



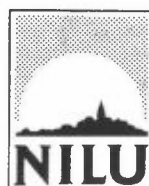
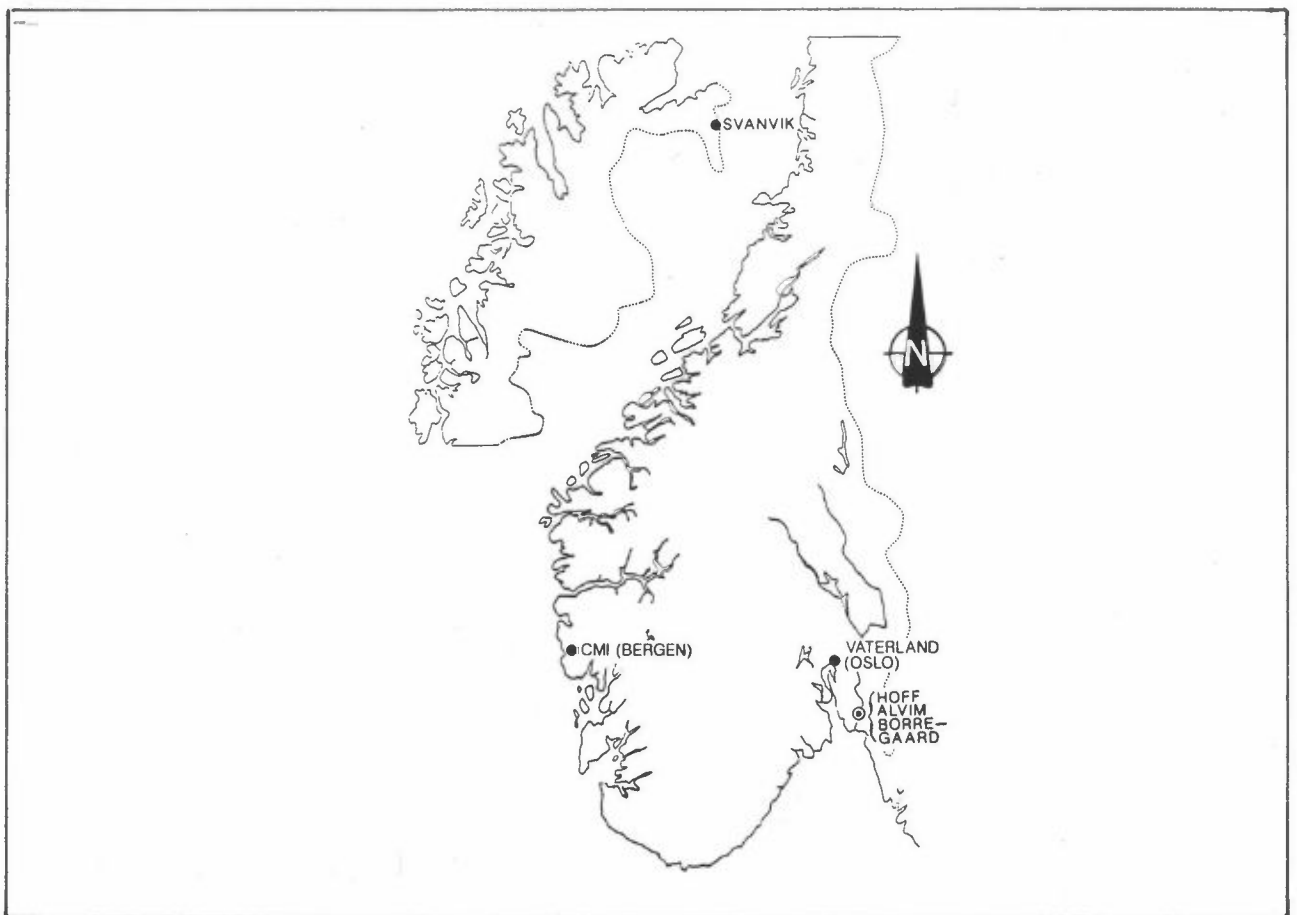
Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 372/89

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon: NILU

Overvåking av korrosjon 1987-1988



Norsk institutt for luftforskning

NILU OR : 64/89
REFERANSE: O-8123
DATO : NOVEMBER 1989
ISBN : 82-425-0078-9

OVERVÅKING AV KORROSJON
1987-1988

O. Anda

Utført på oppdrag fra
Statens forurensningstilsyn

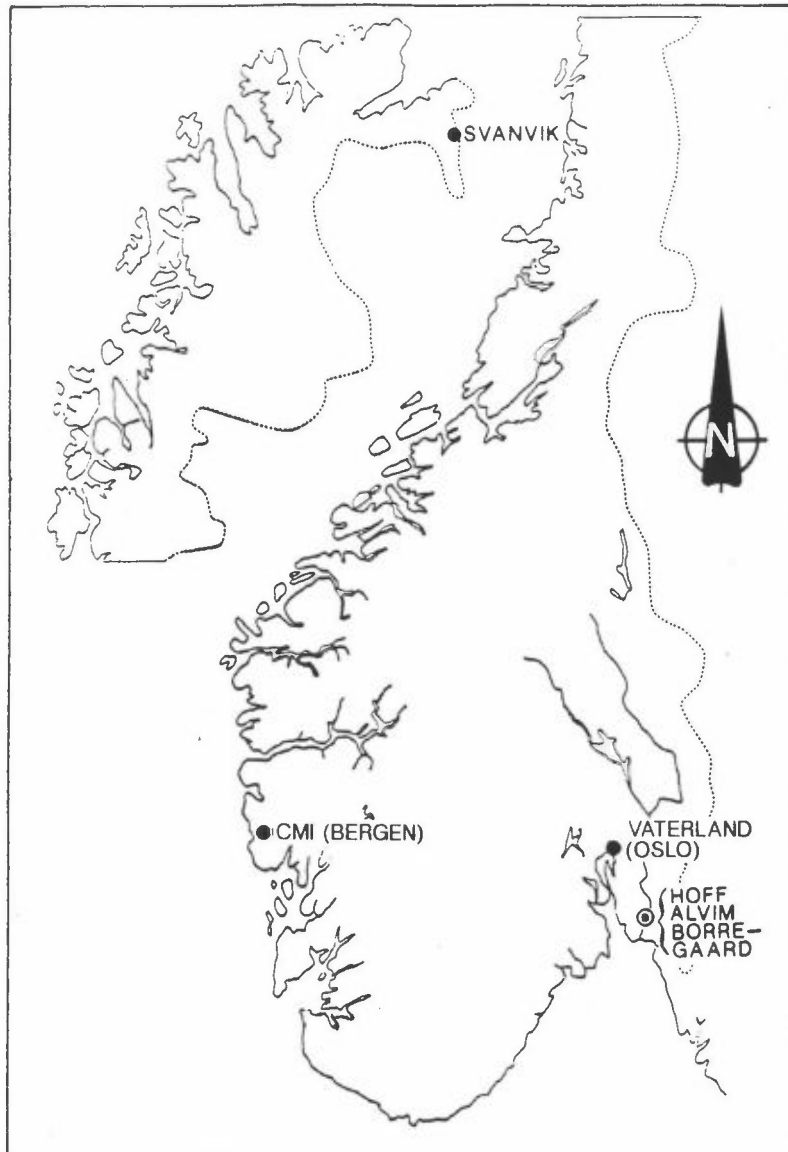
NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

Overvåkingen av korrosjon utføres på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn som en del av Statlig program for forurensningsovervåking, og gjelder metallene stål, sink, kopper og aluminium.

Prosjektet omfatter i dag måling av korrosjon (vekttapsmålinger) og miljøparametre på 6 stasjoner, herav 4 i Østlands-området, en i Bergen og en i Finnmark.

Rapporten gir miljø- og korrosjonsdata for årene 1987 og 1988 (vedlegg), og den gir også en vurdering av korrosjon over tid.



Overvåkingsstasjonenes plassering. Hoff ligger i Onsøy kommune og Alvim og Borregaard ligger i Sarpsborg.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Målet med dette prosjektet er å undersøke sammenhenger mellom metaller (stål, Zn, Cu og Al) korrosjon og miljøvariable. Miljøvariable er luftforurensninger og dessuten meteorologiske forhold som enten alene eller sammen med luftforurensninger kan virke korrosjonsfremmende.

Korrosjonshastigheten bestemmes i første rekke av SO_2 på forurensningssiden og fuktighet på klimasiden. Fuktighetsparameteren våttid som nå brukes mye i korrosjonssammenheng, betegnes TOW (= time of wetness). TOW er antall timer hvor luftfuktigheten er 80% eller høyere samtidig som temperaturen er 0°C eller mer, dvs. den del av tiden hvor betydningsfull korrosjon faktisk skjer. Det er indikasjoner på at temperaturgrensen burde ha vært satt enda noe lavere enn 0°C (Hagen et al., 1987).

Virkningen av nitrogendioksid, som i dag oftest finnes i større mengder i norske byer enn svoveldioksid på grunn av biltrafikken, er mindre kjent for de metallene som omtales. Laboratorieforsøk tyder på at ved relativ fuktighet over 90% vil NO_2 kunne dempe korrosjonen i SO_2 -holdig atmosfære for stål og muligens også for aluminium. Under 90% relativ fuktighet vil imidlertid NO_2 kunne gi noe økning av korrosjonen. For sink og kopper synes NO_2 å kunne øke korrosjonen ved fuktighet $>90\%$. Eksponeringer under tørrere forhold (dvs. $<90\%$), er ennå mindre undersøkt for disse to metallene. Forsøkene er utført ved relativt høye konsentrasjoner (fra ca. $550 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $8\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) av SO_2 og NO_2 (Johansson, 1986).

Klorider i luft, som ofte er av marin opprinnelse, betyr lite for korrosjonen i norske byer da konsentrasjonsnivået normalt er lavt. I kystnære og værharde strøk kan klorid gi korrosjonsproblemer spesielt på stål og Al, men dette er i så fall ikke noe antropogent forurensningsproblem.

Smuss kan også ha betydning for korrosjonen. Smuss er i korrosjonssammenheng ikke noe entydig begrep. Det kan således virke både korrosjons-dempende og -fremmende alt etter dets sammensetning og overflate-egenskaper. Smuss måles ikke på NILUs korrosjonsstasjoner. I

støv og smussbelastede områder som byer og industristrøk hvor SO_2 nivået er lavt, vil en sannsynligvis måtte vie denne parameter større oppmerksomhet ved fremtidige målinger. Uventede korrosjonsforløp kan kanskje ha noe av sin forklaring her.

NILU har hatt korrosjonsovervåking i Østfold på Hoff i Onsøy kommune, på Alvim og Borregaard i Sarpsborg siden 1981, på Vaterland i Oslo siden 1982 og på CMI i Bergen og på Svanvik i Varanger (Finnmark) siden 1984. Disse stasjonene representerer ulike korrosjonsmiljøer.

Metallene er eksponert i 3 ulike posisjoner relativt til horisontalplanet: 45° , parallelt og i vertikal posisjon under tak.

- Generelt har en for alle metaller funnet størst korrosjon i horisontalposisjon og klart minst i posisjonen under tak. Et unntak her er Al som viser størst korrosjon under tak på alle stasjoner bortsett fra Bergen.
- Østfoldstasjonene er velegnet til å studere SO_2 -effekten, fordi de klimatiske forhold er tilnærmet like. En finner økende korrosjon med økende SO_2 -innhold i luften for samtlige metaller, når en sammenlikner stasjonene. Dersom en sammenlikner ulike SO_2 -nivåer på samme stasjon er forholdet mer komplisert for stål. For de andre metallene har en for få data til å si noe om dette.
- Den årlige korrosjonen av stål var noe høyere i 1988 enn i 1987 på alle Østlandsstasjonene, men avviket fra middelveiden de siste årene var lite. Et unntak er Borregaard som særlig for 1987 har lavere korrosjon. CMI og Svanvik viser litt lavere korrosjon i 1988 enn i 1987, men avviker lite fra stedenes middelveid.
- Forholdet mellom korrosjonen i normal stilling og under tak sier noe om korrosjonsbidraget fra nedbøren. En høy brøk betyr at nedbøren betyr relativt mye. Dette er tilfelle på CMI i Bergen hvor en for alle metaller har klart høyere forholdstall enn på de andre stasjonene. Korrosiviteten på CMI er imidlertid lav.

- Tabellen viser midlere årsvektttap i g/m^2 for de undersøkte metaller på samtlige stasjoner (i normal posisjon dvs. 45° relativt til horisontalplanet). For de andre metallene enn stål, er middelverdiene basert på meget få tall.

| Stasjon | Stål | Zn | Cu | Al |
|------------|------|------|------|-----|
| Hoff | 213 | 6,8 | 6,6 | 0,5 |
| Alvim | 327 | 12,5 | 7,7 | 1,1 |
| Borregaard | 739 | 41,0 | 18,5 | 1,8 |
| Vaterland | 220 | 12,5 | 4,8 | 0,7 |
| CMI | 156 | 16,0 | 4,6 | 0,5 |
| Svanvik | 155 | 8,2 | 4,4 | 0,2 |

INNHOOLD

| | Side |
|---|------|
| FORORD | 1 |
| SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER | 3 |
| 1 INNLEDNING | 9 |
| 2 STASJONSNETT, INSTRUMENTERING OG PARAMETERVALG | 9 |
| 3 DISKUSJON AV RESULTATENE | 12 |
| 3.1 Stål - ettårs vekttap | 12 |
| 3.1.1 Forholdet mellom korrosjon i standardstilling og under tak | 14 |
| 3.1.2 Korrosjon/miljøparametre | 16 |
| 3.1.2.1 Østfold-stasjonene | 17 |
| 3.1.2.2 Øvrige stasjoner | 29 |
| 3.2 Flerårs-korrosjon | 21 |
| 3.2.1 Stål | 21 |
| 3.2.2 Sink | 22 |
| 3.2.3 Kopper | 24 |
| 3.2.4 Aluminium | 25 |
| 4 REFERANSER | 26 |
| VEDLEGG: | 29 |

OVERVÅKING AV KORROSJON 1987-1988

1 INNLEDNING

Hensikten med korrosjonsundersøkelsene i "Statlig program for forurensningsovervåking" er å klargjøre sammenhengene mellom miljøvariable og korrosjonshastighet. I miljøvariable inngår forurensninger og klima. Ved valg av målesteder har en derfor tatt hensyn til variasjoner i klima og forurensningsgrad. De metaller en har eksponert er stål, sink (foreksponert), kopper og aluminium. De første metall-eksponeringene startet i november 1981 med 3 stasjoner i Sarpsborg/Fredrikstad-området. I perioden 1982-1984 ble korrosjonsovervåkingen utvidet med ytterligere 3 stasjoner: Vaterland (Oslo), CMI (Bergen) og Svanvik (Finnmark).

Rapporten gir miljø- og korrosjonsdata for 1987 og 1988, og den gir også en vurdering av korrosjonsforløpet sett i forhold til miljøparametrene. Merk at eksponeringene starter noe forskjellig på de ulike stasjonene, og at miljødataene er oppgitt for kalenderåret.

2 STASJONSNETTET, INSTRUMENTERING OG PARAMETERVALG

Fra og med 1984 var seks stasjoner inkludert i overvåkingsnettets: tre stasjoner i Østfold: Hoff i Onsøy kommune (tilnærmet bakgrunnsstasjon), Borregaard (industri) og Alvim i Sarpsborg (villabebyggelse), en stasjon i Oslo sentrum (Vaterland), en stasjon i Bergen (CMI, ingeniørhøyskolens tak) og en stasjon på Svanvik, Øst-Finnmark (subarktisk, kan episodisk være påvirket av industriutslipp fra Sovjet). Figur 1 viser når eksponeringen startet på de enkelte stasjoner og hvilke eksponeringstider en har anvendt. Eksponeringstiden er planlagt til 8 år pr. stasjon.

Stasjonene er utstyrt med nedbørmåler, termohygrograf og aerosolfelle, og på de fleste stasjoner er det også prøvetakere for SO_2 og NO_2 .

| Stasjon | Overvåkingsprogram. Basisundersøkelsene (NB: bare pos. 45 ⁰). | | | | | | | | Metaller |
|---------------------------------|---|---|---------|---------|---------|---------|------|------|----------------|
| | Måned | | | | | | | | |
| Hoff, Borregaard og Alvim | Kvartal | | | | | | | | Fe |
| | 1.2 år | | | | | | | | Fe |
| | 1 års | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| | 1.2.4(6.10) | | | | | | | | Fe |
| Oslo | Kvartal | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| | 1 års | | | | | | | | Fe |
| | 1.2.4(6.10) | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| Bergen | Måned | | | | | | | | Fe |
| | Kvartal | | | | | | | | Fe |
| | 1.2 år | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| | 1 års | | | | | | | | Fe |
| Svanvik | Kvartal | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| | 1 års | | | | | | | | Fe |
| | 1.2(4.6.10) | | | | | | | | Fe, Zn, Cu, Al |
| | | 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | |
| | 81 | | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |

Figur 1: Oversikt over eksponeringsperiodene i basis og overvåkingsprogrammet.

De parametrene en anvender nå på samtlige overvåkingsstasjoner er:

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| Ledningsevne (μS) | } Gjelder nedbør på månedsbasis. | |
| pH | | } Unntak er Svanvik som er på ukesbasis og f.o.m. nov. 1987 gjelder dette også Borregaard og Oslo. |
| Svovelskonsentrasjon (mg/l) | | |
| Kloridkonsentrasjon, Cl-C (mg/l) | | |
| Kloridavsetning, Cl-B ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | |
| SO_2 i luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Gjelder ikke Hoff hvor en har bakgrunnsverdier rundt $5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. | | |
| NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ikke komplett målenett. | | |
| Tørravsatt klorid, Cl-B (AF) | } AF = aerosolfelle | |
| ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | |
| Tørravsatt magnesium, Mg-B (AF) | | |
| ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | |

For Østfoldstasjonene har en i noen tilfeller anvendt data fra DNMI's stasjon på Rygge.

Metallplatene som er 7,5x10 cm er plassert i tre posisjoner: 45° mot sør, horisontalt og under tak (i et modifisert dobbelt linkebur).

Stillingen i 45° kalles standard posisjon eller normal posisjon. Den horisontale plasseringen av prøveplatene har vi valgt da den i praksis er meget vanlig, og fra et korrosjonsmessig synspunkt ugunstig, på grunn av lengre våttider. Posisjonen "under tak" gir verdifulle opplysninger om virkningen av fravær av nedbør.

Eksponeringstidene har vært kvartal og 1, 2, 4 og 6 år for stål. For stål har en dessuten hatt årlige ettårseksponeringer. For de andre metallene har en ikke kvartalseksponeringer og årlige ettårseksponeringer.

Det er flere grunner for å velge ulike eksponeringstider ved korrosjonsundersøkelser. I prinsippet er en interessert i å eksponere korrosjonsprøvene kortest mulig tid. Men så lenge korrosjonsmekanismene i felt ikke er helt klarlagt, vil en få tolkningsproblemer av resultatene. Disse problemene vil bli større dess kortere eksponeringstiden er fordi prøvene i startfasen er mer "følsomme" for miljøkvaliteten. Et korrosjonsvekttap fremkommet etter en gitt tid kan således ikke bare fordobles ved dobbel eksponeringstid. Dette gjør at en ofte velger lengre eksponeringstider som 1 år og mer. En får da stabilisert overflaten slik at korrosjonen blir jevnere (dog fortsatt ofte ikke lineær med tiden), og en får også inkludert alle årets måneder med de miljøvariasjoner det innebærer.

Mekanismestudier i felt krever imidlertid korte eksponeringstider. Slike studier kombinerer en dessuten med forsøk i klimaskap og laboratoriet.

Korrosjonen måles som middelvekttap av to parallell-prøver. Korrosjonsvekttapet er differansen mellom metallplantens vekt før og etter eksponering. Den eksponerte platen må før veiing gjennom en beise-prosess hvor en fjerner korrosjonsproduktene.

3 DISKUSJON AV RESULTATENE

Vurderingene og de grafiske fremstillingene er basert på datamaterialet en finner i vedlegget.

3.1 STÅL - ETTÅRS VEKTTAP

Ettårsverdiene er vist i figur 2. De tre stillingene er tatt med for hver stasjon.

Stål korroderer mye mindre dersom det er skjermet for regn.

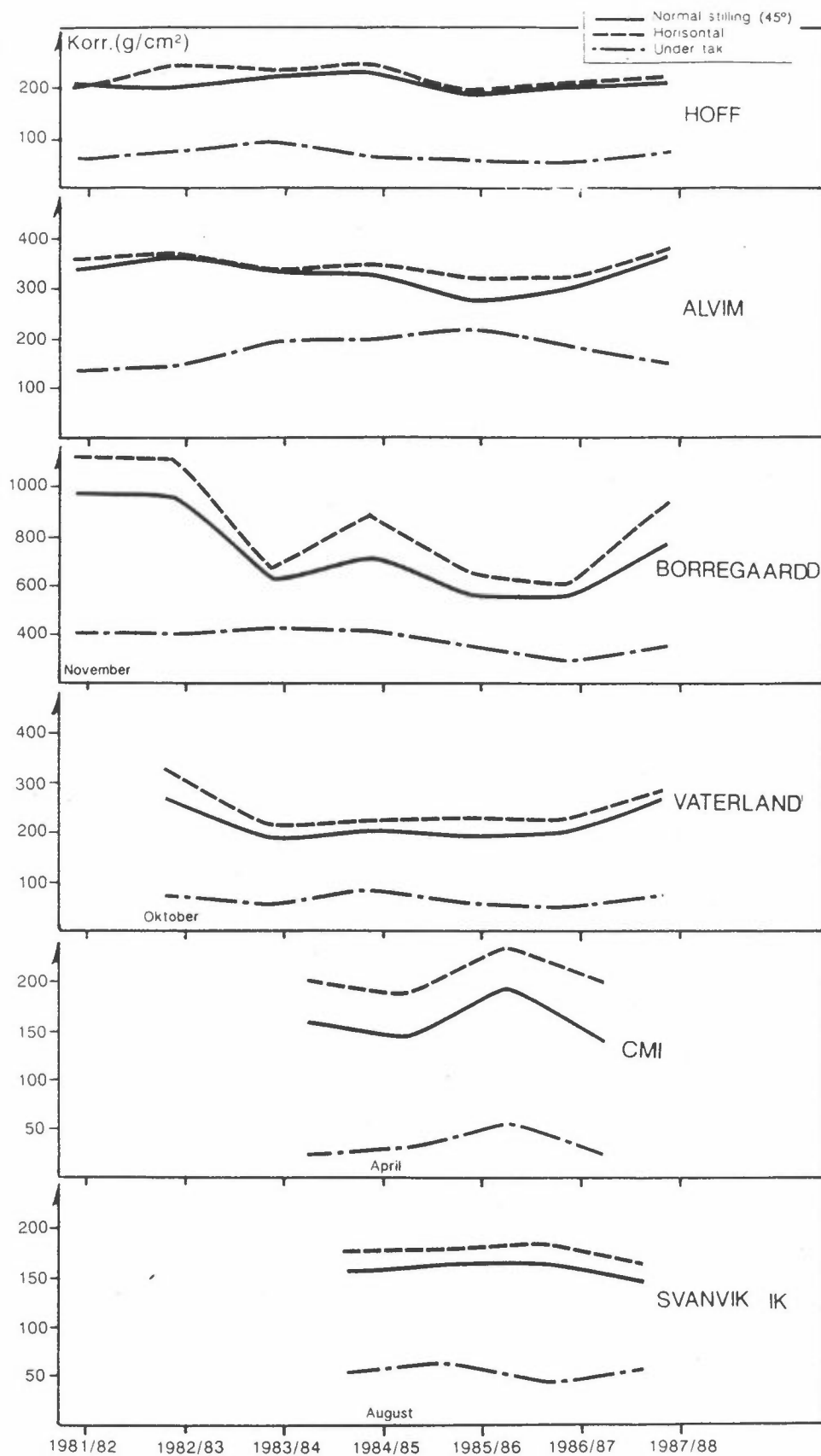
Korrosjonen blir omtrent halvert under tak sammenliknet med normalstillingen på Alvim og Borregaard. I Bergen (CMI) utgjør den bare ca. 20% av den korrosjon en får i normalstilling, for de øvrige stasjonene i overkant av 30.

Korrosjonen er noe høyere i horisontal enn i normal (45°) stilling. Dette gjelder alle stasjonene, men er mest markert i Bergen.

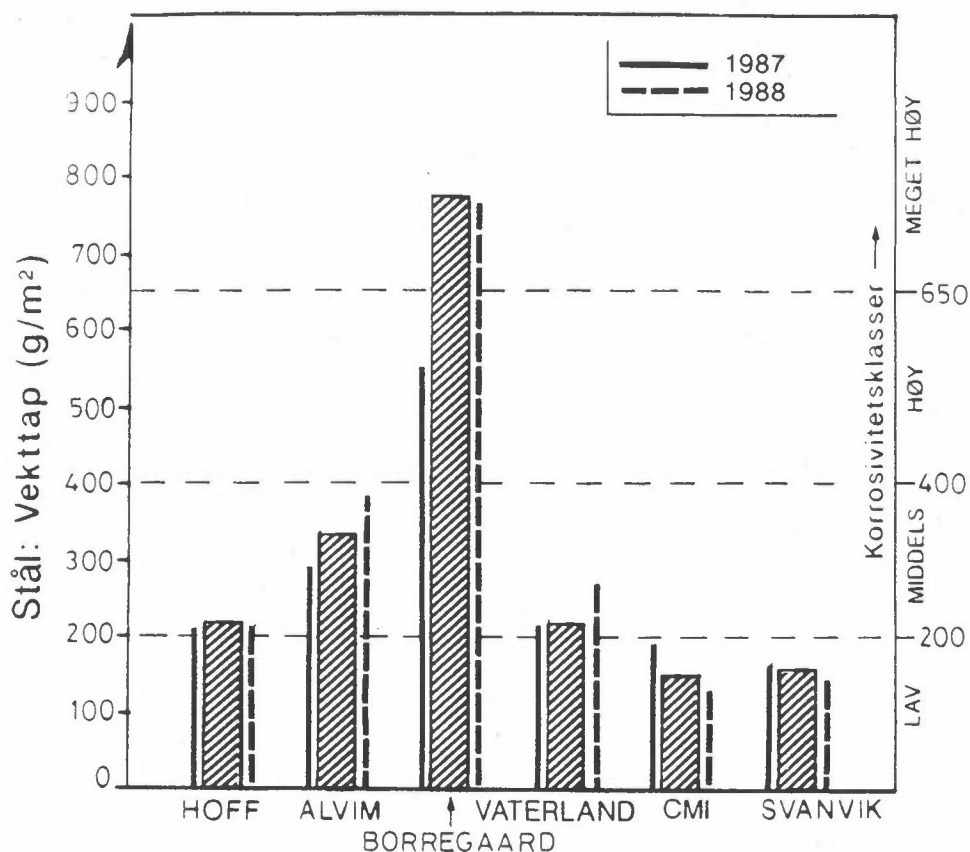
Stort sett kan en observere en viss samvariasjon mellom korrosjonsverdiene for de ulike stillingene innen de enkelte stasjoner. Et unntak her synes en imidlertid å ha for Alvim, hvor verdiene for stilling under tak nærmest er omvendt korrelert med de to andre kurvene. Noen forklaring på dette har vi ikke.

En ser av figur 3 at midlet for årskorrosjonene 1987 og 1988 ligger meget nær årsmidlet for perioden fra måleprogrammets start til 1986, unntatt for Borregaard.

Sammenlikner en de to årene, 1987 og 1988, ser en at 1988 har gitt høyest korrosjon på alle Østlandsstasjonene. For CMI og Svanvik har det vært motsatt. Midlet for de to siste år plasserer Borregaard på grensen mellom korrosjonsklassene meget høy og høy, og gir altså et lavere middel enn for de øvrige årene.



Figur 2: Stål - ettårsverdier fra programmets start. På abscissen er eksponeringens startmåned angitt.

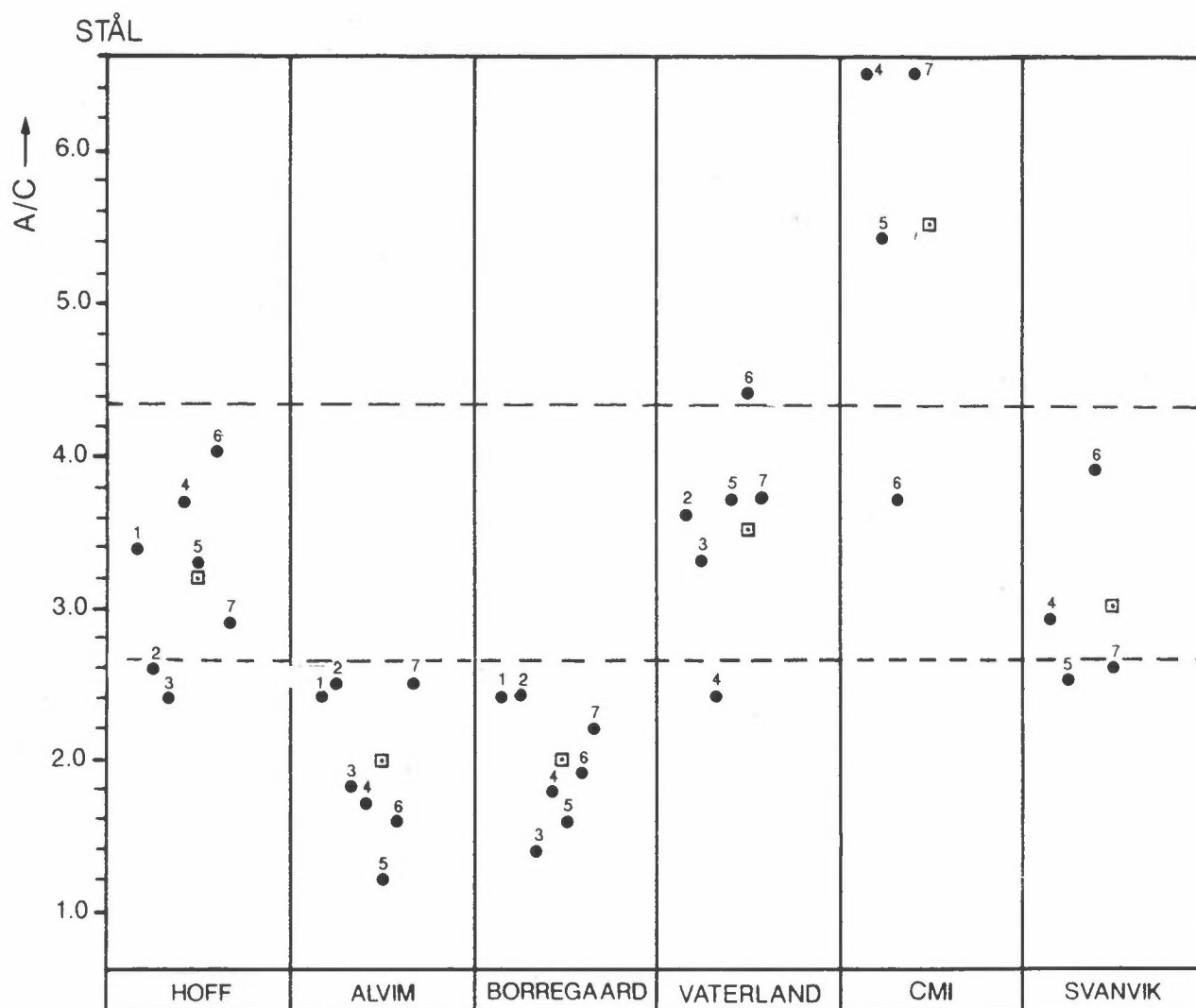


Figur 3: Middelårskorrosjon (skravert stolpe) og årskorrosjon for 1987 og 1988 målt som vekt tap.

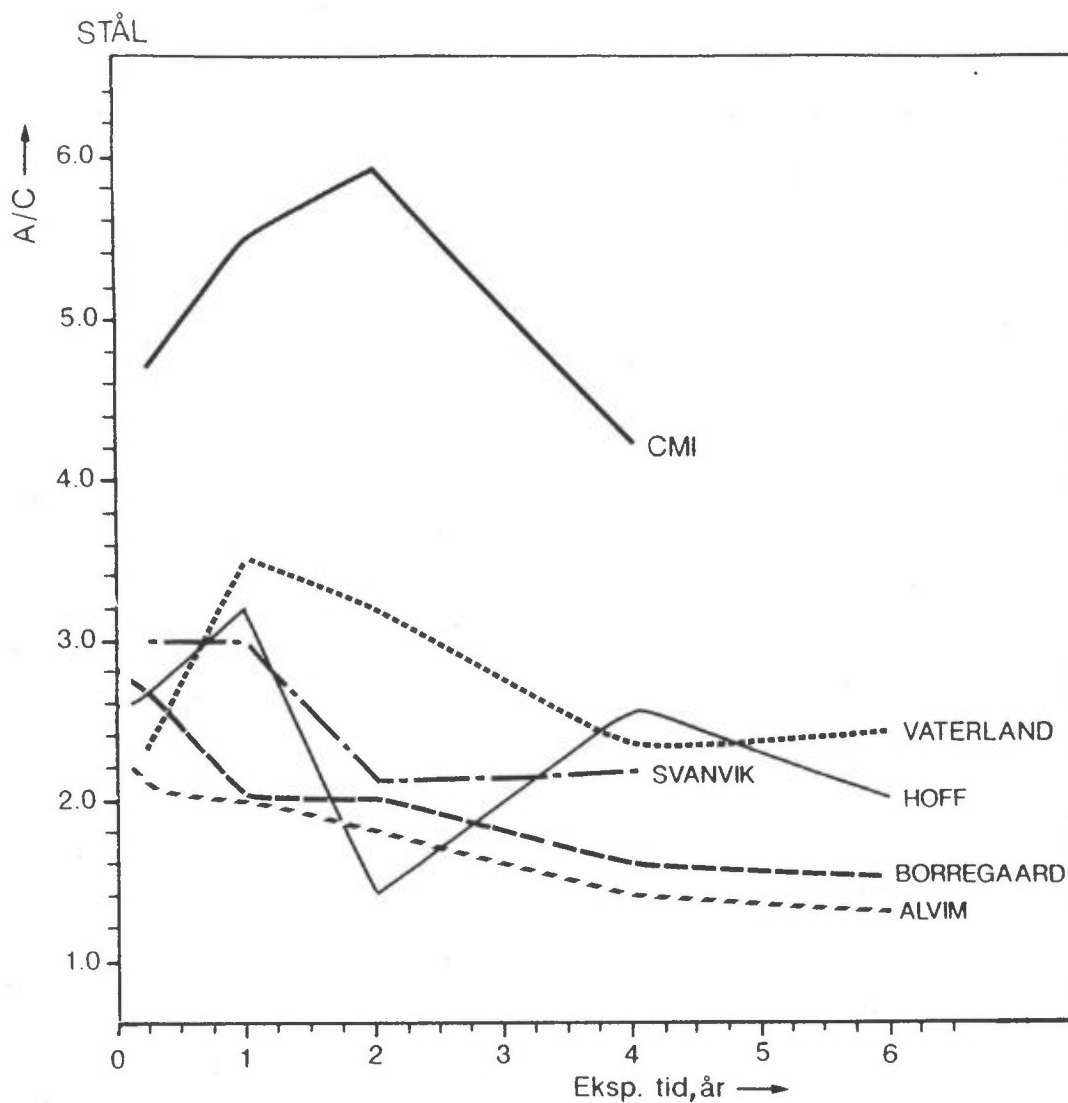
3.1.1 Forholdet mellom korrosjon i standardstilling og under tak

Forholdet mellom årskorrosjonen i standardstilling (45°) og under tak synes å være nokså spesifikt for stedet. Ut fra figur 4 ser en at stasjonene fordeler seg i tre nivåer. Øverst har vi CMI, nederst følger Borregaard og Alvim, og et sted i mellom har vi Oslo, Hoff og Svanvik. Dersom korrosjonen er tilnærmet lik i standardstilling og under tak får en et lavt forholdstall. Dette kan bety at det ikke har regnet. Men det kan også bety at regnet ikke har hatt noen vesentlig betydning for korrosjonen, da denne er like stor under tak. Sannsynligvis vil da korrosive gasser være en viktig årsak til korrosjonen. Et høyt forholdstall vil vanligvis bety et lavt nivå av korrosive gasser og aerosoler. Følgelig betyr nedbøren relativt mye for korrosjonen. En kan imidlertid ikke si så mye om nedbørkvaliteten ut fra dette. Som en ser av figur 5 flater kurvene med tiden ut for Borregaard og Alvim, og forskjellen mellom korrosjonen i standardstilling og under tak blir etter hvert liten.

For de andre stasjonene kan en også spore et fall i kurvene, men bildet er ikke like entydig som for Borregaard og Alvim. Dette kan skyldes at vær og vind betyr mer for korrosjonen på de andre stasjonene.



Figur 4: Forholdet mellom årskorrosjon i normalstilling og under tak for stål (A/C). En ser at stasjonene fordeler seg i tre nivåer. Linjer trukket mellom middelerdiene (\square) i de tre nivåene, gir tre soner, en med lav, en middel og en med høy brøk. Tallene ved punktene i figuren angir siste siffer i årstallet fra hvilket årskorrosjonen gjelder.



Figur 5: Forholdstallet mellom korrosjonen i normalstilling og under tak for stål. Merk at for Østfoldstasjonene starter en med forholdstall for månedskorrosjon.

3.1.2 Korrosjon/miljøparametre

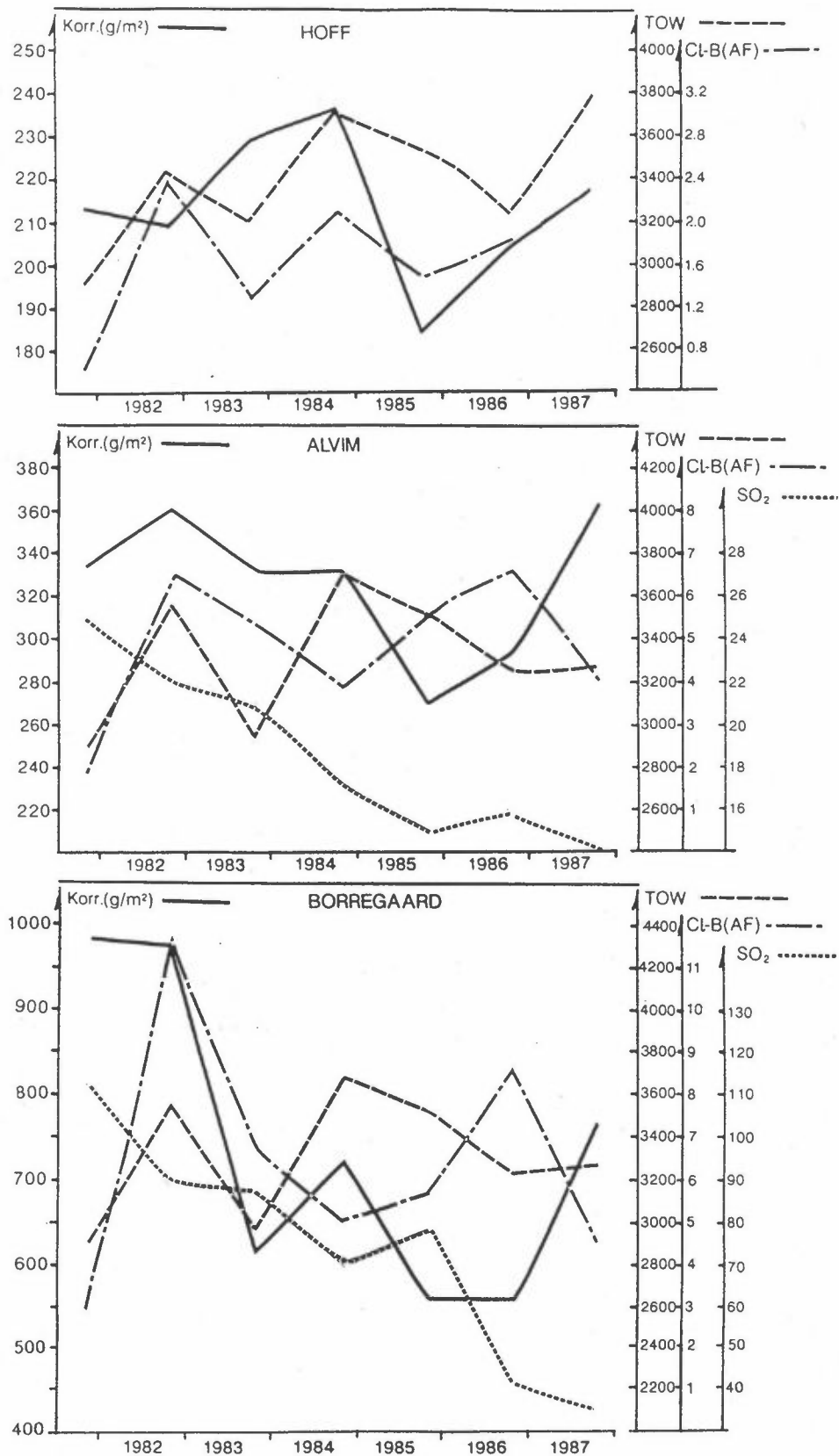
Årene 1987 og 1988 hadde uvanlig mye nedbør, særlig 1988 på Østlandet. De andre parametrene, og forholdene på de andre stasjonene har ikke avveket mye fra det normale. SO_2 -nivået fortsetter å falle de fleste steder.

3.1.2.1 Østfold-stasjonene

Figur 6a-c viser korrosjonen for stål (standardstilling) på årsbasis sammen med miljøparametrene TOW, saltavsetning (Cl-B, AF) og SO₂.

Den økte korrosjonen på Hoff, Alvim og Borregaard er vanskelig å forklare ut fra våre målte miljøparametere.

De målte miljøparametrene skulle tilsi en avtagende korrosjon. Både SO₂-nivået og saltavsetningen er redusert, og TOW-verdiene er nokså normale og av samme størrelsesorden de to siste årene. Korrosjonen har imidlertid økt både på Alvim og Borregaard. Nedbørmengden det siste året (1988) har vært den største vi har registrert under overvåkingsprogrammet. For Borregaard gir imidlertid ikke dette noen tilfredsstillende forklaring, da en her har hatt høyere korrosjon også under tak. Dette tyder på at det finnes andre virksomme faktorer som ikke måles i programmet.



Figur 6a-c: Korrosjon av stål og miljøparametre sammenstilt over tid på Østfoldstasjonene. For Cl-B (AF) er blindverdiene inkludert i oppgitte tall for å få sammenliknbarhet med de eldre målingene (se for øvrig vedlegg side 34).

3.1.2.2 Øvrige stasjoner

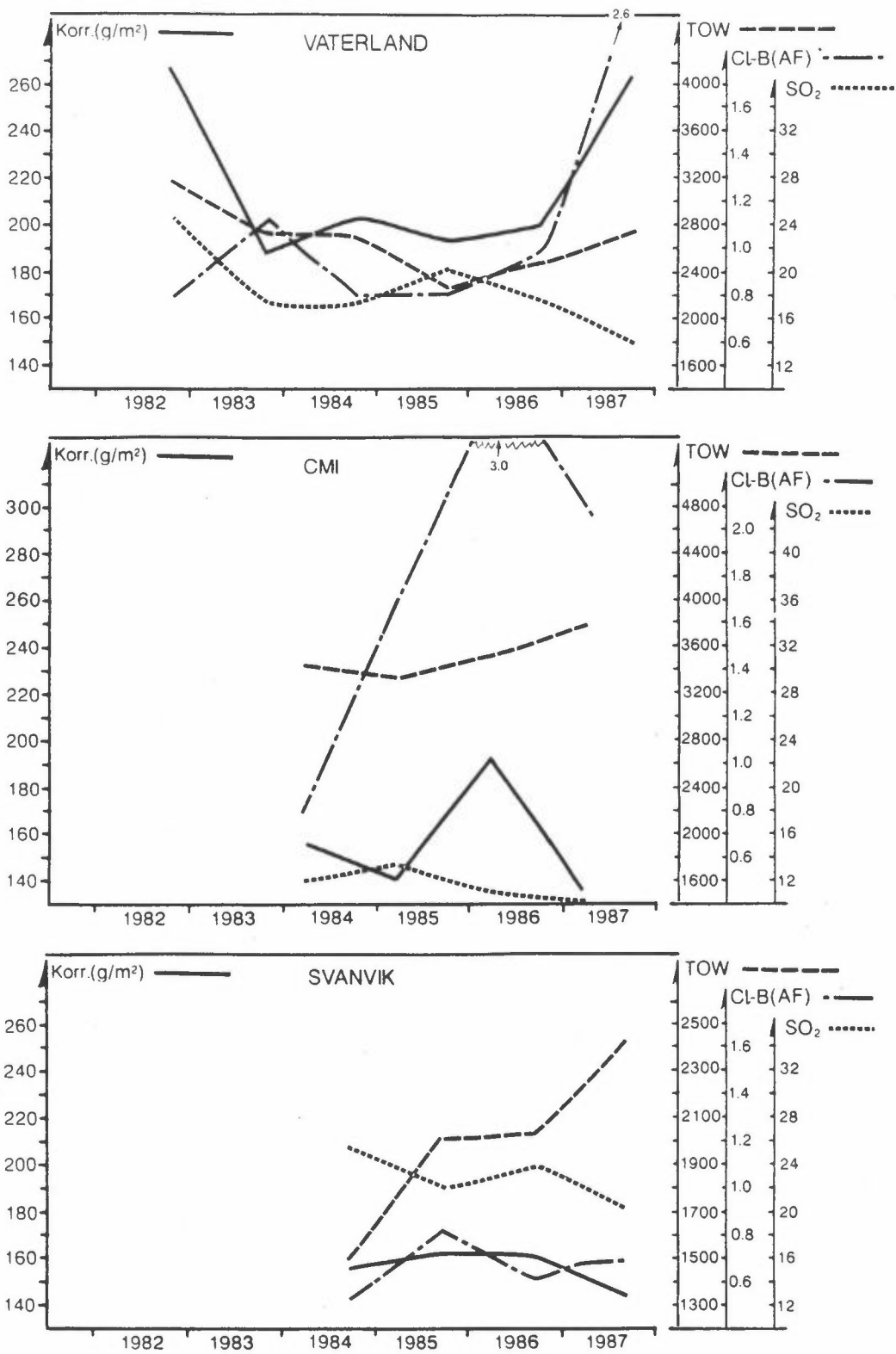
Figur 6d-f viser korrosjon (standardstilling) og noen av de viktigste miljøparametrene fra år til år på Vaterland, CMI og Svanvik.

På Vaterland i Oslo har SO_2 -nivået etter hvert blitt så lavt at det får mindre korrosjonsmessig betydning. Relativt høye kloridverdier (både våt- og tørravsatt) kombinert med mye fuktighet kan være en av årsakene til den økte korrosjonen en har registrert. Økningen dreier seg om ca. 35% i 1988 i forhold til midlet av årene 1984-1987.

På CMI i Bergen er korrosjonen lav, for 1988 nesten det halve av hva den var i Oslo. Dette kan ikke forklares med de parametrene vi har presentert. Bergen belastes f.eks. med langt mer salt enn Oslo, særlig våtavsatt, men også tørravsatt. Det er liten forskjell i SO_2 -nivået på stasjonene i Oslo og Bergen.

En viktig årsak til forskjellen mellom Oslo- og Bergen-resultatene kan være at smussavsetningen som er høyere på Vaterland enn på CMI, hvor stasjonen er plassert på tak og derfor skjermet fra bytrafikk. Måling av smuss er en parameter som sannsynligvis bli en viktigere korrosjonsfremmende faktor ettersom SO_2 -konsentrasjonen i luften blir redusert. Særlig i studier av korrosjon i byer og andre støvbelastede områder er smussmålinger aktuelle. Det dreier seg her ikke bare om svevestøv (som f.eks. sot), men også om nedfallsstøv av ulik type. Støv som fester seg på metall vil virke som absorlator, og holde tilbake korrosive stoffer. Under slike forhold kan store nedbørmengder redusere korrosjonen i den grad det skjer en støvavvasking fra metall-overflaten. Dette er også en faktor en må ta med, når en skal vurdere forskjellen i korrosjon mellom Oslo og Bergen.

Svanvik har korrosjonsnivå omtrent som på CMI i Bergen. Miljøparameterverdiene avviker imidlertid mye. SO_2 -belastningen på stedet skulle tilsi en atskillig høyere korrosjon. Når dette likevel ikke skjer, mener vi det skyldes klimaforholdene: lavere temperaturer, lengre perioder hvor nesten ingen korrosjon skjer, og betydelig lavere fuktighet, nedbørmengde og TOW-verdier.



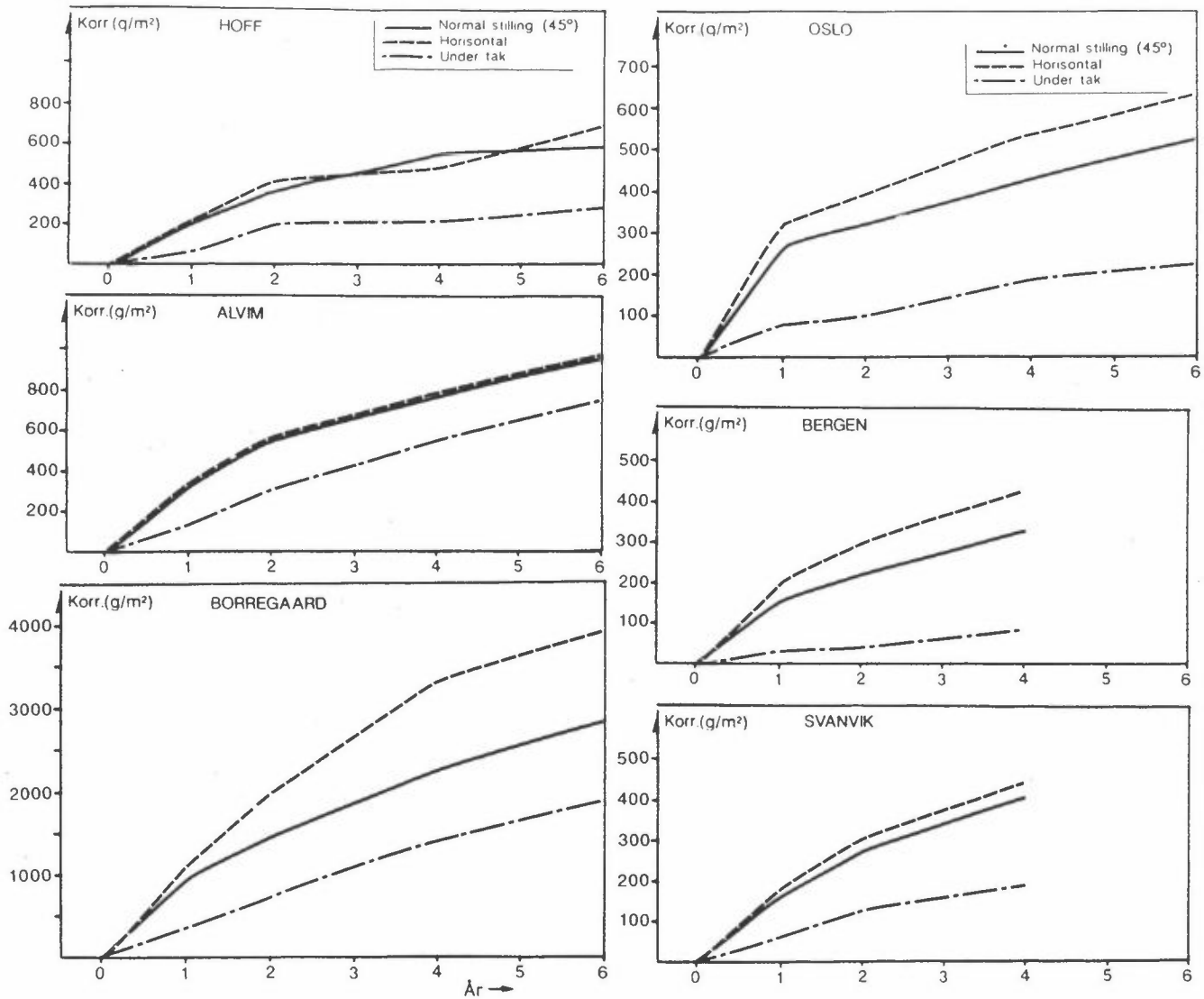
Figur 6d-f: Korrosjon av stål og miljøparametere sammenstilt over tid på stasjonene Vaterland (Oslo), CMI (Bergen) og Svanvik (Finnmark).

3.2 FLERÅRS-KORROSIJON

For sink, koppar og aluminium har en ettårseksponering bare i startfasen av prosjektet. Siden dreier det seg kun om flerårseksponeringer. Stål har hele tiden samtidig med flerårseksponeringer hatt fortløpende ettårseksponeringer.

3.2.1 Stål

En finner ingen "nye" tendenser i korrosjonsbildet over tid på noen av stasjonene. Korrosjonskurvene bøyer fortsatt svakt av, dvs. at korrosjonshastigheten reduseres med tiden (figur 7). Dette gjelder alle stillingene. Horisontalstillingen på Hoff og Alvim viser korrosjonsnivå omtrent som for normalstilling eller litt høyere. For Borregaard er forskjellen ganske stor, og den synes å øke de første 4 årene. Etter 4 og 6 år har forskjellen vært konstant, i overkant av 1 kg vekttap pr. m² høyere enn for normalstilling. For de andre stasjonene er korrosjonen også høyere for horisontalstilling enn normalstilling, men avviket har stabilisert seg allerede etter 1-2 år. Etter 4 år er korrosjonstapet i horisontalstilling ca. 100 g/m² høyere enn for normalstilling på Vaterland og CMI. For Svanvik var differansen i overkant av 30 g/m².

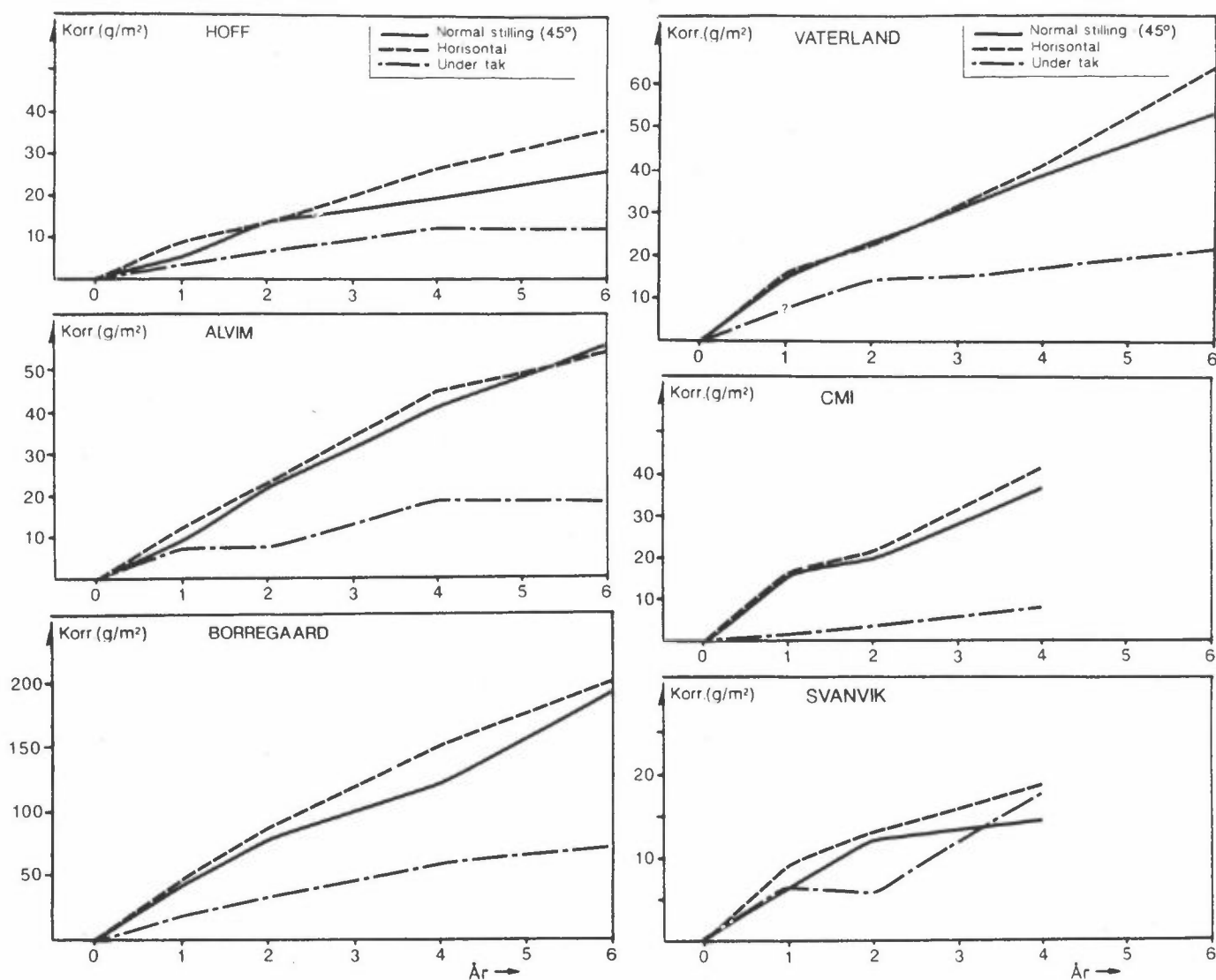


Figur 7: Korrosjonsforløp for stål over 4 til 6 år på alle stasjonene. Merket at det er ulike skalaer på vertikalaksene.

3.2.2 Sink

Avbøyningen av korrosjonskurven med tiden kan så vidt konstateres. Korrosjonshastigheten er nesten konstant for alle stillinger på alle stasjoner (figur 8).

Horisontalkurven på noen av stasjonene går litt uryddig opp og ned. Dette skyldes problemet med å få sinkflater til å forbli horisontale over tid. Metallet er så bløtt at det bøyes ned på midten. En kan



Figur 8: Korrosjonsforløp for sink over 4 til 6 år på alle stasjonene. Merk at det er ulike skalaer på vertikalaksene.

imidlertid si at horisontalstilling jevnt over gir noe høyere korrosjon enn normalstilling. Det er rimelig å tro at differansen ville ha vært enda noe større dersom materialet lettere hadde holdt sin form.

Sink synes å være lite påvirket av klima dersom den blir skjermet mot nedbør og konsentrasjonen av SO_2 er lav. Korrosjonsverdiene ligger således mellom ca. 10 g/m^2 og 20 g/m^2 på alle stasjonene unntatt for Borregaard hvor korrosjonen er atskillig høyere. For Svanvik hvor årsnedbør er liten, er forskjellen på stillingene liten.

Når det gjelder forholdstallet mellom korrosjon i normalstilling og under tak, har vi ikke klare nivåklasser som for stål. Tallene ligger mellom 2 og 3 for alle stasjoner unntatt CMI, som igjen viser et meget høyere tall enn de øvrige (4,4).

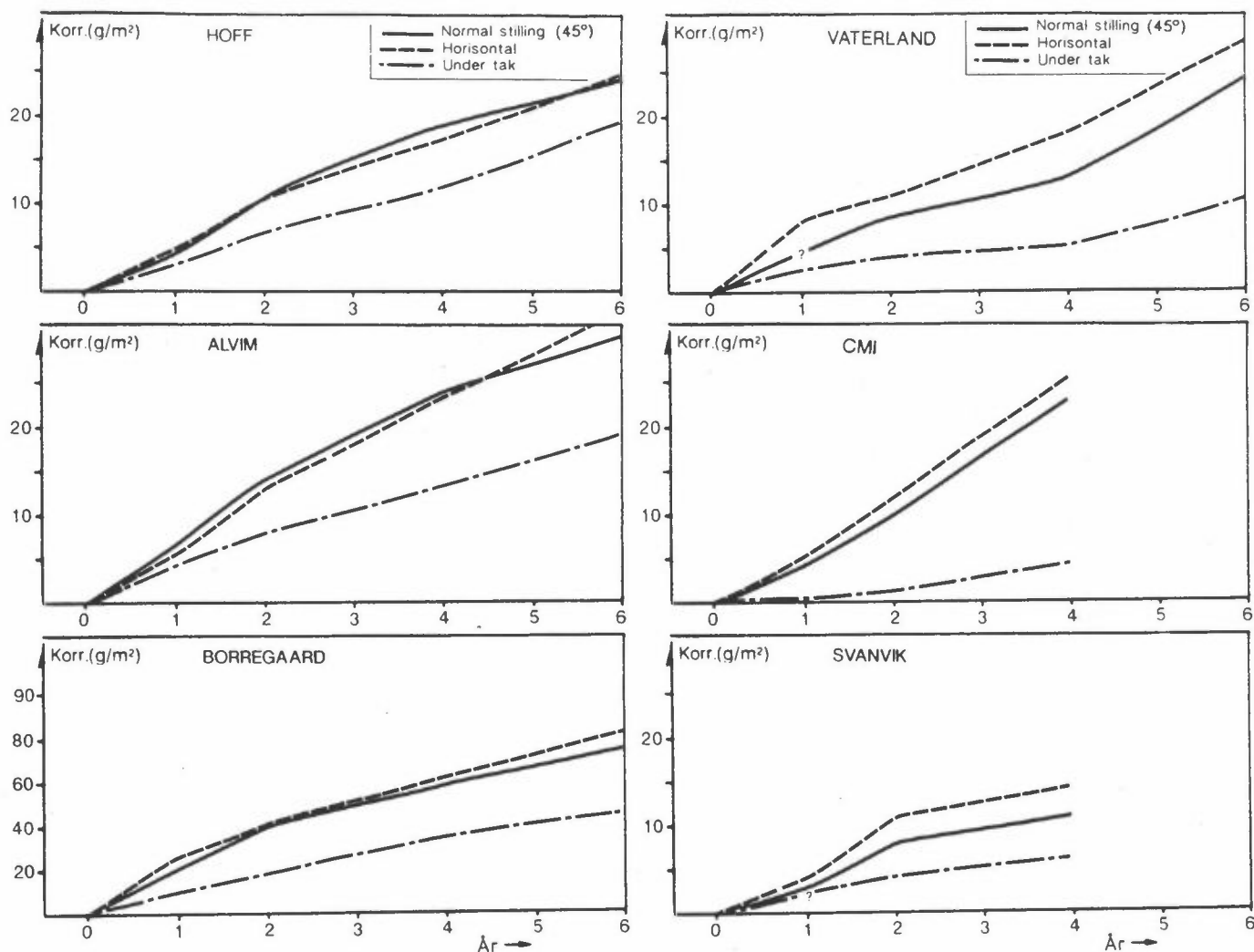
Korrosjonen i normalstilling på CMI er generelt liten, bare litt høyere enn på bakgrunnsstasjonen Hoff. Likevel kan en si at hovedkorrosjonsbidraget på CMI kommer fra nedbøren, på Hoff utgjør nedbørbidraget bare halvparten. En sammenlikner da korrosjonen i standardstilling og under tak.

3.2.3 Kopper

For Østfoldstasjonene er korrosjonsforløpet for kopper svakt avbøyende med tiden for normal stilling (figur 9). For stilling under tak er korrosjonen praktisk talt lineær med tiden. For de øvrige stasjonene har en tilnærmet lineære forhold for alle stillinger.

Det synes ikke å være noen vesentlig forskjell i korrosjon av kopper for stillingen normal og horisontal for Østfoldstasjonene. For de andre stasjonene viser horisontalstilling en klart høyere korrosjon. Differansen synes å være omtrent konstant etter et par år. Men det er små vekttap en snakker om.

Mens forholdstallet mellom korrosjon i normalstilling og under tak for sink har en tendens til å øke ved økt eksponeringslengde, er det omvendte tilfelle for kopper. Forholdstallene for kopper ligger mellom 1 og 2 bortsett fra CMI, som igjen ligger svært høyt (5,3). En ser av kurvene (figur 9) at nedbøren bidrar nesten til halve korrosjonen på alle stasjonene unntatt CMI, hvor korrosjonsbidraget fra nedbøren er sterkt dominerende.

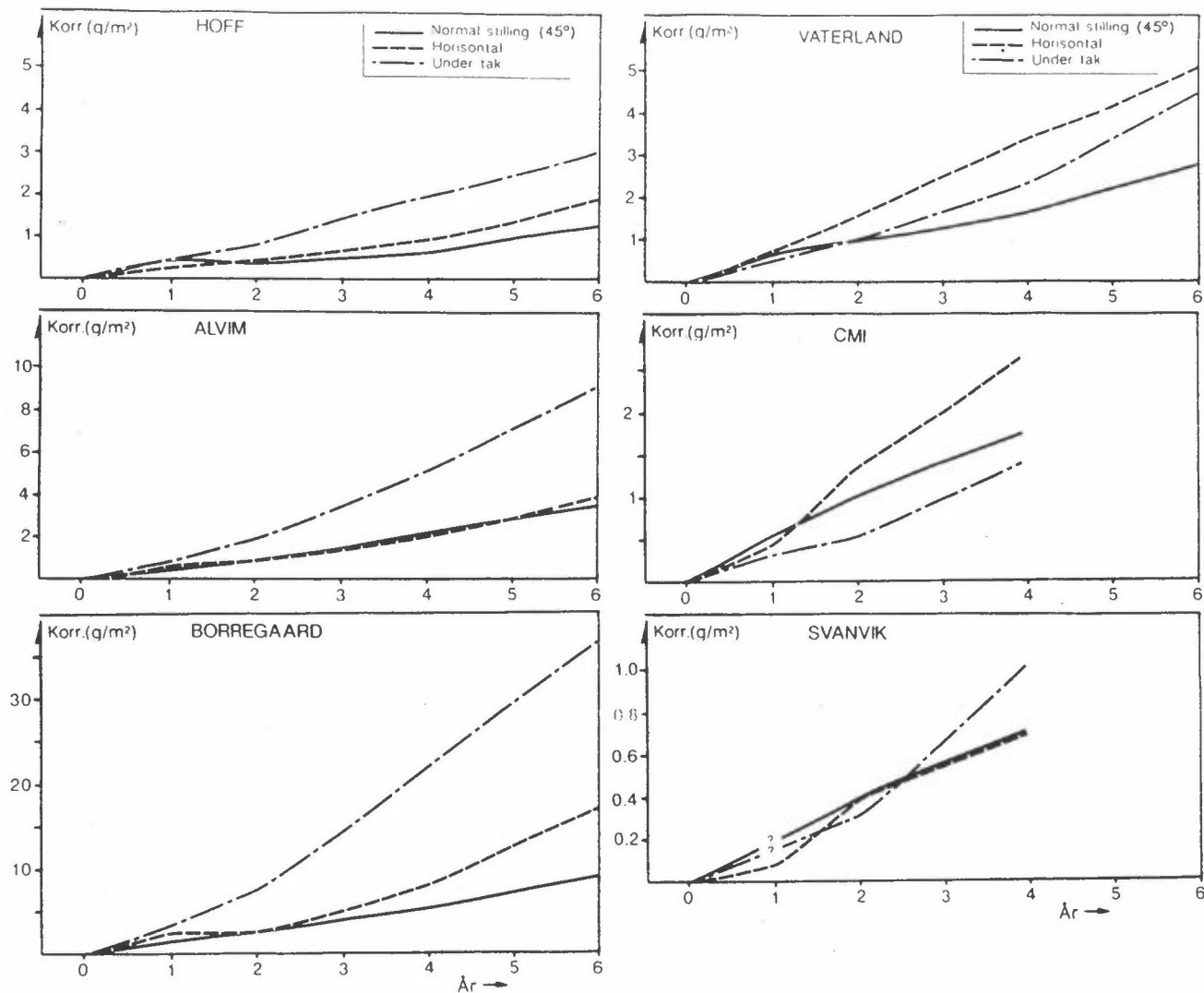


Figur 9: Korrosjonsforløp for koppar over 4 til 6 år på alle stasjoner.

3.2.4 Aluminium

Av figur 10 ser en at for aluminium betyr ikke nedbør så mye som for de andre metallene. Forholdstallet mellom korrosjon i normalstilling og under tak er her under 1 på alle stasjoner unntatt CMI. Dette betyr at det korroderer mest på aluminium som er skjermet for regn. På Østfoldstasjonene er dette mer markert dess høyere det midlere SO_2 -nivå er.

Korrosjonen på aluminium synes å være nokså lineær med tiden. For stillingen under tak er det faktisk en tendens til progressiv stigning med eksponeringstiden. Tydeligst sees dette av figur 10 for Alvim og Borregaard.



Figur 10: Korrosjonsforløp for aluminium over 4 til 6 år på alle stasjoner. Merk at det er ulike skalaer på vertikallaksene.

Et karakteristisk trekk for Østfoldstasjonene er at korrosjonskurven for aluminium i horisontal stilling ligger mellom de to andre stillingene. Det er bare her at dette inntreffer.

4 REFERANSER

Anda, O. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986. Datarapport. Lillestrøm (NILU TR 9/88).

Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon, 1981-1986. Lillestrøm (NILU OR 32/88).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Hoem, K. og Larssen, S. (1987) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen 1984-1986. Delrapport F. Eksponeringer og korrosjon. Lillestrøm (NILU OR 50/87).

Henriksen, J.F. og Ofstad, T. (1989) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1988. Datarapport. Lillestrøm (NILU OR 37/89).

Johansson, L.-G. (1986) A laboratory study of the influence of NO₂ and SO₂ on the atmospheric corrosion of steel, copper, zinc and aluminium. I: Symp. on corrosion effects of acid deposition and corrosion of electronic materials, Las Vegas 1985. Ed. by F. Mansfeld et al. Pennington, Electrochemical Society. pp. 267-279.

Ofstad, T. og Henriksen, J.F. (1988) Klassifisering av korrosjonsmiljø på NILUs feltstasjoner. Lillestrøm (NILU OR 86/88).

VEDLEGG

1. Korrosjonsdata
2. Miljødata

1 KORROSJONSDATA

Årlige ettårs eksponeringer har en bare for stål. Vekttapstallene fra eksponeringsprogrammets start for de ulike stasjoner er vist i tabell 1.

Flerårsverdier er vist i tabell 2a-d for alle fire metallene. Forholdstallet mellom normal stilling og under tak er tatt med.

Tabell 1: Årskorrosjon av stål for alle seks stasjoner fra eksponeringsprogrammets start. Det er også tatt med forholdstallet mellom korrosjon i normalstilling ute og under tak (A/C). Vekttap er angitt i g/m², tykkelsesreduksjon i µm.

| Stasjon | Periode | Eksponeringsstilling | | | | | | A/C |
|---------------------|---------------------|---------------------------|----------|---------------|----------|------------------|----------|-----|
| | | A: Normal 45 ⁰ | | B: Horisontal | | C: Under tak | | |
| | | Vekttap | Tyk.red. | Vekttap | Tyk.red. | Vekttap | Tyk.red. | |
| HOFF | 1981-82 (november-) | 214 | 27 | 210 | 27 | 63 | 8 | 3,4 |
| | 1982-83 | 209 | 27 | 251 | 32 | 79 | 10 | 2,6 |
| | 1983-84 | 229 | 29 | 238 | 30 | 96 | 12 | 2,4 |
| | 1984-85 | 236 | 30 | 254 | 32 | 64 | 8 | 3,7 |
| | 1985-86 | 184 | 23 | 184 | 23 | 56 | 7 | 3,3 |
| | 1986-87 | 203 | 26 | 218 | 28 | 50 | 6 | 4,0 |
| | 1987-88 | 217 | 28 | 223 | 28 | 75 | 10 | 2,9 |
| | Middel | 213 | | 225 | | 69 | | 3,2 |
| ALVIM | 1981-82 (november-) | 335 | 43 | 358 | 46 | 139 | 18 | 2,4 |
| | 1982-83 | 361 | 46 | 377 | 48 | 147 | 19 | 2,5 |
| | 1983-84 | 333 | 42 | 333 | 42 | 190 | 24 | 1,8 |
| | 1984-85 | 333 | 42 | 348 | 44 | 196 ₁ | 25 | 1,7 |
| | 1985-86 | 271 | 34 | 318 | 40 | 217 ₁ | 28 | 1,2 |
| | 1986-87 | 294 | 37 | 320 | 41 | 185 | 24 | 1,6 |
| | 1987-88 | 363 | 46 | 373 | 47 | 148 | 19 | 2,4 |
| | Middel | 327 | | 347 | | 171 | | 2,0 |
| BORREGAARD | 1981-82 (november-) | 976 | 124 | 1 120 | 142 | 409 | 52 | 2,4 |
| | 1982-83 | 974 | 124 | 1 109 | 141 | 406 | 52 | 2,4 |
| | 1983-84 | 619 | 79 | 666 | 85 | 434 | 55 | 1,4 |
| | 1984-85 | 720 | 92 | 885 | 113 | 403 | 51 | 1,8 |
| | 1985-86 | 562 | 72 | 646 | 82 | 358 | 46 | 1,6 |
| | 1986-87 | 558 | 71 | 589 | 75 | 288 | 37 | 1,9 |
| | 1987-88 | 767 | 98 | 951 | 121 | 352 | 45 | 2,2 |
| | Middel | 739 | | 852 | | 379 | | 2,0 |
| VATERLAND (Oslo) | 1982-83 (oktober-) | 269 | 34 | 326 | 41 | 75 | 10 | 3,6 |
| | 1983 | 188 | 24 | 212 | 27 | 57 | 7 | 3,3 |
| | 1984 | 204 | 26 | 228 | 29 | 86 | 11 | 2,4 |
| | 1985 | 192 | 24 | 231 | 29 | 52 | 7 | 3,7 |
| | 1986 | 199 | 26 | 222 | 28 | 45 | 6 | 4,4 |
| | 1987 | 266 | 34 | 281 | 36 | 72 | 9 | 3,7 |
| | Middel | 220 | | 250 | | 65 | | 3,5 |
| CMI (Bergen) | 1984-85 (april-) | 155 | 20 | 199 | 25 | 24 | 3 | 6,5 |
| | 1985-86 | 140 | 18 | 180 | 23 | 27 | 3 | 5,2 |
| | 1986-87 | 192 | 25 | 231 | 30 | 52 | 7 | 3,7 |
| | 1987-88 | 136 | 17 | 195 | 25 | 21 | 3 | 6,5 |
| | Middel | 156 | | 201 | | 31 | | 5,5 |
| SVANVIK | 1984-85 (august-) | 155 | 20 | 175 | 22 | 54 | 7 | 2,9 |
| | 1985-86 | 161 | 20 | 177 | 23 | 65 | 8 | 2,5 |
| | 1986-87 | 162 | 20 | 184 | 23 | 42 | 5 | 3,9 |
| | 1987-88 | 143 | 18 | 162 | 21 | 54 | 7 | 2,6 |
| | Middel | 155 | | 175 | | 54 | | 3,0 |

1) Bare en prøve.

Tabell 2a-d: Flerårsverdier for korrosjon på stål (a), sink (b), kopper (c) og aluminium (d) på alle seks stasjonene.

2a

| Stasjon | Program-start | Eksponeringsstilling og -tid (etter antall år) | | | | | | | | | | | | A/C etter 4 år (6 år) |
|------------|---------------|--|------|------|------|---------------|------|------|------|--------------|-----|------|------|-----------------------|
| | | A: Normal 45 ⁰ | | | | B: Horisontal | | | | C: Under tak | | | | |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | |
| Hoff | 11/1981 | 214 | 373 | 527 | 556 | 210 | 405 | 464 | 645 | 63 | 191 | 203 | 273 | 2,6 (2,0) |
| Alvim | 11/1981 | 335 | 564 | 758 | 940 | 358 | 565 | 778 | 942 | 139 | 317 | 532 | 736 | 1,4 (1,3) |
| Borregaard | 11/1981 | 976 | 1509 | 2286 | 2859 | 1120 | 1986 | 3356 | 3930 | 409 | 771 | 1437 | 1911 | 1,6 (1,5) |
| Vaterland | 10/1982 | 269 | 311 | 430 | 523 | 326 | 392 | 533 | 629 | 75 | 97 | 184 | 221 | 2,3 (2,4) |
| CMI | 4/1984 | 155 | 217 | 322 | - | 199 | 291 | 422 | - | 24 | 37 | 77 | - | 4,2 (-) |
| Svanvik | 8/1984 | 155 | 268 | 400 | - | 175 | 299 | 434 | - | 54 | 125 | 183 | - | 2,2 (-) |

2b

| Stasjon | Program-start | Eksponeringsstilling og -tid (etter antall år) | | | | | | | | | | | | A/C etter 4 år (6 år) |
|------------|---------------|--|------|-------|-------|---------------|------|-------|-------|--------------|-------------------|------|------|-----------------------|
| | | A: Normal 45 ⁰ | | | | B: Horisontal | | | | C: Under tak | | | | |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | |
| Hoff | 11/1981 | 4,3 | 13,0 | 19,0 | 25,0 | 8,3 | 13,0 | 26,0 | 35,0 | 2,7 | 6,3 | 12,0 | 12,0 | 1,6 (2,1) |
| Alvim | 11/1981 | 9,0 | 21,0 | 40,0 | 54,7 | 12,0 | 23,0 | 44,0 | 53,3 | 7,3 | 7,7 | 18,0 | 18,3 | 2,2 (3,0) |
| Borregaard | 11/1981 | 43,0 | 79,0 | 147,0 | 195,0 | 48,0 | 87,0 | 152,0 | 203,0 | 20,0 | 33,0 ₁ | 58,0 | 74,3 | 2,5 (2,6) |
| Vaterland | 10/1982 | 15,0 | 23,0 | 39,0 | 54,7 | 16,0 | 23,0 | 42,0 | 64,3 | 17,0 | 14,0 ₁ | 17,0 | 22,3 | 2,3 (2,5) |
| CMI | 4/1984 | 16,0 | 20,0 | 36,9 | - | 16,0 | 21,0 | 41,0 | - | 13,0 | 3,7 | 8,3 | - | 4,4 (-) |
| Svanvik | 8/1984 | 6,4 | 12,0 | 14,3 | - | 8,9 | 13,0 | 18,3 | - | 6,6 | 5,9 | 17,3 | - | 0,8 (-) |

1) Stor spredning på parallellprøvene.

2c

| Stasjon | Program-start | Eksponeringsstilling og -tid (etter antall år) | | | | | | | | | | | | A/C etter 4 år (6 år) |
|------------|---------------|--|------|------|------|---------------|------|------|------|--------------|------|------|------|-----------------------|
| | | A: Normal 45 ⁰ | | | | B: Horisontal | | | | C: Under tak | | | | |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | |
| Hoff | 11/1981 | 4,4 | 11,0 | 19,0 | 23,8 | 4,8 | 11,0 | 17,0 | 24,4 | -0,7 | 6,7 | 12,0 | 19,0 | 1,6 (1,3) |
| Alvim | 11/1981 | 6,3 | 14,0 | 24,0 | 29,7 | 5,6 | 13,0 | 23,0 | 32,8 | 4,4 | 7,8 | 13,0 | 18,8 | 1,8 (1,6) |
| Borregaard | 11/1981 | 22,0 | 40,0 | 59,0 | 75,0 | 25,0 | 41,0 | 62,0 | 81,2 | 10,0 | 18,0 | 35,0 | 44,1 | 1,7 (1,7) |
| Vaterland | 10/1982 | -1,2 | 8,8 | 13,0 | 23,7 | 8,4 | 11,0 | 18,0 | 28,2 | 2,7 | 4,1 | 5,0 | 10,0 | 2,6 (2,4) |
| CMI | 4/1984 | 4,6 | 10,0 | 23,1 | - | 5,3 | 12,0 | 25,7 | - | 0,2 | 1,4 | 4,4 | - | 5,3 (-) |
| Svanvik | 8/1984 | 3,0 | 8,0 | 10,6 | - | 3,9 | 11,0 | 14,0 | - | 0,1 | 4,3 | 5,9 | - | 1,8 (-) |

2d

| Stasjon | Program-start | Eksponeringsstilling og -tid (etter antall år) | | | | | | | | | | | | A/C etter 4 år (6 år) |
|------------|---------------|--|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|------|--------------|-----|------|------|-----------------------|
| | | A: Normal 45 ⁰ | | | | B: Horisontal | | | | C: Under tak | | | | |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 4 | 6 | |
| Hoff | 11/1981 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,8 | 0,5 | 0,9 | 2,0 | 3,0 | 0,4 (0,4) |
| Alvim | 11/1981 | 0,6 | 1,0 | 2,2 | 3,5 | 0,7 | 1,0 | 2,0 | 3,9 | 0,9 | 1,9 | 5,1 | 9,0 | 0,4 (0,4) |
| Borregaard | 11/1981 | 1,7 | 2,5 | 5,3 | 8,7 | 2,6 | 2,5 | 7,9 | 16,7 | 3,2 | 7,3 | 22,0 | 36,5 | 0,2 (0,2) |
| Vaterland | 10/1982 | 0,7 | 1,0 | 1,6 | 2,8 | 0,8 | 1,6 | 3,4 | 5,0 | 0,5 | 1,0 | 2,3 | 4,4 | 0,7 (0,6) |
| CMI | 4/1984 | 0,5 | 1,0 | 1,7 | - | 0,4 | 1,3 | 2,6 | - | 0,3 | 0,5 | 1,4 | - | 1,2 (-) |
| Svanvik | 8/1984 | 0,0 | 0,4 | 0,7 | - | 0,1 | 0,4 | 0,7 | - | 0,0 | 0,3 | 1,0 | - | 0,7 (-) |

2 MILJØDATA

Miljødata som månedsmidler for årene 1987-1988 er vist i tabell 3a-f.

Følgende forkortelser er brukt i tabellene:

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| S | = sulfat målt som S i nedbør |
| Cl-C | = klorid i nedbør |
| Cl-B | = kloridavsetning i nedbør |
| Cl-B (AF) | = kloridavsetning på aerosolfelle |
| Mg-B (AF) | = magnesiumavsetning på aerosolfelle |
| RH | = relativ fuktighet, månedsmiddel |
| T | = temperatur, månedsmiddel |
| N | = antall observasjoner RH og T |
| TOW | = våttid i timer pr. måned. |

Aerosolfellefilteret inneholder en del Cl (bl.a. på grunn av bleking). Tallene i denne rapporten er derfor korrigert med en blindverdi tilsvarende $0,4 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{døgn}$.

Når det gjelder justering av TOW-verdiene slik det fremkommer i tabell 3b gjøres dette på følgende måte: Dersom termohygrografdata mangler for 7 døgn eller mer i en måned, forkastes alle data fra denne måned på denne stasjon, og en anvender om rimelig data fra nærmeste NMI-stasjon. Mangler færre data enn for 7 døgn brukes dataene. En multipliserer da ut til fullt antall dager for måneden basert på eksisterende verdiers middeltall. For Østfoldstasjonen har en som vist i tabell 3b brukt NMI-stasjonen på Rygge på denne måten.

Tabell 3a-f: Miljødata som månedsmidler for årene 1987 og 1988 for de seks overvåkingsstasjonene.

3a: Stasjonen Hoff.

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T °C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|----|---------|----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 18 | 32 | 4,40 | 1,5 | 1,2 | 0,7 | 0,3 | <0,01 | | | 81 | 31 | -11,0 | 25 | 6 |
| 02 | 31 | 32 | 4,30 | 0,9 | 1,7 | 1,8 | 0,6 | 0,03 | | | 81 | 27 | - 6,7 | 27 | 5 |
| 03 | 70 | 41 | 4,21 | 1,3 | 2,3 | 5,4 | 0,8 | 0,10 | | | 76 | 16 | - 9,3 | 16 | 0 |
| 04 | 37 | 35 | 4,71 | 1,9 | 0,9 | 1,1 | 0,0 | 0,03 | | | 75 | 23 | 5,3 | 23 | 225 |
| 05 | 42 | 17 | 4,83 | 1,0 | 1,1 | 1,6 | 0,0 | 0,01 | | | 68 | 31 | 8,8 | 31 | 305 |
| 06 | 129 | 11 | 4,90 | 0,5 | 0,9 | 3,9 | 0,2 | 0,01 | | | 83 | 30 | 11,8 | 30 | 465 |
| 07 | 29 | 30 | 5,84 | 1,0 | 3,1 | 3,0 | 0,4 | 0,02 | | | 70 | 30 | 16,2 | 30 | 237 |
| 08 | 92 | 41 | 3,98 | 1,5 | 1,0 | 3,1 | 0,0 | <0,01 | | | 80 | 30 | 12,9 | 30 | 429 |
| 09 | 93 | 31 | 4,32 | 1,6 | 2,1 | 6,5 | 0,0 | 0,02 | | | 77 | 30 | 10,6 | 30 | 370 |
| 10 | 218 | - | - | - | - | - | 2,8 | 0,17 | | | 85 | 31 | 8,1 | 31 | 473 |
| 11 | 105 | 31 | 4,26 | 0,8 | 2,0 | 7,0 | 0,0 | 0,01 | | | 90 | 30 | 2,6 | 30 | 558 |
| 12 | 29 | 30 | 4,68 | 1,4 | 2,9 | 2,8 | 0,7 | 0,02 | | | 84 | 31 | 0,8 | 31 | 316 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 149 | 52 | 4,02 | 1,5 | 3,5 | 17,4 | 1,0 | 0,07 | | | 98 | 31 | 0,9 | 31 | 438 |
| 02 | 115 | 43 | 4,11 | 1,0 | 3,3 | 12,6 | 0,6 | 0,07 | | | 93 | 29 | - 1,0 | 29 | 282 |
| 03 | 97 | 60 | 3,97 | 2,0 | 2,7 | 8,8 | 0,0 | 0,04 | | | 84 | 31 | - 2,0 | 31 | 186 |
| 04 | 47 | 24 | 5,83 | 1,1 | 0,8 | 1,3 | 0,0 | 0,02 | | | 71 | 30 | 2,8 | 30 | 300 |
| 05 | 25 | 68 | 3,89 | 2,4 | 0,8 | 0,7 | 0,0 | 0,02 | | | 65 | 31 | 11,5 | 31 | 270 |
| 06 | | | | | | | | | | | 69 | 30 | 16,9 | 30 | 282 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | 77 | 31 | 15,7 | 31 | 330 |
| 08 | | | | | | | | | | | 83 | 31 | 14,4 | 31 | 450 |
| 09 | | | | | | | | | | | 82 | 30 | 12,0 | 31 | 432 |
| 10 | | | | | | | | | | | 87 | 31 | 5,4 | 30 | 456 |
| 11 | | | | | | | | | | | 85 | 30 | - 0,7 | 31 | 198 |
| 12 | | | | | | | | | | | 85 | 31 | - 1,9 | 30 | 168 |

Meteorologidata unntatt nedbørmengde er for 1988 fra Rygge.

3b: Stasjonen Alvim.

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T °C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|-----|---------|-----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 1 | 103 | 4.59 | 7.9 | 5.4 | 0.1 | - | - | 15 | | 83 | 31 | -11.6 | 31 | 6 |
| 02 | 29 | 32 | 4.34 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | - | - | 21 | | 86 | 28 | - 5.0 | 28 | 78 |
| 03 | 63 | 34 | 4.31 | 1.4 | 1.6 | 3.4 | - | - | 21 | | 77 | 31 | - 5.1 | 31 | 61 |
| 04 | 31 | 46 | 4.95 | 3.4 | 1.4 | 1.5 | 2.0 | 0.09 | 17 | | 73 | 24 | 4.6 | 30 | 160 |
| 05 | 35 | 41 | 4.32 | 2.4 | 0.9 | 1.1 | 0.1 | 0.02 | 19 | | 67 | 31 | 10.5 | 31 | 289 |
| 06 | 317 | 28 | 4.39 | 1.2 | 2.0 | 21.1 | 3.7 | 0.16 | 6 | | 82 | 30 | 12.6 | 30 | 453 |
| 07 | 137 | 15 | 4.79 | 0.7 | 0.7 | 3.2 | 1.7 | 0.03 | 14 | | 66 | 30 | 17.4 | 30 | 218 |
| 08 | 130 | 72 | 3.86 | 3.3 | 1.1 | 4.8 | 1.3 | 0.01 | 13 | | 77 | 28 | 13.5 | 28 | 369 |
| 09 | 75 | 54 | 4.04 | 1.3 | 5.4 | 13.4 | 2.4 | 0.17 | 14 | | 76 | 30 | 11.0 | 30 | 387 |
| 10 | 335 | 59 | 4.21 | 1.9 | 7.3 | 81.6 | 17.3 | 0.93 | 17 | | 92 | 31 | 7.6 | 31 | 594 |
| 11 | 79 | 15 | 4.60 | 0.6 | 0.8 | 2.1 | 3.7 | 0.21 | 13 | | 88 | 28 | - 0.2 | 28 | 319 |
| 12 | 52 | 46 | 4.36 | 2.5 | 3.1 | 5.4 | 0.4 | 0.05 | 19 | | 87 | 31 | - 3.6 | 31 | 151 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 96 | 58 | 3.82 | 2.0 | 2.4 | 7.6 | 7.9 | 0.42 | 13 | | 90 | 31 | - 0.9 | 31 | 235 |
| 02 | 81 | 49 | 4.17 | 1.8 | 3.3 | 8.9 | 0.0 | 0.00 | 11 | | *93 | *29 | *-1.0 | *29 | *782 |
| 03 | 48 | 81 | 3.93 | 4.1 | 1.6 | 2.5 | 0.4 | 0.07 | 13 | | 81 | 31 | - 2.8 | 31 | 52 |
| 04 | 11 | 125 | 4.27 | 8.9 | 2.6 | 1.0 | 1.6 | 0.08 | 12 | | 64 | 28 | 2.7 | 30 | **201 |
| 05 | 66 | 53 | 3.97 | 2.0 | 0.5 | 1.1 | - | - | 15 | | 61 | 31 | 13.0 | 31 | **269 |
| 06 | 72 | 30 | 4.25 | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 1.2 | 0.05 | 18 | | 65 | 29 | 16.7 | 30 | **233 |
| 07 | 163 | 30 | 4.23 | 0.8 | 2.1 | 11.4 | 3.2 | 0.20 | 16 | | 77 | 26 | 14.9 | 26 | **361 |
| 08 | 322 | 49 | 4.01 | 1.5 | 1.6 | 17.1 | 3.9 | 0.65 | 11 | | 75 | 27 | 14.8 | 27 | **397 |
| 09 | 36 | 47 | 4.04 | 1.3 | 2.1 | 2.5 | 3.3 | 0.20 | 11 | | 75 | 27 | 11.9 | 27 | **351 |
| 10 | 86 | 49 | 4.28 | 1.2 | 6.1 | 17.5 | 15.2 | 1.33 | 12 | | 84 | 28 | 5.1 | 28 | **419 |
| 11 | 27 | 70 | 4.24 | 3.5 | 3.3 | 3.0 | 2.7 | 0.12 | 17 | | 83 | 27 | - 0.7 | 30 | **222 |
| 12 | 9 | 125 | 3.92 | 8.5 | 9.6 | 2.8 | 2.9 | 0.12 | 18 | | *85 | *31 | *-1.9 | *31 | *168 |

* Fra NMIs data for Rygge.

** Justert som beskrevet i tekst side 34.

3c: Stasjonen Borregaard (Sarpsborg).

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T °C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|-----|---------|-----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 6 | 92 | 4,25 | 5,2 | 6,8 | 1,4 | 1,2 | 0,03 | 30 | | 83 | 31 | -11,6 | 31 | 6 |
| 02 | 27 | 59 | 4,16 | 2,4 | 3,2 | 2,8 | 3,7 | 0,09 | 22 | | 86 | 28 | - 5,0 | 28 | 78 |
| 03 | 69 | 132 | 3,56 | 6,9 | 1,6 | 3,7 | 0,8 | 0,06 | 62 | | 77 | 31 | - 5,1 | 31 | 61 |
| 04 | 21 | 61 | 4,11 | 3,7 | 1,5 | 1,0 | 3,9 | 0,09 | 45 | | 73 | 24 | 4,6 | 30 | 160 |
| 05 | 43 | 62 | 3,89 | 2,7 | 1,3 | 1,9 | 3,7 | 0,14 | 43 | 27 | 67 | 31 | 10,5 | 31 | 289 |
| 06 | 130 | 34 | 4,19 | 1,6 | 0,5 | 2,2 | 6,5 | 0,27 | 53 | 11 | 82 | 30 | 12,6 | 30 | 453 |
| 07 | 77 | 19 | 4,45 | 0,9 | 0,7 | 1,8 | 4,0 | 0,11 | 34 | 10 | 66 | 30 | 17,4 | 30 | 218 |
| 08 | 36 | 62 | 4,00 | 3,3 | 2,0 | 2,4 | 2,6 | 0,18 | 36 | 23 | 77 | 28 | 13,5 | 28 | 369 |
| 09 | 73 | 117 | 3,63 | 5,1 | 3,0 | 7,3 | 9,1 | 0,35 | 48 | 21 | 76 | 30 | 11,0 | 30 | 387 |
| 10 | 188 | 82 | 3,79 | 3,8 | 2,7 | 16,9 | 9,5 | 0,53 | 53 | 15 | 92 | 31 | 7,6 | 31 | 594 |
| 11 | 100 | 36 | 4,12 | 1,5 | 1,4 | 4,7 | 3,3 | 0,15 | 20 | 23 | 88 | 28 | - 0,2 | 28 | 319 |
| 12 | 25 | 115 | 3,63 | 5,4 | 4,9 | 4,1 | 4,8 | 0,15 | 55 | 33 | 87 | 31 | - 3,6 | 31 | 151 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 122 | 64 | 3,88 | 2,9 | 2,4 | 9,8 | 11,6 | 0,43 | 31 | 20 | 90 | 31 | - 0,9 | 31 | 235 |
| 02 | 82 | 76 | 3,97 | 4,2 | 3,9 | 10,7 | 5,5 | 0,26 | 12 | 23 | *93 | *29 | *-1,0 | *29 | *782 |
| 03 | 56 | 79 | 3,75 | 3,5 | 0,8 | 1,3 | 0,9 | 0,05 | 19 | 20 | 81 | 31 | - 2,8 | 31 | 52 |
| 04 | 32 | 62 | 3,99 | 2,6 | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 0,02 | 23 | 15 | 64 | 28 | 2,7 | 30 | **201 |
| 05 | 66 | 56 | 4,13 | 3,3 | 1,2 | 2,6 | 0,3 | 0,01 | 45 | 16 | 61 | 31 | 13,0 | 31 | **269 |
| 06 | 30 | 47 | 4,17 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 2,3 | 0,05 | 41 | 13 | 65 | 29 | 16,7 | 30 | **233 |
| 07 | 204 | 38 | 4,24 | 1,7 | 2,1 | 14,3 | 14,5 | 0,53 | 55 | 11 | 77 | 26 | 14,9 | 26 | **361 |
| 08 | 139 | 54 | 4,01 | 2,2 | 1,7 | 7,9 | 0,6 | 0,06 | 34 | 13 | 75 | 27 | 14,8 | 27 | **397 |
| 09 | 103 | 54 | 4,07 | 2,3 | 2,2 | 7,5 | 2,4 | 0,08 | 57 | 19 | 75 | 27 | 11,9 | 27 | **351 |
| 10 | 114 | 57 | 4,14 | 1,7 | 5,9 | 22,4 | 0,3 | 0,02 | 40 | 19 | 84 | 28 | 5,1 | 28 | **419 |
| 11 | 21 | 140 | 3,77 | 5,5 | 10,1 | 7,0 | - | - | 51 | 39 | 83 | 27 | - 0,7 | 30 | **222 |
| 12 | 25 | 88 | 3,99 | 3,4 | 4,1 | 3,4 | 5,5 | 0,21 | 61 | 34 | *85 | *31 | *-1,9 | *31 | *168 |

* Fra NMIs data for Rygge.

** Justert som beskrevet i tekst side 34.

3d: Stasjonen Vaterland (Oslo).

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T °C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|----|---------|----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 2 | 235 | 4.52 | 18.4 | 21.6 | 1.3 | 0.6 | 0.03 | 41 | 85 | 66 | 19 | - 6,5 | 19 | 0 |
| 02 | 12 | 78 | 5.87 | 4,7 | 9,1 | 3,6 | 2,3 | 0,07 | 29 | 77 | 75 | 28 | - 3,0 | 28 | 82 |
| 03 | 64 | 43 | 4.87 | 2,3 | 4,1 | 8,7 | 0,8 | 0,03 | 24 | 83 | 72 | 29 | - 2,6 | 29 | 106 |
| 04 | 13 | 83 | 6.95 | 4,5 | 3,9 | 1,7 | 0,1 | 0,05 | 12 | 63 | 64 | 30 | 6,7 | 30 | 218 |
| 05 | 44 | 27 | 9.34 | 1,9 | 1,3 | 1,9 | 0,0 | 0,01 | 9 | 49 | 62 | 31 | 10,7 | 31 | 185 |
| 06 | 127 | 20 | 4.57 | 1,0 | 0,2 | 0,8 | 0,3 | 0,18 | 7 | 40 | 78 | 25 | 13,3 | 25 | 318 |
| 07 | 28 | 14 | 6.32 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,09 | 6 | 40 | 57 | 31 | 19,1 | 31 | 112 |
| 08 | 96 | 32 | 4.18 | 1,1 | 1,2 | 3,8 | 0,0 | 0,07 | 8 | 37 | 69 | 31 | 14,8 | 31 | 220 |
| 09 | 97 | 25 | 4.59 | 1,3 | 1,0 | 3,2 | 1,7 | 0,21 | 12 | 48 | 73 | 26 | 11,6 | 30 | 276 |
| 10 | 173 | 27 | 5.18 | 1,4 | 2,4 | 13,8 | 6,9 | 0,50 | 12 | 45 | 86 | 30 | 8,7 | 31 | 541 |
| 11 | 78 | 14 | 5.10 | 1,3 | 0,9 | 2,3 | 8,8 | 0,80 | 18 | 59 | 83 | 29 | 1,3 | 30 | 343 |
| 12 | 33 | 34 | 4.45 | 2,5 | 2,2 | 2,4 | 2,0 | 0,15 | 36 | 68 | 78 | 25 | - 5,3 | 25 | 93 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 101 | 56 | 3.97 | 2,0 | 2,4 | 8,1 | - | - | 15 | 46 | 84 | 31 | 0,1 | 31 | 377 |
| 02 | 67 | 37 | 4.28 | 1,5 | 2,6 | 5,8 | 2,9 | 0,17 | 20 | 55 | 80 | 29 | -2,1 | 29 | 144 |
| 03 | 76 | 37 | 4.21 | 1,8 | 1,7 | 4,3 | 0,2 | 0,02 | 21 | 64 | 71 | 31 | -0,6 | 31 | 155 |
| 04 | 26 | 60 | 5.96 | 3,1 | 1,5 | 1,3 | 0,6 | 0,07 | 13 | 49 | 54 | 30 | 2,6 | 30 | 101 |
| 05 | 34 | 30 | 3.96 | 1,6 | 1,2 | 1,4 | 0,7 | 0,04 | 9 | 52 | 50 | 31 | 13,4 | 31 | 141 |
| 06 | 15 | 42 | 6.50 | 1,9 | 1,9 | 0,9 | 0,2 | 0,05 | 8 | 48 | 48 | 30 | 22,2 | 30 | 62 |
| 07 | 152 | 14 | 4.88 | 0,6 | 0,8 | 4,1 | 0,0 | 0,01 | 4 | 43 | 68 | 31 | 17,9 | 31 | 228 |
| 08 | 232 | 23 | 4.37 | 0,8 | 0,4 | 3,1 | - | - | 5 | 44 | 67 | 25 | 18,9 | 25 | **234 |
| 09 | 64 | 31 | 5.62 | 1,6 | 2,1 | 4,5 | 0,0 | 0,02 | 8 | 48 | 71 | 30 | 13,2 | 30 | 305 |
| 10 | 65 | 25 | 4.90 | 1,3 | 1,6 | 3,5 | 0,0 | 0,03 | 12 | 48 | 77 | 25 | 7,0 | 25 | **382 |
| 11 | 14 | 102 | 5.80 | 8,4 | 5,3 | 2,6 | 2,0 | 0,22 | 25 | 76 | 74 | 30 | -0,9 | 30 | 93 |
| 12 | 27 | 35 | 4.78 | 2,4 | 2,1 | 1,9 | 1,0 | 0,07 | 30 | 73 | 76 | 31 | -1,6 | 31 | 89 |

** Justert som beskrevet i tekst side 34.

3e: Stasjonen CMI (Bergen).

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T °C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|----|---------|----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 74 | 40 | 4,35 | 1,3 | 5,0 | 12,3 | 3,6 | 0,23 | 27 | 71 | 78 | 31 | 3,0 | 31 | 162 |
| 02 | 129 | 40 | 4,51 | 1,1 | 6,0 | 25,7 | 0,2 | 0,01 | 13 | 63 | 77 | 28 | 1,3 | 28 | 246 |
| 03 | 94 | 43 | 4,35 | 1,7 | 4,9 | 15,3 | 3,0 | 0,09 | 13 | 58 | 67 | 31 | 1,2 | 31 | 90 |
| 04 | 154 | 48 | 4,35 | 2,0 | 2,5 | 12,8 | 1,3 | 0,07 | 10 | - | 68 | 30 | 7,4 | 30 | 204 |
| 05 | 115 | 26 | 4,59 | 0,9 | 2,7 | 10,4 | 0,0 | 0,01 | 6 | - | 68 | 31 | 9,1 | 31 | 240 |
| 06 | 45 | 39 | 4,32 | 1,5 | 1,3 | 2,0 | 1,9 | 0,06 | 5 | - | 76 | 30 | 11,3 | 30 | 348 |
| 07 | 105 | 20 | 5,43 | 1,0 | 2,4 | 8,4 | 0,8 | 0,02 | - | - | 66 | 31 | 15,0 | 31 | 222 |
| 08 | 220 | 27 | 4,28 | 0,9 | 1,1 | 8,1 | 0,6 | 0,07 | 6 | - | 75 | 31 | 13,6 | 31 | 360 |
| 09 | 403 | 31 | 4,40 | 0,8 | 3,6 | 48,3 | 1,1 | 0,05 | 6 | - | 78 | 30 | 10,6 | 30 | 378 |
| 10 | 417 | 46 | 4,60 | 1,0 | 9,1 | 126,5 | 2,8 | 0,12 | 7 | 37 | 67 | 31 | 10,2 | 31 | 282 |
| 11 | 197 | 37 | 4,20 | 1,2 | 2,7 | 17,7 | 1,7 | 0,31 | 17 | 59 | 86 | 30 | 4,9 | 30 | 468 |
| 12 | 211 | 34 | 4,60 | 0,9 | 6,6 | 46,5 | 0,4 | <0,01 | 26 | 59 | 87 | 31 | 3,9 | 31 | 468 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 200 | 44 | 4,45 | 1,4 | 7,9 | 52,7 | 2,3 | 0,10 | 12 | 43 | 79 | 31 | 3,9 | 31 | 396 |
| 02 | 156 | 35 | 5,00 | 1,1 | 6,5 | 33,8 | 5,0 | 0,29 | 8 | 44 | 73 | 29 | 3,1 | 29 | 306 |
| 03 | 14 | 119 | 5,84 | 6,3 | 15,0 | 7,0 | 2,2 | 0,08 | 9 | 47 | 65 | 31 | 2,2 | 31 | 132 |
| 04 | 122 | 79 | 3,93 | 2,4 | 7,2 | 29,4 | 6,2 | 0,22 | 7 | - | 73 | 30 | 4,5 | 30 | 282 |
| 05 | 82 | 37 | 4,94 | 2,0 | 1,8 | 4,9 | - | - | 5 | - | 67 | 31 | 11,9 | 31 | 276 |
| 06 | 31 | 31 | 5,34 | 1,6 | 3,4 | 3,5 | 0,8 | 0,05 | 7 | - | 75 | 30 | 14,2 | 30 | 312 |
| 07 | 210 | 18 | 4,73 | 0,6 | 1,9 | 13,4 | 0,8 | 0,04 | - | - | 78 | 31 | 15,5 | 31 | 408 |
| 08 | 379 | 26 | 4,34 | 0,6 | 1,4 | 17,7 | 0,2 | 0,01 | 4 | - | 80 | 31 | 14,4 | 31 | 408 |
| 09 | 452 | 25 | 4,97 | 0,9 | 3,7 | 55,8 | 2,1 | 0,24 | 4 | - | 83 | 30 | 12,2 | 30 | 480 |
| 10 | 373 | 41 | 4,25 | 1,1 | 4,1 | 50,9 | 1,9 | 0,07 | 10 | 54 | 78 | 31 | 8,1 | 31 | 402 |
| 11 | 341 | 51 | 5,99 | 0,9 | 9,0 | 102,2 | 2,6 | 0,17 | 10 | 54 | 81 | 30 | 4,6 | 30 | 384 |
| 12 | 306 | 47 | 5,29 | 1,0 | 10,8 | 110,3 | 30,1 | 15,60 | 10 | 46 | 85 | 31 | 3,7 | 31 | 498 |

3f: Stasjonen Svanvik.

| Periode | Ned- bør mm | Ledn µS/cm | pH | S mg/l | Cl-C mg/l | Cl-B mg/m ² d | Cl-B(AF) mg/m ² d | Mg-B(AF) mg/m ² d | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | RH % | N | T 0 C | N | TOW h |
|-------------|-------------------|---------------|------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|----|-------------|----|----------|
| <u>1987</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 31 | 15 | 4.93 | 0,3 | 2.8 | 2.9 | 0,0 | 0,01 | 11 | 4 | 84 | 31 | -18,1 | 31 | 10 |
| 02 | 22 | 25 | 4.50 | 0,7 | 2.8 | 2.1 | 0,1 | 0,01 | 24 | 8 | 87 | 28 | -17,9 | 28 | 0 |
| 03 | 6 | 40 | 4.20 | 1,8 | 2.3 | 0,5 | 0,3 | 0,03 | 51 | 6 | 82 | 31 | -12,5 | 31 | 3 |
| 04 | 12 | 21 | 4.77 | 0,8 | 2.7 | 1.1 | 0,3 | 0,02 | 24 | 3 | 75 | 30 | -4,1 | 30 | 30 |
| 05 | 27 | 34 | 4.35 | 2,1 | 1.2 | 1.1 | 0,0 | 0,02 | 18 | 2 | 72 | 31 | 3,1 | 31 | 144 |
| 06 | 62 | 23 | 4.34 | 1,1 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,01 | 38 | 2 | 72 | 30 | 8,2 | 30 | 278 |
| 07 | 30 | 35 | 4.14 | 1,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,01 | 17 | 2 | 76 | 26 | 8,9 | 28 | 258 |
| 08 | 93 | 10 | 4.64 | 0,3 | 0,5 | 1,6 | 0,3 | 0,01 | 21 | 2 | 81 | 30 | 8,0 | 31 | 405 |
| 09 | 27 | 18 | 4.49 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 0,06 | 44 | 2 | 86 | 30 | 6,0 | 30 | 469 |
| 10 | 14 | 13 | 4.64 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 28 | 2 | 81 | 31 | 5,3 | 31 | 385 |
| 11 | 4 | 30 | 5.03 | 0,5 | 7,9 | 1,1 | 0,2 | 0,03 | 22 | 3 | 83 | 30 | -7,4 | 26 | 12 |
| 12 | 35 | 16 | 4.80 | 0,3 | 2.8 | 3,3 | 0,4 | 0,01 | 15 | 7 | 93 | 31 | -16,9 | 31 | 0 |
| <u>1988</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 15 | 17 | 4.59 | 0,4 | 1.8 | 0,9 | 0,2 | 0,01 | 8 | - | 92 | 31 | -13,9 | 31 | 8 |
| 02 | 18 | 29 | 4.18 | 0,8 | 1.2 | 0,7 | 0,0 | 0,01 | 35 | - | 92 | 29 | -14,0 | 23 | 0 |
| 03 | 4 | 43 | 4.15 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,02 | 22 | - | 89 | 31 | -8,9 | 31 | 16 |
| 04 | 13 | 23 | 4.44 | 0,9 | 1.1 | 0,5 | 0,2 | 0,02 | 14 | 1 | 84 | 30 | -5,3 | 30 | 73 |
| 05 | 18 | 25 | 4.50 | 1,6 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,01 | 6 | 2 | 80 | 31 | 3,9 | 31 | 273 |
| 06 | 15 | 20 | 4.44 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,03 | 12 | 2 | 79 | 30 | 11,4 | 30 | 349 |
| 07 | 113 | 18 | 4.44 | 0,7 | 0,3 | 1,1 | 0,4 | 0,04 | 7 | 2 | 83 | 31 | 15,0 | 31 | 476 |
| 08 | 51 | 21 | 4.31 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 0,03 | 9 | 2 | 89 | 31 | 11,0 | 31 | 625 |
| 09 | 24 | 16 | 4.67 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 0,2 | 0,04 | 4 | 2 | 89 | 30 | 7,2 | 30 | 556 |
| 10 | 51 | 25 | 4.76 | 0,5 | 4,6 | 7,9 | 0,5 | 0,03 | 3 | 2 | 88 | 31 | 0,3 | 31 | 335 |
| 11 | 47 | 22 | 4.67 | 0,4 | 3,1 | 4,9 | 0,6 | 0,02 | 4 | 5 | 91 | 30 | -11,4 | 30 | 15 |
| 12 | 20 | 17 | 4.83 | 0,5 | 2,3 | 1,6 | 0,7 | 0,04 | 9 | 8 | 94 | 31 | -17,6 | 31 | 18 |

Tabell 4: Årsmidler for miljøparametrene. Kolonnene 4, 5, 6 og 7 inneholder veide midler. I parameteren Cl-B(AF) er en blindverdi stipulert til 0,4 mg/m²·døgn trukket fra.

| 1 Stasjon | 2 Periode | 3 mm nedbør | 4 µS/cm | 5 pH | 6 7 mg/l | | mg/m ² ·døgn | | TOW | SO ₂₃ µg/m | NO ₂₃ µg/m |
|--------------|--------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | | S | Cl-C | Cl-B | Cl-B(AF) | | | |
| HOFF | 11.86-10.87 | 1 007 | 40 ¹ | 4,25 ¹ | 1,4 ¹ | 3,7 ¹ | 8,8 ¹ | 1,4 | 3 293 | - ² | - ² |
| | 11.87-10.88 | | (Måling avsluttet i mai 1988) | | | | | | | 3 792 ¹⁴ | |
| ALVIM | 11.86-10.87 | 1 292 ¹³ | 46 | 4,25 | 1,8 | 3,7 | 8,6 ³ | 6,3 ³ | 3 239 | 16 ⁴ | - ² |
| | 11.87-10.88 | 1 112 | 46 | 4,10 | 1,6 | 2,1 | 6,5 | 3,7 ⁵ | 3 270 | 14 | - |
| BORREGAARD | 11.86-10.87 | 848 | 87 | 3,76 | 4,0 | 2,9 | 6,9 | 8,3 | 3 239 | 43 | 18 ¹⁰ |
| | 11.87-10.88 | 1 073 | 55 | 4,03 | 2,4 | 2,5 | 7,3 | 4,0 | 3 270 | 36 | 19 |
| VATERLAND | 10.86- 9.87 | 651 | 36 | 4,47 | 1,9 | 2,3 | 4,1 | 0,6 | 2 482 | 18 | 59 |
| | 10.87- 9.88 | 1 051 | 29 | 4,49 | 1,4 | 1,5 | 4,0 | 2,2 ⁶ | 2 724 | 14 | 52 |
| CMI | 4.86- 3.87 | 3 014 | 21 | 4,43 | 1,1 | 4,8 | 40,3 | 2,6 ⁷ | 3 558 | 11 ⁸ | 51 ¹¹ |
| | 4.87- 3.88 | 2 237 | 37 | 4,46 | 1,1 | 5,0 | 31,2 | 1,7 | 3 804 | 10 ⁹ | 48 ¹¹ |
| SVANVIK | 8.86- 7.87 | 294 | 23 | 4,45 | 0,9 | 1,6 | 0,9 | 0,2 | 2 026 | 24 | 3 ¹² |
| | 8.87- 7.88 | 369 | 17 | 4,51 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,3 | 2 466 | 20 | 3 ¹² |

1) Analysetall for oktober mangler. 2) Måles ikke. 3) Analyser for desember 1986 og januar, februar og mars 1987 mangler. 4) Analyse fra desember 1986 mangler. 5) Analyse fra mai 1988 mangler. 6) Analyser fra januar og august 1988 mangler. 7) Analyse fra juni 1986 mangler. 8) Analyser fra juni, juli og august 1986 mangler. 9) Analyse fra juli 1987 mangler. 10) Startet målinger f.o.m. mai 1987. 11) Bare målinger vinterhalvåret oktober-mars. 12) Analyser fra januar, februar og mars 1988 mangler. 13) Brukt nedbørstall fra Borregaard som basis for avsetning. 14) NMIs data for Rygge.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

| | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT | RAPPORTNR. OR 64/89 | ISBN-82-425-0078-9 | |
| DATO NOVEMBER 1989 | ANSV. SIGN. <i>S. Orland</i> | ANT. SIDER 41 | PRIS NOK 75,- |
| TITTEL Overvåking av korrosjon 1987-1988 | | PROSJEKTLEDER | |
| | | NILU PROSJEKT NR. 0-8123 | |
| FORFATTER(E) O. Anda | | TILGJENGELIGHET A | |
| | | OPPDRAGSGIVERS REF. | |
| OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 81 Dep 0032 Oslo 1 | | | |
| 3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Korrosjon Metaller Miljøparametere | | | |
| REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Korrosjon av Fe, Zn, Cu og Al på overvåkingsstasjonene: Hoff (bakgrunn nær Sarpsborg-Fredrikstad), Alvim (villastrøk i Sarpsborg), Borregaard (Sarpsborg, sur industriatmosfære), Vaterland (Oslo by), CMI (Bergen by) og Svanvik (Ø-Finnmark, sub-arktisk, industripåvirket). Eksponeringsstillinger: 45 ⁰ /, horisontalt og under tak. Målinger av korrosjonsrelevante miljøparametere. Vurdering og konklusjoner er foretatt. | | | |

TITLE Corrosion measurements 1987-1988, evaluations.

ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

Corrosion rates of Fe, Zn, Cu and Al on exposure at 45⁰ horizontal and sheltered from precipitation at three sites in the Sarpsborg area, one in Oslo, Bergen and in east part of Finnmark (Svanvik) are given together with environmental variables. Conclusions, so far have been made.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C