

NILU : TR 2/95  
REFERANSE : E-94036  
DATO : JUNI 1995  
ISBN : 82-425-0658-2

## **Måling av luftkvalitet i milde miljøer**

**Bruk av ulike målemetoder for å  
kartlegge luftens aggressivitet i  
museer og samlinger**

**E. Dahlin, J.F. Henriksen, O. Røyset  
og O. Anda**



**NILU**

**Norsk institutt for luftforskning**  
Norwegian Institute for Air Research  
Postboks 100 - N-2007 Kjeller - Norway

## Forord

For å få gjennomført dette forprosjektet var NILU avhengig av å finne frem til testområder for målemetodene. Vi vil med dette få takke følgende institusjoner som velvilligst har stilt sine lokaler til disposisjon, samt bidratt med informasjon og praktisk hjelp:

- Institutt for arkeologi, kunsthistorie og numismatikk, Universitetet i Oslo
- Riksarkivet, Oslo
- Universitetsbiblioteket, Oslo



## Innhold

	Side
<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet.....	7
<b>2. Miljøets innvirkning på materialer</b> .....	<b>8</b>
2.1 Ulike årsaker til nedbrytning i inneklime.....	8
2.2 Nedbrytningsfaktorer i museer og samlinger .....	8
<b>3. Pågående forskning om luftkvalitet i museer og samlinger</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Norsk forprosjekt</b> .....	<b>11</b>
4.1 Utvalgte målesteder.....	11
<b>5. Bruk av ulike målemetoder</b> .....	<b>13</b>
5.1 Bruk av passive prøvetakere.....	13
5.2 Måling av aggressivitet.....	15
5.3 Måling av relativ fuktighet og temperatur.....	16
<b>6. Resultater av målingene</b> .....	<b>17</b>
6.1 Korrosjon på kopper- og sølvstrips .....	17
6.2 Universitetets Oldsaksamling .....	18
6.3 Vikingskipshuset.....	20
6.4 Universitetsbiblioteket.....	21
6.5 Riksarkivet.....	21
<b>7. Konklusjon</b> .....	<b>22</b>
<b>8. Referanser</b> .....	<b>23</b>
<b>Vedlegg 1 Tabell 1-4</b> .....	<b>25</b>



## Sammendrag

*I flere museer og samlinger har man kunnet konstatere en sakte nedbrytning av gjenstandsmaterialet av ulik karakter uten å kunne definere hva som har vært årsaken til nedbrytningen. Forurensningsnivået i denne type bygninger kan som regel karakteriseres inn under gruppen av milde miljøer. NILU har med sin erfaring fra målinger av inneklima samt kunnskap om ulike materials korrosivitet sett en mulighet for å kunne bidra til å løse de problemene som rammer museene.*

I 1994 ble det bevilget penger på NILUs internbudsjett til et forprosjekt for å kunne teste ut to ulike målemetoder for å kartlegge luftens aggressivitet i museer og samlinger. De to metodene man ønsket å teste var;

1. Måling av korrosjonsmengde på metallstrips av sølv og kopper.
2. Bruk av passive prøvetakere til å måle: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, og NH<sub>3</sub>.

NILU kontaktet NKKMs konserveringsutvalg og Norsk museumsutvikling (NMU) som begge var positive til prosjektet. Det er tidligere ikke foretatt tilsvarende målinger av inneklima i museer i Norge.

Det ble foretatt målinger over en 3 månedersperiode på følgende steder i Oslo: Universitetets Oldsaksamling, Vikingskipshuset, Universitetsbiblioteket og Riksarkivet. Disse stedene ble valgt ut fordi de representerer samlinger med ulike typer materialer, stedene har ulik beliggenhet med hensyn til forurensningsnivå og de har ulike former for ventilasjonssystemer. Det er også forskjeller i grad av publikumstilstrømning.

Den viktigste målsetting med dette forprosjektet var å teste ut de passive prøvetakerne inne i milde miljøer. Resultatene viste at prøvetakerne fungerte meget bra, selv i miljøer med svært lave gasskonsentrasjoner. Spesielt var det interessant å se at de passive prøvetakerne kan få frem forskjeller i målte verdier mellom et åpent utstillingsareal og i et lukket monter.

I enkelte av montrene viste det seg å være mer aggressivt miljø enn utenfor. Det er nærliggende å anta at dette har sammenheng med valg av materialer i monterene. Dette bør undersøkes nærmere. Høye verdier av amoniakk viser at publikum kan utgjøre en forurensningskilde. Publikum kan også være kilde til andre forurensninger som f.eks. organiske syrer. Målingene med passive prøvetakere viste at det var lavest verdier av forurensning fra uteluft i de rom hvor luftinntaket var rensset.

NILU ønsker å utvide dette prosjektet til også å omfatte målinger av andre gasser som formaldehyd, samt utvikle metoder for måling av organiske syrer. Vi ønsker derfor at museer og samlinger som er interessert i et samarbeid på dette området tar kontakt med oss.



# Måling av luftkvalitet i milde miljøer

## Bruk av ulike målemetoder for å kartlegge luftens aggressivitet i museer og samlinger

### 1. Innledning

#### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Våre kulturminner brytes ned og forvitrer av ulike årsaker. Ute i Europa har man i lengre tid vært klar over de problemer som blant annet luftforurensningen har forårsaket. Først i den senere tid har man fokusert på disse problemene i Norge. Den første markering var den svenske utstillingen "Luftangrep" som ble vist i Trondheim i 1989 og i Bergen i 1991. Med denne utstillingen ble man gjort oppmerksom på at det ikke bare er natur og mennesker som blir skadet av luftforurensninger, men at også den materielle kulturminnearven blir berørt. Luften omslutter hele miljøet, både de nyere tids bygninger, infrastrukturen, samt kulturminnearven. Likeledes er det viktig å være klar over at den luft man har ute får man også inn i museer og samlinger med mindre den blir rensset på forhånd. I tillegg til uteluften har man en rekke forurensningskilder innendørs som kan være med på å bryte ned gjenstandene.

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har arbeidet med problemstillinger knyttet til luftforurensninger og nedbrytning av ulike materialer (korrosjon) i utemiljø siden 1973 og i innemiljø siden 1980. Undersøkelser har vært utført på ulike typer feltstasjoner og i klimaskap i form av akselererte tester. Korrosjon og materialnedbrytning er et meget tverrfaglig felt og NILU har derfor samarbeidet med andre nasjonale og internasjonale institutter med spesialkompetanse på materialsiden. Siden 1987 har NILU vært miljøkoordinator i FNs store prosjekt: "UN/ECE International Co-operative programme on Effects on Materials, including Historic and Cultural Monuments." (Henriksen et al., 1992). I perioden 1990-1993 hadde NILU ledelsen av det internasjonale paraplyprosjektet EURO CARE som ligger inn under EUREKA og som omfatter prosjekter som har til hensikt å ta vare på kulturminnearven. NILU har også deltatt i et nordisk samarbeid om utarbeiding av en håndbok som omhandler korrosjon av elektronikk og hvor man definerer korrosjonsnivåer for en rekke metaller (Henriksen et al., 1991).

NILU ser klart et behov for forskning på de ulike forurensninger som forårsaker nedbrytning av ulike materialer i innemiljø og det ble derfor i 1994 bevilget penger på NILUs internbudsjett til et forprosjekt for å starte målinger av luftkvaliteten i museer og samlinger. Denne rapporten skal presentere resultatene av dette forprosjektet. Foreløpige resultater av målingene i prosjektet ble presentert på et seminar: "Bruk av gjenstanden i formidlingen" som ble arrangert av Norske kunst- og kulturhistoriske museer (NKKM) 19.-20. oktober 1994. En rapport fra seminaret vil bli trykt i løpet av første halvdel av 1995. (Dahlin et al., 1995).



## 2. Miljøets innvirkning på materialer

### 2.1 Ulike årsaker til nedbrytning i inneklime

De fleste materialer brytes langsomt ned på grunn av naturlige faktorer som lys, fukt og temperatur, men nedbrytningen akselereres for mange materialers vedkommende av ulike former for luftforurensning. Forurensningskildene utendørs kan ofte være en kombinasjon av utslipp fra andre land og lokale kilder som industri, trafikk og fyringsanlegg. Innendørs kan forurensningskildene blant annet være avdunsting fra ulike typer materialer og produkter. I tillegg kommer ulike former for biologiske nedbrytningsmekanismer samt menneskelig aktivitet. Disse faktorene danner til sammen det vi kan betegne som miljøbelastning som påvirker kulturminnene i større eller mindre grad.

NILU måler og karakteriserer deler av miljøbelastningen, og finner blant annet ut om det er mye eller lite forurensning. Kunnskapen om effekten av lys, fukt og temperatur på ulike materialgrupper er relativt godt kjent i museumsretser. Derimot er det gjort færre undersøkelser om effektene av ulike former for luftforurensning. Når det gjelder kulturminnearven bør miljøbelastningen ideelt sett være så lav som mulig, men det er meget vanskelig å oppnå tilfredsstillende forhold. Det er derfor viktig at alle som har ansvar for bevaring av museumsgjenstander begynner å tenke over disse problemene slik at man sammen kan komme frem til akseptable løsninger.

### 2.2 Nedbrytningsfaktorer i museer og samlinger

Inne i museer og samlinger kan vi registrere følgende nedbrytningsfaktorer:

- Fukt
- Temperatur
- Lys
- Forurensninger:
  - Gasser: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, organiske syrer og andre organiske stoffer
  - Partikler: støv, sot, salter etc.
- Biologisk nedbrytning
- Menneskelig aktivitet

Det er allerede godt kjent at fukt, temperatur og lys virker nedbrytende på ulike måter på de ulike materialer. Ved forekomst av både fukt og forurensende gasser samtidig vil fukten binde gassene slik at det deponeres vanndråper på flatene som tærer på materialet. Høy temperatur kombinert med høy fuktighet og forurensende gasser øker korrosjonsintensiteten. Biologisk nedbrytning er først og fremst forårsaket av mugg, sopp, bakterier og ulike insekter. Menneskelig aktivitet kan forårsake ulike former for fysisk slitasje (ved for eksempel berøring av gjenstander). Videre fører menneskelig aktivitet til utslipp av ulike gasser og fukt som kan være aggressive overfor enkelte materialer.

På NILU har vi i første rekke engasjert oss i måling av ulike forurensninger samt i studier av hvilke skader disse kan føre til. Dette er gasser som primært finnes i uteluft og ulike gasser som genereres innendørs. I uteluft er det SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>, samt

ozon som er de viktigste gassene. Disse vil diffundere inn i bygninger via ventilasjonssystemer, vinduer og lufteluker. Svoveldioksid blir til en viss grad absorbert på vei inn i en bygning og registreres derfor i mindre mengder. Nitrogendioksid derimot registreres stor sett med de samme verdier inne som ute. Avgassing fra ulike materialer innendørs er antakelig den største kildegruppen som truer våre museumsgjenstander i Norge. Her er det viktig å være klar over hvilke gasser som slippes ut fra de ulike materialer. I tillegg til de omtalte forurensningskildene skal vi også være klar over at gjenstanden i seg kan være en kilde til forurensning, hvis den for eksempel er impregnert med ulike kjemikalier.

Vi skal i det følgende presentere eksempler på ulike forurensningskomponenter og deres kilder, samt se på hvilke materialgrupper som kan bli angrepet. Oversikten er delvist basert på opplysninger hentet fra boken: "The Museum Environment" skrevet av Garry Thomson (Thomson, 1986):

#### **Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>):**

Angriper: metall, marmor, kalksten, maling, fargestoffer, papir, tekstil, lær og fotografisk materiale.

Kilder i uteluft: industri og oppvarming (forbrenning av olje).

#### **Dihydrogensulfid (H<sub>2</sub>S):**

Angriper: metall (sølv), maleri, fargestoffer og fotografisk materiale.

Kilder i uteluft: industri, forråtnelsesprosesser, biler med katalysator (denne reduserer SO<sub>2</sub> i avgassen til H<sub>2</sub>S).

Kilder i inneluft: menneskelig aktivitet, aldring av maling og gummi.

#### **Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>):**

Angriper: kopperlegering, fotografisk materiale, papir og lær, samt reduserer farger og struktur i tekstil.

Kilder i uteluft: industri, trafikk og oppvarming (forbrenning av oljer og bensin).

#### **Ozon (O<sub>3</sub>):**

Nedbryter: papir, gummi, tekstiler og fotografisk materiale, akselererer SO<sub>2</sub>-angrep på metall.

Kilder i uteluft: dannes i forurenset luft ved hjelp av sollys.

Kilder i inneluft: elektriske maskiner, kopieringsmaskiner, laserskrivere etc.

#### **Ammoniakk (NH<sub>3</sub>):**

Angriper: kopper, bronse, tekstil og papir.

Kilder i uteluft: gjødsel, forråtnelsesprosesser.

Kilder i inneluft: rengjøringsmidler, menneskelig aktivitet, evt utslipp fra kloakk.

#### **Formaldehyd (HCHO):**

Angriper: metall og fotografisk materiale.

Kilder i inneluft: sponplater, lim etc.

**Organiske syrer (maursyre og eddiksyre):**

Angriper: metall, tekstil og papir.

Kilder i inneluft: tre, lim, ferniss etc.

**Partikler: støv, sot, salter etc.:**

Skader: maleri, papir, voks, binder fukt og transporterer forurensninger.

Kilder i uteluft: trafikk, industri og anleggsvirksomhet, fyringsanlegg, avdunsting fra havoverflaten etc.

Kilder i inneluft: menneskelig aktivitet, div. maskiner.

**Hvor kan problemene oppstå ?**

- Magasin.
- Utstillinger:
  - frittstående i rommet eller i en installasjon,
  - i lukket monter.
- Transportkasser.

Når det gjelder magasin/lager varierer det fra museum til museum hvor godt klima er kontrollert.

Selve utstillingsarealene varierer også fra museum til museum, både når det gjelder valg av utstillingslokaler og det interiør man velger å innrede utstillingene i. Det er spesielt viktig å være klar over hva slags materialer som er brukt i selve montrene og behandlingen av disse, samt ikke minst de rekvisitter som blir brukt i tilknytning til selve utstillingene. Videre må man også vurdere hva slags materiale man bygger transportkasser av, spesielt hvis gjenstandene skal transporteres langt og blir liggende i kassene over lengre tid.

**3. Pågående forskning om luftkvalitet i museer og samlinger**

Siden 1990 har det pågått et svensk, tsjekkisk, norsk forskningsprosjekt: "Korrosion i inomhusmiljö " som ledes av det svenske Korrosionsinstituttet. Hensikten med dette prosjektet er å øke forståelsen for de prosesser og parametre som påvirker korrosjon i milde innemiljøer samt å vurdere brukbare analysemetoder for å måle små korrosjonseffekter på metall. Man har studert korrosjon på både elektronikk for industrien og i lagre av militært utstyr, samt vurdert påvirkning på bevaringsverdige gjenstander. Riksantikvarieämbetet i Stockholm deltar i prosjektet, hvor man bl.a. har målt miljøparametre i Bernadotte-biblioteket i Kungliga Slottet, Stockholm, samt i St. Vituskatedralen i Praha. NILU har hatt ansvar for de kjemiske analysene i prosjektet.

Innenfor den Europeiske Unions 3. Rammeprogram foregår det flere forskningsprosjekter som fokuserer på kulturminnearven og nedbrytning av enkelte materialgrupper, men det finnes også mer generelle problemstillinger som for eksempel det tyske prosjektet: "Assessment and Monitoring the Environment of Cultural Property". NILU har tatt kontakt med det tyske instituttet Fraunhofer-Institut für Silicatforschung som leder dette prosjektet for om mulig å få til et

bredere samarbeid. Spørsmålene omkring disse problemene er internasjonale og det er derfor viktig å få til et internasjonalt samarbeid. I England har May Cassar fra "Museums & Galleries Commission" nylig gitt ut en bok som heter "Environmental Management", og som beskriver hvordan man skal få et bedre innemiljø i museer og gallerier (Cassar, 1995).

#### 4. Norsk forprosjekt

I flere museer og samlinger har man kunnet konstatere en sakte nedbrytning av gjenstandsmaterialet av ulik karakter uten å kunne definere hva som har vært årsaken til nedbrytningen. NILU har med sin erfaring fra målinger av inneklimate samt kunnskap om ulike materialers korrosivitet sett en mulighet for å kunne bidra til å løse de problemene som rammer museene.

I 1994 ble det derfor bevilget penger på NILUs internbudsjett til et forprosjekt for å kunne teste ut to ulike målemetoder for å kartlegge luftens aggressivitet i museer og samlinger. De to metodene man ønsket å teste var;

1. Måling av korrosjonsmengde på metallstrips av sølv og kopper.
2. Bruk av passive prøvetakere til å måle: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, og NH<sub>3</sub>.

NILU kontaktet NKKMs konserveringsutvalg og Norsk museumsutvikling (NMU) som begge var positive til prosjektet. Det er tidligere ikke foretatt tilsvarende målinger av inneklimate i museer i Norge. Prosjektet er derfor et pionerprosjekt og har vært fulgt med stor interesse fra både NKKM og NMU.

##### 4.1 Utvalgte målesteder

Det ble besluttet å måle luftkvaliteten på følgende steder:

- 1) **Institutt for arkeologi, kunsthistorie og numismatikk, Universitetet i Oslo:**

Her ble forholdene studert ved følgende steder:

a) **Universitetets Oldsaksamling**, Frederiksgate, midt i Oslo sentrum. Målinger ble utført på to ulike steder hvor det er montert helt nye utstillinger:

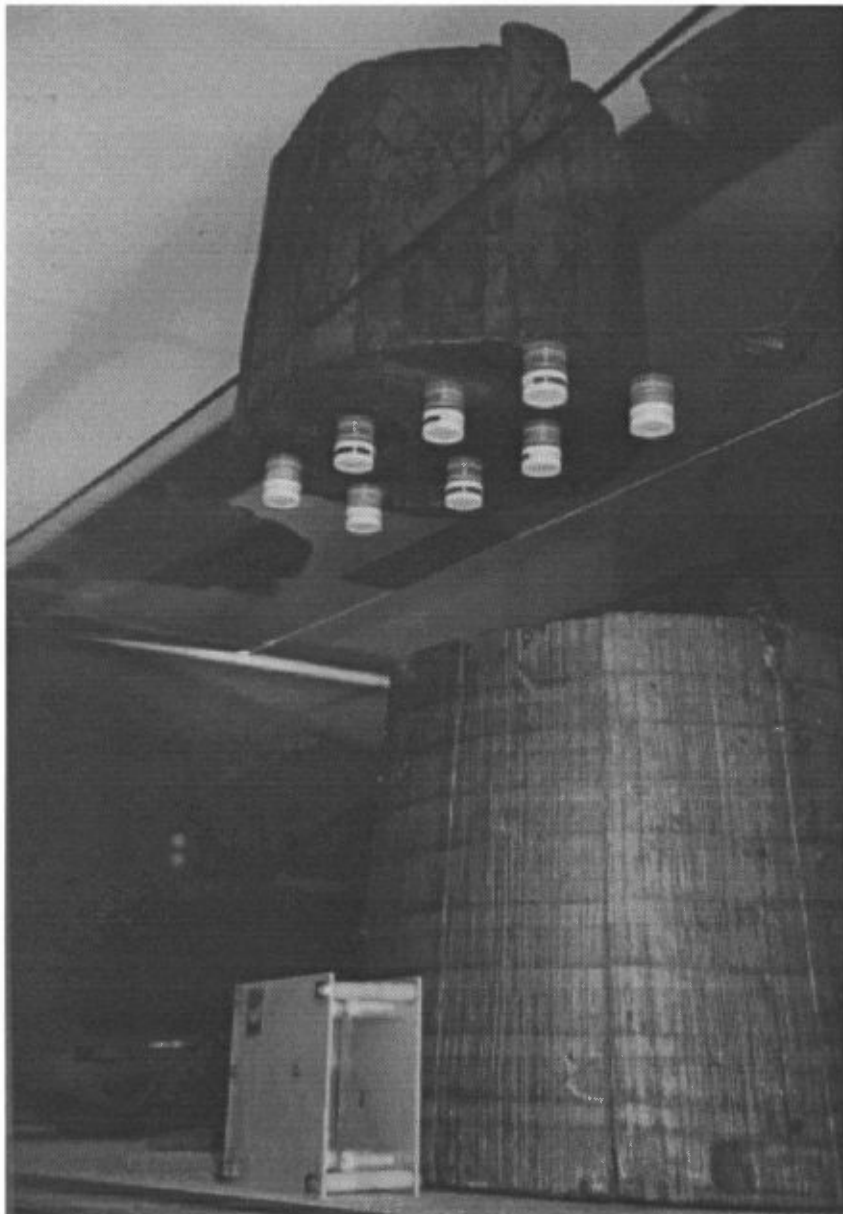
**Skattekammeret**, måling inne i et nyprodusert monter hvor sølv- og gullgjenstander er utstilt.

**Vikingtidsutstillingen**, måling i åpent utstillingsareal i nyprodusert utstilling.

b) **Vikingskipshuset**, Bygdøy, i utkanten av Oslo sentrum: Her ble det målt to steder:

- måling i åpent utstillingsareal (i tilknytning til Osebergskipet).

- måling inne i et monter hvor det er utstilt gjenstander av tre og jern fra Osebergskipet (Fig. 1).



*Figur 1: Passive prøvetakere og metallstrips montert i monter med utstilling av kjøkkenutstyr fra Osebergfunnet, Vikingskipshuset. Foto: E. Dahlin.*

Begrunnelse for valg av målesteder: Universitetets Oldsaksamling ble valgt ut fordi man her vil kunne se på forholdet mellom ute/inneluft i og med at museet ligger i et sterkt trafikkert område. Videre ønsket man å studere hvorvidt bruk av ulike materialer i den nye utstillingen kan ha innflytelse på innemiljøet, i form av avdunsting etc. Vikingskipshuset på Bygdøy ble valgt fordi man ville måle hvorvidt det store antall besøkende (ca. 400 000) pr. år avgir gasser som kan ha innflytelse på innemiljøet.

- 2) **Universitetsbiblioteket**, Drammensveien, midt i Oslo sentrum.  
Måling i to ulike bokmagasin. Det ene magasinet ligger i 3. etg., vendt ut mot bakgården, det andre magasinet ligger i kjelleren vendt ut mot trafikken.

Begrunnelse for valg av målesteder: Biblioteket ligger i et sterk trafikkert område i Oslo sentrum, det er ikke noe ventilasjonsanlegg i bygget. Man ville undersøke hvorvidt utelufta trenger inn i bygningen og om det eventuelt kan være lokale forurensningskilder inne i bygningen.

- 3) **Riksarkivet i Oslo**, Kringsjø, ligger utenfor Oslo sentrum.  
Måling på lesesal (fig. 2), samt i et fjernarkiv som er sprengt inn i fjell.

Begrunnelse for valg av målested: Riksarkivet ligger i utkanten av Oslo i et område hvor luften bør være renere. Bygningen er relativ ny og har et ventilasjonsanlegg. Her måles det både på lesesalen som har ventilasjonsanlegg, samt i et arkiv som er sprengt inn i fjellet, hvor luften som taes inn blir rensed med et kjemisk filter. Målingene her bør vise forskjeller på de to stedene. I tillegg kan det være interessant å sammenligne målingene her i forhold til det mer forurensede miljøet rundt Universitetsbiblioteket.

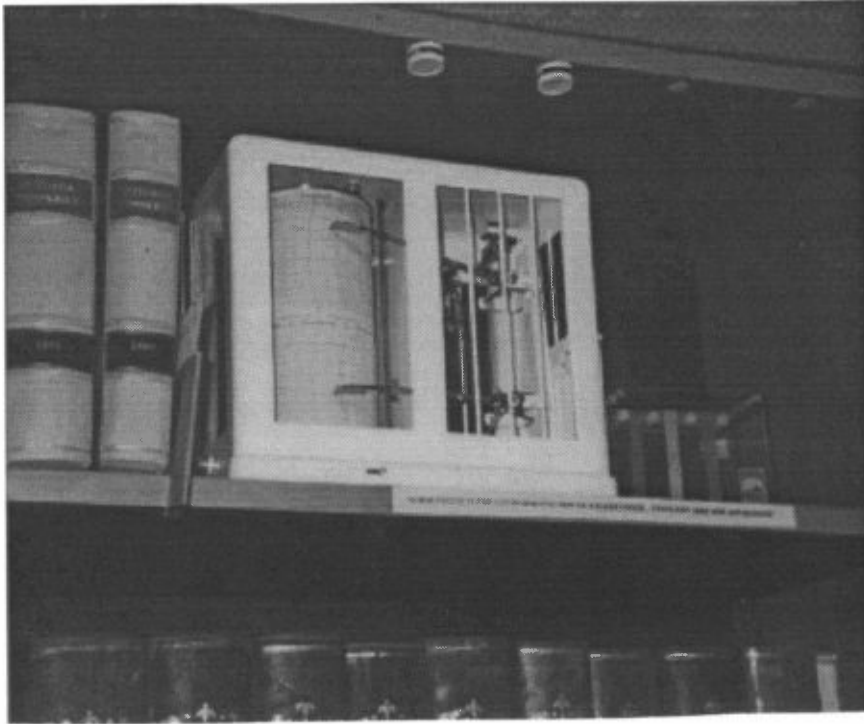
Ved alle stedene ble det målt med passive prøvetakere i en periode på 3 måneder. Målingene startet den 15. august 1994 og prøvetakerne ble skiftet ut etter en måned. På alle prøvestedene ble også uteluften målt i løpet av oktober/november måned. Når det gjelder målinger av uteluft for de foregående periodene foreligger det generelle målinger for Oslo sentrum. Årsaken til at uteluften ikke ble målt ved hvert enkelt prøvested gjennom hele perioden var på grunn av økonomiske vurderinger i og med at dette var et forprosjekt.

For å måle hvor aggressivt miljøet var på de ulike stedene ble det satt ut bokser med metallstrips: to kopperstrips og en sølvstrips i hver boks. Disse sto eksponert i innemiljø på hvert målested gjennom hele måleperioden på 3 måneder.

## 5. Bruk av ulike målemetoder

### 5.1 Bruk av passive prøvetakere

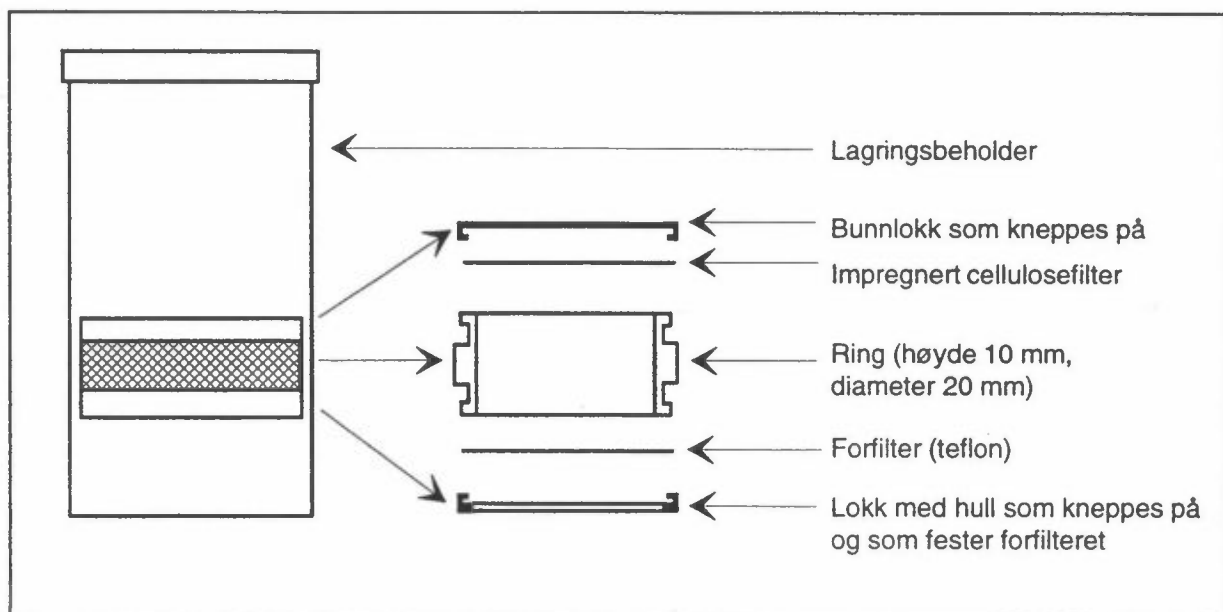
For å kartlegge forurensnings-nivået i lufta kan man benytte aktive pumper som måler de ulike gassene over et kortere tidsrum, denne metoden er kostbar, støyende og avhengig av strøm. Alternativt kan man benytte passive prøvetakere



Figur 2: Passive prøvetakere, metallstrips og termohydrograf montert i en bokhylle på lesesalen i Riksarkivet. Foto: E. Dahlin.

som trenger lengre tid, men som til gjengjeld er rimeligere, stille og uten strømbehov. Hensikten med dette prosjektet var å teste ut de passive prøvetakerne for å kunne utvikle et rimelig målesystem som kan tilbys museer og samlinger.

På NILU benyttes passive prøvetakere utviklet av Martin Ferm ved IVL (Institutt for vann og luftforskning) i Gøteborg (Ferm, 1991). Fig. 3.



Figur 3: Et tverrsnitt gjennom en passiv prøvetaker utviklet av M. Ferm.

En passiv prøvetaker fanger opp gasser i luft ved at gassen absorberes på et aktivt medium ved diffusjon, det vil si uten bruk av en aktiv luftprøvetaker slik som en pumpe eller lignende. Passive prøvetakere har den fordel at de er små, på størrelse med et kronestykke og bare ca 10 mm tykke. De er enkle å bruke i og med at de ikke trenger strøm. En ulempe ved passive prøvetakere er at prøvetakingshastigheten er relativt lav, det vil si fra 20 til 50 liter pr. døgn (for IVL- prøvetakeren). Ved prøvetaking i lavt forurensede områder (milde miljøer) og med gasskonsentrasjoner under  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bør det benyttes relativt lange prøvetakingsperioder på 1-4 uker for å samle opp målbare mengder av den aktuelle gassen.

IVL-prøvetakeren er utviklet for å fange opp gassene  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  og  $\text{NH}_3$  (ved hjelp av adsorbenter bestående av henholdsvis natriumiodid, natriumhydroksyd og oxalsyre). Ved NILU har en videre forsøkt å tilpasse disse prøvetakerne for gassene  $\text{HNO}_3$  (natriumhydroksyd-adsorbent) og  $\text{H}_2\text{S}$  (sølvnitrat-adsorbent).

For  $\text{H}_2\text{S}$ -prøvetakeren adsorberes  $\text{H}_2\text{S}$ -gass på et papirfilter impregnert med en sur sølvnitrat-løsning ( $\text{AgNO}_3$ ).  $\text{H}_2\text{S}$  felles på filteret som sølvsulfid ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), som oksyderes til sulfat ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) ved opplutning med konsentrert salpetersyre (teflonbomber ved ca  $160^\circ\text{C}$ ). Mengde svovel bestemmes med analyseteknikken ICP-AES (induktivt koblet plasma atomemisjonsspektroskopi) i opplutningsløsningen. Bestemmelsesgrensen for målingen er ca  $0.1 \mu\text{g S}$  (tilsvar-ende en luftkonsentrasjon på ca.  $0.1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ ) ved prøvetaking på 2 uker.

De passive prøvetakerene for  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  og  $\text{NH}_3$  er godt dokumenterte og viser god overenstemmelse med andre aktive prøvetakingsmetoder (Ferm, 1991 og Anda, 1991 og 1993).  $\text{H}_2\text{S}$ -prøvetakeren er en ikke helt spesifikk analytisk metode og en del andre reduserte svovelforbindelser i gassfase kan derfor også avsettes på adsorbenten. Konsentrasjonen i luft av disse er vanligvis så mye lavere enn  $\text{H}_2\text{S}$ . Analysemetoden gir derfor i realiteten et mål for reaktiv svovel i luften og ikke bare  $\text{H}_2\text{S}$ . For materialangrep er et mål for reaktivt svovel av størst interesse siden dette er en gruppe kjemiske stoffer som vil angripe de fleste materialer på samme måte. For å få målt mengden med svovel ble prøvene sendt til Institutt for energiteknikk. Det ble brukt 2 svovellinjer og gjennomsnittet ble beregnet ut fra begge linjene. Tabellene 1-4 (vedlegg 1) viser min., maks. og middel for gassene  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  og  $\text{NH}_3$  målt ved hjelp av passive prøvetakere.

## 5.2 Måling av aggressivitet

For å kunne kartlegge aggressiviteten av de ulike gassene er det brukt metallstrips.

Et stativ med 1 sølvprøve og 2 kopperprøver har blitt eksponert i de ulike miljøene over hele måleperioden, det vil si tre måneder. Prøvenene ble analysert ved å fjerne korrosjonsproduktene ved katodisk reduksjon (ref. ISA- S71.04-1985 standard).

Bruk av metallstrips som en sensor for å kartlegge det utvendige miljøets aggressivitet er standardisert gjennom ISO 9223. I løpet av 1980-årene økte behovet for metallsensorer til bruk i industrien innendørs. Først ute var



elektronikk-industrien deretter fulgte andre sektorer av industrien. Bruk av metallsensorer har vært testet ut i et stort nordisk prosjekt med vel 50 ulike innendørs miljøer. Resultatene av disse målingene er presentert i en håndbok for korrosjon av elektronikk (Henriksen 1991).

Det er med utgangspunkt i dette arbeidet derfor interessant å teste metallstrips i ulike museale miljøer.

Analysene av metallstripsen er utført ved avdeling for Strømning og korrosjon ved Institutt for energiteknikk.

### 5.3 Måling av relativ fuktighet og temperatur

I løpet av de tre månedene som det ble målt med passive prøvetakere ble det også målt temperatur og fukt på de enkelte målestedene. Målingene ble foretatt av den enkelte institusjon og gav følgende resultater vist i tabell 1.

Tabell 1: Temperatur og fukt målt på de enkelte målestedene.

Sted:	RH%			T °C		
	Middel	Min.	Max.	Middel	Min.	Max.
Universitetets Oldsaksamling: Skattekameret	16	12	20	24	20	28
Vikingskipshuset: Oseberg, monter	37,6	35,6	40,1	19	17	22,3
Universitetsbiblioteket: Magasin 3. etg.	35	27	49	20	16	23
Magasin kjeller	37	37	37	23	22	26
Riksarkivet: Lesesal	40	34	49	22	19	27
Fjellarkiv	47,2	47	48	20,3	20,2	20,4

#### Kommentarer til tabell:

Fra Universitetets Oldsaksamling foreligger det kun målinger fra monter i Skattekameret og fra Osebergmonteren i Vikingskipshuset. Fra de to andre målestedene har det ikke vært mulig å få frem resultater på grunn av teknisk feil ved datasystemet.

Målingene med Universitetets Oldsaksamling, Skattekamert, viser at RH% ligger godt under øvre verdi på 40-45% for metallsamlinger (Thomsen 1986:88). I Vikingskipshuset, Osebergmonteren hvor det er stilt ut både tre og metall, ser det ut til å være for tørt i følge anbefalte verdier for relativ fuktighet opp til 55% (Thomsen 1986:88).

Ved Universitetsbiblioteket og Riksarkivet ligger målingene innenfor rammen for relativ fukt for papir og skinn (Thomsen 1986:87). Middelttemperaturen ved alle målestedene ligger innenfor den akseptable ramme for museer og samlinger. Når det gjelder forholdt mellom klima og utvikling av kjemiske prosesser så spiller de små endringer som man kan registrere her en mindre rolle.

## 6. Resultater av målingene

De passive prøvetakerne som ble plassert ut på de omtalte steder i en måned ad gangen ble analysert etter hvert på avdeling for uorganiske analyser på NILU. På seminaret "Bruk av gjenstanden i formidlingen" på Lillehammer ble det presentert resultater etter en måneds målinger, men som nevnt i innledningen kan vi nå presentere resultater etter 3 måneders målinger.

Når det gjelder SO<sub>2</sub> er det generelt svært lave verdier av denne gassen utendørs i sommer/høst perioden og det ble derfor registrert verdier som var under 1 µg/m<sup>3</sup>. Verdiene av H<sub>2</sub>S var også generelt lave. Det ble derfor ikke tatt målinger av disse gassene utendørs i denne sammenheng.

Hovedhensikten med denne undersøkelsen var som tidligere nevnt, ikke å foreta en total kartlegging av forholdene, men å få testet ut prøvetakerne for å se hvilke tendenser man kan forvente seg i museer og samlinger. Vi skal derfor ikke komme med endelige tolkninger av resultatenes betydning for en vurdering av prøvestedenes miljøkvalitet, men kun presentere disse med noen få kommentarer knyttet til hvert prøvested.

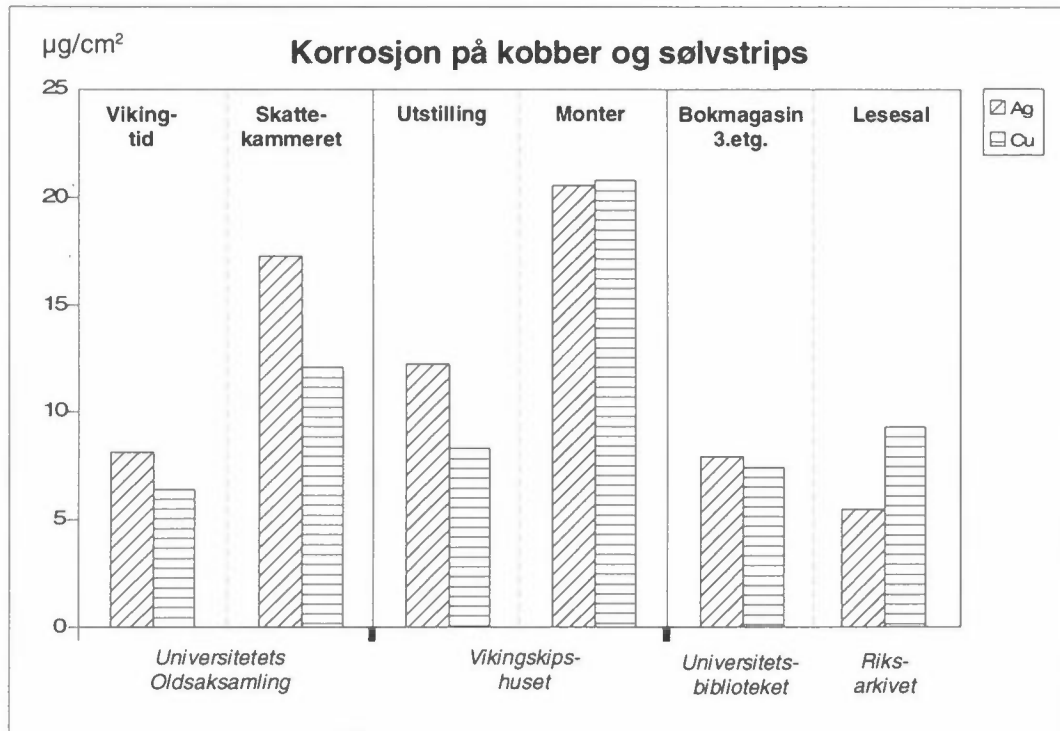
### 6.1 Korrosjon på kopper- og sølvstrips

Etter at boksene med metallstripsene var blitt eksponert i de ulike miljøene i tre måneder ble korrosjonen bestemt ved hjelp av katodisk reduksjon ved Institutt for Energiteknikk (tabell 2). Som det går frem av tabell 2 er det registrert svovel i ulik mengde på stripsene, mens det generelt ble registrert lite svovel ved registrering med de passive prøvetakerne. Angrepene på kopper- og sølvstripsene kan skyldes en kombinasjon av flere forurensningskomponenter enn de vi kunne måle ved hjelp av de passive prøvetakerne, i tillegg til at både temperaturen og luftfuktigheten på det enkelte sted kan ha vært av betydning. Bestemmelsen av korrosjon på kopper- og sølvstripsene er også vist i figur 4. I hvilken grad kopper- og sølvstripsene er angrepet av korrosjon vil bli omtalt under gjennomgang av de enkelte målestedene.

Tabell 2: Katodisk reduksjon av kopper- og sølvstrips.

	Ag strips		Cu strips		Cu strips	
	AgCl ug/cm <sup>2</sup>	Ag <sub>2</sub> S ug/cm <sup>2</sup>	parallell 1	parallell 2	parallell 1	parallell 2
			Cu <sub>2</sub> O ug/cm <sup>2</sup>	Cu <sub>2</sub> O ug/cm <sup>2</sup>	Cu <sub>2</sub> S ug/cm <sup>2</sup>	Cu <sub>2</sub> S ug/cm <sup>2</sup>
Universitetets Oldsaksamling, Vikingtid	0.61	7.51	6.68	6.12		
Universitetets Oldsaksamling, Skattekammer	0.28	16.95	11.76	12.42		
Vikingskipshuset, utstilling	0.22	11.94	9.03	7.62		
Vikingskipshuset, monter	0.11	20.41	9.60	8.47	12.73	10.75
Riksarkivet, Lesesal	0.25	5.20	6.78	6.59	3.13	2.09
Universitetsbiblioteket, Magasin 3 etg.	0.22	7.70	5.74	5.74	1.57	1.88

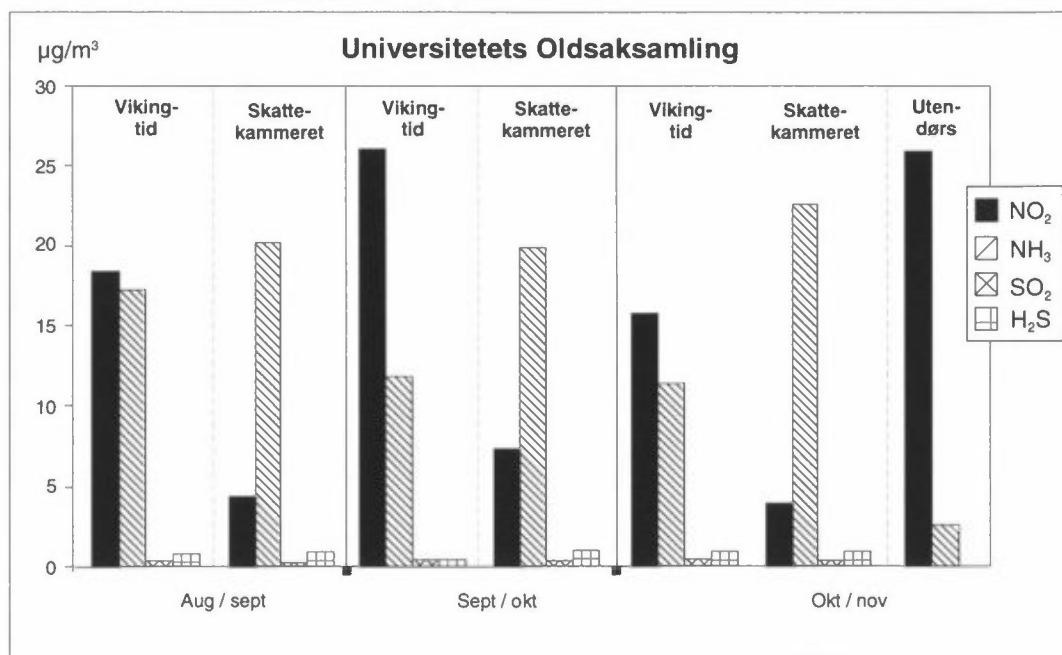
Det som blir analysert som AgCl, er summen av AgCl, Ag<sub>2</sub>O og Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Den totale mengden av kobber som inngår i korrosjonsproduktene er gitt som Cu<sub>2</sub>O og Cu<sub>2</sub>S. Det kan også være sulfid tilstede der analysen viser 0 fordi dette blir redusert sammen med oksidet. Stripsene der det ble funnet sulfid hadde alle mørke områder.



Figur 4: Korrosjon på kobber- og sølvstrips. Oversikten viser målinger foretatt på følgende steder: Universitetets Oldsaksamling, Vikingskipshuset, Universitetsbiblioteket og på Riksarkivet.

## 6.2 Universitetets Oldsaksamling

Her ble det satt ut passive prøvetakere og metallstrips på to ulike steder: i den nye Vikingtidsutstillingen og inne i et av de nye montrene i Skattekammeret. Analysene av de passive prøvetakerne (fig. 5) viser at det er nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og ammoniakk (NH<sub>3</sub>) som gir de høyeste verdiene ved begge målestedene.



Figur 5: Universitetets Oldsaksamling. Resultater av måling med passive prøvetakere målt over tre perioder. Det ble målt ute i Vikingtidsutstillingen og inne i monter i Skattekammeret, samt for den siste perioden utendørs mot Tullinløkka.

Kilden til  $\text{NO}_2$  er trafikken utendørs, men verdiene på høsten er relativt lave i forhold til de verdier som vanligvis måles i Oslo i løpet av vinterhalvåret. Ser vi på perioden oktober/november (Fig. 5), ser vi at verdiene som er målt utendørs reduseres noe i forhold til målingene som er gjort inne i Vikingtidsutstillingen. Inne i monteret i Skattekammeret er verdiene enda lavere.

Når det gjelder  $\text{NH}_3$  derimot har vi i tredje måleperiode kunnet registrere inneverdier som er ca. 60% høyere enn uteverdien, målt på den siden av bygningen som vender ut mot Tullinløkka. Dette betyr at kilden må være innendørs og det mest sannsynlige er at den skyldes publikum. Ammoniakk kan også komme fra bruk av visse typer vaskemidler. Det er foreløpig ikke gjort ytterligere undersøkelser for å komme frem til kilden i denne sammenheng, men det er interessant å registrere at vi i alle tre periodene har fått høyere verdier av ammoniakk inne i monteret i Skattekammeret enn ute i Vikingtidsutstillingen. Dette kan tyde på eventuelle andre kilder, som for eksempel avdunsting fra nye materialer inne i monteret, som vi foreløpig ikke kjenner til. Vi ser også et større angrep på sølv- og kopperstripsen inne i monteret i Skattekammeret enn ute i Vikingtidsutstillingen (Fig. 4). I og med at gjenstander av sølv blant annet er stilt ut i monteret i Skattekammeret, bør man her utvide målingene for å få en grundigere kartlegging av det aggressive miljøet, slik at det kan settes inn tiltak før det går ut over gjenstandene.

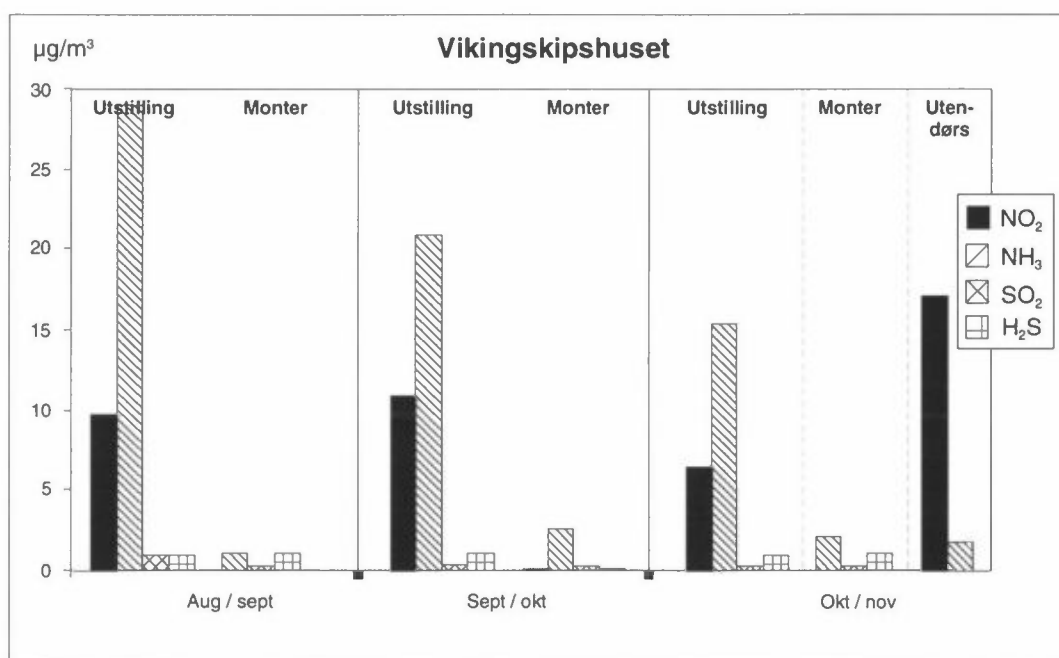
### 6.3 Vikingskipshuset

På Vikingskipshuset (Fig. 6) ble det målt på to steder, på siden av Osebergskipet ute i utstillingshallen og inne i et monter som viser tre- og jerngjenstander fra Osebergskipet.

Det som er interessant å vurdere her er først og fremst målingene av ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) ute i vikingskipsutstillingen som er et stort åpent rom. Her ble det i løpet av august/september måned målt  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dette er meget høyt og må antakelig skyldes de vel 100 000 besøkende som besøkte museet i løpet av perioden.

Verdien av  $\text{NH}_3$  synker i de neste to måleperiodene og dette stemmer bra overens med antallet besøkende som også synker. Det er også verdt å merke seg at inne i monteret er verdiene svært lave, noe som viser at monteret er tett.

Sølv- og kopperstripsene (Fig. 4) viser derimot at miljøet er mer aggressivt inne i monteret enn utenfor. Det kan derfor tyde på at det er andre faktorer enn de vi har målt som er aktive inne i monteret, for eksempel organiske gasser. Det vil derfor være viktig å få målt de organiske gassene i denne sammenheng. En annen faktor som også bør undersøkes nærmere er saltet: kalsium nitrat tetrahydrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ) som brukes i forbindelse med fuktreguleringen av monteret.



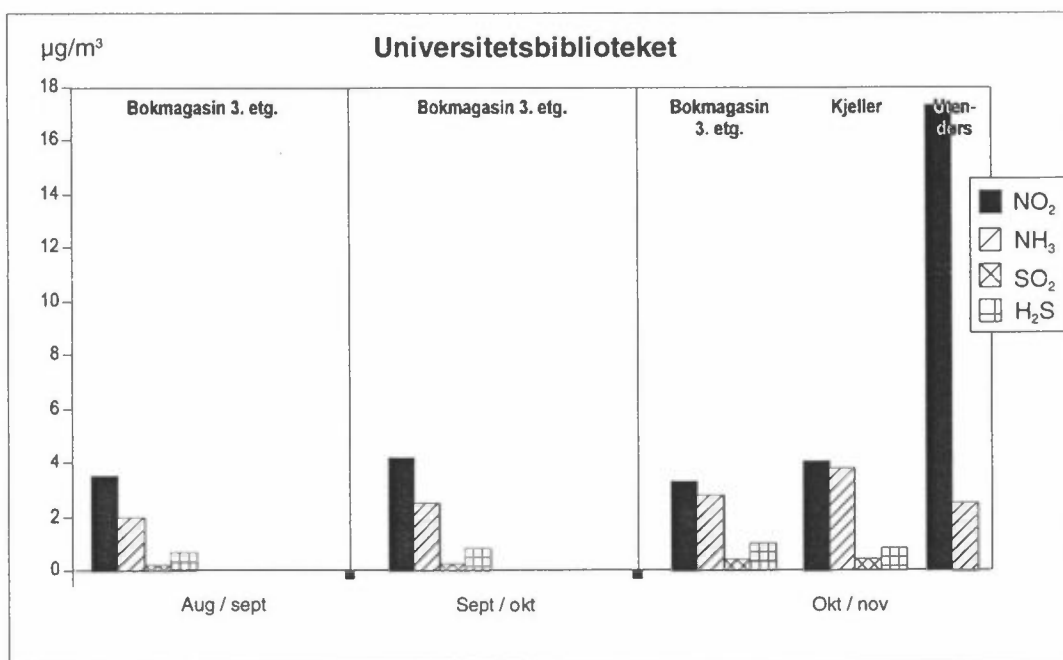
Figur 6: Vikingskipshuset. Resultater av måling med passive prøvetakere, målt over tre perioder. Det ble målt ute i utstillingen, ved Osebergskipet, og inne i monter som viser kjøkkenutstyr fra Osebergfunnet.

#### 6.4 Universitetsbiblioteket

På Universitetsbiblioteket (fig. 7) ble det i første omgang målt i et åpent bokmagasin i 3. etg. Verdiene som ble målt her er generelt lave og det ble heller ikke registrert større angrep på sølv- og kopperstripsene (Fig. 4).

I den siste måleperioden ble det også målt i et annet bokmagasin som ligger i kjelleren, vendt ut mot trafikken, samtidig som uteverdiene for  $\text{NO}_2$  og  $\text{NH}_3$  ble

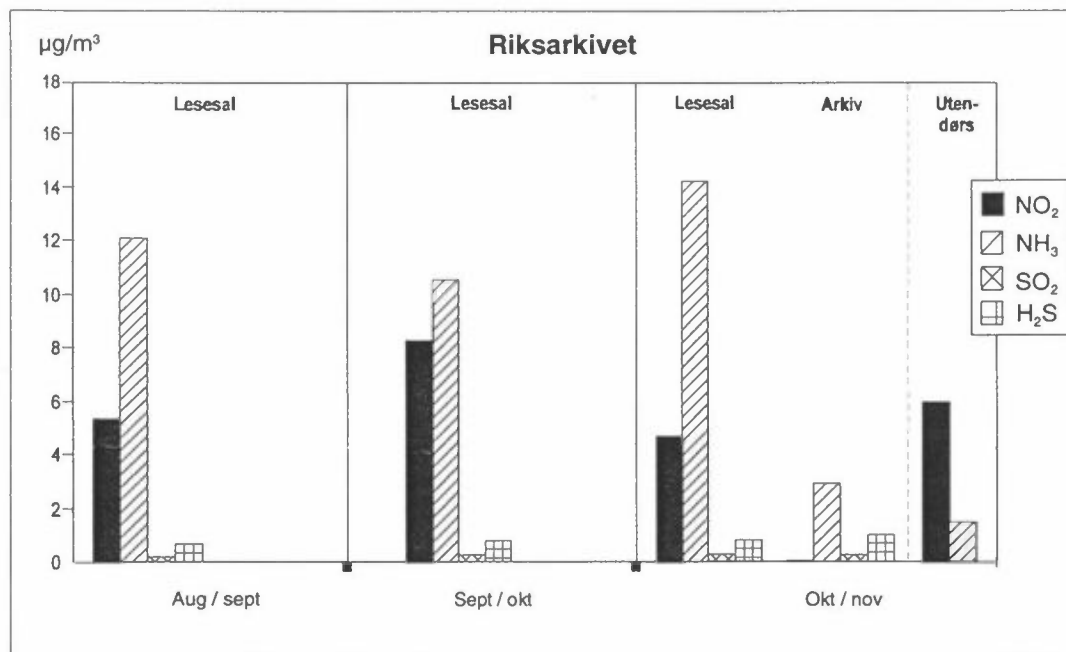
målt. Verdien av  $\text{NO}_2$  viste seg å være noe høyere i bokmagasinet i kjelleren enn i 3 etg., men verdiene var allikevel lave i forhold til målingen utendørs. Målingene viser at begge bokmagasinene, som er uten ventilasjonssystem, er godt skjermet fra uteluften.



Figur 7: Universitetsbiblioteket. Resultater av måling med passive prøvetakere målt over tre perioder. Det ble målt i bokmagasin i 3 etg. i alle periodene og i siste periode ble det også målt i bokmagasin i kjeller og utendørs.

## 6.5 Riksarkivet

På Riksarkivet (fig. 8) ble det foretatt målinger på lesesalen (som er åpen for publikum) og i den siste perioden også i fjellarkivet hvor luftinntaket er rensert, ved at man har satt inn et kjemisk filter. Målingen viser at verdiene på lesesalen er relativt lave bortsett fra  $\text{NH}_3$  som er høye. Kilden til de relativt høye ammoniakkverdiene skyldes antakelig det antall mennesker som oppholder seg på lesesalen i løpet av dagen, men vi skal ikke se bort fra at det her også kan være andre kilder som for eksempel vaskemidler. Videre ser vi at verdiene i fjellarkivet er svært lave, men til tross for at det er montert et kjemisk filter så er det målt litt  $\text{SO}_2$  i arkivet. Ser vi nærmere på målingene som er gjort i løpet av den siste måleperioden så viser de at  $\text{NO}_2$  verdiene inne på lesesalen er tilnærmet utverdiene. De lave  $\text{NO}_2$  målingene i fjellarkivet som har kjemisk filter viser at renseanlegget også virker for  $\text{NO}_2$ . Metallstripsene (Fig. 4) som var plassert på lesesalen viser lavere angrep på sølv enn på Universitetsbiblioteket, mens det er et større angrep på kopper. Dette kan igjen skyldes at det er andre gasser i rommet enn de som vi har målt, som er aktive.



Figur 8: Riksarkivet. Resultater av måling med passive prøvetakere målt over tre perioder. Det ble målt i lesesalen i alle periodene og i siste periode ble det også målt i fjernarkiv og utendørs.

## 7. Konklusjon

Den viktigste målsetting med dette forprosjektet var som nevnt å teste ut de passive prøvetakerne inne i milde miljøer. Resultatene viste at prøvetakerne fungerte meget bra, selv i miljøer med svært lave gasskonsentrasjoner. Spesielt er det interessant å se at vi med de passive prøvetakerne kan få frem forskjeller i målte verdier mellom et åpent utstillingsareal og i et lukket monter.

Dette forprosjektet har vist at det kan være mer aggressivt miljø inne i et monter enn utenfor, og at man derfor skal være oppmerksom på de materialer man bruker i utstillingsmontere. Den største mengde korrosjon ble registrert i utstillingsmontere på de to museene, årsaken til dette er ikke klartlagt og angrepene her kan skyldes en kombinasjon av flere forurensningskomponenter, enn de vi har kunnet måle ved hjelp av de passive prøvetakerne. Dette bør derfor undersøkes nærmere.

Man skal videre være klar over at et ventilasjonsanlegg trekker uteluften med seg inn i bygningen med mindre luften blir rensset ved inntaket, og at gamle bygninger kan virke beskyttende mot et forurenset utemiljø, med mindre man lufter ofte. Videre har vi sett at publikum kan være en forurensningskilde i seg.

NILU ønsker å utvide dette prosjektet til også å omfatte målinger av andre gasser som formaldehyd, samt utvikle metoder for måling av organiske syrer. Vi ønsker derfor at museer og samlinger som er interessert i et samarbeid på dette området tar kontakt med oss.

Dette forprosjektet har vist at det kan være mer aggressivt miljø inne i et monter enn utenfor, og at man derfor skal være oppmerksom på de materialer man bruker i utstillingsmontre. Den største mengde korrosjon ble registrert i utstillingsmontere på de to museene, årsaken til dette er ikke klartlagt og angrepene her kan skyldes en kombinasjon av flere forurensningskomponenter, enn de vi har kunnet måle ved hjelp av de passive prøvetakerne. Dette bør derfor undersøkes nærmere.

Man skal videre være klar over at et ventilasjonsanlegg trekker uteluften med seg inn i bygningen med mindre luften blir rensset ved inntaket, og at gamle bygninger kan virke beskyttende mot et forurenset utemiljø, med mindre man lufter ofte. Videre har vi sett at publikum kan være en forurensningskilde i seg.

NILU ønsker å utvide dette prosjektet til også å omfatte målinger av andre gasser som formaldehyd, samt utvikle metoder for måling av organiske syrer. Vi ønsker derfor at museer og samlinger som er interessert i et samarbeid på dette området tar kontakt med oss.

## 8. Referanser

Anda, O. (1991) Passive prøvetakere (Sorpsjon av forurensningsgasser i luft). Lillestrøm (NILU TR 10/91).

Anda, O. (1993) Utprøving av passive prøvetakere. Lillestrøm (NILU TR 6/93).

Cassar, M. (1995) Environmental Management. Guidelines for museums and galleries. London.

Dahlin, E., Henriksen, J.F., Røyset, O. og Anda, O. (1995) Måling av luftkvalitet i museer og samlinger. Rapport fra NKKM seminar, Lillehammer, oktober 1994. (Under trykking).

Ferm, M.(1991) A sensitive diffusional sampler. Göteborg, Swedish Environmental Research Institute (IVL-report, B-1020).

Henriksen, J., Hienonen, R., Imrell, T., Leygraf, C. and Sjögren, L. (1991) Corrosion of Electronics. A Handbook based on Experiences from a Nordic Research project. Stockholm, Swedish Corrosion Institute, (Bulletin No 102).

Henriksen, J., Bartonova, A., Arnesen, K. and Rode, A. (1992) International Co-operative programme on Effects on materials, including historic and cultural monuments. Environmental data report. Lillestrøm (NILU OR 96/92).

Thomson, G. (1986) The Museum Environment. Second Edition. Oxford.





## **Vedlegg 1**

### **Tabell 1-4**



Tabell 1: Måling av SO<sub>2</sub>.

Sted	Middel	Min.	Max.
Oldsaksamlingen skattekameret	0.29	0.18	0.46
Oldsaksamlingen vikingtidsutstilling	0.39	0.26	0.49
Oldsaksamlingen, utendørs	ikke målt	-	-
Vikingskipshuset, utstilling	0.36	0.16	0.90
Vikingskipshuset, monter	0.20	0.19	0.24
Vikingskipshuset, utendørs	ikke målt	-	-
Universitetsbiblioteket, bokmagasin 3. etg.	0.29	0.24	0.39
Universitetsbiblioteket, bokmag. kjeller	0.40	0.38	0.43
Universitetsbiblioteket, utendørs	ikke målt	-	-
Riksarkivet, lesesal	0.25	0.20	0.35
Riksarkivet, fjernarkiv	0.25	0.19	0.31
Riksarkivet, utendørs	ikke målt	-	-

Tabell 2: Måling av NO<sub>2</sub>.

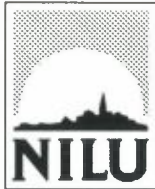
<b>Sted</b>	<b>Middel</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Oldsaksamlingen skattekammeret	5.39	3.85	7.35
Oldsaksamlingen vikingtidsutstilling	24.10	15.13	26.46
Oldsaksamlingen, utendørs	26.01	24.49	27.53
Vikingskipshuset, utstilling	8.85	6.10	11.61
Vikingskipshuset, monter	0.04	0.00	0.13
Vikingskipshuset, utendørs	17.13	17.03	17.24
Universitetsbiblioteket, bokmagasin 3. etg.	3.71	3.11	4.31
Universitetsbiblioteket, bokmag. kjeller	4.06	3.94	4.19
Universitetsbiblioteket, utendørs	17.29	16.66	17.93
Riksarkivet, lesesal	6.28	4.59	8.46
Riksarkivet, fjernarkiv	0.12	0.11	0.13
Riksarkivet, utendørs	6.00	5.96	6.04

Tabell 3: Måling av H<sub>2</sub>S.

Sted	Middel	Min.	Max.
Oldsaksamlingen skattekammeret	0.93	0.75	1.07
Oldsaksamlingen vikingtidsutstilling	0.85	0.76	1.00
Oldsaksamlingen, utendørs	ikke målt	-	-
Vikingskipshuset, utstilling	0.90	0.82	1.01
Vikingskipshuset, monter	1.02	0.85	1.27
Vikingskipshuset, utendørs	ikke målt	-	-
Universitetsbiblioteket, bokmagasin 3. etg.	0.84	0.71	1.10
Universitetsbiblioteket, bokmag. kjeller	0.75	0.75	0.75
Universitetsbiblioteket, utendørs	ikke målt	-	-
Riksarkivet, lesesal	0.76	0.67	0.81
Riksarkivet, fjernarkiv	0.96	0.85	1.07
Riksarkivet, utendørs	ikke målt	-	-

Tabell 4: Måling av  $NH_3$ .

Sted	Middel	Min.	Max.
Oldsaksamlingen skattekameret	20.98	18.35	22.86
Oldsaksamlingen vikingtidsutstilling	12.72	11.09	17.18
Oldsaksamlingen, utendørs	2.60	2.27	2.94
Vikingskipshuset, utstilling	20.28	14.81	28.92
Vikingskipshuset, monter	2.07	0.97	2.98
Vikingskipshuset, utendørs	1.73	1.63	1.83
Universitetsbiblioteket, bokmagasin 3. etg.	2.53	2.03	2.94
Universitetsbiblioteket, bokmag. kjeller	3.84	3.84	3.84
Universitetsbiblioteket, utendørs	2.48	1.99	2.97
Riksarkivet, lesesal	12.27	10.07	14.32
Riksarkivet, fjernarkiv	2.94	2.94	2.94
Riksarkivet, utendørs	2.12	1.26	1.73



**Norsk institutt for luftforskning (NILU)**  
Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE TEKNISK RAPPORT	RAPPORT NR. TR 2/95	ISBN-82-425-0658-2	
DATO 10.7.95	ANSV. SIGN. <i>Stenland</i>	ANT. SIDER 32	PRIS NOK 45
TITTEL Måling av luftkvalitet i milde miljøer		PROSJEKTLEDER E.M. Dahlin	
Bruk av ulike målemetoder for å kartlegge luftens aggressivitet i museer og samlinger		NILU PROSJEKT NR. E-94036	
FORFATTER(E) E. Dahlin, J.F. Henriksen, O. Røyset og O. Anda		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAUGS GIVERS REF.	
OPPDRAUGS GIVER Norsk institutt for luftforskning Instituttv. 18 2007 KJELLER			
STIKKORD Luftkvalitet	Passive prøvetakere	Museer	
REFERAT I flere museer og samlinger har man kunnet konstatere en sakte nedbrytning av gjenstandsmaterialet av ulik karakter uten å kunne definere hva som har vært årsaken til nedbrytningen. Dette forprosjekt ble gjennomført for å kunne teste ut to ulike målemetoder for å kartlegge luftens aggressivitet i museer og samlinger: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Måling av korrosjonsmengde på metallstrips av sølv og kopper.</li><li>2. Bruk av passive prøvetakere til å måle: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, og NH<sub>3</sub>.</li></ol> Den viktigste målsetting med dette forprosjektet var å teste ut de passive prøvetakerne inne i milde miljøer. Resultatene viste at prøvetakerne fungerte meget bra, selv i miljøer med svært lave gasskonsentrasjoner.			
TITLE Air quality measurements in mild environments. Mapping the environmental aggressivity in museums by using different methods			
ABSTRACT The key to the survival of cultural property in museums and collections is achieving an acceptable environment. A better understanding of the environmental risk factors is important for undertaking the preservation of indoor cultural heritage at an early stage. The aim of this project is to improve the use of passive gas samplers and metal sensors to classify environmental aggressivity in museums and collections. The result of testing the passive gas samplers showed that they are well suited for measuring the low amounts of gas pollutants in museums and collections			

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