

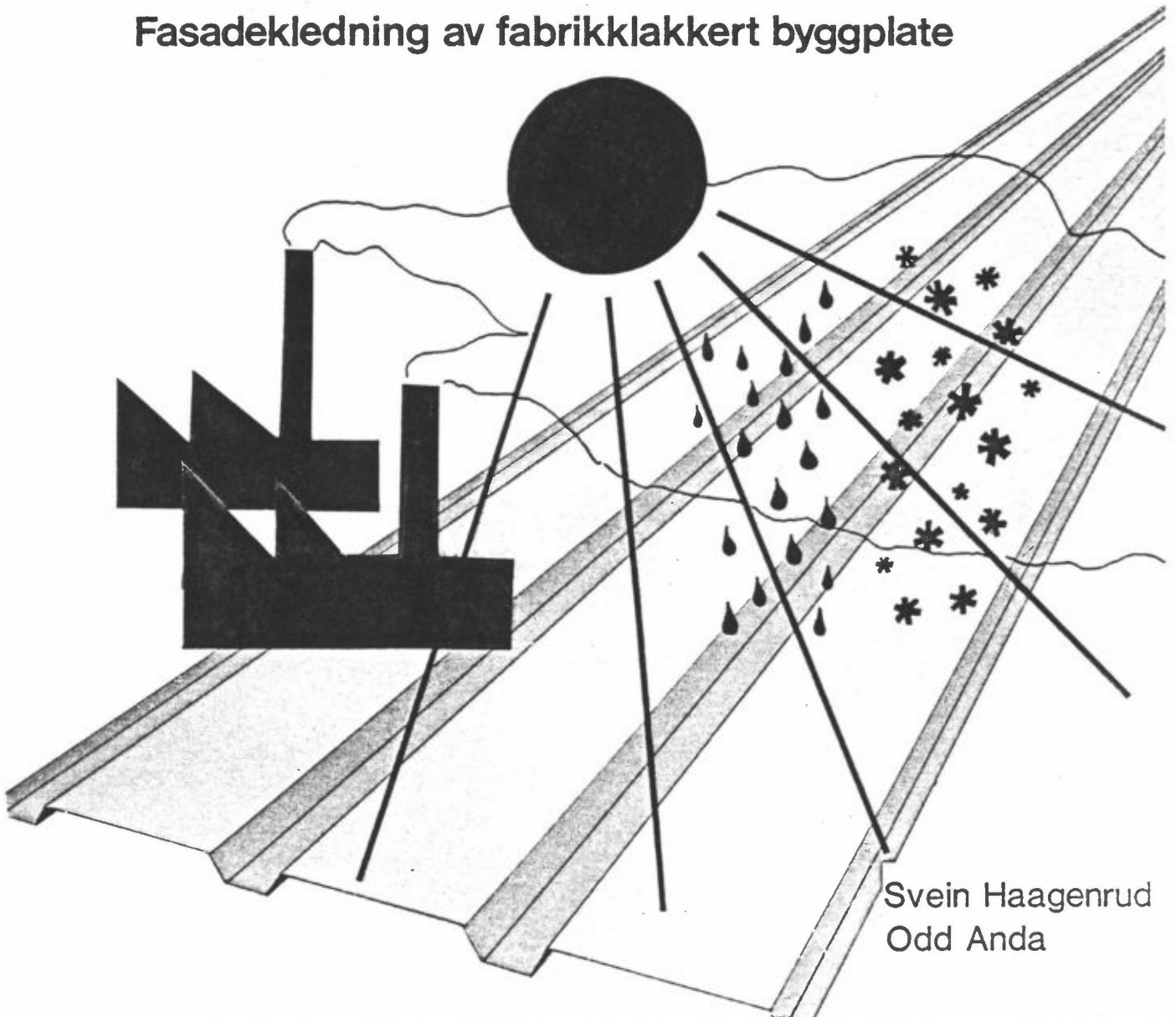


NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

# MILJØPÅVIRKNING PÅ ORGANISKE BELEGG

Fasadekledning av fabrikkklakkert byggplate



Svein Haagenrud  
Odd Anda

**NBS-MK**

NORDISKT FORSKNINGSPROGRAM  
material och konstruktioner - åldrande och livslängd  
NBI NILU Rb SBI SIB SP VTT

NILU OR : 79/85  
REFERANSE: O-8055  
DATO : NOVEMBER 1985

**MILJØPÅVIRKNING PÅ ORGANISKE BELEGG**

Svein E. Haagenrud, Odd Anda

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN 82-7247-657-6

## FORORD

Prosjektet "Fasadekledning av fabrikkklakkert byggplate" har pågått siden 1980 innenfor et nordisk program for forskningssamarbeide om materialers og konstruksjoners aldring og livslengde, NBS-MK. Undersøkelsen er for en stor del et metodestudie med programmet tilrettelagt slik at resultatene skal kunne utnyttes for vurdering, utvikling og kalibrering av metoder for bestandighetsprøving av spesielt organiske overflatebelegg, og med hovedvekt på laboratoriemetoder. Hensikten har også vært å gi økt kunnskap om bestandighet av fabrikkklakkerte plater med ulike overflatebelegg.

Nedbryting av platens overflatebelegg er avhengig av mange faktorer, blant annet det omgivende miljøets egenskaper. Beskrivelse og kvalifisering av de viktigste nedbrytingsegenskaper ved miljøet blir derfor viktig. I denne rapporten beskrives noen av de viktigste variablene med hensyn på atmosfærisk korrosjon, og strukturen i det utviklede klassifiseringssystemet for atmosfærisk korrosivitet. Systemet er ikke direkte overførbart til organiske belegg fordi vi mangler kunnskaper om de kvantitative sammenhengene mellom nedbrytingen av det enkelte belegg og miljøvariablene (dose-effekt sammenhenger).

Undersøkelsene er gjennomført av en prosjektgruppe bestående av Else-Hanna Elgåsen, Statens provningsanstalt (SP), Svein Haagenrud og Odd Anda, Norsk institutt for luftforskning (NILU), Eva Häkkä-Rönholm, Statens Tekniska Forskningscentral (VTT), Darwish Lala og Christer Sjöström (prosjektleder), Statens Institut för byggnadsforskning (SIB). Mesteparten av arbeidet med foreliggende rapport er utført ved NILU og SIB. Ansvarlig for tolkningen av resultatene slik de framstilles i rapporten er selvfølgelig forfatterne Odd Anda og Svein Haagenrud.

Prosjektet er finansiert av Statens råd för bygnadsforskning, Nordisk ministerråd, industrien og via interne midler fra hvert institutt.

Forfatterne retter en varm takk til samtlige som har bidratt med arbeid, finansiering og synspunkter.

NILU i februar 1986

Svein Haagenrud

Odd Anda

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD .....	3
1 INNLEDNING .....	6
2 SAMMENHENG KORROSJON OG MILJØ .....	8
2.1 Korrosjonsviktige variable .....	8
2.2 Klassifisering av korrosjonsmiljø i følge ISO/TC-156/WG4 ....	11
2.2.1 Klassifisering av de miljøvariable våttid, SO <sub>2</sub> og klorid ....	11
2.2.2 Bestemmelse av korrosjonskategorier utfra miljødata .....	13
2.2.3 Korrosjonskategorier .....	13
2.2.4 Bestemmelse av korrosjonskategorier ut fra miljø og/eller korrosjonsmålinger .....	14
2.3 Norsk standard NS 5415 "Korrosjonshindrende malingsystemer for stålkonstruksjoner" .....	16
3 RESULTATER .....	16
3.1 Miljødata fra byer og feltstasjoner .....	16
3.2 Klassifisering av korrosjonsmiljø ved hjelp av vekttapsplater av stål og sink .....	18
4 DISKUSJON .....	22
4.1 Sammenheng korrosjon og miljø .....	22
4.2 Sammenligning med andre korrosjonsdata .....	23
4.3 Sammenligning av korrosjonsklassifiseringen fra miljødata og fra vekttapsmålinger .....	23
4.4 Nedbrytning av organiske belegg og miljøklassifisering .....	25
5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....	26
6 REFERANSER .....	27
VEDLEGG .....	29

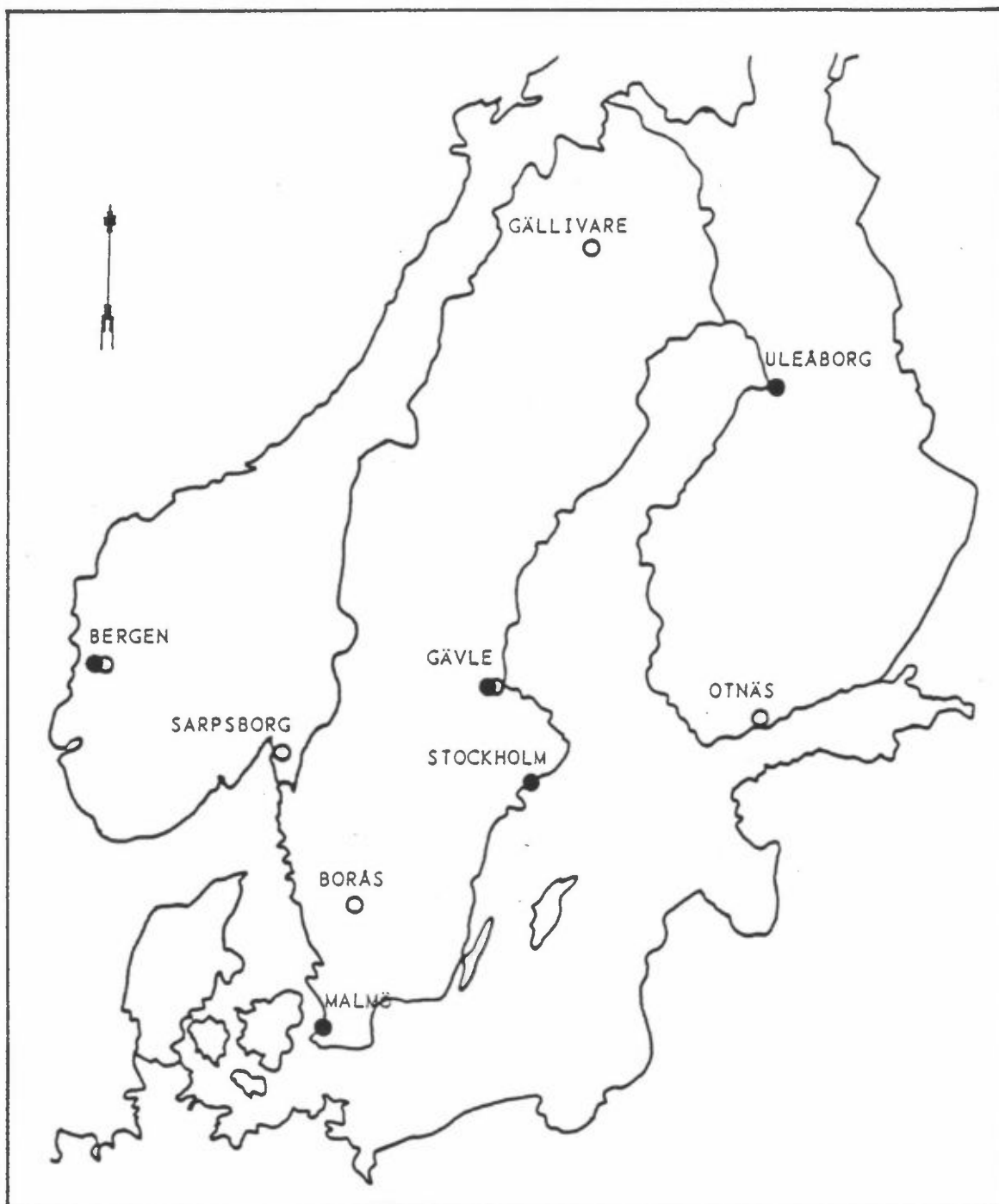
## MILJØPÅVIRKNING PÅ ORGANISKE BELEGG

### 1 INNLEDNING

Statens institutt för bygnadsforskning i Sverige (SIB) gjennomførte i 1979 en kunnskapsinventering vedrørende aldring og prøvemeter for bygningsmaterialet fabrikkklakkert plate. Studiet ble gjennomført som en innledning til en større undersøkelse som omfattet feltstudier i husutvalg, eksponering av prøveplater på feltstasjoner og bestandighetstesting på laboratoriet. Resultatet av kunnskapsinventeringen er tidligere rapportert (Janson, Sjöström, 1979).

Den videre undersøkelsen ble utført slik at data fra feltstudiene i husutvalg og fra eksponeringen på feltstasjoner skulle gi grunnlag for vurdering, utvikling og kalibrering av metoder for bestandighetsprøving av organiske overflatebelegg (figur 1). Den første rapporten viste sammenligningen mellom laboratorieprøving og resultater fra feltstudiene av hus (Elgåsen, Sjöström, 1983). Resultatene ble også publisert i en engelsk artikkel (Sjöström, 1984). Fordi prosjektet er gjennomført i et nordisk samarbeide, har det vært mulig å utnytte feltstasjoner i flere nordiske land, og gjennom det få flere nordiske klima- og miljøsituasjoner representert. Det samme gjelder for hus-utvalgene. En hensikt med prosjektet er også at resultatene skal bidra som underlag for diskusjoner av miljø- og klima-inndeling for nedbryting av organiske overflatebelegg og metaller. Prosjektet har således til en stor grad hatt karakter av metodestudie, men med et samtidig mål om å gi økt kunnskap om bestandigheten av fabrikkklakkert plate med ulike typer overflatebelegg.

På rapportomslaget bakside angis en serie av rapporter som dokumenterer prøveprosjektet. I denne rapporten vil vi beskrive noen av de viktige variablene med hensyn på atmosfærisk korrosjon, og strukturen i det utviklede klassifiseringssystemet for atmosfærisk korrosivitet. Deretter klassifiseres korrosiviteten på de benyttede feltstasjonene ved hjelp av data for utvalgte miljøvariabler. Dessuten klassifiseres korrosiviteten på bygninger ved hjelp av ett års målinger av korrosjonshastighet av standard stål- og sinkplater.



Figur 1: Eksponeringsstasjoner og husutvalg  
Eksponeringsstasjoner ○  
Husutvalg ●



## 2 SAMMENHENG KORROSJON OG MILJØ

Atmosfærisk korrosjon er av stor praktisk betydning og utgjør mer enn 50% av de totale korrosjonskostnadene for samfunnet. Siden svovelforurensningene har stor betydning for atmosfærens korrosivitet har de økte svovelforurensningene i mange deler av verden i de siste årtider økt den atmosfæriske korrosjonen.

Kjennskap til atmosfærens korrosivitet kan bidra til en reduksjon av skadene ved et riktig valg av materiale, overflatebeskyttelse og vedlikeholdstiltak. Å redusere utslippene ville være en annen måte til å redusere korrosiviteten.

Det er alment akseptert at korrosjon og andre nedbrytningsprosesser er kompliserte fenomen. Sammenhengen mellom nedbrytningsfaktorene og korrosjonen uttrykkes ofte ved hjelp av såkalte dose/respons funksjoner (D/R). Utviklingen av slike funksjoner er et nøkkelpunkt i arbeidet med å bekjempe korrosjonen. For å utvikle slike funksjoner er det nødvendig med feltstudier. En rekke nasjonale og internasjonale forskningsprogrammer er derfor etablert, og det er for tiden betraktelig erfaring innen feltet atmosfærisk korrosjon av metaller. I noen land har man på dette grunnlag etablert standarder eller "code of practice" som inkluderer klassifiserings-system for atmosfærens korrosivitet.

### 2.1 KORROSJONSVIKTIGE VARIABLE

Den atmosfæriske korrosjonen avhenger av tre forhold, nemlig materiale, beskyttelsen og de atmosfæriske klima- og forurensningsvariable. Ved siden av forurensningsnivå er det mange variable som kan influere på den endelige korrosjonshastigheten. Dette inkluderer relativ fuktighet, temperatur, regn, vindhastighet og lokal topografi, i tillegg til de fysiske karakteristika av det eksponerte materialet, slik som form og varmekapasitet.

### Klimafaktorer

Den atmosfæriske korrosjonen er en elektrokjemisk prosess som krever en fuktighetsfilm. I praksis resulterer dette i en diskontinuerlig prosess, hvor korrosjonen kun skjer den tiden det er en fuktfilm på overflaten. Denne tiden blir ofte kalt våttiden (time of wetness = TOW). Beregning eller måling av TOW er svært nødvendig for å kunne anslå korrosiviteten. TOW beregnes ofte fra meteorologiske data som den tiden den relative fuktighet er over 80% og temperaturen samtidig over 0°C. Så også i denne rapporten. Den virkelige våttiden på en overflate avhenger også av korrosjonsproduktene og forurensningene som er tilstede på overflaten. Det er derfor et stort behov for en målemetode som kan måle våttiden direkte. NILU har utviklet en slik metode, NILU-WETCORR, som er blitt brukt i en forstudie innenfor NBS-MK.

Nedbør kan virke på to måter. Ved små nedbørmengder av kort varighet vil regnet fukte overflaten og øke korrosjonen. Ved større mengder, eller lang varighet, vil korrosjonen reduseres noe på grunn av at forurensningene vaskes av overflaten. På den annen side kan langvarig regn også øke korrosjonen ved avvasking av overflatebelegg som gir en viss beskyttelse av materialet.

Vindhastigheten kan også ha en blandet effekt på korrosjonshastigheten. Høy vindhastighet gir en tørkeeffekt på overflaten og synkende korrosjonshastighet. På den annen side kan økende vindhastighet også øke tilførselen av SO<sub>2</sub> og gjennom det øke korrosjonshastigheten.

Temperaturen er i mange undersøkelser funnet å være signifikant korrelert med korrosjonshastigheten. På den annen side kan høy temperatur også tørke overflaten og på den måten senke den totale korrosjonshastighet.

For organiske overflatebelegg er det også kjent at UV-stråling bryter ned bindinger i den organiske filmen og derved ødelegger filmen. UV-effekten er forskjellig for ulike typer av belegg, samtidig som målemetodene for UV er svært kostbare. Det er derfor stor mangel på gode data for UV-nedbrytingsfenomenet for de ulike organiske belegg.

### Svovelforurensninger

Svovelutslipp består hovedsakelig av svoveldioksid. Effekten av denne på materialnedbrytning er demonstrert i en rekke felt- og laboratorieundersøkelser. Svovelinneholdende gasser og aerosoler akkumulerer på den eksponerte overflaten både ved tørredeponering og ved våtdeponering.

Mange undersøkelser har vist at  $H_2S$ , i de konsentrasjoner den forekommer i atmosfæren ( $<1 \mu g/m^3$ ), bare forårsaker begrenset korrosjon av de viktigste materialene eksponert utendørs. Innendørs er imidlertid  $H_2S$  en viktig korrosjonsstimulator ovenfor elektrisk utstyr og kontaktmaterialer.

### Innvirkning av andre forurensninger

Ikke-svovelinneholdende forurensninger i atmosfæren inkluderer nitrogenoksider, partikler, klorid, ozon og ulike forurensninger i regn. Det er imidlertid svært lite kvantitativt arbeid som er gjort for å bestemme effekten av disse forurensningene.

Undersøkelser har vist at  $NO_x$  er av begrenset betydning for utendørs korrosjon av vanlige materialer. Derimot er den av spesiell interesse for korrosjonen av elektriske kontaktmaterialer, spesielt i kombinasjon med andre forurensninger.

Det er tre hovedtyper av atmosfæriske kloridforurensninger, nemlig sjøsalt, veisalt og  $HCl$ -gass. Hovedkildene for  $HCl$  omfatter kjemiske fabrikker, avfallsforbrenningsanlegg og forbrenning av kloridinnholdende kull. Små sjøsaltpartikler kan transporteres flere mil innover land, men generelt er hovedkorrosjonseffekten fra sjøsalt begrenset til noen hundre meter inn fra stranden. Klorid øker korrosjonen ved dannelsen av en elektrolytt på overflaten ved lave relative fuktigheter (50-60% RH), hvilket effektivt øker den reelle våttiden. For  $HCl$  vil TOW på lignende måte bli økt. Det lave pH-nivå i fuktfilmen vil også øke korrosjonshastigheten.

Effekten av ozon, hydrokarboner og CO er studert i noen få undersøkelser. Direkte korrosiv effekt av ozon på malinger, elastomerer og plaster er vel kjent (Spence, Haynie, 1972).

## 2.2 KLASSIFISERING AV KORROSJONSMILJØ I FØLGE ISO/TC 156/WG4

Som det fremgår ovenfor har vi lenge kjent til at den atmosfæriske korrosjonen hos metaller påvirkes sterkt av omgivende miljø. For de vanligste bruksmetallene, stål, sink, kopper og aluminium, har vi også relativt bra kjennskap til de kvantitative sammenhengene mellom korrosjon og miljø, de såkalte dose/effekt-sammenhenger. (Haagenrud et al., 1984). For en rekke kombinasjoner av andre materialer (inklusive beskyttende belegg som maling) og miljø er dose/effekt-sammenhengene relativt dårlig kjent.

Som en hjelp ved valg av materialer og korrosjonsbeskyttelse i praksis er det behov for å karakterisere og klassifisere korrosjonsmiljøet. Erfaringene med sammenhengen mellom korrosjon og miljø har gitt oss denne muligheten. I det følgende vil vi beskrive et slikt system utviklet innenfor ISO/TC-156 "Corrosion of metals"/ WG4 "Classification of atmospheres with respect to corrosivity", og også vise et eksempel på hvorledes deler av denne standarden er forsøkt innpasset i en norsk standard for malingbeskyttelse av stålkonstruksjoner.

Klassifisering av korrosjonsmiljøet etter denne metoden kan i prinsippet skje på to måter; enten ved at de korrosjonsbestemmende parametrene, fuktighet og forurensninger, bestemmes for det omgivende miljø, eller gjennom at korrosjonshastigheten bestemmes for det aktuelle materiale i det gjeldende mikromiljø. Begge metodene er forsøkt benyttet i den eksperimentelle delen av denne undersøkelsen.

### 2.2.1 Klassifisering av de miljøvariable våttid, SO<sub>2</sub> og klorid

Våttid  
-----

Den nødvendige fuktigheten på overflaten fremkommer på mange ulike måter, ved dugg, regn, smelting av is og høy fuktighet. Våttiden kan enten beregnes

fra meteorologiske data som den tiden den relative fuktigheten er større enn 80% og temperaturen over 0°C, eller den kan direkte måles i mikromiljø.

Det foreslåtte klassifiseringssystemet for våttid innenfor ISO/TC-156/WG4 er vist i tabell 1.

Tabell 1: Klassifisering av våttid på korroderende metallflater.

Kategori	Våttid		Praktiske eksempler
	Timer pr år	% pr år	
$\tau_1$	<10	<0.1	Innendørs luft med klimakontroll.
$\tau_2$	10-250	0.1-3	Innendørs luft uten klimakontroll, unntatt innendørs ikke-luftkondisjonerte rom i våte regioner.
$\tau_3$	250-2500	3-30	Utendørs atmosfære i tørre eller meget kalde regioner, og sikkert ventilerte overbygninger i tempererte soner.
$\tau_4$	2500-5500	30-60	Utendørs atmosfære i alle klimasoner unntatt den tørre tropiske og ekstremt kalde soner.
$\tau_5$	>5500	>60	Svært fuktige regioner og ikke-ventilerte overbygninger under fuktige forhold.

SO<sub>2</sub>  
--2

Tabell 2: Klassifisering av SO<sub>2</sub>.

Kategori	Deponeringshastighet mg/m <sup>2</sup> pr døgn	Konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>
P <sub>0</sub>	≤10	≤12
P <sub>1</sub>	>10-35	>12-40
P <sub>2</sub>	>35-80	>40-90
P <sub>3</sub>	>80-200	>90-250

Ved bruk av denne standarden benyttes den årlige middelveiden for  $\text{SO}_2$ -nivået. Korttidsmålingene kan skille seg vesentlig fra langtidsmidlene.

### Klorid

Hovedkilden for kloridforurensninger kommer fra sjøsalttransport innover land.

Tabell 3: Klassifisering av klorid.

Kategori	Cl-deposisjonshastighet mg/m <sup>2</sup> pr døgn
S <sub>0</sub>	≤3
S <sub>1</sub>	>3-60
S <sub>2</sub>	>60-300
S <sub>3</sub>	>300-900

Denne klassifiseringen baserer seg på måling av klorid ved hjelp av den såkalte "wet candle"-metoden. Andre målemetoder, som vanlig regnsamler eller NILUs aerosolfelle, vil gi andre verdier på klorid enn "wet candle".

#### 2.2.2 Bestemmelse av korrosjonskategorier utfra miljødata

Korrosjonskategoriene bestemmes i henhold til de fastlagte våttids- og forurensningsklassene. De resulterende korrosjonskategoriene er vist i tabell 6.

#### 2.2.3 Korrosjonskategorier

Atmosfærens korrosivitet er også klassifisert og beskrevet i fem kategorier som vist i tabell 4.

For hver av disse korrosivitetskategoriene er det angitt motsvarende korrosjonshastigheter for de fire vanligste konstruksjonsmaterialene stål, sink, kopper og aluminium for første årets korrosjonshastighet. Disse veiledende korrosjonshastighetene er også gitt i tabell 4.

Tabell 4: Kategorier av atmosfærisk korrosivitet og første års korrosjonshastigheter for ulike korrosjonskategorier.

Korrosjonskategori		Korrosjonshastighet				
Enhet	Beskrivelse	Stål	Sink	Kopper	Aluminium	
1.	$\text{g/m}^2/\text{år}$ $\mu\text{m}/\text{år}$	Meget lav	1-10 0.15-1.25	<0.7 <0.1	<0.9 <0.1	Ubetydelig "
2.	$\text{g/m}^2/\text{år}$ $\mu\text{m}/\text{år}$	Lav	10-200 1.25-25	0.7-5 0.1-0.7	0.9-5 0.1-0.6	<0.6 <0.25
3.	$\text{g/m}^2/\text{år}$ $\mu\text{m}/\text{år}$	Middels	200-400 25-50	5-15 0.7-2	5-12 0.6-1.3	0.6 -2 0.25-0.8
4.	$\text{g/m}^2/\text{år}$ $\mu\text{m}/\text{år}$	Høy	400-650 50-80	15-30 2-4.2	12-25 1.3-2.8	2-5 0.8-2
5.	$\text{g/m}^2/\text{år}$ $\mu\text{m}/\text{år}$	Meget høy	>650 >80	>30 >4.2	>25 >2.8	>5 >2

#### 2.2.4 Bestemmelse av korrosjonskategorier ut fra miljø og/eller korrosjonsmålinger

Ut fra det ovenfor beskrevne systemet kan korrosjonskategorien bestemmes enten fra miljødata, eller rett og slett ved ett års målinger av korrosjonshastigheten av standardmetallene og sammenligning med tabell 4. Ved miljødatametoden bestemmes korrosjonskategoriene i henhold til de fastlagte våttids- og forurensningsklassene (tabell 1-3). De resulterende korrosjonskategoriene er vist i tabell 5.

Tabell 5: Atmosfæriske korrosjonskategorier som funksjon av klasser av våttid (TOW), SO<sub>2</sub> (P) og klorid (S).

Ulegert stål:

	τ <sub>1</sub>			τ <sub>2</sub>			τ <sub>3</sub>			τ <sub>4</sub>			τ <sub>5</sub>		
	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
P <sub>0</sub> -P <sub>1</sub>	1	1	1-2	1	2	3-4	2-3	3-4	4	3	4	5	4	5	5
P <sub>2</sub>	1	1	1-2	1-2	3-4	3-4	3-4	3-4	4-5	4	4	5	5	5	5
P <sub>3</sub>	1-2	1-2	2	2	3	4	4	4-5	5	5	5	5	5	5	5
Zink - kopper:															
P <sub>0</sub> -P <sub>1</sub>	1	1	1	1	1-2	3	3	3	3-4	3	4	5	4	5	5
P <sub>2</sub>	1	1	1-2	1-2	2	3	3	3-4	4	3-4	4	5	5	5	5
P <sub>3</sub>	1	1-2	2	2	3	3-4	3	3-4	4	4-5	5	5	5	5	5
Aluminium:															
P <sub>0</sub> -P <sub>1</sub>	1	2	2	1	2-3	4	3	3-4	4	3-4	3-4	5	4-5	5	5
P <sub>2</sub>	1	2	2-3	1-2	3-4	4	3	4	4-5	3-4	4	5	4-5	5	5
P <sub>3</sub>	1	2-3	3	3-4	4	4	3-4	4-5	5	4-5	5	5	5	5	5

Når man har fastlagt de ulike kategoriene av de nevnte variable går man inn i tabellen og bestemmer resulterende korrosjonskategori. Resulterende korrosjonshastighet for det første årets korrosjon av det aktuelle materialet finnes av tabell 4.

Både miljødatametoden og korrosjonsmålemetoden er benyttet i den foreliggende undersøkelse til å bestemme korrosjonskategorien henholdsvis på målestedene og i mikromiljøet på bygninger.



### 2.3 NORSK STANDARD NS 5415 "KORROSJONSHINDRENDE MALINGSYSTEMER FOR STÅLKONSTRUKSJONER"

Klassifiseringssystem som beskrevet ovenfor kan benyttes som grunnlag for å velge egnede malingsystemer eller beskyttelsessystemer i avhengighet av miljøets aggressivitet. I NS 5415 "Korrosjonshindrende malingsystemer for stålkonstruksjoner" har man forsøkt å tillemppe denne filosofien.

I NS 5415 grupperer man først miljøet i korrosjonsklasser ved hjelp av miljøbeskrivelser og/eller angivelse av korrosjonshastigheter for ulegert stål det første året. Derneft lister man en rekke ulike malingsystemer tilpasset de forskjellige korrosjonsklasser og holdbarhetsklasser basert på systemets korrosjonshindrende egenskaper. For hver korrosjonsklasse har man inndelt malingsystemene i to holdbarhetsklasser. Klasse 1 har krav til særlig god holdbarhet mens klasse 2 har normalt god holdbarhet. Prøvetoder og kravene til korrosjonshindrende egenskaper ved testing av det valgte malingsystem er også angitt.

## 3 RESULTATER

### 3.1 MILJØDATA FRA BYER OG FELTSTASJONER

Deltakerne i prosjektet har samlet inn miljødata fra byene hvor det er foretatt feltprøving og husbesiktigelser. Innsamlingen av data, for perioden 1980 til og med 1984, har vært tidkrevende, kanskje spesielt fordi det er uvant å samle inn slike typer av data. Den foreløpige datamatriksen er vist i tabell 6. For våttid og  $SO_2$  er det for middelverdiene også angitt resulterende klasse basert på ISO-systemet. På grunn av begrenset datatilgjengelighet har vi begrenset oss til svoveldioksid, våttid og vinddata. Vi har forsøkt å skaffe vinddata angitt som frekvens av vind fra hav, og frekvens av vind fra hav med vindstyrke  $>4$  m pr sekund. Den siste fikk vi bare fra Bergen. Kloriddata målt med "wet candle" er ikke tilgjengelig. Imidlertid burde det være mulig å skaffe verdier for kloridkonsentrasjonen eller belastningen i nedbørmålinger. (En del data mangler, og foreløpig flest fra Finland.)

Tabell 6: Miljødata fra byene med husutvalg og felteksponering i Sverige, Finland og Norge i perioden 1980-1984.

	Våtidd (t/år)				kl	%	SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> /år)				Cl (mg/m <sup>2</sup> /d)			
	80	81	82	83			84	m	kl	80	81	82	83	84
Gävle	2902	2265	2504	2462	3246	2675	r <sub>3</sub>	31	10	16	8	9	11	P <sub>0</sub>
Stockholm-Kaanans	3120	2862	2887	2914	2844	2925	r <sub>4</sub>	34	9	10	9	6	6	8 P <sub>0</sub>
Stockholm-T.Knutssonsgt.							r <sub>4</sub>		55	21	33	24	20	31 P <sub>0</sub>
Malmö-Rådhuset	3965	3919	4314	4625	4713	4307	r <sub>4</sub>	50	49	50	43	30	21	40 P <sub>1</sub>
Gällivare	1501	1561	1333	1603	1198	1440	r <sub>3</sub>	18						P <sub>2</sub>
Borås	3390	3283	3806	3770	3350	3628	r <sub>4</sub>	42	14	16	11	17	12	P <sub>0</sub>
Otnäs*	2829	3162	3679	3408		3265	r <sub>4</sub>	37	25	27	21			P <sub>1</sub>
Borregaard	3394		3462	3332	3347	3384	r <sub>4</sub>	39	80	90	112	89	97	94 P <sub>3</sub>
Bergen	3696	4320	4038	4188	3408	3930	r <sub>4</sub>	45	20	25	11	15	17	18 P <sub>1</sub>
									Vind fra hav > 4 m/s (% tid)					
	80	81	82	83	84	m			80	81	82	83	84	m
Gävle	25	20	18	16	21	20								
Stockholm-Kaanan	28	25	20	20	32	25								
Stockholm-T.Knutssonsgt.														
Malmö-Rådhuset	48	33	30	22	36	34								
Gällivare														
Borås	26	35	37	43	30	34								
Otnäs														
Borregaard	36	36	32	38	33	35			10	14	8	11	9	10.4
Bergen														

\* Våtteponering målt med nedbørsamler.

\*\* Våtiddsdataene er fra den meteorologiske stasjonen Kaisaniemi i Helsingfors.

### 3.2 KLASSIFISERING AV KORROSIJONSMILJØ VED HJELP AV VEKTTAPSPLATER AV STÅL OG SINK

For å kunne gjøre en kvantitativ bestemmelse av korrosjonskategorien i mikromiljøet ble det eksponert stål- og sinkplater på husene og på eksponeringsstasjonene. Eksponeringssteder og miljø er beskrevet i tabell 7, mens resultatene er vist i tabell 8 og figur 2 og 3.

Tabell 7: Eksponeringssteder for stål og sinkplater.

Nr	Eksponeringssted og miljø	Nr	Eksponeringssted og miljø
1	SIB, Gävle, tettsted med lett industri, 0,5 km Ø sentrum, 0.5 km SV hav.	11	Kockum-södra, industrimiljø, Malmö, 2 km VNV sentrum, 0,2 km S hav.
2	Emmaboda glas, Stockholm, tettsted med lett industri, 12 km NV sentrum, 10 km V hav.	12	Kockum-norra, industrimiljø, Malmö, 1 km VNV sentrum, 0,5 km S hav.
3	Pripps, Bromma, Stockholm, tettsted med lett industri, 5 km VNV sentrum, 6 km VSV hav.	13	Plastmo AB, tettsted med lett industri, Malmö, 4 km NV sentrum, 1 km SØ hav.
4	Högdalen Soppförbrenningstation, Stockholm, i industrimiljø, 8 km S sentrum, 6 km SSV hav.	14	Gällivare, landmiljø.
5	Takllkrogsvn. 81, Enshede, Stockholm, 5 km S sentrum, 6 km SSØ hav.	15	SP/Borås, tettsted med lett industri.
6	Solbergaskolan, Stockholm, tettsted, 6 km SV sentrum, 9 km VSV hav.	16	VTT/Otnäs, Finland
7	Kaanan, Stockholm, landmiljø, 12 km V sentrum, 14 km V hav.	17	VTT/Otnäs, Finland
8	Torkel Knutssonsg. 20, Stockholm, bymiljø, 1 km SSV sentrum, 6 km V hav.	18	Borregaard/Sarpsborg, Norge, SO <sub>2</sub> -forurenset industri.
9	Duro Offset, Malmö, tettsted med lett industri, 5 km SSØ sentrum, 5 km hav.	19	Bergen, Norge, kystby med mye nedbør.
10	Rådhuset, Malmö, bymiljø, sentrum, 1 km SSØ hav		

## Stål

---

For stål er det liten variasjon i vekttapene fra år til år for det enkelte eksponeringssted. Unntaket fra dette er Otnäs (16) 82-83. Som en følge av dette blir derfor klassifiseringen av det enkelte sted relativt entydig. Gällivare har den klart laveste korrosjonshastigheten, mens stasjonen Torkel Knutsonsgatan i Stockholm har den høyeste, jevne korrosjonen. Vi ser da bort fra industri-stasjonen Borregaard. Mellom stasjonene varierer korrosjonshastigheten med en faktor 5,5 mellom laveste stasjon Gällivare (7,2  $\mu\text{m}$ ) og høyeste stasjon Torkel Knutsonsgatan, Stockholm (39  $\mu\text{m}$ ). Malmø-eksponeringene har nesten dobbelt så høy korrosjon som de øvrige Stockholms-eksponeringene, henholdsvis 30  $\mu\text{m}$  og 16  $\mu\text{m}$ .

## Sink

----

For sink varierer korrosjonshastigheten mellom de ulike eksponeringene noe mer enn for stål. En ser også at korrosjonen på Torkel Knutsonsgatan er den klart høyeste, og relativt høyere enn for stål. På samme måte som for stål har Stockholm-stasjonene gjennomgående lavest korrosjon. Den er av samme størrelsesorden som i Gällivare, som har en relativt høy sinkkorrosjon. Videre ser en at sink-korrosjonen i Borås er svært høy i 82-83 eksponeringen, noe som ikke motsvares for stål.

Den gjennomsnittlige korrosjonshastigheten for sink varierer med en faktor 5,5 fra den laveste Gällivare (0,6  $\mu\text{m}$ ) til den høyeste Torkel Knutsonsgatan i Stockholm (3,3  $\mu\text{m}$ ). Stockholmstasjonene har i gjennomsnitt 0,8  $\mu\text{m}$  mens Malmøstasjonene og Otnäs i Finland har 1,4  $\mu\text{m}$ . Borås har 1,8  $\mu\text{m}$  men med svært stor spredning i resultatene. Bergen har høyere sinkkorrosjon enn Malmø. Samtlige stasjoner har en eller flere eksponeringer i korrosjonskategori 3, mens Torkel Knutssonsgatan ligger i klasse 4.

Tabell 8: Ett års vekttag av stål og sinkplater eksponert på hus og feltstasjoner i 1980-1984.

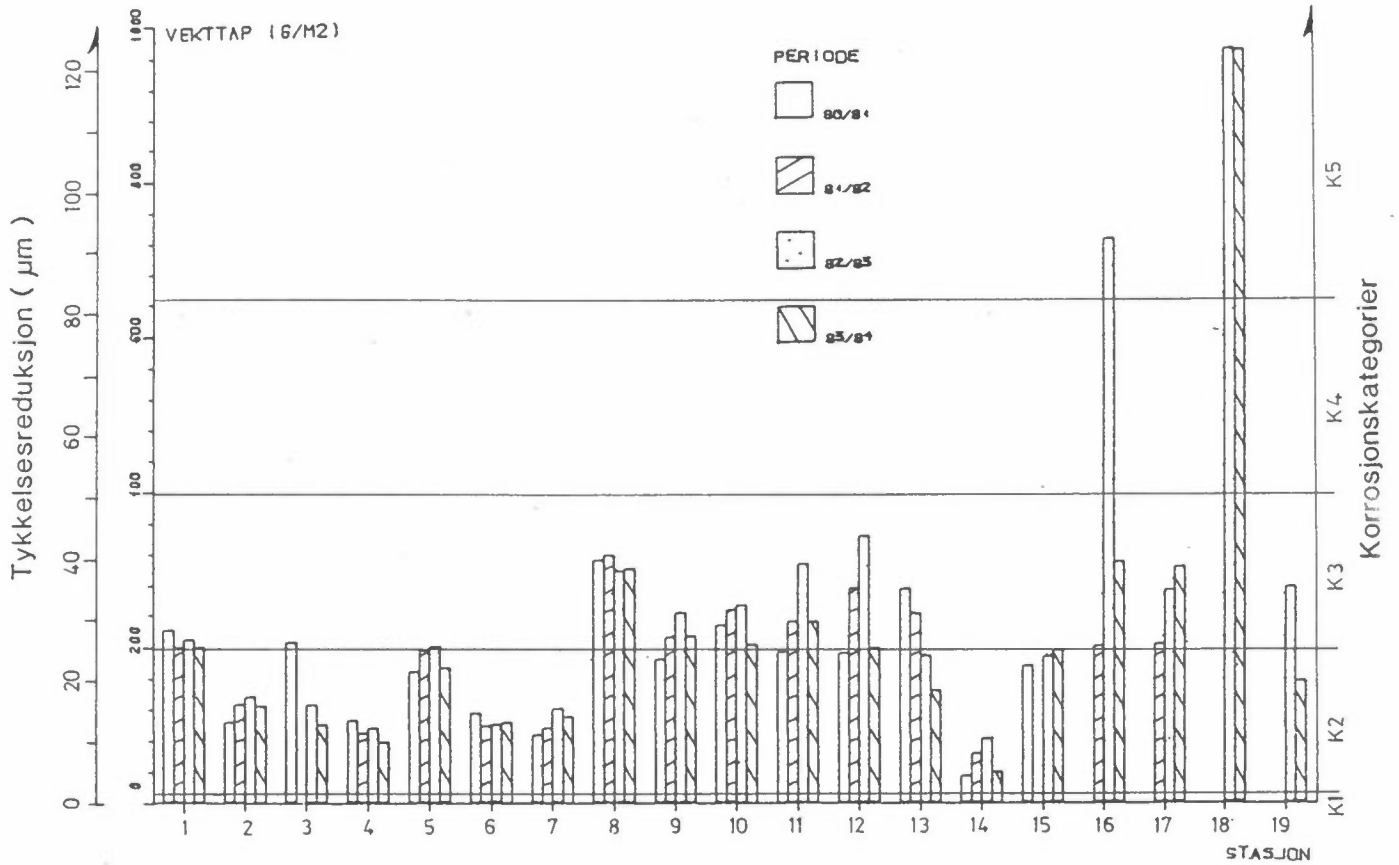
Stasjonsnavn	Nr.	Fe (g/m <sup>2</sup> år)			Middel		Zn (g/m <sup>2</sup> år)			Middel			
		80/81	81/82	82/83	83/84	m ± σ	Tykk.red. (µm)	80/81	81/82	82/83	83/84	M ± σ	Tykk.red. (µm)
Gävle	S 1	223.6	201.5	211.1	201.3	209 ± 9.1	27	8.99	8.9	12.3	8.0	9.5 ± 1.6	1.3
Emmaboda Glas, STH	S 2	105.3	128.0	137.3	126.0	124 ± 11.7	16	6.66	5.7	6.0	4.0	5.6 ± 1.0	0.8
Pripps-Bromma, STH	S 3	207.9		127.0	101.3	145 ± 45.4	18	7.33		4.0	1.8	4.4 ± 2.3	0.6
Högdalens s.f., STH	S 4	107.3	90.6	97.0	79.3	96 ± 10.1	12	8.66	0.6	3.3	3.7	4.1 ± 2.9	0.6
Talkrogsv. 81, STH	S 5	169.8	198.0	202.3	175.3	186 ± 14.0	24	8.99	6.6	7.0	7.7	7.6 ± 0.9	1.0
Solbergaskolen, STH	S 6	116.3	99.7	102.0	104.0	106 ± 6.4	13	5.33	4.0	13.3	2.3	6.2 ± 4.2	0.9
Kaanans bad, STH	S 7	88.3	97.1	122.3	111.7	105 ± 13.1	13	8.66	4.0	5.3	4.7	5.7 ± 1.8	0.8
S. Nämndhuset, STH	S 8	313.3	320.3	299.0	302.3	309 ± 8.5	39	21.33	15.1	28.0	29.0	23.4 ± 5.6	3.3
Duro Offset, Malmö	S 9	185.6	213.8	245.0	215.3	215 ± 21	27	8.33	11.5	9.0	6.7	8.9 ± 1.7	1.2
Rådhuset - Malmö	S 10	229.6	249.0	255.0	204.0	234 ± 20	30	9.33	14.3	10.0	8.7	10.6 ± 2.2	1.5
Kockum S - Malmö	S 11	195.3	234.5	308.7	234.0	243 ± 41	31	10.33	10.0	8.3	8.3	9.2 ± 0.9	1.3
Kockum N - Malmö	S 12	193.6	277.5	345.0	199.7	254 ± 62	32	10.66	10.8	11.7	9.3	10.6 ± 0.9	1.5
Plastmo - Malmö	S 13	276.3	244.4	190.0	146.0	214 ± 50	27	11.66	9.1	13.0	7.0	10.2 ± 2.3	1.4
Gällivare	S 14	35.6	64.6	83.9	41.0	56 ± 19	7	6.33	2.2	4.4	4.3	4.3 ± 1.5	0.6
SP/Borås	S 15	177.3	198.0	189.3	198.0	191 ± 9	24	9.33	12.0	18.7	10.7	12.7 ± 3.6	1.8
Otnäs	F 16	202.8	729.4	311.3	311.3	415 ± 227	53		8.2		12.0	10.1 ± 1.9	1.4
Otnäs	F 17	205.6	275.3	304.7	304.7	262 ± 42	33		7.7		12.3	10.0 ± 2.3	1.4
Borregaard	N 18	975.6	974.2			975 ± 1	124		42.7	387		40.7 ± 2.0	5.7
Bergen	N 19		279	158		219 ± 60	28			16.6	13.4	15.0 ± 1.6	2.1

STH = Stockholm

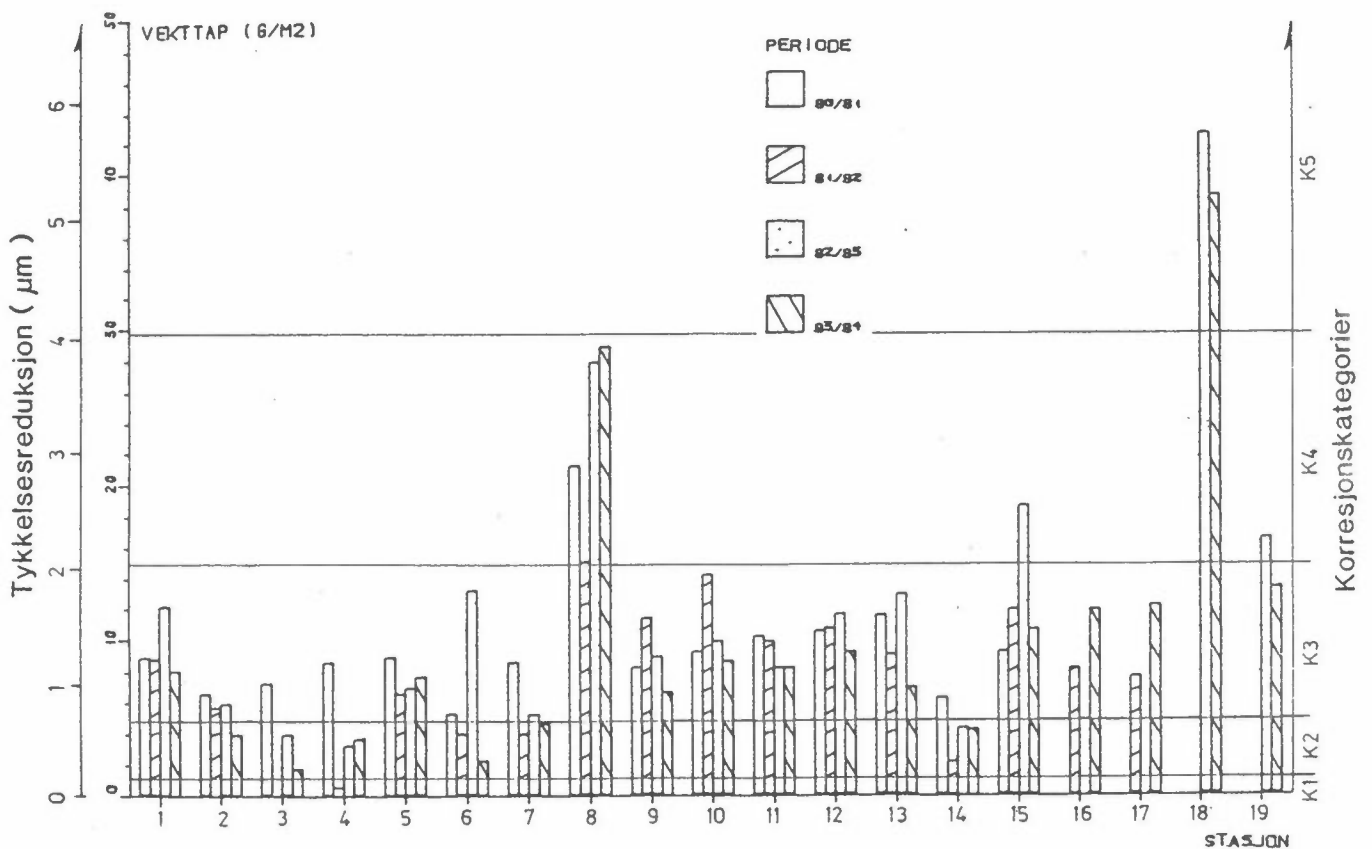
S = Sverige

F = Finland

N = Norge



Figur 2: 1-års korrosjon av stål eksponert på hus og feltstasjoner 1980-84.



Figur 3: 1-års korrosjon av sink eksponert på hus og feltstasjoner 1980-84.

## 4 DISKUSJON

### 4.1 SAMMENHENG KORROSJON OG MILJØ

Den høyere korrosjonen i Malmø sammenlignet med Stockholm beror trolig på to forhold. For det første at stasjonen i Malmø ligger nærmere hav enn de i Stockholm, og at frekvensen av vind fra hav er vesentlig større i Malmø, henholdsvis 34% og 25%. Det fører til sterkere sjøsaltpåvirkninger selv om vi ikke har måleresultater for dette. Dessuten ser vi at våttiden i Malmø jevnt over er vesentlig høyere enn i Stockholm (Tabell 7), henholdsvis 50% og 34% på årsbasis.

Borås har også vesentlig høyere korrosjon enn de fleste Stockholmstasjonene. Dette skyldes trolig den klart høyere våttiden i Borås (42%). Det er mulig den eksepsjonelt høye korrosjonshastigheten for sink i 82/83 i Borås skyldes spesielt høy våttid i disse to årene.  $SO_2$ -nivået er ikke høyere. På den annen side er våttiden enda høyere i Malmø, uten at dette gir seg tilsvarende utslag. Bergen har høyere sinkkorrosjon enn Malmø til tross for noe lavere våttid og  $SO_2$ . For stål er forholdet motsatt. Dette kan skyldes at en svært stor del av våttiden i Bergen skyldes regn, og dette har en mer korrosiv virkning på sink (Haagenrud et al. 1986 og Ellis, 1949).

Gjennomgående bør en være forsiktig med å forsøke å forklare for detaljert sammenhengen mellom korrosjonen og miljøet. Det skyldes selvfølgelig at vekttapsmålingene er gjort i mikromiljøet, mens noen av miljødataene refererer til andre steder. Spesielt gjelder dette huseksponeringene. En slik diskusjon bør derfor kun være veiledende. Dessuten mangler det fortsatt en god del data.

For Torkel Knutsonsgatan gjelder miljødatene for omtrent samme sted som korrosjonsplatene, og en ser derfor at den høye korrosjonshastigheten her skyldes det høye  $SO_2$ -nivået sett i forhold til andre steder.

#### 4.2 SAMMENLIGNING MED ANDRE KORROSJONSDATA

Vekttapsmålingene kan sammenlignes med målinger gjort i et 8-års eksponeringsprogram på feltstasjoner i Skandinavia (Haagenrud et al., 1983). For stål er det bra overensstemmelse med Gällivare (7 sammenlignet med 6  $\mu\text{m}$ ). Dessuten er målingene i Gävle, Borås og Malmø i godt samsvar med målinger fra feltstasjoner i byer i den undersøkelsen (30-39  $\mu\text{m}$ ), mens huseksponeringene i Stockholm er like med landatmosfærestasjonene, (17-24  $\mu\text{m}$ ). For sink er verdiene for Stockholm (0,8  $\mu\text{m}$ ) og for Gällivare (0,6  $\mu\text{m}$ ) noe lavere enn i feltprogrammet (henholdsvis 0,9-1,9 og 0,8  $\mu\text{m}$ ). Malmø derimot, (1,4  $\mu\text{m}$ ) ligger i samme området (1,3-2,4  $\mu\text{m}$ ). Torkel Knutsonsgatan har korrosjonshastighet nesten på høyde med industristasjonen Borregaard (3,5-3,8  $\mu\text{m}$ ) i feltundersøkelsen. I den foreliggende eksponeringen har imidlertid Borregaard vesentlig høyere korrosjon (5.7  $\mu\text{m}$ ).

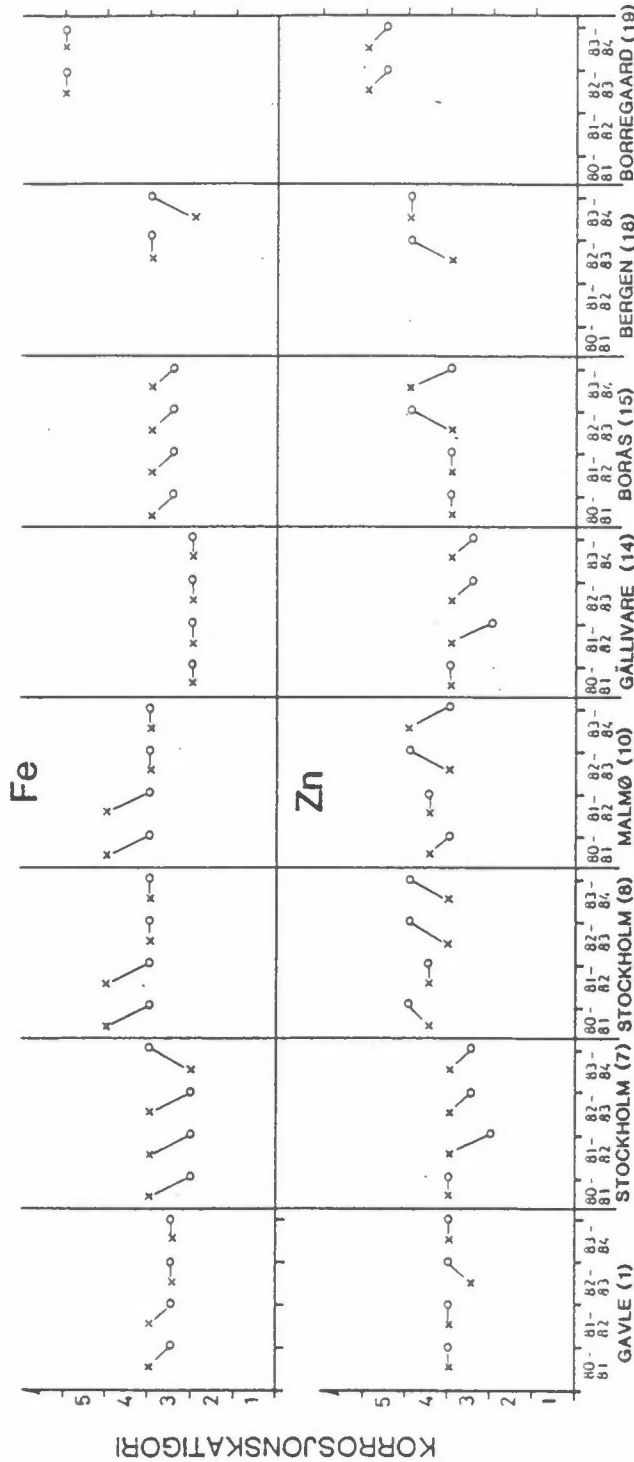
#### 4.3 SAMMENLIGNING AV KORROSJONSKLASSIFISERINGEN FRA MILJØDATA OG FRA VEKTTAPSMÅLINGER

Fra miljødataene bestemmes korrosjonskategoriene og resulterende korrosjonshastighet ved å gå fra tabell 6 til tabell 5 og tabell 4. Disse sammenlignes med målte korrosjonshastigheter og korrosjonskategorier fra tabell 8 til tabell 4. En sammenstilling av disse to måtene å bestemme korrosjonskategoriene på er gjort i tabell 9 og i figur 4. I betraktning av at klassene er relativt vide, er ikke overensstemmelsen særlig god. Dette er heller ikke merkelig, idet målepunktene for de fleste stedene ikke er direkte sammenlignbare. For eksempel kommer våttiden fra samtlige svenske stasjoner fra flyplassene i området. Når det gjelder  $\text{SO}_2$ -målingene er disse selvfølgelig ikke tatt på samme sted når det gjelder eksponeringene på hus. For feltstasjonen er det imidlertid samstemmighet mellom  $\text{SO}_2$ -målingene og vekttapsmålingene. Det er derfor rimelig at den beste sammenhengen mellom disse to måtene å klassifisere på stort sett finnes på feltstasjonene i Gävle, i Gällivare, Borås, Bergen og Borregaard, (figur 4).



Tabell 9: Korrosjonskategorier bestemt ved miljødata (fra tabell 7 og 6) og ved vekttapsmålinger (fra tabell 5).

	KORROSJONSKATEGORI											
	80/81			81/82			82/83			83/84		
	τP	M	Fe V Fe M Zn V Zn	τP	M	Fe V Fe M Zn V Zn	τP	M	Fe V Fe M Zn V Zn	τP	M	Fe V Fe M Zn V Zn
Gävle	τP <sub>0</sub>	3	2-3 3 3	τP <sub>1</sub>	3	2-3 3 3	τP <sub>0</sub>	2-3	2-3 2-3 3	τP <sub>0</sub>	2-3	2-3 3 3
Stockholm-Kaanan	τP <sub>0</sub>	3	2 3 3	τP <sub>1</sub>	3	2 3 2	τP <sub>0</sub>	3	2 3 2-3	τP <sub>0</sub>	3	2 3 2-3
Stockholm-T.Knutssonsgt.	τP <sub>2</sub>	4	3 3-4 4	τP <sub>0</sub>	4	3 3-4 3-4	τP <sub>0</sub>	3	3 3 4	τP <sub>0</sub>	3	3 3 4
Malmö-Rådhuset	τP <sub>2</sub>	4	3 3-4 3	τP <sub>1</sub>	4	3 3-4 3-4	τP <sub>1</sub>	3	3 3 4	τP <sub>1</sub>	3	3 3 4
Gällivare	τP <sub>2</sub>	2	2 3 3	τP <sub>2</sub>	2	2 3 2	τP <sub>1</sub>	2	2 3 2-3	τP <sub>1</sub>	2	2 3 2-3
Borås	τP <sub>0</sub>	3	2-3 3 3	τP <sub>0</sub>	3	2-3 3 3	τP <sub>0</sub>	3	2-3 3 4	τP <sub>0</sub>	3	2-3 4 3
Otnås	?P <sub>1</sub>			?P <sub>1</sub>			?P <sub>1</sub>			?P <sub>1</sub>		
Bergen	τP <sub>1</sub>	3	3	τP <sub>1</sub>	3	3	τP <sub>1</sub>	3	3 3 4	τP <sub>1</sub>	3	2 3 3
Borreagaard	τP <sub>2</sub>	4	3-4	τP <sub>3</sub>	5	4-5	τP <sub>3</sub>	5	5 4-5 5	τP <sub>3</sub>	5	5 4-5 5



Figur 4: Sammenligning mellom korrosjonskategorier bestemt ved vekttapsmålinger (x) og ved miljødata (0) for noen stasjoner og for flere eksponeringsperioder.

#### 4.4 NEDBRYTNING AV ORGANISKE BELEGG OG MILJØKLASSIFISERING

Nedbrytningen av organiske malingbelegg i naturen har sin årsak i andre mekanismer enn de som gjelder for metaller selv om oksidasjon gir nedbryting for begge materialtyper. De vanligste destruksjonskjennetegn for maling er blæredannelse, krakkelering (oppsprekking), avflaking, krittning med påfølgende glanstap, fargeforandring og erosjon. Selv om årsakene til nedbrytning av både metaller og maling finner sin forklaring i forurensningsmessige og klimatologiske forhold, vil vekten og proporsjonene parametrene har, være til dels meget forskjellige. Klassifiseringssystemet for korrosivitet kan derfor ikke direkte overføres til også å gjelde for organiske malingbelegg.

Når vi likevel har valgt å beskrive det foreslåtte ISO-systemet såvidt nøye, skyldes det to forhold. For det første at nedbrytningen av et malingbelegg også kan være sterkt påvirket av det underliggende materialets korrosjonsforhold. Det gjør standarden relevant. For det andre mener vi at systematikken i ISO-systemet bør kunne anvendes på tilsvarende måte for malingbelegg.

I forstudiet til prosjektet gjorde Janson og Sjöström (1979) en "state of the art" gjennomgang av kunnskapene omkring enkelte miljøvariablers betydning for nedbrytningen av de ulike beleggtyper. De viktigste parametrene en kom frem til da var UV-stråling samt temperatur og fuktighet. Elgåsen og Sjöström (1983) fant i feltstudie av fabrikklakerte fasadeplater klare indikasjoner på at fuktige miljøer, kanskje også influert av klorid (Malmø, Bergen) lett gir dannelsen av blærer og korrosjonsangrep.

I videre studier fant de samme forskere (1985) gode grunner til å anta at blæredannelsen fremfor alt påvirkes av variasjoner i fuktighet og temperatur. De konkluderte således med at moderne malinger på fabrikkproduserte plater brytes hovedsakelig ned ved blæredannelse og krakkelering, og ikke så mye ved krittning og overflate-erosjon. Dette understøtter betydningen av gode våttidsmålinger (TOW).

Når det gjelder sollys og da spesielt UV-lys vet en at dette gir opphav til krittning og fargeforskyvninger som kan gi estetiske problemer, men dette er også et uttrykk for nedbrytning. Hvor "farlig" denne nedbrytningen er vet en for lite om i dag, og her ligger en del forskningsoppgaver og venter. Et problem med UV-undersøkelser er det kostbare utstyr som i dag er på markedet for slik måling. Det arbeides for tiden med utprøving av en enklere og billigere metode for UV-måling basert på UV-følsomme plastfilmer (Lala, 1985).

Kunnskapene om forurensningenes betydning for malingers holdbarhet er mangelfulle. En har imidlertid undersøkelser som viser at sure svovelforbindelser kan påføre skade ikke minst ved gjennomtrengning av det organiske belegg med påfølgende korrosjonsangrep (f.eks. Haagen, 1983).

For å kunne bygge opp et tilsvarende system en har for korrosivitet innen ISO, trenger en å få mer kunnskap om de kvantitative dose-effekt sammenhengene mellom de enkelte malingstypers nedbryting (effekt) og miljøfaktorene (dosen). En trenger også bedre evalueringsmetoder basert på en mer objektiv kvantifiserbarhet av effektene (Martin, 1985). Framover burde derfor en stor forskningsinnsats konsentreres om disse oppgaver.

## 5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1. Rapporten beskriver ISOs forslag til system for klassifisering av atmosfæriske korrosjonsmiljøer ved hjelp av henholdsvis miljødata og/eller korrosjonsmålinger.
2. Eksponeringen av vekttapsplater av stål og sink i mikromiljø på hus over 4 ett-års perioder viser en relativt liten variasjon fra periode til periode og at korrosiviteten kan klassifiseres i henhold til det ovenfor beskrevne system. Med unntak av en stasjon med spesielt høyt SO<sub>2</sub>-nivå i Stockholm, er samtlige stasjoner i Stockholm mindre korrosive enn på de andre stedene. Et visst unntak kan gjøres for Gällivare som har lavere korrosivitet for stål, men omtrent den samme for sink.

3. Det er bra samsvar mellom de to måtene å klassifisere korrosjonsmiljøet på (miljødata og vekttapsmålinger) der hvor målingene av miljødataene relateres til samme målepunkt som korrosjonsmålingene (feltstasjonene).
4. Klassifiseringssystemet for korrosjon er av flere grunner ikke direkte overførbart til organisk belegg. Det er relevant når det gjelder det underliggende materialets korrosjonsforhold. For organiske belegg er kunnskapene om forurensningenes og klimaets virkning (dose-effektsammenheng) mangelfulle. En vet at variasjoner i fuktighet og temperatur gir blæredannelse og krakkelering, og videre at UV-lys virker nedbrytende. En vet også at forurensninger som sure svovelforbindelser kan skade belegg. Metodene for evaluering av effekter bør bli mer objektivt kvantifiserbare.

## 6 REFERANSER

- Elgåsen, E-H, Sjöström, C.H., Studier i husurval och lackerad provning. Fasadbekledning av fabrikslackerad plåt. Delrapport SIB meddelande M 83: 10, Statens Institut for Byggnadsforskning, Gävle, 1983.
- Elgåsen, E.-H., Sjöström, C.H. (1985) Ommålning och reparasjonsmålning. Fasadbekledning av fabrikslackerad plåt. SIB meddelande M85:11. Statens Institut för Byggnadsforskning, Gävle.
- Ellio, O.B. (1949) ASTM Proceed., 49, 152-170.
- Haagenrud, S.E., Henriksen, J.F., Gram, F. Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983. Delrapport B. Korrosjon og Miljø. NILU OR 28/84 desember 1984.
- Haagenrud, S.E., Henriksen, J.F., Gram, F. (1986) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-84. Delrapport B. Korrosjon og miljø. Lillestrøm (NILU OR ../86).
- Haagenrud, S.E., Kucera, V., Atteraas, L. Atmospheric Corrosion of Alloyed steel and zinc - 4 year's exposure at test sites in Scandinavia, 9th Scandinavian Corrosion Congress, Copenhagen, 1983.
- Haagen, H. (1983) Prüfung der Auswirkungen von atmosphärischem Schwefeldioxid auf Beschichtungen. Farbe und Lack, 89 Jahrgang nr. 6.

ISO/TC 156/WG 4 - ISO DP .. Corrosion of metals and alloys. Classification of corrosivity categories of atmospheres. September 1985. (in press)

Jansson, J. og Sjøstrøm, C.H. Fabrikslackerad plåt - åldrande og provingsmetoder. SIB meddelande M 79: 10, Statens Institut för Byggnadsforskning, Gävle, 1979.

Janson, J., Sjöström, C. (1979) Fabrikslakerad plåt - Åldrande och provningsmetoder - STB-meddelande. M79:10, Statens institut för byggnadsforskning. Gävle 1979.

Lala, D. (1985) Ultraviolet radiation measurements by photochemical methods. Bulletin M85:12. The national swedish institute for building research, Gävle 1985.

Martin, J.W., McKnight, M.E., Masters, L.W. (1985) Predicting Service Life of Protective Coatings using Reliability Theory, J. of Protective Coatings Linings, July 1985, vol. 2, No. 7.

Sjöström, C.H. Field studies and accelerated testing of coil coated sheet metal. Proceeding of the Third International Conference on the Durability of Building Material and Components. VTT. Symposium 49, Vol. II, Technical Research Centre of Finland, Espoo 1984.

Spence, J.W., Haynie, F.H. Paint technology and air pollution, Environmental Protection Agency, AT-103 1972.

## VEDLEGG 1

De jämförande studier av åldring i fält och på laboratorium och av organiska ytskikts långtidsegenskaper som bedrivits i projektet Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt dokumenteras i följande rapporter.

FABRIKSLACKERAD PLÅT - ÅLDRANDE OCH PROVNINGSMETODER	Meddelande/bulletin M79:10, statens institut för byggnadsforskning 1979.
STUDIER I HUSURVAL OCH ACCELERERAD PROVNING Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt - Delrapport	Meddelande/bulletin M83:10, statens institut för byggnadsforskning 1983 (Ersätts av rapporter nedan).
OMMÅLNING OCH REPARATIONSMÅLNING Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt	Meddelande/bulletin M85:11, statens institut för byggnadsforskning 1985.
ACCELERERAD ÅLDNING I LABORATORIUM Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt	Meddelande/bulletin, statens institut för byggnadsforskning.
EXPONERING PÅ FÄLTSTATIONER Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt	Meddelande/bulletin, statens institut för byggnadsforskning.
BESIKTNINGAR I HUSURVAL Fasadbeklädnad av fabrikslackerad plåt	Meddelande/bulletin, statens institut för byggnadsforskning.
FABRIKSLACKERAD PLÅT - ANALYS AV STUDIER I FÄLT OCH LABORATORIUM	Meddelande/bulletin, statens institut för byggnadsforskning.
MILJÖPAVIRKNING PÅ ORGANISKE BELEGG Fasadekledning av fabrikslackerad byggplate	Rapport, OR 79/85, Norsk institutt for luftforskning.

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 79/85	ISBN-82-7247-657-6
DATO Desember 1985	ANSV. SIGN. <i>F. Schjøldager</i>	ANT. SIDER 29
TITTEL Miljøpåvirkning på organiske belegg.		PRIS kr 20,00
		PROSJEKTLEDER S.E. Haagenrud
FORFATTER(E)  Svein E. Haagenrud Odd Anda		NILU PROSJEKT NR. O-8055
		TILGJENGELIGHET A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER (NAVN OG ADRESSE) NBS-MK v/SIB Box 785 S-80 129 Gävle		
3 STIKKORD (à maks. 20 anslag)		
Klassifisering	Korrosjonsmiljø	Hus-feltekspnering
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Rapporten beskriver ISO's forslag til system for klassifisering av atmosfæriske korrosjonsmiljøer ved hjelp av henholdsvis miljødata og/eller korrosjonsmålinger. Dessuten rapporteres miljødata fra perioden 1980-84, samt 4 ettårseksponeringer av stål og sink på hus og feltstasjoner.		

TITLE	
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)	This report describes the ISO/TC 56/W64 proposal for systematic classification of the atmospheric corrosivity by means of environmental data and corrosion data. The values of SO <sub>2</sub> , time of wetness, and wind for the period 1980-84 are reported together with weight loss data from 4 one-year exposures on houses and field test sites.

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