

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 42 /78
REFERANSE: 22378
DATO: SEPTEMBER 1978

FORSLAG TIL MILJØKLASSIFISERING OG
PRØVEMETODE FOR KORROSJONSMOTSTAND
MOT SO₂-HOLDIG ATMOSFÆRE

AV

SVEIN ERIK HAAGENRUD

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-053-5

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 SAMMENDRAG	5
2 INNLEDNING	7
3 FORSLAG TIL INNDELING AV ATMOSFÆREN I MILJØKLASSER ...	7
4 KORTTIDSPRØVING AV TAKRENNEMATERIALER I SO ₂ - HOLDIG ATMOSFÆRE I KLIMASKAP	9
4.1 Prøvematerialer	9
4.2 Referanseprøver	10
4.3 Prøveprogram i klimaskap	10
4.4 Resultater	11
4.4.1 Korrosjonshastighet som tykkelsesminskning	11
4.4.2 Mikroskopering	12
4.5 Diskusjon	13
4.5.1 Sammenligning korttidsprøving i klimaskap og langtidsprøving i felt	13
4.5.2 Krav til ulike metallers korrosjonsmotstand mot SO ₂ -holdig atmosfære	15
4.5.3 Materialklassifisering	17
5 SAMMENDRAG-FORSLAG TIL KRAV OG UTPRØVINGSMETODE FOR KORROSJONSBESTANDIGHET MOT SO ₂ -HOLDIG ATMOSFÆRE	17
5.1 Prøvemetode	17
6 LITTERATUR	19
BILAG	21
VEDLEGG	29

1 SAMMENDRAG

Rapporten omhandler forslag til miljøklassifisering og prøvemethode for korrosjonsmotstand mot SO₂-holdig atmosfære av de metalliske komponenter som inngår i Norges Byggstandardiseringsråds (NBR) standard "NBR F 22/76- Takrenner, nedløpsrør, rennekroker m.m. Mål, form og egenskaper", samt resultater av utprøving av takrennematerialer etter denne metode.

I forslaget til miljøklassifisering bygger en på eksisterende kvalitative standarder for uteluft i Sverige og Norge. Forslaget til standard bør etterhvert revideres i samsvar med pågående standardiseringsarbeid innenfor ISO. Representative korrosjonshastigheter angis for stål, sink, kobber og aluminium innenfor de angitte miljøklasser. Korrosjonshastighetene har et meget stort variasjonsområde, men kan fastlegges adskillig mer nøyaktig ved vurdering av foreliggende meteorologiske data og forurensningsdata.

Resultatene fra utprøvingen av takrennematerialer i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap er sammenlignet med feltprøvningsdata og akselerasjonsfaktorer for korttidsprøvingen i forhold til prøvning i ulike atmosfæretyper er beregnet og diskutert. Tilslutt er utformet forslag til klasseinndeling for de utprøvede materialer, og forslag til korttidsprøvemethode som er identisk med den som er benyttet i den utførte utprøving.

FORSLAG TIL MILJØKLASSIFISERING OG PRØVEMETODE FOR KORROSJONSMOTSTAND MOT SO₂-HOLDIG ATMOSFÆRE

2 INNLEDNING

Ved utarbeidelsen av standarden "NBR F22/76 - takrenner, nedløpsrør, rennekroker m.m. Mål, form og egenskaper" mente Norges Byggstandardiseringsråd (NBR) at det måtte settes krav til bestandighet mot SO₂-holdig atmosfære. NBR ønsket derfor NILUs hjelp til å

- definere realistiske krav til metalliske materialers korrosjonsbestandighet i SO₂-holdig atmosfære
- utvikle en praktisk anvendbar prøvemethodikk for korrosjonsmotstand mot SO₂-holdig atmosfære.

I brev av 3.februar 1978 påtok NILU seg derfor å:

1. Foreslå skjematisk inndeling av atmosfæren i miljøklasser. Forslaget vil bygge på eksisterende utenlandske standarder.
2. Utføre korttidsprøving av oversendte prøvematerialer i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap.

Forslaget ble vedtatt i brev fra NBR av 14.3.1978.

3 FORSLAG TIL INNDELING AV ATMOSFÆREN I MILJØKLASSER

En vil her foreslå å bygge på miljøklasseinndelingene i standardene henholdsvis "Svensk rotskyddsnorm StBK-N4" (Vedlegg 1) og "NVS F 1494 Metallbeleggning. Elektrolytisk utfelte belegg av nikkel + krom" (Vedlegg 2). Den sistnevnte standard bygger på ISO 1456-1974.

Da NBR F 22/76 vil gjelde kun for uteluft, vil en foreslå følgende modifiserte klasseinndeling (tabell 1).

Tabell 1: Forslag til miljøklassifisering

Miljøklasse	Atmosfærisk aggressivitet	Miljøeksempel
1	Moderat	Innlandsatmosfære, dog ikke i industriområde eller i større tettbebyggelse.
2	Stor	Nær ved kysten, i industriområde eller i større tettsteder.

Inndelingen er grov og korrosjonshastigheten vil variere meget innenfor den enkelte klasse. Dette er vist i tabell 2 nedenfor, som angir retningsgivende korrosjonshastigheter for henholdsvis ulegert stål, kobber, sink og aluminium i de ulike atmosfæretypene. Tallene er basert på en rekke undersøkelser på feltstasjoner i Skandinavia (1-11).

Tabell 2: Miljøklasser og representative korrosjonshastigheter for vanlige bruksmetaller i ulike atmosfæretyper i Skandinavia (1-11).

Miljøklasse	Atmosfærens aggressivitet	Atmosfære type	Midlere tykkelsesred (µm/år)			Aluminium (max tæringsdybde) µm/10 år
			Stål	Sink	Kobber	
1	Moderat	Land	10-36	0.8-1.5	0.4	70
2	Stor	Kyst	20-130	1-3	0.8	100
		By/ind.	18-160	1-6	1.5	80

De store variasjonene i korrosjonshastigheten skyldes lokalt betingede variasjoner i korrosjonsbestemmende parametre innen hver klasse. I nærheten av et industriutslipp vil en f.eks. ha betydelig høyere SO₂-konsentrasjoner og høyere korrosjon enn i området forøvrig (2,3,4). Likeledes skyldes den høye korrosjonshastigheten i kystatmosfære først og fremst klorid fra sjøsaltaerosoler, og er derfor avhengig av både avstand fra sjø, topografi, og vindhastighet (9). Bare få hundre meter fra sjøen kan korrosjonen være som i innlandsatmosfære.

Miljøet i objektets umiddelbare nærhet kalles mikromiljø, og egentlig er det dette miljø som bestemmer korrosjonen. Dette må det tas hensyn til når mikromiljøet kan forventes å avvike fra makromiljøet.

Som diskutert ovenfor er den kvalitative miljøinndelingen utilfredstillende. Internasjonalt er det derfor arbeid i gang for å komme fram til en standardisert klassifisering av korrosjonsmiljøer hvor de definerte klasser er angitt med kvantitative oppgaver over de korrosjonsbestemmende parametre. Arbeidet foregår i en arbeidsgruppe innenfor ISO TC 156 "Corrosion of metals" og NILU deltar i denne arbeidsgruppen. Etterhvert som standardiseringsarbeidet gir resultater vil en foreslå at NBR's standard revideres.

For Norges vedkommende sitter NILU inne med data for de korrosjonsmessig viktigste miljøparametre som gjør det mulig å angi en lokalitets korrosjonshastighet med vesentlig større nøyaktighet enn det som er angitt i tabell 2.

4 KORTTIDSPRØVING AV TAKRENNEMATERIALER I SO₂-HOLDIG ATMOSFÆRE I KLIMASKAP

4.1 Prøvematerialer

De undersøkte takrennematerialer er sink, varmforsinket stål,

aluminium og kopper. Prøvene ble levert fra NBR i strips med areal 2 x 25 cm. Beleggtykkelsen på varmforsinket stål ble bestemt ved mikroskopering til 21.5 μm i middelvei (bilag, tabell 1).

Prøvene ble merket, avfettet, veid og deretter bøyet til "takrenneprofil" før innsetting i klimaskapet (figur 1, bilag). Det er eksponert 17 prøver av sink og varmforsinket stål (vZn), 16 av aluminium og 18 av kopper, og uttak av prøver er gjort etter 1, 2, 4, 6, 8, 10 og 12 uker.

Etter eksponeringen ble korrosjonsproduktene på materialene fjernet ved dypping i forskjellige beisebad (bilag, tabell 2), skylling i vann og aceton og tørking ved romtemperatur. Prøvenes korrosjonshastigheter ble så evaluert ved vekttapsmålinger og mikroskopering av tæringsdybder. Ved mikroskoperingen er benyttet både lysmikroskop og elektronmikroskop.

4.2 Referanseprøver

For å få riktig referanse til utprøvningsresultatene på feltstasjonene ble det ved korttidsprøvingen eksponert prøveplater av sink og ulegert karbonstål som er identiske med prøveplatene i felt. Arealet er 10x15 cm og det ble eksponert 2 prøver av stål og 3 av sink. Prøvene ble tatt ut ved forsøket slutt. Korrosjonsproduktene på stål ble fjernet ved beising i Clarke's løsning (bilag, tabell 2).

4.3 Prøveprogram i klimaskap

Døgnsyklusen i det benyttede prøveprogram som simulerer eksponering i SO_2 -holdig industriatmosfære er vist i figur 2 i bilag. Relativ fuktighet er konstant lik 92%, mens temperaturen veksles mellom 20 og 40°C hver 4. time. Dette fremkaller vekslende kondens/tørking på prøvene.

Under hele forsøket er SO₂-konsentrasjonen i skapet 1400 µg/m³ eller 50 pphm.

Utprøvingen startet 1978-05-24, og ble avbrutt 1978-08-23 på grunn av svikt i SO₂-reguleringen. Dette har trolig gitt for lav konsentrasjon de to siste døgnene av 3 måneders perioden.

4.4 Resultater

4.4.1 Korrosjonshastighet som tykkelsesminskning

Den gjennomsnittlige tykkelsesminskningen for hvert materiale er beregnet ut fra vekttapene. Resultatene er vist for ren sink og varmforsinket stål i figur 3, for kobber i figur 4 og for aluminium i figur 5. Etter 2, 4, 6, 8, 10 og 12 uker er to plater av hvert materiale tatt ut for vekttapsbestemmelse og mikroskopering. Resultatene for begge platene er angitt på figurene. For kobber hadde prøvene til høyre i skapet (figur 1) en systematisk lavere korrosjon enn de til venstre. Årsaken til dette antar en er et plasttak under den øverste risten. Dette ble satt på for å hindre renning ned på nedenforstående prøver, og har trolig medført ujevn konsentrasjonsfordeling i skapet. Ved senere forsøk uten plasttak forsvant den systematiske forskjellen og reproduserbarheten ble god. På figur 4 er kun angitt den platen som står til venstre i skapet, da dette angir den riktige korrosjonshastigheten vurdert i forhold til de andre materialene og de senere forsøk.

For både ren sink, varmforsinket stål og aluminium må reproduserbarheten sies å være god.

For det varmforsinkede stålet som hadde en midlere beleggtykkelse på 21.5 µm, er midlere tykkelsesreduksjon etter 12 uker 12 µm, dvs. ca 60% av beleggtykkelsen er tæret vekk. Angrepet er imidlertid meget ujevnt, og belegget er gjennomtæret på en rekke steder. (Se 4.4.2).

For alle materialene øker korrosjonen relativt jevnt med tiden. Varmforsinket stål har korrodert noe mer i gjennomsnitt enn ren sink, hvilket er i overenstemmelse med feltforsøk (10).

4.4.2 Mikroskopering

Kommentarer til de enkelte materialene er gitt i tabell 3 i bilag.

Varmforsinket stål:

Målt i lysmikroskop er den midlere tykkelsesreduksjonen etter 8 uker 6-7 μm som er i bra overenstemmelse med 8 μm beregnet fra vekttapsmålingene (figur 3). Angrepene er meget ujevne, og 10-15 μm dype groper dekker ca halvparten av overflaten. Allerede etter 8 uker hadde noen av gropene gått ned til stål-overflaten. Etter 12 uker viste undersøkelse i elektromikroskop at en stor del av sinkbelegget var tæret vekk (figur 6 og 7 i bilag).

Ren sink:

Generelt er det dypere groper på ren sink enn på det varmforsinkede stålet. Den midlere tykkelsesreduksjonen synes å være ca 10-15 μm , mens den er ca 10 μm beregnet fra vekttapsmålingene. Totalt kunne en ha 30-50 μm dype groptæringer i forhold til uangrepet (maskert) område.

Kobber:

Den generelle tykkelsesreduksjon er såvidt liten at den er vanskelig å måle. Beregnet fra vekttap er den ca 1.5 μm (figur 4). Tæringen er noe ujevn med groper som dekker ca 1/3 av overflaten, og med gjennomsnittlig tæringsdybde 3-8 μm .

Aluminium:

Opprinnelig overflatestruktur er ennå synlig, men halvparten av overflaten er dekket av groper som totalt er 10-12 μm dype i forhold til uangrepet område. Den generelle tykkelsesreduksjonen er ca. 3 μm , mot beregnet ca 2 μm fra vekttap (figur 5).

For de undersøkte materialer er det derfor bra overenstemmelse i bestemmelsen av midlere tykkelsesreduksjon fra vekttap og ved mikroskopering. Metodene supplerer hverandre fordi mikroskoperingen i tillegg viser at korrosjonen er ujevn med en rekke groper adskillig dypere enn den midlere tykkelsesreduksjonen.

4.5 Diskusjon

4.5.1 Sammenligning korttidsprøving i klimaskap og langtidsprøving i felt.

I tabell 3 er det gjort en sammenligning av midlere årlig tykkelsesreduksjon av stål og sink ved den foreliggende korttidsprøving i klimaskap, og ved årseksposering på feltstasjoner i land og industriatmosfære i Norge.

Tabell 3: Sammenligning av midlere tykkelsesreduksjon av stål og sink ved korttidsprøving i klimaskap og ved lengre tids eksponering på feltstasjoner i Norge (3, 4, 10, 11).

KLIMASKAP - SUR INDUSTRIATMOSFÆRE Store vekttapsplater			EKSPONERING PÅ NORSKE FELTSTASJONER			
	$\mu\text{m}/3 \text{ mnd}$	$\mu\text{m}/\text{år}$	Landatm.	Akselerasjonsfaktor	Ind.stm. Borregaard	Akselerasjonsfaktor
STÅL	149	596	10-26	60-21 (≈ 40)	80	7.5
SINK	6.4	25.6	0.6-2.0	43-13 (≈ 28)	3.8	6.8

Som også angitt i tabell 2 varierer årskorrosjonen meget fra sted til sted og fra år til år innen samme atmosfæretype. Det er derfor ikke mulig å angi en generell akselerasjonsfaktor for korttidsprøvingen i forhold til feltprøvingen. Av tabell 3 ser en at for landatmosfære ligger akselerasjonsfaktoren mellom 21 og 60, dvs at 3 måneders eksponering i klimaskap vil tilsvare fra 180 (15 år) til 63 måneders (5.3 år) eksponering i landatmosfære. For sink er akselerasjonsfaktoren mellom 13 og 43 i forhold til landatmosfære. For sink tilsvare derfor klimaskapprøvingen fra 39 (3.3 år) til 129 måneders (11 år) eksponering i landatmosfære.

Når det gjelder akselerasjonsfaktoren i forhold til sur industriatmosfære, så er det kun stasjonen på Borregaard som idag kan sies å representere denne type, mens de øvrige må karakteriseres som byatmosfære med lavere SO₂-innhold. Borregaard har en årlig middelkonsentrasjon for SO₂ på ca 80 µg/m³ (3). På grunn av sammenligning kun med Borregaard får en heller ikke den variasjonen i akselerasjonsfaktorer som for landatmosfære, selv om det vil være variasjoner når andre industriatmosfærer medtas.

Sammenlignet med Borregaard gir klimaskapprøvingen en akselerasjonsfaktor på 7.5 for stål og 6.8 for sink, noe som tilsvare henholdsvis 22.5 måneder (≈2 år) og 20.5 måneders (1.7 år) felt-eksponering på Borregaard.

Som det framgår av tabell 3 gir altså prøveprogrammet noenlunde samme akselerasjonsfaktor for både stål og sink i forhold til en gitt atmosfæretype. De angitte korrosjonshastigheter for atmosfæretypene (tabell 2 og 3) og derved akselerasjonsfaktorer må kun anees som retningsgivende. En vil imidlertid relativt enkelt kunne angi mer eksakte korrosjonshastigheter og akselerasjonsfaktorer for en spesifisert lokalitet ved vurdering av aktuelle forurensningsdata og meteorologiske data.

For kobber og aluminium har en ikke tilsvarende feltdata fra Norge, og korrosjonen av takrennebiter må derfor sammenlignes med utenlandske litteraturdata for prøveplater i felt. Dette innebærer en usikkerhet. For kobber får en ved sammenligning av korrosjonshastigheten i klimaskap i figur 4 med korrosjonshastigheten i tabell 2 en akselerasjonsfaktor på 14 i landatmosfære og ca 4 for industriatmosfære. Som det vil framgå av ovennevnte er dette også sammenlignbart, men noe lavere enn for stål og sink.

For aluminium er sammenligninger enda vanskeligere fordi feltdataene angis som maksimum tæringstybde etter 10 års eksponering (8). Fordi groptæringshastigheten avtar sterkt med tiden er det derfor ikke mulig med direkte sammenligning. Tallene gir imidlertid ikke grunn for å anta at ikke akselerasjonsfaktorene skal være tilnærmet de samme som for stål, sink og kobber i de ulike atmosfæretyper.

Etter denne sammenligningen vil en derfor konkludere med at den anvendte prøvemethode er anvendbar som akselerert korttidsprøvemethode for metalliske materialer i innlandsatmosfærer med ulike innhold svoveldioksyd som dominerende luftforurensning. I denne undersøkelsen er det kun gjort ett forsøk, slik at forsøkenes reproduserbarhet ikke kan angis. En rekke liknende forsøk viser imidlertid at forsøk i klimaskapet er godt reproduserbare (12, 13, 14). Korrosjonsinstituttet har i tilsvarende forsøk med samme type utstyr fått en årlig tykkelsesminskning av sink referanseplate på 24 μm , som er i god overenstemmelse med 25.6 μm i det foreliggende forsøk (15).

4.5.2 Krav til ulike metallers korrosjonsmotstand mot SO₂-holdig atmosfære

Når det gjelder fastleggelse av evalueringskriterium eller krav som skal stilles til de ulike metallers korrosjonsmotstand mot SO₂-holdig atmosfære, må kravene være forskjellig etter

materialtypen. Det synes naturlig å skille mellom metaller med korrosjonsbeskyttende belegg (f.eks. varmforsinket stål) og uten korrosjonsbeskyttende belegg, hvor metallene kan ha ulik bestandighet.

Korrosjonsbeskyttende belegg

Ved korrosjonsbeskyttende belegg, som f.eks. ved varmforsinket stål, er det naturlig at kriteriet settes ved en viss %-vis tæring av belegget etter utført prøving. Med basis i de foreliggende forsøk vil en således foreslå at kriteriet for bestandighet av varmforsinket belegg er at det ikke skal være mer enn 50% reduksjon av midlere beleggtykkelse etter 2 måneders utprøving, dvs. under 11 µm for de aktuelle prøver (figur 3). Mikroskoperingen viser da at man likevel vil ha gjennomtæring en rekke steder. Normal beleggtykkelse for tynnplater er 10-30 µm(5).

Ved fastleggelse av et slikt kriterium er det regnet med at belegget ved siden av å korrosjonsbeskytte også skal fylle estetiske krav, med andre ord at man ikke ønsker et delvis gjennomtært belegg med mye spor av rust. Dersom dette kan aksepteres må man også vurdere korrosjonshastighet og krav til korrosjonsmotstand for underliggende metall, i dette tilfellet stål.

Materialer uten korrosjonsbeskyttende belegg

Disse vil normalt enten være så bestandige (kobber, aluminium) og/eller tykke (sink, stål) at gjennomtæring ikke vil skje innenfor praktisk ønsket levetid. Det er da forutsatt slik konstruktiv utforming at permanente vannansamlinger og grop-tæring ikke opptrer.

For disse metaller vil derfor kravet til korrosjonsmotstand være definert ut fra hvilken tykkelsesreduksjon som kan aksepteres før kravet til f.eks. materialets fasthet underskrides. Før man kan fastsette krav til korrosjonsmotstand for disse tilfeller trenger man derfor å fastlegge krav til fasthet og korre-

sponderende materialtykkelser. Kravet til korrosjonsmotstand vil da enkelt kunne fastlegges ved å sammenligne med de respresentative korrosjonshastigheter i den aktuelle atmosfæretype.

4.5.3 Materialklassifisering

Ut fra ovengitte resultater og diskusjon vil en foreslå følgende klasseinndeling av de her utprøvede takrennematerialer.

Tabell 4: Klasseinndeling for aktuelle materialer

Materialer			Korrosjonsmotstand SO ₂ holdig atmosfære	Prøvemethodikk SO ₂ -holdig atmosfære
Klasse	Type	Basis		
1	Belagt metall	varmforsinket stål	Liten bestandighet av belegg	Klimaskap som i foreliggende utprøving
2	Ikke-	sink, stål	Liten bestandighet men stor godstykkelse vil gi lang levetid korrosjonsmessig.	
3	belagte metaller	aluminium kobber	Stor bestandighet og relativt stor godstykkelse vil gi lang levetid.	
4	Plaster o.l		Stor bestandighet, lang levetid	SO ₂ antagelig ikke begrensende for bestandighet.

5 SAMMENDRAG-FORSLAG TIL KRAV OG UTPRØVINGSMETODE FOR KORROSJONSBESTANDIGHET MOT SO₂-HOLDIG ATMOSFÆRE

5.1 Prøvemethode

Utprøving foretas i klimaskap med prøveprogram som angitt under pkt. 4.3 og figur 2. Prøvemethoden er anvendbar for metalliske materialer.

Klimaskapet må muliggjøre regulering av temperatur, fuktighet og SO₂-konsentrasjon. I den foreliggende undersøkelse er benyttet klimaskap type Feutron 3001.

Prøvematerialenes form kan være de praktisk forekommende unntatt for større detaljer som takrenner, hvor representative prøvestykker må uttas. Korrosjonshastigheten bestemmes som vekttap og ved mikroskopering på prøver tatt ut ved bestemte tidsintervaller. Vekttapet omregnes til midlere tykkelsesreduksjon (μm).

Referanseplater av stål og sink tas med i utprøvingen for sammenligning med tidligere utprøvinger og feltdata.

Via sammenligning med feltdata fås en akselerasjonsfaktor for korttidsprøvingen sammenlignet med praktisk eksponering. Akselerasjonsfaktoren vil variere meget innenfor de angitte miljøklasser, men det aktuelle korrosjonsmiljø vil kunne anslås langt mer nøyaktig ved bruk av foreliggende meteorologiske data og forurensningsdata.

6 LITTERATUR

- (1) Svendenius, G. Korrosion och Korrosionskydd. Stockholm, Korrosionsinstitutet, 1977.
- (2) Kucera, V. Effects of sulfur dioxide and acid precipitation on metals and antirust painted steel. *AMBIO*, 5, 243-48 (1976).
- (3) Atteraaas, L.,
Haagenrud, S.
Kucera, V.,
Hakkarainen, T. Atmospheric corrosion rate of unalloyed steel and zinc and environmental parameters at test sites in Scandinavia. I: *8th Scand. Corr. Congr.* Helsinki, 1975. s. 139-149.
- (4) Haagenrud, S.E. Eksponering av stål og sink på skandinaviske feltstasjoner. NORDFORSK 1975-1977. Lillestrøm 1978. (NILU TN 3/78.)
- (5) Wallin, T. Zinkbelägningars livslängd i atmosfär. Foredragssammendrag fra kurs 7.2.1978, Oslo, Norsk Korrosjonsteknisk forening.
- (6) Tangen, A. Varmeforsinking får større utbredelse (Overflatebehandling av skruer). *Tekn. Ukeblad* 124, nr. 47, 16-26, (1977).
- (7) Mattson, E.
Holm, R. Copper and copper alloys I: *ASTM STP 435, American Society for Testing and Materials*, pp 187-210 (1968).
- (8) Mattson, E. Aluminium i fororenad atmosfär. *Teknisk Tidsskrift* 1968:38 Sm 6811087. Särtryck.

- (9) Kucera, V. Galvanisk korrosion i atmosfæren.
Stockholm 1977.
(KI-rapport 1977:16.)
- (10) Haagenrud, S.E. Nordisk samarbeidsprosjekt
"NORDFORSK - Atmosfærisk korrosjon"
NILU's årsrapport 1975.
Lillestrøm 1976. (NILU TN 2/76.)
- (11) Atteraas, L. Metallers værbestandighet -
atmosfærisk korrosjon. Oslo 1976.
(Veritas-rapport 76802.)
- (12) Haagenrud, S.E. En-faktorforsøk på laboratoriet.
NORDFORSK-prosjekt: Atmosfærisk
korrosjon. Delprosjekt 1.1.
Lillestrøm 1977.
(NILU TN 15/77.)
- (13) Haagenrud, S.E. Elektrokjemisk metode for
atmosfærisk korttidsprøving av
aluminium.
NORDFORSK-prosjekt: Atmosfærisk
korrosjon. Delprosjekt 3.1.
Lillestrøm 1978 (NILU TN 3/78.)
- (14) Haagenrud, S.E. Elektrokjemisk metode for
atmosfærisk korttidsprøving av
sink.
NORDFORSK-prosjekt: Atmosfærisk
korrosjon. Delprosjekt 3.1.
Lillestrøm 1978. (NILU TN 4/78.)
- (15) Johnsson, T. Utveckling av zink-beläggningar
med förbättrad korrosionshärdighet.
Stockholm 1977.
(KI-rapport 1977: 13.)

BILAG


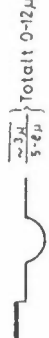
Tabell 1: Mikroskoperingsbestemmelse av beleggtykkelse på varmforsinket takrennestrips.

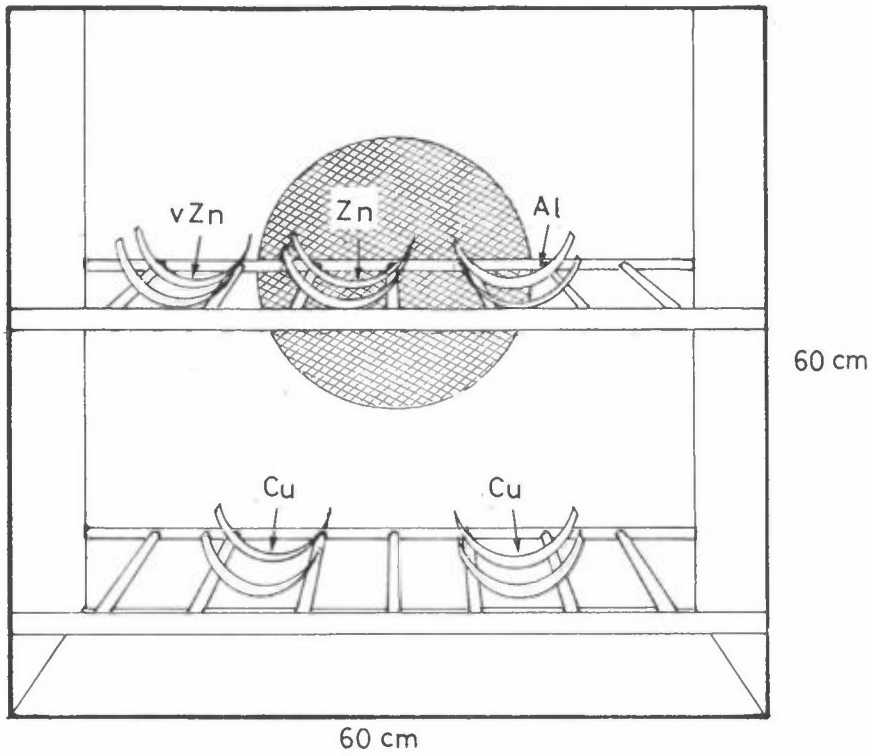
Måling nr.	Tykkelse (µm)
1	24
2	22
3	25.5
4	21
5	28
6	16.5
7	20.5
8	16
9	26
10	28
11	21.5
12	21
13	21
14	23
15	22
16	21
17	21
18	19.5
19	19
20	19
21	19.5
22	19
Middel	21.5
Max.	28
Min.	16

Tabell 2: Prosedyre for fjerning av korrosjonsprodukter

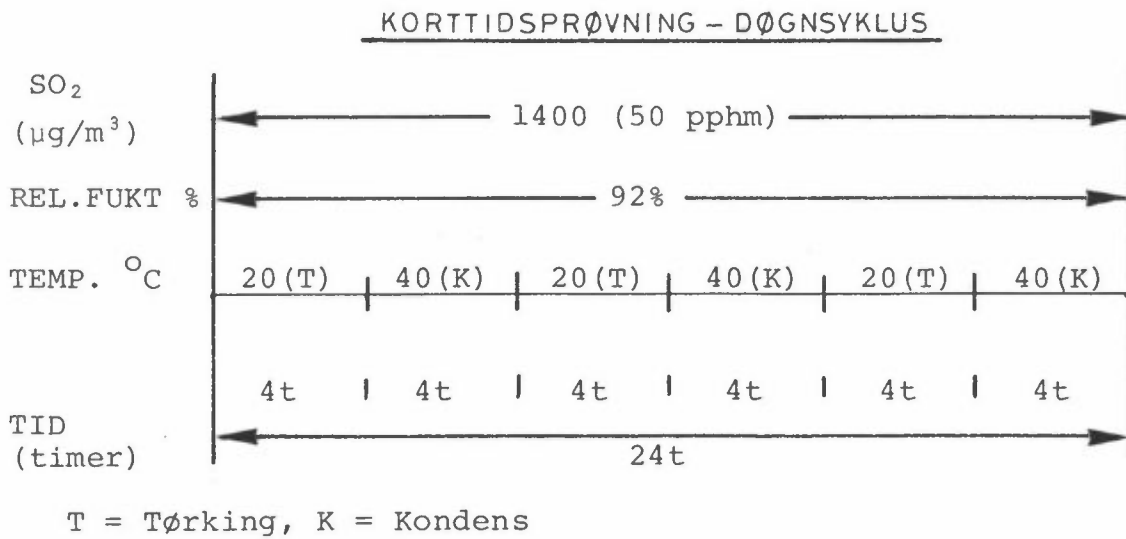
Materiale	Løsning	Betingelser
Stål (Clarke's løsning)	HCl, d.l.16 Sb ₂ O ₃ , 20 g/L SnCl ₂ , 20 g/L	Rom temp. 15-20 min.
Sink og varmforsinket stål	CrO ₃ , 200 g/L BaCrO ₄ , 1 g/L	80°C 1 min.
Aluminium	HNO ₃ (kons) CrO ₃ , 50 g/L	20°C 5-10 min
Kopper	H ₂ SO ₄ (1:10)	20°C 3 min Lett børsting rennende vann.

Tabell 3: Mikroskopering av takrennestrips etter 1, 2, 4, 8 og 12 ukers eksponering i klimaskap i sur industriatmosfære.

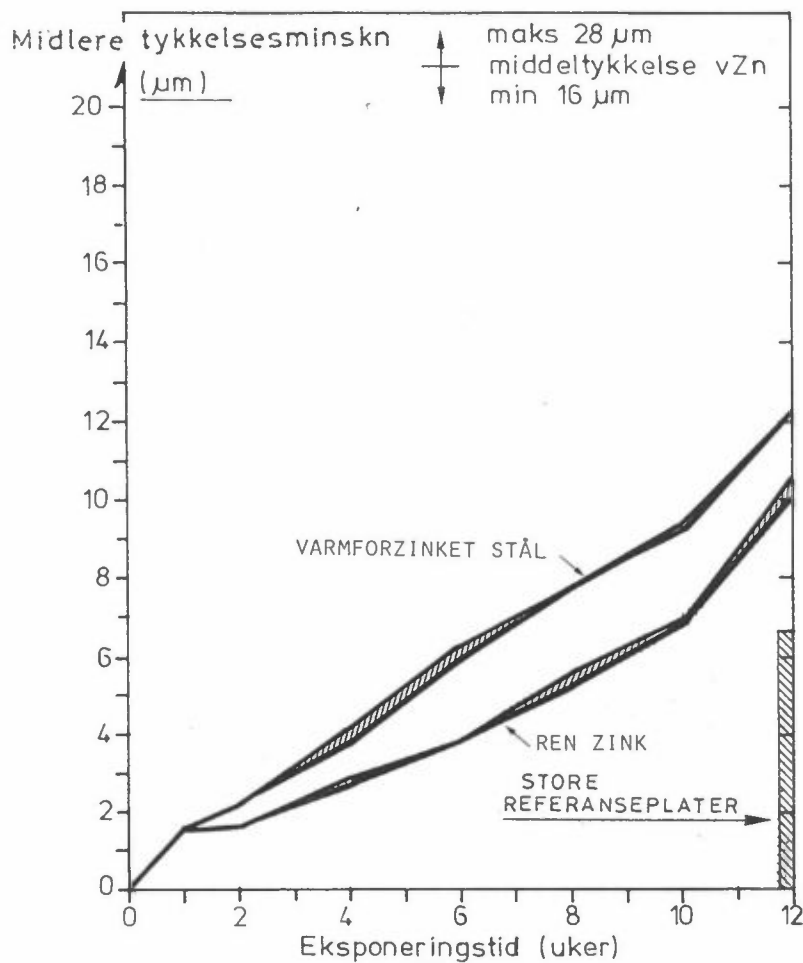
TID	Etter 1 uke	2 uker	4 uker	8 uker	12 uker
V 2n- stål	Noe gråere tone i korrodert overflate enn på den maskerte. Tykkelsesreduksjon 3-4 µm.	Stor ujevnhet i tykkelsesreduksjon (fra 0-6 µm).	Meget ujevn korrosjon. Noen steder med fremdeles opprinnelig overflatestruktur. Vanskelig å måle dybde, da også maskert område var angrepet. De mindre korroderte områder oppstår som sterkt lysreflekterende formasjoner.	Generell tykkelsesreduksjon omtrent 6-7 µm. Meget ujevn overflate. Pitsene (ca 10-15 µm dype) var delvis sammenhengende og dekket ca 1/2 av overflaten. Der hvor en ikke hadde pits var overflaten hvitkinnende. Overflaten var generelt meget ujevnt angrepet. I noen pits var det sannsynligvis gjennomslag.	Lite forandring å se. Profilene: Her kom en mørkere grå, fasettaktig overflate til sync under sinken. Noe i bøyen av takrennestripsen utgjorde denne overflaten mer enn oppå kantene. For de profilene som var kantmaskert var hele overflaten i bøyen fri for sink.
Zn	Opprinnelig parallell-riperet overflatestruktur følges ennå. Forholdsviss jevn korrosjon. Tykkelsesreduksjon 2-3 µm.	Ingen nevneverdige endringer.	Opprinnelig overflatestruktur er nå borte og korrodert overflate er jevnt ruglet og grå. Tykkelsesreduksjon 3-5 µm.	Selektivt etsemønster kunne sees hvor krystallene har parallellstriking i ulike retninger. Middeltykkelsesreduksjon 5-6 µm. Ujevne korrosjon. Noen steder var det forsvunnet mye mer 10-17 µm i dybden.	Intet observerbart mønster. En tykkelsesreduksjon i middei på ca 10 µm. G:oper på 15 µm vanlig. 
Cu	Det meste av overflaten er angrepet og opprinnelig overflatestruktur (parallell-riper) er for det meste borte. Tykkelsesreduksjon ikke målbar.	Bare spor igjen etter opprinnelig overflate. Meget ujevn tykkelsesreduksjon (0-3 µm).	Meget ujevn overflate. Kanskje en midlere tykkelsesreduksjon rundt 1 µm. 3 nivåer: 1) Lite korrodert sterkt lysreflekterende formasjoner som ikke dekker store sammenhengende flater. 2) Generell korrosjon. 3) Mørkere forhøyninger (10-20 µm i Ø) som i dybde står mellom 1) og 2). Dypeste pits neppe over 2-3 µm.	Ikke store forandringer å se. Opprinnelig overflate helt borte. Pits er vanligvis 5 µm i Ø og dybde varierende fra 1 til 3. Pitsene dekker noe under 1/3 av overflaten.	Mørkere fargenyanser synes å følge opprinnelig overflatestruktur med en slags parallell striking. Pits på 10 µm i Ø dekker ca 1/3 av overflaten. De er delvis sammenhengende. Pitsdybde 3-8 µm. Generell tykkelsesreduksjon vanskelig å måle pga. ujevn overflate, altså mangel på referanseoverflate. Liten er den i alle fall.
Al	Ingen forskjell på maskert og umaskert flate.	Meget små pits har oppstått.	Vide pits (Ø= 100 µm) og små pits (< 2 µm), de små ofte inne i de store. Dybde ikke målbar. Korrosjonsproduktene er fargeløse, flakaktige og oppsprukket slik at det dannes en slags mosaikkstruktur.	Fremdeles grunne pits, nå dels sammenhengende, dels usammenhengende på ca. 30-40% av overflaten. Opprinnelig struktur fremdeles synlig selv i pitsbunnene. Tykkelsesreduksjon ikke målbar selv om grensen mellom maskert og umaskert flate er tydelig.	 Totalt 0-12 µm



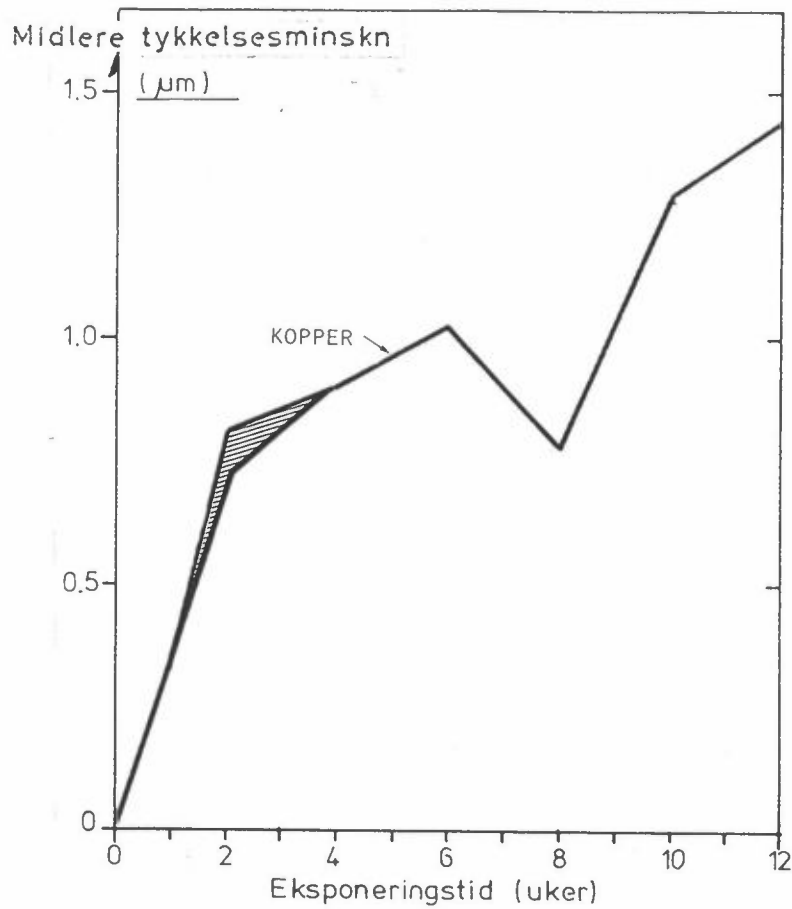
Figur 1: Prøveoppstilling i klimaskap



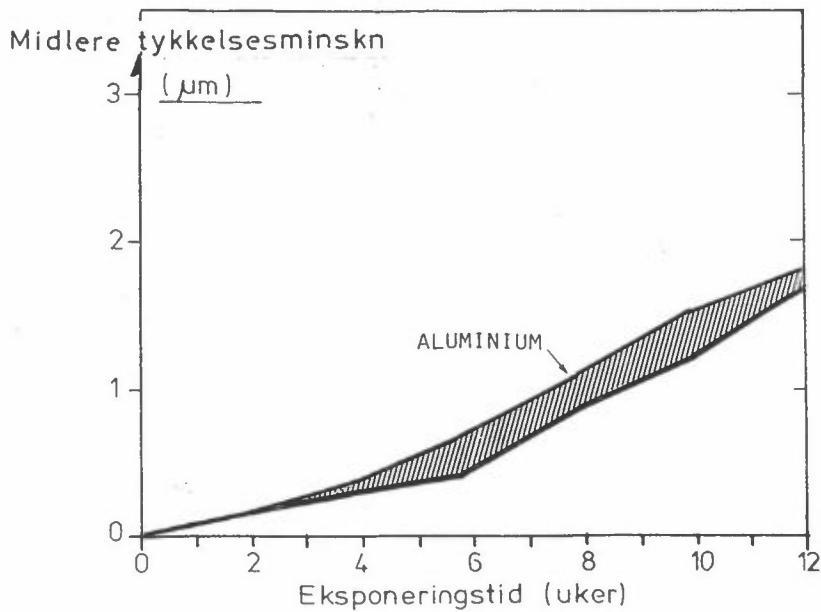
Figur 2: Prøveprogram i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap.



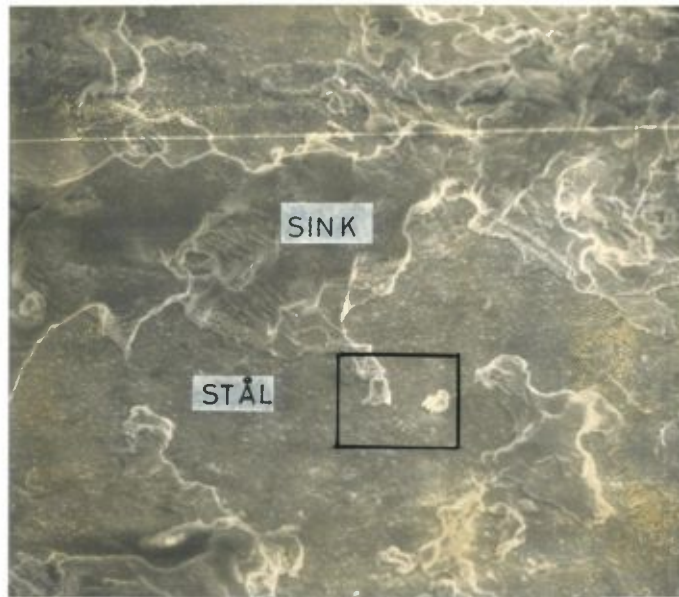
Figur 3: Midlere tykkelsesminskning for takrennestrips av varmforsinket stål og ren sink og referanseplater av sink ved 3 måneders eksponering i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap.



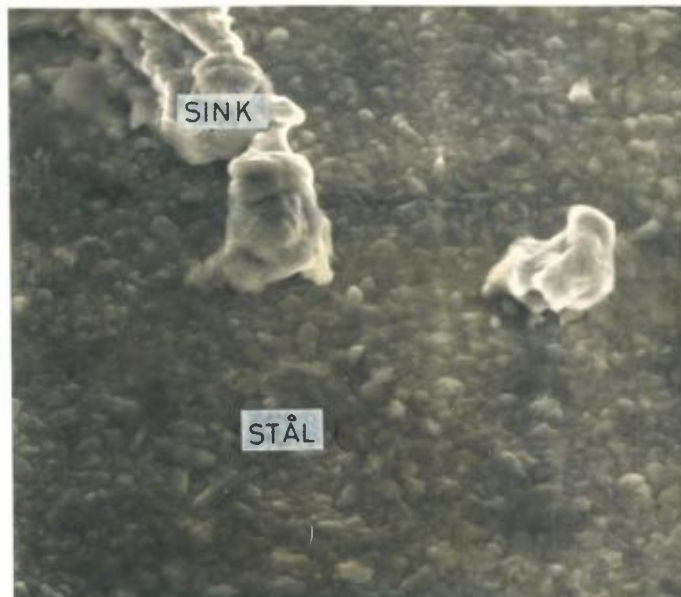
Figur 4: Midlere tykkelsesminskning for takrennestrips av kobber ved 3 måneders eksponering i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap.



Figur 5: Midlere tykkelsesminskning for takrennestrips av aluminium ved 3 måneders eksponering i SO₂-holdig atmosfære i klimaskap.



Figur 6: Scanning elektronmikroskop 520x av varmforsinket belegg etter 12 ukers eksponering i klimaskap i SO₂-holdig atmosfære.



Figur 7: Scanning elektronmikroskop 2600 x. Området avmerket på figur 6.

VEDLEGG

0:3

Tabell 0:31 Miljöklasser

Miljöklass	Omgivningens aggressivitet	Miljöexempel
M0	Ingen	Inomhus i torr luft
M1	Obetydlig	Inomhus i luft med växlande temperatur och fuktighet, tex i ej uppvärmd lokal och industribyggnad
M2	Måttlig	Inomhus vid fuktpåverkan och kondens. Utomhus i inlandet, dock ej i industriområde med aggressiv luft eller i större tätort
M3	Stor	Över hav eller i närheten av kust, inom industriområde med aggressiv luft eller i större tätort
M4	Mycket stor	I vissa oventilerade berggrum, gruvor och kemiska industrier. Konstruktion i vatten eller jord

:33 **Noggrannhetsgrad (vid ståltytors förbehandling för rostskyddsmålning)**

Noggrannhetsgrad är ett mått på ståltytors renhet efter förbehandling för rostskyddsmålning och anges enligt SIS 05 59 00 med beteckningen St 2 eller St 3 vid skrapning och stålborstning, med beteckningen Sa 1, Sa 2, Sa 2½ eller Sa 3 vid blästring. Högre tal anger större renhet.

:34 **Rostskyddsgrad**

Rostskyddsgrad är ett mått på utbredning av rost på en målad yta av stål och anges med siffror från 10 (ingen rost) till 1 (hela ytan rostig). Se SIS 18 51 11, Europeisk rostgradsskala för rostskyddsfärger.

:4 **Nomenklatur**

Nomenklaturen i föreliggande norm följer

TNC 40 Korrosionsordlista. Stockholm (Tekniska Nomenklaturcentralen) 1968

TNC 42 Målningsteknisk ordlista. Stockholm (Tekniska nomenklaturcentralen) 1968

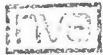
:5 **Förkortningar**

StBK-N1 Stålbyggnadsnorm 70

StBK-N5 Tunnbränsnorm

StBK-N1/S1 Supplement 1 till Stålbyggnadsnorm 70

StBK-K3 Kontrollanvisningar till Stålbyggnadsnorm 70



5 KLASSIFISERING

5.1 Inndeling i miljøklasser

Tallet for miljøklasse angir graden av korrosjonsbelastning overensstemmende med følgende skala:

- 4 - Eksepsjonelt stor belastning.
1) (*Uteluft i industri- og bymiljø. Kystatmosfære.*)
- 3 - Stor belastning.
1) (*Uteluft i villaområder, på landet. Inneluft i bad, vaskerom, kjeller.*)
- 2 - Moderat belastning.
1) (*Normal romsluft boliger, kontorer.*)
- 1 - Svak belastning.
1) (*I særlig tørre lokaler.*)

Disse betegnelser er fastsatt. Det anbefales at bestiller og leverandør avtaler en miljøklasse som tilsvarer den korrosjonsbelastning som det metallbelagte produkt vil bli utsatt for.

5.2 Metallbeleggenes betegnelse

Beleggbetegnelsene omfatter:

- a) kjemiske symbol for grunnmetallet (eller hovedmetallet i en legering) som følgende:
 - Fe for jern eller stål
 - Zn for zinklegeringer
 - Cu for kobber eller kobberlegeringer
- b) kjemisk symbol for nikkell, Ni
- c) et tall som angir nikkellbeleggets min. tykkelse (μm)

1) Teksten i parentes er forslag til tolkning av miljøklassene som bare er tatt med i den norske utgave.

5 CLASSIFICATION

5.1 Grading of service conditions

The service condition number indicates the severity of the service conditions in accordance with the following scale:

- 4 - exceptionally severe
- 3 - severe
- 2 - moderate
- 1 - mild

These designations are conventional and it is recommended that the choice of the service condition number corresponding to the use of the part to be plated should be the subject of agreement between the interested parties.

5.2 Classification of coatings

The classification number comprises:

- a) the chemical symbol for the basis metal (or for the principal metal if an alloy) as follows:
 - Fe for iron or steel;
 - Zn for zinc alloys;
 - Cu for copper or copper alloys;
- b) the chemical symbol for nickel, Ni;
- c) a number indicating the minimum thickness (in micrometres) of the nickel coating;



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

TLF. (02) 71 41 70

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 42/78	ISBN--82-7247-053-5
DATO September 1978	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold <i>of</i>	ANT.SIDER OG BILAG 32 2
TITTEL Forslag til miljøklassifisering og prøvemetode for korrosjonsmotstand mot SO ₂ -holdig atmosfære.	PROSJEKTLEDER S.E.Haagenrud	
	NILU PROSJEKT NR 22378	
FORFATTER(E) S.E. Haagenrud	TILGJENGELIGHET **	
	OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Norges Byggstandardiseringsråd (NBR)		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag)		
Atm. korrosjon	Miljøklassifisering	Prøvemetode
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Rapporten omhandler forslag til miljøklassifisering og prøvemetode for korrosjonsmotstand mot SO ₂ -holdig atmosfære av de metalliske komponenter som inngår i Norges Byggstandardiseringsråds (NBR) standard "NBR F 22/76- Takrenner, nedløpsrør, rennekroker m.m. Mål, form og egenskaper", samt resultater av utprøving av takrennematerialer etter denne metode. I forslaget til miljøklassifisering bygger en på eksisterende kvalitative standarder for uteluft i Sverige og Norge.		
TITTEL Proposal of environmental classification and atmospheric corrosion testing in SO ₂ -contaming atm. in climate chamber.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) This report describes proposal for environmental classification and an atmospheric corrosion test method in SO ₂ -contaming atmosphere of the metallic components in NBR (Norwegian Council for Building Standardization), Standard "NBR F 22/76", and results from testing of some of the metallic components.		

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