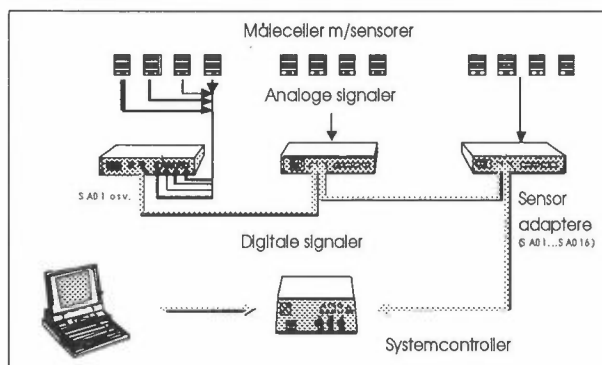


NILU-RAPPORT : NILU OR 76/92
REFERANSE : O-91023
DATO : OKTOBER 1992
ISBN : 82-425-0420-2

WETCORR - Et instrument for registrering av våttid

Framdriftsrapport for EUREKA-prosjektet EU 615 EUROCARE WETCORR

Marit Støre



Innhold

	Side
Sammendrag og hovedkonklusjoner	3
1. Innledning	5
1.1. Bakgrunn for prosjektet	5
2. Status for prosjektet	6
2.1. Produksjon av 0-serie på 10 instrumenter.....	6
2.1.1. Instrumentets virkemåte og oppbygging	6
2.1.2. Status systemcontroller (SC)	8
2.1.3. Status sensoradapter (SA).....	8
2.1.4. Status sensorer.....	9
2.1.5. Status software for bearbeiding og presentasjonpakke	9
2.2. Utprøving av 0-serien	10
2.3. Markedsføring, produksjon og salg av instrumentet).....	11
3. Kvalitetstesting ved NILU	11
3.1. Funksjons- og kvalitetstest av 10 WETCORR-instrumenter	11
3.1.1. Forsøksoppsett for funksjons- og kvalitetstest av produksjonen av WETCORR-instrumentene, Forsøk A	11
3.1.2. Resultater	12
3.1.3. Vurdering av kvalitetstestene.....	13
4. Forsøk utført ved NILU	13
4.1. Forsøk i klimaskap.....	13
4.1.1. Rene celler (B1)	14
4.1.2. Foreksponerte celler (B2)	16
4.2. Forsøk på taklaboratorium	17
4.2.1. Foreksponering av rene celler (C1).....	17
4.2.2. Videre foreksponering av rene celler (C2)	18
4.2.3. Sammenligninger mellom våttid beregnet fra termo- hygrografdata og målt med WETCORR-instrument	20
4.2.4. Målinger på viftehuset på taket (D1).....	22
4.2.5. Målinger på bygg - Fuktutsatte steder (D2).....	24
4.2.6. Forsøk på fuktutsatte steder (D3).....	29
4.2.7. Måling på ulike materialprøver (D4)	29
5. Konklusjoner	30
6. Videre planer	31
7. Referanser	32

Sammendrag og hovedkonklusjoner

Prosjektet EURO CARE WETCORR ble etablert som et samarbeid mellom ABB Miljøkontroll og Norsk institutt for luftforskning (NILU) for å drive forskning og utvikling, produksjon og salg av målemetoder for karakterisering av miljø- og nedbrytningsfaktorer i mikromiljø.

Det er til nå produsert 10 prototyp instrumenter for måling og registrering av fuktighet og temperatur i mikromiljø, dvs. på eller i materialets umiddelbare nærhet. Dette kan være i form av en materialflate i og/eller på bygninger og konstruksjoner. 1 instrument består av sensorer, sensoradaptere og 1 systemcontroller + tilhørende softwareprogrammer for presentasjon av måledataene.

På grunn av feil i konstruksjonen av systemcontrollerenheten ble prosjektet forsinket med 1 år. Dette resulterte i bygging av en ny controllerenhet hvor NILU hadde hovedansvaret for kretskortene. Denne enheten var ferdigstilt i august. Uttestingsfasen ble videre forskjøvet. Den kom i gang i august 1992, og 10 instrumenter er i bruk i ulike prosjekter.

Noen resultater er foreliggende allerede siden 4 instrumenter har vært i bruk i løpet av dette året. Våttidsmålinger er gjort på NILU og på Statens institutt for byggnadsforskning (SIB).

Hovedkonklusjonene fra målingene er:

- Instrumentet fremskaffer tydelige og troverdige måledata både for våttid og temperatur på de steder målecellene har vært plassert.
- Det er registrert forskjeller mellom våttid (TOW) som er målt med WETCORR-instrumentet og beregnet etter ISO-standard 9223. Dette viser berettigelsen av et kontinuerlig registrerende våttidsinstrument og at TOW beregnet etter ISO-standard 9223 har begrenset gyldighet.

WETCORR - Et instrument for registrering av våttid

Framdriftsrapport for EUREKA-prosjektet EU 615 EUROCORE WETCORR

1. Innledning

Levetiden for materialer, konstruksjoner og utstyr påvirkes av det omgivende mikromiljø, dvs. miljøet på eller i materialets umiddelbare nærhet. For å oppnå pålitelige levetidsdata må de viktigste nedbrytningsfaktorene (fuktighet, våttid, UV-stråling, forurensninger osv.) kunne måles samtidig med materialnedbrytningen. Våttiden (TOW) er definert som den tiden materialets overflate er fuktig, og dette er en viktig miljøparameter for nedbrytning av materialer.

1.1. Bakgrunn for prosjektet

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utviklet et instrument for måling og registrering av fuktighet og temperatur i mikromiljøet. Dette instrumentet kalles WETCORR (Wetness and Corrosion Rate Recorder). Instrumentet er ment å kunne anvendes til å bestemme våttiden i mikromiljø (dvs. i og på materialets umiddelbare nærhet) og kan anvendes på materialflater i og på bygninger og konstruksjoner. På engelsk brukes betegnelsen time of wetness, forkortet til TOW. Våttid sammen med informasjon om materialnedbrytning gir viktig kunnskap om miljøets påvirkning og materialers levetid.

To instrumenter som tidligere er bygget ved NILU har vært brukt til denne type målinger i nærmere 10 år. Utviklingen av det nye instrumentet som omtales i denne rapporten er en prototyp av et slikt måleinstrument. Den teknologiske utviklingen på elektronikk og datasiden har endret seg raskt de siste 10 årene, og dette har gjort det mulig å utvikle et mer hensiktsmessig måleinstrument.

Instrumentet består av sensorer, registrerings- og konverteringsenheter definert som sensoradaptere, og en sentral styrings- og deteksjonsenhet definert som systemcontroller. Software-programmer for styrings- og datalagringsfunksjonene samt for bearbeiding av måledataene er utviklet og tilpasset instrumentet.

EUREKA-prosjektet EU 615 EUROCORE WETCORR ble etablert for å utvikle og kommersialisere måleinstrumentet og for å dokumentere metodens anvendelse for det å registrere våttiden i mikromiljøet på og i bygninger. Utviklingen av instrumentet er basert på NILUs tidligere erfaringer fra bruk av det tidligere instrumentet. NILU er faglig engasjert i prosjektet i samarbeid med det svenske Korrosionsinstituttet (KI) og Statens institutt for byggnadsforskning (SIB). ABB Miljøkontroll er industripartneren med ansvar for å industrialisere og markedsføre produktet på verdensmarkedet.

2. Status for prosjektet

Prosjektet EU 615 EUROCARE WETCORR er planlagt med 2 faser med tilhørende hovedaktiviteter .

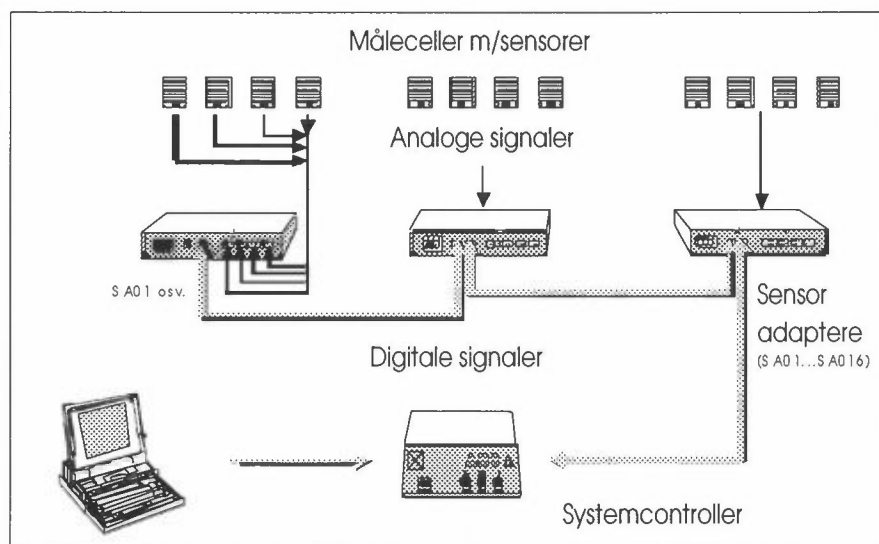
	Planl. start
Fase 1: <i>Utvikling og produksjon av 0-serie bestående av 10 instrumenter med sensorer:</i>	1991/92
Fase 2: <i>Uttesting av 0-serien i konkrete forskningsprosjekter i et samarbeidsnettverk av forskningspartnere:</i>	1991/93
Fase 3: <i>Markedsføring, produksjon og salg av ferdig utviklet 1. generasjons instrument m/sensorer:</i>	1993
Fase 4: <i>Videre FoU av nye typer sensorer for flere miljøvariable og nye anvendelsesområder inne i materialer</i>	1993/94

2.1. Produksjon av 0-serie på 10 instrumenter

Utvikling og produksjon av instrumentet ble forsinket. Dette omtales nærmere i de nedenstående kapitler.

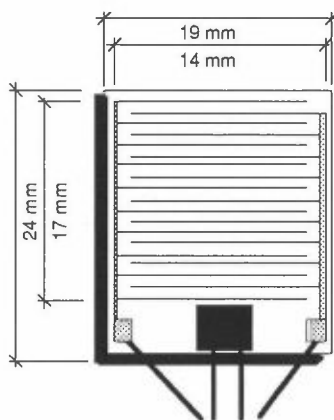
2.1.1. Instrumentets virkemåte og oppbygging

Ett instrument fra 0-serien består av 1 system controller (SC), 4 sensor adaptere (SA) med 4 sensorer hver. Maksimalt kan 1 sentral enhet, eller systemcontroller betjene 16 sensor adaptere, hver med 4 måleceller dvs. totalt 64 målepunkter. Se figur 1.



Figur 1: Prinsippkisse for måleinstrumentet

Målecellen er en elektrolytisk celle som består av et tynt gullbelegg etset med en bestemt teknikk til et fingermønster på en 0,7 mm tykk keramisk plate (aluminiumoksid) og har størrelsen 19 x 24 mm. Fuktsensoren har en størrelse på 14 x 17 mm. Fingerbredden og avstanden mellom fingrene er $127 \pm 2 \mu\text{m}$. I tillegg til fuktsensoren er det limt på en termistor type AD592 for kontinuerlig måling av overflatetemperaturen. Se figur 2.



Figur 2: Målecelle med fukt- og temperatursensor i gull.

En parametersatt spenning valgt i systemcontrolleren, påtrykkes som likespenning over elektrodene på sensoren. Spenningen skifter polaritet hvert 30 sek. Ved en påtagende fuktfilm på overflaten i form av dugg eller nedbør registreres dette som en økt strømmengde gjennom målekretsen.

Strømmen registreres og midles vha. sensoradapterene (SA) som har et dynamisk måleområde fra 1 μ A til 1 mA, dvs ett område på 6 dekadere, og måleenheten på strømverdiene som registreres er nA. Strøm og temperatur registreres og midles som analoge signaler i sensoradapteren, som videre konverterer signalene til digitale signaler, og sender dem til systemcontrolleren der de blir lagret. Avstanden fra sensoren til sensoradapteren er beregnet å være kort og av den grunn er sensoradapterne konstruert for å stå ute.

Systemcontrolleren er sentralenheten til instrumentet og den fysiske enheten hvor dataene blir lagret. Systemcontrolleren har en hukommelse (RAM) på 1 MByte. Parametersettinger som sensorspenning og samplingstid velges i systemcontrolleren. For ett system med 4 sensoradaptere tilkoblet og samplingstid valgt lik 1 time kan systemcontrolleren totalt lagre måledata for litt over 1 år.

Fullt utbygget kan en SC betjene 16 sensor adaptere, hver med 4 sensorer, dvs. maks. 64 målepunkter. Sensoradapteren er utsyrt med en unik adresse slik at systemcontrolleren kan identifisere adressen til sensoradapteren og samtidig til enhver tid vite hvilken adapter den kommuniserer med.

All kommunikasjon mot systemcontrolleren er seriell interface (RS232) kommunikasjon og styres via et terminalprogram fra en PC enten direkte eller via et modem. Systemcontrolleren har to utganger til sensoradapterene, og kan derfra kobles både i serie og parallell. Lengste tillatte kabellengde fra 1 sensoradapter til sentralenheten er 250 m. Systemcontrolleren er konstruert for å stå innendørs. Dette fordi all kommunikasjon mot controlleren naturlig skjer inne.

Dataene overføres manuelt fra systemcontrolleren og over til ASCII-filer enten via MODEM eller direkte på disk/disketter på PC. Filnavnene som brukes er bygget opp etter et system benyttet på NILUs instrumentlaboratorium. De 4 første

nummerne angir stasjonsnummer, de 2 neste er valgfrie tegn og de 2 siste nummerne angir sensoradapternummer (ssssSAaa.SYM) eller f.eks. 0013SA01.SYM.

Databearbeidingen gjøres ved et eget dataprosesseringsprogram utviklet på NILU I-lab. (RINGSYS).

Brukermanualer er utarbeidet for bruk av instrumentet (Støre et.al., 1992) og for bruk av presentasjonsprogrammet. (Marstein, 1992)

2.1.2. Status systemcontroller (SC)

0-serien er forsinket pga. tekniske problemer med utviklingen av systemcontrollerdelen (SC) av instrumentet. Dette skyldes praktiske problemer ved arbeidsfordelingen mellom ABB og NILU under utvikling av hardware (HW) og software (SW). HW og SW ble utført hver for seg, og denne ansvarsdelingen viste seg å ikke være ideell. Når en senere startet feilsøkingen, ble det uklart hva som var HW-feil og hva som var SW-feil. Resultatet ble at de produserte kretskortene måtte modifiseres i softwaren for at hardwaren skulle virke. Det ble påpekt at dette kun var nødløsninger, men pga. tidsnød ble denne løsningen valgt framfor å produsere en ny controllerenhet. Dette viste seg i ettertid å ikke være godt nok. Av de 10 instrumentene som ble ferdigstilt i desember 1991 og som ble sendt ut til brukerne, viste det seg at i april 1992 fungerte kun 4 av 10 systemcontrollere.

Etter et forsøk på fulltesting av de 6 systemcontrollerne ble det i juni d.å. bestemt at nytt controllerkonsept skulle utvikles umiddelbart, og at en ikke skulle vente til etter uttestingsfasen (jfr. Fase1, aktivitet 2). De 10 controllerne var ferdig for levering i oktober 1992.

Pga. modifikasjonene ble det også innført begrensninger vedrørende lagring og overføringskapasitetet på systemcontrolleren. For de SC som har vært i funksjon har dette vært en begrensning en har måttet ta hensyn til. Opprinnelig var SC memory planlagt lik 4 MByte og en betydelig større overføringshastighet (Baud rate) for dataoverføringen. Under utviklingen av den nye SC ble det tatt hensyn til revideringer slik at en fikk en SC som fulgte den opprinnelige tekniske spesifikasjonen. Etter ferdigstilling av den nye controlleren ble den sendt ut på nytt til brukerne for videre utprøving i de ulike prosjektene, jfr. fase 2.

Kretskortene til de nye controllerne ble ferdig ca. 1 uke etter planene, men den praktiske utsendelsen og bytte av instrumenter har tatt noe lenger tid enn planlagt. Pr. 1. oktober 1992 er 10 controllere ferdigstilt.

2.1.3. Status sensoradapter (SA)

Totalt er det produsert 40 sensoradaptere. Arbeidsdelingen mellom ABB Miljøkontroll og NILU var den samme som for systemcontrolleren, men i denne fasen hadde partene et vesentlig nærmere samarbeid under design-fasen enn for systemcontrolleren.

2.1.4. Status sensorer

Etter en prøveproduksjon ble det produsert 300 celler ved AME Hybrid i Horten i siste halvår av 1991. Utprøvning av cellene er senere utført ved NILU. Et hovedproblem i startfasen var for dårlig isolasjon av beina på termistoren som gjorde at vi fikk krypstrømmer når det kom fukt på sensoren. Dette er nå korrigert av produsenten.

Termistoren er ettpunktskalibrert og har pr. dags dato ikke den ønskede nøyaktighet. De har standardavvik i snitt på 1.1 °C. Dette må forbedres i neste fase.

2.1.5. Status software for bearbeiding og presentasjonspakke

Denne delen av softwaren har vært under utvikling i hele prosjektperioden, og nye ideer og finesser har blitt lagt inn etter hvert. Den siste og fungerende versjonen av pakken (RINGSYS) ble ferdigstilt i aug 1992. Bearbeiding og presentasjonen består i kalibrering av måledata (Temp. kal.), skjøting av måledata, beregning av våttid ut fra valgt våttidsgrense, generering av strøm- og temperaturplott og plotting. I tillegg finnes det også en enkel statistikkmodul. For øvrig vil programpakken bli revidert og oppgradert før en produksjonsserie av instrumentene leveres ut.

2.2. Utprøving av 0-serien

Planen for bruk av 0-serien er som følger:

10 instr. fordelt til: Forskningsinst.	Prosjekter/Anvendelsesomr.	Start	Slutt	Rapportert
3 instr. Norsk institutt for luft- forskning (NILU)	<ul style="list-style-type: none"> Til uttesting og bruk for kompetanseoppbygging på NILU Case-studier på bygninger Eureka prosjektet EU 640: Eurocare WetDry-Dep: Målinger på Nidarosdomen i Trondheim, Norge Eureka prosjektet EU 446: Eurocare-Carebuild (Vernebygget for domkirkeruinen på Hamar) 	1992	-	(Støre, 1992)
2 instr. Statens Institut för Byggnadsforskning (SIB)	<ul style="list-style-type: none"> Eureka prosjektet EU 640: Eurocare WetDry-Dep: Målinger på slottet i Stockholm, Sverige Taklaboratorium 	1992	1993	(Norberg, 1992)
1 instr. Korrosionsinstitutet, (KI), Stockholm	<ul style="list-style-type: none"> Målinger for registrering av TOW ved målestasjoner i Sverige i ECE-programmet (Co-operative programme on effects on materials, including historical and cultural monuments) 	1992		
1 instr. Statens Lantbruks- universitet, Lund, Sverige	<ul style="list-style-type: none"> Kartlegging av fuktbelastningen i trevinduer 			
1 instr. Islandske Tekno- logiske Institutt (Rb)	<ul style="list-style-type: none"> Kartlegging av våttid på porøse flater, vegg- og takplater på Island 	1992	1993	
1 instr. Statens Byggeforsk- nings Institutt (SBI)	<ul style="list-style-type: none"> Fuktighetsmålinger på forsøkshus 	1992		
1 instr. Dep. of Chemistry, Univ. of Antwerp, Belgia	<ul style="list-style-type: none"> ECE/STEP-prosjektet: "Protection and Conservation of Historic Buildings, Monuments and Associated Cultural Property" 	1992		

I følge prosjektplanen skulle instrumentene ut til 1 års utprøving i ulike forskningsprosjekter. Denne ble planlagt startet medio 1991. Pga. forsinkelser og tekniske problemer med utviklingen av 0-serien, ble dette arbeidet forsinket. For de 4 instrumentene som hadde vært i funksjon har en allerede fått nyttige erfaringer. Disse erfaringene har vært til stor nytte for de revideringer som ble gjort under fase 1, og vil også komme til nytte i det videre utprøvningsarbeidet.

Av de 4 instrumenter som var i bruk, er 2 instrumenter benyttet på NILU og 2 på SIB. NILUs instrumenter er kvalitetstestet på NILU, og er omtalt nærmere i neste

kapittel. NILU har dessuten anvendt 1 instrument for å utføre målinger på Nidaros Domkirke i Trondheim (1992).

SIBs 2 instrumenter har vært i bruk siden januar 1992, hvorav målinger på Det kongelige slott i Stockholm er utført siden medio 1991. Se for øvrig sluttrapport for nærmere informasjon om disse arbeidene.

2.3. Markedsføring, produksjon og salg av instrumentet)

Instrumentet er planlagt markedsført ved hjelp av demonstrasjoner på seminarer og konferanser, artikler og publikasjoner og utdeling av brosjyrer.

ABB M er ansvarlig for markedsføringen og videre produksjon og salg av instrumentet. Det er planlagt utført i 1993, og er naturlig nok noe forsinket pga. de øvrige forsinkelsene med produksjon av 0-serien og utprøvingen.

3. Kvalitetstesting ved NILU

0-serien bestående av 10 instrumenter hver bestående av celler, 4 Sensoradaptere og 1 systemcontroller ble levert til testing ved NILU i november 1991. Før utsendelse av 0-serien ble samtlige instrumenter funksjons- og kvalitetstestet.

3.1. Funksjons- og kvalitetstest av 10 WETCORR-instrumenter

Hensikten med testprogrammet som ble gjennomført var å gå gjennom samtlige instrumenter for å undersøke eventuelle feil ved instrumentene og sjekke at alle komponentene virket før utsendelse til brukerne.

Denne testen ble utført på NILU i perioden desember 1991.

3.1.1. Forsøksoppsett for funksjons- og kvalitetstest av produksjonen av WETCORR-instrumentene, Forsøk A

Hvert instrument ble utprøvd med:

1 systemcontroller

4 sensoradaptere

16 plugger med faste motstander for simulering av en målecelle.

Motstandene var:

For strøm 10 k Ω ,

For temperatur 15 k Ω .

Test 1:

Kontroll av at systemcontrollerne svarer på kommandoer fra PC'n. Alle kommandoer testes.

Test 2, Funksjonstest:

Sett inn ulike parametere på sensoradapterne og se at data blir registrert i systemcontrolleren ved hjelp av PC'n.

Valgte parametere:

Sensoradapter (SA) 1:	Cellespenning 100 mV Midlingstid for strømmålingene 1 min.
SA 2:	Cellespenning 200 mv Midlingstid for strømmålingene 2 min.
SA 3:	Cellespenning 150 mV Midlingstid for strømmålingene 3 min.
SA 4:	Cellespenning 50 mV Midlingstid for strømmålingene 5 min.

Total prøvetid: 6 timer

Strømstyrken bestemmes som middelværdi med standardavvik

Test 3, Test av at signalene leses inn på riktig kanal:

For alle sensoradaptere velges 100 mV celledspenning og 1 min. midlingstid for strømmålingene.

Kun en testplugg tilkobles pr. SA. Pluggen benyttes etter tur på de fire celledutgangene.

Total prøvetid: 1 time pr. adapter:

15 minutter med testplugg og 45 minutter uten:

	0-15	15-30	30-45	45-60
Celle 1	på	uten	uten	uten
Celle 2	uten	på	uten	uten
Celle 3	uten	uten	på	uten
Celle 4	uten	uten	uten	på

Kontroll:

- Strøm og temperatur kommer til riktig avlesningskanal
- Kontroll av at resultatene er uavhengig av kanaltilkobling ved bruk av testplugg

3.1.2. Resultater

Test 1:

Dette er en test som sier noe om funksjonen til instrumentene. Det hendte at en ikke kunne kommunisere med instrumentene. Spesielt hadde en problemer med at passordet falt ut i systemcontrolleren slik at kommunikasjon ble umulig. Denne testen var en del av grunnlag for modifisering og senere ny produksjon av systemcontrollerne.

Test 2:

Måleverdier og standardavvik ved målinger over tid var innenfor spesifikasjonene for instrumentet og testutstyret.

Test 3:

Gjennomsnittlig strømverdi for alle sensor utganger på alle adaptere er 9800 nA og har gjennomsnittlig standardavvik på 28 nA tilsvarende avvik på 0.3 %.

Konklusjon

Signalene registreres som planlagt og er uavhengig av kanalutgangen.

3.1.3. Vurdering av kvalitetstestene

1. I tillegg til unøyaktighetene som skyldes kvaliteten på komponentene som er brukt i systemet, vil resultatene være avhengig av nøyaktighetene i de faste motstandene. Resultatene viser at forskjeller i signaler som skyldes driften av instrumentene er meget liten, og at forskjellen i signalene mellom de ulike cellene skyldes variasjoner i den faste motstandens verdi.
2. Overgangsmotstander i pluggene kan være et teoretisk problem. Resultatene viser at denne variasjonen er liten sett i forhold til standardavviket til den totale motstanden.
3. Etter kvalitetstestingen ble alle sensoradaptere godkjent og etter en del justeringer fungerte tilsynelatende alle 10 systemcontrollerne. Instrumentene ble vedtatt godkjent og sendt ut til brukere hvorav to av de 10 instrumentene var igjen på NILU for videre forskning og utvikling ved NILUs eget laboratorium.
4. Problemene med systemcontrolleren ble etter kort tid så store at 6 av 10 controllere måtte returneres, ref. kap. 2.1.2. Status systemcontroller.

4. Forsøk utført ved NILU

2 av 10 instrumenter har vært i funksjon på NILUs eget laboratorium og har vært anvendt til kompetanseoppbygging på NILU.

Det ene instrumentet er i hovedsak benyttet til å teste reproduserbarheten av cellene, og det andre instrumentet er benyttet til å fremskaffe grunnlagsdata for målinger på ulike steder på bygninger.

Overordnet målsetting med forsøkene har vært å fremskaffe måledata for å oppnå bedre forståelse av målecellens forskjellige anvendelsesområder i ulike værforhold.

4.1. Forsøk i klimaskap

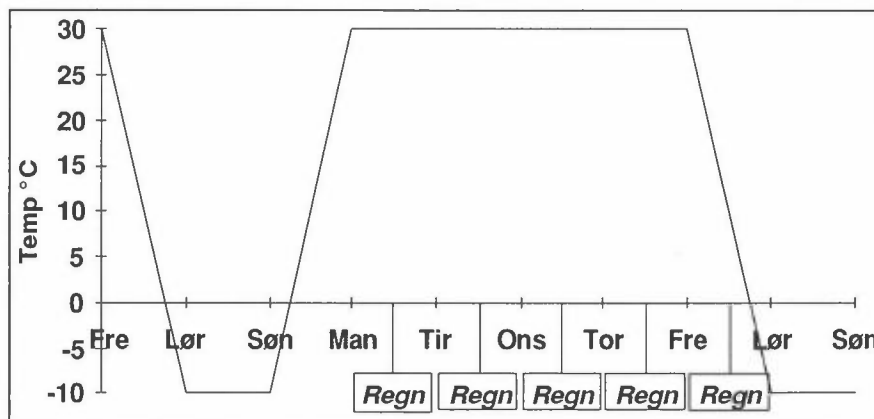
Hensikten med å benytte ett instrument tilknyttet klimaskapet var å kunne teste ut et stort antall sensorer med hensyn til reproduserbarhet.

Klimaskapet er definert som stasjonsnr. 0013, og resultatene angitt i figurene er angitt med filnavn deretter.

4.1.1. Rene celler (B1)

Hensikten med forsøket var å simulere en uteeksponering for å kunne se hvor reproduserbare cellene var. Forsøkene ble utført i januar 1992. Dette ble gjort på følgende måte:

16 celler ble limt opp på en polypropylen plate i 45°C , og 4 sensoradaptere ble plassert inne i klimaskapet. Fryse- og tinesyklusene som ble valgt var 2 dager (helgen) med -10°C , RH=100 % og 5 dager med 30°C , RH=20 %. I de 5 dagene etter at skapet ble varmet opp til 30°C , kjøres 1 regnvær pr. dag på 15 min. med pH lik 4.2. Så kjøles skapet på nytt ned til -10°C . Se figur 3.



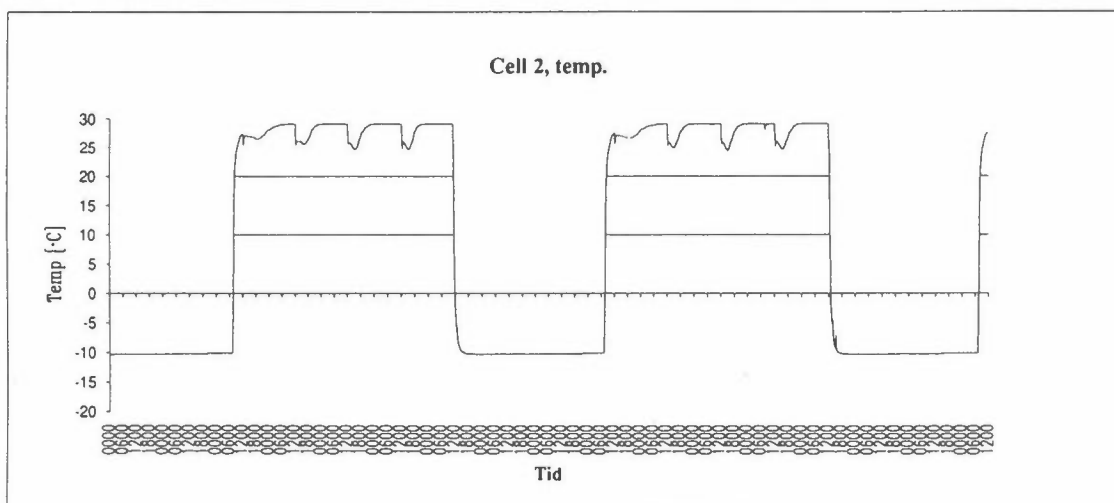
Figur 3: Testsyklus med fryse- og tinesyklus samt regnperioder for cellene i klimaskapet i forsøk B1.

Resultatene viste at strømresponsen var lavere enn forventet. Den skyldes trolig at en får for lite forurensning inne i skapet, og at regnværet danner dråper og ikke vannfilm på overflata av cellen. For øvrig kan en se antydninger til noe lengre våttid da regnværet kommer på den dagen temperaturen oppjusteres til 30°C . Dette skyldes at det vil ligge kondens på cellen når en tiner skapet fra -10°C . Se figur 4.

Stasjon: 0013 0013SA01

	Date	Time
From:	920111	0000
To:	920127	1200
Printed:	920128	1449

RingSys ILAB NILU

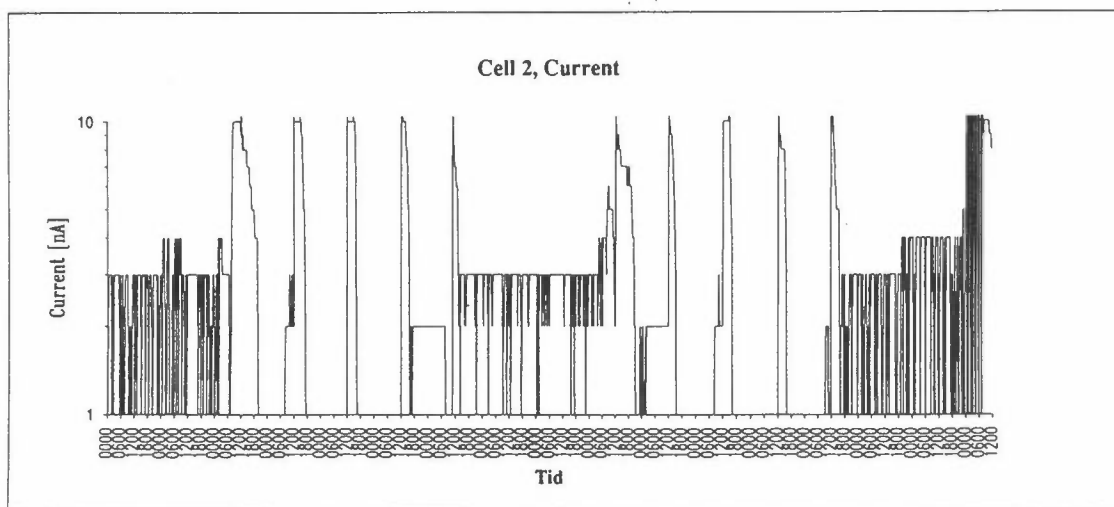


Stasjon: 0013 0013SA01

	Date	Time
From:	920111	0000
To:	920127	1200
Printed:	920128	1441

Threshold	% ToW
10 nA	3.5
20 nA	0.0

RingSys ILAB NILU



Figur 4: 0013SA01 Temperatur- og strømplott for 1 celle fra klimaskapet.

Konklusjoner

Forsøket gav resultater som ikke var realistiske og som ble vanskelige å tolke. Cellene behøver en forbehandling før en kan benytte klimaskapet til å teste ut celler da en ellers får for liten respons til å kunne si noe om cellenes reproduksjonsbarhet.

4.1.2. Foreksponte celler (B2)

Hensikten med dette forsøket var å se om en fikk noe større strømrespons når cellene var foreksponte i utemiljø, og om dette eventuelle belegget ble avvasket etter regnvær i klimaskapet.

Forsøket ble utført i mars 1992, og ble utført på følgende måte:

16 nye celler som hadde vært plassert på NILUs taklab. i perioden januar til februar og er omtalt i forsøk C1 - Forekspontering av rene celler, ble tatt inn og anvendt i klimaskapet.

De ble utsatt for samme fryse- og tine-syklus og samme regnværsperiode som forsøk B1.

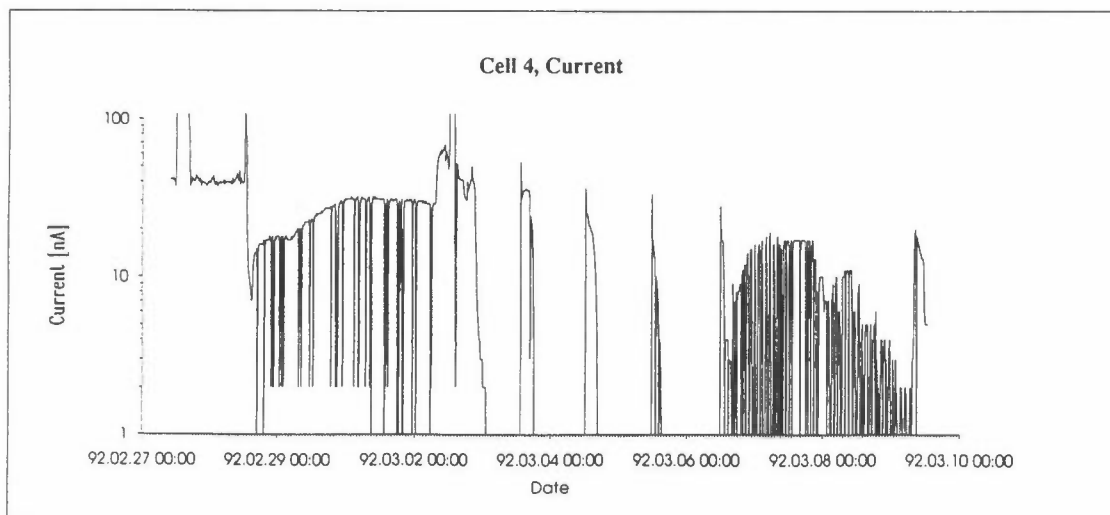
Resultater og konklusjoner

Cellene ga noe høyere respons enn tidligere. Responsen gikk ned når cellene ble vasket rene og cellene viste gradvis lavere respons. Dette førte igjen til tolkningsproblemer pga. klimaskapet gir resultater som ikke kan sammenlignes med uteeksponeringer (jfr. konklusjon i forsøk B1).

Site: 0013 0013SA01

	Date
From:	92.02.27 09:45
To:	92.03.09 13:00
Printed:	92.10.23 17:22

RingSys ILAB NILU



Figur 5: Strømplott for 1 celle som har vært uteeksponert før den ble plassert i klimaskapet.

I det videre arbeidet valgte en derfor å studere reproduserbarheten for strøm-responsen i et utemiljø og all videre uttesting av cellene ble derfor utført på taklaboratoriet.

4.2. Forsøk på taklaboratorium

Taklaboratoriet er taket på NILUs bygning. Denne stasjonen er definert som stasjon nr. 0014. Her ble det ene instrumentet benyttet til å bestemme cellenes reproduserbarhet siden all eksponering av celler ble flyttet til taklab (jfr konklusjonen i forsøk B1 og B2).

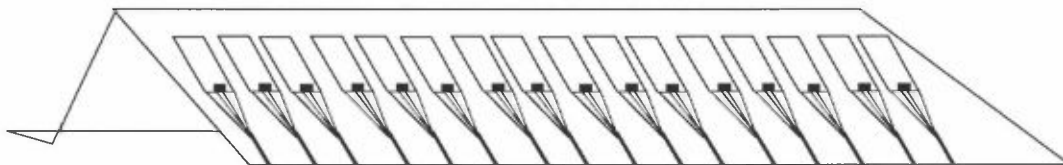
Det andre instrumentet ble benyttet på taklaboratoriet generelt, men i ulike eksponeringsforsøk på bygninger eller materialer.

4.2.1. Foreksponering av rene celler (C1)

Hensikten med dette forsøket var å teste celler under like forhold for å undersøke reproduserbarheten hos nye og rene celler, og for å fremskaffe ett representativt datagrunnlagsmateriale.

Forsøket ble utført i februar-mars 1992 og utført på følgende måte:

Cellene som hadde vært brukt i klimaskapet i forsøk B1 (Rene celler), ble limt opp på en plate med 45° helning og plassert på taklaboratoriet vendt mot sør. Se figur 6. Alle cellene ble plassert slik at belastningen var mest mulig lik.



Figur 6: Forsøksoppstilling for celler uteeksponert på taket.

Resultater

Etter en 14-dagers periode med snøslaps, regn og tåke ble cellene evaluert. Cellene ga høy respons som stemte overens med været. Disse cellene hadde ikke en minimumsstrøm som de forrige cellene hadde og responsen gikk ned til laveste deteksjonsgrense mellom nedbørperiodene.

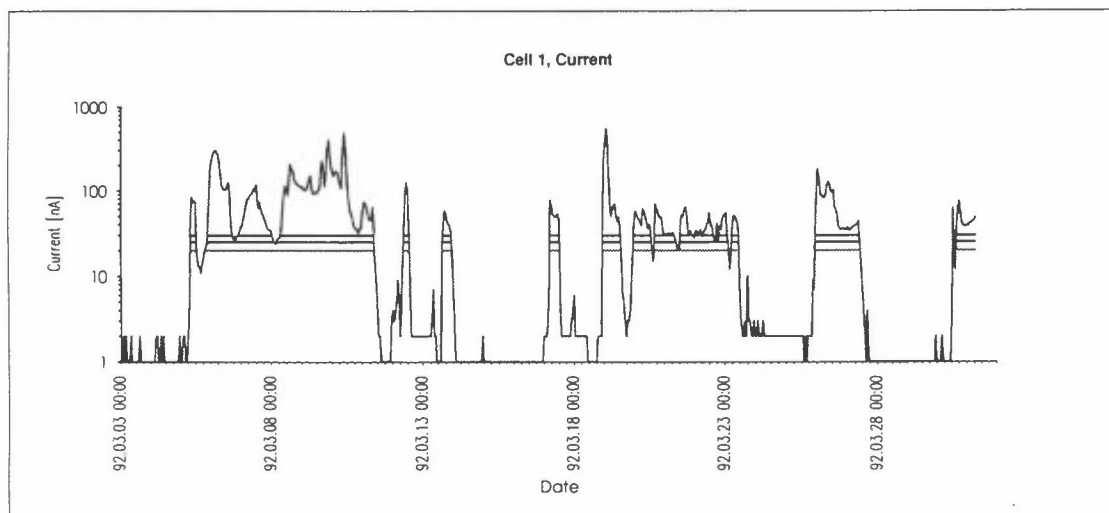
Site: 0014 0014SA01. Forsøk 92Mars Eksponering av celler på tak, plassert i 45

	Date
From:	92.03.03 00:00
To:	92.03.31 07:00
Printed:	92.12.09 02:34



Threshold	% ToW
20 nA	45.1
25 nA	43.7
30 nA	40.6

RingSys ILAB NILU



Figur 7: Strømplot for celle nr. 1 etter uteeksponering på taket.

Det er usikkert om hvorvidt 14 dagers eksponeringsperiode var lang nok til å få det ønskede belegget. Eksponeringsperioden var stort sett mild med nesten ingen frostnetter.

Konklusjoner og videre arbeid

Reproduserbarheten til cellene er god. Eksponeringsmetoden på taklab gir tolkbare resultater.

Hvorvidt cellene får en minimumsstrøm over laveste deteksjonsgrense over en viss tid er ikke hittil kjent. Eksponeringsforsøkene fortsettes derfor ute for å fremskaffe et større datagrunnlag for å vurdere dette nærmere.

4.2.2. Videre foreksponering av rene celler (C2)

Hensikten med disse forsøkene var:

- å undersøke videre reproduserbarhet hos nye og rene celler
- å fremskaffe ett representativt datagrunnlag for å se på reproduserbarheten av cellene
- å undersøke om en fikk dannet tilsvarende belegg som cellene i forsøk C1 hadde etter en viss uteeksponering.

Forsøket er utført i perioden april- mai 1992.

16 nye celler ble plassert likt på en plexiglassplate med helning lik 45° , jfr. forsøksoppstilling ved forsøk C1 (Foreksponering av celler).

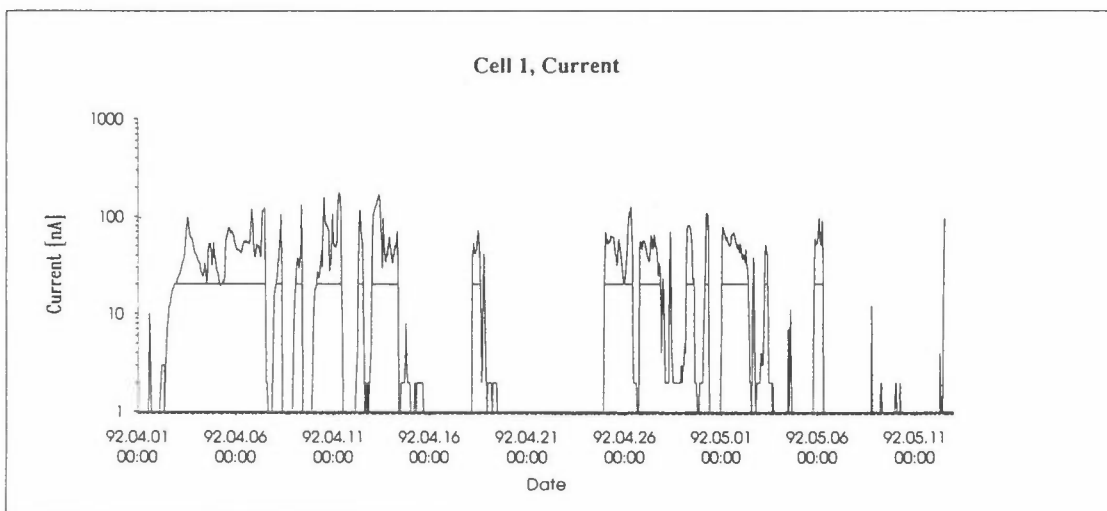
Resultater

Site: 0013 0013sa04. Eksponering av celler på tak, plassert i 45

	Date
From:	92.04.01 00:00
To:	92.05.12 13:00
Printed:	92.09.29 13:49

Threshold	% ToW
20 nA	33.7

RingSys ILAB NILU

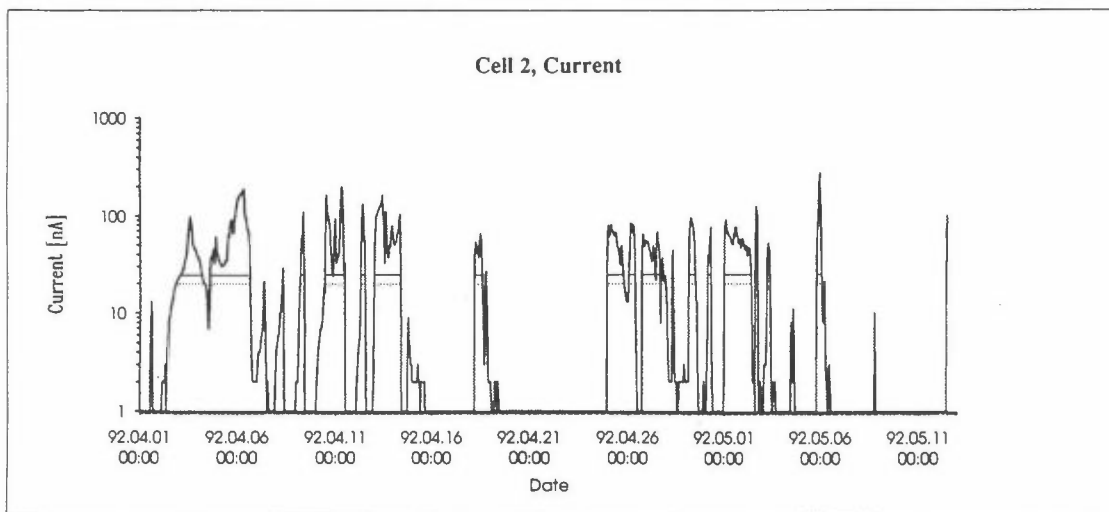


Site: 0013 0013sa04

	Date
From:	92.04.01 00:00
To:	92.05.12 13:00
Printed:	92.12.09 03:02

Threshold	% ToW
20 nA	29.2
25 nA	26.9

RingSys ILAB NILU



Figur 8: Strømplott for 2 celler fritt eksponert på taket.

Cellene gav god respons og var meget like. Middelerdi og standardavvik for våttiden ved de 16 cellene (ved våttidsgrense lik 20 nA) var TOW lik $31 \pm 2\%$ i måleperioden 1/4-92 til 12/5-92, og dette ble betraktet som akseptabelt. Dette tilsvarer 312 t eller 13 døgn av total tid 1008 t (= 42 døgn).

Konklusjoner og videre arbeid

Eksposering i utemiljø med minimum 2 regnperioder synes å gi brukbare resultater i form av reproduserbarhet. Videre eksposering av nye celler fortsettes for å fremskaffe et større datagrunnlag for målecellene.

4.2.3. Sammenligninger mellom våttid beregnet fra termohygrografdata og målt med WETCORR-instrument

Samtidig med WETCORR-målingene har vi hatt en termohygrograf gående for å kunne sammenligne måledataene mot temperatur og relativ fuktighet i luften.

For å sammenligne termohygrografdataene med WETCORR-målingene er det valgt den forsøksperioden for taklaboratoriet som synes å ha høyest fuktbelastning. Denne perioden kan karakteriseres som en periode med store variasjoner i nedbør i form av snø, regn og dis. Temperatur og relativ fuktighet (RF) sammenlignes med målinger som er gjort på celler som er fritt eksponert i 45° \angle , se forsøk C2 (Videre foreksponering av rene celler) og figur 9.

Våttiden (TOW) er beregnet manuelt fra termohygrogrammer, ut fra kriteriene RF > 80% og lufttemperatur (T) > 0° C. Dette er i henhold til ISO-standard 9223 (pkt. 5.2 i ISO-9223) (Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification). Periodene med beregnet våttid er tegnet inn på plottet med målte strøm- og våttidsverdier. Se figur 9.

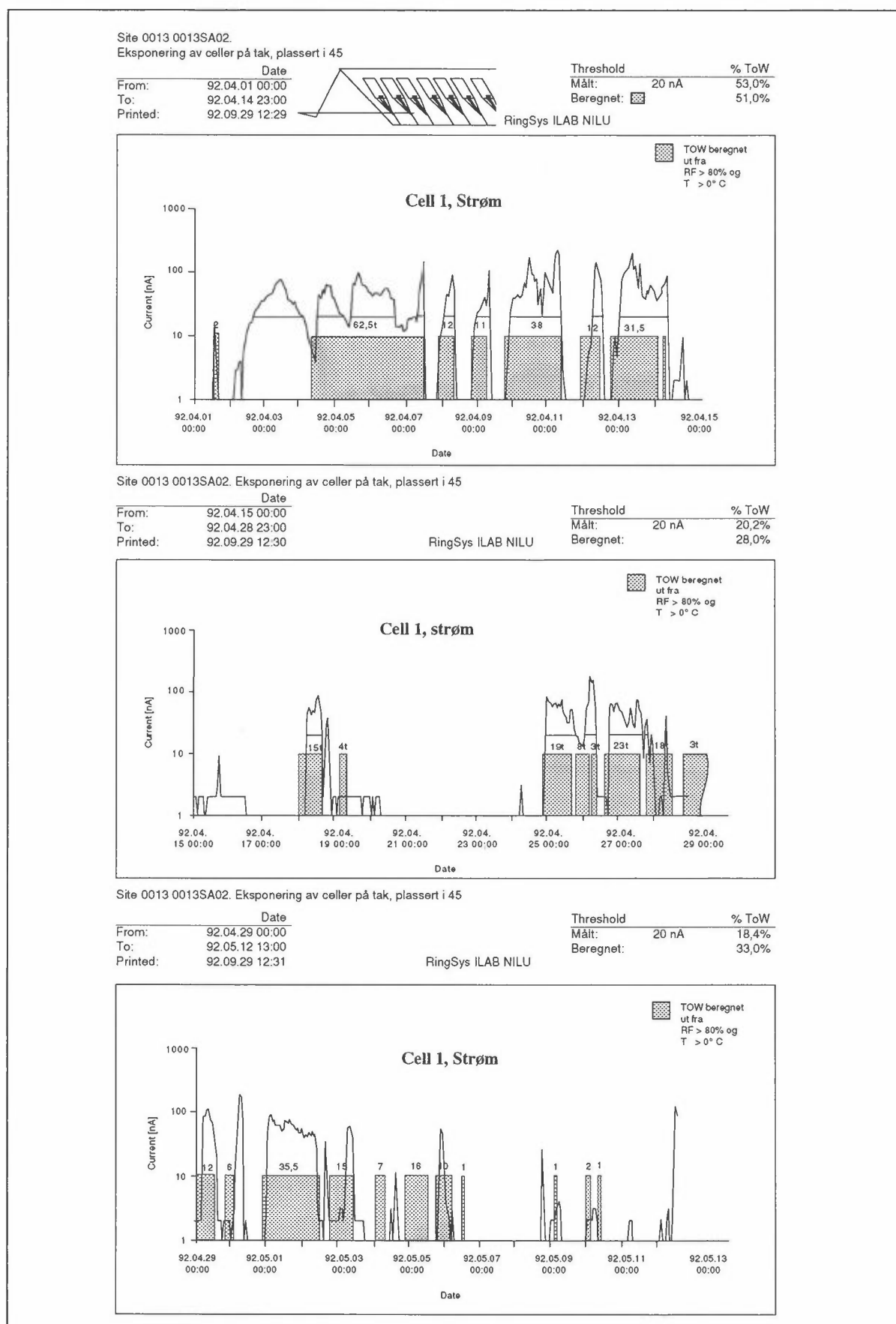
Tabell 1: Sammenligninger mellom kontinuerlige våttidsmålinger og middelveidmålinger av TOW fra WETCORR-instrument og fra termohygrograf (TOW målt \rightarrow TOW beregnet).

Periode/Strøm				% TOW målt :			% TOW beregnet:
Fra Dato og tid	Til Dato og tid	Midl. strøm, nA	Max. nA	>20 nA	>25 nA	>30 nA	(RF>80%, T>0)
92.04.01 00:00	92.04.15 23:00	34,24	209	52,98	49,11	45,24	51
92.04.15 00:00	92.04.28 23:00	12,91	176	20,18	19,58	17,8	28
92.04.29 00:00	92.05.12 13:00	13,29	187	18,40	18,40	16,87	33
Samlet		20,48	177	30	27	-	37

Valgt måleperiode er fra 1/4-92 kl. 00.00 til 12/5-92 kl. 00.00. Dette tilsvarer en total tid lik 1008 t eller 42 døgn.

Total våttid i den aktuelle måleperioden målt med WETCORR-instrumentet og våttidsgrense lik 20 nA er lik 30 %, tilsvarende 305 timer eller ca. 13 døgn av total tid 1008 t eller 42 døgn.

Beregnet ut fra RF og temperatur etter ISO-standard er tilsvarende våttid lik 374 timer eller 15 1/2 døgn lik 37 %.



Figur 9a, b, c: 14-dagersperioder. Sammenligninger mellom våttid beregnet ut fra relativ fuktighet og temperatur og målt ved WETCORR-instrumentet.

Våttiden beregnet ut fra RF og temperatur gir en noe høyere våttid enn målt med celler. Noe av årsaken til dette kan skyldes de noe uklare kriterier for hvilken relativ fuktighet som danner fuktfilm på cellen. Andre perioder og andre forurensninger kan gi andre forhold. Ved å benytte lavere våttidsgrense enn 20 nA, vil vi kunne få bedre samsvar med TOW beregnet. En må imidlertid være oppmerksom på at en ved en lavere våttidsgrense enn 20 nA kan få uklare skiller mellom hvorvidt strømspons skyldes fukt på cellen eller forurensninger hvis det opptrer minimumsstrømmer.

Fra den første 14-dagersperioden, se figur 9a, ser en for øvrig at cellen registrerer fuktighet også ved temperaturer lavere enn 0 °C. Dette gir utslag i våttid for måling med WETCORR-instrumentet, og ikke for beregning av våttid ute fra RF og lufttemperatur.

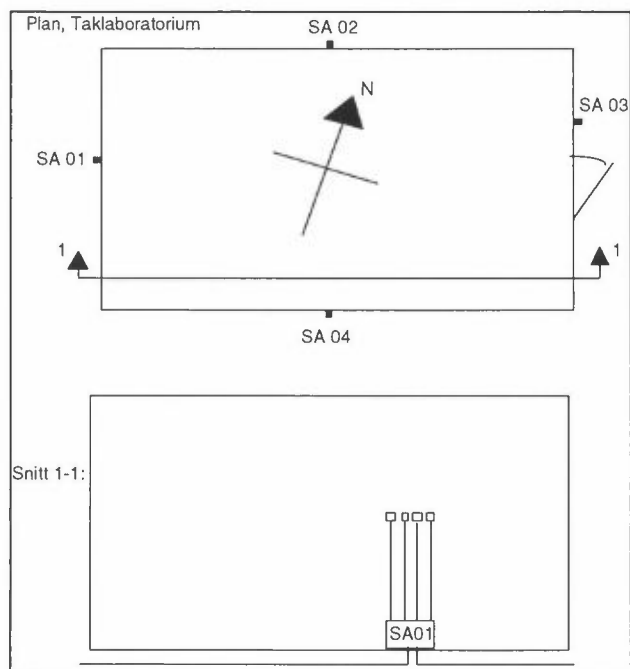
Det virker som om regelen med $RF > 80 \%$ er for lav på Lillestrøm.

4.2.4. Målinger på viftehuset på taket (D1)

Hensikten med forsøkene på taklaboratoriet var å skaffe reelle målinger fra et utemiljø for å kunne sammenligne forsøkene fra klimaskapet.

Forsøkene ble utført i januar 1992 og plassert på følgende måte:

4 celler ble plassert på hver vegg av viftehuset på taket. (Sør, Vest, Nord, Øst). Se figur 10. De ble plassert i samme posisjon horisontalt for å få like paralleller.

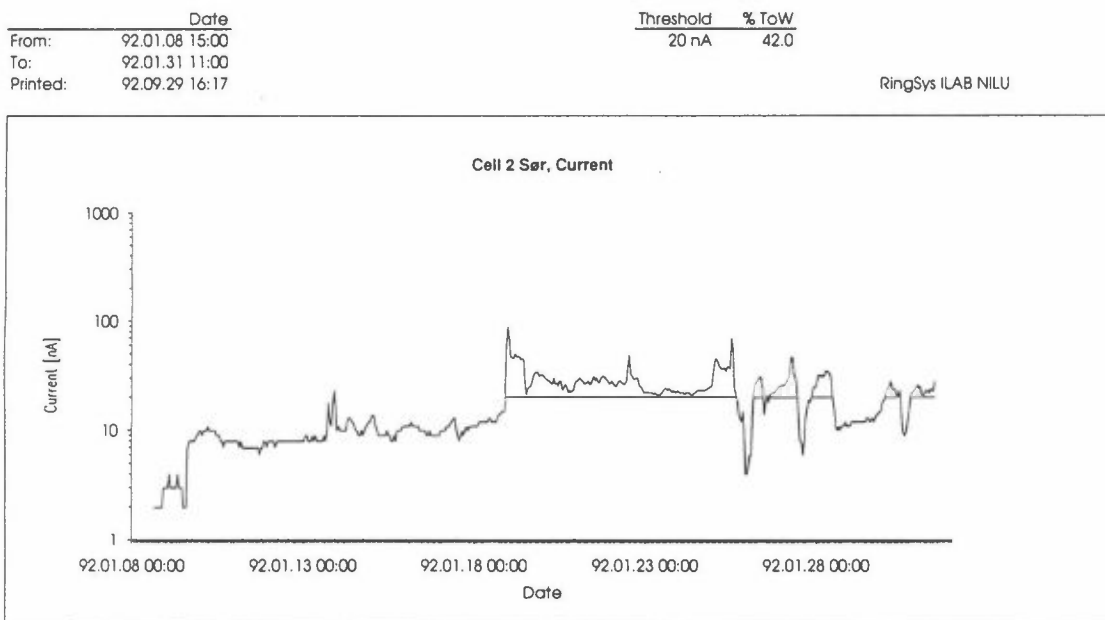


Figur 10: Plan- og snittskisse over forsøksoppstillingen på taket for forsøk B1.

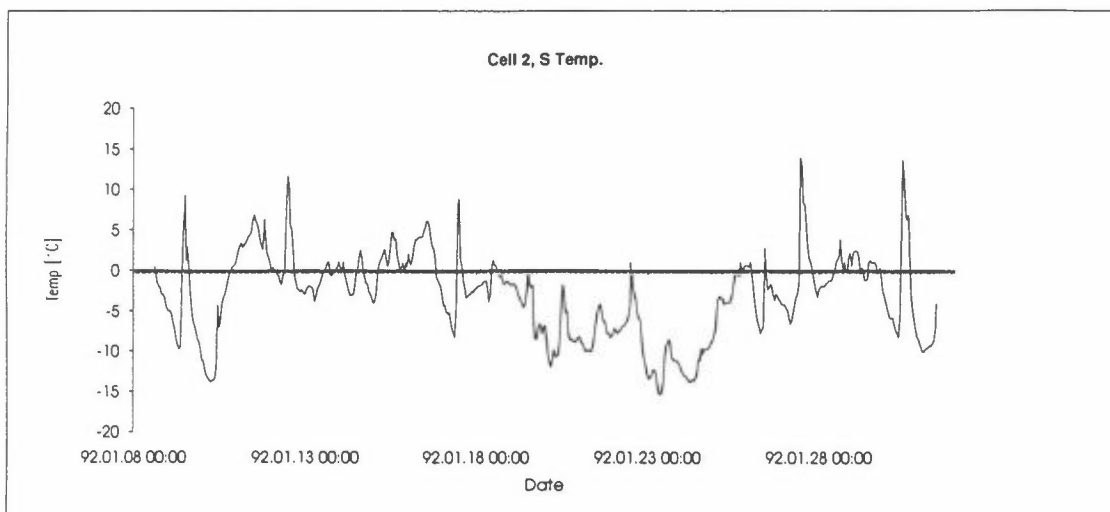
Resultat

Cellene gav en markert strømkning i perioder hvor det var regn eller snø. Resultatene ble sammenlignet med manuelle loggbøker hvor variasjonene i været ble registrert slik at vi visste når det hadde vært nedbør tilstede.

Cellene viste også nedre strømnivå i tørrere perioder. Dette nivået ligger på ca. 10 ± 2 nA. Se figur 11.



Site: 0014 0014SA04. Database file: 0014 er viftehøuset på NILUs taklab. Celler er plassert oppe og nede. 0014SA01 VEST. 0014SA02 NORD..



Figur 11: Strøm- og temperaturplott for celle nr. 2 plassert på sørveggen på viftehøuset.

Diskusjoner og konklusjoner

Cellene opptrer som forventet og gir en strømrespons som står i forhold til de fukt- og registrerte værforhold som opptrer.

Cellene gav ett minimumsnivå for responsen på grunn av ett belegg som har lagt seg på celleflaten. Dette inntreffer etter første fryseperiode. Det kan virke som om det er et belegg eller en elektrolytt som cellen får etter en viss eksponering, og at det skyldes forurensninger i lufta.

Videre arbeid

Celler som har stått i klimaskapet byttes med de cellene som har vært eksponert ute på taket for å se om en får samme effekt etter en viss tid.

4.2.5. Målinger på bygg - Fuktutsatte steder (D2)

Hensikten med dette forsøket var å fremskaffe datagrunnlag som kunne bidra til en mer byggrelatert kunnskap om bruken av instrumentet. Det ble derfor valgt ut målepunkter som kunne gi byggrelaterte måledata. Det ble valgt fire målepunkter med tanke på:

- å fremskaffe informasjon om dugg
- å skaffe fuktighetsmålinger på utsatte steder på en bygning.

Forsøket er utført i perioden april-mai 1992.

Det ble plukket ut 16 celler som hadde vært foreksponert og som hadde vist målinger med god reproduserbarhet.

For hvert målepunkt valgte vi å ha 2 paralleller, dvs. 2 celler for hver plassering, totalt 16 målepunkter.

Målepunkter som ble valgt:

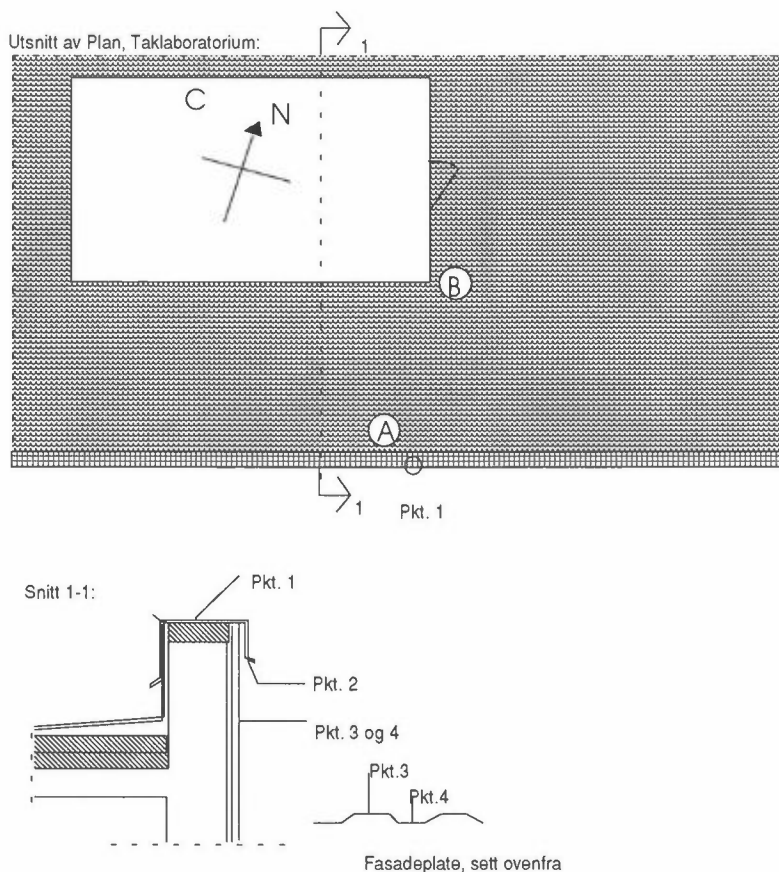
Målepunkt A, B og C, jfr. figur 12:

Ved sørfasaden på NILUs bygning, punkt A, i overgangen tak-vegg ble fire punkter à 2 paralleller plukket ut. Denne veggen ble valgt på grunn av at denne fasaden har store klimapåkjenninger i form av store temperatursvingninger og fuktbelastninger.

Pkt. 1: 2 celler på toppen av takbeslag

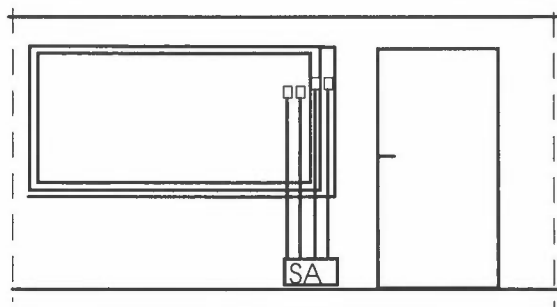
Pkt. 2: 2 celler oppunder beslag

Pkt. 3 og 4: 2 celler på fasadeplate, hhv over- og underligger



Figur 12: Plassering av de ulike målepunktene på taklaboratoriet og målepunktene på sørfasaden, punkt A.

Målepunkt B er definert som østvendt vinduskarm hvor det er 4 målepunkter. 2 punkter på selve vinduet og to i trerammen på karmen. Dette for å fremskaffe målinger på trematerialer. Se figur 13.



Figur 13: Skisse av måleplassering på vindu og vinduskarm på østsiden, punkt B.

Målepunkt C er definert på nordsiden av huset. Dette er 2 målepunkter hver med 2 paralleller plassert nederst på nordveggen i samme høyde. Det ene målepunktet synes å være mer påvirket av svertesopp og algevekst enn det andre punktet.

Resultater og konklusjoner

Målepunkt. A, Sørvegg:

Målepunkt 1, toppen av beslaget, viste strøm- og temperatur som en kan forvente etter det været som målepunktet var utsatt for. Resultatene var i overensstemmelse med loggbok.

Punkt 2, som var målinger oppunder beslaget, viste også interessante målinger, der det kom godt fram at instrumentet kan registrere fuktighet i form av dugg. Begge parallellene viste samme tendens i overensstemmelse med resultatene/responsen fra pkt. 1. I tilsvarende nedbørperioder som målepunkt 1 ble utsatt for fikk en tydelige strømutslag på grunn av dugg/kondens. Kondensperioder om natten ble også registrert. Se figur 14 og tabell 2.

Registrert våttid (TOW) i perioden for målepunkt 1 (våttidsgrense er 20 nA, måleperiode 2/4-19/5-92) er lik ~38 % av total tid 1160 t, tilsvarer 441 timer eller 18 1/3 døgn.

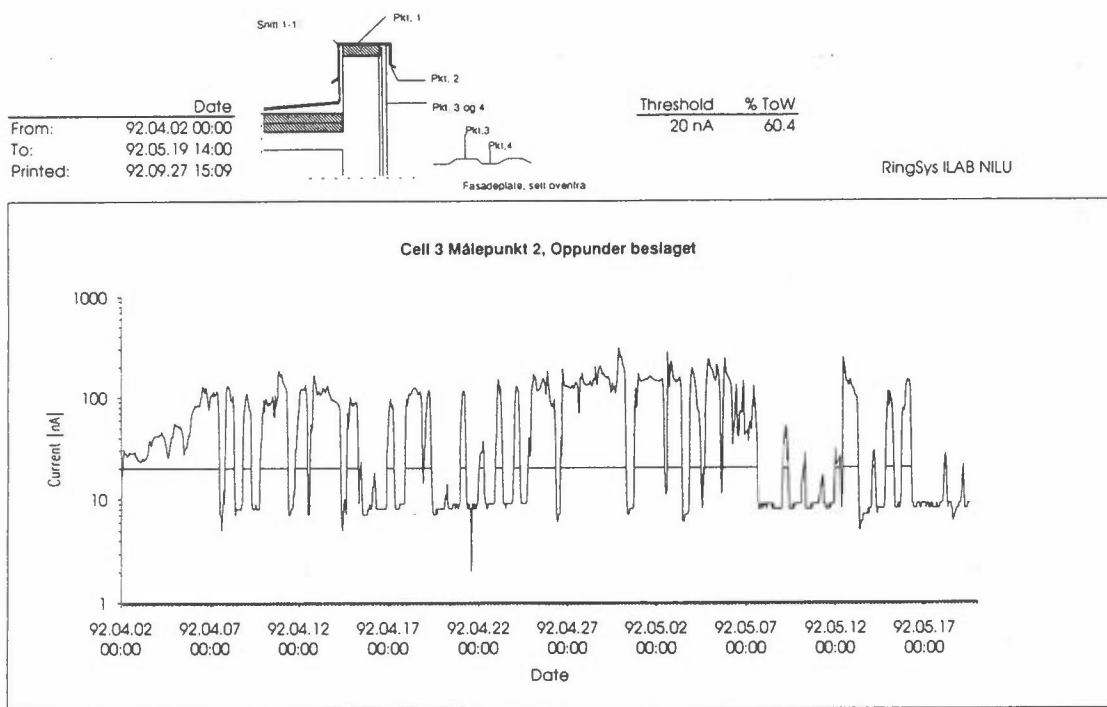
Registrert våttid (TOW) i perioden for målepunkt 2 (Våttidsgrense er 20 nA, måleperiode 2/4-19/5-92) er lik ~60 % av total tid 1160 t, tilsvarer 696 timer eller 29 døgn.

Målepunkt 3 og 4, var celler som stod vertikalt på over- og underligger på fasadeplaten, og her kunne en bare registrere en strømrespons når veggen var utsatt for nedbør direkte på fasaden i form av slagregn. Se figur 15. Det var ingen forskjell mellom målingene i punkt 3 og 4.

Registrert våttid i måleperioden (Våttidsgrense er 20 nA, måleperiode 2/4-16/5-92) var 10 % av total tid lik 1081 t, tilsvarende 108 timer eller 4 1/2 døgn. Våttiden var naturlig nok lavere enn målepunkt 1 og 2. Fuktigheten rant hurtigere av pga. cellens vertikale plassering, og siden målepunktene var sørvendte skjedde oppørkingen raskt.

Tabell 2: % TOW målt for våttidsgrense 10 og 20 nA for målepunkt 1, 2 og 3.

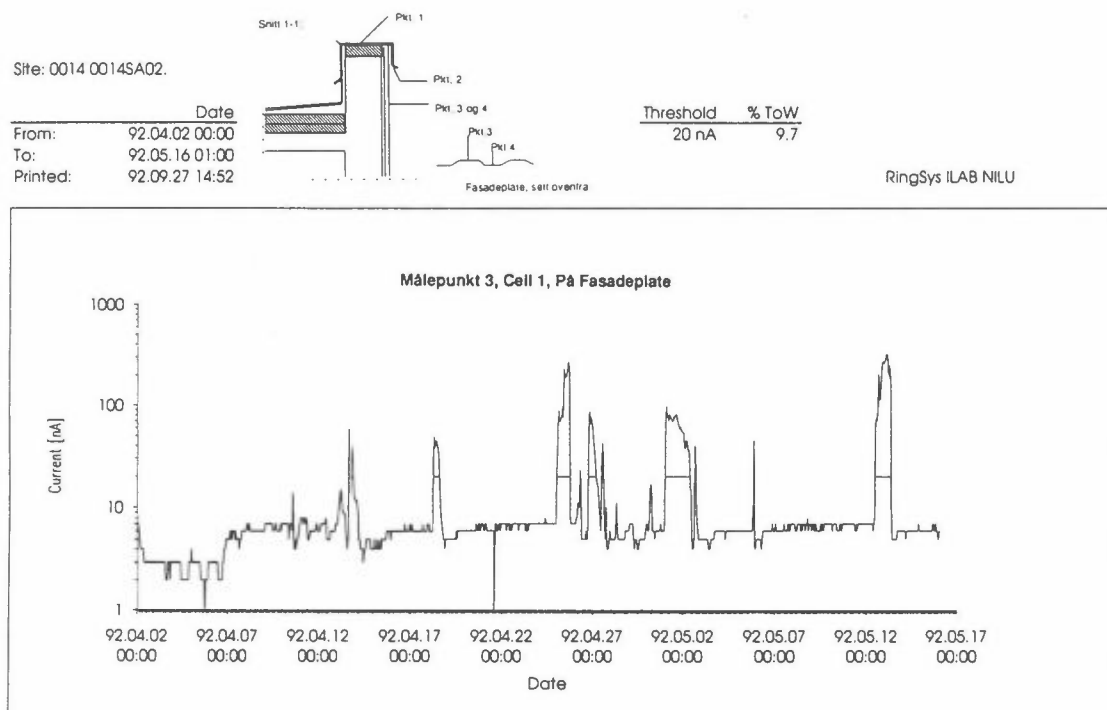
Målepunkt (Etter fig.12)	Periode		% ToW målt:	
	Fra Dato og tid	Til Dato og tid	> 10 nA	> 20 nA
A1 (Toppen av beslaget)	92.04.01 14:00	92.04.10 12:00	86,00	62,30
	92.04.10 00:00	92.04.27 10:00	35,10	31,50
	92.04.27 00:00	92.05.12 13:00	37,20	33,70
A2 (Oppunder beslaget)	92.04.01 14:00	92.04.10 12:00	87,00	80,00
	92.04.10 00:00	92.04.27 10:00	63,70	58,00
	92.04.27 00:00	92.05.12 13:00	71,50	66,80
A3 (Overligger på fasadeplate)	92.04.01 14:00	92.04.10 12:00	0,00	0,00
	92.04.10 00:00	92.04.27 10:00	14,80	10,30
	92.04.27 00:00	92.05.12 13:00	17,70	14,60



Site: 0014 0014SA01. Database file: 0014 er viftehøuset på NILUs taklab. Celler er plassert oppe og nede. 0014SA01 VEST, 0014SA02 NORD..



Figur 14: Sammenligning av målepunkt 1 og 2 som viser forskjeller mellom strømrespons på grunn av nedbør og på grunn av dugg.



Figur 15: Strømrespons av målepunkt 3, på fasadeplaten.

Målepunkt B, Østvegg:

Strømresponsen på vinduskarmen og vinduet var tilnærmet lik 0. Dette ga data kun med et minimumsnivå i strømrespons.

Lav strømrespons skyldes blant annet uheldig valg av måleplassering. Målepunktene var alltid skjermet, og lite værutsatt. Fuktighet opptrådte i svært liten grad. Dessuten ble undersøkelsene utført i en periode hvor dugg på åpne flater sjelden ble observert.

Temperaturmålingene viser en lavere overflatetemperatur på glasset enn på treverket. Glass har høyere varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) enn trekarmen, og dette fører til lavere overflatetemperatur.

Målepunkt C, Nordvegg:

Resultatene fra målinger på nordveggen viste ikke representative forskjeller mellom målepunktene for "ren" kontra algebegrodd/svertesopp-belagt flate. Responsen var noenlunde lik, men ulik i størrelse. Dette kunne ikke forklares fordi målepunktene ikke hadde store nok forskjeller i fuktopptak. Samtidig lå dette målepunktet på nordsiden som medførte mindre temperatursvingninger siden denne siden ikke blir utsatt for sol. En bør eventuelt vurdere om forsøket skal gjentas i en årstid med mer nedbør og store svingninger i temperaturen.

4.2.6. *Forsøk på fuktutsatte steder (D3)*

Hensikten med dette forsøket var å fremskaffe et datagrunnlag for å kunne si noe om minimumsnivå i strømrespons som blir dannet på cellene ved dannelsen av en forurensende elektrolytt etter en viss uteeksponering og for å se på cellenes reproduserbarhet.

Forsøket ble satt opp som et parallellt oppsett til målepunkt A, jfr. forsøk D2 (Målinger på bygg), på sørveggen på NILUs bygning. Det vil si 2 punkter på målepunkt 1, opp på beslaget, 2 punkter på målepunkt 2, oppunder beslaget, og 4 punkter på fasadeplatene.

Dette forsøket ble utført på NILU i perioden mai-juli 1992.

Resultat og konklusjoner

Alle 4 parallellene på målepunkt 1 på toppen av beslaget viste like utslag, men størrelsen på responsen er ulik. Minimumsnivået som ble dannet på grunn av forurensninger/belegg varierte på cellene, og dette førte til en parallellforskyvning på responsen. Dessto høyere minimumsnivå, desto høyere var strømresponsen.

Celler med minimumsnivå mellom 1-10 nA gir ca. 10-potens lavere respons ved høy fuktighet enn celler med minimumsnivå mellom 10-20 nA.

Dette gjelder også for målepunkt 2.

For målepunkt 3 og 4 har vi ikke strømutslag i denne måleperioden da det er en periode med lite slagregn og mye tørt klima.

4.2.7. *Måling på ulike materialprøver (D4)*

Hensikten med dette forsøket var å fremskaffe våttidsmålinger med WETCORR instrumentet fra ulike typer materialflater, og for å se om valg av materiale hadde noe å si for våttiden når de ellers ytre omstendighetene var like.

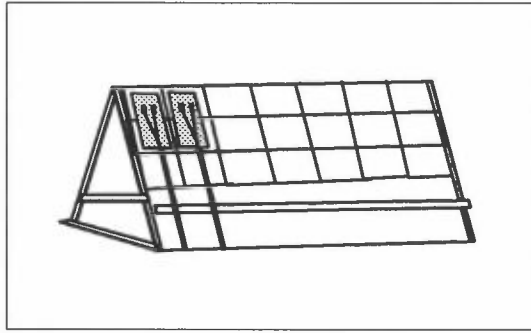
Forsøksoppsett

To og to celler ble limt opp på ulike materialprøver og plassert på taklaboratoriet i et korrosjonsstativ i 45 ° vendt mot sør. Se figur 16. Celler på ulike materialprøver i korrosjonsstativ.

- 2 celler på hvit malt treprøve
- 2 celler på ubehandlet puss prøve
- 2 celler på rødmalt profilert stål fasadeplate
- 2 celler på lys gråmalt profilert stål fasadeplate

Totalt 8 celler.

Forsøket er utført i perioden juli-august 1992.



Figur 16: Celler plassert på ulike materialprøver i korrosjonsstativ.

Resultater og konklusjoner

Målinger på tre gir våttid lik 22 % i den aktuelle perioden (20 nA våttidsgrense, måleperiode 14/7-92 til 03/8-92) som tilsvarer 90 timer av total tid lik 411 timer eller 3 3/4 døgn.

Celler plassert på pussprøven gir våttid lik 15 % i den aktuelle perioden (20 nA våttidsgrense, måleperiode 14/7-92 til 03/8-92) som tilsvarer 62 timer av total tid 411 timer eller 2 1/2 døgn.

Tre har lavere varmeledningsevne enn puss, og det kan føre til en lavere overflatetemperatur på treprøven enn pussprøven.

Når tre har en lavere overflatetemperatur, fører dette til, ved fuktpåkjening, en senere fordampning av fuktigheten på platen enn på pussprøven. Dette kan være årsaken til at tre har en høyere våttid enn puss.

5. Konklusjoner

- **Instrument og metode:**

Instrumentet har i forsøksperioden fungert etter planen og hovedkonklusjonene er:

- Instrumentet måler strøm som tilsvarer den fuktbelastningen som sensoren utsettes for.
- Instrumentet registrerer fuktighet i form av dugg.
- Det er registrert forskjeller mellom relative fuktighetsmålinger (RF) med termohygrograf som måler i luft og i omgivelsene, og instrumentet WETCORR som måler fuktigheten på flaten eller i mikromiljøet. Dette viser berettigelsen av et instrument som kan registrere den reelle våttiden, og at våttidsberegninger ut fra meteorologiske data har begrenset gyldighet. Det gjelder spesielt i mikromiljø på bygninger og konstruksjoner. Dette er et viktig problemområde som bør inn i videre studier.
- Utviklingen av WETCORR-instrumentet har bidratt til videreutviklinger og forbedringer av ulike moduler i presentasjonspakken RINGSYS og fremskaffet en teknologi som er mulig å utnytte videre for oppgradering av NILUs dataloggere.

- **Celler:**

- Det er viktig å forbehandle cellen før bruk jfr. nedenforstående prosedyre, og cellen bør eksponeres fritt i det miljøet som den skal anvendes i før en kan starte målinger. Dette for å fremskaffe mest mulig reelle forhold for cellen, og for å etablere eventuelle elektrolytter etter en viss tid.
- Cellene gir reproducerbare resultater og oppfører seg likt under like forhold.
- Etter forbehandling gir cellene forventet respons under fuktige forhold, både i form av nedbør, kondens og dugg.
- Etter forbehandling gir cellene et minimumsnivå i strøm som antas skyldes forurensende belegg etter en viss tid eksponering. Dette kan være fra lokale eller regionale forurensningskilder, da dette belegget ikke er rapportert fra målinger utført på Stockholm Slott (Norberg, 1992) og Nidarosdomen i Trondheim (jfr. målinger fra STEP-prosjektet "Protection and Conservation of Historic Buildings, Monuments and Associated Cultural Property").
- Valg av våttidsgrense er avhengig av cellens responsnivå ved tørr celle, og det synes å være fornuftig å velge 20 nA såfremt minimumsnivået ikke ligger der.

- **Prosedyre for forbehandling av celler:**

- Cellene limes med dobbeltsidig tape på en polypropylenplate i 45° vinkel. Transporttappen fra cellene fjernes og cellene eksponeres i uteluft vendt mot syd. Cellene anbefales påtrykt 200 mV under foreksponeringen. Cellene bør være eksponert i minst 2-3 regnvær. Belegget på cellene har da blitt aktivisert. Det blir dannet et belegg eller en elektrolytt på cellenes overflate.
- Celler med stort avvik i strømrespons forkastes.

6. Videre planer

Videre fremover gjelder følgende planer:

Fullføre utprøvingen av 0-serien (fase 2). Starten ble satt til august 1992, og vil gå fremover i 1 år.

I løpet av 1993 skal instrumentet og metoden evalueres og revideres før neste fase i prosjektet starter: Fase 3, Markedsføring, produksjon og salg av 1. generasjons instrument med sensorer.

Videre kompetanseoppbygging på NILU og ABB Miljøkontroll vil være viktig. Samtidig vil NILU ha ett nært samarbeide med Norges byggforskningsinstitutt (NBI) for målinger på og i bygg for å fremskaffe kompetansegivende målinger.

7. Referanser

Anda, O. og Henriksen, J. (1992) Miljømålinger på Nidaros domkirke. Lillestrøm (NILU OR 34/92).

ISO 9223 (1992) Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification. Geneve, pkt. 5.2.

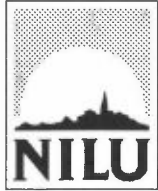
Marstein, L. (1992) Ringsys Basic Module USER's GUIDE, Draft. Lillestrøm.

Norberg, P. (1990) Monitoring of surface moisture by miniature moisture sensors. I: *Durability of Building Materials and components*. s. 539-548. Proc. of the fifth internat. conf. Brighton 1990. London, Spon.

Norberg, P. (1992) Slutrapportering av definitionsfasen i EUREKA-prosjektet EU-615: EURO CARE WETCORR. Gävle (SIB:M6).

Norberg, P. (1992) Våt- och torrdeponering av försurande luftföroreningar. Innverknaden på byggnadsmaterial, Lägesrapport. SIB, Gävle (utkast).

Støre, M. og Marstein, L. (1992) Users Manual for the 0-serial WetCorr Instrument, First Edition, Guidelines for using the 0-serial of the WetCorr instrument. Lillestrøm (NILU TR 8/92).



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR.OR 76/92	ISBN-82-425-0420-2	
DATO JANUAR 1993	ANSV. SIGN. <i>Ørnland</i>	ANT. SIDER 32	PRIS NOK 60,-
TITTEL WETCORR - Et instrument for registrering av våttid Framdriftsrapport for EUREKA-prosjektet EU 615 EURO CARE WETCORR		PROSJEKTLEDER Jan F. Henriksen	
		NILU PROSJEKT NR. O-91023	
FORFATTER(E) Marit Støre		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGS GIVERS REF.	
OPPDRAAGSGIVER ABB Miljøkontroll Postboks 214 Økern 0510 Oslo			
STIKKORD Instrumentet	Våttid	Forsøk	
REFERAT Utvikling av 10 prototyper av et måleinstrument er produsert for måling og registrering av fuktighet og temperatur, hvorav 1 instrument består av celler med 2 sensorer, sensoradaptere og 1 systemcontroller og tilhørende software for presentasjon og bearbeiding av målingene er beskrevet. Resultater for 2 instrumenter anvendt på NILU er presentert. De viktigste konklusjonene er at metoden gir resultater i overensstemmelse med det en forventet, og at instrumentet fremskaffer troverdige måledata både for temperatur og våttid for de steder målecellene er plassert.			
TITLE WETCORR - An instrument for continuous monitoring of moisture			
ABSTRACT			

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