

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR.: 20/80
REFERANSE 21480
DATO: JULI 1980

KONTINUERLIG REGISTRERING AV
KORROSJON OG MILJØPARAMETRE PÅ
NILU-BIL
MARS 1980 - EN METODESTUDIE

AV
JAN F. HENRIKSEN
SVEIN E. HAAGENRUD

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SAMMENDRAG

Med støtte fra norsk aluminiumsindustri har det ved NILU i mars 1980 vært utført en korrosjonsundersøkelse på bil under vanlige driftsforhold. Målet ved prosjektet har vært å utprøve metoder for kontinuerlig korrosjonshastighetsmålinger kombinert med innsamling av miljødata. Undersøkelser er gjort på to steder på bilen; under bakre støtfanger og i motorrommet.

Forsøkene viser at de anvendte prøvemethodikkene ga gode resultater både for korrosjonsmålingene og for miljødata-innsamlingen. De elektrokjemiske cellene for kontinuerlig registrering av korrosjonshastigheten fungerer utmerket ved bakre støtfanger, hvor fuktigheten er jevn. I motorrommet, hvor cellene og vekt-tapsplatene er utsatt for ujevn sprutfukting, har en måttet foreta en kvalifisert vurdering av resultatene før konklusjonene er trukket.

På grunn av at bilen har kjørt i et lite korrosivt miljø har en ikke kunnet trekke avgjørende konklusjoner om miljøparameterenes effekt. Resultatene viser dog en entydig sammenheng mellom korrosjon, relativ fuktighet og kjøring på våt vei.

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 MÅL FOR UNDERSØKELSEN	8
3 EKSPERIMENTELT	8
3.1 Prøvesteder og utstyr	8
3.2 Innsamlingsmetodikk og analyse	9
3.2.1 Miljødata	9
3.2.2 Korrosjonsmålinger	10
4 RESULTATER	11
4.1 Værforholdene	11
4.2 Kjørefrekvensen	11
4.3 Korrosjon - elektrokjemiske celler	12
4.4 Miljødata	13
5 DISKUSJON	13
5.1 Prøvetaking korrosjon	14
5.2 Prøvetaking miljøparametre	15
5.3 Sammenheng korrosjon og miljø	16
6 KONKLUSJON	18
7 LITTERATUR	19

KONTINUERLIG REGISTRERING AV KORROSJON OG MILJØPARAMETRE
PÅ NILU-BIL MARS 1980 - EN METODESTUDIE

1 INNLEDNING

For 1980 søkte NILU NTNF om midler for bl.a. studier av miljøeffekter ved korrosjon på biler. I søknaden ble de presisert at planene måtte sees i sammenheng med SINTEF/NTH's engasjement på feltet, men at NILUs kompetanse burde kunne utnyttes i forbindelse med de aktuelle problemstillingene. Det ble vist interesse for NILUs opplegg både fra Volvo AB og fra norsk aluminiumindustri, og da det ble klart at NILU ikke fikk noe støtte fra NTNF for 1980, ble det tatt et initiativ fra styringskomiteen for bilkorrosjonsprosjektene ved SINTEF/NTH for å få koordinert arbeidet fra 1981. På et møte i styringskomiteen for NTNF-prosjektene "Bilrelevante korrosjonsprøvemetoder" og "Korrosjon - bilrelevante Al-legeringer", avholdt på NILU 22/1 1980, presenterte NILU den rammeplan en i samarbeid med Volvo AB hadde kommet fram til for en korrosjonsundersøkelse på bil i Gøteborgområdet. For å kunne starte Gøteborgundersøkelsen høsten 1980 ville en trenge et forprosjekt på en NILU-bil for å modifisere og klargjøre de metoder som måtte benyttes i Gøteborg. Det var enighet om at resultatene vil være av en stor verdi for NTNF-prosjektene, og Raufoss Ammunisjonsfabrikker, Elkem/Mosjøen Aluminiumverk, ÅSV/Nordisk Aluminium A/S og Norsk Hydro A/S, Karmøy fabrikker ga derfor økonomisk støtte til forprosjektet.

Den foreliggende rapport omhandler resultatene av forprosjektet, som ble utført på en VW Golf personbil i perioden 12. til 27. mars 1980.

2 MÅL FOR UNDERSØKELSEN

Hovedformålet med undersøkelsen har vært å tillempe og utprøve i bil de innsamlingsteknikker og registreringsmetoder for miljøparametre og korrosjon som NILU ellers benytter, med tanke på en større miljøkartlegging i 1981 i samarbeid med Volvo. Av miljøparametre er det alment akseptert at avleiringer av vann, salter og smuss er en viktig kilde til bilkorrosjon. Innsamling av disse ble foretatt på skiver av aluminium. Prøvetaking av aggressive gasser som SO₂ og aerosolpartikler med Cl ble gjort ved to filtre i en spesiell plasholder ved luftgjennomsug. Det første filtret samler svevestøv og partikler, mens det andre er spesialimpregnert for SO₂-opptak. For korrosjonen skulle en benytte den elektrokjemiske celle-teknikken (1,2), men med to ulike typer av celler. Utprøving av cellene samt ombygging av metodens registreringsutstyr, strømintegrator og printer fra bruk av 220V AC til 12 Volt DC fra bilbatteri under bilens drift og stillstand, har vært et hovedproblem.

3 EKSPERIMENTELT

3.1 Prøvesteder og utstyr

I Gøteborgundersøkelsen har en planlagt 12 prøvesteder på bilen. I forprosjektet var dette redusert til to prøveplasser som en antok hadde meget forskjellige belastningsforhold. De utvalgte prøveplassene var

- a) Under bakre støtfanger fra midten og ut mot høyre side vertikalt plassert, (se figur 1).
- b) I øvre del av motorrommet på venstre side, (se figur 2).
Utstyret står nesten horisontalt med eksponerte flater opp.

Registreringsutstyret var det samme på begge plassene og var montert på et aluminiumstativ i rekkefølge: en elektrokjemisk celle av stål, platetype, to elektrokjemiske celler av stål, pakketype, tre avleiringsholdere med aluminiumsfolie (10 cm²) for daglig, ukentlig og 14 dagers innsamling og to vektapsplater for

kalibrering av de elektrokjemiske cellene.

I tillegg ble det på begge stedene montert en gasspumpe med dobbeltfilter for innsamling av Cl^- og SO_2 i luft. Inntaket til pumpen var plassert i senter av aluminiumsstativet.

Ved kartlegging av korrosjonsmiljø på bil er stål det mest aktuelle materialet. Samtidig har en mest erfaring med stålceller og disse ble derfor valgt. De elektrokjemiske cellene gir en strøm som ved vanlig eksponering er proporsjonal med korrosjonshastigheten. Ved kontinuerlig registrering vil målingene vise når en har de høyeste korrosjonshastighetene. Det er derfor viktig for tolkningen av resultatene at en får mest mulig informasjon om bilens bevegelser under forsøket. Siden forsøkene ble utført med en privatbil som ikke kjørte samme rute hver dag, ble det derfor ført en loggbok for bilen i forsøksperioden.

3.2 Innsamlingsmetodikk og analyse

3.2.1 Miljødata

Avleiringsprøver ble tatt inn hver dag og for helgen over 3 dager. For å undersøke akkumuleringen over tid ble det tatt inn ukedprøver og en prøve hver annen uke pr. prøveplass. Avleiringsprøvene ble benyttet til å bestemme vekten av den totale avleiringen samt mengden av aggressive stoffer som H^+ (pH), Cl^- , SO_4^{2-} , SO_2 , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} . Prøvene ble etter inntak tørket i eksikator over natten. Prøvene ble veid og deretter ble avleiringene vasket av med 50 ml destillert vann. Totalmengden avleiringer ble bestemt ved differanse ved at aluminiumskiven ble veid igjen etter vaskingen. Resten av analysene ble gjort i vannuttrekket. Ledningsevne og pH ble målt direkte i vannuttrekket, mens SO_4^{2-} og Cl^- ble bestemt i vandig løsning ved ionekromatografi. Metallionene ble deretter bestemt ved surgjøring av løsningen med salpetersyre. Kobber og jern ble bestemt ved flamme atomabsorbsjons-spektrometer og bly ved flammeløs atomabsorbsjon.

Avleiringsprøven for tiden 12-19. mars ble behandlet annerledes. Prøven ble før surgjøring filtrert og filteret ble behandlet med salpetersyre for å få et syreuttrekk ved siden av et vannuttrekk. Både vann og syreuttrekket ble analysert for Cu, Fe og Pb.

Bilen som ble benyttet hadde vanligvis mye kjøring om dagen, men svært lite kjøring etter arbeidstid og i helgene. Dette medførte at vi ønsket å skille forurensningseffektene fra luften ved kjøring og parkering. SO₂-prøvene og Cl⁻ ble derfor tatt to ganger pr. døgn, og en prøve ble tatt inn om morgenen kl 0800, og en om ettermiddagen kl 1500. Sulfat og klorid på forfiltret ble løst i 10 ml vann, mens SO₂ ble løst i 10 ml vann tilsatt vannstoffperoksyd. Begge ble analysert ved ionekromatografi.

3.2.2 Korrosjonsmålinger

Vekttapsplatene og cellene var forkorrodert i sur nedbør i klimaskap. Vekttapet etter forsøket ble bestemt ved å fjerne korrosjonsproduktene ved Clarks løsning. To blindprøver ble benyttet for å bestemme forkorrosjonen.

Til hver celle hører en spesialutviklet spenningskilde og strømintegrator hvor tørrstrømmengde, våtstrømmengde og våttid kan avleses. Grensen mellom disse områdene er etter erfaring satt til 1 µA (1). Integratorer er koblet til en NILU-utviklet 12 kanals batteridrevet printer som skriver ut dataene automatisk. I "våt"-området blir strømmengden skrevet ut hvert 15 minutt. Ved lavere strømstyrke er en i tørrstrømsområdet og strømmengden blir skrevet ut hver 2.time.

4 RESULTATER

4.1 Værforholdene

Logg-boken som beskriver de lokale vær- og veiforholdene under forsøket er vist i tabell 1, mens relativ fuktighet og temperatur ved NILU i perioden er vist på figur 3. Siste halvdel av mars ble valgt på grunn av at en vanligvis på denne tiden av året har mye nedbør og temperaturer rundt 0°C slik at veiene er sterkt saltet og sølete. I år har mars vært uvanlig tørr. Den første uken hadde sterkest belastning og veiene var stort sett fuktet med lett nedbør periodevis. Fuktfilmen var imidlertid tynn og ga lite fukting av bilen ved lave hastigheter. Andre uken hadde store temperatur- og fuktighetssvingninger, snøsmelting om dagen og frost om natten. Veiene var ofte tørre over lengre strekninger, men med enkelte store dype vanndammer.

4.2 Kjørefrekvensen

Bilen som ble benyttet brukes til post- og varetransport ved NILU. Tabell 1 gir en oversikt over kjøreforholdene i perioden. Den har en daglig kjørelengde i Lillestrøm på mellom 30 og 40 km. Enkelte dager kjøres bilen i tjeneste til Oslo og i tillegg kommer det noe privat kjøring om kvelden og i helgene.

21/3 ble det foretatt en vask av bilen i en automatisk vaskemaskin. Hovedhensikten var å se på effekten av slike sterke påvirkninger og om utstyret mekanisk klarte påkjenningen. Cellene ble godt fuktet både under bakskjermen og inne i motorrommet, og strømresponsen på cellene var god, se figur 4. Avleiringsprøvene for 2 uker viser at avvaskingen i maskinen har vært god, både i motorrommet og under støtfangeren er den totale avleiringen lik siste ukes avleiringsmengder, se tabell 3 og 4.

4.3 Korrosjon - elektrokjemiske celler

Figur 4 viser 2-timersverdier for strømmengdene på cellene bak og foran i hele perioden.

Cellene bak har meget parallelle forløp med lavest respons for platecellen og størst for pakkecellen nærmest bakhjulet. I perioden 22/3 til 27/3 var nattetemperaturen så lav som -20°C . Dette gjorde at termoskriveren i printerens telleverk ikke reagerte. Dataene ble imidlertid akkumulert i printerens telleverk og kom ut som en totalsum dagen etter når skriveren begynte å virke igjen. Strømmengden over natten ble midlet over tiden uten utskrift, og vises i diagrammene som rette horisontale nivåer over natten.

Cellene i motorrommet har et mer tilfeldig preg. Ved de lave strømmene er verdiene ganske like og parallelle. I tillegg har en sterke strømtopper til ulike tider på grunn av lokalt vannsprut.

I tabell 2 er de akkumulerte data for den elektrokjemiske cellen og vekttapsplaten vist. Både de beregnede verdiene for korrosjonsmengden og den målte fra vekttapsplatene er gitt i g/m^2 . Cellefaktoren for cellene bak er utregnet. Resultatene i motorrommet ga ikke noe svar på cellefaktoren siden vekttapsplatene ikke hadde gitt noe veibart vekttap, mens strømresponsen ble høy på grunn av de lokale spruteeffektene.

I figur 5 har en plukket ut de målte verdier for den perioden hvor bilen kjørte til Oslo. Tidsskalaen varierer. Så lenge en av cellene går i våtstrømsområdet ($> 1 \mu\text{A}$) får en 15 minutters verdier, når alle går i tørrstrømsområde får en 2 timers verdier. Figur 5 er derfor delt i to, ett diagram for våtstrømmen av cellene og ett av tørrstrømmen. Figuren viser at alle cellene reagerer etter samme mønster, men at strømstyrken er noe forskjellig fra celle til celle.

Figur 6 viser strømmen i motorrommet i perioden 17/3 til 20/3. Responsen i motorrommet har et helt annet mønster med enkelte høye strømtopper som er tilfeldig fordelt mellom cellene. To av cellene, platecellen og en av pakkecellene, reagerer temmelig likt i tørrstrømsområdet.

Både de innbyrdes resultatene mellom cellene og direkte observasjoner på cellene under forsøket viser at fuktigheten varierer en del med plasseringen. Under bakre støtfanger var det en tendens til at cellene nærmest bakhjulet fikk høyest fuktighet og den nærmest midten minst. I motorrommet var det ulik skjerming av cellene, slik at den ene pakkecellen fikk mindre sprut enn de andre.

4.4 Miljødata

Tabell 3 og 4 gir resultatene av avleiringsprøvene, henholdsvis ved støtfanger og i motorrommet. Mesteparten av avleiringene er av mineralisk opprinnelse, og ledningsevnen og mengde av vann/syreløselige ioner er derfor lav. Gjennomgående er avleiringene vesentlig lavere i motorrommet.

Tabell 5 viser resultatene av luftprøvene tatt i bilen. For SO₂ er det videre listet de døgnverdiene som måles i sentrum i Lillestrøm i 2 meters høyde og på taket av NILU i 10 meters høyde. De første to dagene benyttet en filtre som var så tette at pumpene ikke holdt konstant gasshastighet med to filtre og det ble bare brukt ett filter. Ved å gå over til et løsere forfilter (Whatman 41) fungerte pumpene godt. Resultatene for perioden 12.-17. mars ble delvis ødelagt ved et uhell under utvaskingen av filtrene i laboratoriet.

5 DISKUSJON

Hovedhensikten med undersøkelsen ved NILU var å studere instrumentene og metodenes anvendbarhet i bil.

5.1 Prøvetaking korrosjon

Ombyggingen av elektronikken var noe provisorisk, men etter de prinsippene som en tenker benyttet ved tilsvarende forsøk i Gøteborg. Forsøket viste at integrator og printer fungerte utmerket etter ombyggingen til likestrøm. Utskrivingen på papir ble gjort med en termoprinter som ikke er garantert ved temperaturer under 0°C . Det viste seg at ved daglig drift tålte skriver temperaturer ned til -5°C . Under denne temperatur begynte den å skrive dårlig og sviktet om natten den siste perioden hvor temperaturen var -20°C . Bilen sto utendørs hver natt i forsøksperioden, men en egnet kupévarmer ville ha løst problemene. Skriverproblemet antar vi vil bli minimalt i Gøteborg hvor bilen eventuelt kan stå innendørs på kalde netter.

Cellefaktoren, som er forholdet mellom beregnet vekttap fra cellestrøm og reelt vekttap av platene, viser normale verdier under støtfangeren bak. Pakkecelle nr. 1, som generelt var mer fuktet enn nr. 2, ga ca dobbelt så mye strøm. Platecellen var tildels mer fuktet enn pakkecelle nr. 1, men ga dårligere respons på grunn av konstruksjonen. Fuktfilmens tykkelse betyr sannsynligvis mer for denne celletypen og en trenger derfor en lengre utprøvingstid under ulike forhold før en kan benytte platecellen i nye miljøer.

I motorrommet har den reelle korrosjonen under forsøket målt med vekttapsplater vært minimal. Cellen har imidlertid reagert med store strømpulser under ulike forhold. Strømpulsene oppsto alltid ved lokale sprut på celleoverflatene hvor cellen nærmest ble lokalt kortsluttet i mindre perioder. Disse store strømmottoppene har med andre ord sammenheng med dråpedannelse og har ingen relasjon til de normale korrosjonsforhold på hele celleoverflaten eller vekttapsplatene.

Resultatene i motorrommet viste at cellene har sin begrensning. Ved forhold hvor celle og prøveplate blir jevnt fuktet slik som bak på bilen, har en de samme forhold som ved utendørs feltunder-

søkelser og laboratorieforsøk forøvrig. Der hvor en risikerer store lokale dråpedannelser svikter cellene. At cellene likevel også der kan gi tilleggsopplysninger kan en se på tørrstrømsdataene fra motorrommet i figur 6. Her ser en at strømmengden synker til et lavmål i de periodene hvor bilen kjører og motoren er varm. Om natten når temperaturen synker og fuktigheten øker får vi en strømmøkning på ca en tierpotens. Uten dråpedannelse ser en altså at cellen også i skjermede rom kan gi resultater av vitenskaplig interesse, og trekker en vekk de typiske dråpestrømseffektene burde en få tilbake sammenhengen mellom korrosjon og cellestrøm. Den akkumulerte strømmen utenom strømtoppene er imidlertid så lav at en ikke får veibare korrosjonstall fra vektplatene å sammenligne med.

5.2 Prøvetaking miljøparametre

Pumpene for gassinnsamling synes å gi en konstant flow under hele opptaksperioden når en bruker kombinasjonen impregnert Whatman 40 filter og et Whatman 41 forfilter. Den ene pumpen gir en flow på 1.2 l/min og den andre typen 2.5 l/min. Begge pumpene fungerte godt fra bilbatteriet og den ene pumpefeilen var en elektronikksvikt som ikke hadde noe relasjon til bruken i bil.

For enkelthets skyld ble avleiringsfiltrene montert i en NILU standard plastholder. For å få mest mulige realistiske forhold ble det benyttet aluminiumsfolie som filter. Selv på 14 dagers prøvene var korrosjonen ubetydelig og en full utvasking av overflaten mulig. Metallfiltre er derfor aktuelle i senere forsøk, men muligens vil en prøve rustfritt stål eller plast siden miljøet i Gøteborg regnes å være mer korrosivt enn på Lillestrøm.

Analyseresultatene viser at konsentrasjonen på prøvene er lave, men fullt målbare. Forholdet mellom resultatene synes å være riktige med unntak av enkelte verdier. SO₂-oppløsningen fra filtrert fungerer godt ved å benytte standard prosedyre. Cl⁻-konsentrasjonen i luften var mindre enn ventet og bakgrunns-

verdiene for klorid i filtret ødela en nøyaktigere bestemmelse. Hvis det er ønskelig å analysere klorid på papirfilter må det derfor foretas en forbehandling av papiret i de senere undersøkelserne. Svovelinnholdet i papiret er derimot meget lavt og sulfatresultatene er gode.

På avleiringsprøvene er det stort sett kobberresultatene som gir enkelte avvikende verdier. Dette skyldes at vaskeflaskene ikke var syrevasket før bruk. Kobber har en tendens til å feste seg på veggene og avhengig av vaskevannets kobberinnhold vil en få varierende konsentrasjoner som i størrelsesorden er lik de en har på avleiringsprøvene.

Standardprosedyren for avleiringanalysene syntes å fungere etter planen. Den første ukeprøven ble behandlet annerledes. I de prøvene prøvde en å skille mellom vannløselig metallioner og mer tungtløselige forbindelser som trengte surgjøring. Denne metoden var ikke vellykket. Dette skyldes sannsynligvis at løsningen er temmelig nøytral og at metallene delvis er kolloidalt oppløst og derfor fester seg på filtret ved separasjonen.

5.3 Sammenheng korrosjon og miljø

I figur 5 vises en episode hvor bilen kjørte en tur til Oslo med fuktig vei og relativ høy fuktighet i luften. Dette ga den høyest målte cellestrømmen under hele forsøksperioden. Kjøringen ble avsluttet ca kl 1530, men uttørkingen gikk sent og først neste morgen var strømstyrken så lav at en fikk tilbake tørrstrøm. Denne tørrstrømmen var selvfølgelig også temmelig høy, slik at den totale effekten av denne ene deponeringsperioden var meget stor. Det er flere enkelt effekter som kan medvirke til dette resultat. De kjemiske dataene viser at den største kloridtilgang var dagen før, uten at dette har gitt den samme effekt. Cellene akkumulerer imidlertid avleiringene og kloridverdiene vil derfor øke daglig med mulighet for øket korrosjon. Det er imidlertid sannsynlig at en vesentlig effekt kan være tykkere væskefilm som legger seg på ved at bilen virvler opp mer

vann ved kjøring med nærmere dobbelt hastighet til Oslo sammenlignet med lokalkjøring i Lillestrøm. Det gjør at en i Gøteborg bør prøve å skille mellom langkjøring i høy hastighet og bykjøring i lav hastighet når en legger opp kjøreprogrammet.

I figur 4 er det plottet inn 2 timers verdier av cellene under støtfangeren og i motorrommet. I motorrommet viser dette klart at sprut gir mesteparten av bidraget til cellestrømmen og en ikke burde vente sammenheng mellom strøm og vekttap. Under støtfangeren ser en at cellene har like strømforløp, men at fukting og celletype spiller inn. Det er markert effekt av kjøring på våt vei med lange opptørkingstider. I de periodene hvor veien har vært tørr ser en økning av korrosjonen om natten. Temperatur og fuktighet i luften i Lillestrøm i perioden (figur 3) viser klar sammenheng mellom varierende relativ fuktighet på Lillestrøm og den økende korrosjonen.

Bortsett fra sammenhengene mellom korrosjon og kjøring på våt vei, henholdsvis med høy relativ fuktighet, er det vanskelig å trekke andre konklusjoner. Dette henger sammen med at undersøkelsen er utført i et lite korrosivt miljø. SO_2 -nivået var så lavt at en ikke skulle vente noe øket korrosjon av den grunn. Surhetsgraden i vannuttrekket fra avleiringen er videre så liten at det tyder på at veistøv kan ha en nøytraliserende effekt på sur nedbør, og at SO_2 muligens har mindre betydning der avleiringene på bilen er store. Det store antall prøvepunkter som en vil ha i den planlagte Gøteborgundersøkelsen bør gi flere og bedre holdepunkter.

Klorideffekten har en muligens indikasjon på ved å se på sammenhengen mellom relativ fuktighet og korrosjon, da klorid lettere adsorberer fuktighet ved høy relativ fuktighet enn sulfat/sulfitforbindelser. En vil dog sannsynligvis få visse problemer med tolkningen siden en skal sammenligne daglige kloridprøver med akkumulert klorideffekt på cellene. En vasking enkelte ganger av noen av cellene vil muligens gi ekstra informasjon og bør vurderes i den videre planlegging for Gøteborgforsøkene.

Vi er noe usikker på om vaskingen i automatmaskin 21. mars har gitt en redusert korrosjon på ubehandlede ståldeler. Avleiringsdataene tyder på at avleiringene på filterne ble vasket temmelig godt av. Cellene som hadde et godt rustlag, kan muligens ha beholdt en del salter og høy korrosjonshastighet. Strømstyrkene viser en svak nedgang andre uken, men dette kan like gjerne skyldes værforandringene.

SO₂-målingene synes dessuten å variere lite med plassering på bilen og er i god overensstemmelse med faste stasjoner i Lillestrømområdet. Fordelen ved å ha SO₂-målingene i bilen synes derfor å være at den samler et middel av de verdier bilen kjører i, men at plasseringen på bilen har mindre betydning. Resultatene stemmer videre godt med andre undersøkelser ved NILU av SO₂ konsentrasjonen i byene som viser sterk sammenheng med fyringssesongen, men ikke med biltettheten. En bør derfor vurdere om en skulle redusere måleprogrammet for SO₂ noe i forhold til det tidligere planlagte program i Gøteborg.

6 KONKLUSJON

Erfaringene fra forprosjektet ved NILU har vist at prøvemetodikken for korrosjonsmåling og miljødatainnsamling kan tillempes til bruk i bil med godt resultat. De elektrokjemiske cellene med kontinuerlig registrering av korrosjonshastigheten har fungert utmerket ved bakre støtfanger hvor fuktigheten er jevn. I motorrommet hvor cellene og vekttafsplatene er utsatt for ujevn sprutfukting gir cellene unormale korrosjonsverdier. Trekkes strømmene fra sprut vekk, gir cellene imidlertid resultater som har sammenheng med kjøresyklus og korrosjonsforholdene i motorrommet.

Korrosjonshastigheten målt som cellestrøm viser ved jevn fukting klar avhengighet av de varierende fuktighetsforholdene på biler. Variasjonen i cellestrømmene er markerte og metoden synes således å være velegnet til å studere innvirkninger av bilens kjøreforhold og miljø med hensyn på korrosjon. Forurensningsnivået

har vært lavt under forsøket og undersøkelser i et mer korrosivt miljø er derfor ønskelig. SO₂-målingene viser god sammenheng med SO₂-målingene fra faste stasjoner. Fordelen ved å ha SO₂-måleren i bilen istedenfor på faste stasjoner vil være at bilen vil "føle" det generelle SO₂-nivået som eksisterer i gaten den kjører, og at en måler i bil derfor vil gi et bedre gjennomsnitt av den reelle SO₂-belastningen på kjøretøyene.

7 LITTERATUR

- (1) Kucera, V.,
Mattsson, E. "Electrochemical Technique for Determination of the Instantaneous Rate of Atmospheric Corrosion", ASTM STP 558 American Society of Testing and Materials, 1974, pp 239-260.

- (2) Haagenrud, S.E. "Atmospheric corrosion of zinc as measured by an electrochemical technique". Accepted for publication in Werkstoffe und Korrosion.

Tabell 1: Beskrivelse av vær- og veiforholdene, kjøreområde og daglig kjørt distanse for VW Golf personbil 12/3 - 27/3 1980.

Dato	Værforholdene	Veiforholdene	Kjøreområde	Distanse
12/3	Gråvær. Yr i luften mot kvelden.	Tynn fuktfilm på veiene.	Lillestrøm og omegn.	42 km
13/3	Gråvær. Lett snøfall, kornsnø som gikk over til sludd.	Tørt om morgenen våt vei på dagen.	Lillestrøm og omegn.	33 km
14/3	Gråvær. Lett snø, skiftende vær utover dagen.	Fuktige veier, motorveien til Oslo tørr.	Lillestrøm og omegn Oslo	57 km
15/3	Gråvær. Sol på ettermiddagen.	Tørre veier.	Lillestrøm og omegn.	32 km
16/3	Pent vær.	-	Ingen kjøring.	-
17/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn.	36 km
18/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier	Lillestrøm og omegn.	37 km
19/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn.	35 km
20/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn. Oslo.	141 km
21/3	Tåke om morgen, pent vær, snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn. Bilvask kl 14.00.	36 km
22/3	Pent vær.	-	Ingen kjøring.	-
23/3	Pent vær.	-	Ingen kjøring.	-
24/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn.	38 km
25/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn.	37 km
26/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn. Sørumsand.	78 km
27/3	Pent vær. Snøsmelting om dagen.	Delvis våte veier.	Lillestrøm og omegn.	22 km

Tabell 2: Beregnet og reelt vekttap av stål under bakre støtfanger og i motorrom.

Celle	Under bakre støtfanger				I motorrom			
	Total strømmengde coulomb	Beregnet korr. g/m ²	Korrosjon vekttapsplate g/m ²	Cellefaktor	Total strømmengde coulomb	Beregnet korr. g/m ²	Korrosjon vekttapsplate g/m ²	Cellefaktor
Platecelle	0.8670	0.39	-	0.03	0.7883	0.36	-	-
Pakkecelle 1	1.5724	0.71	12.7	0.06	1.1513	0.52	0	-
Pakkecelle 2	0.8031	0.36		0.03	0.7132	0.32		-

Tabell 3: Avleiringsdata under bakre støtfanger.

	Avleiringer				Avleiringer løst i 50 ml H ₂ O									
	Døgn/helg g/m ²	1 uke 2 uke g/m ²	pH	Ieðnings- evne µS/cm	SO ₄ /S		Cl ⁻		Cu		Fe		Pb	
					Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²
12-13/3	3.05	-	6.45	25.2	7.5	-	320	-	9.0	-	12.0	-	0.75	-
13-14/3	3.82	-	6.70	17.8	6.5	-	165	-	4.5	-	48.5	-	1.55	-
Helg 14-17/3	2.65	-	6.20	11.0	6.5	-	83	-	4.0	-	27.5	-	1.25	-
17-18/3	0.73	-	5.85	<10.0	1.0	-	29	-	2.5	-	10.0	-	0.55	-
18-19/3	0.55	-	6.05	<10.0	1.0	-	20	-	9.0	-	5.0	-	0.40	-
Uke														
12-19/3	Σ10.80	10.27	7.00	54.5	Σ 22.5	44.5	Σ 637	615	<29.0	Vann syre 6.0	Σ103.0	Vann syre 132.0	Σ 4.50	Vann <0.1 syre 2.4
16-20/3	1.07	-	6.10	<10.0	1.0	-	15.5	-	2.0	-	13.5	-	0.70	-
20-21/3	0.56	-	6.00	<10.0	2.5	-	33.5	-	2.0	-	6.5	-	0.45	-
Helg														
21-24/3	1.10	-	6.10	<10.0	4.0	-	40.5	-	2.5	-	15.5	-	0.60	-
24-25/3	2.01	-	6.30	10.5	3.0	-	104	-	4.5	-	26.0	-	1.10	-
25-26/3	1.22	-	6.20	<8.0	1.0	-	38	-	2.5	-	18.0	-	0.60	-
Uke														
19-26/3	Σ5.96	5.14	6.75	19.0	Σ11.5	11.5	Σ231.5	185	Σ20.5	4.0	Σ79.5	71.5	Σ2.45	2.15
2 uker 12-26/3	-	5.96	6.70	20.5	-	22.0	-	185	-	1.5	-	38.0	-	3.55
26-27/3	1.40	-	4.85	<10.0	2.0	-	21.5	-	2.0	-	21	-	0.60	-

Tabell 4: Avleiringsdata i motorrom.

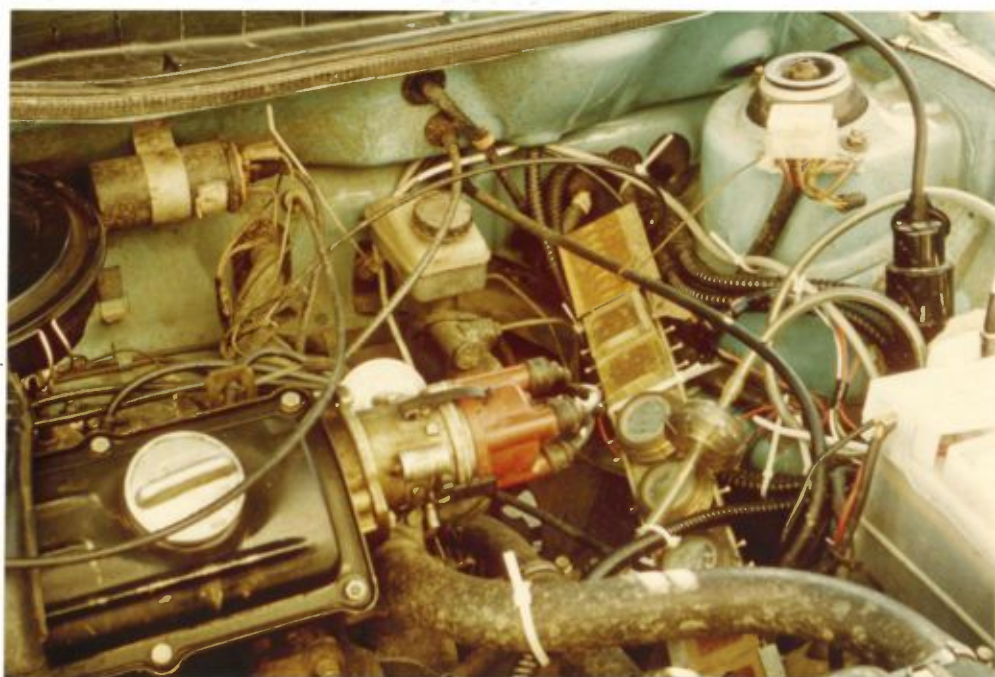
Avleiringer		Avleiringer løst i 50 ml H ₂ O												
	Døgn/helg g/m ³	1 uke 2 uke g/m ³	pH	Leirings- evne µS/cm	SO ₄ /S		Cl ⁻		Cu		Fe		Pb	
					Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²	Døgn/helg mg/m ²	1-2 uke mg/m ²		
12-13/3	0.16	-	5.50	< 10.0	1.5	-	11.5	-	4.5	-	4.0	-	0.30	-
13-14/3	0.21	-	5.00	< 10.0	1.5	-	7.5	-	3.5	-	1.0	-	0.10	-
Helg 14-17/3	0.88	-	5.52	< 10.0	3.5	-	57.5	-	4.0	-	10.0	-	1.10	-
17-18/3	0.24	-	5.85	< 10.0	1.0	-	9.5	-	2.5	-	2.0	-	0.30	-
18-19/3	0.17	-	6.30	< 18.0	1.5	-	19.5	-	18.0	-	1.0	-	0.20	-
Uke 12-19/3	Σ 1.66	1.47	Σ 6.20	10.0	Σ 9.0	5.5	Σ 105.5	88.0	Σ 32.5	11.5	Σ 18.0	26.0	Σ 2.00	1.50
19-20/3	0.59	-	5.95	< 10.0	1.0	-	< 5.0	-	5.0	-	3.5	-	0.50	-
20-21/3	0.35	-	5.90	< 10.0	1.5	-	5.0	-	3.0	-	3.5	-	0.35	-
Helg 21-24/3	0.14	-	5.80	< 10.0	1.0	-	< 5.0	-	4.5	-	2.5	-	0.30	-
24-25/3	0.62	-	6.15	< 10.0	2.5	-	29.0	-	2.0	-	8.0	-	0.60	-
25-26/3	0.29	-	5.70	< 10.0	1.0	-	7.0	-	6.0	-	3.5	-	0.35	-
Uke 19-26/3	Σ 1.99	2.18	Σ 6.40	< 10.0	Σ 7.0	3.5	-	50.0	Σ 20.5	2.0	Σ 21.0	25.5	Σ 2.10	1.60
2 uker 12-26/3	-	2.77	6.50	13.0	-	8.0	-	122.5	-	1.5	-	37.0	-	2.70
26-27/3	0.11	-	5.75	< 10.0	1.0	-	7.5	-	2.0	-	< 1.0	-	0.15	-

Tabell 5: Luftforurensningene i luften tatt i motorrom og under bakke støtfanger. Sammenlignende verdier for SO₂ ved NILU og i Lillestrøm er tatt med.

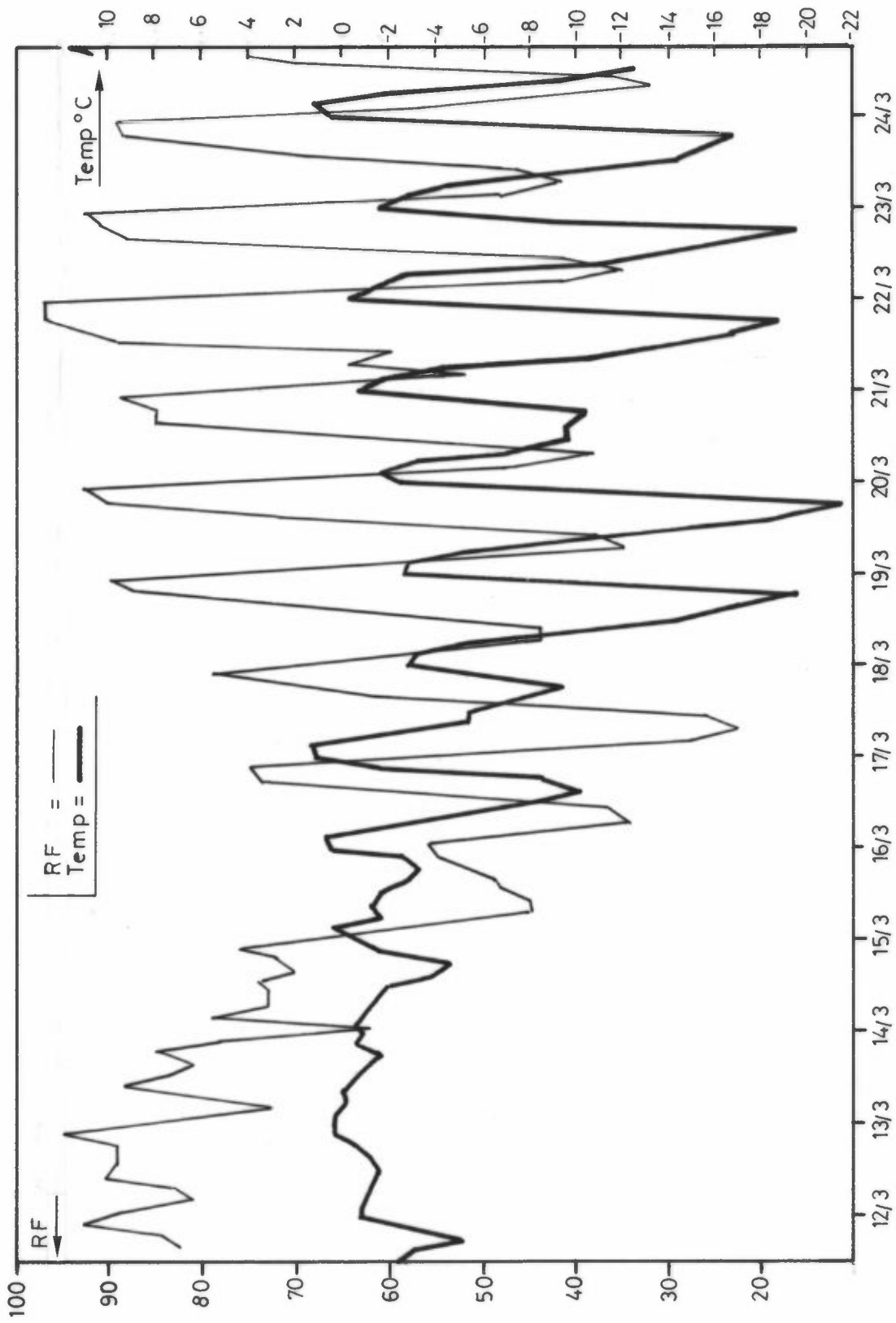
Innsamlingstid	I motorrommet under bakke støtfanger			SO ₂			Døgnverdier NILU SO ₂ µg/m ³	Døgnverdier Lillestrøm sentrum SO ₂ µg/m ²
	Cl ⁻ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	SO ₄ ²⁻ µg/m ³	Cl ⁻ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³		
12/3 kl 1300 -	-	-	-	-	12 (SO ₂ +SO ₄ ²⁻)	-	32	30
13/3 " 0800	-	-	-	-	-	-	13	-
13/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
13/3 " 1500	-	-	-	-	-	-	-	-
13/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
14/3 " 0800	-	21 (SO ₂ +SO ₄ ²⁻)		-	-	-	-	-
14/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	11(14-15)	20
14/3 " 1500	<0.5	-	13	<0.5	4	9	10(15-16)	27
14/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	16(16-17)	25
17/3 " 0800	<0.5	-	5	3.2	-	7	-	-
17/3 " 0800	<0.5	-	5	3.2	-	7	-	-
17/3 " 1500	<0.5	16	4	< 0.5	17	5	10	25
17/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
18/3 " 0800	<0.5	11	4	< 0.5	12	5	-	-
18/3 " 1500	<0.5	7	6	< 0.5	9	6	9	26
18/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
19/3 " 0800	<0.5	9	5	< 0.5	8	6	-	-
19/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
19/3 " 1500	<0.5	28	6	< 0.5	38	7	39	48
19/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
20/3 " 0800	<0.5	19	6	< 0.5	20	8	-	-
20/3 " 0300 -	-	-	-	-	-	-	-	-
20/3 " 1500	<0.5	60	10	< 0.5	64	12	36	64
20/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
21/3 " 0800	<0.5	10	4	feil ved pumpe			-	-
21/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
21/3 " 1500	<0.5	19	7	feil ved pumpe			20(21-22)	33
21/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	13(22-23)	21
24/3 " 0800	<0.5	9	8	1.5	8	11	14(23-24)	26
24/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
24/3 " 1500	<0.5	16	7	< 0.5	19	8	25	49
24/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-
25/3 " 0800	<0.5	9	6	< 0.5	12	8	-	-
25/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
25/3 " 1500	<0.5	18	8	< 0.5	24	9	-	-
25/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	20	35
26/3 " 0800	<0.5	14	7	< 0.5	19	8	-	-
26/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
26/3 " 1500	<0.5	12	6	< 0.5	14	6	-	-
26/3 " 1500 -	-	-	-	-	-	-	14	30
27/3 " 0800	<0.5	8	4	< 0.5	4	3	-	-
27/3 " 0800 -	-	-	-	-	-	-	-	-
27/3 " 1500	<0.5	18	7	< 0.5	20	6	-	41



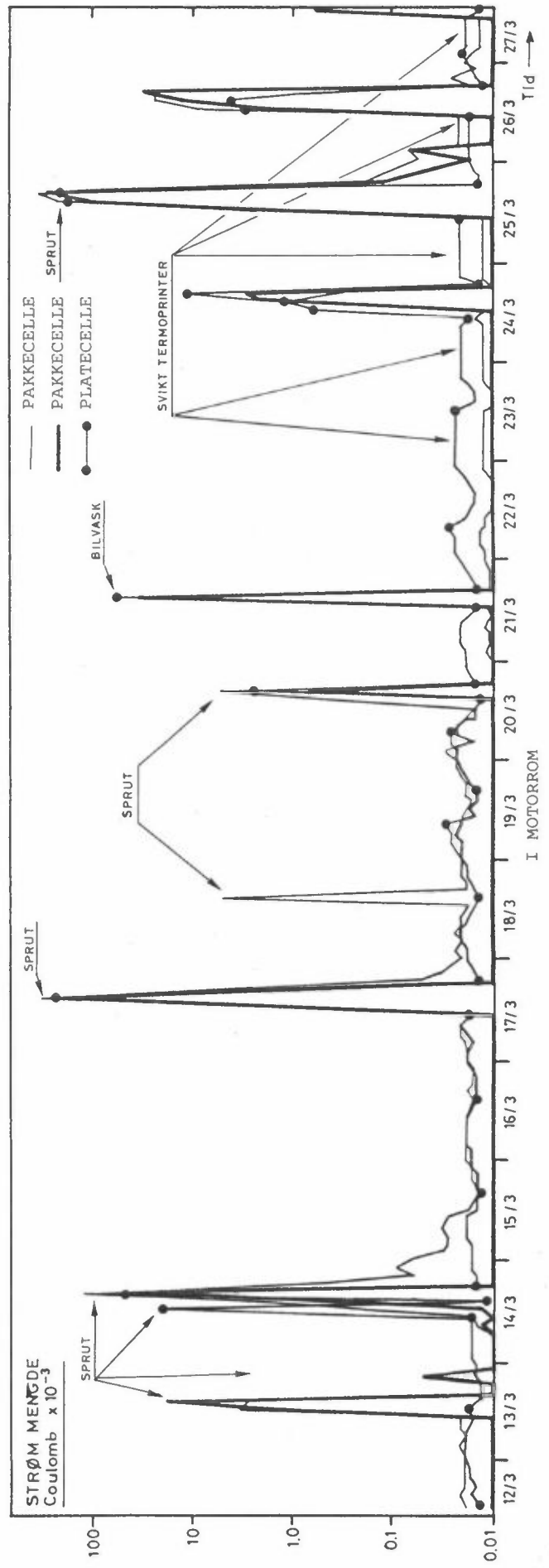
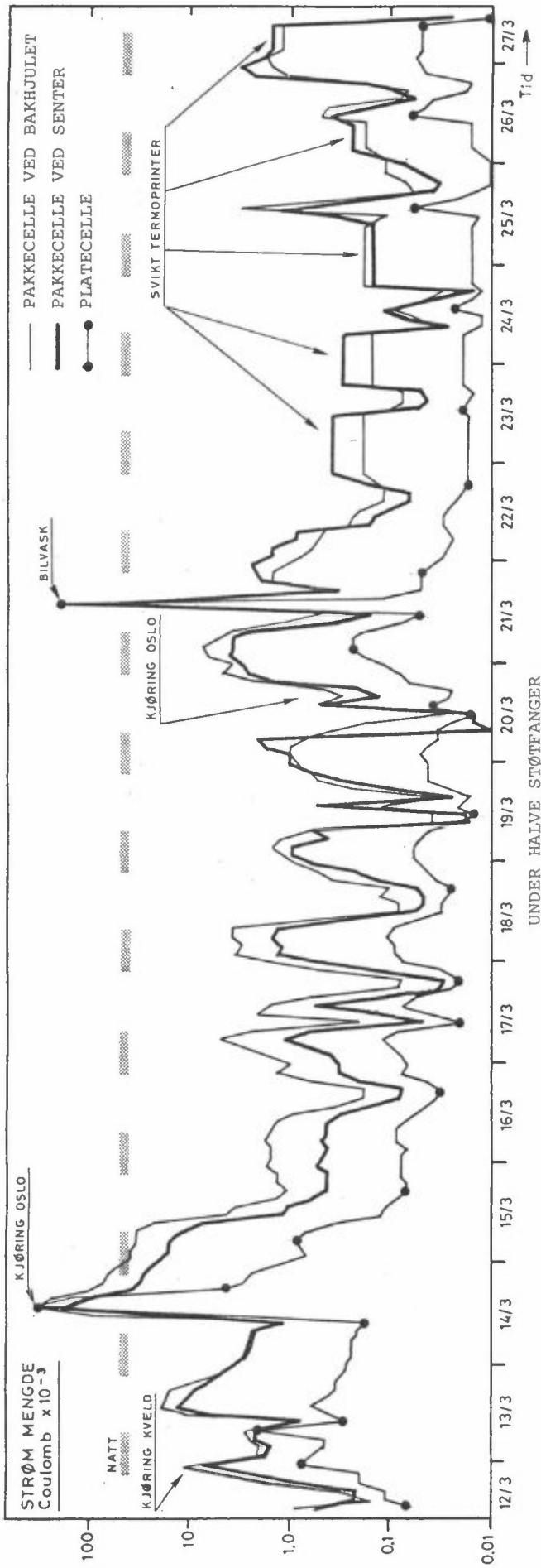
Figur 1: Prøveoppsettet under bakre støtfanger. Fra venstre er plasseringen 2 vekttafsplater, 3 avleiringsholdere, 2 pakkeceller og 1 platecelle. Inntaket for gassinnsamlingen sitter midt på stativet.



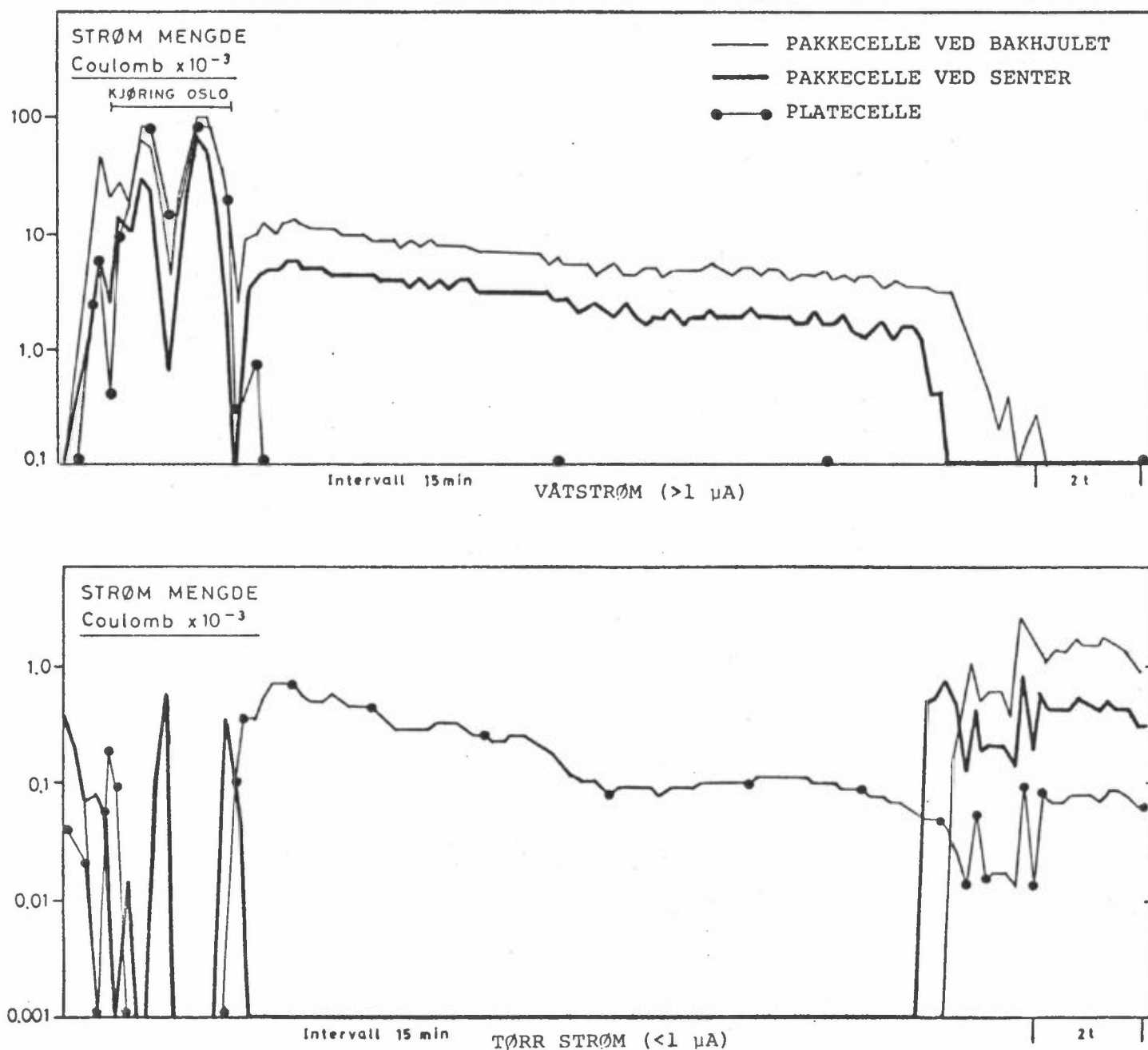
Figur 2: Prøveoppsettet i motorrommet plassert langs med bilens lengderetning. Platecellen er nærmest kupeen, deretter 2 pakkeceller, 3 avleiringsholdere og 2 vekttafsplater. Pumpen for gassinnsamling er festet til batteriet på høyre side av bildet. (Merket \times).



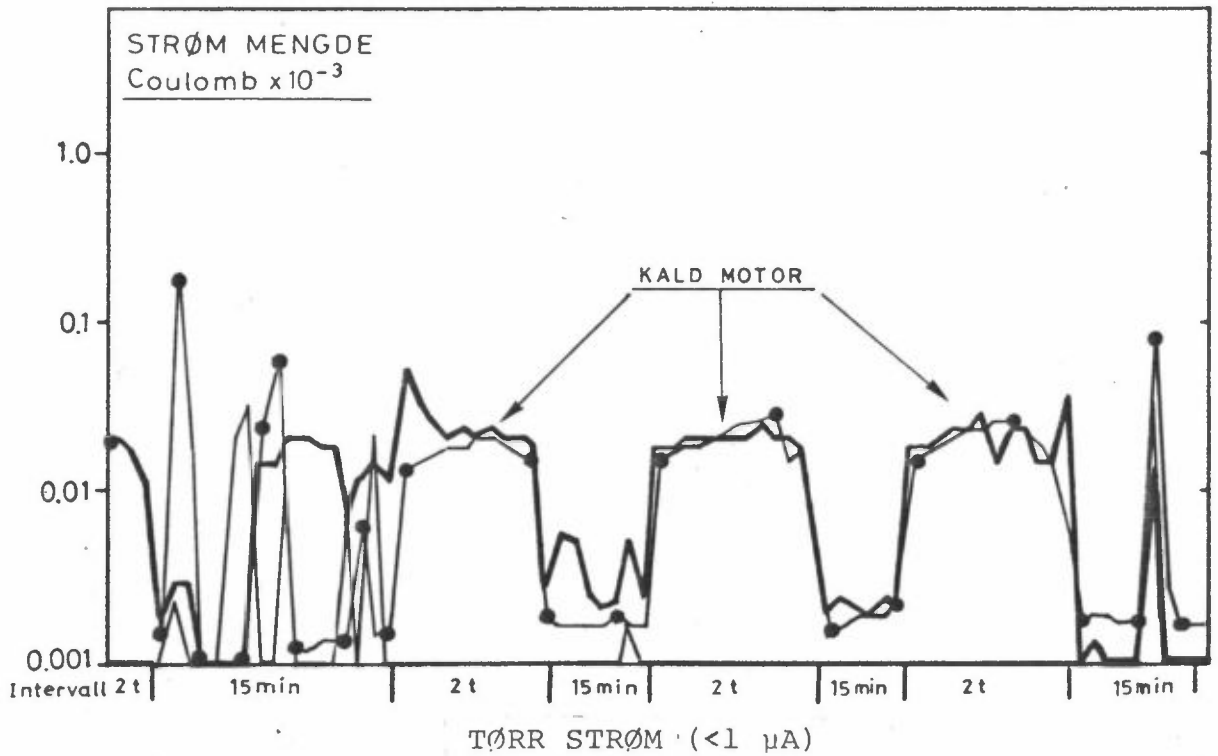
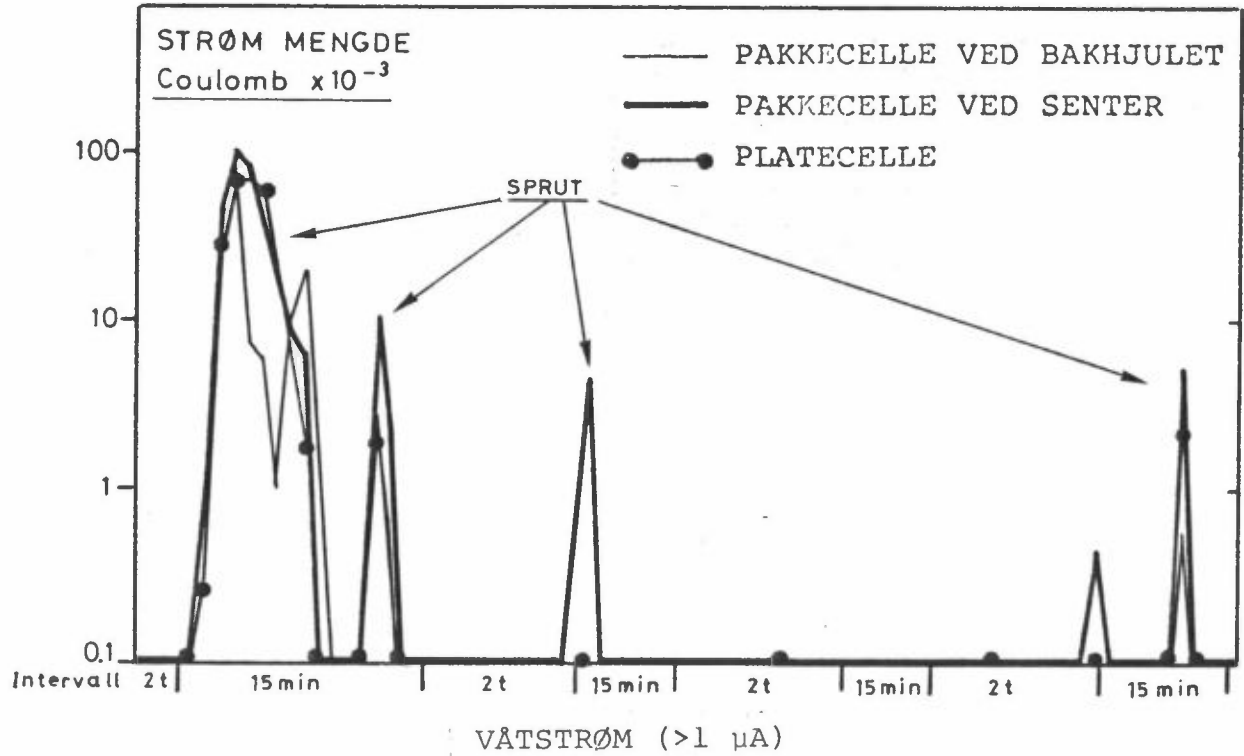
Figur 3: Relativ fuktighet og temperatur ved NILU, Lillestrøm
12/3 til 24/3 1980.



Figur 4: Totale strømmengder på de elektrokjemiske cellene i perioden 12/3 til 27/3 plottet som to-timers verdier.



Figur 5: De utleste cellestrømmengdene bak på bilen i en periode med Oslotur 14/3 kl 1100 til 16/3 kl 1100. I perioder hvor en av cellene har gått i våtstrømsområde er det plottet 15 minutters verdier, ellers er det plottet to-timers verdier.



Figur 6: Det utleste cellestrømmengdene i motorrommet i perioden 17/3 kl 0700 til 20/3 kl 0700. Perioden noen lokale sprut-effekter. I våtstrømsområdet er det plottet 15 minutters verdier i tørrstrømsområdene to-timers verdier.



TLF. (02) 71 41 70

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 20/80	ISBN--82-7247-177-9
DATO Juli 1980	ANSV.SIGN. Harald Dovland	ANT.SIDER 32
TITTEL Kontinuerlig registrering av korrosjon og miljøparametre på NILU-BIL Mars 1980 - En metodestudie	PROSJEKTLEDER J.F. Henriksen	
	NILU PROSJEKT NR 21480	
FORFATTER(E) Jan F. Henriksen Svein E. Haagenrud	TILGJENGELIGHET ** A	
	OPPDRAUGSGIVERS REF.	
OPPDRAUGSGIVER Raufoss Ammunosjonsfabrikker, Nordisk Aluminium, Norsk Hydro, Mosal		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Miljøanalyse	Korrosjon	Bil
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) En metode for kontinuerlig korrosjonshastighetsmålinger kombinert med innsamling av miljødata er utprøvd. Resultatene viser at metodene for innsamling og analyse av miljødata gir gode reproducerbare verdier. Metoden for kontinuerlig korrosjonshastighetsmålinger virker godt der hvor biler får jevn fuktfilm. I motorrommet med ujevn sprutfukting må en foreta en kvalifisert vurdering av resultatene før konklusjonene kan trekkes.		
TITLE A method for continuous measurement of corrosion and environmental factors on cars.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines)		

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