktivitet i bygningen i Nybygget.

Figur 4 viser resultatene av målingene av konsentrasjoner av kationer i svevestøvet i april/mai i Elvegata og i mai i Nybygget. Konsentrasjonene av Mg^{2+} er ikke vist fordi de lå under deteksjonsgrensa i alle målepunktene. Figuren viser at konsentrasjonsnivået i Elvegata generelt var høyere enn i Nybygget. Unntaket var igjen K-06 hvor Ca^{2+} -konsentrasjonen var $3,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Denne relativt høye konsentrasjonen skyldes høyst sannsynlig at en utgangsdør i dette rommet sto åpen i deler av prøvetakingstida og at dette førte trolig til at forholdsvis mye støv ble blåst inn i rommet. Den høye Ca^{2+} -konsentrasjonen kan imidlertid også indikere at det var igjen betong eller gipsstøv i bygningen etter

byggningsarbeidene. Målingene i juli/august viste at konsentrasjonen av Ca^{2+} i dette rommet da var omtrent som i de andre rommene i bygningen i Nybygget. Resultatene indikerer derfor at belastningen av byggestøv i bygningen var lav og at det var innblåst støv gjennom den åpne døra som førte til den høye Ca^{2+} -konsentrasjonen i K-06 i mai.



Figur 4: Målte konsentrasjoner av kationer (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+}) i svevestøvet i Elvegata og i Nybygget i april/mai 1994.

Målingene i juli/august viste også lave konsentrasjoner av kationer i Nybygget og dette underbygger antakelsen om at det var liten belastning i bygningen av støv fra byggeperioden. For de fleste kationene var konsentrasjonsnivået i juli/august omtrent som i mai. Unntaket er NH_4^+ som hadde klart høyere konsentrasjon i juli/august enn i mai.

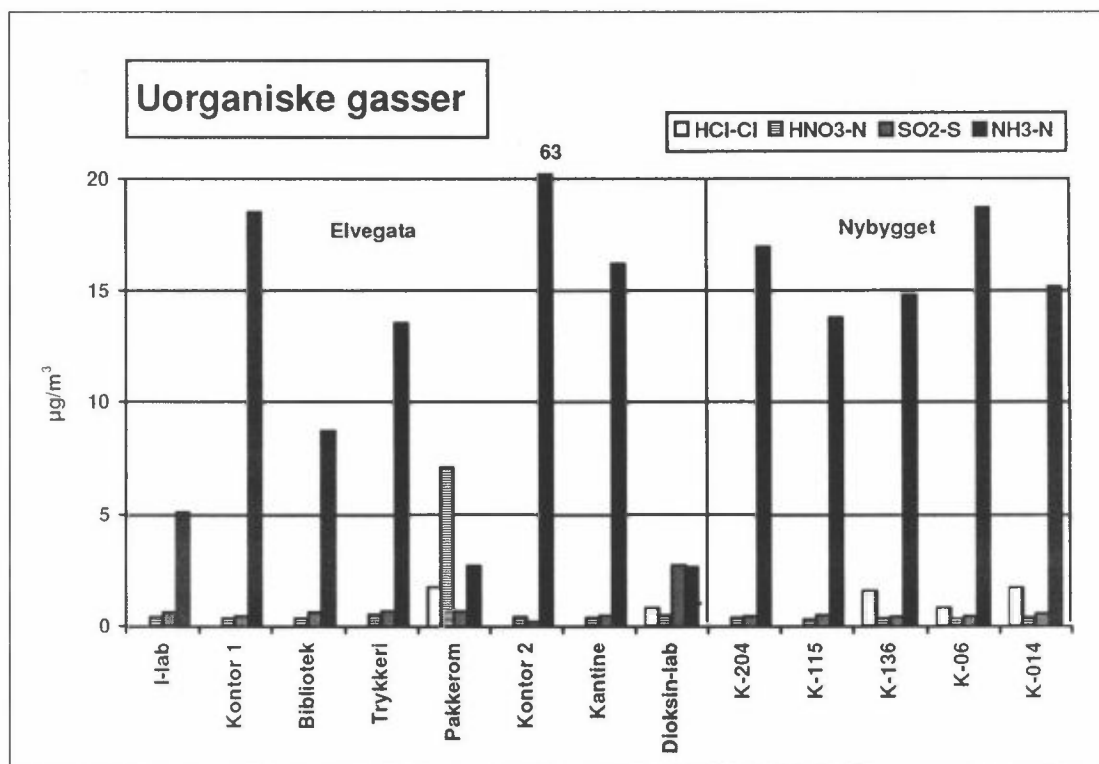
4.3 Uorganiske gasser

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av uorganiske gasser (HCl , HNO_3 , SO_2 og NH_3) er vist i Vedlegg 4.

Målingene av konsentrasjonene av uorganiske gasser i Elvegata og i Nybygget ble utført på samme måte som for svevestøv og anioner/kationer i svevestøvet (se punkt 4.1).

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av uorganiske gasser i Elvegata og i Nybygget i april/mai er vist i Figur 5. Figuren viser at konsentrasjonen av NH_3 var klart høyere enn konsentrasjonene av de andre gassene i alle målepunktene. Den høyeste NH_3 -konsentrasjonen ble målt i Kontor 2 i Elvegata ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I

Pakkerom i Elvegata var HNO_3 -konsentrasjonen relativt høy ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som $\text{HNO}_3\text{-N}$).



Figur 5: Målte konsentrasjoner av uorganiske gasser (HCl , HNO_3 , SO_2 og NH_3) i Elvegata og i Nybygget i april/mai 1994.

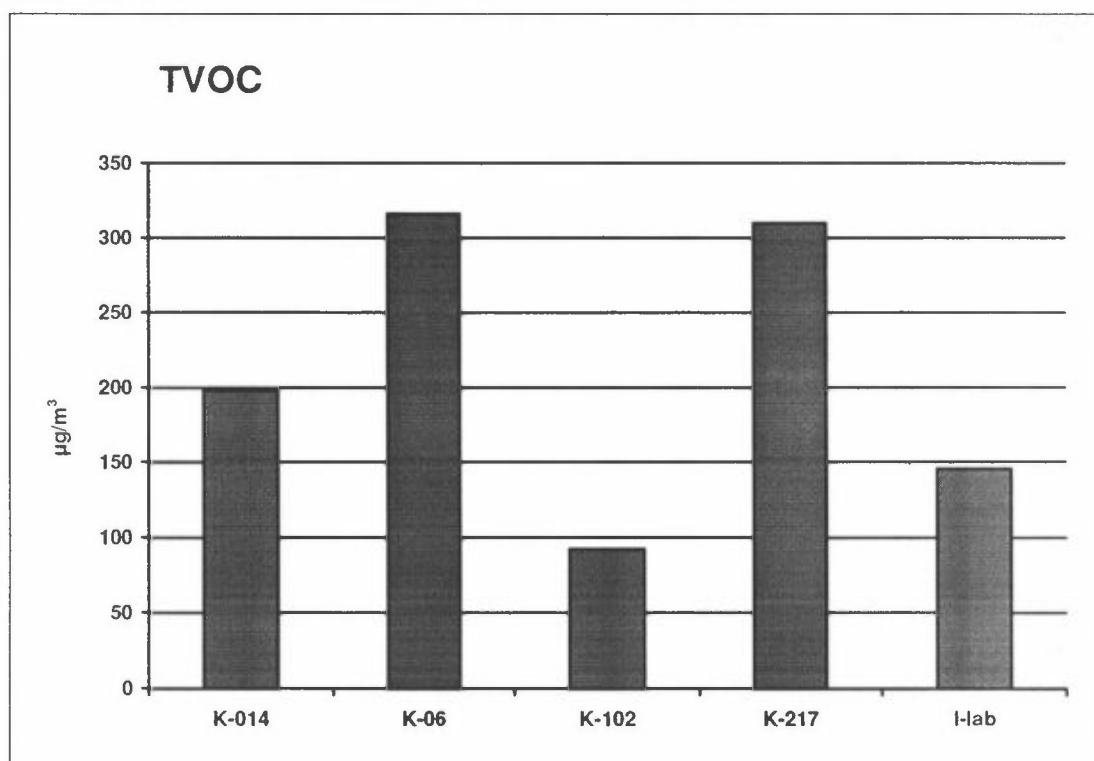
Konsentrasjonsnivåene for de uorganiske gassene i Nybygget i mai var stort sett omtrent som i Elvegata i april/mai. De forholdsvis høye NH_3 -konsentrasjonene i Nybygget kan muligens skyldes lekkasje i kjølemaskinen på taket.

I juli/august var konsentrasjonsnivået av HCl , HNO_3 og SO_2 i Nybygget omtrent som i mai og konsentrasjonsnivået for NH_3 var klart lavere.

4.4 Flyktige organiske forbindelser (VOC)

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser (VOC) i innelufta i Nybygget i mai 1994 er vist i Vedlegg 5. Det ble ikke gjort VOC-målinger i Elvegata i april/mai eller i Nybygget i juli/august.

Resultatene av de målte totalkonsentrasjonene av flyktige organiske forbindelser (TVOC) er vist i Figur 6.



Figur 6: Målte TVOC-konsentrasjoner i Nybygget i mai 1994.

Figuren viser at TVOC-konsentrasjonene lå mellom $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den laveste konsentrasjonen ble målt i kontor K-102. I både Biblioteket (K-06) og kontor K-217 var konsentrasjonen over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Siden disse målingene ble gjort i et helt nytt bygg, må disse konsentrasjonene karakteriseres som forholdsvis lave.

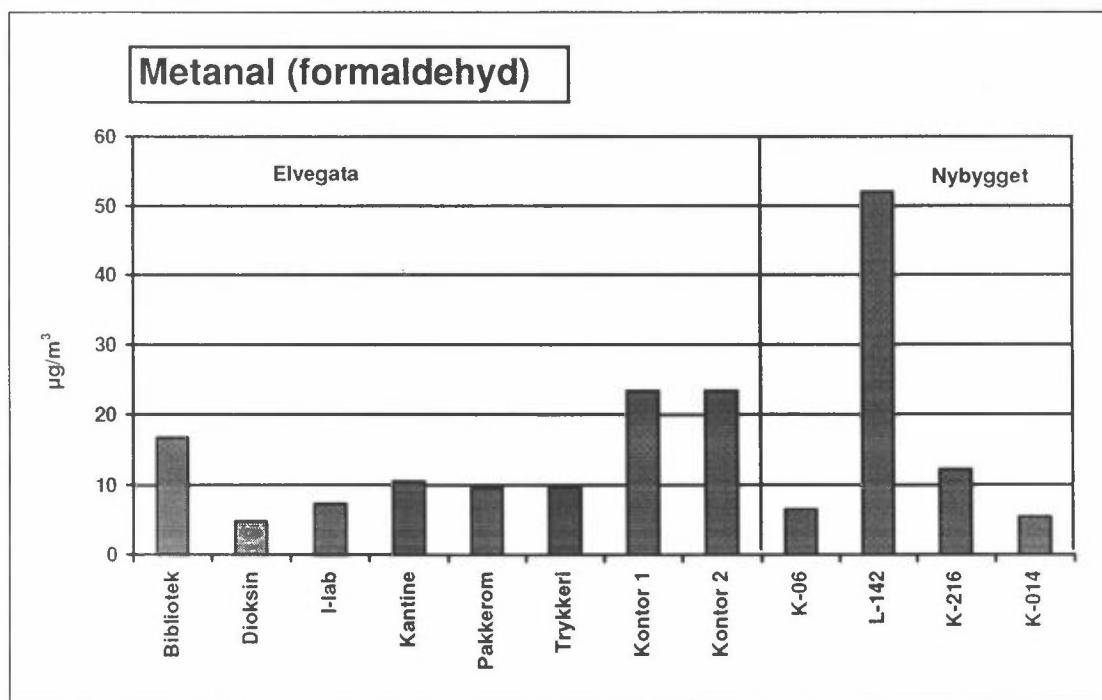
Helsedirektoratet har fastsatt $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som norm for TVOC-konsentrasjonen i inneluft i kontorer og boliger. Alle de målte TVOC-konsentrasjonene i Nybygget lå under denne normen.

I K-014 (Trykkeriet) og K-06 (Biblioteket) var det summen av konsentrasjonene av 1,3- og 1,4-dimetylbenzen (m- og p-xylen) som utgjorde komponenten med høyest konsentrasjon. I K-102 var det metylbenzen (toluen) som hadde høyest konsentrasjon, i K-217 var det 1-etyl-3-metylbenzen og i I-lab var det en metoksy- C_4 -alkohol. Ingen av enkeltkomponentene hadde konsentrasjonen over $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5 Aldehyder og ketoner

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av aldehyder og ketoner i Elvegata og i Nybygget i mai 1994 er vist i vedlegg 6.

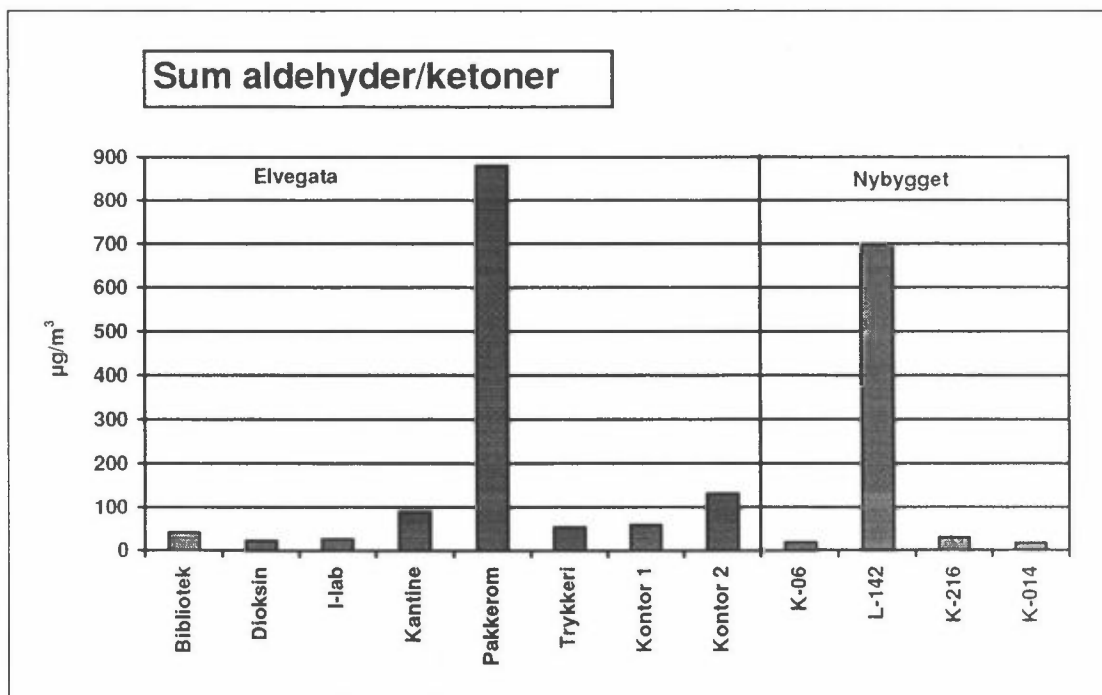
Konsentrasjonene av metanal er vist i Figur 7.



Figur 7: Målte konsentrasjoner av metanal i Elvegata og i Nybygget i mai 1994.

Figuren viser at konsentrasjonsnivået i Elvegata og i Nybygget var omtrent likt. Den klart høyeste konsentrasjonen ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble målt i L-142 (Monitor-lab) i Nybygget.

Helsedirektoratet har fastsatt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som norm for konsentrasjonen av metanal i inneluft i boliger og kontorer. Alle de målte konsentrasjonene lå klart under denne normen.



Figur 8: Målte totalkonsentrasjoner av 20 aldehyder og ketoner i inneluft i Elvegata og i Nybygget i mai 1994.

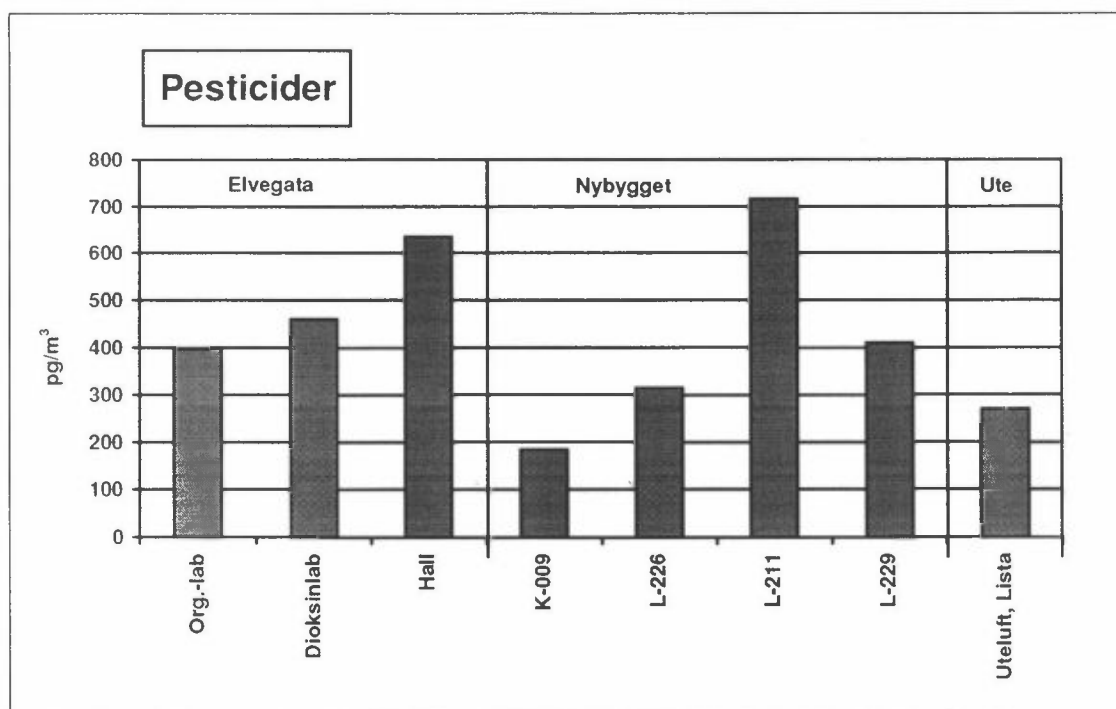
Totalkonsentrasjonene av aldehyder og ketoner er vist i Figur 8. Figuren viser at totalkonsentrasjonen var høy i "Pakkerom" i Elvegata og L-142 i Nybygget. I begge målepunkter var det propanon (acetone) som hadde klart høyest konsentrasjon. Forklaringen på de forholdsvis høye totalkonsentrasjonene i disse punktene er ikke kjent.

I de andre målepunktene var totalkonsentrasjonene klart lavere. Generelt var trolig totalkonsentrasjonsnivået i Nybygget noe lavere enn i Elvegata.

4.6 PCB og pesticider

Resultatene av målingene av konsentrasjoner av pesticider (heksaklorsykloheksaner (HCH), heksaklorbenzen (HCB) og klordaner) i Elvegata i april 1994 og i Nybygget i mai 1994 er vist i Vedlegg 7. Tilsvarende resultater av målinger av 24 PCB-kongenere er vist i Vedlegg 8 (PCB = polyklorerte bifenyler).

Figur 9 viser totalkonsentrasjonene av pesticider i alle målepunktene.

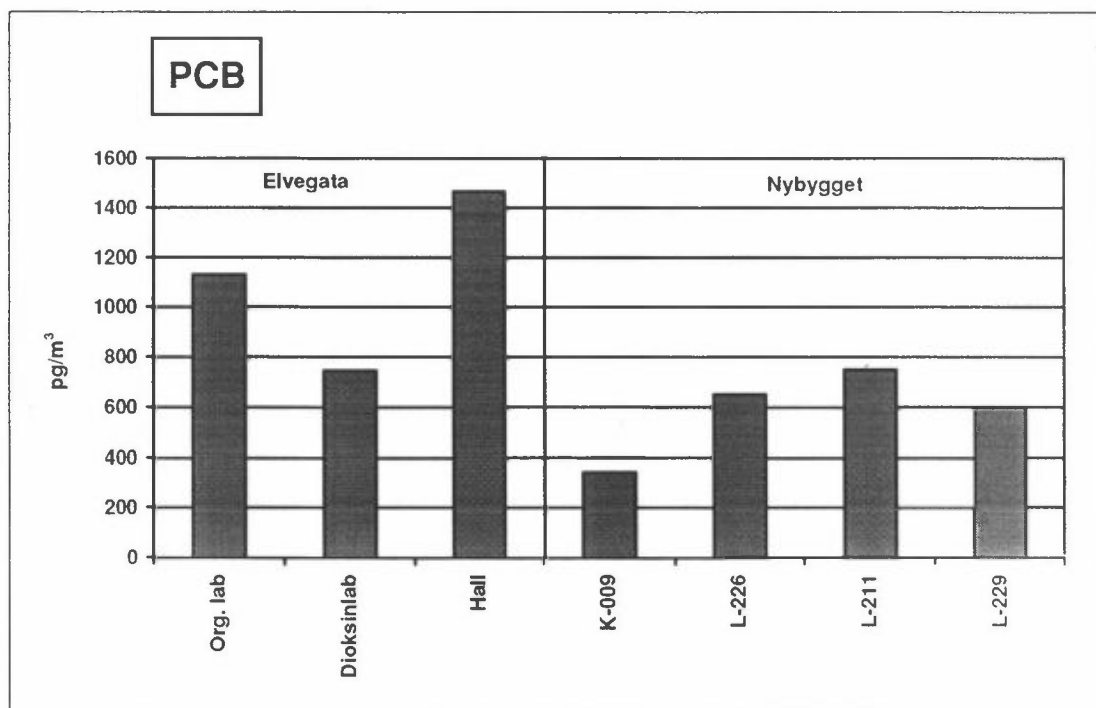


Figur 9: Målte totalkonsentrasjoner av pesticider (HCH, HCB og klordaner) i Elvegata i april 1994 og i Nybygget i mai 1994. I tillegg er resultatet av en måling i uteluft på Lista i april 1994 vist.

Figuren viser at det konsentrasjonsnivået i inneluft i Elvegata og i Nybygget er omtrent det samme og ikke svært mye høyere enn i uteluft på Lista.

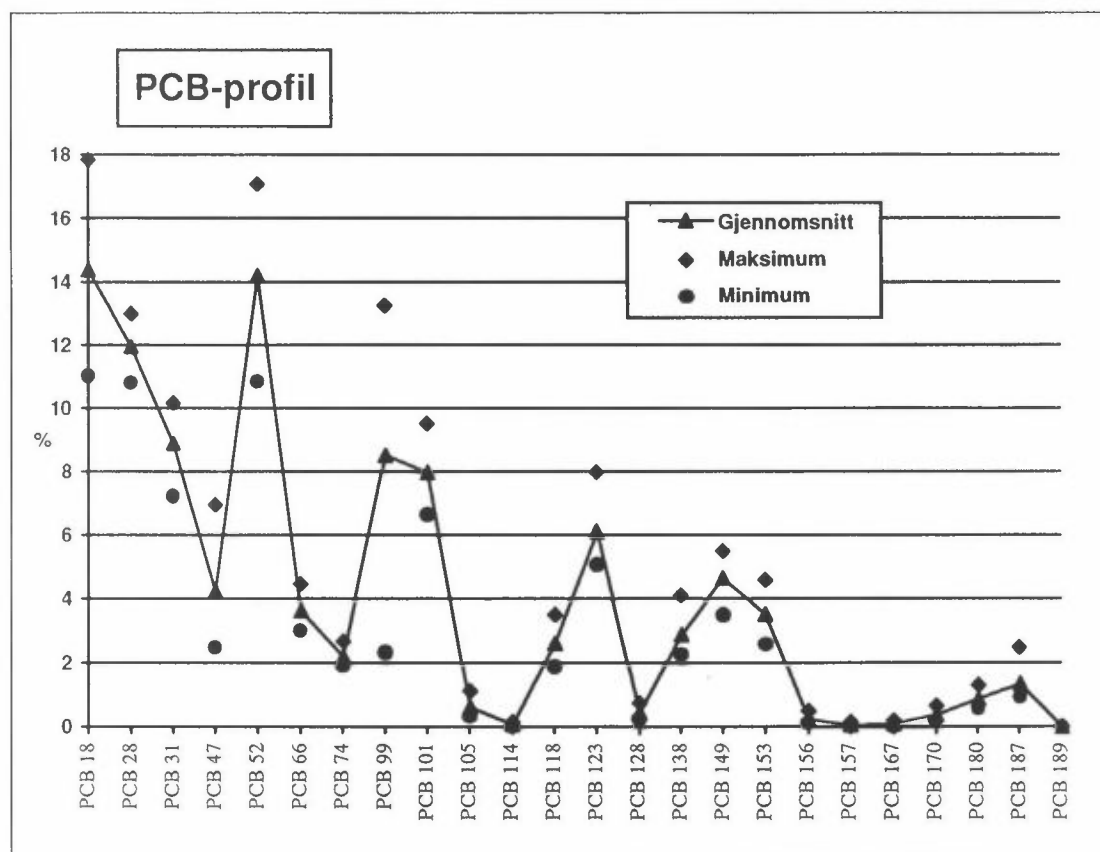
Figur 10 viser totalkonsentrasjonene av PCB i målepunktene i Elvegata og i Nybygget.

Figuren viser at konsentrasjonsnivået i Elvegata trolig var noe høyere enn i Nybygget, men at forskjellen var liten.



Figur 10: Målte totalkonsentrasjoner av PCB i Elvegata i april og i Nybygget i mai 1994.

Figur 11 viser gjennomsnittlig PCB-profil i alle prøvene fra Elvegata og Nybygget, med bidraget fra hver komponent regnet ut i prosent av totalmengden PCB i den respektive prøven. I tillegg er det største og minste bidraget fra hver komponent vist.



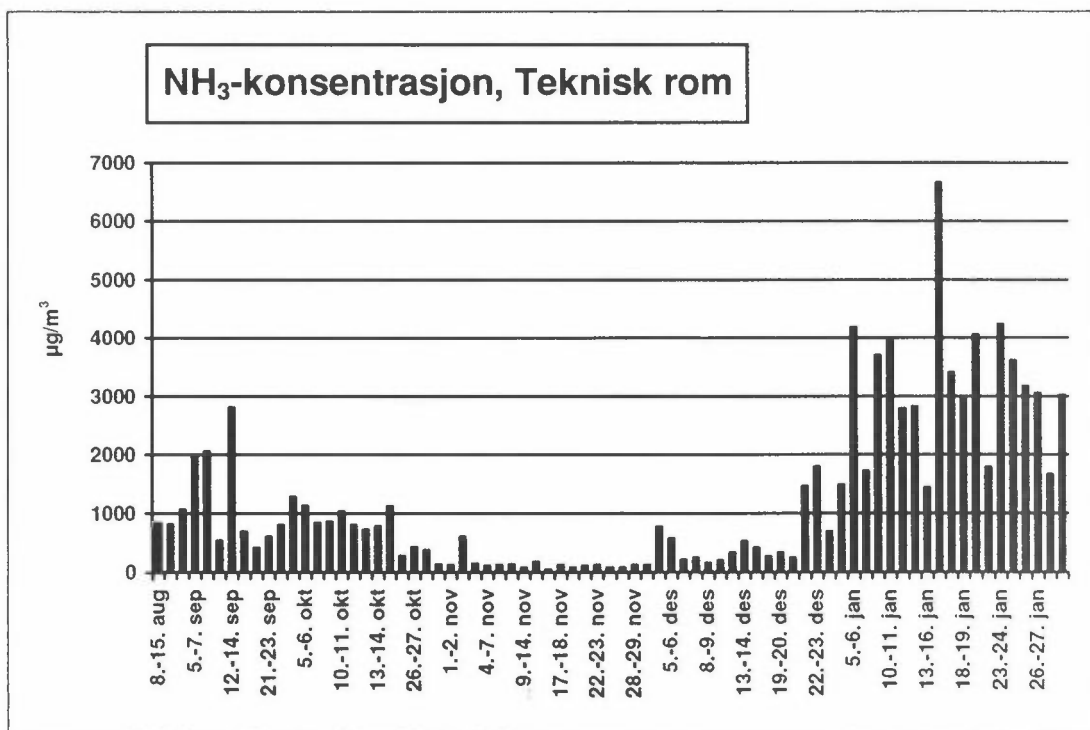
Figur 11: Gjennomsnittlig PCB-profil i alle prøvene fra Elvegata i april og Nybygget i mai. Det største og minste bidraget fra hver komponent er også vist (minimum og maksimum).

Figur 11 viser at PCB-profilen er svært lik i alle prøvene unntatt for PCB-99 (varierer mellom 2,3 og 13,3 %). Resultatene indikerer derfor at PCB i innelufta i de to bygningene har samme kildetype.

4.7 Ammoniakk

Resultatene av målingene av NH_3 -konsentrasjonen i innelufta i Teknisk rom på taket på Lab-fløya i Nybygget er vist i Vedlegg 9. Målingene er altså gjort i det rommet hvor den NH_3 -baserte kjølemaskinen er plassert og formålet har vært å undersøke om det er lekkasjer i kjølemaskinen. Målingene er utført fra 8. august og fortsetter i 1995. Prøvetakingstida har variert fra 1 døgn til 1 uke og er nå døgnmålinger på hverdager og 3-døgns målinger i helgene.

Figur 12 viser resultatene av målingene.



Figur 12: Målte NH₃-konsentrasjoner i innelufta i Teknisk rom på taket på Lab-fløya i Nybygget.

Figuren viser at NH₃-konsentrasjonen var høy fram til midten av oktober. Så fulgte en periode fram til slutten av desember hvor konsentrasjonen var forholdsvis lav. I januar 1995 var imidlertid konsentrasjonen høyere enn den var i perioden august-oktober 1994. Uansett viser målingene at NH₃-konsentrasjonen er klart høyere enn i uteluft og det er høyst sannsynlig at dette skyldes lekkasje i kjølemaskinen.

Ammoniakk har lukteterskel på omtrent 3600 µg/m³. Figuren viser at de målte konsentrasjonene i enkelte tilfeller overskrider denne terskelen. I tillegg er de rapporterte konsentrasjonene gjennomsnittskonsentrasjoner over lengre tidsrom (døgn, uke). Det er trolig at øyeblikksverdier har vært langt høyere enn disse gjennomsnittskonsentrasjonene og det er dermed mulig at NH₃-konsentrasjonen har overskredet lukteterskelen i mange av døgnene i måleperioden.

4.8 Luftskiftemålinger

Resultatene er presentert i rapporten "A tracer study of the ventilation system in NILU's new building" av J. Rydock og A. Røstad (NILU TR 15/94).

Rapporten viser at de reelt tilførte luftmengdene stort sett var i samsvar med de prosjekterte og at det derfor er et relativt høyt luftskifte i Nybygget. Typisk var det 4 luftskifter i timen i kontorer og 10 luftskifter i timen i laboratorier.

4.9 Spørreundersøkelse

Resultatene vil bli presentert i en egen rapport.

Foreløpige resultater viser at de ansatte ved NILU opplever at det er klart bedre inneluftkvalitet og inneklima i Nybygget enn det var i Elvegata.

5. Konklusjon

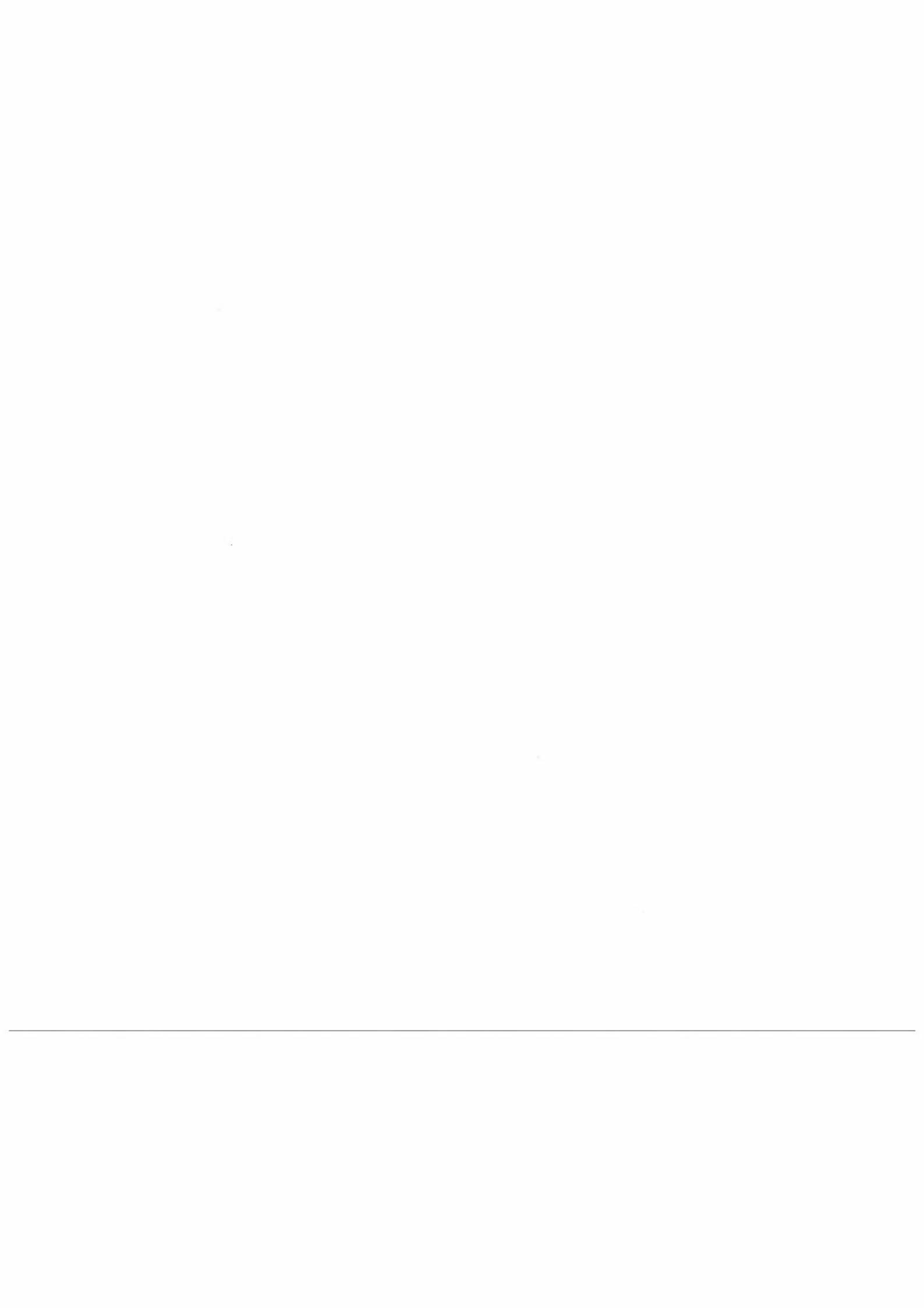
Stort sett ble alle målingene i Nybygget, som presenteres i denne rapporten, utført før innflytting eller i perioder på døgnet da det var liten eller ingen aktivitet i bygningen. Meningen var å undersøke hvordan forholdene var i bygget før NILU tok det i bruk. I det gamle bygget i Elvegata ble det i de fleste tilfellene målt i perioder på døgnet da det var full aktivitet i bygningen.

Målingene av konsentrasjoner av forurensningskomponenter i inneluft i NILUs gamle bygg i Elvegata og i NILUs nye bygg på Kjeller (Nybygget) viser likevel at inneluftkvaliteten i Nybygget er klart bedre enn i det gamle bygget. Til dels er konsentrasjonene av forurensninger i innelufta i Nybygget svært lave i forhold til det som vanligvis måles i tilsvarende lokaler andre steder.

Spørreundersøkelsene viste at NILUs ansatte stort sett opplever inneluftkvaliteten og inneklimaet som klart bedre i Nybygget enn i Elvegata

Vedlegg A

Svevestøv



Elvegata, April-Mai 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Tidsrom | Finfraksjon | Grovfraksjon | Totalt |
|-------------|------------------|-------------|--------------|--------|
| I-lab | 26/4, 27/4, 28/4 | 9,13 | 4,67 | 13,8 |
| Kontor 1 | 26/4, 27/4, 28/4 | 17,61 | 22,23 | 39,84 |
| Bibliotek | 26/4, 27/4, 28/4 | 12,42 | 14,52 | 26,94 |
| Trykkeri | 26/4, 27/4, 2/5 | 12,78 | 9,78 | 22,56 |
| Pakkerom | 26/4, 27/4, 28/4 | 8,03 | 9,12 | 17,15 |
| Kontor 2 | 26/4, 27/4 | 445,11 | 35,83 | 480,94 |
| Kantine | 27/4, 28/4, 29/4 | 14,80 | 7,36 | 22,16 |
| Dioksin-lab | 28/4, 29/4, 2/5 | 3,86 | 5,28 | 9,14 |

Nybygget, Mai 1994, Finfraksjon
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | 1. prøve | | 2. prøve | | Gjennomsnitt |
|-----------|-----------|------------|---------------|------------|---------------|--------------|
| | | Tidsrom | Konsentrasjon | Tidsrom | Konsentrasjon | |
| K-204 | Kontor | 9/5, 10/5 | 2,58 | 10/5, 11/5 | 2,18 | 2,38 |
| K-115 | Kontor | 9/5, 10/5 | 3,69 | 10/5, 11/5 | 3,07 | 3,38 |
| K-136 | Kontor | 9/5, 10/5 | 3,04 | 10/5, 11/5 | 4,23 | 3,64 |
| K-06 | Bibliotek | 9/5, 10/5 | 7,00 | 18/5, 19/5 | 7,85 | 7,43 |
| K-014 | Trykkeri | 10/5, 11/5 | 4,04 | 19/5, 20/5 | 1,87 | 2,96 |

Nybygget, Mai 1994, Grovfraksjon

Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | 1. prøve | | 2. prøve | | Gjennomsnitt |
|-----------|-----------|------------|---------------|------------|---------------|--------------|
| | | Tidsrom | Konsentrasjon | Tidsrom | Konsentrasjon | |
| K-204 | Kontor | 9/5, 10/5 | 7,82 | 10/5, 11/5 | 1,41 | 4,62 |
| K-115 | Kontor | 9/5, 10/5 | 2,67 | 10/5, 11/5 | 3,97 | 3,32 |
| K-136 | Kontor | 9/5, 10/5 | 1,19 | 10/5, 11/5 | 0,70 | 0,95 |
| K-06 | Bibliotek | 9/5, 10/5 | 27,23 | 18/5, 19/5 | 23,31 | 25,27 |
| K-014 | Trykkeri | 10/5, 11/5 | 2,05 | 19/5, 20/5 | 1,44 | 1,75 |

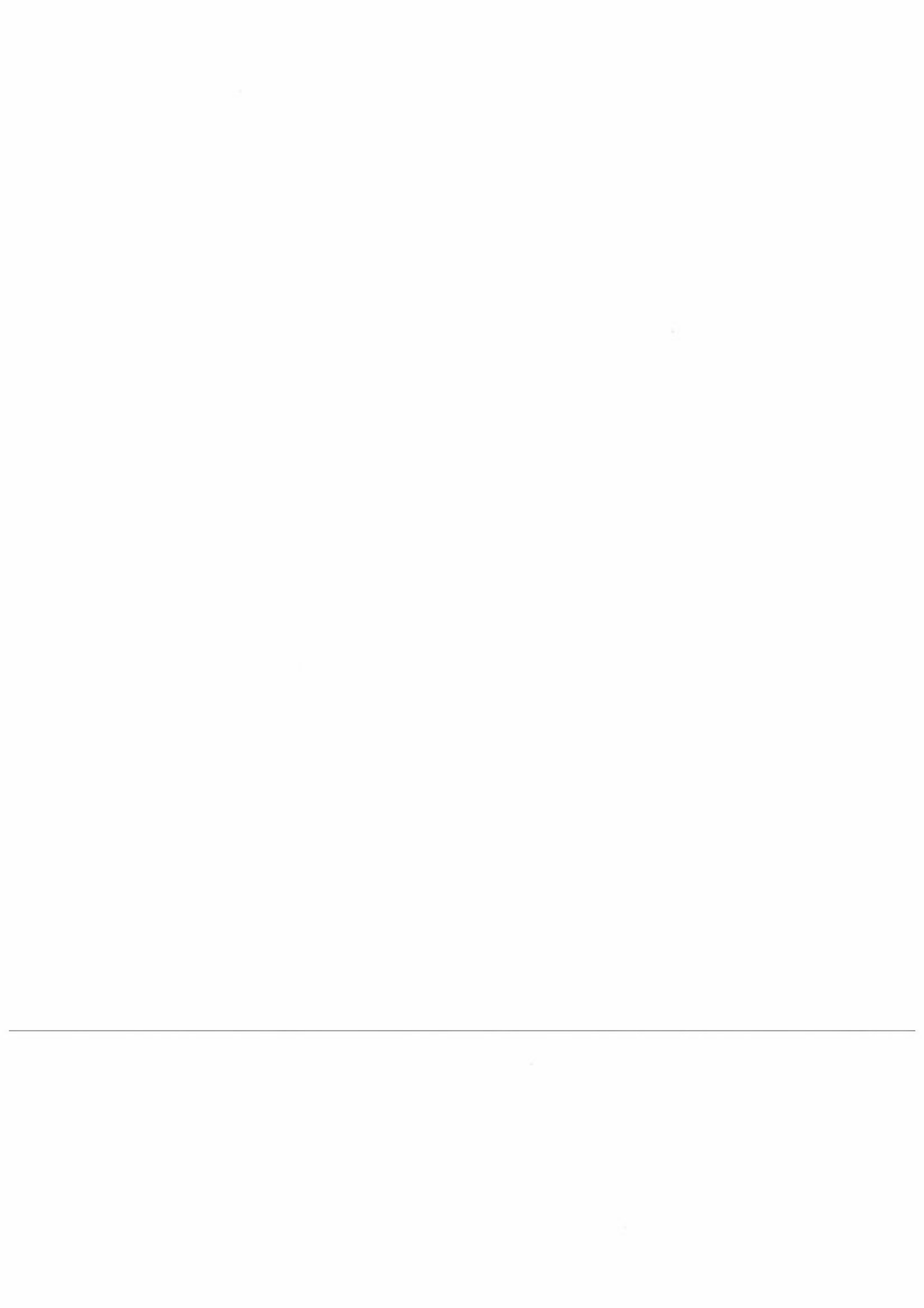
Nybygget, juli/august 1994, Finfraksjon

Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | 1. prøve | | 2. prøve | | Gjennomsnitt |
|-----------|----------------|------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|--------------|
| | | Tidsrom | Konsentrasjon | Tidsrom | Konsentrasjon | |
| L-01 | Kantine | 5/7, 6/7, 7/7 | 2,19 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 3,24 | 2,72 |
| K-06 | Bibliotek | 5/7, 6/7, 7/7 | 3,83 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 6,77 | 5,30 |
| L-131 | Datarom | 5/7, 6/7, 7/7 | 2,07 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 2,98 | 2,53 |
| L-235 | Kjemisk lab | 5/7, 6/7, 7/7 | 2,52 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 3,32 | 2,92 |
| L-248 | Pakkerom | 5/7, 6/7, 7/7 | 1,76 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 2,87 | 2,32 |
| L-220 | GC-rom | 6/7, 7/7, 12/7, 13/7 | 4,07 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 3,15 | 3,61 |
| L-249 | Kjemisk lab | 5/7, 6/7, 7/7 | 2,24 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 2,46 | 2,35 |
| L-141 | Elektronikklab | 5/7, 6/7, 7/7 | 2,24 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 3,10 | 2,67 |
| K-014 | Trykkeri | 20/7, 21/7, 25/7, 26/7, 27/7, 28/7 | 19,66 | 29/7, 1/8, 2/8, 3/8 | 14,99 | 17,33 |

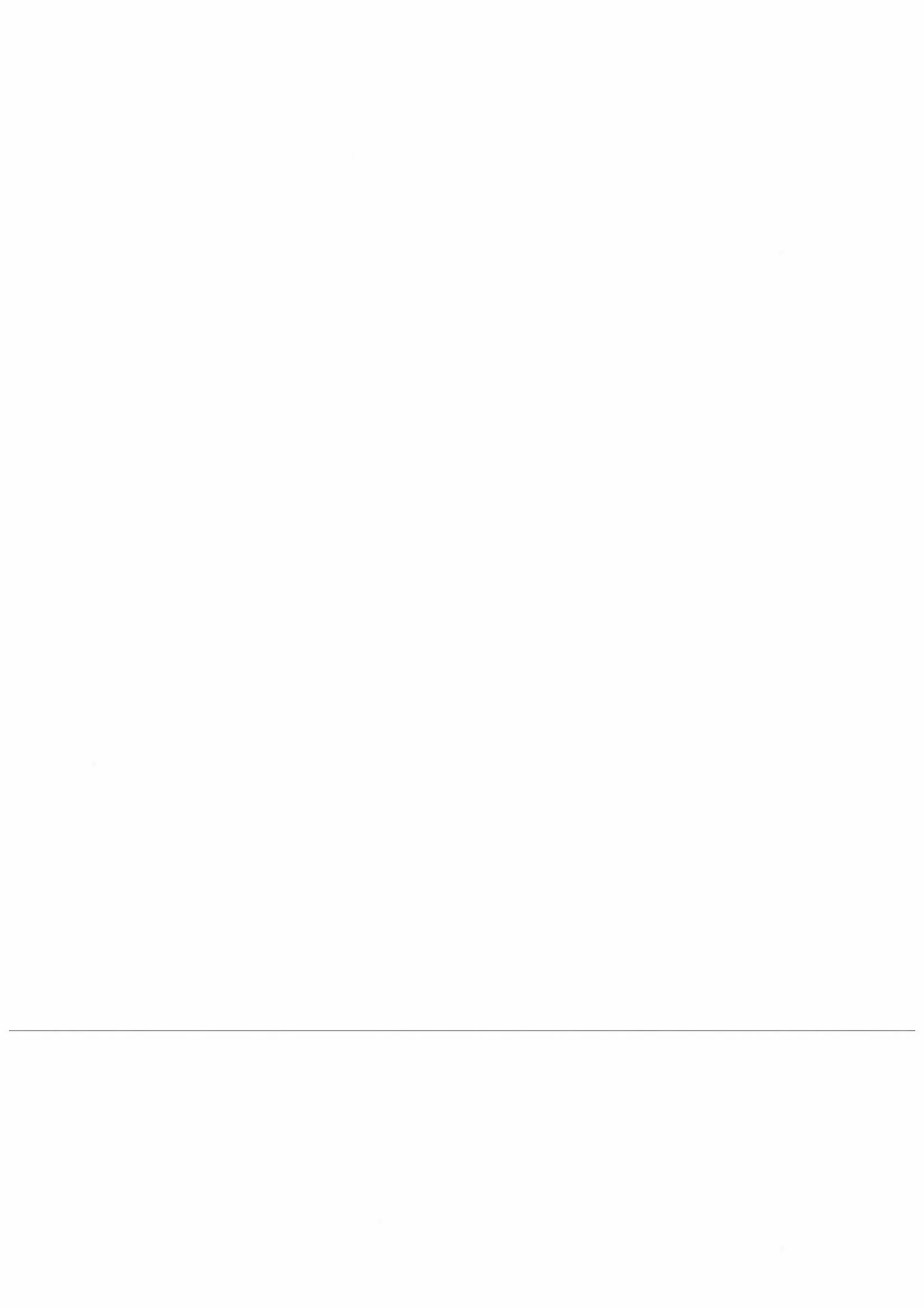
Nybygget, juli/august 1994, Grovfraksjon
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | 1. prøve | | 2. prøve | | Gjennomsnitt |
|-----------|----------------|---------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|--------------|
| | | Tidsrom | Konsentrasjon | Tidsrom | Konsentrasjon | |
| L-01 | Kantine | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,78 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 1,19 | 0,99 |
| K-06 | Bibliotek | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,93 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 1,34 | 1,14 |
| L-131 | Datarom | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,81 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 0,74 | 0,78 |
| L-235 | Kjemisk lab | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,74 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 0,63 | 0,69 |
| L-248 | Pakkerom | 5/7, 6/7, 7/7 | 1,27 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 2,06 | 1,67 |
| L-220 | GC-rom | 6/7, 7/7, 12/7, 13/7 | 1,26 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 0,59 | 0,93 |
| L-249 | Kjemisk lab | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,88 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 2,04 | 1,46 |
| L-141 | Elektronikklab | 5/7, 6/7, 7/7 | 0,43 | 7/7, 8/7, 11/7, 12/7 | 0,67 | 0,55 |
| K-014 | Trykkeri | 20/7, 21/7, 25/7, 26/7, 27/7, 28/7 | 8,93 | 29/7, 1/8, 2/8, 3/8 | 11,53 | 10,23 |



Vedlegg B

Anioner i svevestøv



Elvegata, Mai 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

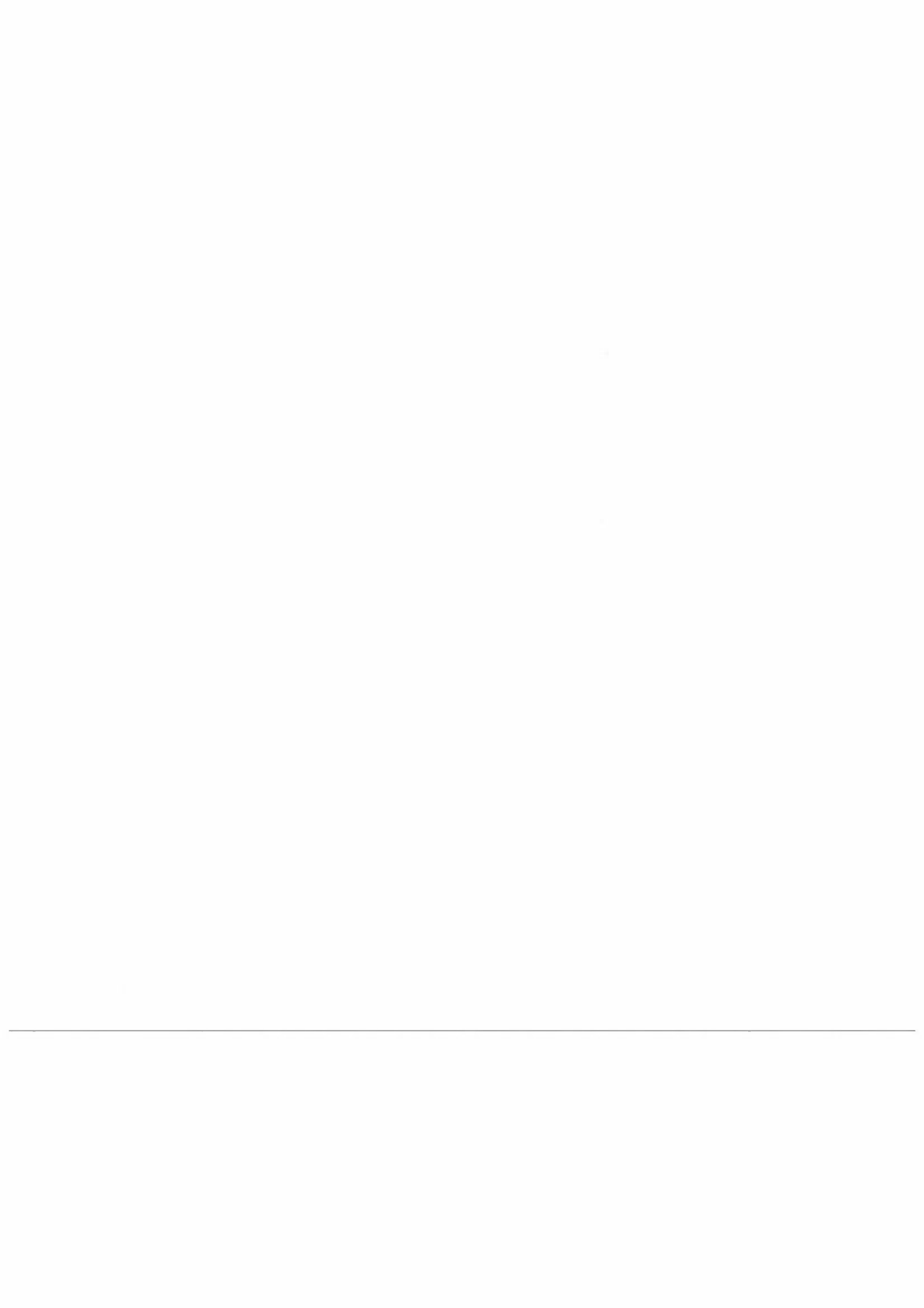
| Målepunkt | Tidsrom | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ -N | SO ₄ ²⁻ -S |
|-------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| I-lab | 5/5 kl 8.04 - 16.08 | | 0,07 | 0,07 |
| Kontor 1 | 5/5 kl 7.56 - 15.59 | 2,23 | 0,51 | 0,49 |
| Bibliotek | 5/5 kl 7.54 - 15.57 | 0,09 | 0,13 | 0,28 |
| Trykkeri | 5/5 kl 8.08 - 16.16 | 0,10 | 0,18 | 0,30 |
| Pakkerom | 5/5 kl 8.12 - 16.13 | | 0,13 | 0,23 |
| Kontor 2 | 5/5 kl 8.01 - 16.01 | 0,13 | 0,13 | 0,29 |
| Kantine | 5/5 kl 8.15 - 16.11 | | 0,19 | 0,23 |
| Dioksin-lab | 5/5 kl 8.06 - 16.05 | | 0,11 | 0,27 |

Nybygget, Mai 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ -N | SO ₄ ²⁻ -S |
|-----------|-----------|----------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| K-204 | Kontor | 20/5 kl 9.02 - 17.07 | | | |
| K-115 | Kontor | 20/5 kl 9.13 - 17.10 | | | |
| K-136 | Kontor | 20/5 kl 9.18 - 17.12 | | | |
| K-06 | Bibliotek | 20/5 kl 9.25 - 17.16 | | 0,09 | 1,27 |
| K-014 | Trykkeri | 20/5 kl 9.31 - 17.15 | | | 0,05 |

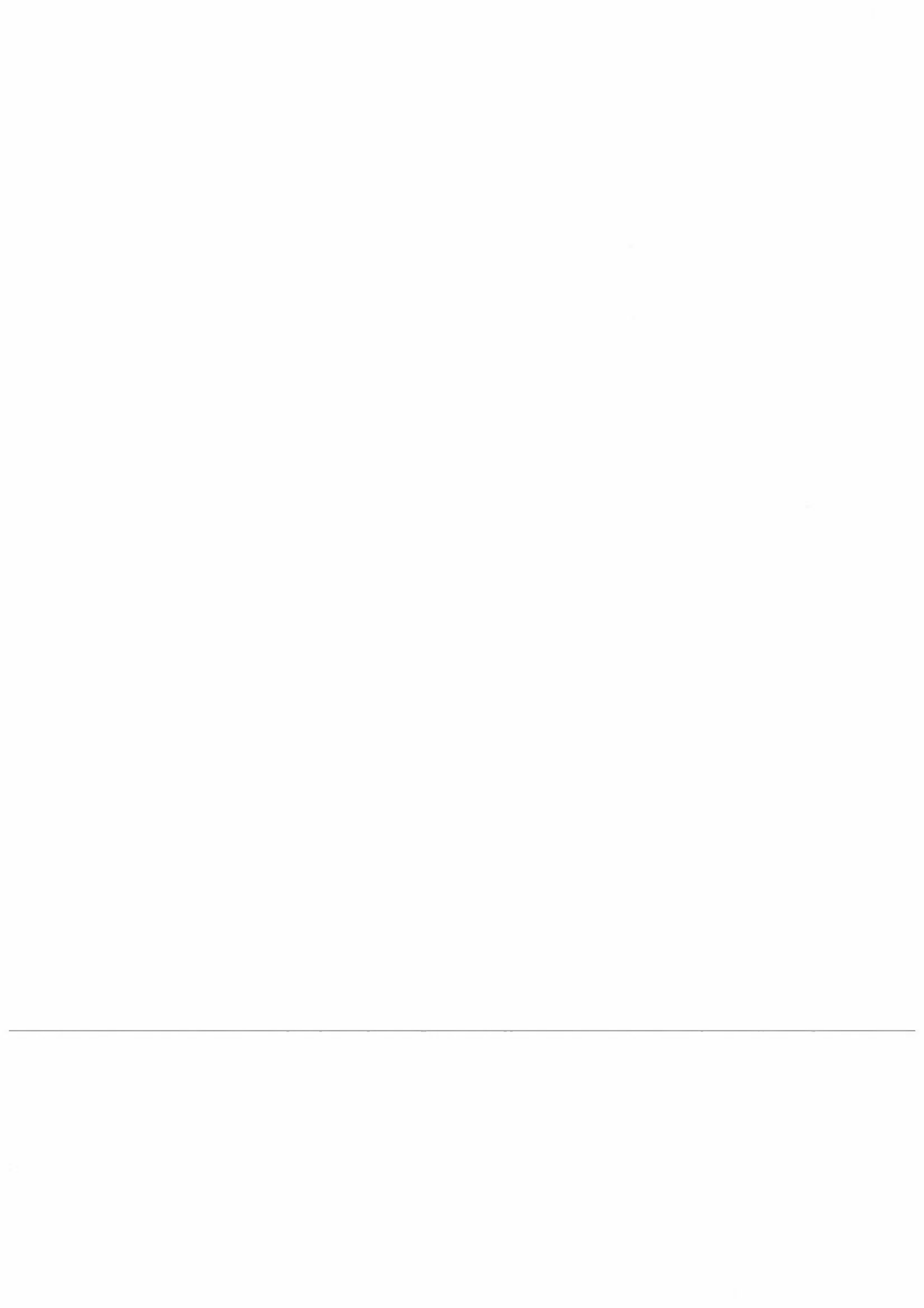
Nybygget, Juli 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ -N | SO ₄ ²⁻ -S |
|-----------|-------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| L-01 | Kantine | 13/7, 14/7, kl. 16.05 - 08.59 | | | 0,37 |
| K-06 | Bibliotek | 13/7, 14/7, kl. 16.00 - 08.55 | | | 0,99 |
| L-131 | Datarom | 13/7, 14/7, kl. 15.40 - 09.05 | 0,08 | | 0,37 |
| L-235 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.44 - 08.42 | | | 0,35 |
| L-248 | Pakkerom | 13/7, 14/7, kl. 15.50 - 08.49 | | | 0,35 |
| L-220 | GC-rom | 13/7, 14/7, kl. 15.46 - 08.45 | | | 0,39 |
| L-249 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.53 - 08.51 | | | 0,31 |
| L-141 | Elektronikk | 13/7, 14/7, kl. 15.38 - 08.38 | | | 0,35 |



Vedlegg C

Kationer i svevestøv



Elvegata, Mai 1994
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Tidsrom | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ -N | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ |
|-------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| I-lab | 5/5 kl 8.04 - 16.08 | 0,25 | 0,10 | | | 0,29 |
| Kontor 1 | 5/5 kl 7.56 - 15.59 | 0,29 | | 0,27 | | 0,61 |
| Bibliotek | 5/5 kl 7.54 - 15.57 | 0,26 | 0,09 | 0,04 | | 0,28 |
| Trykkeri | 5/5 kl 8.08 - 16.16 | 0,17 | 0,15 | 0,06 | | 0,63 |
| Pakkerom | 5/5 kl 8.12 - 16.13 | 0,17 | 0,11 | | | 0,47 |
| Kontor 2 | 5/5 kl 8.01 - 16.01 | 0,56 | | 4,68 | | 0,61 |
| Kantine | 5/5 kl 8.15 - 16.11 | 0,16 | | 0,07 | | 0,44 |
| Dioksin-lab | 5/5 kl 8.06 - 16.05 | | | | | 0,05 |

Nybygget, Mai 1994
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

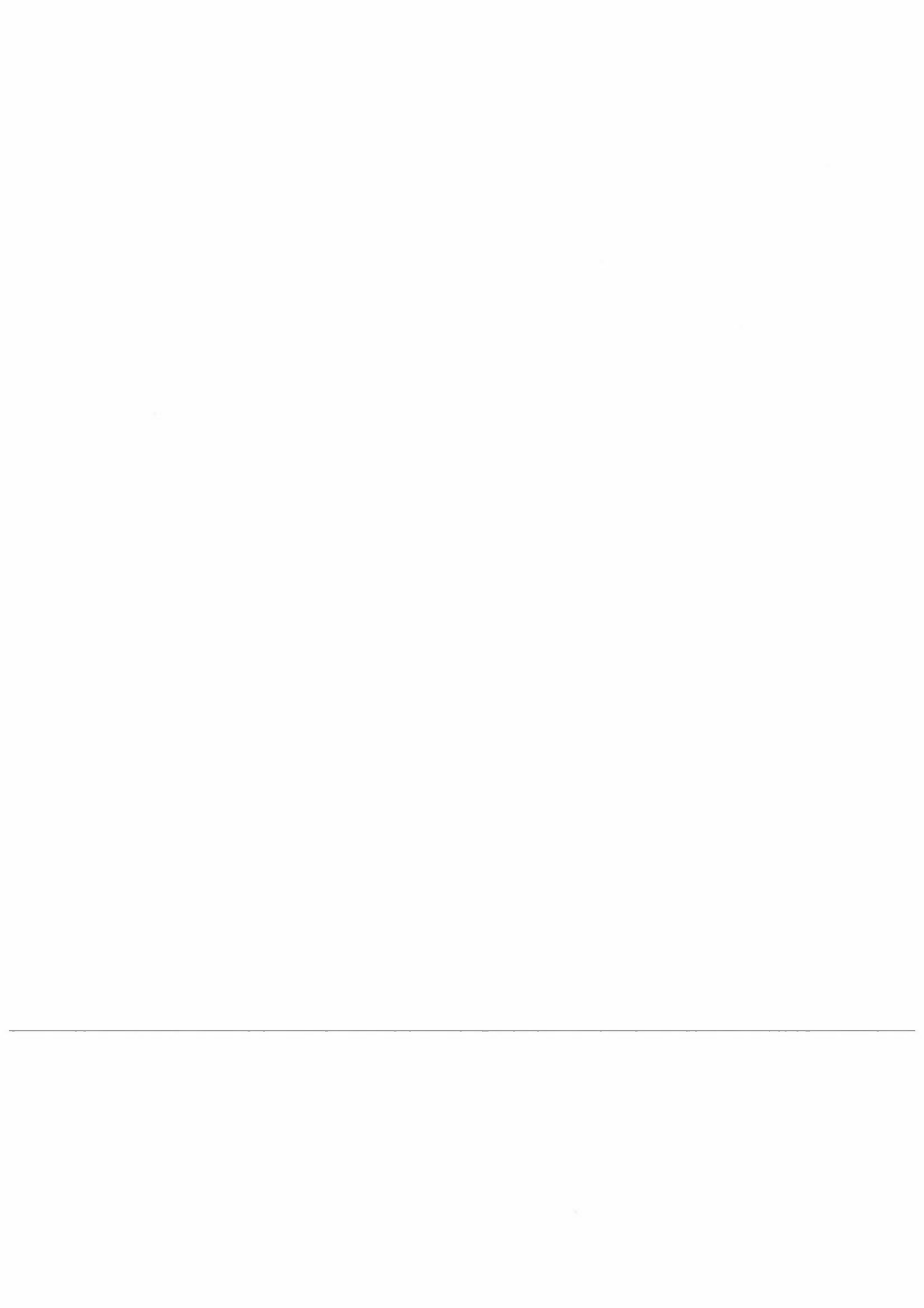
| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ -N | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ |
|-----------|-----------|----------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| K-204 | Kontor | 20/5 kl 9.02 - 17.07 | 0,04 | 0,05 | | | 0,13 |
| K-115 | Kontor | 20/5 kl 9.13 - 17.10 | | 0,04 | | | |
| K-136 | Kontor | 20/5 kl 9.18 - 17.12 | | | 0,09 | | 0,07 |
| K-06 | Bibliotek | 20/5 kl 9.25 - 17.16 | 0,16 | | | | 3,36 |
| K-014 | Trykkeri | 20/5 kl 9.31 - 17.15 | | 0,05 | | | 0,23 |

Nybygget, Juli 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ -N | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ |
|-----------|-------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| L-01 | Kantine | 13/7, 14/7, kl. 16.05 - 08.59 | 0,02 | 0,39 | | | 0,02 |
| K-06 | Bibliotek | 13/7, 14/7, kl. 16.00 - 08.55 | 0,02 | 1,01 | | | |
| L-131 | Datarom | 13/7, 14/7, kl. 15.40 - 09.05 | 0,06 | 0,40 | | | 0,07 |
| L-235 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.44 - 08.42 | 0,04 | 0,37 | | | 0,04 |
| L-248 | Pakkerom | 13/7, 14/7, kl. 15.50 - 08.49 | 0,02 | 0,36 | | | 0,09 |
| L-220 | GC-rom | 13/7, 14/7, kl. 15.46 - 08.45 | 0,03 | 0,39 | | 0,04 | 0,06 |
| L-249 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.53 - 08.51 | 0,02 | 0,31 | | | |
| L-141 | Elektronikk | 13/7, 14/7, kl. 15.38 - 08.38 | 0,02 | 0,39 | | | |

Vedlegg D

Uorganiske gasser



Elvegata, Mai 1994
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Tidsrom | HCl-Cl | HNO ₃ -N | SO ₂ -S | NH ₃ -N |
|-------------|---------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|
| I-lab | 5/5 kl 8.04 - 16.08 | | 0,43 | 0,64 | 5,12 |
| Kontor 1 | 5/5 kl 7.56 - 15.59 | | 0,38 | 0,46 | 18,51 |
| Bibliotek | 5/5 kl 7.54 - 15.57 | | 0,38 | 0,64 | 8,71 |
| Trykkeri | 5/5 kl 8.08 - 16.16 | | 0,55 | 0,69 | 13,56 |
| Pakkerom | 5/5 kl 8.12 - 16.13 | 1,77 | 7,08 | 0,69 | 2,72 |
| Kontor 2 | 5/5 kl 8.01 - 16.01 | | 0,43 | 0,24 | 62,86 |
| Kantine | 5/5 kl 8.15 - 16.11 | | 0,41 | 0,49 | 16,20 |
| Dioksin-lab | 5/5 kl 8.06 - 16.05 | 0,83 | 0,53 | 2,76 | 2,68 |

Nybygget, Mai 1994
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

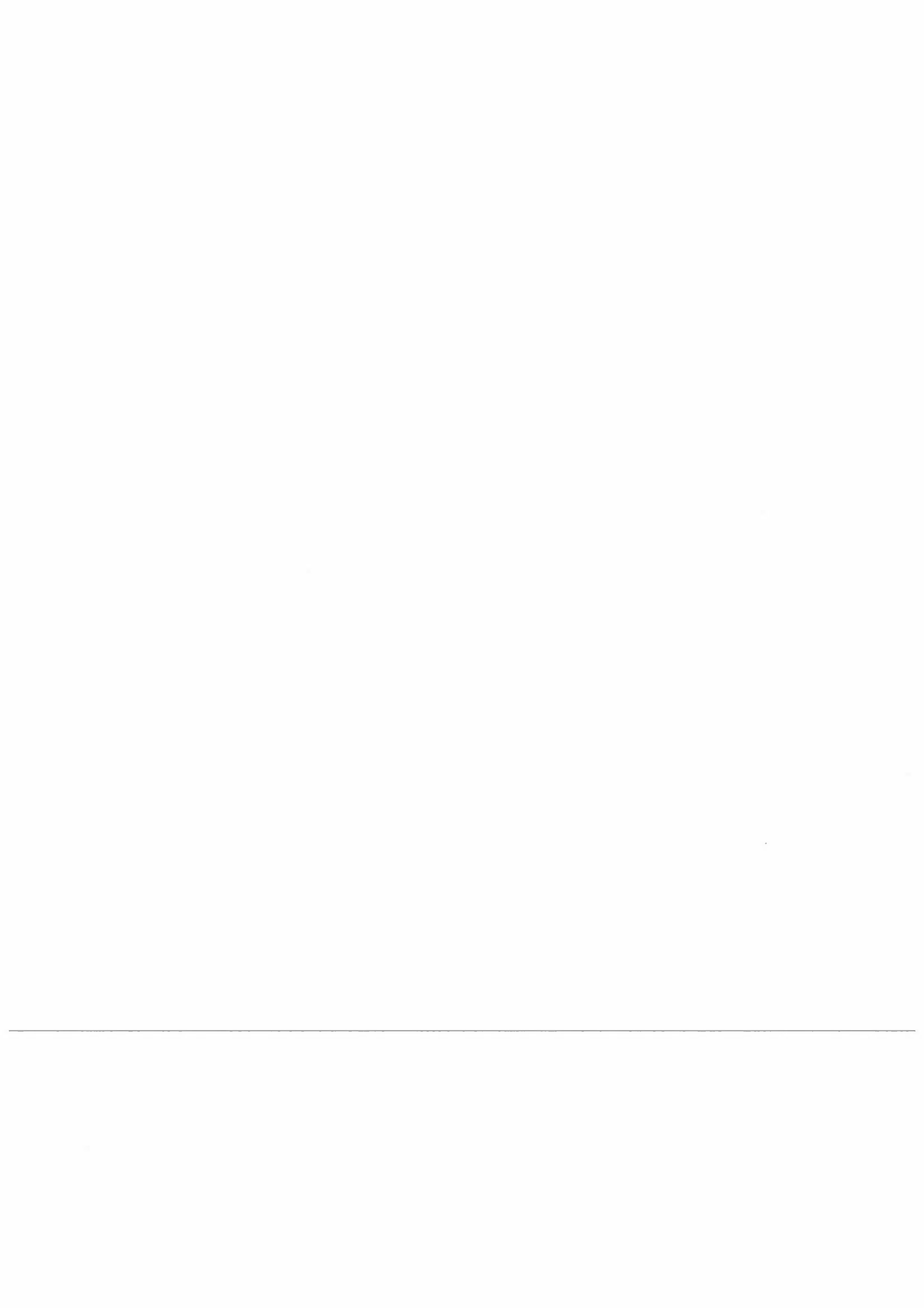
| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | HCl-Cl | HNO ₃ -N | SO ₂ -S | NH ₃ -N |
|-----------|-----------|----------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|
| K-204 | Kontor | 20/5 kl 9.02 - 17.07 | | 0,40 | 0,45 | 16,95 |
| K-115 | Kontor | 20/5 kl 9.13 - 17.10 | | 0,32 | 0,53 | 13,78 |
| K-136 | Kontor | 20/5 kl 9.18 - 17.12 | 1,60 | 0,36 | 0,42 | 14,83 |
| K-06 | Bibliotek | 20/5 kl 9.25 - 17.16 | 0,83 | 0,34 | 0,47 | 18,75 |
| K-014 | Trykkeri | 20/5 kl 9.31 - 17.15 | 1,76 | 0,41 | 0,58 | 15,16 |

Nybygget, Juli 1994
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Målepunkt | Romtype | Tidsrom | HCl-Cl | HNO ₃ -N | SO ₂ -S | NH ₃ -N |
|-----------|-------------|-------------------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|
| L-01 | Kantine | 13/7, 14/7, kl. 16.05 - 08.59 | 0,62 | 0,36 | 1,24 | 2,09 |
| K-06 | Bibliotek | 13/7, 14/7, kl. 16.00 - 08.55 | 0,61 | 0,28 | 0,69 | 1,31 |
| L-131 | Datarom | 13/7, 14/7, kl. 15.40 - 09.05 | 0,46 | 0,24 | 0,61 | 1,23 |
| L-235 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.44 - 08.42 | 0,63 | 0,32 | 1,03 | 0,83 |
| L-248 | Pakkerom | 13/7, 14/7, kl. 15.50 - 08.49 | 0,64 | 0,32 | 1,02 | 0,69 |
| L-220 | GC-rom | 13/7, 14/7, kl. 15.46 - 08.45 | 0,60 | 0,31 | 1,15 | 0,70 |
| L-249 | Kjemisk lab | 13/7, 14/7, kl. 15.53 - 08.51 | 0,66 | 0,31 | 0,69 | 1,27 |
| L-141 | Elektronikk | 13/7, 14/7, kl. 15.38 - 08.38 | 0,54 | 0,33 | 0,90 | 0,92 |

Vedlegg E

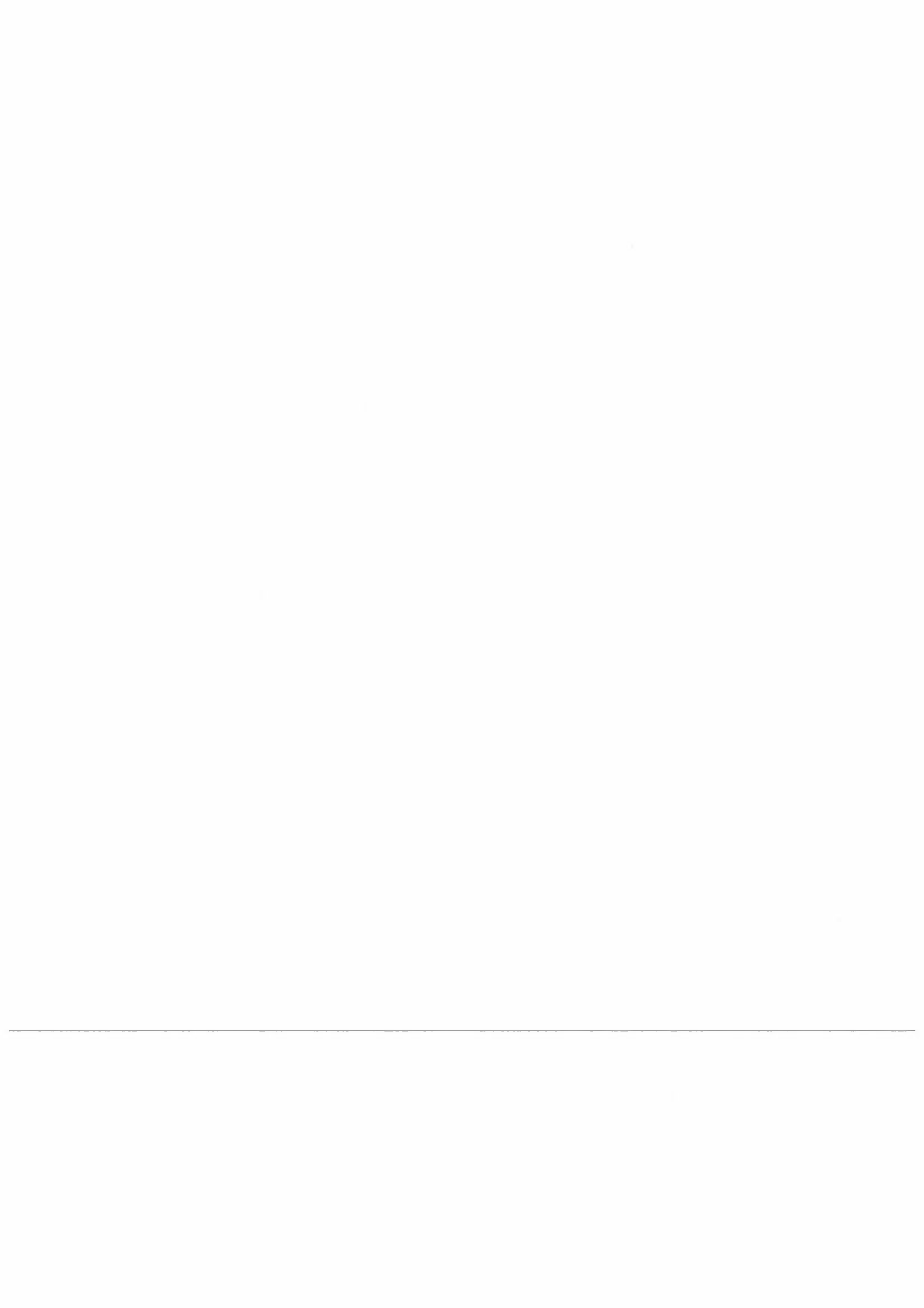
Flyktige organiske forbindelser (VOC)



Nybygget, Mai 1994

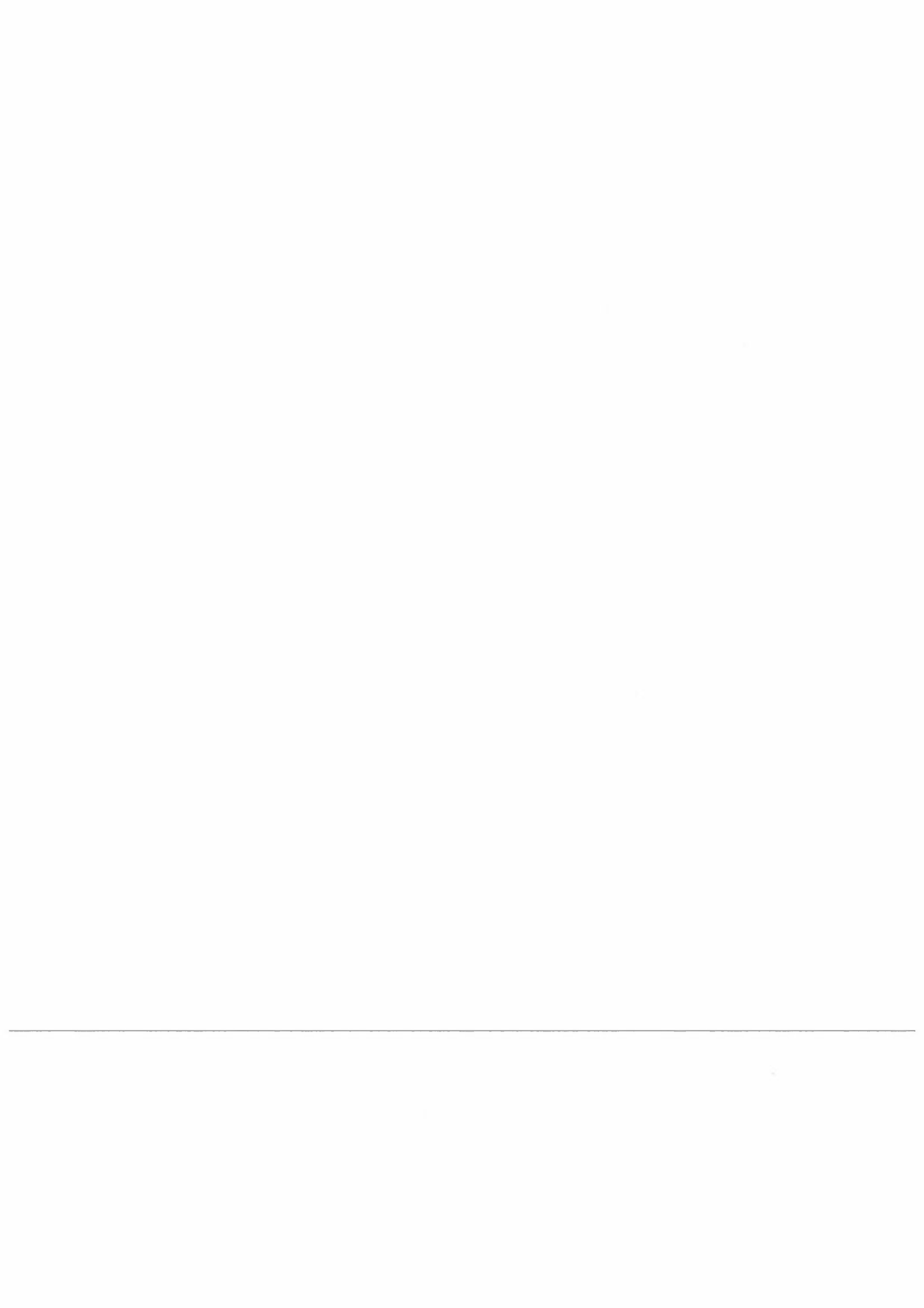
Enhet: µg/m³

| Målepunkt | K-014 | K-06 | K-102 | K-217 | L-142 |
|---|----------------|-------------|--------|--------|----------------|
| Romtype | Trykkerie † | Biblioteket | Kontor | Kontor | Monitoria b |
| Dato | 26/5 | 26/5 | 26/5 | 26/5 | 26/5 |
| Heptan | 7 | 5 | 4 | | 5 |
| Dekan | | 10 | 7 | 9 | 15 |
| Undekan | 8 | 21 | 5 | | 9 |
| Dodekan | | 12 | | | 3 |
| Forgrenat C12-alkan | | | | | 4 |
| 2,6,6-Trimetylbisyklo[3.1.1]hept-2-en (α-pinen) | 11 | 22 | 6 | | 4 |
| Metylbenzen (toluen) | 6 | 12 | 7 | | 4 |
| 1,3- og 1,4-Dimetylbenzen (m- og p-xylen) | 15 | 40 | 3 | | 3 |
| Etylbenzen | | 12 | 2 | | |
| 1,2,3-Trimetylbenzen | | | 2 | 9 | |
| Etylmetylbenzen | 5 | | | | |
| 1-Etyl-3-metylbenzen | | | | 14 | |
| Metyl(metyletyl)benzen | | | | | |
| 2-Etyl-1,4-dimetylbenzen | | | | 13 | 3 |
| Tetrametylbenzen | | | | 12 | |
| Tetrametylbenzen | | | | 12 | |
| Tetrametylbenzen | | | | 6 | |
| Naftalen | | | | 12 | |
| Eddiksyre | | | | 6 | |
| Heksanal | | | | | |
| Benzaldehyd | | | | | |
| Fenol | 8 | 5 | 2 | | 3 |
| Metoksy C4-alkohol | 5 | | 3 | | |
| Metoksy C6-alkohol | 9 | | 7 | 8 | 36 |
| Eddiksyrebutylester | | 5 | | | |
| TVOC | 200 | 320 | 90 | 310 | 150 |
| Antall komponenter | 71 | 87 | 61 | 61 | 52 |



Vedlegg F

Aldehyder og ketoner



Nybygget, Mai 94
 Enhet: µg/m³

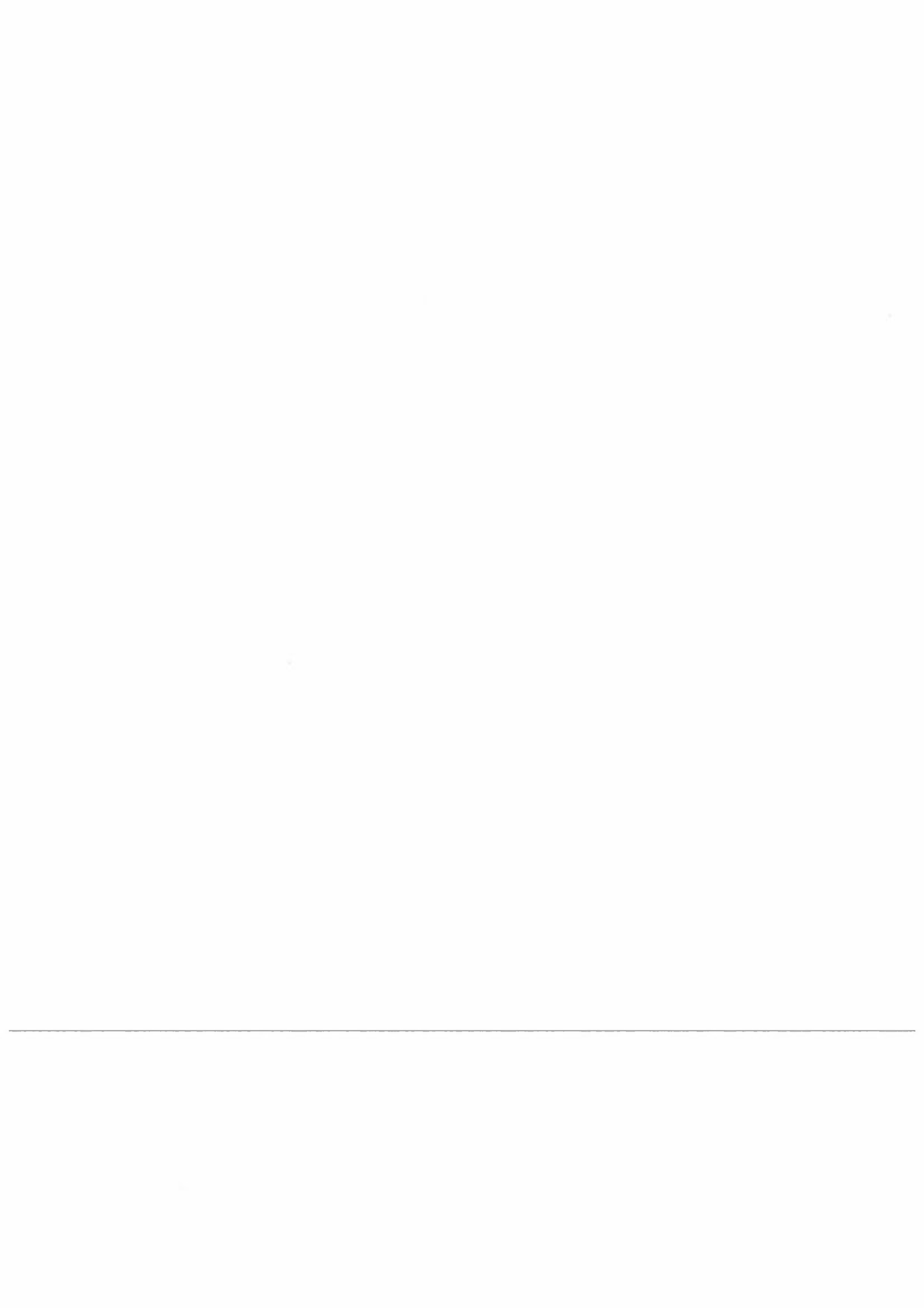
| Målepunkt | K-06 | | L-142 | | K-216 | | K-014 | |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|---------|----------|--|
| | Bibliotek | Monitor-lab | Monitor-lab | Kontor | Trykkeri | Romtype | Trykkeri | |
| Dato | 26/5 | 30/5 | 25/5 | 27/5 | | | | |
| Klokkeslett | 12.37 - 15.02 | 10.06 - 12.05 | 12.55 - 14.49 | 11.55 - 15.25 | | | | |
| Metanal (formaldehyd) | 6,5 | 52 | 12 | 5,4 | | | | |
| Etanal (acetaldehyd) | 2,9 | 20 | 3,0 | 1,7 | | | | |
| Propanon (acetone) | 6,0 | 490 | 7,6 | 4,7 | | | | |
| Propenal (acrolein) | | 0,6 | | | | | | |
| Propanal | | 4,2 | 0,4 | 0,3 | | | | |
| 3-Buten-2-on (metylvinyketon) | | | | | | | | |
| 2-Butenal (crotonaldehyd) | | | | | | | | |
| Butanon (metyletyketon) | 2,1 | 92 | 1,4 | 0,4 | | | | |
| 2-Metylpropenal (metacrolein) | | | | | | | | |
| Butanal og isobutanal | | | | | | | | |
| Benzenkarbaldehyd | 0,4 | 3,1 | 1,1 | 0,4 | | | | |
| Pentanal | | 2,7 | | | | | | |
| Fenyletanon (acetofenon) | | 7,2 | | | | | | |
| Etandial (glyksal) | | | | | | | | |
| 2-Metylbenzenkarbaldehyd | | | | | | | | |
| 3- og 4-Metylbenzenkarbaldehyd | | | | | | | | |
| Heksanal | 1,2 | 24 | 3,2 | 2,1 | | | | |
| 2-Oksopropanol (metylglyksal) | | | | | | | | |
| Sum | 19 | 700 | 29 | 16 | | | | |

Elvegata, Mai 94
Enhet: µg/m³

| Målepunkt | Bibliotek | | Dioksin | | I-lab | | Kantine | | Pakkerom | | Trykkeri | | Kontor 1 | | Kontor 2 | |
|--------------------------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
| | 5/5 | | 3/5 | | 2/5 | | 5/5 | | 4/5 | | 4/5 | | 5/5 | | 5/5 | |
| Dato | 08.26 - 10.50 | | 11.05 - 13.33 | | 13.29 - 16.00 | | 08.02 - 10.19 | | 11.52 - 14.25 | | 08.54 - 11.33 | | 13.11 - 15.19 | | 12.52 - 14.45 | |
| Klokkeslett | 17 | 4,8 | 7,4 | 11 | 9,6 | 9,7 | 23 | 23 | 9,6 | 9,6 | 9,7 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| Metanal (formaldehyd) | 5,5 | 2,0 | 3,3 | 6,8 | 3,2 | 4,6 | 9,6 | 9,6 | 3,2 | 3,2 | 4,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| Etanal (acetaldehyd) | 11 | 13 | 14 | 66 | 870 | 32 | 16 | 16 | 870 | 32 | 32 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Propanon (acetone) | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Propenal (acrolein) | 1,4 | 0,4 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 3-Buten-2-on (metylvinyketon) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-Butenal (crotonaldehyd) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Butanon (metyletylketon) | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| 2-Metylpropenal (metacrolein) | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 2,1 | 0,5 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Butanal og isobutanal | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzenkarbaldehyd | 1,3 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,8 | 0,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Pentanal | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fenyletanon (acetofenon) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etandial (glyksal) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-Metylbenzenkarbaldehyd | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3- og 4-Metylbenzenkarbaldehyd | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heksanal | 4,1 | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 2,1 | 5,2 | 5,2 | 1,4 | 2,1 | 2,1 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 |
| 2-Oksopropanol (metylglyksal) | | | | | 0,4 | | 0,3 | 0,4 | 0,4 | | | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Sum | 42 | 22 | 27 | 91 | 890 | 55 | 59 | 890 | 890 | 55 | 55 | 59 | 59 | 59 | 59 | 132 |

Vedlegg G

Pesticider

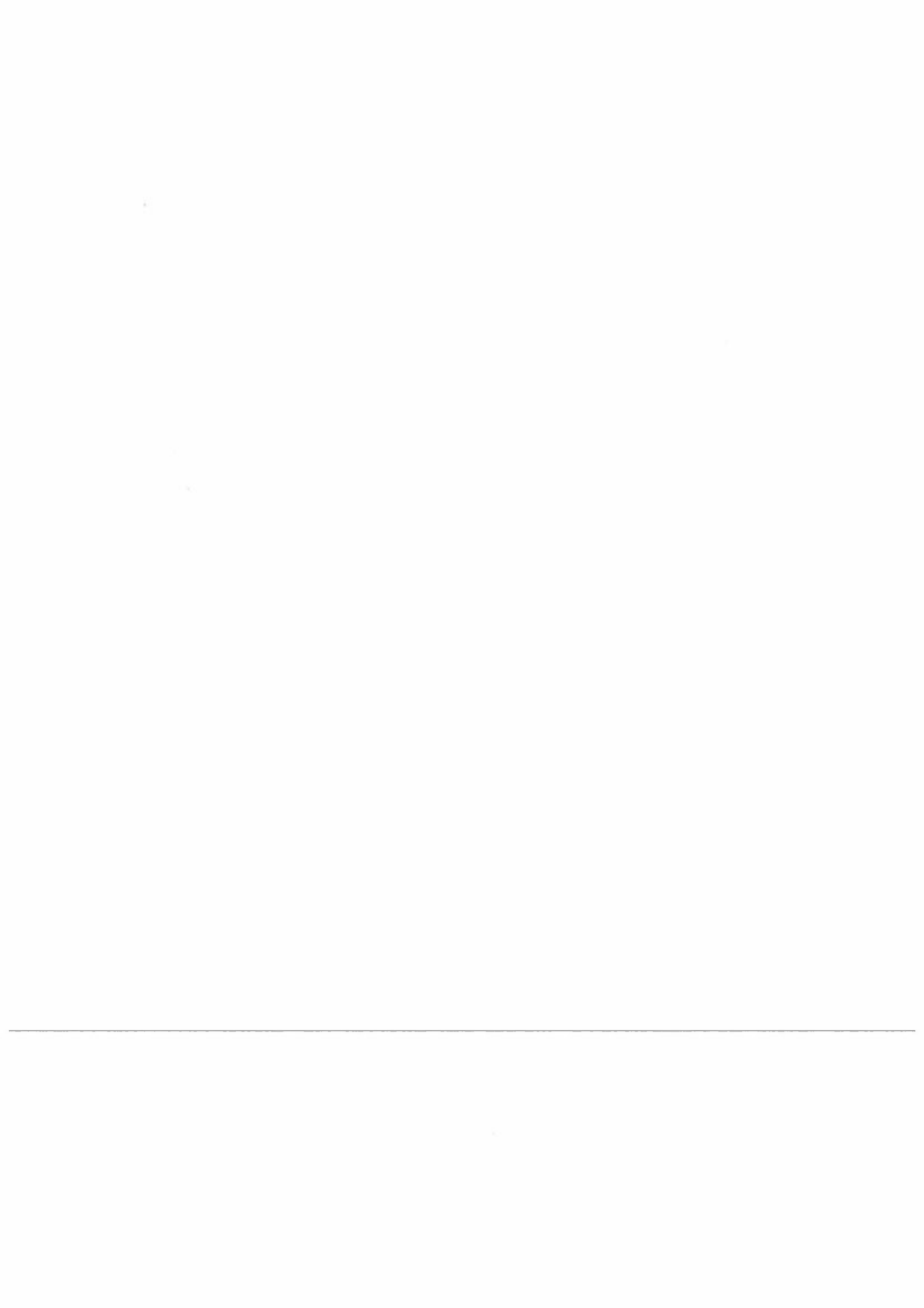


Elvegata, April 94
 Enhet: pg/m³

| Målepunkt | Org.-lab | Dioksinlab | Hall | Uteluft, Lista |
|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| Dato | 19/4, 20/4 | 25/4, 26/4 | 27/4, 28/4 | 21/4, 22/4 |
| α-HCH | 91,3 | 95,6 | 96,5 | 46,3 |
| γ-HCH | 134 | 201 | 289 | 140 |
| HCB | 157 | 151 | 231 | 80,5 |
| trans-klordan | 6,7 | 7,9 | 11,6 | 1,5 |
| cis-klordan | 3,7 | 2,9 | 4,5 | 1,5 |
| trans-nonaklor | 3,8 | 2,2 | 3,2 | 1,3 |
| cis-nonaklor | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Sum | 400 | 460 | 640 | 270 |

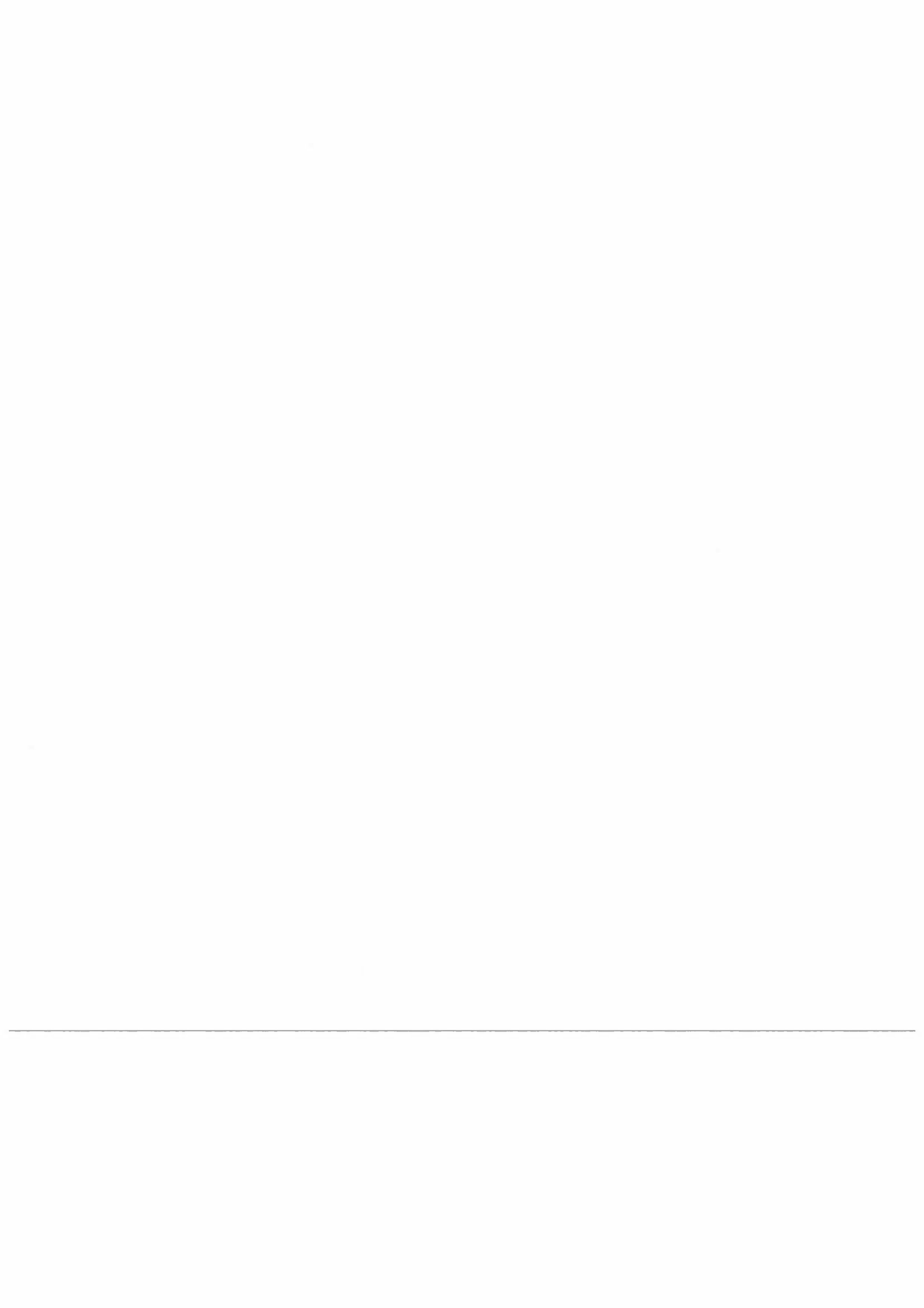
Nybygget, Mai 94
 Enhet: pg/m³

| Målepunkt | K-009 | L-226 | L-211 | L-229 |
|----------------|------------|------------|----------------|------------|
| Romtype | Kontor | MS-rom | "Ovn og pumpe" | Org. lab |
| Dato | 18/5, 19/5 | 19/5, 20/5 | 25/5, 26/5 | 26/5, 27/5 |
| α-HCH | 40,3 | 69,6 | 86,2 | 49,7 |
| γ-HCH | 61,7 | 104 | 293 | 123 |
| HCB | 77,4 | 120 | 317 | 231 |
| trans-klordan | 2,6 | 6,8 | 7,3 | 2,9 |
| cis-klordan | 1,0 | 5,5 | 4,2 | 1,9 |
| trans-nonaklor | 1,0 | 5,7 | 5,1 | 1,6 |
| cis-nonaklor | 0,4 | 2,3 | 4,1 | 0,4 |
| Sum | 180 | 310 | 720 | 410 |



Vedlegg H

PCB



Elvegata, April 94

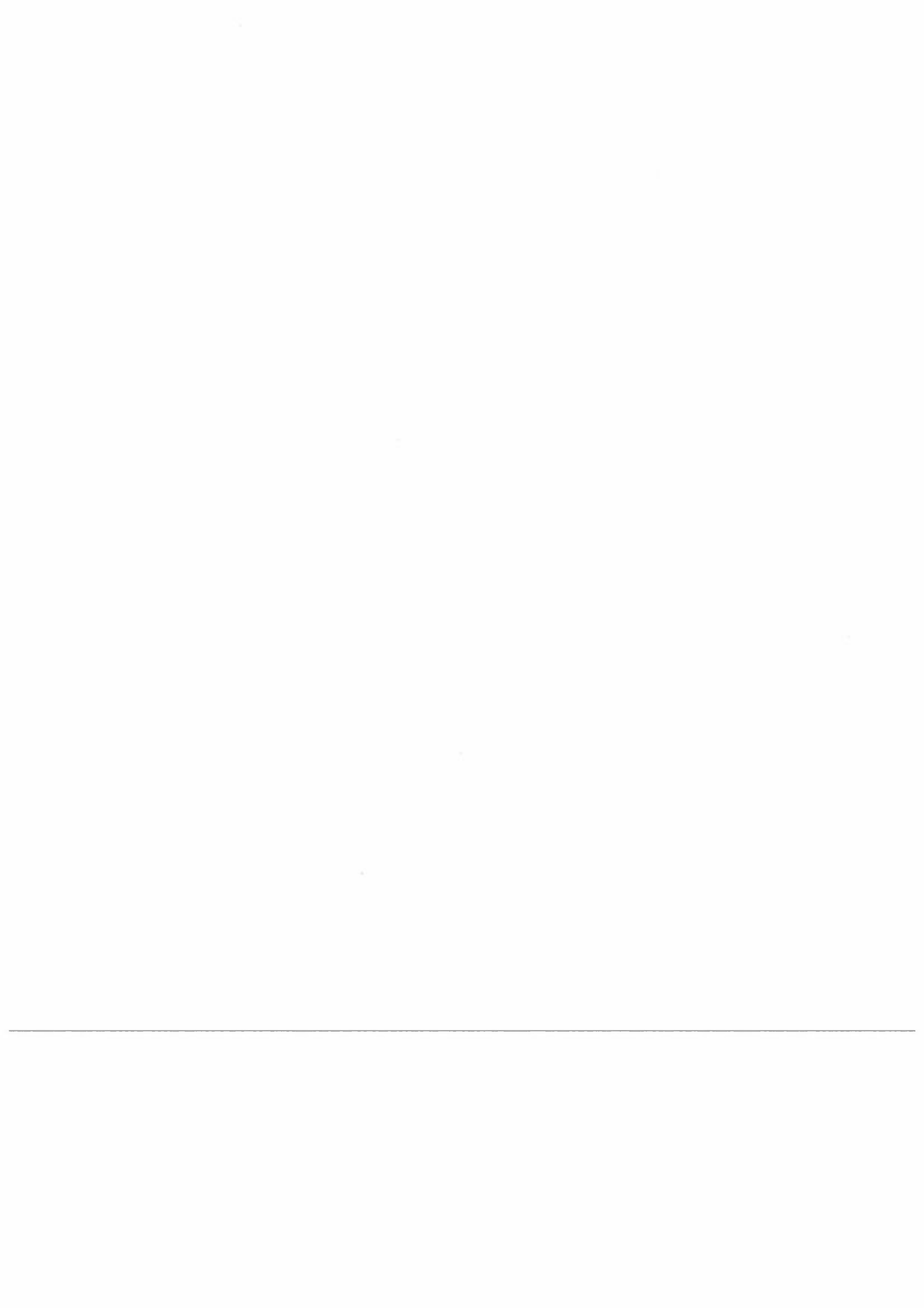
Enhet: pg/m³

| Målepunkt | Org. lab | Dioksinlab | Hall |
|-----------|------------|------------|------------|
| Dato | 19/4, 20/4 | 25/4, 26/4 | 27/4, 28/4 |
| PCB 18 | 126 | 106 | 260 |
| PCB 28 | 125 | 91,9 | 170 |
| PCB 31 | 95,5 | 64,1 | 149 |
| PCB 47 | 45,7 | 20,9 | 36 |
| PCB 52 | 142 | 116 | 204 |
| PCB 66 | 50,4 | 22,4 | 47,9 |
| PCB 74 | 30,3 | 14,3 | 30,9 |
| PCB 99 | 109 | 99,1 | 164 |
| PCB 101 | 88,6 | 58,7 | 108 |
| PCB 105 | 6,87 | 3,3 | 4,68 |
| PCB 114 | 1,05 | 0,411 | 0 |
| PCB 118 | 33,5 | 14 | 27,6 |
| PCB 123 | 69,7 | 39,3 | 74,4 |
| PCB 128 | 4,57 | 1,87 | 3,46 |
| PCB 138 | 38,8 | 16,9 | 34,8 |
| PCB 149 | 62,2 | 37,7 | 71,1 |
| PCB 153 | 50,8 | 23,3 | 47,6 |
| PCB 156 | 2,33 | 1,1 | 1,8 |
| PCB 157 | 0,455 | 0,266 | 0,294 |
| PCB 167 | 1,08 | 0,495 | 0,892 |
| PCB 170 | 4,36 | 1,65 | 2,97 |
| PCB 180 | 14,9 | 4,51 | 8,6 |
| PCB 187 | 28,1 | 9,11 | 17 |
| PCB 189 | 0 | 0,12 | 0,132 |
| Σ PCB | 1130 | 750 | 1470 |

Nybygget, Mai 94
 Enhet: pg/m³

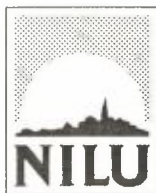
| Målepunkt | K-009 | L-226 | L-211 | L-229 |
|-----------|------------|------------|----------------|------------|
| Romtype | Kontor | MS-rom | "Ovn og pumpe" | Org. lab |
| Dato | 18/5, 19/5 | 19/5, 20/5 | 25/5, 26/5 | 26/5, 27/5 |
| PCB 18 | 56,9 | 71,7 | 90,9 | 107 |
| PCB 28 | 41,3 | 70,2 | 97,5 | 76,8 |
| PCB 31 | 31,3 | 46,9 | 63,7 | 60,8 |
| PCB 47 | 23,8 | 28,1 | 32,6 | 28,3 |
| PCB 52 | 58,1 | 70,4 | 128 | 75,9 |
| PCB 66 | 13,2 | 24,9 | 28,9 | 18,8 |
| PCB 74 | 8,1 | 14,3 | 17,1 | 11,5 |
| PCB 99 | 9,45 | 64,9 | 17,5 | 62,7 |
| PCB 101 | 26,5 | 61,9 | 66,1 | 39,8 |
| PCB 105 | 1,97 | 7,36 | 5,91 | 2,77 |
| PCB 114 | 0,41 | 1,06 | 0,799 | 0,349 |
| PCB 118 | 8,97 | 22,8 | 26,1 | 12,2 |
| PCB 123 | 21,4 | 44,7 | 59,8 | 31,9 |
| PCB 128 | 1,42 | 4,55 | 5,66 | 2,41 |
| PCB 138 | 8,01 | 26,7 | 23,7 | 15,4 |
| PCB 149 | 14,0 | 31,8 | 35,3 | 21,0 |
| PCB 153 | 10,1 | 29,8 | 27,7 | 15,5 |
| PCB 156 | 0,838 | 3,27 | 2,6 | 1,19 |
| PCB 157 | 0,302 | 1,06 | 0,855 | 0,243 |
| PCB 167 | 0 | 1,34 | 1,15 | 0,595 |
| PCB 170 | 0,988 | 4,33 | 4,11 | 2,48 |
| PCB 180 | 2,24 | 7,98 | 6,99 | 5,43 |
| PCB 187 | 3,42 | 10,4 | 6,93 | 6,61 |
| PCB 189 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ PCB | 340 | 650 | 750 | 600 |

Vedlegg I
NH₃ i Teknisk rom



Nybygget, August 1994 - Januar 1995
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Dato | Konsentrasjon | Dato | Konsentrasjon |
|-------------|---------------|------------------|---------------|
| 8.-15. aug | 843 | 25.-28. nov | 80 |
| 15.-22. aug | 812 | 28.-29. nov | 121 |
| 2.-5. sep | 1057 | 29. nov- 2. des | 120 |
| 5.-7. sep | 1987 | 2.-5. des | 769 |
| 7.-9. sep | 2055 | 5.-6. des | 570 |
| 9.-12. sep | 541 | 6.-7. des | 204 |
| 12.-14. sep | 2807 | 7.-8. des | 245 |
| 16.-19. sep | 689 | 8.-9. des | 158 |
| 19.-21. sep | 415 | 9.-12. des | 198 |
| 21.-23. sep | 607 | 12.-13. des | 323 |
| 23.-26. sep | 793 | 13.-14. des | 526 |
| 4.-5. okt | 1280 | 15.-16. des | 421 |
| 5.-6. okt | 1131 | 16.-19. des | 266 |
| 6.-7. okt | 830 | 19.-20. des | 325 |
| 7.-10. okt | 849 | 20.-21. des | 245 |
| 10.-11. okt | 1024 | 21.-22. des | 1455 |
| 11.-12. okt | 795 | 22.-23. des | 1794 |
| 12.-13. okt | 720 | 23. des - 2. jan | 689 |
| 13.-14. okt | 772 | 2.-5. jan | 1476 |
| 14.-17. okt | 1121 | 5.-6. jan | 4177 |
| 17.-26. okt | 276 | 6.-9. jan | 1718 |
| 26.-27. okt | 431 | 9.-10. jan | 3693 |
| 27.-28. okt | 370 | 10.-11. jan | 3963 |
| 28.-31. okt | 131 | 11.-12. jan | 2786 |
| 1.-2. nov | 116 | 12.-13. jan | 2827 |
| 2.-3. nov | 606 | 13.-16. jan | 1431 |
| 3.-4. nov | 147 | 16.-17. jan | 6658 |
| 4.-7. nov | 113 | 17.-18. jan | 3406 |
| 7.-8. nov | 121 | 18.-19. jan | 2995 |
| 8.-9. nov | 136 | 19.-20. jan | 4054 |
| 9.-14. nov | 72 | 20.-23. jan | 1786 |
| 14.-15. nov | 171 | 23.-24. jan | 4235 |
| 15.-17. nov | 49 | 24.-25. jan | 3609 |
| 17.-18. nov | 115 | 25.-26. jan | 3173 |
| 18.-21. nov | 78 | 26.-27. jan | 3054 |
| 21.-22. nov | 111 | 27.-30. jan | 1662 |
| 22.-23. nov | 115 | 30.-31. jan | 3017 |
| 24.-25. nov | 82 | | |



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

| | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT | RAPPORT NR. OR 22/95 | ISBN-82-425-0675-2 | |
| DATO 29.5.95 | ANSV. SIGN. <i>ACD/land</i> | ANT. SIDER 59 | PRIS NOK 60,- |
| TITTEL Innemiljø i NILUs nybygg - 1. målekampanje | | PROSJEKTLEDER Ole-Anders Braathen | |
| | | NILU PROSJEKT NR. E-94050 | |
| FORFATTER(E) Ole-Anders Braathen og Bodil Innset | | TILGJENGELIGHET * A | |
| | | OPPDRAGSGIVERS REF. | |
| OPPDRAGSGIVER NILU | | | |
| STIKKORD Nybygg | Innemiljø | Målinger | |
| REFERAT I perioden 1992-1994 planla og bygde NILU et nytt bygg på Kjeller. I dette arbeidet ble det forsøkt å finne løsninger som ga så god inneluftkvalitet i den nye bygningen som mulig. For å kontrollere inneluftkvaliteten ble det like før innflytting gjennomført luftmålinger av svevestøv, ioner i støvet, uorganiske gasser, VOC, aldehyder/ketoner, PCB og pesticider. For å gi et sammenlikningsgrunnlag ble det på omtrent samme tid målt i NILUs gamle bygning. Resultatene av målingene viser klart at inneluftkvaliteten i den nye bygningen er svært god og mye bedre enn i den gamle bygningen. | | | |
| TITLE Indoor Air Quality in NILU's new building - 1 measurement campaign | | | |
| ABSTRACT NILU has in the period 1992-1994, planned and built a new building. In this process, it was tried to find solutions that would give as good indoor air quality as possible. In order to study this air quality, measurements were carried out just before the institute moved to the new building. The following components were measured: suspended particles, ions in the particles, inorganic gases, VOC, aldehydes/ketones, PCB and pesticides. At about the same time, measurements were also carried out in the old building. The results clearly show that the indoor air quality in the new building was very good and much better than in the old building. | | | |

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres