

NILU : OR 16/95  
REFERANSE : E-93105  
DATO : MARS 1995  
ISBN : 82-425-0666-3

# **NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i norske ishaller**

**Ole-Anders Braathen**

---

## Forord

Norsk institutt for luftforskning (NILU) utfører og har utført flere beregninger av personers eksponering for forskjellige forurensningskomponenter, blant annet for nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>). Denne kartleggingen av konsentrasjonsnivåene i norske ishaller ga oss derfor viktig kunnskap som vil kunne inkluderes i framtidige eksponeringsberegninger.

Jeg vil takke Dr. Michael Brauer ved Occupational Hygiene Programme ved The University of British Columbia i Canada for at han kostnadsfritt satte i gang og gjennomførte hele den internasjonale undersøkelsen. Videre vil jeg takke professor John Spengler ved Department of Environmental Health ved Harvard School of Public Health for preparering av prøvetakere og analyse av prøvene. Dette arbeidet ble også utført gratis.

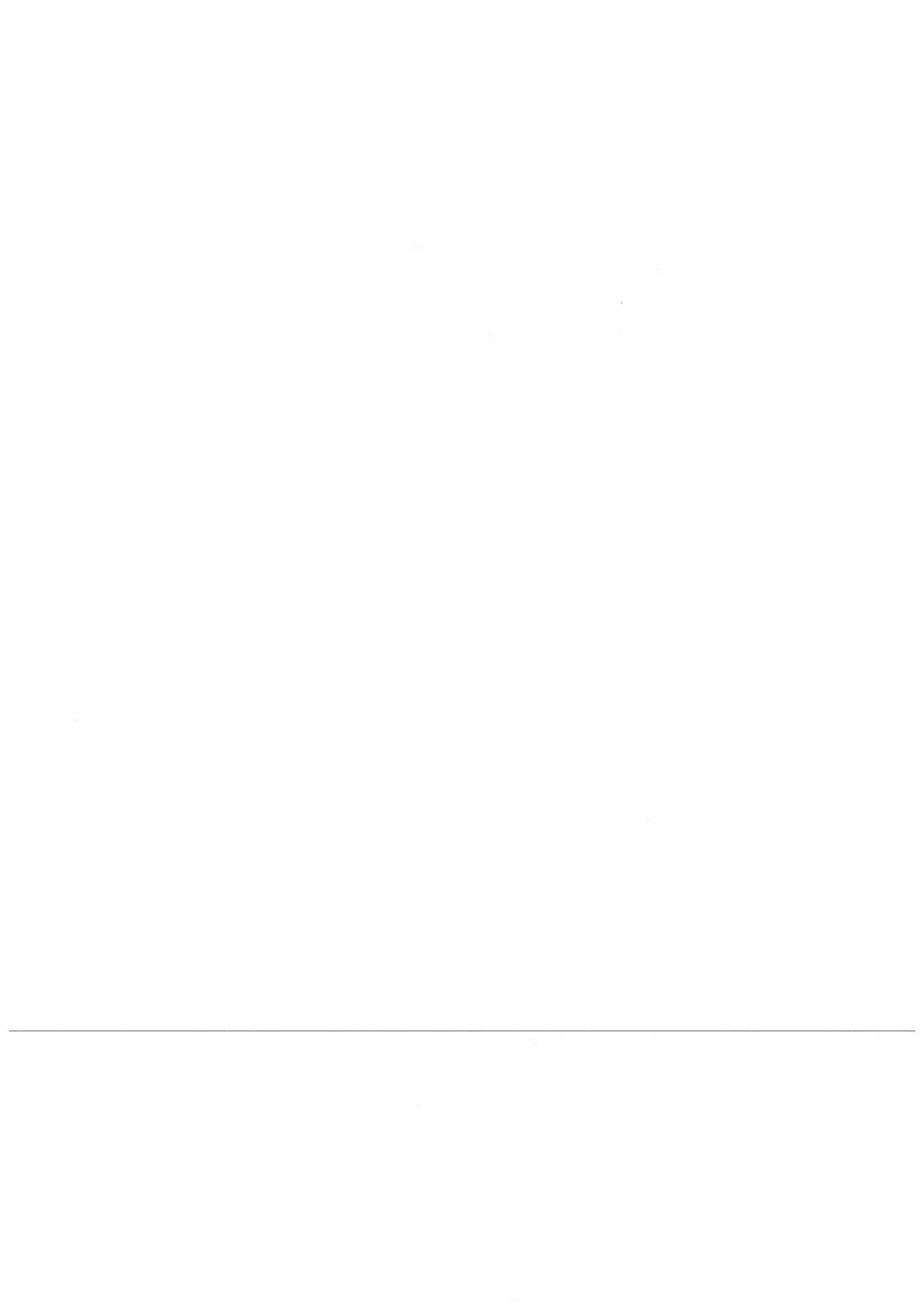
De som sto for prøvetakingen i de norske ishallene fortjener også en stor takk.

Til slutt vil jeg takke Norsk institutt for luftforskning (NILU) som har bidratt med midler fra instituttets basisbevilgning slik at den norske delen av undersøkelsen kunne gjennomføres.

Kjeller, mars 1995

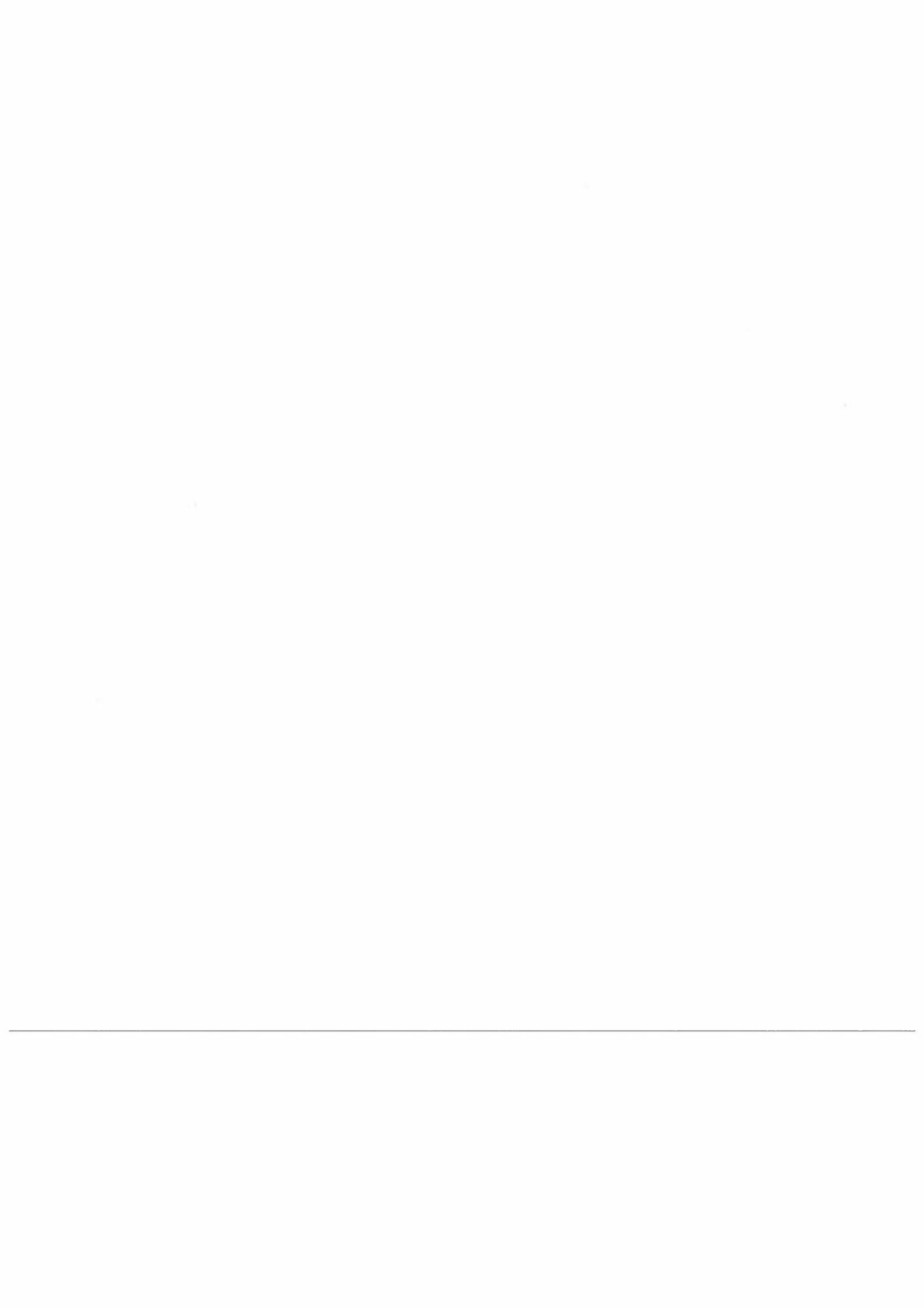
Ole-Anders Braathen

---



# Innhold

	Side
<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Gjennomføring</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Prøvetaking</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Kjemisk analyse-metodikk</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Kvalitetskontroll</b> .....	<b>9</b>
5.1 Blindprøver .....	9
5.2 Dublerte målinger.....	10
5.3 Analyseproblemer .....	11
<b>6. Retningslinjer og normer</b> .....	<b>11</b>
<b>7. Resultater</b> .....	<b>12</b>
7.1 Konsentrasjoner internasjonalt.....	12
7.1.1 Ute .....	12
7.1.2 Sekretariat.....	13
7.1.3 Tribune .....	14
7.2 Konsentrasjoner i Norge (samlet) .....	15
7.2.1 Ute .....	15
7.2.2 Sekretariat.....	16
7.2.3 Tribune .....	17
7.3 Konsentrasjoner i norske ishaller (enkeltvis) .....	19
7.3.1 Ute .....	19
7.3.2 Sekretariat.....	20
7.3.3 Tribune .....	21
7.4 Opplysninger om hallene i Norge .....	23
<b>8. Konklusjon</b> .....	<b>24</b>
<b>9. Referanser</b> .....	<b>24</b>
<b>Vedlegg A Antall haller</b> .....	<b>25</b>
<b>Vedlegg B Internasjonale resultater</b> .....	<b>29</b>
<b>Vedlegg C Norske resultater</b> .....	<b>35</b>
<b>Vedlegg D Enkeltresultater fra norske haller</b> .....	<b>39</b>
<b>Vedlegg E Prøvetakingsinstruks</b> .....	<b>43</b>
<b>Vedlegg F Spørreskjema</b> .....	<b>47</b>
<b>Vedlegg G Svar på spørreskjemaet fra norske haller</b> .....	<b>53</b>



## Sammendrag

Vinteren 1994 ble det gjennomført en målekampanje i norske ishaller og haller i åtte andre land (Canada, Danmark, Finland, Japan, Kina, Slovakia, Tsjekia og USA). Kampanjen ble gjennomført for å bestemme NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i innelufta i hallene. Årsaken til at det er interessant å studere NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i innelufta, er at det benyttes isprepareringsmaskiner som kan ha betydelige NO<sub>2</sub>-utslipp. Siden det i mange tilfeller, av driftshensyn, er svært begrenset ventilasjon i slike haller, er det dermed en risiko for at konsentrasjonen blir høy. Tidligere undersøkelser i ishaller hadde også vist høye konsentrasjoner av både NO<sub>2</sub> og CO i innelufta.

Det ble benyttet "Palmer's tubes" til passiv prøvetaking i en uke på følgende tre steder i hver hall: ute, i pustehøyde i Sekretariatet og i en ende av hallen hvor tilskuere vanligvis oppholder seg (tribune). Preparering av prøvetakerne og analyse ble utført av Harvard School of Public Health i USA.

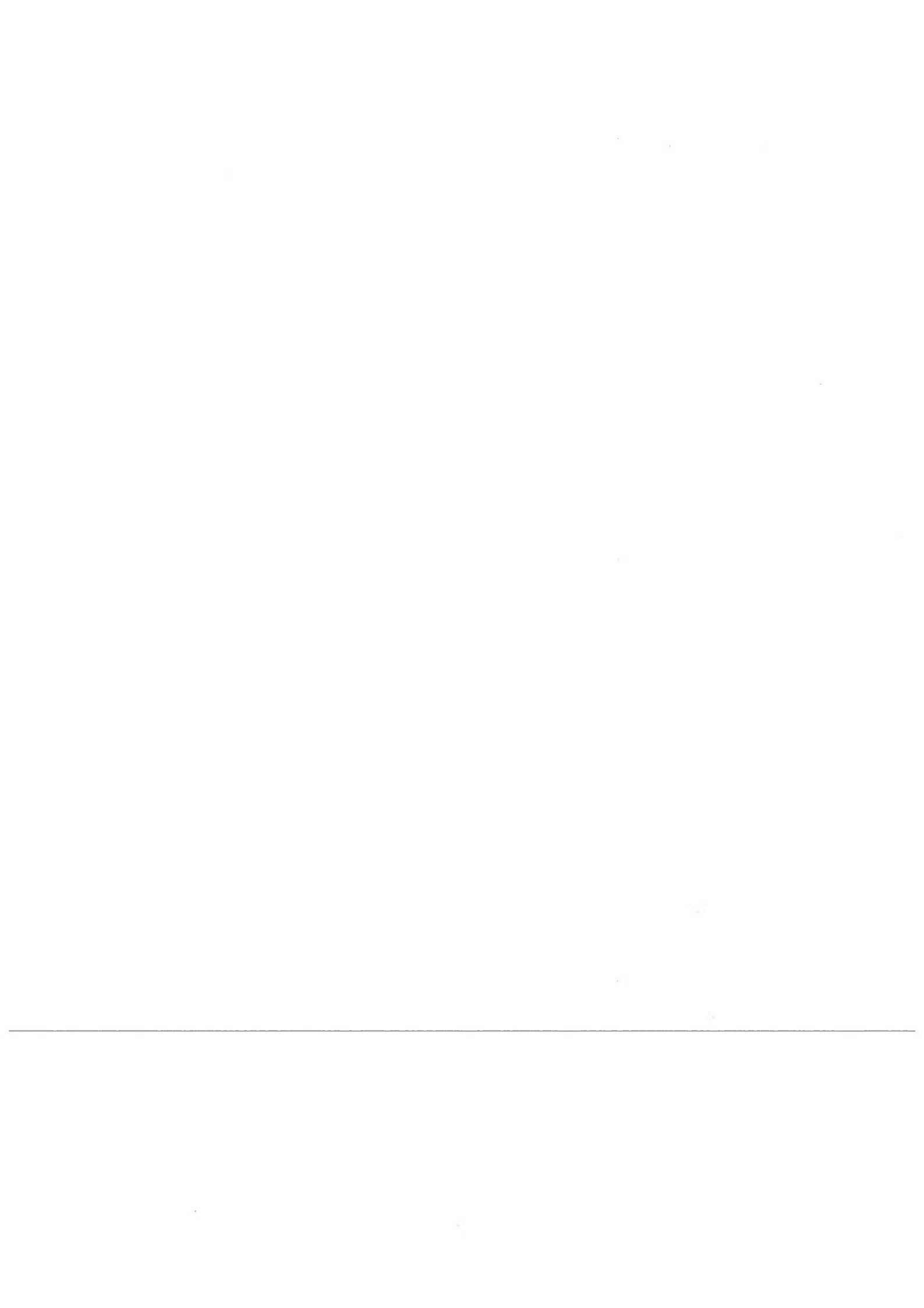
Totalt ble det målt i 332 haller. I Norge ble det målt i 24 av de 29 hallene som var i drift vinteren 1994. Årsaken til at det ikke ble målt i samtlige haller, var at 5 haller ikke returnerte de tilsendte prøvetakerne.

Resultatene viser at gjennomsnittskonsentrasjonen over en uke i norske ishaller var omtrent 175 µg/m<sup>3</sup>. Dette er lavere enn gjennomsnittet for alle hallene som deltok i undersøkelsen (328 µg/m<sup>3</sup>). Selv om det ble målt ukekonsentrasjoner over 1000 µg/m<sup>3</sup> i norske haller, så var dette likevel klart lavere enn maksimumskonsentrasjonen for hele undersøkelsen på omtrent 2800 µg/m<sup>3</sup>.

Resultatene viser videre at konsentrasjonen i 10 av de norske ishallene var høyere enn 100 µg/m<sup>3</sup>. Dette betyr at personer som oppholder seg i disse hallene vil få en NO<sub>2</sub>-eksponering som er langt høyere enn vanlig bylufteksponering. Til sammenlikning kan nevnes at Statens forurensningstilsyn har foreslått 75 µg/m<sup>3</sup> som anbefalt luftkvalitetskriterium for NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen som gjennomsnitt over 1 døgn.

66,7 % av de norske ishallene hadde mekanisk ventilasjon, mens 12,5 % ikke hadde ventilasjon i det hele tatt.

I hallene med høye konsentrasjoner var det enten ingen ventilasjon eller resirkulering av innelufta (og dermed liten frisklufttilførsel).



# NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i norske ishaller

## 1. Innledning

Allerede i 1973 ble det i Minnesota i USA innført regler for å begrense konsentrasjonene av NO<sub>2</sub> og CO i luften i innelukkede sportsarenaer (Minnesota Rules).

På konferansen "Indoor Air'93" i Helsinki i Finland ble det lagt fram resultater av to undersøkelser av inneluftkvaliteten i innelukkede ishaller. I en finsk undersøkelse (Salonen et al., 1992) ble det målt NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i to haller. I en relativt stor hall lå konsentrasjonen i området 510 - 1200 µg/m<sup>3</sup> og i en hall uten ventilasjon var konsentrasjonen så høy som 2600 µg/m<sup>3</sup> (5 timers middel). I den uventilerte hallen var dessuten CO-konsentrasjonen 170 mg/m<sup>3</sup>. I en undersøkelse i 70 haller nordøst i USA (Brauer et al., 1993) ble det målt ukekonsentrasjoner over 1880 µg/m<sup>3</sup> i 10 % av hallene.

Årsaken til de høye NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene i innelukkede ishaller er at det benyttes isprepareringsmaskiner som i mange tilfeller gir store NO<sub>2</sub>-utslipp og trolig også høye utslipp av NO og CO. Sammen med at det ofte er liten ventilasjonseffektivitet i hallene, fører dette til høye NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner og ofte også høye CO-konsentrasjoner.

Til sammen førte disse undersøkelsene og data fra andre land til at det var stor interesse blant deltakere på konferansen for å få gjennomført en internasjonal undersøkelse av NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i ishaller. Dr. Michael Brauer fra University of British Columbia i Vancouver i Canada arrangerte derfor et kort møte for å diskutere gjennomføringen av et slikt prosjekt og for å finne fram til kontaktpersoner i de deltakende land. På møtet ble det enighet om hovedtrekk i gjennomføringen og prosjektet ble startet. Dr. Brauer påtok seg å lede prosjektet.

## 2. Gjennomføring

Arbeidet i Norge ble startet ved at det 5. november 1993 ble sendt brev til alle norske ishaller med spørsmål om hjelp til å gjennomføre prøvetaking i januar/februar 1994. På dette tidspunktet var det 30 ishaller i Norge, men en var ute av drift på grunn av problemer med fryseanlegget. Alle de 29 hallene som var i drift, sa seg villige til å bistå med prøvetakingen ved at de returnerte et svarskjema til NILU.

---

Prøvetakerne ble klargjort i USA og sendt til Norge 10. januar 1994. 27. januar 1994 ble prøvetakerne sendt ut til alle ishallene med en instruks for prøvetakingen, et prøvetakingsskjema og et spørreskjema. Instruksjonen er vist i Vedlegg E og spørreskjemaet er vist i Vedlegg F.

28. mars 1994 ble prøvetakerne og utfylt spørreskjema fra 23 haller returnert til USA og 20. juni 1994 ble prøvetakere og spørreskjema fra enda en hall returnert.



Resultatene av målingene ble rapportert til de enkelte ishallene i form av et brev 24. januar 1995.

### 3. Prøvetaking

Sammen med prøvetakerne mottok hver ishall en instruks for gjennomføringen av prøvetakingen. Denne instruksen er vist i Vedlegg E. De driftsansvarlige i hver hall hadde ansvaret for å gjennomføre prøvetakingen i henhold til instruksen.

I hver hall skulle prøvetakingen strekke seg over en uke. Det skulle måles på tre steder: ute, i pustehøyde i Sekretariatet og i en ende av hallen hvor tilskuere vanligvis oppholder seg (tribune).

Prøvene ble tatt i tidsrommet fra 31. januar 1994 til 15. mars 1994. Stort sett var prøvetakingstida omtrent en uke, men på grunn av enkelte små problemer var det noe avvik fra dette i enkelte haller.

I tabell 1 er vist de hallene som fikk tilsendt prøvetakere. Hallene er listet opp i alfabetisk rekkefølge.

Fem av hallene returnerte ikke prøvetakerne og spørreskjemaet.

*Tabell 1: Norske ishallar som fikk tilsendt prøvetakere. Hallene er listet opp i alfabetisk rekkefølge.*

Askerhallen
Bærum ishall
Bergenshallen
Dalgård ishall
Gjøvik Olympiske ishall
Håkons hall
Halden ishall
Hamar Olympiahall, Vikingskipet
Hamar Olympiske amfi, Nordlyshallen
Holmen ishall
Jordal amfi
Jordal ungdomshall
Kongsberghallen
Kongsvinger ishall
Kristins hall
Leangen ishall
Lørenhallen
Lørenskog ishall
Manglerud ishall
Oslo spektrum
Runnirinken ishall
Schjongshallen
Skedsmo ishall
Ski ishall
Sparta amfi
Stavanger ishall nr. I
Stavanger ishall nr. II
Stjernehallen
Storhamar ishall

#### 4. Kjemisk analyse-metodikk

Preparering av prøvetakere og analyse ble utført ved Harvard School of Public Health. Til prøvetakingen ble det benyttet "Palmes' tubes" som er en passiv prøvetaker. Det vil si at det ikke benyttes en pumpe til å suge luft inn i prøvetakeren, men at luft diffunderer gjennom en membran og inn i prøvetakeren. Innerst i røret var det plassert en metallplate som var impregnerert med trietanolamin.  $\text{NO}_2$  i lufta ble absorbert på denne plata. I laboratoriet ble det tilsatt en fargereagens (N-(1-naftyl)-etylendiamin dihydroklorid) og bestemmelsen ble gjort ved hjelp av et spektrometer.

Den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen av  $\text{NO}_2$  i prøvetakingstida beregnes ut fra en spesifikk diffusjonskoeffisient for  $\text{NO}_2$ , fysiske parametre for prøvetakeren (tverrsnitt og innvendig lengde) og prøvetakingstida.

#### 5. Kvalitetskontroll

Sendingen med prøvetakere fra USA inneholdt omtrent 20 flere prøvetakere enn det som var nødvendig for å gjennomføre prøvetakingen i ishallene i Norge. Disse ekstra prøvetakerne skulle benyttes til kvalitetskontroll.

Dette ble gjort på to forskjellige måter, både med blindprøver og ved å dublere enkelte målinger.

##### 5.1 Blindprøver

En blindprøve er en prøve som har blitt transportert og lagret på samme måte som de reelle prøvene, men som ikke har blitt eksponert for luft. Dette ble gjort ved at blindprøvene ble sendt til enkelte av ishallene. I hallene ble prøvene lagret hos den som hadde ansvaret for prøvetakingen og plathettene ble ikke tatt av. Når prøvetakingen var avsluttet, ble blindprøvene, sammen med de reelle prøvene, returnert til NILU og seinere til USA.

Analysemessig ble blindprøvene behandlet på samme måte som de reelle prøvene og det ble bestemt blindverdier for hver prøve. Selv om prøvene altså ikke hadde vært eksponert, ble det, som forventet, bestemt en  $\text{NO}_2$ -mengde i prøvetakeren. Denne mengden kalles blindverdien. Det er dermed mulig å beregne hvilken ukekonsentrasjon som ville gitt samme  $\text{NO}_2$ -mengde i prøvetakeren. Disse korresponderende ukekonsentrasjonene er vist i tabell 2.

Tabell 2: Ukekonsentrasjoner som korresponderer til blindverdiene i de 10 blindprøvene.

Nummer	Korresponderende ukekonsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	3,8
2	3,7
3	3,6
4	3,5
5	3,5
6	3,2
7	3,1
8	3,0
9	2,7
10	2,5
Middel	3,3

Tabellen viser at de korresponderende ukekonsentrasjonene lå i området 2,5 - 3,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og at gjennomsnittet var 3,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette tilsvarer omtrent 14 % av gjennomsnittlig utekonsentrasjon ved de norske hallene og omtrent 35 % av den laveste verdien (9,41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) som ble målt utenfor eller inne i de norske ishallene.

De resultatene som presenteres i denne rapporten er ikke korrigert ved å trekke fra blindverdien.

## 5.2 Dublerte målinger

En annen måte å kontrollere kvaliteten på resultatene er å gjøre to helt parallelle målinger og sammenlikne resultatene. Dette ble gjort ved at to prøvetakere ble festet sammen med limbånd. I ishallene skulle så disse dublettene ikke splittes, men settes opp på samme sted og med nøyaktig samme prøvetakingsperiode.

Slike dubletter ble sendt til flere ishaller og i hallene ble de plassert både ute, i Sekretariatet og ved tribunen.

Resultatene av dublettmålingene er vist i tabell 3.

Spredningen er bestemt etter følgende formel:

$$\text{Spredning (\%)} = \frac{(\text{Høykons} - \text{lavkons})}{\text{middelverdi}} \cdot 100$$

Tabell 3: Resultater av dublettmålinger utført i flere ishaller og fordelt på alle de tre lokaliseringene.

Nummer	Lav kons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Høy kons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Middelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Spredning (%)
1	193,6	218,1	205,9	11,9
2	189,9	206,8	198,4	8,5
3	133,5	141,0	137,3	5,5
4	65,8	73,3	69,6	10,8
5	50,8	60,2	55,5	16,9
6	35,7	37,6	36,7	5,2
7	33,8	33,8	33,8	0
8	30,1	33,8	32,0	11,6
9	28,2	30,1	29,2	6,5
Middel				8,5

Tabellen viser at spredningen i dublettmålingene lå mellom 0 og 16,9 % med en middelverdi på 8,5 %.

### 5.3 Analyseproblemer

På grunn av en feil i analysearbeidet, var det ikke mulig å bestemme konsentrasjoner over omtrent  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Basert på tilgjengelig informasjon kunne likevel slike høye konsentrasjoner beregnes på en godt underbygd måte. Usikkerheten i rapporterte konsentrasjoner over  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er likevel klart større enn usikkerheten i lavere konsentrasjoner.

## 6. Retningslinjer og normer

Helsedirektoratet (nå Statens helsetilsyn) fastsatte i 1991 normer for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen i inneluft i boliger og kontorer. Normene er vist i tabell 4.

Tabell 4: Helsedirektoratets normer for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjon i inneluft i boliger og kontorer.

Midlingstid	Normer ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1 time	200
24 timer	100

Statens forurensningstilsyn (SFT) foreslo i 1992 anbefalte luftkvalitetskriterier for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen med hensyn til helse. De foreslåtte anbefalte luftkvalitetskriteriene er vist i tabell 5.

Tabell 5: Anbefalte luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub>-konsentrasjon med hensyn til helse foreslått av Statens forurensningstilsyn.

Midlingstid	Anbefalte luftkvalitetskriterier (µg/m <sup>3</sup> )
15 minutter	500
1 time	100
24 timer	75
6 måneder	50

Verdens helseorganisasjon (WHO) fastsatte i 1987 retningslinjer (Air Quality Guidelines) for NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i uteluft. Disse retningslinjene er vist i tabell 6.

Tabell 6: Retningslinjer for NO<sub>2</sub>-konsentrasjon i luft fastsatt av WHO.

Midlingstid	Retningslinjer (µg/m <sup>3</sup> )
1 time	400
24 timer	150

Dersom resultatene for hver prøve vurderes separat, vil midlingstida være den samme som prøvetakingstida. For resultatene som presenteres i denne rapporten var prøvetakingstida stort sett omtrent 1 uke. Det finnes imidlertid ikke retningslinjer for 1 ukes midlingstid. Generelt er det slik at retningslinjene eller normene reduseres når midlingstiden øker. En eventuell retningslinje eller norm for 1 ukes midlingstid ville derfor være lavere enn den tilsvarende verdien for 24 timers midlingstid, men høyere enn for 6 måneders midlingstid.

I januar og februar 1992 var 324 µg/m<sup>3</sup> den høyeste NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen med 1 times midlingstid som ble målt ved trafikkerte veier i Oslo og 205 µg/m<sup>3</sup> var den høyeste målte konsentrasjonen med 24 timers midlingstid (Larssen og Røstad, 1993).

## 7. Resultater

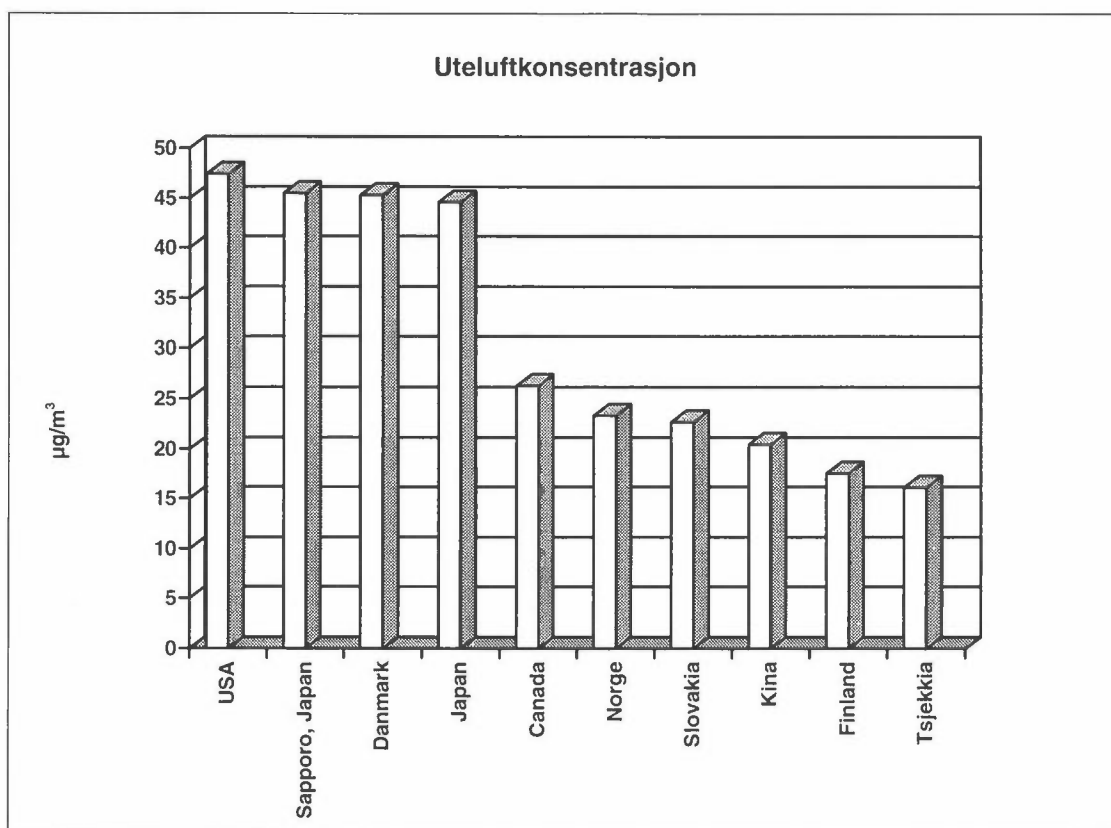
### 7.1 Konsentrasjoner internasjonalt

Samleresultater av målingene i de enkelte land og totalresultatet for alle ishallene er vist i Vedlegg B.

#### 7.1.1 Ute

Gjennomsnittet av uteluftkonsentrasjonene ved alle ishallene var 25,8 µg/m<sup>3</sup> og medianen var 22,3 µg/m<sup>3</sup>. Den laveste målte uteluftkonsentrasjonen var 0 µg/m<sup>3</sup>, men dette skyldes trolig feil enten i prøvetakingen eller analysen. Den høyeste uteluftkonsentrasjonen var 121,4 µg/m<sup>3</sup>.

Figur 1 viser gjennomsnittlig utekonsentrasjon ved ishallene i de deltagende landene.



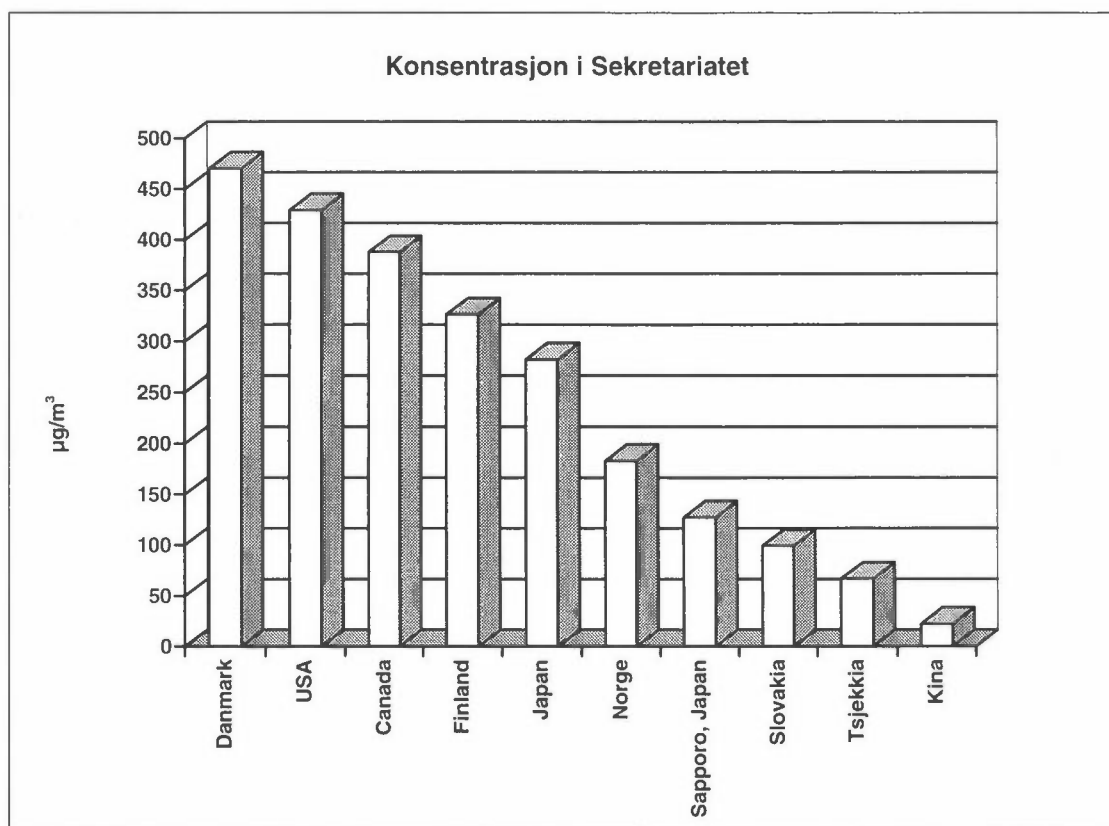
Figur 1: Gjennomsnittlige uteluftkonsentrasjoner av  $NO_2$  i de deltakende land.

Figuren viser at den gjennomsnittlige uteluftkonsentrasjonen ved ishallene i Norge var klart lavere enn i USA, Japan og Danmark. Konsentrasjonsnivået i Norge var omtrent som i Canada, Slovakia, Kina, Finland og Tsjekia.

### 7.1.2 Sekretariat

Gjennomsnittet av konsentrasjonene i pustehøyde i Sekretariatet i alle ishallene var  $313,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og medianen var  $137,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den laveste målte konsentrasjonen var  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , men dette skyldes igjen trolig feil enten i prøvetakingen eller analysen. Den høyeste konsentrasjonen var  $2128,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og dette må karakteriseres som en svært høy konsentrasjon.

Figur 2 viser gjennomsnittlig konsentrasjon i pustehøyde ved Sekretariatet i ishallene i de deltakende landene.



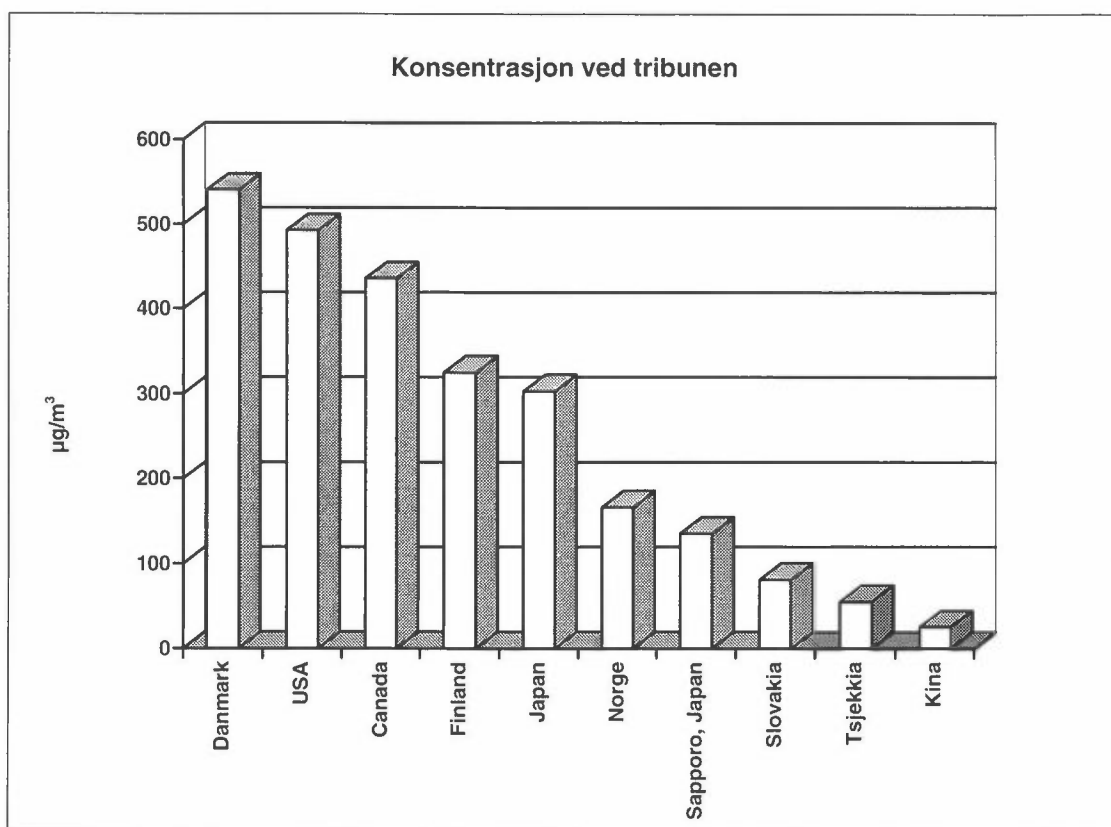
Figur 2: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  i Sekretariatet i ishallene i de deltakende land.

Figuren viser at den gjennomsnittlige konsentrasjonen i sekretariatet i ishallene i Norge var klart lavere enn i Danmark, USA, Canada, Finland og Japan og høyere enn i Sapporo i Japan, Slovakia, Tsjekkia og Kina.

### 7.1.3 Tribune

Gjennomsnittet av konsentrasjonene ved tribunen i alle ishallene var  $341,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og medianen var  $127,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den laveste målte konsentrasjonen var  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , men dette skyldes igjen trolig feil enten i prøvetakingen eller analysen. Den høyeste konsentrasjonen var  $2829,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og dette må, på samme måte som for målingene i Sekretariatet, karakteriseres som en svært høy konsentrasjon.

Figur 3 viser gjennomsnittlig konsentrasjon ved tribunen i ishallene i de deltakende landene. En sammenlikning av figur 2 og 3 viser at konsentrasjonene i Sekretariatet og tribunen stort sett var sammenfallende. Dette er som ventet siden begge målestedene er plassert inne i selve ishallen.



Figur 3: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  ved tribunen i ishallene i de deltakende land.

Figuren viser at rangeringen av de gjennomsnittlige konsentrasjonen ved tribunen i de deltakende landene var lik den tilsvarende rangeringen for målingene i Sekretariatet. Gjennomsnittskonsentrasjonen ved tribunen i ishallene i Kina var svært lav og omtrent som i utelufta. I de andre landene var konsentrasjonene til dels betydelig høyere inne i ishallene enn utenfor.

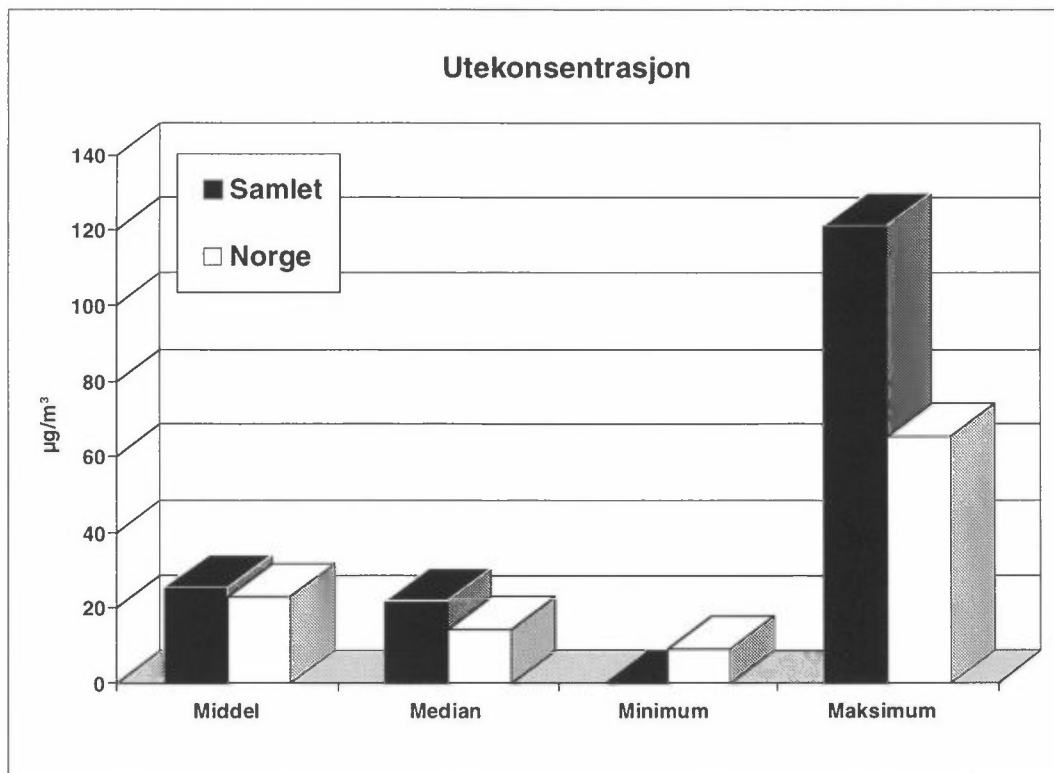
## 7.2 Konsentrasjoner i Norge (samlet)

### 7.2.1 Ute

Gjennomsnittet av uteluftkonsentrasjonene ved de norske ishallene var  $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og medianen var  $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den laveste målte konsentrasjonen var  $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og den høyeste konsentrasjonen var  $65,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Uteluftkonsentrasjonene ved ishallene var dermed forholdsvis lave og det er trolig ingen av hallene som ligger slik til at de er sterkt trafikkbelastet.

Resultatene av målingene av uteluftkonsentrasjonene i Norge er sammenliknet med de samlede resultatene for hele undersøkelsen i figur 4.





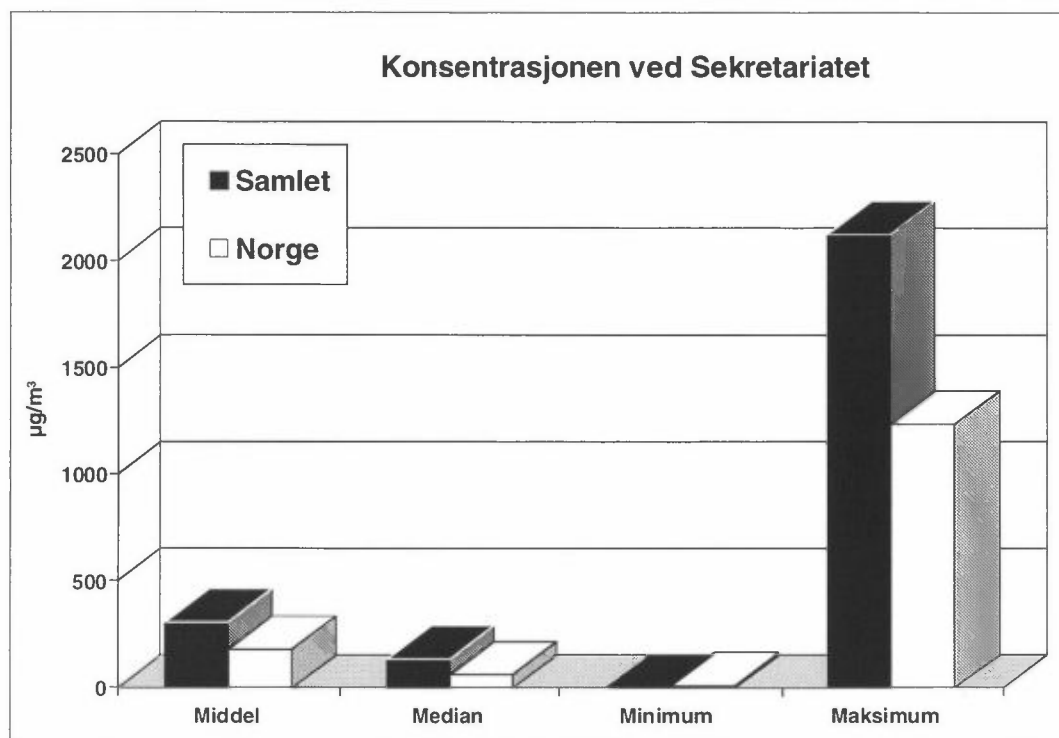
Figur 4: Uteluftkonsentrasjon av  $NO_2$  ved norske ishaller sammenliknet med det samlede resultatet for hele undersøkelsen.

Figuren viser at gjennomsnittet av uteluftkonsentrasjonene ved de norske ishallerne var litt lavere enn den samlede gjennomsnittsverdien for alle ishallerne i undersøkelsen. Medianen i Norge var noe lavere enn medianen for hele undersøkelsen og maksimum i Norge lå klart under undersøkelsens maksimum.

### 7.2.2 Sekretariat

Gjennomsnittet av konsentrasjonene ved Sekretariatet i de norske ishallerne var  $182,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og medianen var  $70,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den store forskjellen på gjennomsnittsverdien og medianen viser at det blant de norske ishallerne var noen få med svært høye konsentrasjoner, men at nivået i de fleste hallene lå klart lavere. Den laveste målte konsentrasjonen var  $11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og den høyeste konsentrasjonen var  $1240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Etter norske forhold må denne maksimumskonsentrasjonen karakteriseres som svært høy.

Resultatene av målingene av konsentrasjonene ved Sekretariatet i ishallerne i Norge er sammenliknet med de samlede resultatene for hele undersøkelsen i figur 5.



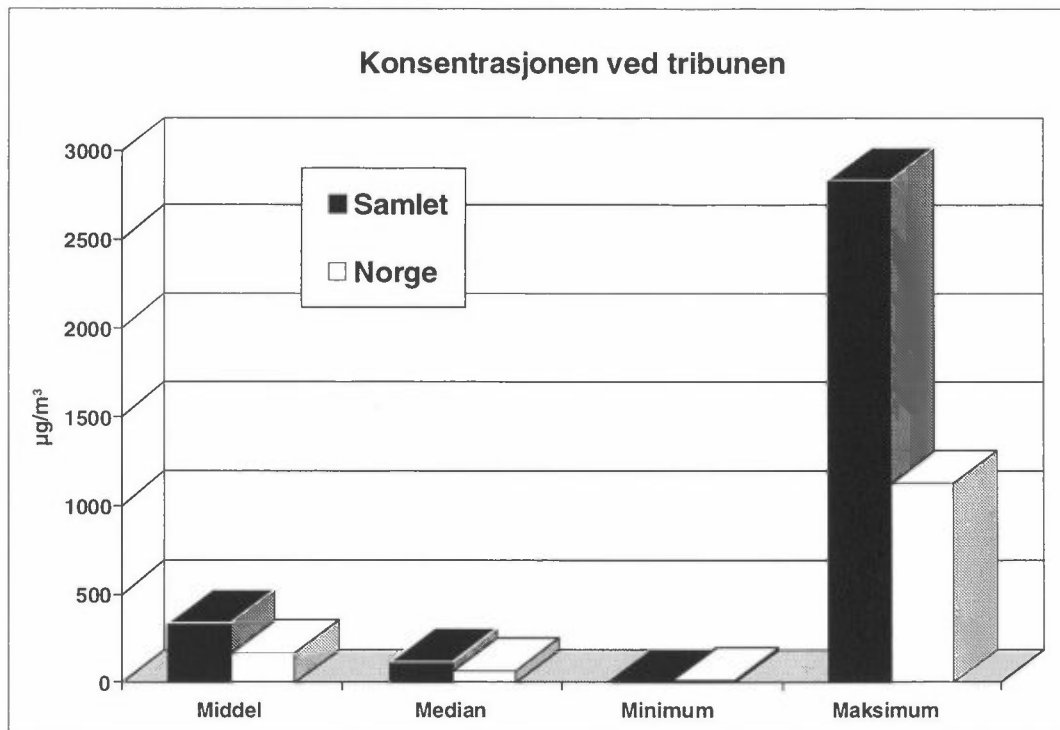
Figur 5: Konsentrasjon av  $\text{NO}_2$  ved Sekretariatet i norske ishaller sammenliknet med det samlede resultatet for hele undersøkelsen.

Figuren viser at gjennomsnittet av konsentrasjonene ved Sekretariatet i de norske ishallene var noe lavere enn den samlede gjennomsnittsverdien for alle ishallene i undersøkelsen. Medianen i Norge var noe lavere enn medianen for hele undersøkelsen og maksimum i Norge lå klart under undersøkelsens maksimum.

### 7.2.3 Tribune

Gjennomsnittet av konsentrasjonene ved tribunen i de norske ishallene var  $166,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og medianen var  $71,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den store forskjellen på gjennomsnittsverdien og medianen viser igjen at det blant de norske ishallene var noen få med svært høye konsentrasjoner, men at nivået i de fleste hallene lå klart lavere. Den laveste målte konsentrasjonen var  $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og den høyeste konsentrasjonen var  $1130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maksimumskonsentrasjonen må igjen karakteriseres som svært høy.

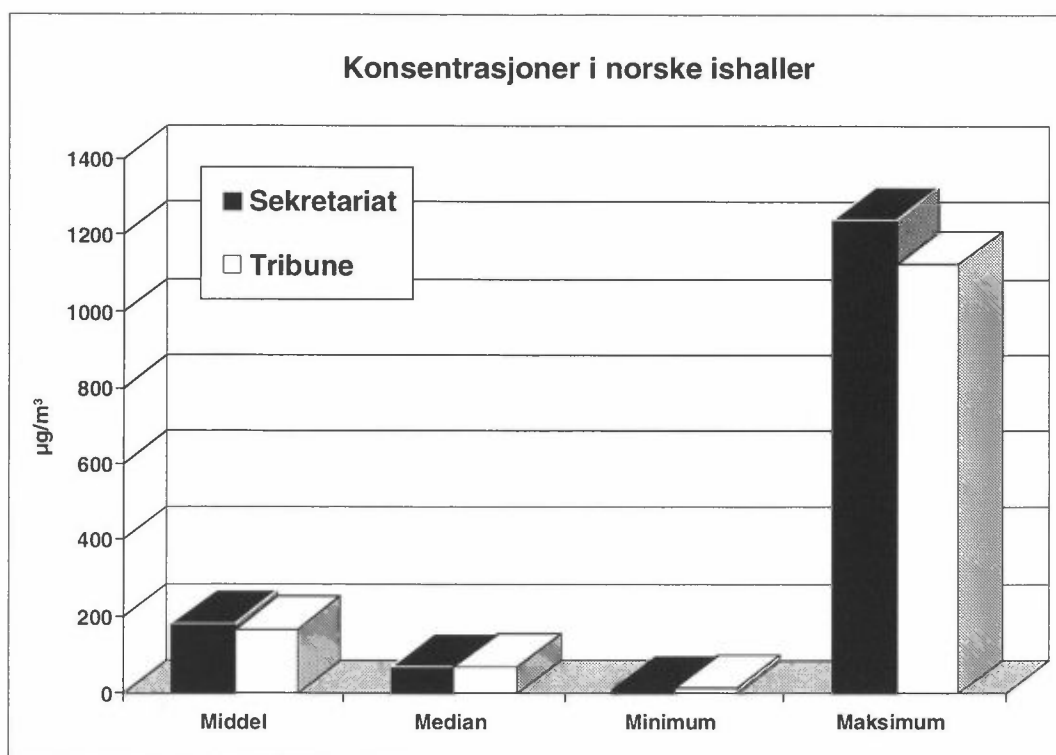
Resultatene av målingene av konsentrasjonene ved tribunene i ishallene i Norge er sammenliknet med de tilsvarende samlede resultatene for hele undersøkelsen i figur 6.



*Figur 6: Konsentrasjon av NO<sub>2</sub> ved tribunen i norske ishaller sammenliknet med det samlede resultatet for hele undersøkelsen.*

Figuren viser at gjennomsnittet av konsentrasjonene ved tribunen i de norske ishallene var noe lavere enn den samlede gjennomsnittsverdien for alle ishallene i undersøkelsen. Medianen i Norge var også noe lavere enn medianen for hele undersøkelsen, mens maksimum i Norge lå klart under undersøkelsens maksimum.

Det var klar sammenheng mellom gjennomsnittskonsentrasjonene ved Sekretariatet og ved tribunen i de norske ishallene. Figur 7 illustrerer denne sammenhengen.



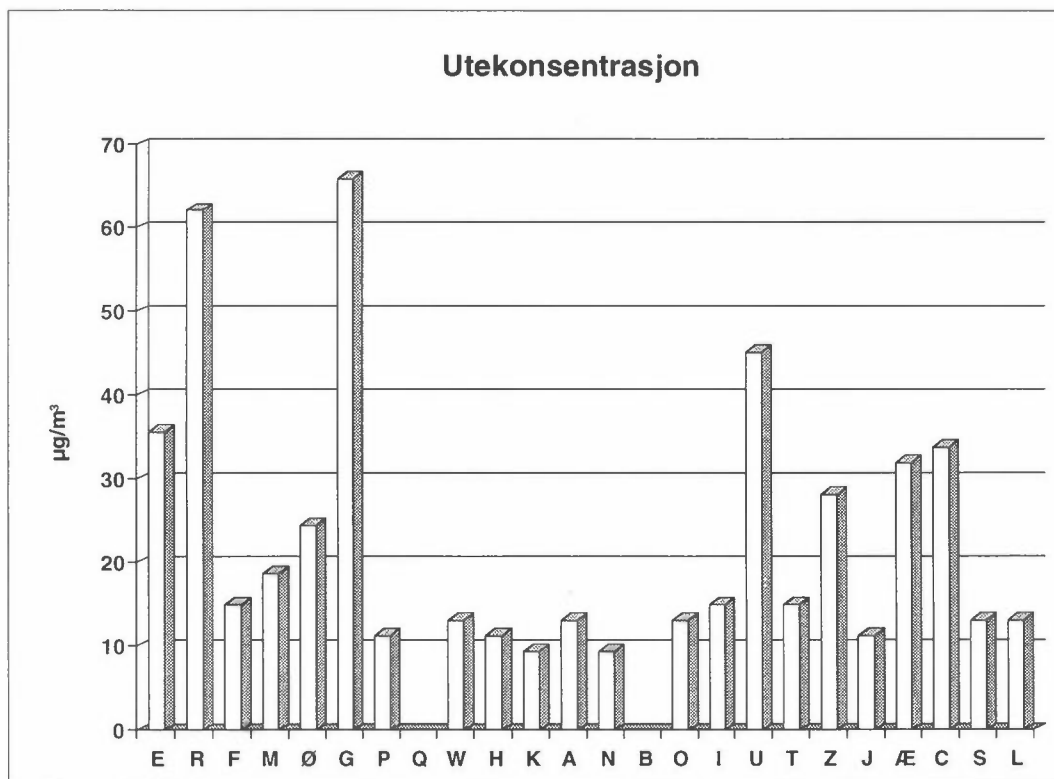
*Figur 7: Samlete konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Sekretariat og tribune i norske ishaller.*

### 7.3 Konsentrasjoner i norske ishaller (enkeltvis)

En forutsetning for å få tillatelse til å gjennomføre prøvetakingen i de norske ishaller, var at resultatene ikke skulle offentliggjøres på en slik måte at de enkelte hallene kunne identifiseres. Resultatene ble derfor rapportert direkte til hver enkelt hall i form av et brev. I denne rapporten blir hallene identifisert med en bokstav som er tildelt helt tilfeldig.

#### 7.3.1 Ute

De målte uteluftkonsentrasjonene ved de norske ishaller er vist i figur 8.

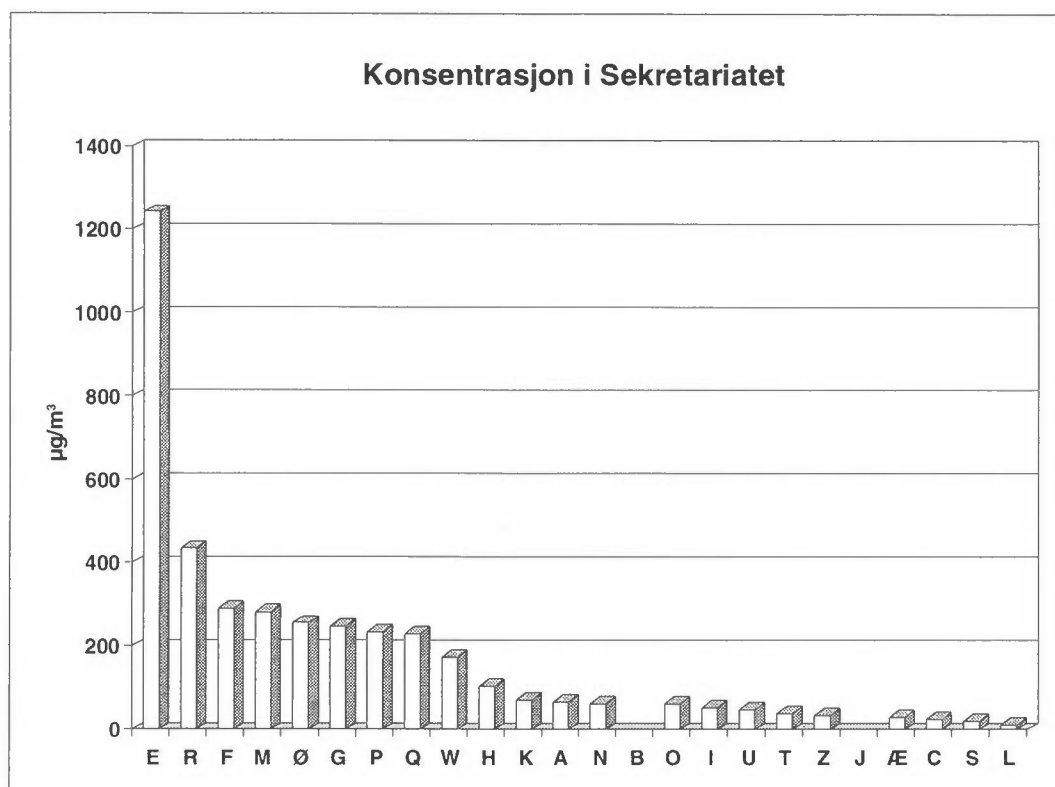


Figur 8: Målte uteluftkonsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  ved norske ishaller.

Figuren viser at uteluftkonsentrasjonen var høyere enn  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved tre av hallene (R, G og U).

### 7.3.2 Sekretariat

De målte konsentrasjonene ved Sekretariatet i de norske ishallerne er vist i figur 9.



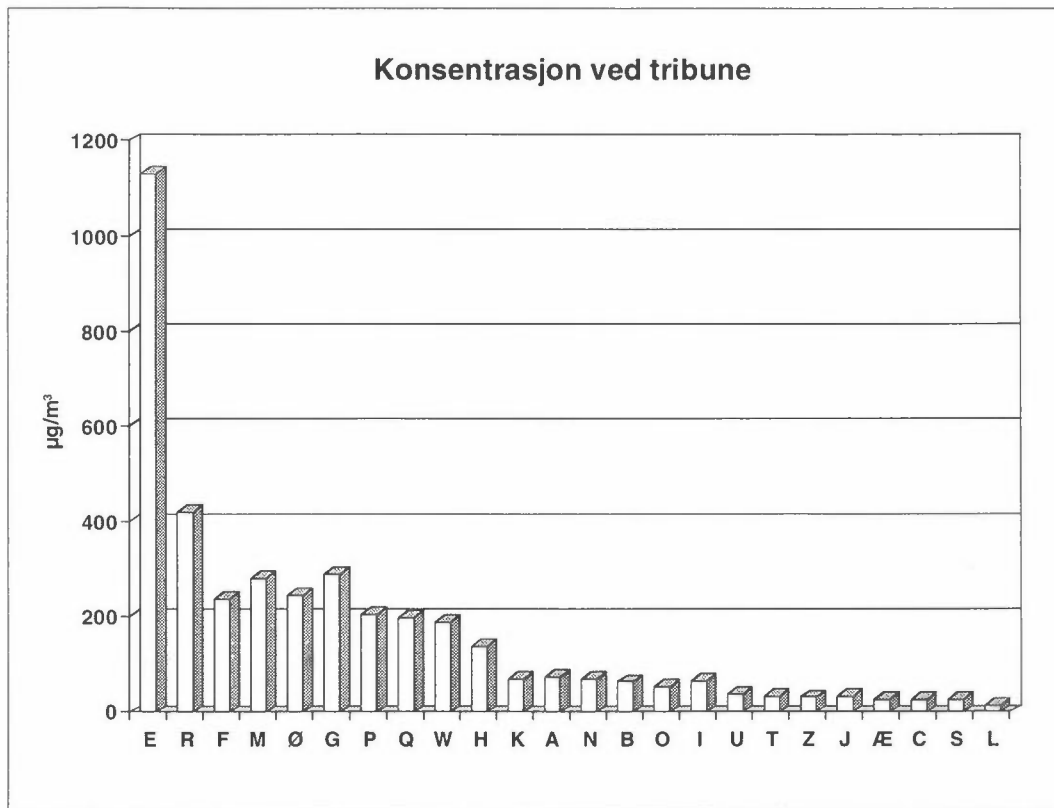
Figur 9: Målte konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  ved Sekretariatet i norske ishaller.

Den høyeste konsentrasjonen ble målt i hall E. Som tidligere nevnt førte analysetekniske problemer til at dette er et beregnet tall, men beregningsmetoden er godt underbygd. Den beregnede konsentrasjonen skulle derfor svare godt til den reelle verdien i denne hallen. Figuren viser at utluftkonsentrasjonen var høyere enn  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i åtte av hallene (E, R, F, M, Ø, G, P og Q). I tillegg var konsentrasjonen høyere enn  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i to av hallene (W og H).

I de hallene hvor det ble målt høye konsentrasjoner i innelufta, var det enten ingen ventilasjon eller resirkulering av lufta (og dermed liten tilførsel av frisk luft). Ingen av disse hallene hadde isprepareringsmaskiner som var utstyrt med katalysator.

### 7.3.3 Tribune

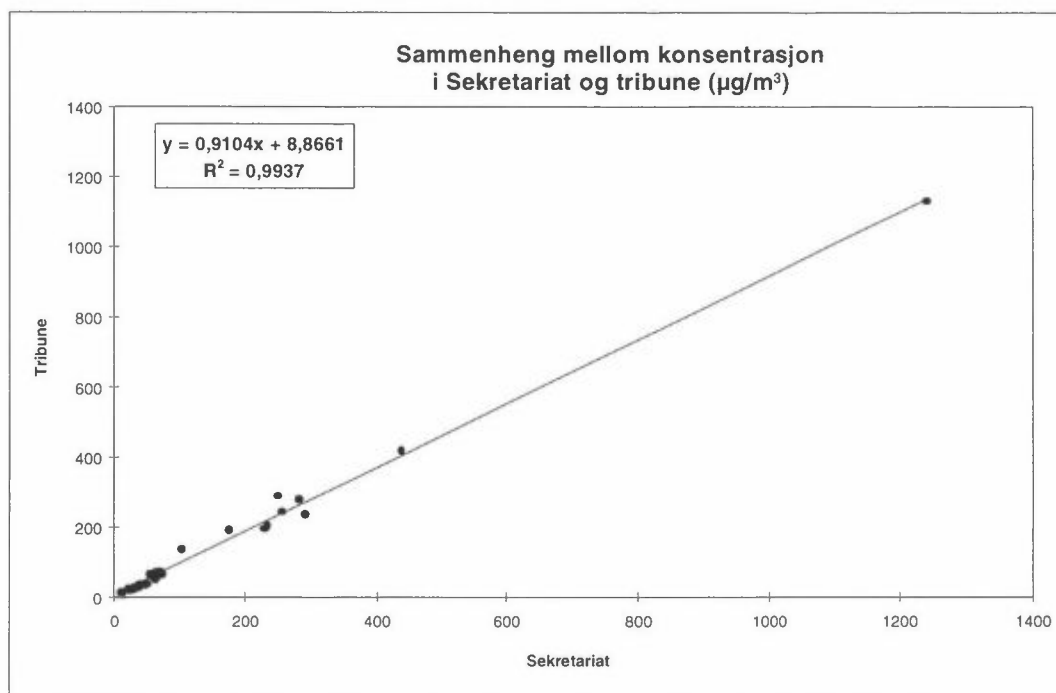
De målte konsentrasjonene ved tribunen i de norske ishallerne er vist i figur 10.



Figur 10: Målte konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  ved tribunen i norske ishaller.

Den høyeste konsentrasjonen ble igjen målt i hall E. Som for målingen i Sekretariatet i denne hallen, var den rapporterte konsentrasjonen en beregnet verdi. Figur 10 viser at konsentrasjonen ved tribunen var høyere enn  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i sju av hallene (E, R, F, M, Ø, G og P). I tillegg var konsentrasjonen høyere enn  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i tre av hallene (Q, W og H).

Som tidligere nevnt var det klar sammenheng mellom de målte konsentrasjonene i Sekretariatet og ved tribunen i hver ishaller. For de norske hallene er denne sammenhengen vist i figur 11.



Figur 11: Sammenheng mellom målte konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  ved Sekretariat og tribune i norske ishaller.

#### 7.4 Opplysninger om hallene i Norge

I vedlegg 7 er vist resultatene av spørreundersøkelsen som ble gjennomført samtidig med prøvetakingen. De som var ansvarlige for prøvetakingen fikk tilsendt et spørreskjema sammen med prøvetakerne. Skjemaet inneholdt spørsmål om ishallen og skulle fylles ut og returneres sammen med prøvetakerne.

I denne rapporten vil bare enkelte av resultatene bli kort kommentert.

I gjennomsnitt viser undersøkelsen at norske ishaller er 11,9 år. Siden det var relativt sett mange nye ishaller som ikke returnerte skjemaet, er trolig den reelle gjennomsnittsalderen noe lavere enn dette.

Alle norske ishaller er fullstendig innelukkede.

I gjennomsnitt er det plass til omtrent 2500 tilskuere i norske ishaller, men kapasiteten varierer fra 0 til 10 000.

66,7 % av ishallerne har mekanisk ventilasjon, mens 12,5 % ikke har ventilasjon i det hele tatt.

Omtrent 12 % av prepareringsmaskinene har katalysator.



## 8. Konklusjon

Det er gjennomført måling av ukekonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> i innelufta i norske ishaller og i haller i 8 andre land (Canada, Danmark, Finland, Japan, Kina, Slovakia, Tsjekkia og USA). Totalt ble det målt i 332 haller. I Norge ble det målt i 24 av de totalt 29 hallene som var i drift vinteren 1994.

Resultatene viser at i gjennomsnitt var konsentrasjonen i norske ishaller omtrent 175 µg/m<sup>3</sup>. Dette er lavere enn gjennomsnittet for alle hallene som deltok i undersøkelsen (328 µg/m<sup>3</sup>). Selv om det ble målt konsentrasjoner over 1000 µg/m<sup>3</sup> i norske haller, så var dette klart lavere enn maksimumskonsentrasjonen for hele undersøkelsen på omtrent 2800 µg/m<sup>3</sup>.

Resultatene viser videre at konsentrasjonen i 10 av de norske ishallerne var høyere enn 100 µg/m<sup>3</sup>. Dette betyr at personer som oppholder seg i disse hallene vil få en NO<sub>2</sub>-eksponering som er langt høyere enn vanlig bylufteksponering.

66,7 % av de norske ishallerne hadde mekanisk ventilasjon, mens 12,5 % ikke hadde ventilasjon i det hele tatt.

## 9. Referanser

Brauer, M., Spengler, J.D., Lee, K. and Yanagisawa, Y. (1993) Nitrogen dioxide in ice skating rinks: exposure assessment and evaluation of reduction strategies. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*. Helsinki, Indoor Air '93. Vol. 3, pp. 159-164.

Helsedirektoratet (1991) Normer for inneluftkvalitet (Rundskriv nr. IK-39/9).

Larssen, S. og Røstad, A. (1993) Overvåking av luftforurensninger fra biltrafikk 1992. Målinger i Oslo 1989-92. Lillestrøm (NILU OR 7/93).

Minnesota Rules, Enclosed Sports Arenas. Parts 4635.1100-4635.2000.

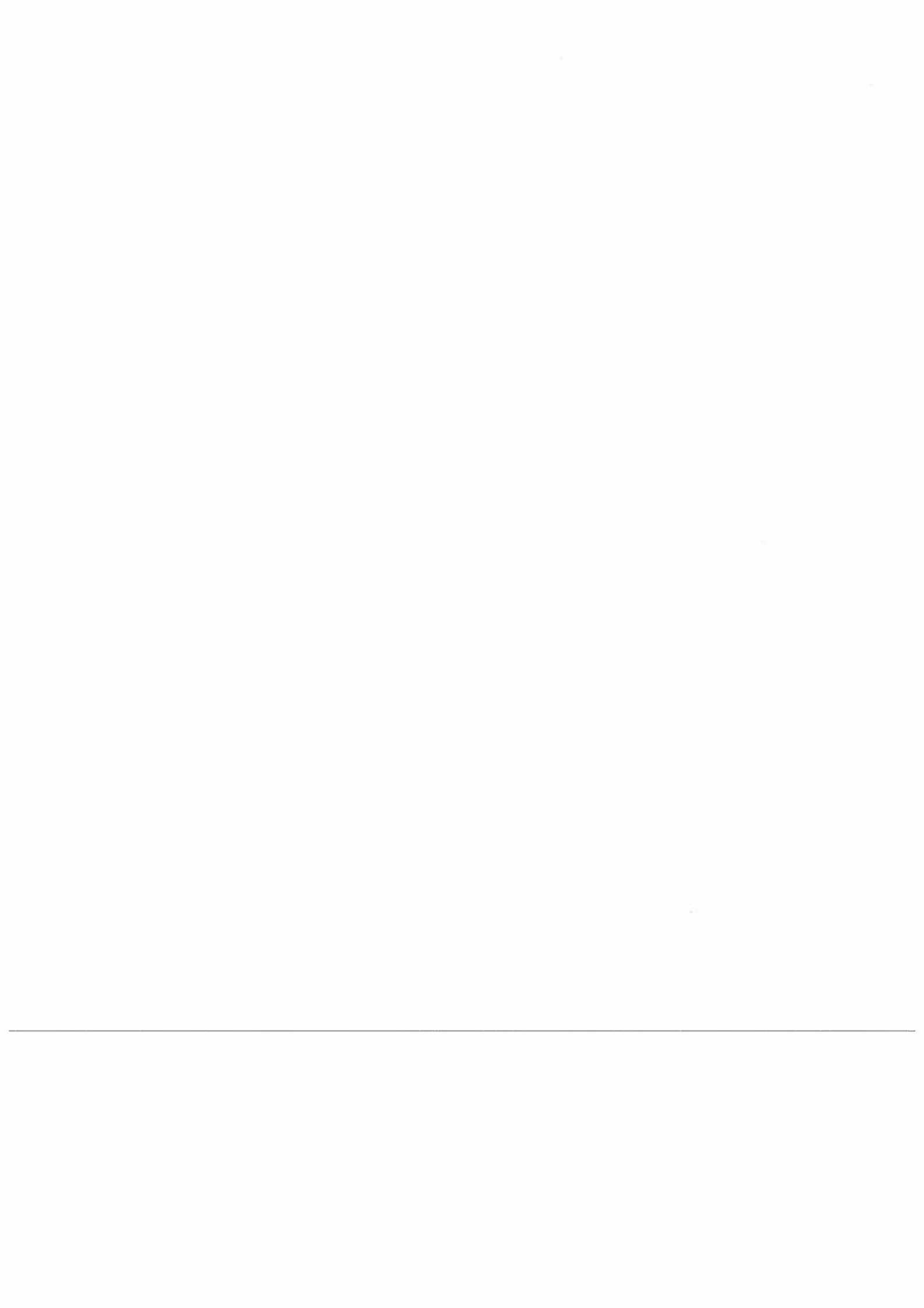
Salonen, R.O., Randell J. T., Alm, S., Pennanen, A.S., Hälinen, A.I., Husman, T., Airaksinen, O. and Jantunen, M.J. (1993) Air quality and health in Finnish indoor ice arenas. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*. Helsinki, Indoor Air '93. Vol. 3, pp. 199-204.

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).

---

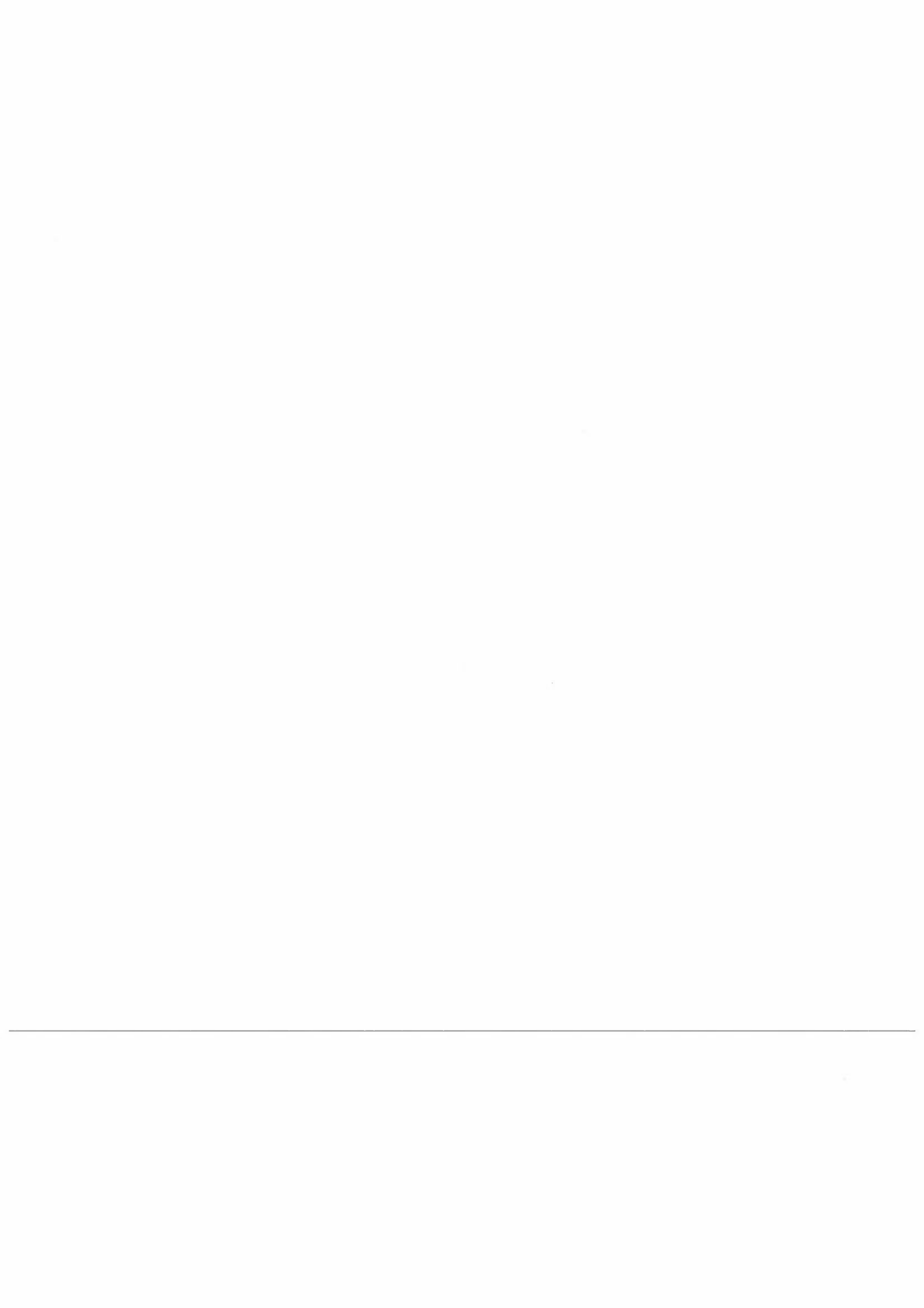
World Health Organization (1987) Air Quality Guidelines for Europe (WHO Regional Publications, European Series No. 23).

**Vedlegg A**  
**Antall haller**



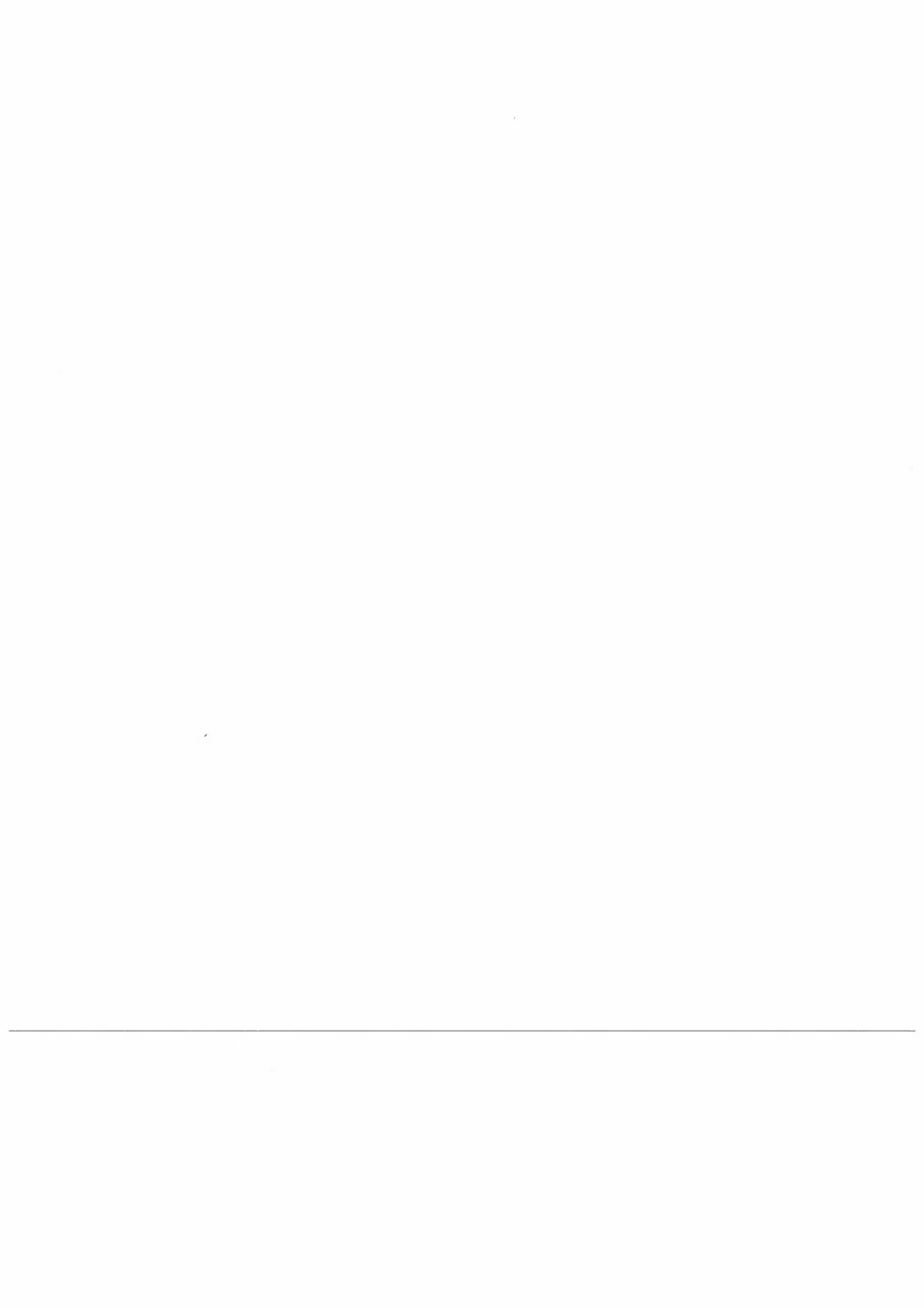
**Antall haller inkludert i den internasjonale undersøkelsen**

Canada	143
Finland	77
Norge	24
USA	22
Slovakia	21
Tsjekkia	19
Danmark	10
Japan	8
Sapporo, Japan	4
Kina	4
Totalt	332



# **Vedlegg B**

## **Internasjonale resultater**



## Internasjonale resultater

### Ute (C1)

Land	Gjennomsnitt		Standardavvik		Antall
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
USA	25,2	47,4	13,8	26,0	20
Sapporo, Japan	24,2	45,5	7,9	14,8	4
Danmark	24,1	45,3	18,3	34,4	8
Japan	23,7	44,6	10,9	20,6	8
Canada	14,0	26,3	8,1	15,2	135
Norge	12,4	23,3	8,7	16,4	22
Slovakia	12,1	22,7	3,3	6,3	21
Kina	10,8	20,4	6,6	12,4	4
Finland	9,3	17,5	8,7	16,3	69
Tsjekkia	8,6	16,1	7,5	14,1	17
Alle	13,7	25,8	9,9	18,6	310

Gjennomsnitt		Standardavvik		Varians	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
13,7	25,8	9,9	18,6	98,8	185,9
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
11,8	22,3	0	0	64,5	121,4

Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	4,6	8,7
25	7,1	13,4
50	11,8	22,3
75	17,1	32,2
90	26,8	50,4

Totalt antall: 332  
 Antall inkluderte: 308  
 Antall manglende verdier: 24 (7,2 %)



## Sekretariat (C2)

Land	Gjennomsnitt		Standardavvik		Antall
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Danmark	249,9	470,3	408,0	767,7	9
USA	228,1	429,2	284,4	535,2	20
Canada	206,1	387,8	281,4	529,4	120
Finland	173,4	326,3	239,2	450,2	69
Japan	150,0	282,3	140,5	264,3	8
Norge	97,2	182,9	140,1	263,7	22
Sapporo, Japan	67,7	127,3	66,1	124,4	4
Slovakia	52,5	98,9	39,1	73,6	21
Tsjekkia	35,4	66,7	77,5	145,9	16
Kina	11,7	22,0	10,3	19,4	4
Alle	166,7	313,6	248,2	467,0	293

Gjennomsnitt		Standardavvik		Variansse	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
166,7	313,6	248,2	467,0	61596,2	115900,3
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
72,9	137,2	0	0	1131,0	2128,1

Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	14,7	27,7
25	31,1	58,5
50	72,9	137,2
75	162,5	305,7
90	573,5	1079,1

Totalt antall: 332  
 Antall inkluderte: 293  
 Antall manglende verdier: 39 (11,7 %)

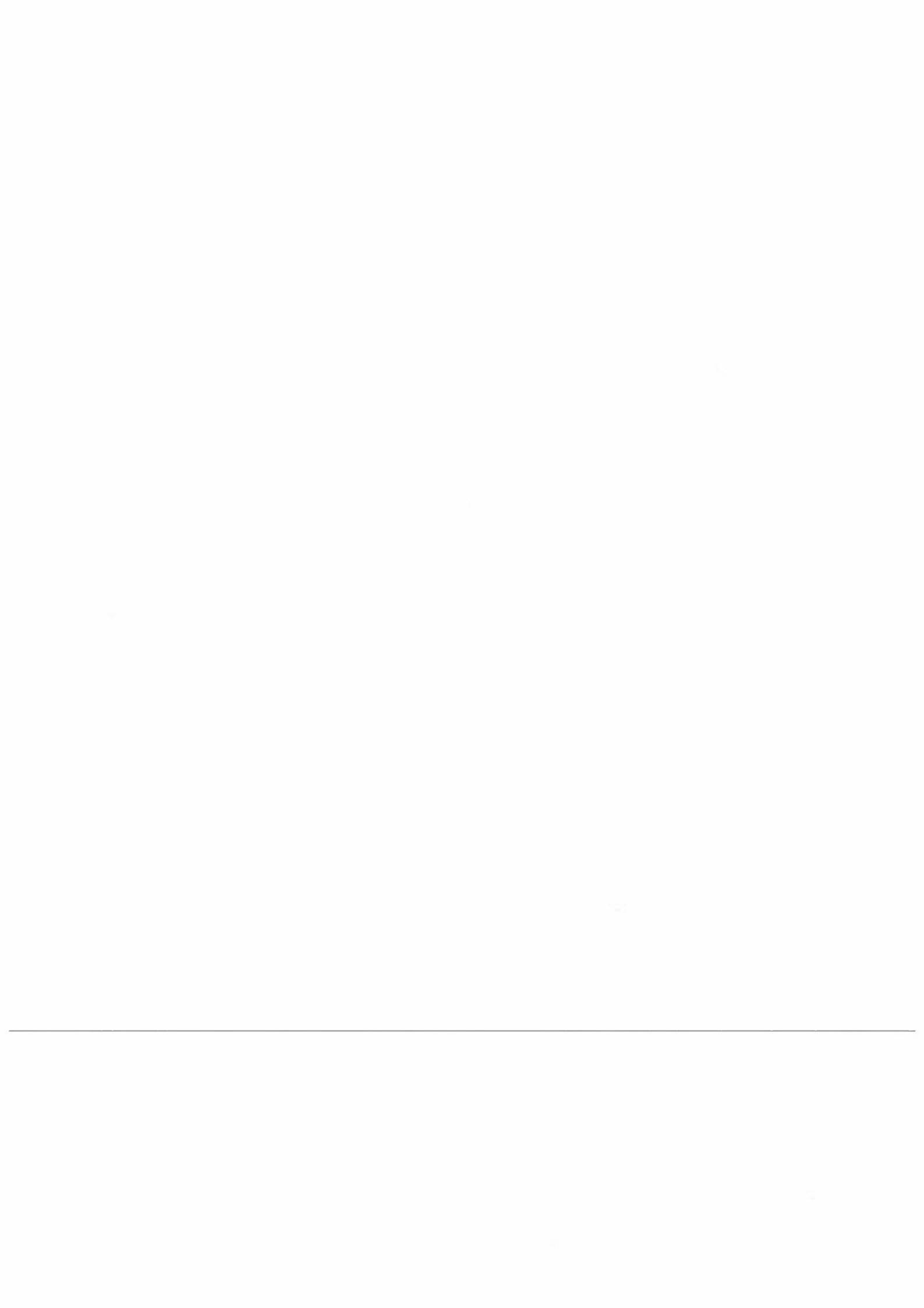
## Tribune (C3)

Land	Gjennomsnitt		Standardavvik		Antall
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Danmark	287,3	540,6	486,9	916,2	10
USA	261,9	492,8	328,2	617,5	22
Canada	231,5	435,6	309,6	582,6	129
Finland	172,7	324,9	250,5	471,4	69
Japan	161,0	303,0	130,0	244,7	7
Norge	88,3	166,2	123,5	232,3	24
Sapporo, Japan	72,0	135,5	72,1	135,6	4
Slovakia	43,2	81,2	35,1	66,0	21
Tsjekkia	29,5	55,4	46,8	88,0	15
Kina	13,5	25,4	11,1	20,9	4
Alle	181,5	341,5	276,0	519,4	305

Gjennomsnitt		Standardavvik		Varianse	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
181,5	341,5	276,0	519,4	76188,3	143357,0
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
67,8	127,6	0	0	1503,8	2829,6

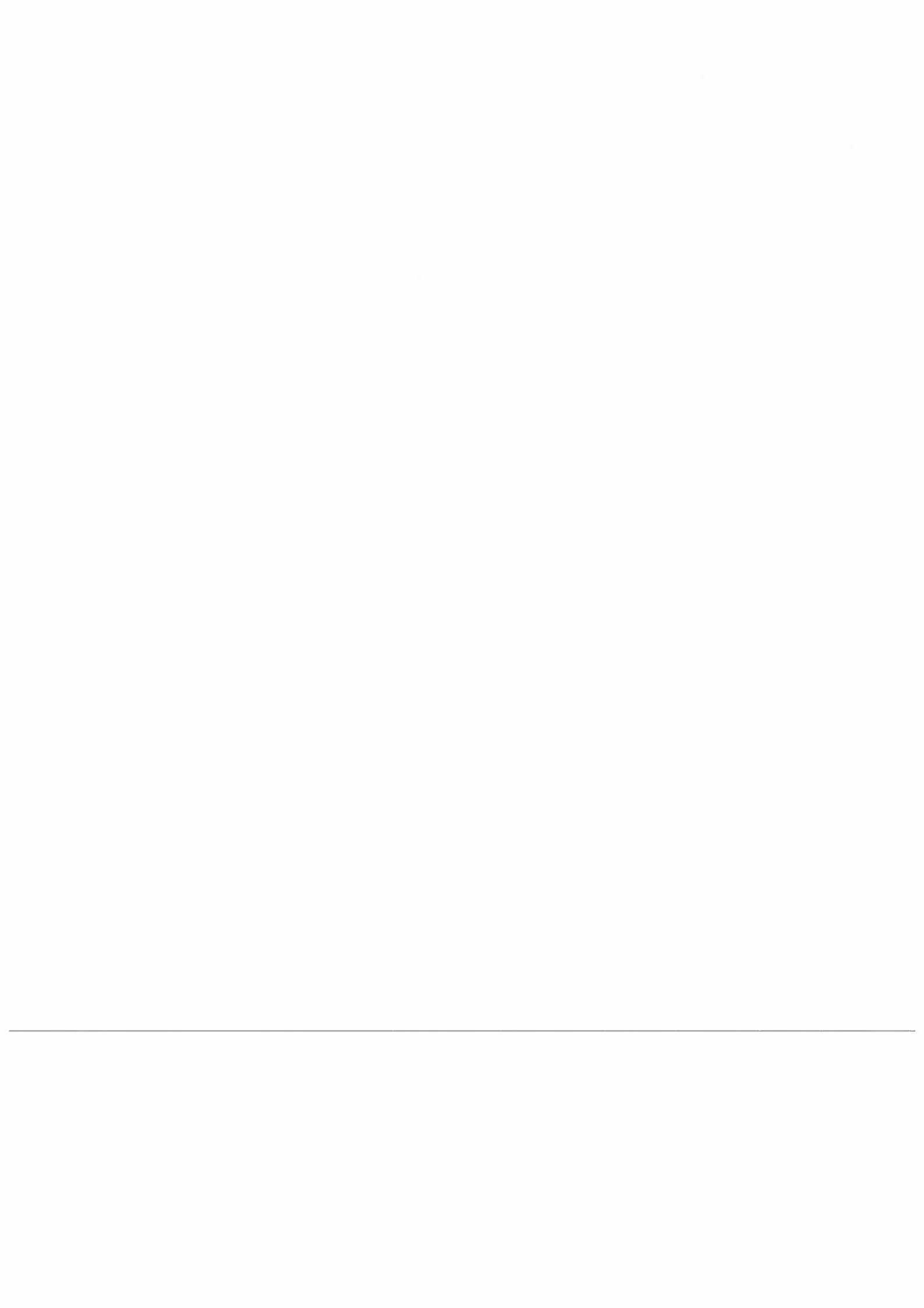
Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	15,1	28,5
25	27,4	51,5
50	67,8	127,6
75	179,1	337,0
90	603,7	1135,8

Totalt antall: 332  
 Antall inkluderte: 305  
 Antall manglende verdier: 27 (8,1 %)



## **Vedlegg C**

### **Norske resultater**



## Norske resultater

### Ute (C1)

Gjennomsnitt		Standardavvik		Variansen	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
12,4	23,3	8,7	16,4	75,9	142,9
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
7,7	14,6	5,0	9,4	35,0	65,9

Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	5,6	10,5
25	6,6	12,5
50	7,7	14,6
75	17,5	32,9
90	30,1	56,6

Antall inkluderte: 22

Antall manglende verdier: 2

### Sekretariat (C2)

Gjennomsnitt		Standardavvik		Variansen	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
97,2	182,9	140,1	263,7	19637,5	36950,3
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
37,4	70,5	5,9	11,1	658,9	1240

Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	12,2	23,0
25	20,4	38,5
50	37,4	70,5
75	133,7	251,6
90	209,3	393,9

Antall inkluderte: 22

Antall manglende verdier: 2

## Tribune (C3)

Gjennomsnitt		Standardavvik		Variansse	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
88,3	166,2	123,5	232,3	15242,4	28680,4
Median		Minimum		Maksimum	
ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
38,2	71,8	7,9	14,9	598,8	1130

Prosentil	Verdi	
	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	13,1	24,7
25	18,2	34,3
50	38,2	71,8
75	123,6	232,5
90	188,3	354,2

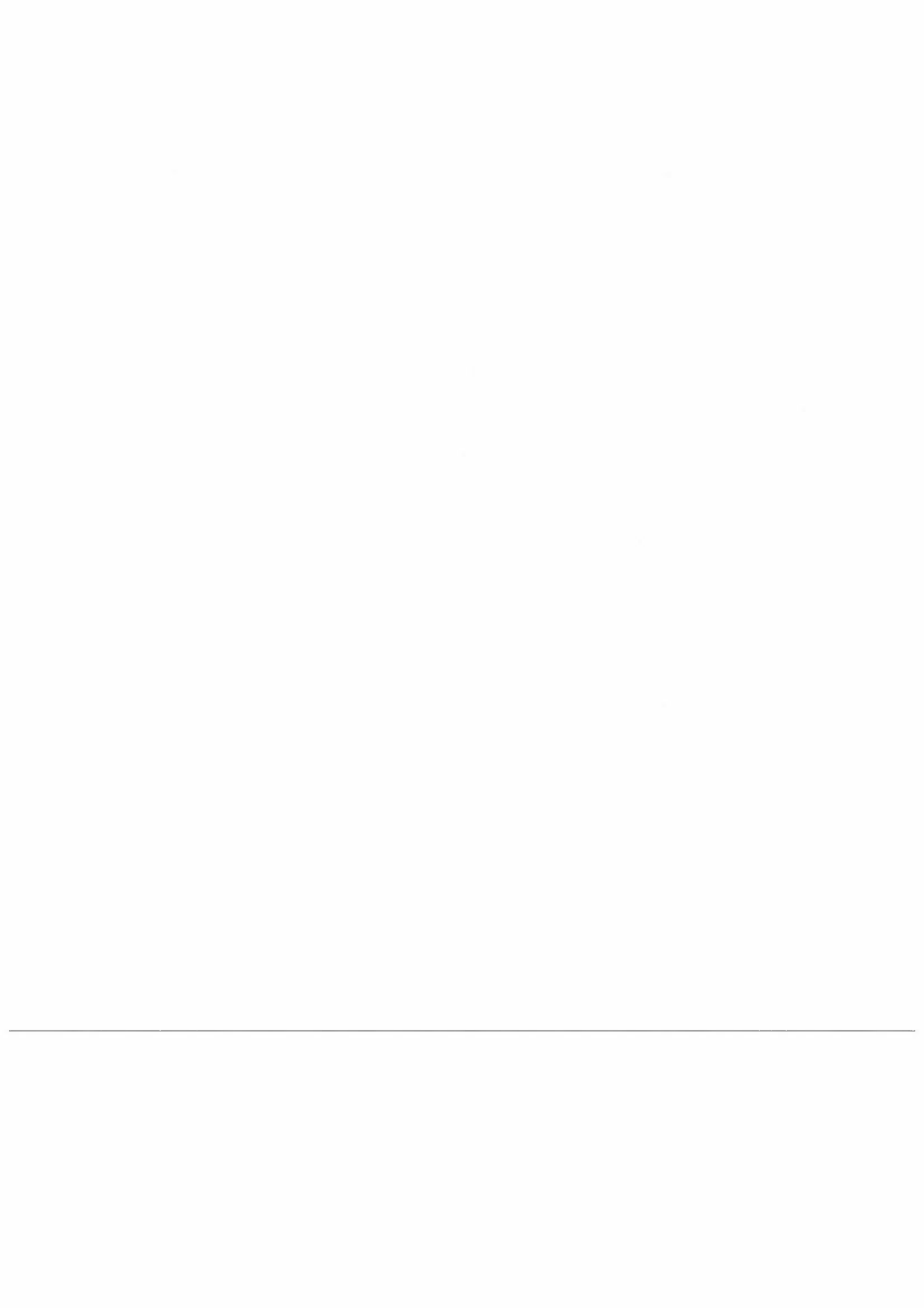
Antall inkluderte: 24

Antall manglende verdier: 0

## **Vedlegg D**

### **Enkeltresultater fra norske haller**





### Enkeltresultater fra norske haller

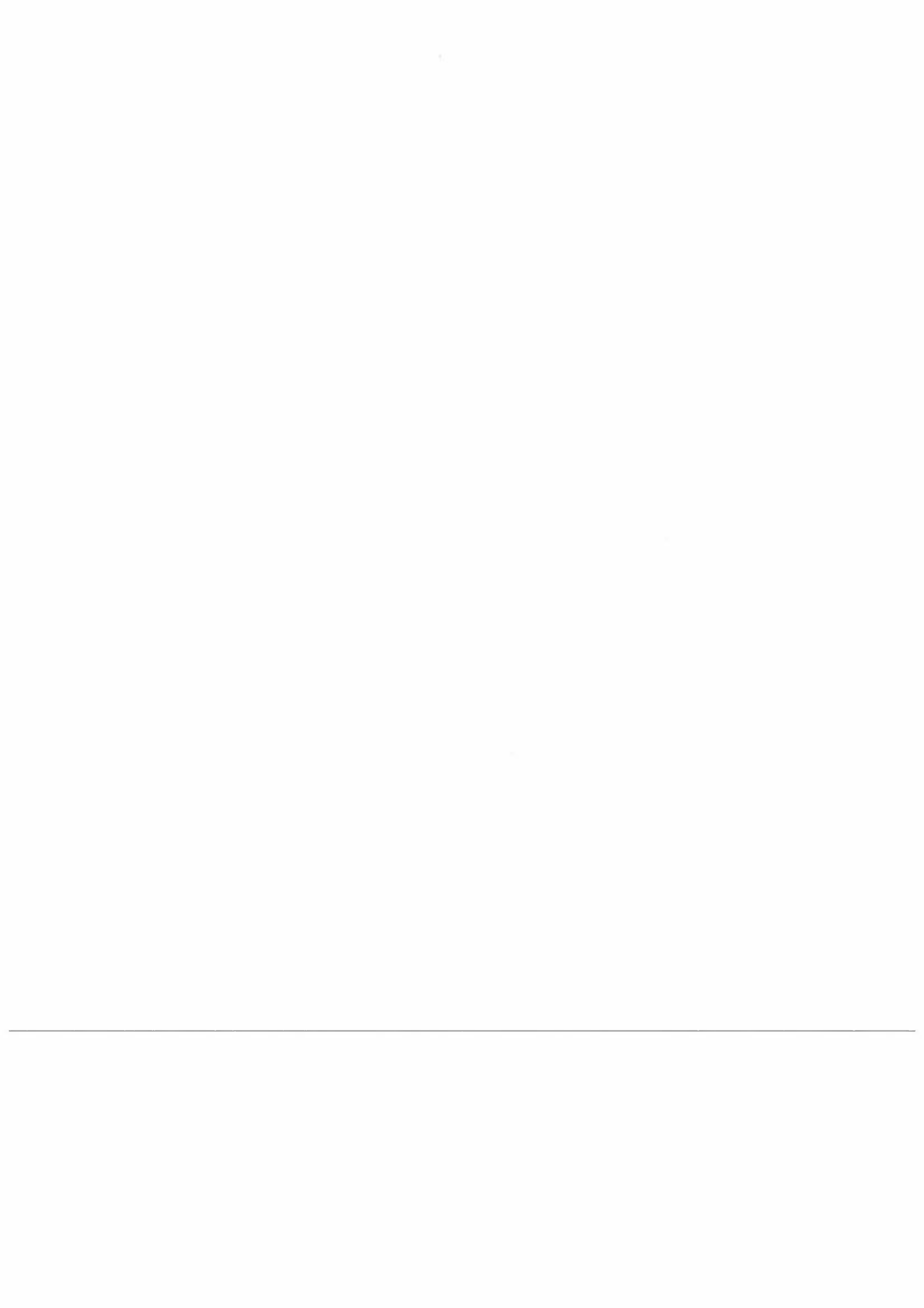
Hall	Ute (C1)	Sekretariat (C2)	Tribune (C3)
E	35,75	1240*	1130*
R	62,09	436,53	419,60
F	15,05	291,65	237,08
M	18,82	280,36	280,36
Ø	24,46	255,90	244,61
G	65,86	250,25	289,77
P	11,29	233,32	206,04
Q		229,56	198,51
W	13,17	174,99	190,04
H	11,29	103,49	137,36
K	9,41	71,50	69,62
A	13,17	69,62	73,38
N	9,41	63,97	71,50
B			63,97
O	13,17	62,09	54,57
I	15,05	55,51	65,86
U	45,16	48,92	39,51
T	15,05	39,51	35,75
Z	28,22	36,69	31,99
J	11,29		33,87
Æ	31,99	29,17	26,34
C	33,87	24,46	24,46
S	13,17	22,58	24,46
L	13,17	11,29	15,05

\*: På grunn av de analysetekniske problemene er dette beregnede tall.



**Vedlegg E**

**Prøvetakingsinstruks**



## Prøvetakingsinstruks

Til : De som skal utføre prøvetaking i ishallene  
Fra : Ole-Anders Braathen  
Dato : 12. januar 1994  
Ref. : OAB/MAa/E-93105

### SAK: Instruksjon for bruk av prøvetakerne (Palmeres passive prøvetaker for NO<sub>2</sub>)

#### 0. Innhold

Forsendelsen inneholder 3 prøvetakere i en plastikk-pose. (I enkelte forsendelser er to prøvetakere festet sammen med limbånd. Slike prøvetakere skal ikke skilles fra hverandre, de skal plasseres ut sammen og ta prøver samtidig. Meningen er at vi skal kontrollere hvor stor forskjell det blir i resultatene fra de to prøvetakerne.)

**Prøvetakerne må ikke åpnes før alt er klart til å starte prøvetakingen!**

#### 1. Start av prøvetaking

- Åpne plastikkposen og ta ut prøvetakeren. (Ta vare på plastikkposen, den skal benyttes når prøvetakingen skal avsluttes og prøvetakerne skal returneres til NILU).
- Hold prøvetakeren i en hånd og ta av den blå plastikk-hetta. (Oppbevar den blå plasthetta i plastikkposen)
- Noter dato, tidspunkt og identifikasjonsnummer (prøvetakeren) på det vedlagte driftsskjemaet når du tar av den blå plasthetta

#### 2. Plassering

- I hvert målepunkt skal prøvetakeren plasseres så sikkert som mulig og med den åpne enden pekende nedover.
  - Plasser den ene inneluftprøvetakeren i pustehøyde (så langt dette er mulig) i Sekretariatet ("scorekeeper's bench") så tett til isflaten som mulig.
- 
- Plasser den andre inneluftprøvetakeren i en ende av hallen hvor tilskuere vanligvis oppholder seg.
  - Plasser uteluftprøvetakeren så fritt som mulig tett ved ishallen, men så langt som mulig vekk fra NO<sub>2</sub>-kilder som biler og isprepareringsmaskiner (hvis mulig også beskyttet mot nedbør).

- Noter plasseringen av prøvetakerne på driftsskjemaet.

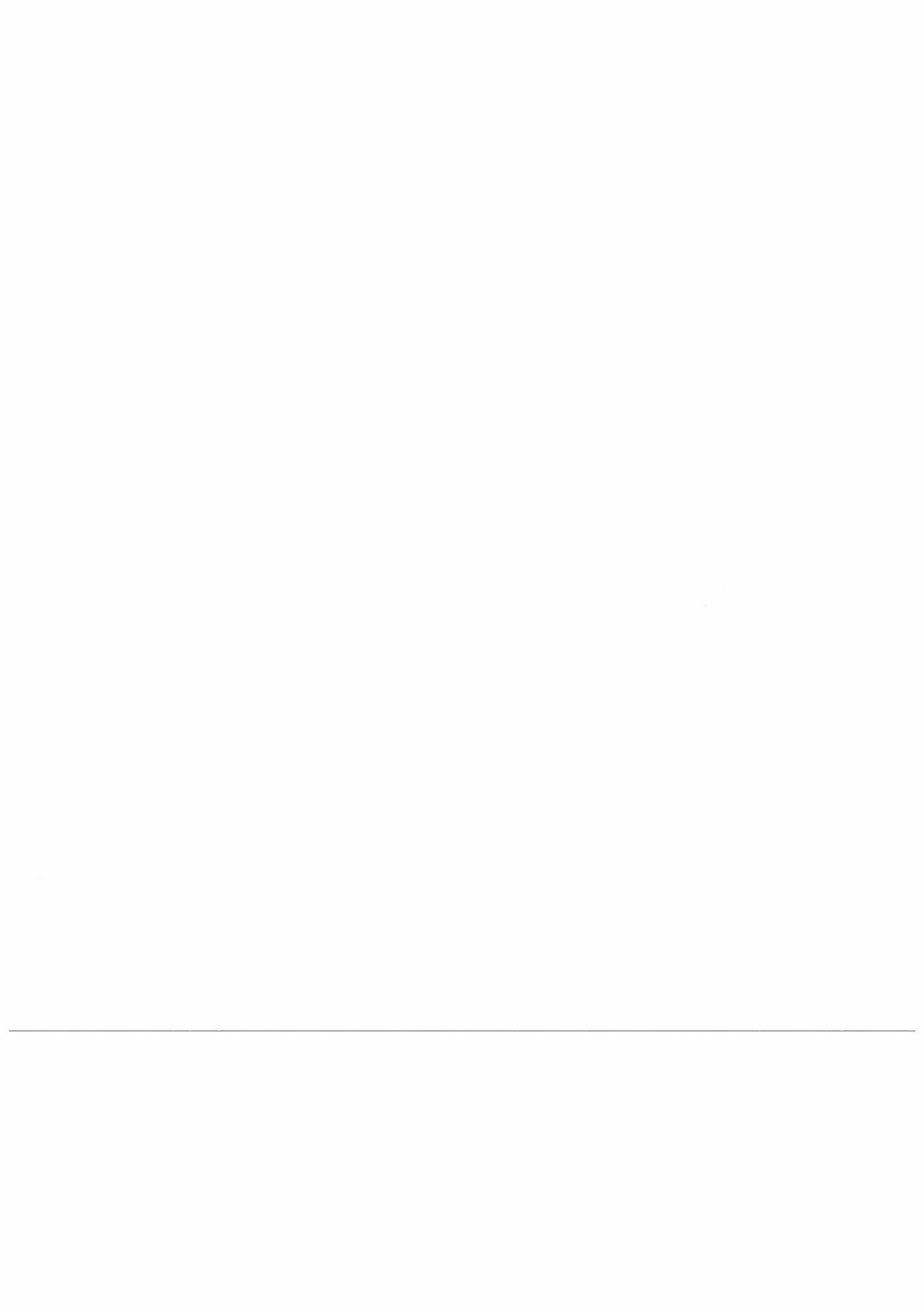
**Det er viktig at driften av hallen er som vanlig i prøvetakingstida!**

### **3. Avslutning av prøvetaking**

- Forsegl prøvetakeren ved å presse den blå plasthetta godt på.
- Noter dato og tidspunkt for avslutningen på driftsskjemaet.
- Legg prøvetakerne i plastikkposen og lukk posen.
- Returner prøvetakerne (alle), driftsskjemaet og det ferdig utfylte spørreskjemaet så snart som mulig til NILU.

**Vedlegg F**  
**Spørreskjema**





## Spørreskjema

**DET ER VIKTIG FOR UNDERSØKELSEN AT DRIFT AV HALLEN OG  
BRUK AV ISPREPARERINGSMASKIN SÅ LANGT SOM MULIG ER  
SOM VANLIG I PRØVETAKINGSPERIODEN.**

**Land nummer :**

**Ishall nummer :**

Vær vennlig å besvare de følgende spørsmål angående isprepareringsmaskinen og driften av ishallen:

### 1 ISHALLEN

1.a (=a) Hvor mange isflater er det i anlegget?  
Hvis det er flere isflater, er flatene plassert i separate haller?

1.b (=b) Hvor gammel er bygningen?

1.c (=c) Er ishallen fullstendig innelukket?

Beskriv bygningen kort :

1.d (=d) Hvor mange tilskuere er det plass til?

1.e (=e) Hva er volumet av ishallen (m<sup>3</sup>)

1.f (=f) Hva slags ventilasjonsanlegg har ishallen?  
(Sett ring rundt alle alternativer som passer)

Nei	Mekanisk ventilasjon (tilluft og avluft)	Resirkulering av inneluft (omluft)	Avfukting
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Eventuelle andre opplysninger:

1.g (=g) Hvor ofte er ventilasjonsanlegget i bruk (timer/dag)

- 1.h (=h) Med hvilken effekt kjøres ventilasjonsanlegget (full effekt, redusert effekt o.s.v. Spesifiser):
- 1.i (=i) Hvor mange timer pr. dag (i gjennomsnitt) er ishallen i bruk på hverdager?
- 1.j (=j) Omtrent hvor mange personer benytter ishallen hver dag på hverdager?
- 1.k (=k) Hvor mange timer pr. dag (i gjennomsnitt) er ishallen i bruk i helgene?
- 1.l (=l) Omtrent hvor mange personer benytter ishallen hver dag i helgene?
- 1.m Er ishallen i bruk hele året?  
Hvis ikke, beskriv når hallen er i bruk:

## 2 ISPREPARERING

- 2.a (=m) Hvor mange isprepareringsmaskiner er i bruk?  
(Hvis det er mer enn en maskin, vennligst svar separat for hver maskin i det følgende og beskriv hvordan hver maskin benyttes)
- 2.b (=n) Marker type prepareringsmaskin med en ring:
- |               |        |      |        |           |
|---------------|--------|------|--------|-----------|
| Maskin nr. 1: | Propan | Gass | Diesel | Elektrisk |
| Maskin nr. 2: | Propan | Gass | Diesel | Elektrisk |
| Maskin nr. 3: | Propan | Gass | Diesel | Elektrisk |
- 2.c (=o) Spesifiser produksjonsår og modell for hver prepareringsmaskin:

---

Maskin nr. 1:

Maskin nr. 2:

Maskin nr. 3:

2.d (=p) Hvor stor er motoren (volum)?

Maskin nr. 1:

Maskin nr. 2:

Maskin nr. 3:

2.e (=q) Har prepareringsmaskinen katalysator? Spesifiser i så fall hvilken type:

Maskin nr. 1:

Maskin nr. 2:

Maskin nr. 3:

2.f (=r) Hvor ofte blir motoren justert/overhaldt?

Maskin nr. 1:

Maskin nr. 2:

Maskin nr. 3:

2.g (=s) Hvor lenge er det siden det sist ble foretatt justering/overhaling av motoren:

Maskin nr. 1:

Maskin nr. 2:

Maskin nr. 3:

2.h (=t) Omtrent hvor lang tid tar prepareringen av isflaten hver gang?

2.i (=u) Omtrent hvor mange ganger om dagen prepareres isflaten?

---

På hverdager (sett ring)?

1-3

4- 6

7-10

11-13

14-16

Mer enn 15

I helgene (sett ring):

1-3	4- 6	7-10	11-13
	14-16	Mer enn 15	

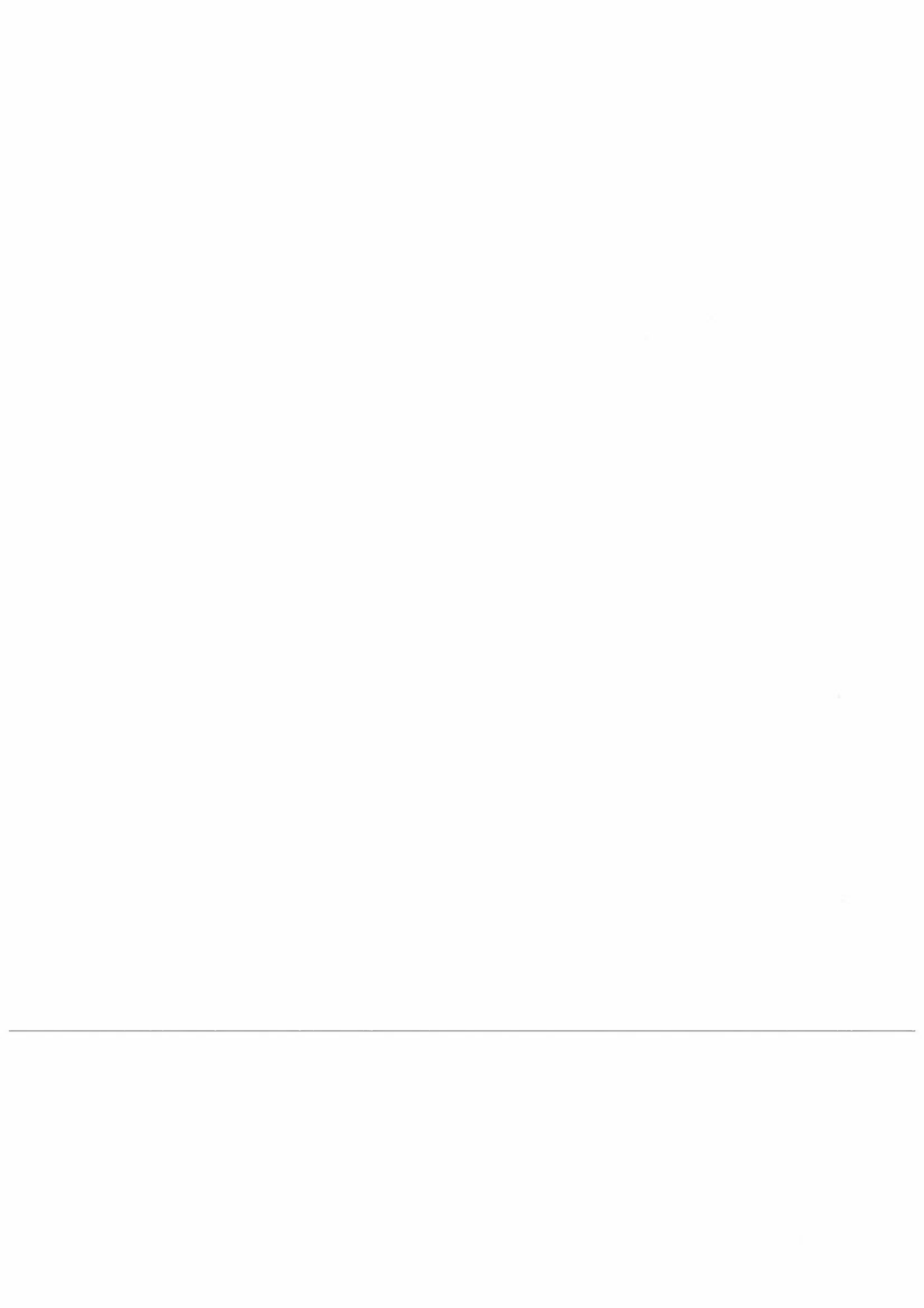
2.k (=v) Brukes en iskantfreser i hallen?

2.l (=w) Hvis ja, hvor mange ganger benyttes iskantfreseren pr. dag:

Hvor lenge benyttes freseren hver gang?

## **Vedlegg G**

### **Svar på spørreskjemaet fra norske haller**



## Svar på spørreskjemaet fra norske haller

### Hvor mange isflater er det i anlegget? (1.a)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	23	95,8	95,8
2	1	4,2	4,2

Antall inkluderte: 24

Antall manglende verdier: 0

### Hvor gammel (år) er bygningen? (1.b)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
11,9	10,9	119,6
Median	Minimum	Maksimum
7,0	1,0	42,0

Prosentil	Verdi
10	1,5
25	5,0
50	7,0
75	19,3
90	28,5

Antall inkluderte: 24

Antall manglende verdier: 0

### Er bygningen fullstendig innelukket? (1.c)

(1 = ja, 2 = nei)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	24	100	100

Antall inkluderte: 24

Antall manglende verdier: 0

### Hvor mange tilskuere er det plass til? (1.d)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
2454	2488	6191065
Median	Minimum	Maksimum
1500	0	9999



Prosentil	Verdi
10	375
25	600
50	1500
75	3750
90	6150

Antall inkluderte: 24  
 Antall manglende verdier: 0

### Hva er volumet (m3) av ishallen? (1.e)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
44873	62490	3905077401
Median	Minimum	Maksimum
23000	5000	240000

Prosentil	Verdi
10	5000
25	17727
50	23000
75	39650
90	184000

Antall inkluderte: 17  
 Antall manglende verdier: 7

### Hva salgs ventilasjonsanlegg har hallen? (1.f.1)

(1 = ingen, 2 = mekanisk ventilasjon, 3 = resirkulering, 4 = avfukting)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	3	12,5	12,5
2	16	66,7	66,7
3	4	16,7	16,7
4	1	4,2	4,2

Antall inkluderte: 24  
 Antall manglende verdier: 0

**Ventilasjon i tillegg til hovedtypen spesifisert i 1.f.1 (1.f.2)**

(1 = ingen, 2 = mekanisk ventilasjon, 3 = resirkulering, 4 = avfukting)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
3	6	25,0	54,5
4	5	20,8	45,5

Antall inkluderte: 11

Antall manglende verdier: 13

**Hvor ofte (timer/dag) er ventilasjonsanlegget i bruk? (1.g)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
18,1	8,3	69,0
Median	Minimum	Maksimum
24,0	0,0	24,0

Prosentil	Verdi
10	4,5
25	12,5
50	24,0
75	24,0
90	24,0

Antall inkluderte: 18

Antall manglende verdier: 6

**Med hvilken effekt kjøres ventilasjonsanlegget? (1.h)**

(1 = full effekt, 2 = redusert effekt)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	10	41,7	66,7
2	5	20,8	33,3

Antall inkluderte: 15

Antall manglende verdier: 9

**Hvor mange timer pr. dag er ishallen i bruk på hverdager? (1.i)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
10,5	3,4	11,8
Median	Minimum	Maksimum
10,0	5,0	16,0

Prosentil	Verdi
10	6,0
25	8,0
50	10,0
75	14,0
90	15,0

Antall inkluderte: 23  
 Antall manglende verdier: 1

**Omtrent hvor mange personer benytter ishallen hver dag på hverdager? (1.j)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
184	97	9485
Median	Minimum	Maksimum
150	80	500

Prosentil	Verdi
10	92
25	120
50	150
75	225
90	300

Antall inkluderte: 21  
 Antall manglende verdier: 3

**Hvor mange timer pr. dag er ishallen i bruk i helgene? (1.k)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
13,0	3,5	12,0
Median	Minimum	Maksimum
13,0	8,0	22,0

Prosentil	Verdi
10	9,0
25	10,8
50	13,0
75	14,0
90	19,5

Antall inkluderte: 22  
 Antall manglende verdier: 2

**Omtrent hvor mange personer benytter ishallen hver dag i helgene? (1.1)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
311	132	17516
Median	Minimum	Maksimum
300	90	600

Prosentil	Verdi
10	180
25	200
50	300
75	400
90	500

Antall inkluderte: 19  
 Antall manglende verdier: 5

**Hvor mange isprepareringsmaskiner er i bruk? (2.a)**

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	19	79,2	79,2
2	5	20,8	20,8

Antall inkluderte: 24  
 Antall manglende verdier: 0

**Hvor stort er maskinvolumet (ml) for prepareringsmaskin nr. 1? (2.d.1)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
4029	1741	3029706
Median	Minimum	Maksimum
5000	1600	5700

Prosentil	Verdi
10	1600
25	1800
50	5000
75	5350
90	5700

Antall inkluderte: 17  
 Antall manglende verdier: 7

**Hvor stort er maskinvolumet (ml) for prepareringsmaskin nr. 2? (2.d.2)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
2533	808	653333
Median	Minimum	Maksimum
3000	1600	3000

Prosentil	Verdi
10	1600
25	1600
50	3000
75	-
90	-

Antall inkluderte: 3  
 Antall manglende verdier: 21

**Har prepareringsmaskin nr. 1 katalysator? (2.e.1)**

(1 = ja, 2 = nei)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	3	12,5	14,3
2	18	75,0	85,7

Antall inkluderte: 21  
 Antall manglende verdier: 3

**Har prepareringsmaskin nr. 2 katalysator? (2.e.2)**

(1 = ja, 2 = nei)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
2	4	16,7	100,0

Antall inkluderte: 4  
 Antall manglende verdier: 20

**Hvor ofte (antall ganger pr. år) blir motoren til prepareringsmaskin nr. 1 overhalt? (2.f.1)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
2,5	2,9	8,7
Median	Minimum	Maksimum
1,0	1,0	9,0

Prosentil	Verdi
10	1,0
25	1,0
50	1,0
75	2,5
90	9,0

Antall inkluderte: 21  
 Antall manglende verdier: 3

**Hvor ofte (antall ganger pr. år) blir motoren til prepareringsmaskin nr. 2 overhaldt? (2.f.2)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Variance
2,3	2,5	6,3
Median	Minimum	Maksimum
1,0	1,0	6,0

Prosentil	Verdi
10	1,0
25	1,0
50	1,0
75	4,8
90	-

Antall inkluderte: 4  
 Antall manglende verdier: 20

**Hvor lenge (måneder) er det siden det sist ble foretatt justering/overhaling av motoren? (2.g)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Variance
3,7	2,6	6,8
Median	Minimum	Maksimum
3,0	1,0	8,0

Prosentil	Verdi
10	1,0
25	1,0
50	3,0
75	6,0
90	7,7

Antall inkluderte: 12  
 Antall manglende verdier: 12

**Hvor lang tid (minutter) tar prepareringen av isflaten hver gang? (2.h)**

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
11,0	2,2	4,7
Median	Minimum	Maksimum
10,00	7,0	15,0

Prosentil	Verdi
10	9,0
25	10,0
50	10,0
75	12,0
90	15,0

Antall inkluderte: 23

Antall manglende verdier: 1

**Omtrent hvor mange ganger om dagen prepareres isflaten på hverdager?****(2.i.1)**

(1=1-3, 2=4-6, 3=7-9, 4=10-12, 5=13-15, 6=&gt;15)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
2,9	0,9	0,9
Median	Minimum	Maksimum
3,0	2,0	5,0

Prosentil	Verdi
10	2,0
25	2,0
50	3,0
75	3,0
90	4,5

Antall inkluderte: 24

Antall manglende verdier: 0

**Hvor mange ganger om dagen prepareres isflaten i helgene? (2.i.2)**

(1=1-3, 2=4-6, 3=7-9, 4=10-12, 5=13-15, 6=&gt;15)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
3,7	1,3	1,6
Median	Minimum	Maksimum
3,0	2,0	6,0

Prosentil	Verdi
10	2,0
25	3,0
50	3,0
75	5,0
90	6,0

Antall inkluderte: 22  
 Antall manglende verdier: 2

### Brukes en iskantfreser i hallen? (2.k)

(1 = ja, 2 = nei)

Verdi	Antall	Frekvens (%)	Prosent (%)
1	24	100,0	100,0

Antall inkluderte: 24  
 Antall manglende verdier: 0

### Hvor mange ganger benyttes iskantfreseren pr. dag? (2.1.1)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
0,7	0,6	0,4
Median	Minimum	Maksimum
1,0	0	2,0

Prosentil	Verdi
10	0
25	0
50	1,0
75	1,0
90	1,7

Antall inkluderte: 22  
 Antall manglende verdier: 2

### Hvor lenge (minutter) benyttes iskantfreseren hver gang? (2.1.2)

Gjennomsnitt	Standardavvik	Varianse
10,9	7,4	54,6
Median	Minimum	Maksimum
10,0	3,0	30,0



Prosentil	Verdi
10	3,0
25	5,0
50	10,0
75	15,0
90	25,0

Antall inkluderte: 24  
Antall manglende verdier: 0



# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 16/95	ISBN-82-425-0666-3	
DATO 30.3.95	ANSV. SIGN. <i>Ole-Anders Braathen</i>	ANT. SIDER 64	PRIS NOK 105,-
TITTEL NO <sub>2</sub> -konsentrasjoner i norske ishaller		PROSJEKTLEDER Ole-Anders Braathen	
		NILU PROSJEKT NR. E-93105	
FORFATTER(E) Ole-Anders Braathen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER NILU			
STIKKORD Nitrogendioksid	Ishaller		
REFERAT NO <sub>2</sub> -konsentrasjoner ble målt inne i og like utenfor norske ishaller vinteren 1994. Av de 29 hallene som var i drift, ble det målt i 24. Målingene ble utført som ukemålinger ved hjelp av "Palmeres" tubes som er passive prøvetakere. Samtidig ble det målt i over 300 haller i åtte andre land. Utekonsentrasjonen ved norske ishaller (gjennomsnitt) var relativt lav og det samme gjaldt konsentrasjonen i innelufta (gjennomsnitt). Inneluft-konsentrasjonen i 10 av hallene var likevel over 100 µg/m <sup>3</sup> og vil derfor gi en betydelig eksponering for personer som oppholder seg i disse hallene.			
TITLE Indoor air NO <sub>2</sub> -concentrations in ice skating arenas in Norway.			
ABSTRACT NO <sub>2</sub> -concentrations were measured inside and outside of Norwegian ice skating arenas in the winter 1994. Measurements were carried out in 24 of the 29 arenas that were in operation at the time. The sampling time was 1 week, and the sampling was done with "Palmeres" tubes which are passive samples. At the same time, measurements were carried out in more than 300 arenas in 8 countries. The outdoor air concentration (average) around the arenas in Norway was relatively low and this was also the case for the average indoor air concentration. However, in 10 of the Norwegian rinks the indoor air concentration exceeded 100 µg/m <sup>3</sup> .			

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