

NILU OR: 9/91

NILU OR : 9/91
REFERANSE : A-90004
DATO : MARS 1991
ISBN : 82-425-0225-0

Miljømålinger på Nidaros domkirke

O. Anda og J.F. Henriksen

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 MÅLEOPPLEGG	8
2.1 Instrumenter	8
2.2 Instrumentenes plassering	9
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1 Nedbør	12
3.2 Våttid	15
3.2.1 WETCORR-målinger	16
3.3 Relativ fuktighet (RH) og temperatur	20
3.4 Gassmålinger	20
3.5 Tørravsetning	22
3.6 Avrenning	30
3.6.1 Vannmengdebetraktninger	30
3.6.2 Kjemiske komponenter i avrenningsvannet	33
3.6.2.1 pH og konduktivitet	33
3.6.2.2 Klorid	36
3.6.2.3 Nitrat, sulfat, Ca og Mg	37
3.7 Korrosjon	41
3.8 Litt mer om sammenhenger	42
3.8.1 Konsentrasjonen av NO ₂ - tørravsatt NO ₂ -N	42
3.8.2 Korrosjon - tørravsatt SO ₄ -S	43
3.8.3 Korrosjon - fuktighetsparametrene	45
4 KONKLUSJONER	45
5 REFERANSER	49
VEDLEGG 1: Program for miljømålingene på Nidarosdomen	51
VEDLEGG 2: Prosedyre for miljømålinger på Nidarosdomen	59
VEDLEGG 3: Skisse av apparater for avrenning og tørr- avsetning	65
VEDLEGG 4: Resultater. Figurer og tabeller.	69

SAMMENDRAG

Prosjektet ble etablert som et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF avd. Bergteknikk, NILU og Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider.

Et viktig siktemål for prosjektet er å øke kunnskapene om de nedbrytningsprosesser som finner sted på klebersteinsbygg, og da spesielt med tanke på Nidaros domkirke. Det er en målsetning ut fra de kunnskaper som måtte komme ut av prosjektet å bli i bedre stand til å foreta riktigere metodevalg for bevaring av domkirken.

NILU har ansvaret for miljømålingene, mens SINTEF står for vurderingen av steinmaterialet. Prosjektet startet sommeren 1990, og her foreligger den første rapportering av miljømålingene som omfatter månedene juli, august, september og oktober 1990.

De viktigste foreløpige konklusjoner er:

- Nedbøren over området ved Nidaros domkirke har pH og anionmengder som tilsvarende omtrent det en kystnær norsk bakgrunnsstasjon har. Ca-, K- og Na-mengdene er kanskje noe høyere enn det en normalt måler på slike stasjoner og kan skyldes steinbearbeidingsaktiviteten i området.
- Våttiden (TOW) har vært nokså lik i de 4 første månedene av prosjektet (juli-oktober). På ukesbasis ser en imidlertid tydelige forskjeller for enkelte uker i perioden. Dette registreres også med WETCORR-instrumentet.
- Instrumentet WETCORR har vist at f.eks. et mindre regnvær med slagregn kan gi større fuktbelastning (høyere strømstyrke) enn større nedbørmengder med mindre slagregn. Instrumentet har også vist at det kan være store forskjeller i fuktbelastningen på områder som ligger nær hverandre, eksempelvis områder som er dekket av alger og gips.

Forurensende belegg på instrumentets celler kan skape problemer som må undersøkes nærmere.

- SO₂-nivået i Trondheim by (Kongensgate) er for de første 4 månedene meget lavt (<5 µg/m³ på ukeshbasis). NO₂-nivået på samme sted er stort sett som normalt for norske bygater. En har bare målinger for de 3 siste ukene i oktober.
I Kongsgårdsgate ved Nidaros domkirke ligger nivået på ca. det halve av sentrumsnivået, med en stigende tendens utover høsten. Månedsmiddelet for perioden var 35,5 µg/m³ i Kongsgårdsgate. Til nå har en ikke sett noen sammenheng mellom de to målestedene.
- Det er i perioder god sammenheng mellom NO₂-konsentrasjonen i luft og tørravsatt NO₂-N.
- Tørravsetningen er generelt størst på byggets vestsida for SO₄-S, NO₃-N og i særdeleshet for Cl.
For NO₂-N er tallene størst for Kongsgårdsgate, men ikke vesentlig større enn for vestsida av bygget. NO₂-N regnes stort sett for å være trafikkrelatert.
- Vestsida har mottatt langt mer slagregn enn de andre sidene. Østsida vegg har overhodet ikke gitt noe avrenningsvann til vår prøvetaker. Generelt holder veggavrenningsvannet pH mellom 7 og 8.
- Vestsida har stort sett mer klorid i avrenningsvannet enn alle de andre sidene. Få unntaksuker finnes.
- De målte kjemiske parametrene i avrenningsvannet (Cl, SO₄-S, NO₃-N, Ca og Mg) korrelerer dårlig dersom en sammenlikner de ulike sidene av Nidaros domkirke. Derimot vil det ofte være god sammenheng mellom mengdene av de ulike stoffer på samme målested. Klorid synes imidlertid å korrelere dårligere med de andre stoffene på vestsida av bygget.

- For alle de målte kjemiske parametere gjelder at en finner mye høyere verdier i avrenningsvannet enn i nedbøren, og det er vanskelig å spore noen sammenheng.
- En har tatt med korrosjonsdata også for november og desember 1990. Korrosjonshastigheten har generelt økt til det doble fra sommeren til henimot slutten av året, men er fortsatt å oppfatte som lav.
- I siste halvår av 1990 har korrosjonen vært størst på vestsiden av bygget, og faller således sammen med slagregnsmengden. Ved nærmere gjennomgang av resultatene, ser en at korrosjonen har vært høyest på nedre målested på nordsiden. Dette faller sammen med oppstarting av oljefyringsanlegget like i nærheten av målestedene. Det er imidlertid for tidlig å dra endelige konklusjoner om denne sammenheng.
- Den laveste korrosjonshastigheten, summert for hele perioden gjennom hele året, har en målt på sørsiden.

MILJØMÅLINGER PÅ NIDAROS DOMKIRKE

1 INNLEDNING

Steinmaterialet som er benyttet i Nidaros domkirke forvitrer i så stor grad at det bekymrer de ansvarlige myndigheter både hos Riksantikvaren og Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider. Det er registrert store kvalitetsforskjeller i de anvendte klebersteinstyper, og også innen samme type. Det er også registrert ulik forvittringsgrad på ulike ytterflater på domkirken.

Forvitring er en prosess som omfatter kjemiske og fysiske reaksjoner mellom stein og det ytre miljø. For å få den nødvendige kompetanse om fenomenene kreves det kunnskaper både om steinens egenskaper og om miljøets påvirkningsmuligheter. Prosjektet er derfor etablert som et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF avd. Bergteknikk, Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Nidaros domkirkes Restaureringsarbeider.

I denne rapporten vil en presentere resultatene av alle miljømålingene som er utført i de første fire månedene av undersøkelsen, juli-oktober 1990. Data som er viktige for evalueringen av resultatene finner en i selve rapporten. Det øvrige datamateriell er gitt i vedlegg 4. To prøvetakertyper er utviklet spesielt for målingene på Nidaros domkirke. Disse er skissert i vedlegg 3.

Det kan her nevnes at ved siden av NILUs miljømålinger deltar SINTEF med evaluering og undersøkelse av kirkens steinmateriale, samt av egne oppsatte steinprøver. Kirkeveggenes steintyper og skader skal også kartlegges av SINTEF.

2 MÅLEOPPLEGG

For å beskrive lokalmiljømessige forhold på Nidaros domkirken er det foretatt en rekke målinger både av meteorologisk og kjemisk karakter.

En har målt nedbør (mengde og ioneinnhold), nedbøravrenning fra ulike deler i veggkonstruksjonene (mengde og ioneinnhold), tørravsetningsmengde av ulike stoffer ved vegger vendt i ulike retninger, relativ fuktighet, temperatur, våttid og konsentrasjoner av NO_2 og SO_2 i luft. Korrosjonsmålinger i form av vekttapsmålinger av stålplater ble også foretatt. Målingene startet 2.7.90, dvs. i uke 27. Når det gjelder program og driftsprosedyre, henvises til vedlegg 1 og 2.

2.1 INSTRUMENTER

Nedbøren ble målt med NILUs nedbørsamler.

Nedbøravrenning ble målt med et spesialkonstruert apparat som festes direkte på vegg ved liming. Apparatet er vist i vedlegg 2. Hensikten er å fange opp vann som har overrislet overflater som en ønsker å undersøke. Vannet gjennomgår deretter kjemisk analyse.

For måling av tørravsetning er det også utarbeidet et nytt apparat. Det består av en filterholder med et lite tak over. Filterholderen er åpen og vender nedover ved bruk. Substratet er et papirfilter (47 mm) impregnert med trietanolamin og litt glyserol. Filteret blir analysert på gassene NO_2 og SO_2 , samt aerosoler. Apparatet som festes med skruer inn til en vegg, er vist i vedlegg 1. Apparatene for avrenning og tørravsetning er begge laget i fargeløs plast (polykarbonat).

Fuktighet og temperatur er målt kontinuerlig med en standard termohygrograf. Fuktighetsmålinger er også foretatt med et

kontinuerlig registrerende elektronisk instrument kalt WETCORR. Instrumentets målemetode er beskrevet i eget kapittel.

NO₂-konsentrasjonene i luft bestemmes ved TEA-metoden. Den bygger på absorpsjon av NO₂-gass fra gjennomblende luft i en standard absorpsjonsløsning. Det brukes en sekvensiell prøvetaker som skifter automatisk flaske hvert døgn.

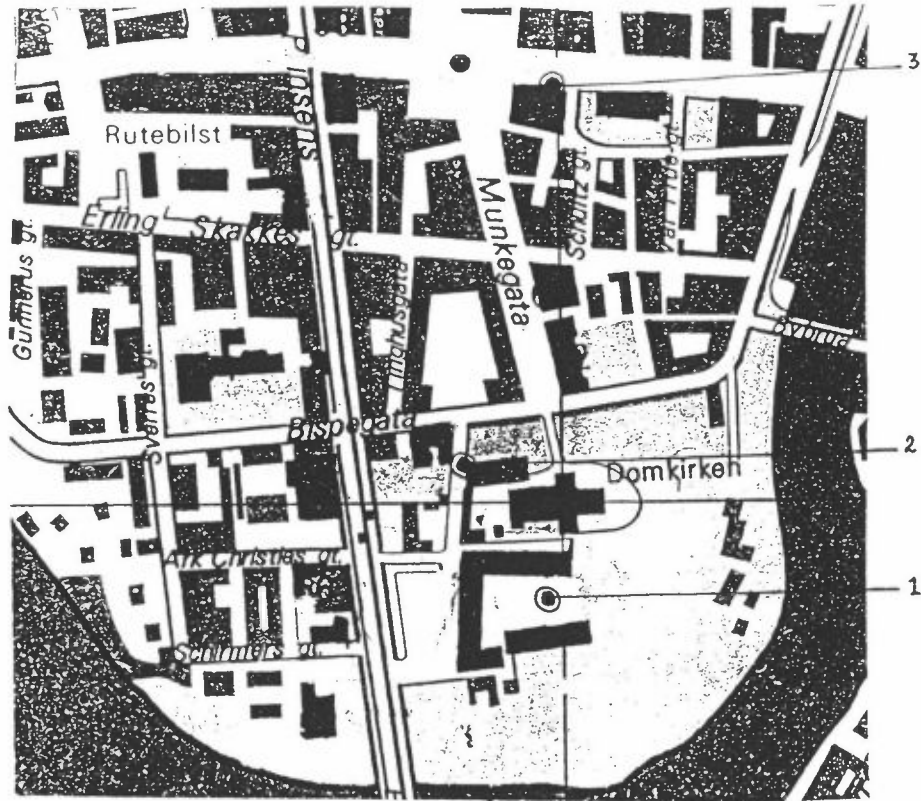
Måling av korrosivitet eller korrosjonshastighet skjer ved hjelp av små stålplater (7,5x10 cm) som står plassert i ca. 45°. Hvor en ikke er interessert i spesielle himmelretninger skal stålplatene eksponeres mot sør. Platene har åpen flate også på undersiden. Da platene er veiet på forhånd, vil en ved innhenting, fjerning av korrosjonsproduktene (ved standardiserte beisemetoder) og gjentatt veiing finne vekttapet. Regnet ut i vekttap pr. arealenhet får vi et uttrykk for korrosjonshastighet.

2.2 INSTRUMENTENES PLASSERING

Alle instrumentplasseringene er dokumentert i et fotoarkiv. De tre målepunktene utenom de som er plassert på selve kirkebygget, er vist i figur 1. Punktene er på kartet angitt med kryss.

Målepunktene er nummerert slik at referansestasjonen har nr. 840, østsiden av kirken nr. 841 osv, rundt kirken med urviseren. Dersom 2 apparater finnes i samme målepunkt, skilles disse ved hjelp av A og B. Målepunkt er her å oppfatte som et begrenset måleområde i omtrentlig samme høyde over bakken.

Referansestasjonen (840A) Erkebispegården er ca. 50 m sør for kirken. Her er plassert nedbørmåler, termohygrograf, tørravsetningsmåler og stålplater for korrosivitetsmåling. Tilhørende referansestasjonen er også en NO₂-prøvetaker som er plassert i snekkerverkstedet ut mot Kongsgårdsgate i en avstand av ca. 40 m NV for kirken. Målestedet som har betegnelsen 840B er også



Figur 1: Oversikt over referansemålestasjonene nær Nidaros domkirke.

1: Erkebispegården, 2: Kongsgårdsgate, 3: Kongensgate.

forsynt med et tørravsetningsapparat for å sammenlikne tørrdeponert NO_2 med konsentrasjonsmålingene. Figur 1 viser også plasseringen av SO_2 -måleutstyret i Kongensgate. I den kalde årstid (oktober-mars) måles her også NO_2 -konsentrasjonen døgnetlig. Målingen i Kongensgate er en del av det nasjonale overvåkningsprogrammet for tettsteder.

I vedlegg 1 vises en kartskisse over Nidaros domkirke med en grov angivelse av målepunktens plassering. Østsiden (841) som i forhold til de andre sidene av bygget har et svært lite areal, er forsynt med apparater for tørravsetning og veggavrenning. Videre foregår korrosjonsmålinger.

Den 16. oktober 1990 (uke 42), dvs. etter 3 1/2 måned, ble avrenningsapparatet flyttet fra den sørlige enden av vegg til den nordligste utstikkende søylen. Årsaken til flyttingen var at en ikke fikk oppsamlet regnvann. Flyttingen synes imidlertid ikke å ha endret noe vesentlig på dette forhold.

På sørsiden (842) er de samme apparatene som på østsiden plassert i ca. 20 m høyde over bakken over Erkebiskopens inngang. En har to avrenningsapparater; det ene, merket A står på vestsiden av det kapitel som står lengst mot øst. Apparat B står på østsiden av neste kapitel. Apparatene vender altså mot ulike himmelretninger. Underlaget er "ren" kleberstein for begge apparatene.

Også på vestsiden (843) har en 2 apparater for avrenning. Apparat A har tilførsel fra fuge, mens B bare har tilførsel fra "ren" stein (kleberstein, type Bergen). En tenker da bare på den flaten som befinner seg rett ovenfor apparatene, og som vannet må overrisle før oppsamling. Disse apparatene er plassert i sørlig ende av vestveggen, ca. 20 m over bakken.

Tørrdeponeringsapparatet og korrosjonsplatene er plassert nærmere de midtre deler av vegg. Disse har ingen vegg over seg.

På nordveggen er apparatene plassert bak (sør for) kapitelhuset. Nederst, ca. 5-6 m over bakken, er et sett med apparater plassert (844). Det gjelder tørrdeponeringsapparat, korrosjonsplater som her vender østover. Dessuten har en plassert WETCORR-celler på henholdsvis kalkbelegg, algevekst og "ren" stein. Et sett av disse vender østover og et tilsvarende sett på de samme substrater står vendt nordover, ca. 10 m vest for det førstnevnte settet (se vedlegg 1).

Noen meter ovenfor målestet nr. 844 var det også et målepunkt (nr. 845). Avrenningsapparat A er plassert på kalkskorpe på vestsiden av et kapitel. Apparat B står ved siden av A og på "ren" stein hvor fugene ovenfor var maskert med plastmasse. B-apparatet har imidlertid ennå ikke gitt avrenningsvann.

Målestedet hadde også avsetningsapparat og korrosjonsplater. Dessuten hadde en utplassert WETCORR-måleceller mot øst på ren stein og i fuge, og to mot vest på ren stein og to på kalkbelegg (se vedlegg 1). 16. oktober 1990 (uke 42) ble noen forandringer foretatt. Avrenningsapparatene 845A og B ble flyttet ned (844), og satt opp igjen på hver sin fremstående søyle. 844A hadde da relativt uskadet stein over seg, mens 844B hadde betydelig skadet stein over seg. Også WETCORR-måleceller ble flyttet på. En hadde hatt 6 stk. nede (844) og likedan oppe (845). I uke 42 ble alle cellene flyttet ned til målested 844 på ulike substrater og like i nærheten av hverandre (hovedsakelig på en søyle). Dette "nye" oppsett har en ingen målinger fra den periode som her rapporteres. Detaljer omkring sistnevnte plassering vil således bli tatt opp siden.

Når det gjelder prosedyre for betjening av målestedene vises til vedlegg 9. Endringer av måleopplegget underveis gjør at prosedyren strengt tatt bare har full gyldighet den første delen av måleprogrammet. Den viser imidlertid prinsippene i driften av målestedene.

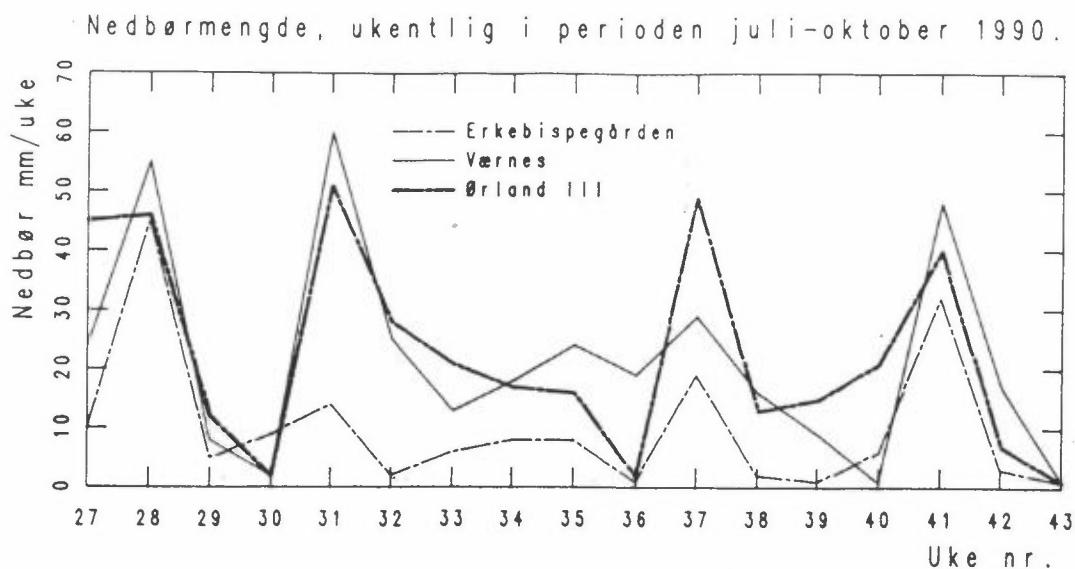
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 NEDBØR

Figur 2 viser den ukentlige nedbørmengden på Erkebispegården ved Nidaros domkirke og DNMI's stasjoner Værnes og Ørland III. Det var av interesse å sammenlikne disse.

En ser av figur 2 at hverken Værnes eller Ørland III reflekterer nedbøren på Erkebispegården på en tilfredsstillende måte. Nedbørmengden er mye større på disse DNMI-stasjonene. Korrelasjonen er også ofte dårlig.

Den totale nedbørmengden i de 4 månedene har ut fra tabell 2 ikke vært særlig avvikende fra det normale på de to nærmeste DNMI-stasjoner. Det er derfor rimelig å anta at nedbørmengden



Figur 2: Nedbørmengde på ukentlig basis på to DNMI-stasjoner og Erkebispegården.

Tabell 2: Aktuell månedsnedbør med normalmengde.

	Juli		August		September		Oktober		Totalt	
	1990	Norm.	1990	Norm.	1990	Norm.	1990	Norm.		
Erkebispegården	80	-	28	-	24	-	43	-	175	
Nidarvoll	101		93		101		67		362	
Værnes	115	71	107	85	80	89	65	94	367	339
Ørland III	100	65	122	68	81	111	69	125	372	369

også i Trondheim har vært nokså normal. En ser for øvrig at nedbørmengden i Erkebispegården har vært omtrent halvparten av mengden på DNMI-stasjonene. Også Nidarvoll er tatt med her. Stasjonen er lokalisert ca 3 km sør for Nidaros domkirke. Den synes å følge Værnes og Ørland III mye bedre enn Erkebispegården. En kan derfor stille seg spørsmålet om Erkebispegården er godt egnet som referansepunkt for Nidaros domkirke. En tenker da på de høyere partier av bygget som ikke er særlig skjermet. Det er mulig at Nidarvoll her vil være bedre egnet som referansepunkt for regnbelastning. Dette bør vurderes nærmere. Målestedet på Erkebispegården vil imidlertid være viktig for å bestemme nedbørkjemien ved kirken.

Tabell 3 viser nedbørkjemien i de 4 første månedene av prosjektet. Døgnverdier for nedbørmengde, pH og konduktivitet er gitt i vedlegg 4 (tabell V.4.1). Nedbørens pH er ofte relativt høy, noe som hovedsakelig skyldes havets nærhet, selv om en kanskje oftere skulle ha ventet bedre samsvar med sjøsaltsfaktorene (se tabell 3).

Tabell 3: Nedbørkjemi på ukesbasis fra Erkebispegården i tidsrommet juli-oktober 1990.

NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/01/25				NEDBØR										SJØSALTFAKTORER		
STASJON: NIDAROSU 840				Konsentrasjonen av ionene er oppgitt i ug/ml										83	1.8	14.9
DATO	uker	mm	pH	COND, uS	Cl	NO ₃ -N	SO ₄ -S	Na	K	Ca	Mg	NH ₄ -N	Na/Mg	Cl/Na	Cl/Mg	
90/ 7/ 2	27	10.0	4.8	14	0.7	0.2	0.5				0.1	0.1			14.8	
90/ 7/ 9	28	45.2	5.1	10	1.3	0.1	0.2				0.1	3E-2			18.6	
90/ 7/16	29	4.8	5.6	10	0.8	0.2	0.3				0.1	3E-2			8.7	
90/ 7/23	30	8.2	4.8	17	0.7	0.3	0.7				0.1	0.2			7.1	
90/ 7/30	31	14.1			0.7	0.2	0.4			0.2	0.1	0.5			9.4	
90/ 8/ 6	32	2.2			1.1	4E-2	0.3			0.3	0.1	0.4			12.0	
90/ 8/13	33	5.4			0.7	0.2	0.5			0.6	0.1	0.3			7.4	
90/ 8/20	34	8.7			3.3	3E-2	0.4			0.3	0.2	0.1			15.0	
90/ 8/27	35	8.9			0.7	0.3	0.9			0.3	0.1	0.1			8.4	
90/ 9/ 3	36	0.4														
90/ 9/10	37	19.4			11.3	-E-2	0.7			0.4	0.7	3E-2			15.7	
90/ 9/17	38	2.6			2.8	0.1	0.6			0.9	0.2	0.4			11.7	
90/ 9/24	39	1.3			1.3	4E-2	0.7			0.7	0.1	0.5			10.2	
90/10/ 1	40	6.6			7.8	-E-2	0.5	4.0	1.8	0.6	0.4	0.1	8.8	2.0	17.3	
90/10/ 8	41	32.2			1.3	2E-2	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	-E-2	7.0	1.8	12.7	
90/10/15	42	3.1			1.9	0.4	0.8	1.0	0.4	1.5	0.2	0.2	4.9	1.9	9.5	
90/10/22	43	0.0														
90/10/29	44	1.4			13.7	0.3	2.7	4.2	8.5	4.7	0.7	0.3	5.9	3.3	19.3	

Anionmengden er generelt lav, og tilsvarende omtrent en kystnær norsk bakgrunnstasjon. Ca-, K- og Na-verdiene er høyere enn det en normalt måler ved slike stasjoner. Det kan dreie seg om deponert støv fra steinbearbeidingsaktiviteten i nærheten. Verdiene er også sterkt variable.

3.2 VÅTTID

En vet at fuktighet har stor betydning i nedbrytningsprosessene både fysisk ved frostsprengning og kjemisk ved å bringe reaktantene i løsning. Biologiske prosesser er avhengig av vann, og også disse kan bidra til materialdestruksjon. Den tiden det er fuktig er derfor viktig, og angis som TOW. TOW er i korrosjons-sammenheng definert som antall timer hvor relativ fuktighet (RH) er >80% og temperaturen er >0°C. Ved å benytte denne definisjonen får en våttiden på uke- og månedsbasis som vist i tabellene 4 og 5.

Tabell 4: TOW-verdier for Erkebispegården for juli-oktober 1990 på ukesbasis. Tabellen tar også med TOW hvor kriteriene er >85% og >90% RH.

Uke	t < 0° og RH > 80%		t < 0° og RH ≥ 85%		t < 0° og RH ≥ 90%	
	dager	timer	dager	timer	dager	timer
27	7	92	7	80	7	57
28	7	91	7	63	3	20
29	7	66	7	44	5	14
30	7	90	7	62	5	31
31	7	118	7	94	7	52
32	7	81	7	70	7	42
33	6	63	5	54	5	41
34	7	120	7	93	7	56
35	6	81	6	71	6	53
36	6	67	5	52	5	28
37	7	114	7	103	7	89
38	7	59	5	49	5	41
39	7	93	7	78	6	51
40	7	96	7	82	5	48
41	7	132	7	117	7	84
42	7	101	6	76	5	47
43	4	25	4	18	4	5
44	5	65	5	59	4	34

En ser av tabell 4 at enkelte uker er betydelig tørrere enn gjennomsnittet. Uke 43 i oktober har lite våttid på grunn av at perioden både er tørr og kald. Av tabell 5 ser en at det på månedsbasis var liten forskjell i våttid i de 4 første månedene.

Tabell 5: TOW for juli-oktober 1990, månedsbasis.

Måned	RH >80%		RH >85%		RH >90%	
	Døgn	Timer	Døgn	Timer	Døgn	Timer
Juli 1990	31	368	31	273	22	131
August 1990	30	419	29	344	29	222
September 1990	28	347	25	294	24	219
Oktober 1990	27	367	26	307	22	188

3.2.1 WETCORR-målinger

En annen form for våttidsmålinger får en ved å benytte NILUs våttidsinstrument (WETCORR). Dette instrumentet registrerer strømmengden som passerer en målecelle. Forskjeller i strømmengden som passerer en tørr og en våt celle er stor, og instrumentet er derfor spesielt konstruert for å bestemme perioder hvor målepunktet har en påtakelig fuktfilm på grunn av slagregn, avrenning eller kondens. Når cellen er forurenset med hygroskopiske salter, vil den reagere på samme måte som for kondens, selv ved lavere relative fuktigheter. Cellen monteres slik at den best mulig følger temperatursvingningene på overflaten og slik at eksponeringen og forurensningene blir mest mulig lik overflatens.

Instrumentet ved målepunkt 844 har fungert i hele måleperioden, uke 26-41. På instrumentet ved målepunkt 845 ble det en feil. En har derfor bare målinger for ukene 26-33 og 37-39.

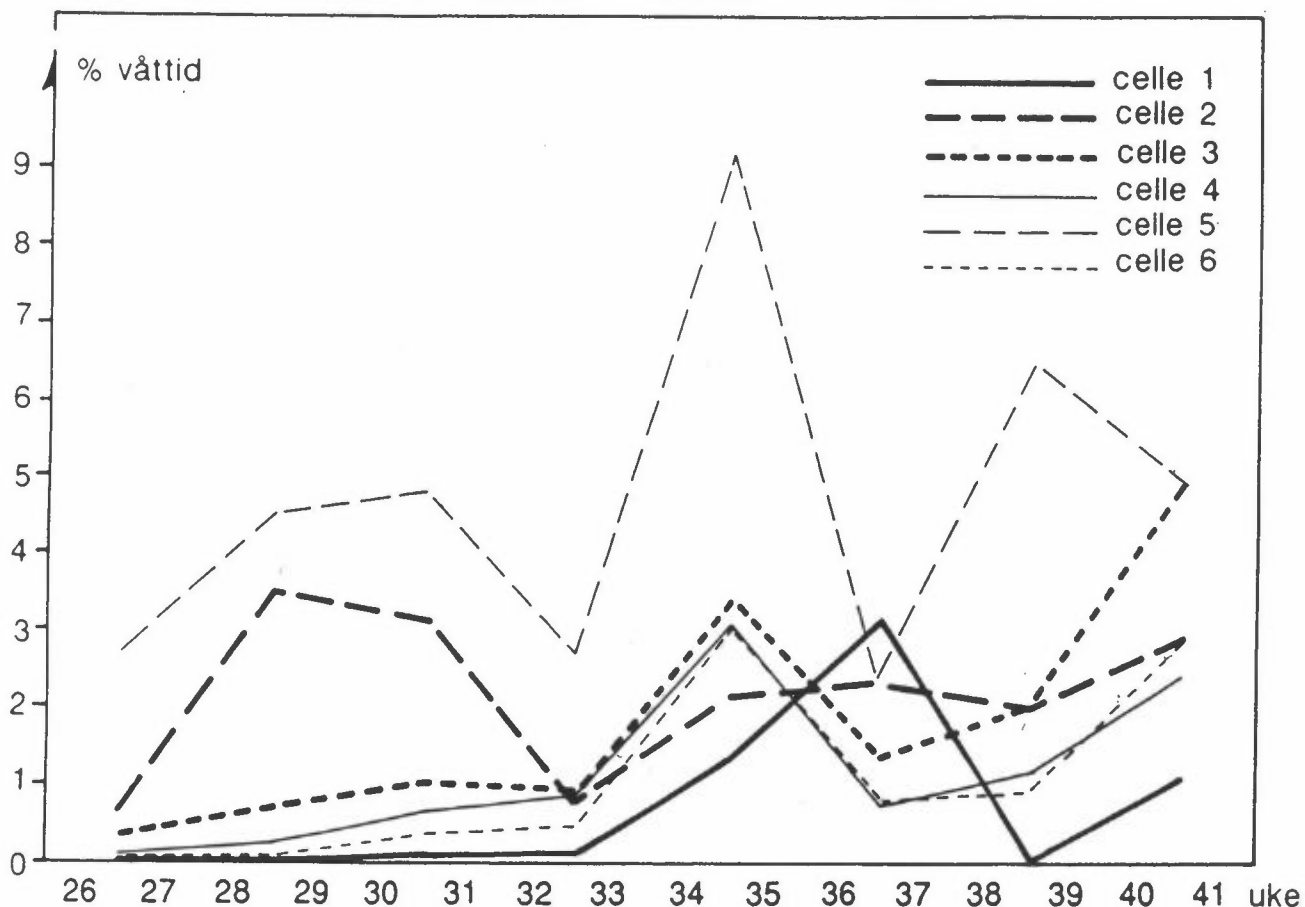
I uke 42 ble de fleste målecellene flyttet. Resultatene av disse målingene vil bli presentert senere.

Målingene ved målepunkt 845 ble valgt ut for å registrere slagregn fra øst og vest på ren flate, på flate med avrenning og inne i en åpen fuge. Vi ønsket også å dokumentere instrumentenes reproduserbarhet ved at noen av cellene ble montert parvis på overflatepunkter med antatt identisk mikromiljø.

Resultatene fra perioden 24. juli-6. august for vestvendt celle (celle 1) og tilsvarende østvendte celler (celle 3 og 4) er vist i vedlegg 4 (figur V.4.1). Det er meget god sammenheng mellom de to parallelle cellene 3 og 4 som viser at reproduserbarheten av cellene er god. Det er noe større belastning på den vestvendte flaten unntatt for døgnet 6.8. Nedbørmengden i perioden, se vedlegg 4 (tabell V.4.1), har vært 23,4 mm, og nedbør er registrert for døgnene 29.7., 30.7., 31.7., 5.8. og 6.8. Utslag på cellene på østveggen er klarest 6.8., men også 29.7. og 31.7. har cellene registrert våttid selv om middelstrømmen ligger under grensen. Det er mindre effekt på cellene på dagene 30.7. og 5.8. spesielt på de østvendte cellene. Observasjonene viser at fukting av veggen ikke skjer hver gang det regner, og at strømmengden ikke alltid øker med økende regnmengde. Det er betydelig mer regn 29.7. og 30.7. (8,2 og 10,0 mm) enn 6.8. (1,4 mm), selv om den største strømmengden på cellen ble registrert på østsiden 6.8.

Ved målepunkt 844 ble det valgt ut to områder med 10 meters avstand, hvor det visuelle bildet på veggen var tilnærmet likt, dvs. gipsbelegg, algebelegg og "ren" stein. Prosent våttid over fjortendagers-periodene er vist i figur 3 og tabell 6. Resultatene, spesielt i de første ukene, viste en markert økning i strøm og våttid for områdene med algevekst sammenliknet med de andre måleområdene. Utover høsten, august, september og oktober, ble det mindre forskjell mellom målestedene. Dette skyldes delvis økt fuktighet på alle flatene, men en økt akkumulering av hygroskopiske forurensninger på cellene på "ren" flate og gipsbelegget gir også økte strømmer. På algeområdene er det spesielt periodene med tydelig avrenning som gir høy strøm, mens tørre perioder gir samme lave strømmengde i hele perioden. Dette tyder på renere celler og at algene enten hindrer saltene i å nå cellen eller at avrenninger vasker cellene rene.

Sammenlikner en TOW beregnet ut fra temperatur og relativ fuktighet med våttid målt med cellene, ser en at cellene måler betydelig mindre våttid. Våttid som måles med celler kan justeres ved skifte av grense for våt og tørr strøm. En skal imidlertid



Figur 3: Akkumulert våttid utregnet for fjortendagers perioder for perioden 26. juni-8. oktober for samtlige måle-celler på målested 844.

ikke vente samme tider, siden den ene metoden går ut fra empiriske observasjoner på korroderende stål og cellen ikke har korrosjonsbelegg. En periode med våttid målt med celler sammen med temperatur og relativ fuktighet er vist i vedlegg 4 (figur V.4.2). Celle 5 på et algebegrodd område har store sprang mellom våt og tørr celle. Våtstrøm oppstod sammen med regnvær, men ikke alle regnvær gav respons på cellen. Dager og perioder med høy relativ fuktighet gav en svak strømkning men ingen våtstrøm. Likeledes registreres kalde netter med frost som lav strøm selv når fuktigheten er høy. Dette indikerer at cellen må ha en elektrolyttfilm på overflaten for å reagere, og at frost hindrer strømtransporten på overflaten ved at elektrolytten blir til is. En del forurensninger vil kunne gi frysepunktsdepresjon. Det er derfor mulig at cellestrømmen først stopper ved lavere temperaturer enn 0°C . Dette må kartlegges over tid lokalt.

Tabell 6: Våttid i prosent for alle cellene. Tiden er regnet ut for 14 dagers perioder.

Tid Uke	Målested A						Målested B					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
26-27	0,01	0,66	0,34	0,10	2,76	0,05	0,11	0,50	0,02	0,04	0,02	0,01
28-29	0	3,51	0,75	0,26	4,52	0,08	0,55	0,21	0,12	0,09	0,05	0,08
30-31	0,11	3,11	1,03	0,77	4,78	0,37	0,91	0,24	0,13	0,29	0,13	0,11
32-33	0,16	0,78	0,89	0,87	2,72	0,49	1,19	0,54	0,13	2,03	0,26	0,28
34-35	1,34	2,16	3,49	3,19	9,20	3,09						
36-37	3,19	2,35	1,35	0,70	2,40	0,82						
38-39	0,11	2,02	1,96	1,17	6,49	0,96	2,67	1,20	2,51	5,19	6,48	4,48
40-41	1,15	2,93	4,97	2,42	4,93	2,90						
	Ø	Ø	Ø	N	N	N	Ø	Ø	V	V	V	V
	Gipsbelegg	Algebelegg	"Ren" steinflate	Gipsbelegg	Algebelegg	"Ren" steinflate	"Ren" steinflate	I fuge	"Ren" steinflate	"Ren" steinflate	Gipsbelegg	Gipsbelegg

I figur V.4.3 (vedlegg 4) sammenlikner en de ulike celle plasseringene. Der ser en at fuktbelastninger på cellene har samme mønster som cellene på "ren" og gipsbelagt flate, celle 1, 3, 4 og 6. Celle 1 har et lavere nivå enn de andre, men ellers et liknende mønster med liten avstand mellom minimum- og maksimum-verdiene. Celle 2 og 5 har betydelig skarpere topper, spesielt celle 5, og også høye strømmengder. Dette tyder på en mer episodisk fukting av cellene i form av rennende vann på veggen.

Konklusjoner:

- Målingene med WETCORR-instrumentet viser god reproduserbarhet på overflateområder med antatt likt mikromiljø.
- Det er til dels stor forskjell i våttid i de ulike ukene i perioden. Om sommeren får en lite våttid i perioder med tørt, varmt vær. I oktober skyldes lite våttid at en har tørre perioder, men også at temperaturen var under 0°C.

- Strømstyrken varierer over tid. Et mindre regnvær med slagregn kan gi høyere strømstyrke enn større nedbørmengder med mindre slagregn.
- Det kan være stor forskjell i fuktbelastningen på områder som ligger nær hverandre, eksempelvis algebegrodde og gipsbelagte områder.
- På områder hvor avrenningen er stor finner en gjerne algebegroing.
- Cellene vil etter hvert bli forurenset av salter. Dette øker fuktopptak og fuktbelastningen på cellene. Siden også fasaden er forurenset, vil en eldre celle gi et bedre bilde av den reelle befuktningen enn det en ny celle gjør.
- Cellens strømrespons ved ulike forurensninger på cellen må kartlegges.

3.3 RELATIV FUKTIGHET (RH) OG TEMPERATUR

I vedlegg 4 (tabell V.4.3) finner en tabell over RH- og temperaturdata på månedsbasis. Det er også tatt med minimums- og maksimumsverdier. En ser av tabellen at en allerede i september hadde frostperioder.

3.4 GASSMÅLINGER

NILU har målinger av SO_2 og NO_2 på torget i Trondheim (Kongensgate). NO_2 måles bare i vintermånedene (oktober-mars). I Kongsgårdsgate ved Nidaros domkirke måles NO_2 kontinuerlig fra prosjektets start. Alle gassmålinger er på døgnbasis. Avstanden mellom de to målepunktene er i luftlinje ca. 400 m.

Tabell 7 viser måleresultatene for SO_2 og NO_2 midlet på uke og delvis måned. I vedlegg 4 (tabell V.4.4 og V.4.5) er det tatt

med døgnverdiene for SO_2 og NO_2 . SO_2 -konsentrasjonene må betraktes som meget lave.

Tabell 7: Midlede SO_2 - og NO_2 -verdier målt i Kongensgate og NO_2 i Kongsgårdsgate for perioden 1.7.90-31.10.90.

Uke	Kongensgate		Kongsgårdsgate	
	SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Månedsmiddel NO_2
27	3		30	
28	2		24	
29	2		26	
30	3		35	29
31	3		34	
32	3		34	
33	4		33	
34	4		30	33
35	4		40	
36	3		29	
37	2		33	
38	2		31	
39	2		40	35
40	4		41	
41	3	88*	41	
42	3	68	43	
43	7	66	54	45

*) Verdien noe usikker. Den inneholder et døgn (10.-11.10.) med en verdi ~3 ganger det vanlige. Dessuten mangler måling for 8.-9.10.

NO_2 -verdiene er nokså normale for bygater. Det har vært en stigende tendens fra juli til og med oktober. Månedsmiddelkonsentrasjonen i Kongsgårdsgate steg med mellom 25% og 30% fra september til oktober.

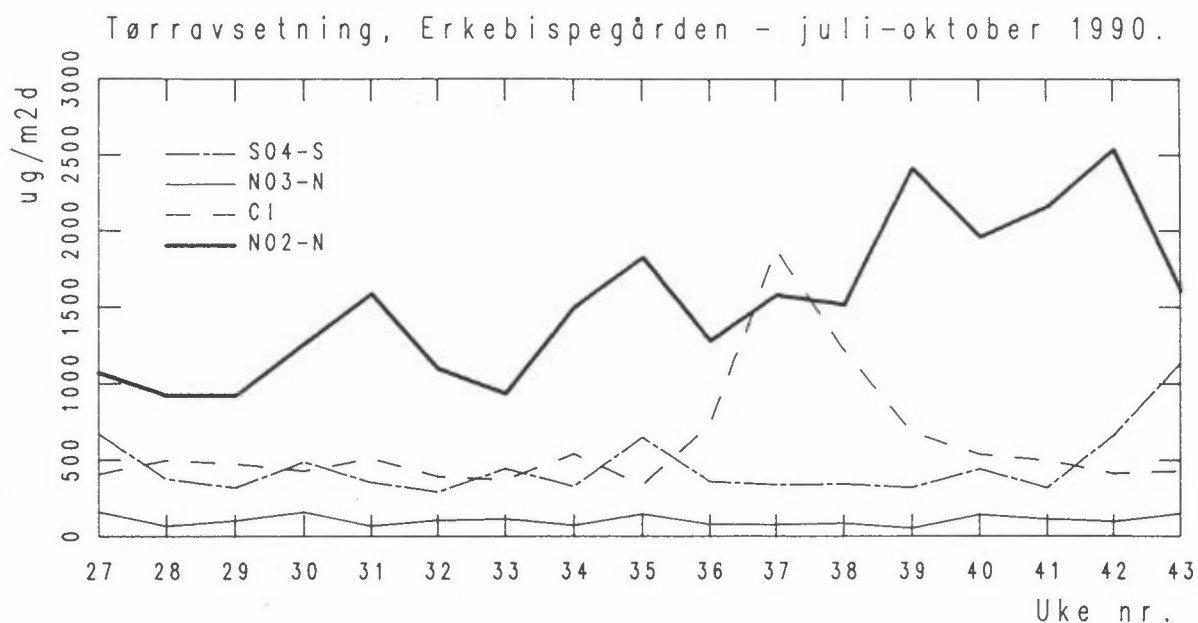
Større trafikkbelastning gir atskillig høyere NO_2 -nivå i Kongensgate enn i Kongsgårdsgate, men en ser til nå ingen korrelasjon.

3.5 TØRRAVSETNING

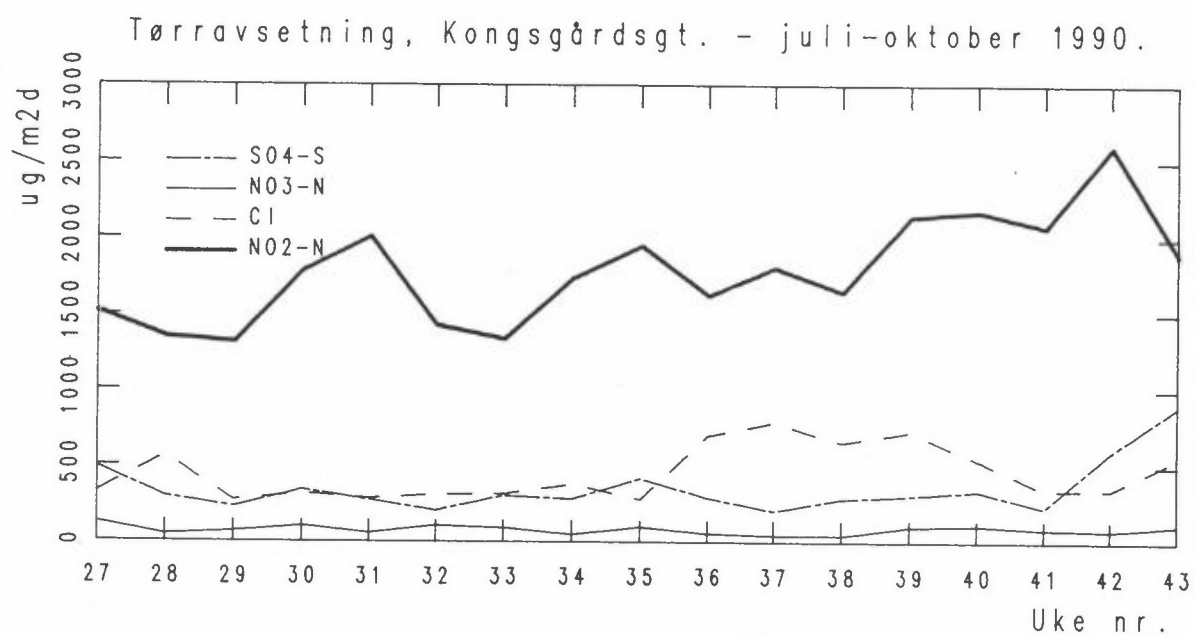
Tallmaterialet er hentet fra tabellene i vedlegg 4 (tabell V.4.6).

I figurene 4 og 5 er de kjemiske parametrene, $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Cl og $\text{NO}_2\text{-N}$ sammenliknet for hovedstasjonens prøvetakingssteder 840A og B. A er i Erkebispegården, mens B vender ut mot Kongsgårdsgate. SO_2 blir bestemt kjemisk som SO_4^{2-} , men resultatet er oppgitt i svovelmengde.

- En korrelasjon mellom de to referansepunktene (840 A og B) kan sees for 3 av de kjemiske parametrene, $\text{SO}_4\text{-S}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NO}_2\text{-N}$ (figurene 4 og 5). Cl-kurvene følger hverandre dårlig.
- Når det gjelder parametrene innbyrdes, følger kurven for $\text{SO}_4\text{-S}$ kurven for $\text{NO}_3\text{-N}$ (figurene 4 og 5).
- Kurvene for Cl og $\text{NO}_2\text{-N}$ synes ikke å følge hverandre og ingen av dem følger $\text{SO}_4\text{-S}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$. Dette er ikke uventet, da $\text{NO}_2\text{-N}$ er korrelert til trafikk, og det meste av Cl til havvann (figurene 4 og 5).

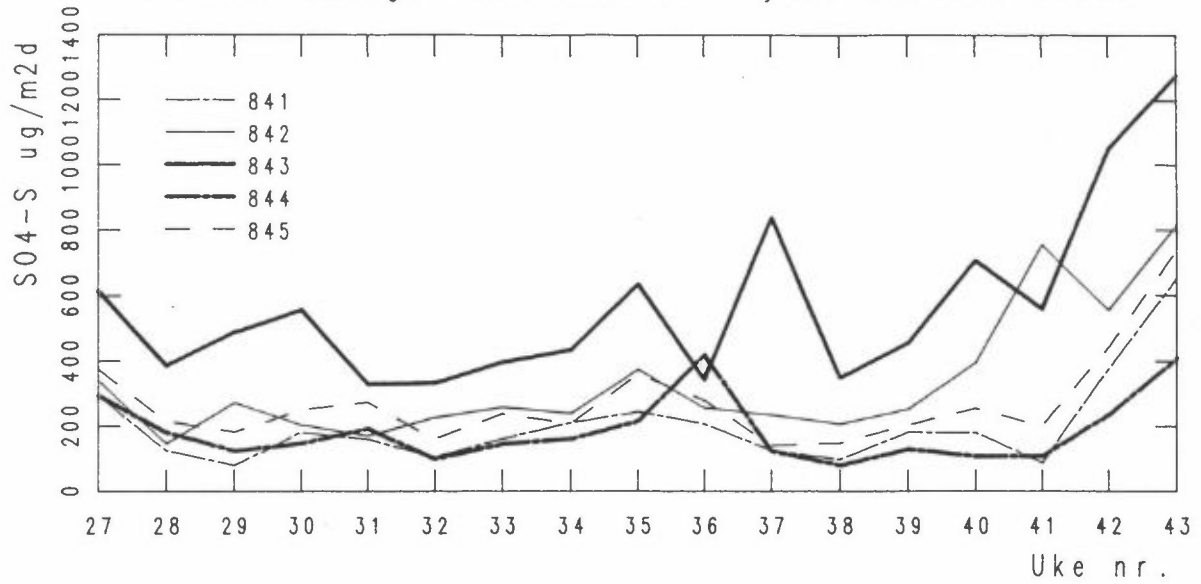


Figur 4: Tørravsetning av SO₄-S, NO₃-N, Cl og NO₂-N på Erkebispegården (840A) i tiden juli-oktober 1990.

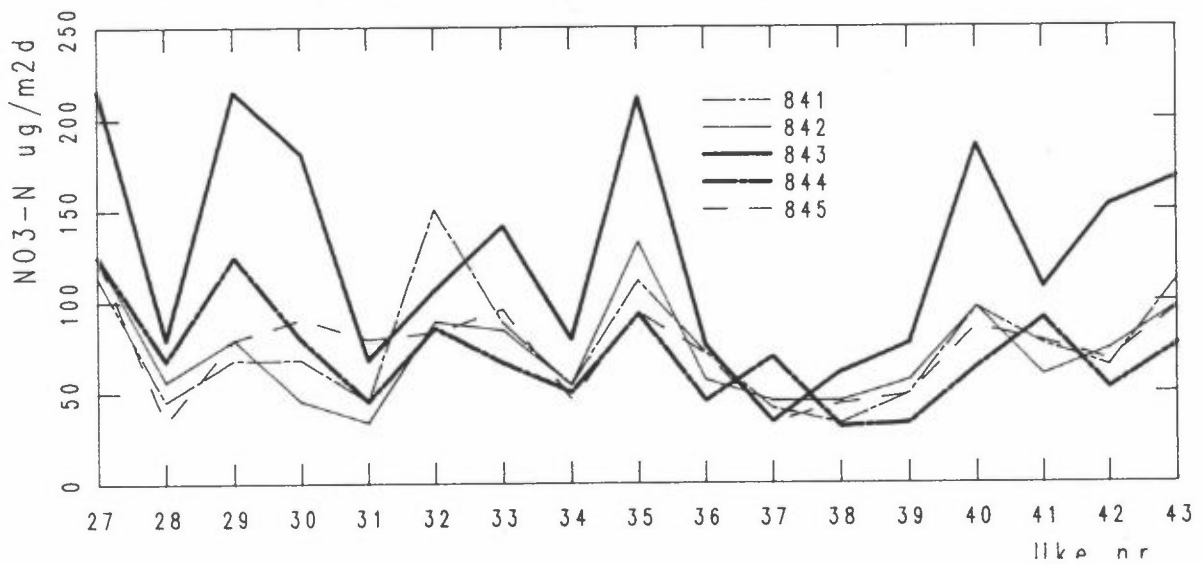


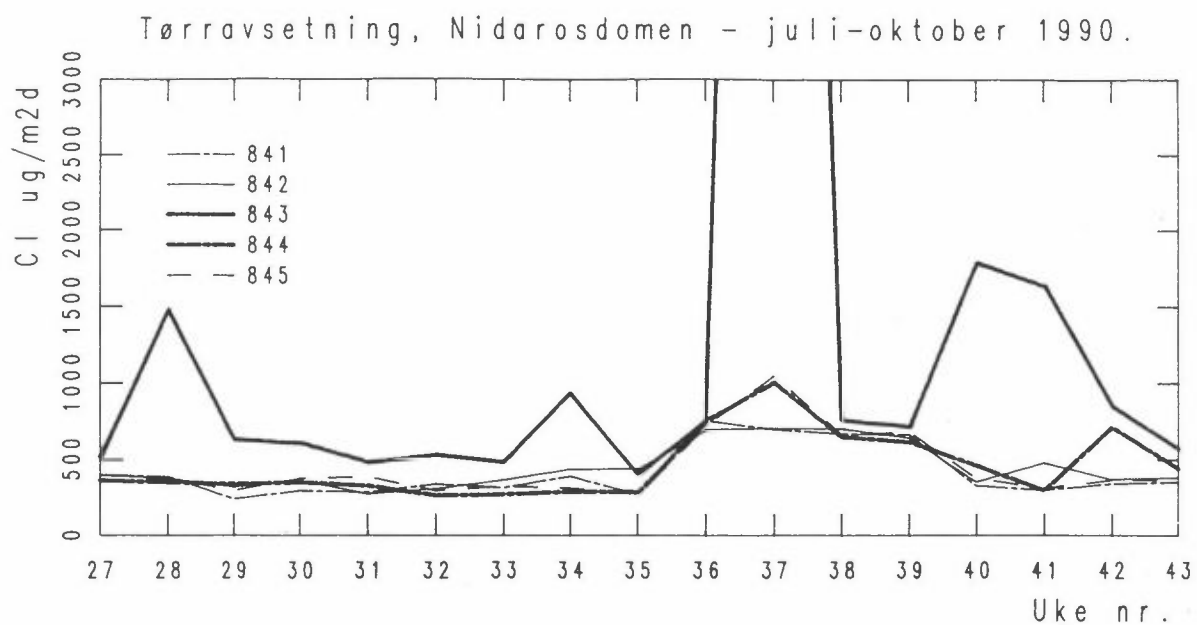
Figur 5: Tørravsetning av SO₄-S, NO₃-N, Cl og NO₂-N på Kongsgårdsgaten (840B) i tiden juli-oktober 1990.

Tørravsetning, Nidarosdomen - juli-oktober 1990.

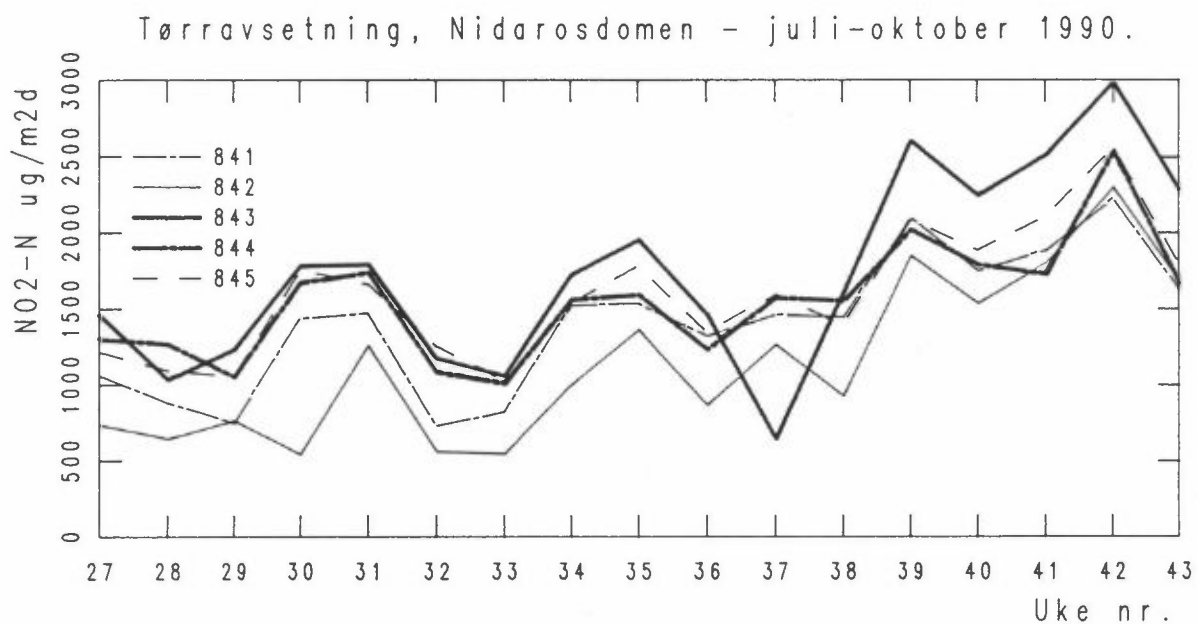
Figur 6: Tørravsatt SO₄-S på de ulike målestedene på Nidaros domkirke i tiden juli-oktober 1990.

Tørravsetning, Nidarosdomen - juli-oktober 1990.

Figur 7: Tørravsatt NO₃-N på de ulike målestedene på Nidaros domkirke i tiden juli-oktober 1990.



Figur 8: Tørravsatt Cl på de ulike målestedene på Nidaros domkirke i tiden juli-oktober 1990.

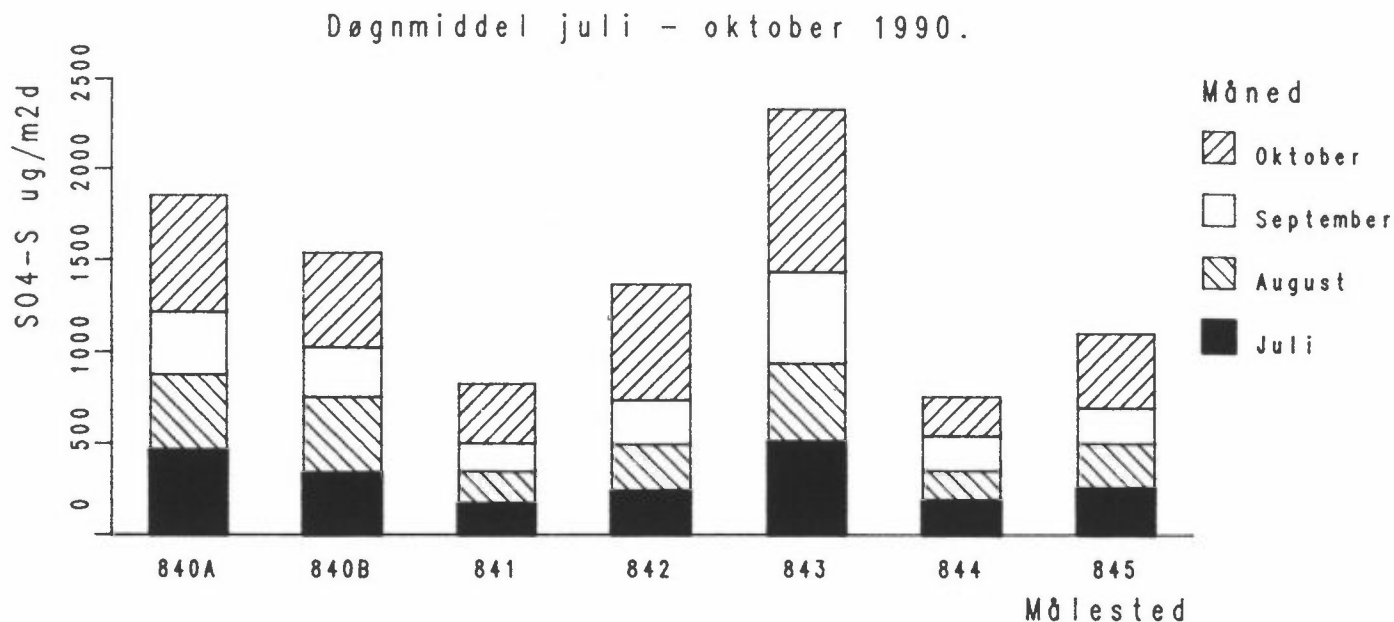


Figur 9: Tørravsatt NO₂-N på de ulike målestedene på Nidaros domkirke i tiden juli-oktober 1990.

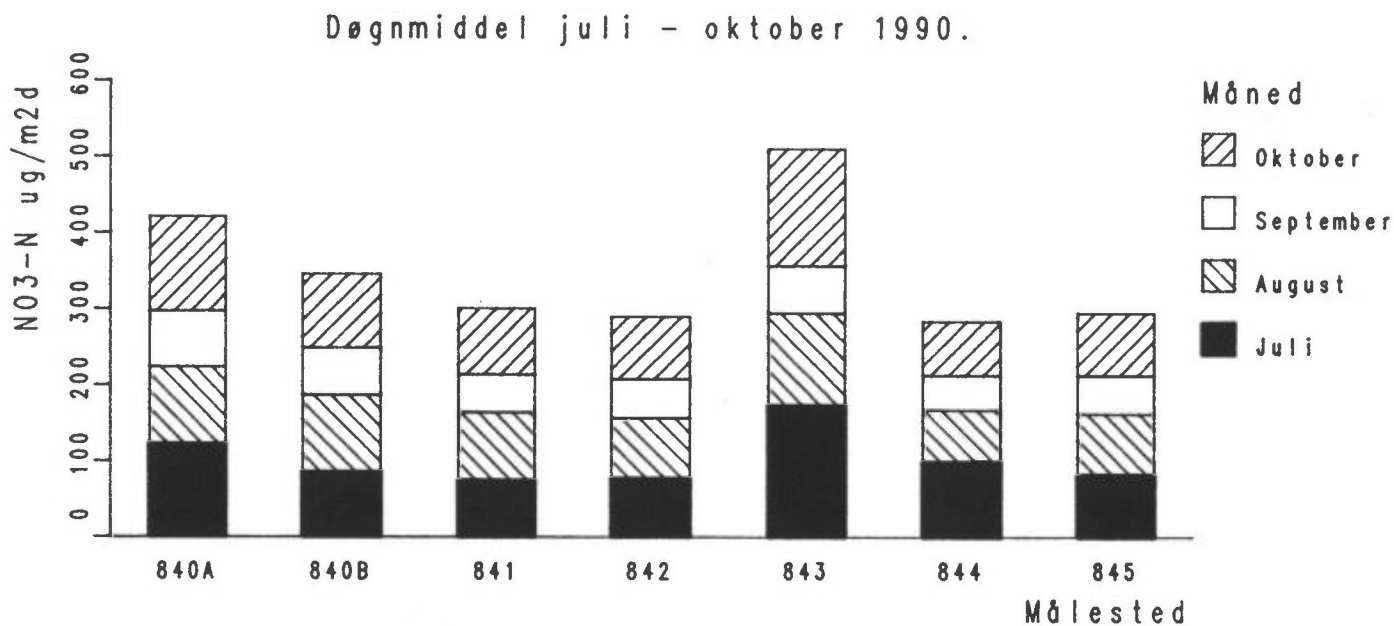
Avsetningen på de ulike sider av kirken behandles nedenfor parametersvis:

SO₄-S: Av figur 6 ser en klart at vestveggen (843) er mest belastet. Selv om sørsiden har hatt belastninger nær vestveggen i slutten av perioden, kan en si at det for øvrig ikke har vært store forskjeller mellom de andre målepunktene. På nordveggen er belastningen konsekvent noe høyere på øvre målepunkt, men kurvene følger hverandre godt. Det er for øvrig ofte dårlig sammenheng mellom målepunktens kurver. I uke 43 har alle målestedene høye verdier, og dette faller også sammen med hovedstasjonspunktene. Dette sammentreffer med første oljefyring (se senere). En ser av figur 10 at oktober har hatt størst svovelavsetning. Interessant er det at vestsiden har fått mer avsetning enn Erkebispegården. Dette kan skyldes større lufttilførsel.

NO₃-N: Kurvene for SO₄-S og NO₃-N følger hverandre heller dårlig ifølge figurene 6 og 7. Kurvene for NO₃-N for de ulike målepunkter (figur 7) følger imidlertid hverandre bra. Nivået på NO₃-N er nesten konsekvent høyere på vestsiden enn på de andre stedene. På nordsiden er det liten forskjell mellom øvre og nedre målepunkt. Uke 27 har slått ut på samtlige målepunkter med høye verdier. Det samme gjelder i noen grad uke 35. Figur 11 viser at det på øst-, sør- og nordsiden er nokså like belastninger.



Figur 10: Døgnmiddelstolper for $\text{SO}_4\text{-S}$ satt oppå hver andre for månedene juli-oktober 1990 for alle målepunktene.



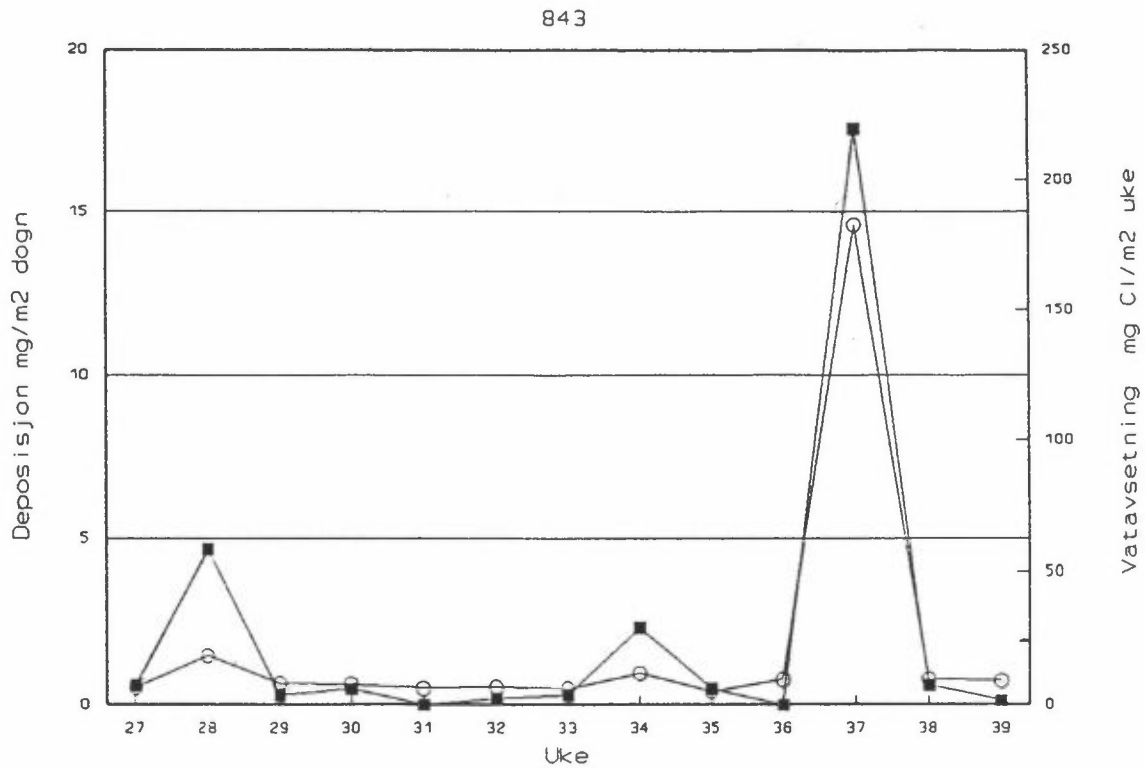
Figur 11: Døgnmiddelstolper for $\text{NO}_3\text{-N}$ satt oppå hverandre for månedene juli-oktober 1990 for alle målepunktene.

Cl : Vestsiden har gjennomgående langt større Cl-belastning enn de andre punktene. Særlig uke 37 slår kraftig ut på samtlige målesteder og i mindre grad også uke 34. Det er rimelig å anta at dette i en viss utstrekning har sammenheng med det spesielt høye Cl-innholdet i nedbøren i denne uken (se figur 12). Ukene 28, 40 og 41 har imidlertid kun slått ut på vestsiden (se figur 8).

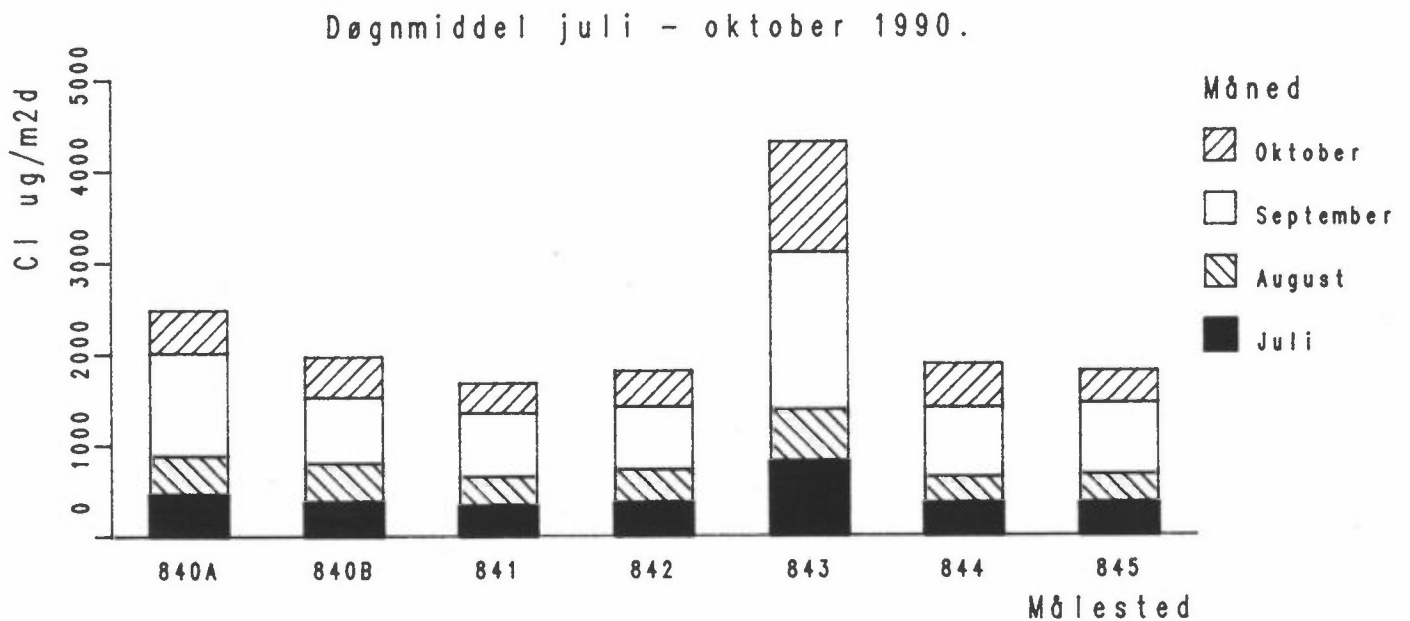
Med unntak av det vestlige målepunkt (843) følger de andre hverandre godt, og det er meget små svingninger i Cl-innhold den første halvdel av perioden. En uvesentlig forskjell har en mellom øvre og nedre punkt på nordsiden. Av figur 13 ser en at september var relativt kraftig Cl-belastet på alle målepunktene.

Det er grunn til å tro at tørravsetningsapparatet mottar noe Cl fra nedbør under sterkt turbulente forhold. Fig. 12 indikerer dette ved å vise at det er god sammenheng mellom våt- og tørravsatt Cl. (Jacobsen, 1991).

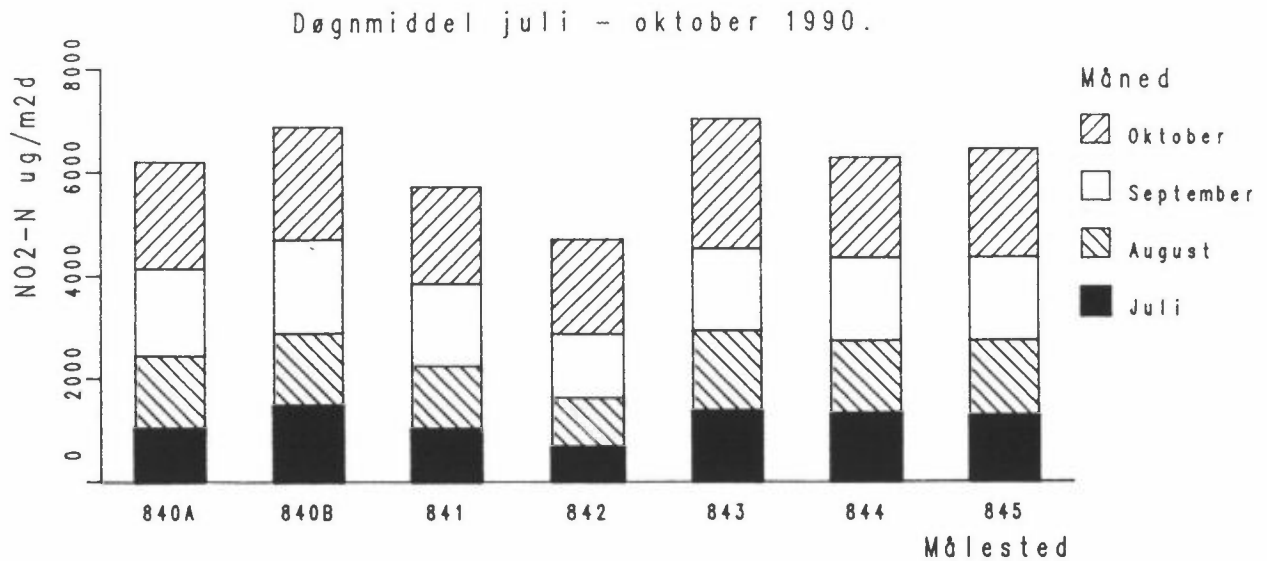
NO₂-N: Denne parameter er trafikkrelatert, og en ser av figur 9 at NO₂-nivået øker utover høsten på samtlige målepunkter. Punktene er stort sett godt korrelert. Sørsiden vender bort fra bytrafikken og er mye skjermet av trær. Dette målepunkt viser derfor konsekvent de laveste verdier. Heller ikke for denne parameter er det noen vesentlig forskjell på nedre og øvre punkt på nordsiden, selv om øvre punkt har en tendens til å vise svakt høyere verdier. Av figur 11 ser en at øst- og sørsiden har laveste verdier av NO₂-N. I figurene 10, 11, 13 og 14 er analyseverdiene fremstilt i stolpediagrammer (midlede døgnverdier) på månedsbasis for lettere å anskueliggjøre avsetningsnivåene og bidragene fra hver måned.



Figur 12: Klorid i nedbøren fra Erkebispegården (firkant) og tørravsatt klorid fra målepunkt på vestveggen av Nidaros domkirke (sirkel på figuren) (Jacobsen 1991).



Figur 13: Døgnmiddelstolper for Cl satt oppå hverandre for månedene juli-oktober 1990 for alle målepunktene.



Figur 14: Døgnmiddelstolper for NO₂-N satt oppå hverandre for månedene juli-oktober 1990 for alle målepunktene.

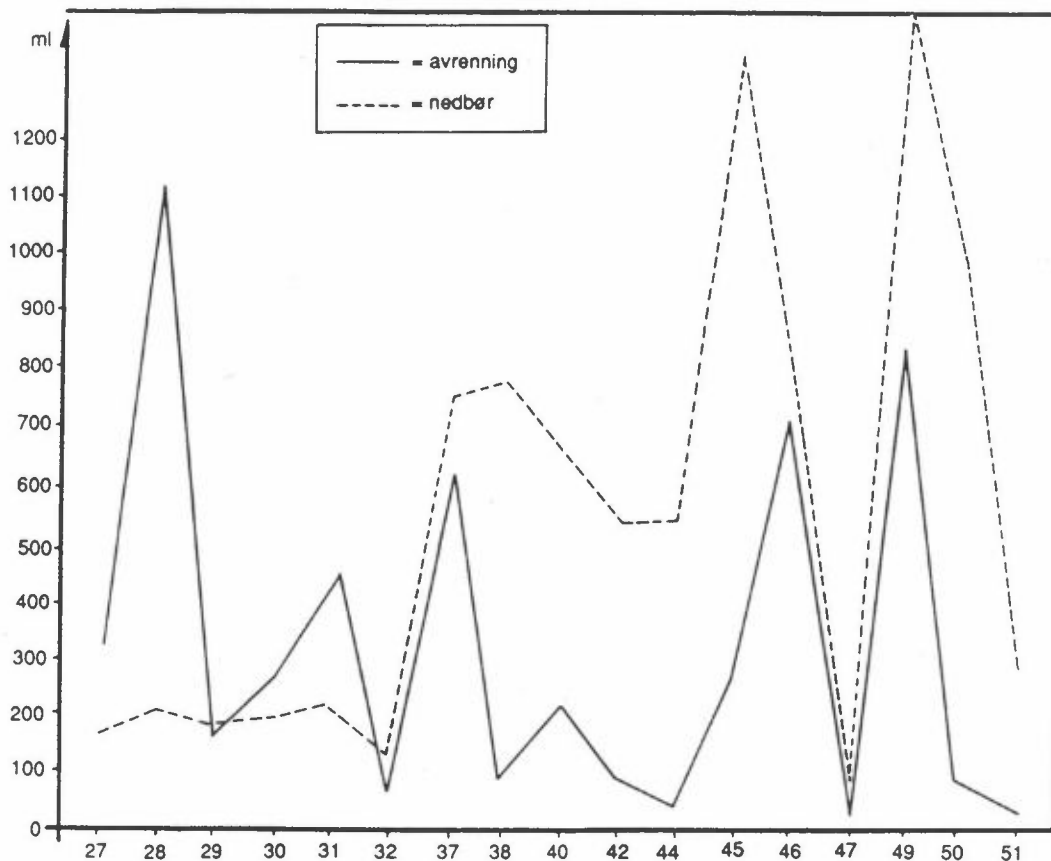
3.6 AVRENNING

Tabell over avrenningsmengden er vist i vedlegg 6.

3.6.1 Vannmengdebetraktninger

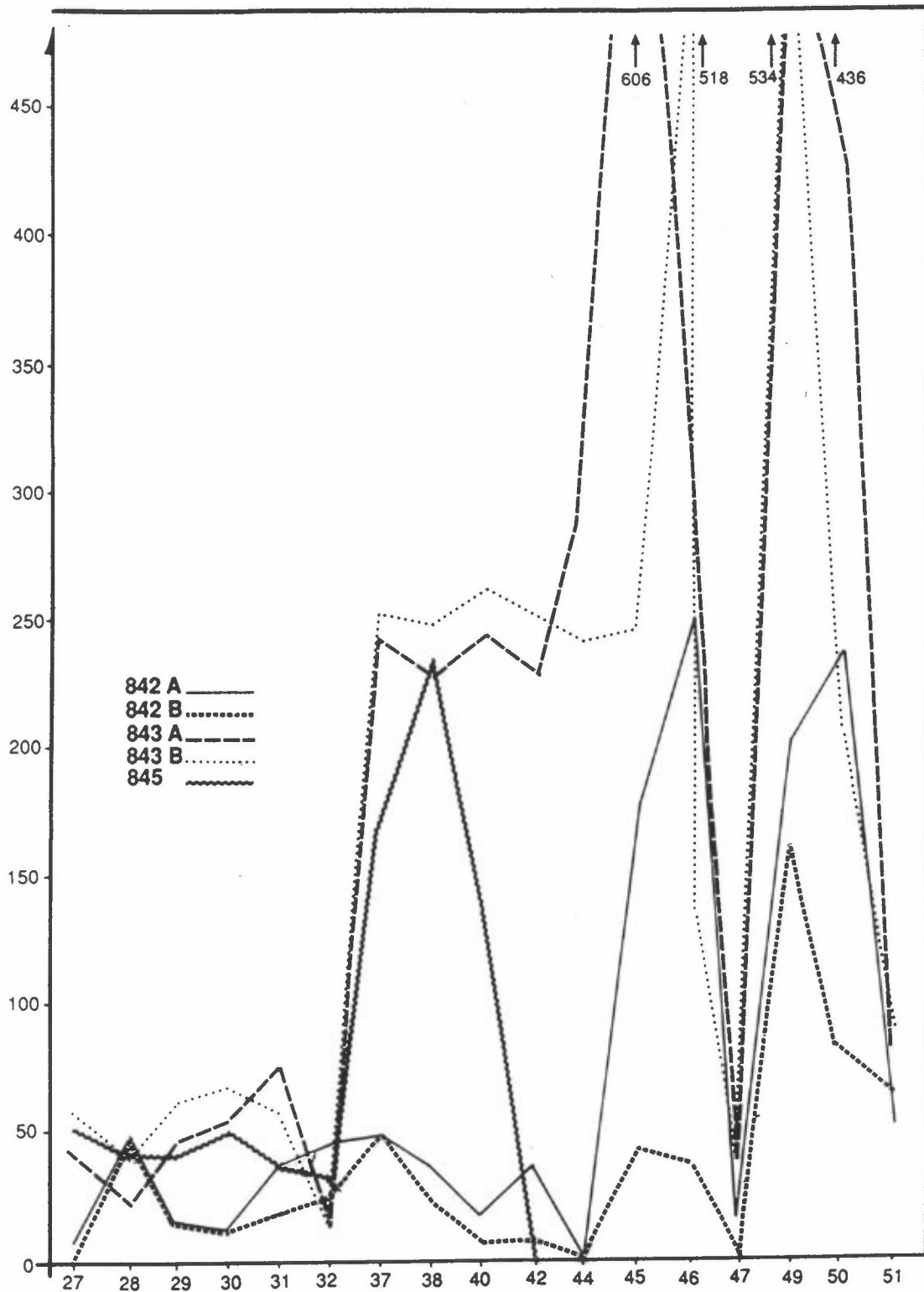
Avrenningsapparatene er plassert på bygget i alle 4 himmelretningene. På østsiden er det plassert ett apparat. På de øvrige sider har en to apparater. Avrenningen var til tider så stor at en ikke greide å fange opp alt vannet. I figur 15 er vist sammenhengen mellom nedbørmengden målt i nedbørsamleren på Erkebispegården og totalt oppsamlet avrenningsvann på alle apparatene på kirkeveggene. En har ikke tatt med uker hvor en har vært i tvil om prøvetakingen har fungert tilfredsstillende. For å få med flere data har en tatt med nedbør og avrenningsmengde ut året, da disse data av naturlige grunner foreligger lenge før analyseverdiene.

En konstaterer at der var ingen god sammenheng mellom nedbørmengde og avrenningsvann (se figur 15).



Figur 15: Sammenheng mellom nedbørmengde på Erkebispegården og totalt avrenningsvann fra alle 7 oppsatte apparater.

En ser av figur 16 at ingen av apparatene står i noen god sammenheng med nedbørmengden på Erkebispegården. Det er bra korrelasjon mellom to apparater på samme side av bygget, særlig mellom de på vestsiden som står ved siden av hverandre.



Figur 16: Mengde avrenning på ukesbasis for de viktigste avrenningsapparater.

Figuren viser også hvilken side som har mest avrenning, nemlig vestsiden, som ofte har svært mye mer avrenning enn de andre sidene. Noen målesteder har praktisk talt ikke gitt noe målbart avrenningsvann. Det gjelder østsiden (841) og ett målepunkt på nordsiden (oppe) (845B) hvor apparatet var plassert på "ren" stein med maskerte (plastmasse) fuger. To "nye" målepunkt 844A og B, som ble satt opp i uke 43, synes heller ikke å gi særlig avrenningsvann.

På sørsiden står apparat A vendt mot vest og B mot øst. En skulle derfor vente at A i en viss grad ville korrelere med apparatene på vestveggen. Dette er også stort sett tilfelle, bortsett fra i uke 44, da en ikke fikk noe avrenningsvann på sørsiden. Det er imidlertid mulig at dette kan inntreffe med vind fra nord-nordvest. Da vil kirkebygget virke skjermende. Mengden avrenningsvann er praktisk talt alltid høyere i det vestvendte apparatet (842A) enn i det som er vendt østover (842B).

På nordsiden har apparat 845A vært plassert på et kalsittutfellingssjikt. Dette målestedet er vestvendt og har mottatt regnmengder som av og til kan sammenliknes med vestsiden.

3.6.2 Kjemiske komponenter i avrenningsvannet

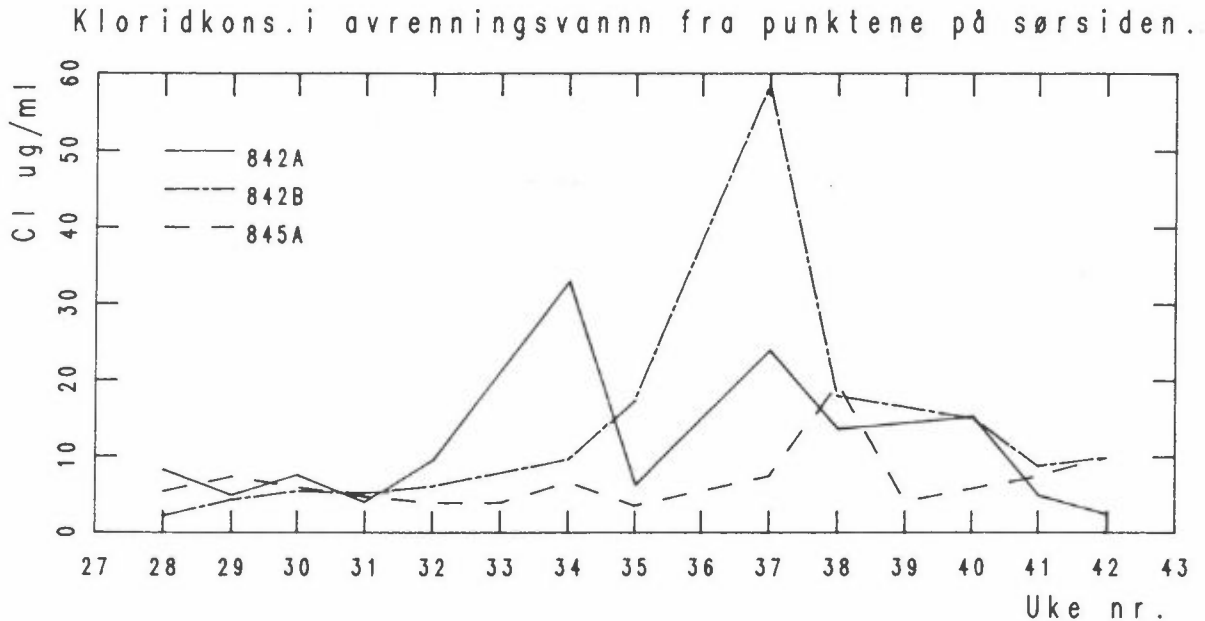
I tabell 8 er analyseresultatene samlet for de ukesbaserte avrenningsmålingene. Ione-konsentrasjonen er angitt som $\mu\text{g/ml}$ og konduktivitet i μS .

3.6.2.1 pH og konduktivitet

pH har, de ganger det har vært målt, ligget mellom 7 og 8. Det er overveiende sannsynlig at denne "stabilitet" skyldes tilstedeværelsen av karbonater som virker som buffer. En har av denne grunn sluttet å måle pH og konduktivitet.

3.6.2.2 Klorid

Kloridkonsentrasjonen er uventet mye høyere i avrenningsvannet enn i nedbøren, og ved å sammenlikne kloridkonsentrasjonene i nedbør (tabell 3) og figurene 16, 17 og 18, ser en den dårlige sammenhengen mellom klorid og nedbør og i avrenningsvannet.

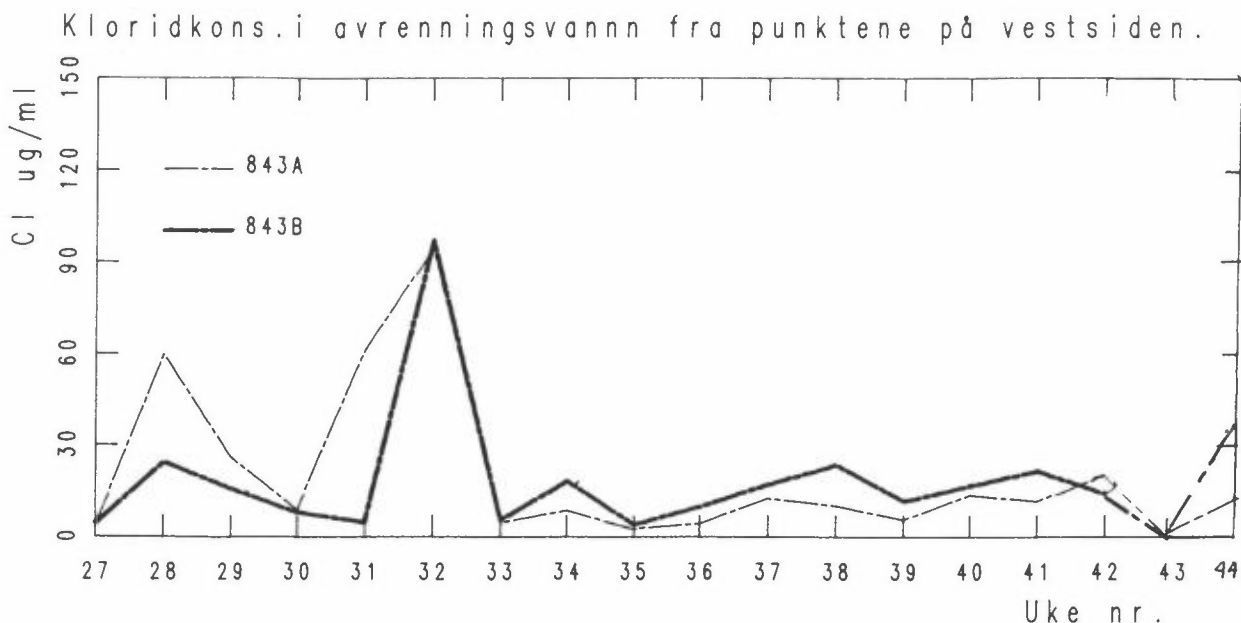


Figur 17: Kloridkonsentrasjonen i avrenningsvann fra punktene på sørsiden (842A og B) og nordsiden (845A). I uke 37 hadde en mye kloridholdig nedbør.

Nedbøren i uke 37 har bare slått gjennom i avrenningsvannet på punkt 842. I den uken hadde en ikke bare mye nedbør, men også uvanlig høy kloridkonsentrasjon i nedbøren.

Sørsidens to apparater følger hverandre dårlig når det gjelder kloridkonsentrasjonen. Dette henger neppe bare sammen med at apparatene er vendt mot forskjellige himmelretninger. Det kan skyldes ulike overflateforhold (figur 17). Dette bør undersøkes nærmere.

Som ventet korrelerer apparatene 843A og B. De står like ved hverandre og mottar regn fra samme retning. Apparat B gir stort



Figur 18: Kloridkonsentrasjonen i avrenningsvann fra punktene på vestsiden, 843A og B.

sett høyere kloridkonsentrasjoner. Dette mottar avrenningsvann fra "ren" stein (dvs. ikke fuger i oversiktbar nærhet). Apparatene på vestveggen har gjennomgående høyest kloridkonsentrasjon av alle målepunktene, selv om det finnes enkelte unntaksuker.

I uke 43 har en uforklarlig høye verdier for B-apparatet (se tabell 8), og en har ikke tatt med disse i noen vurderinger, og heller ikke i figur 18.

3.6.2.3 Nitrat, sulfat, Ca og Mg

I figur 19a, b, c og d er parametrene $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{SO}_4\text{-S}$, Ca og Mg fremstilt grafisk for målepunktene på vestsiden av bygget (843A og B).

Figur 19a-d viser god overensstemmelse mellom de kjemiske komponentene for apparatene på vestsiden. Ved å sammenlikne med figur 18 ser en at klorid ikke følger samme mønster.

A- og B-apparatene på vestsiden synes å korrelere ganske bra i måleperioden for alle de målte kjemiske parametrene, selv om A-apparatet ofte lå til dels betydelig høyere for alle komponentene de 7 første ukene. Ca-konsentrasjonen er gjennomgående høyest for A, hvor vannet renner over fuge (puss).

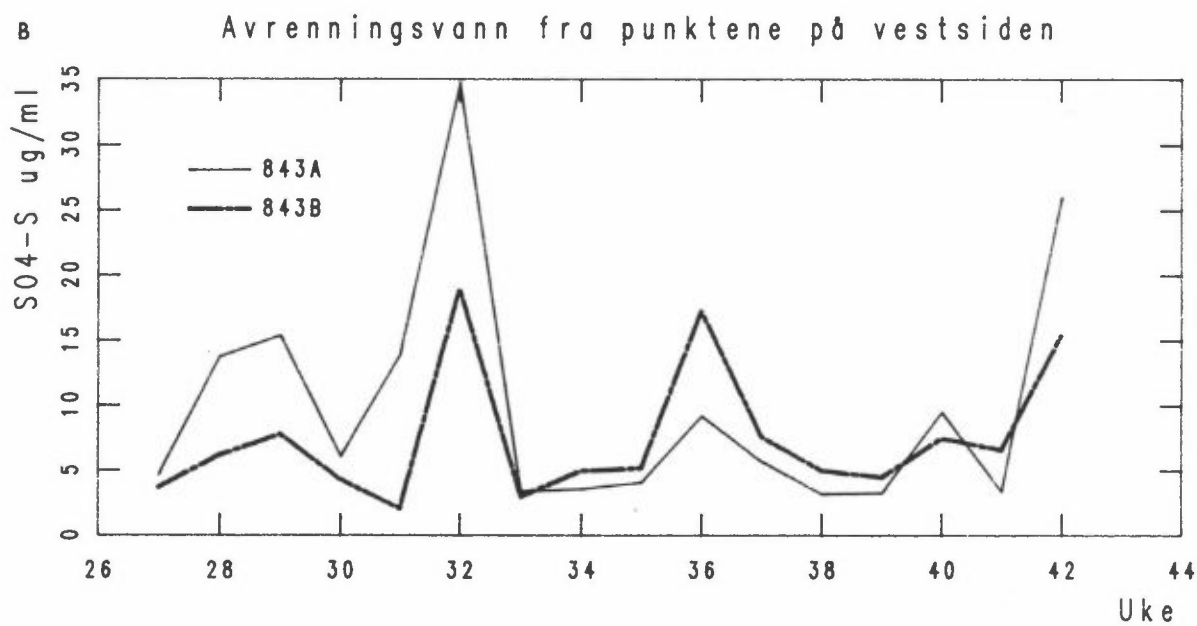
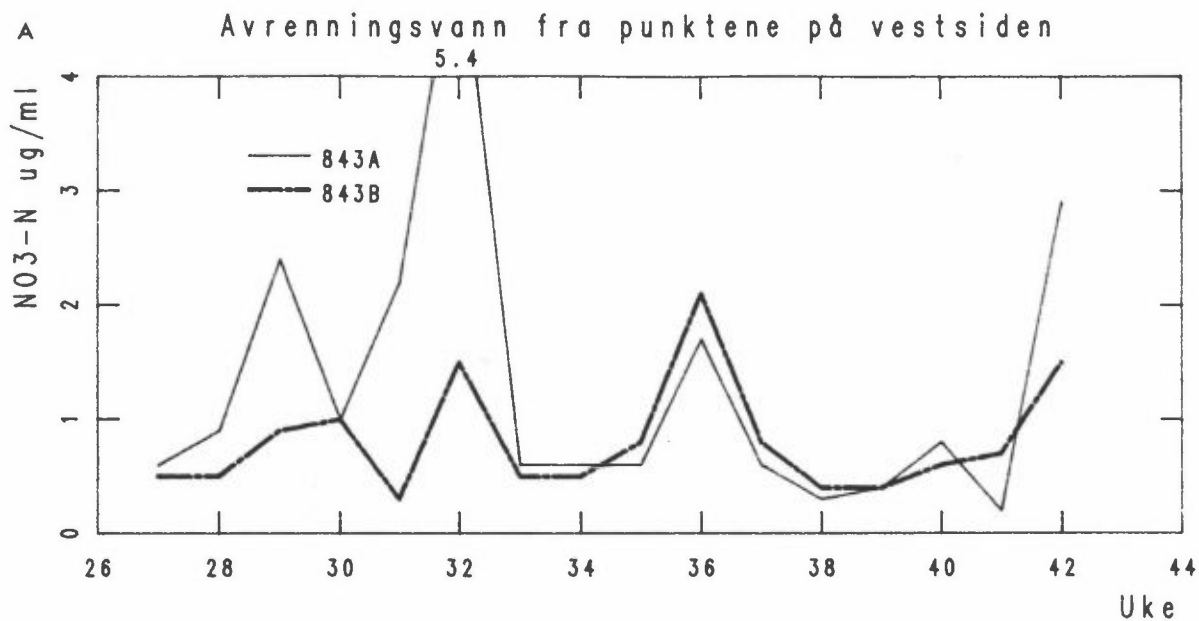
Verdiene for A- og B-apparatene på sørveggen samsvarer heller dårlig, men det er meget god sammenheng mellom konsentrasjonene av SO_4^{2-} , Ca og Mg (sannsynligvis p.g.a. Ca- og Mg-sulfatdannelse). Også NO_3 samsvarer godt, selv om korrelasjonen er noe svakere (se vedlegg 4, figur V.4.4). For vestsiden er det god sammenheng mellom alle 4 parametrene (figurene 19a-d).

En interessant iakttagelse er at det synes å være meget dårlig sammenheng mellom de verdier en får på avrenningsvannet fra de ulike sidene av kirkebygget.

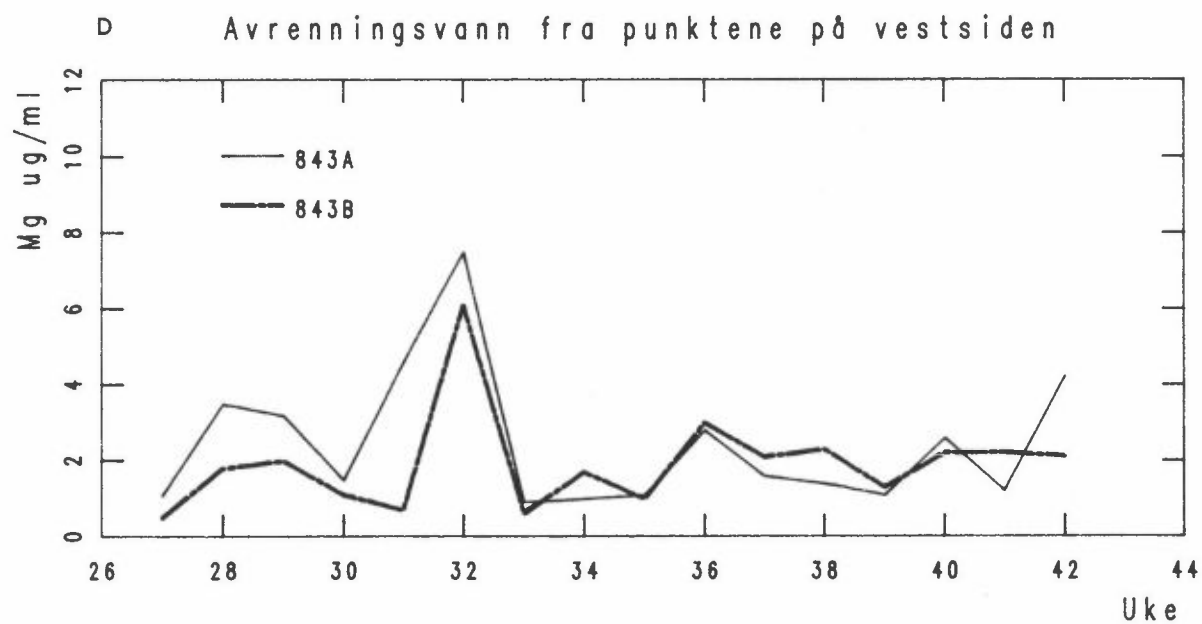
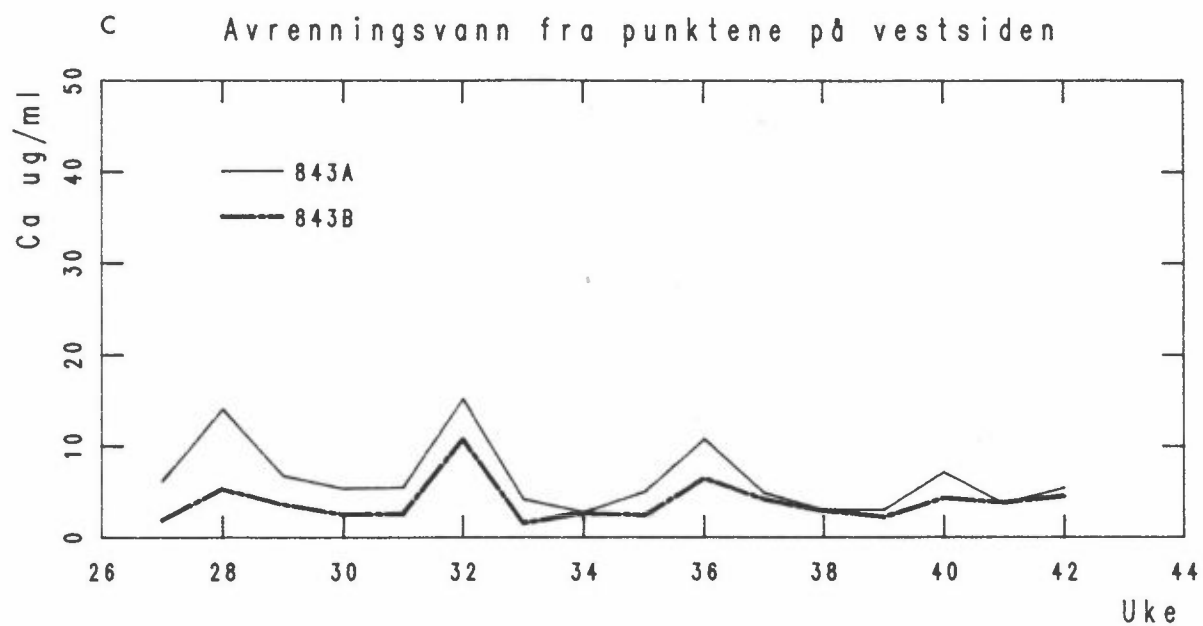
Med basis i tabell 8 kan en også finne at det med få unntak er en tendens til lavere konsentrasjoner av SO_4 , Ca og Mg på vestsiden enn for øvrig. Dette må sees i sammenheng med denne større nedbørmengde, og dermed større fortynningsgrad på denne siden. For Cl og NO_3 er ikke dette entydig.

Avrenning over kalkbelegg (845A) gir som ventet ikke så god korrelasjon mellom de ulike kjemiske komponenter. Ca-konsentrasjonen har her den høyeste middelvei av alle målepunktene, selv om et par enkeltverdier på sørsiden har vært høyere.

Det skal til slutt nevnes at alle målte kjemiske komponenter viser mye høyere konsentrasjoner i avrenningsvannet enn i nedbøren.



Figur 19a-b: Konsentrasjonene av NO₃-N og SO₄-S i avrenningsvannet fra vestsidens målepunkter (843A og B).



Figur 19c-d:

Konsentrasjonene av Ca og Mg i avrenningsvannet fra vestsidens målepunkter (843A og B).

3.7 KORROSJON

I tabell 9 finner en resultatene av vekttapsmålingene av stålplater som har vært eksponert i alle de 4 hovedhimmelretningene. På nordsiden har en 2 målepunkter i ulik høyde over bakken.

Tabell 9: Vekttapsmålinger av stålplater eksponert på Nidaros domkirkes ytre vegger i tidsperioden juli-desember 1990.

Målepunkt	Himmelretning	Vekttap i g/m ²						Σ
		Jul.	Aug.	Sep.	Okt. ¹	Nov.	Des.	
Hovedstasjon								
840A	sør	7,0	8,3	8,3	8,0	11,7	12,0	55,3
841	øst	4,7	4,7	7,3	6,7	10,7	10,3	44,4
842	sør	4,3	4,0	5,3	6,7	9,7	8,3	38,3
843	vest	8,0	7,0	7,7	8,7	13,3	13,7	58,4
844	nord (nede) ²	7,0	5,3	6,7	8,0	15,0	14,7	56,7
845	nord	5,3	4,7	5,3	6,7	10,0	9,0	41,0
Sum (6 mndr.)		36,3	34,0	40,6	44,8	70,4	68,0	

1) Eksponeringstid er her bare 14 dager. Korrosjonstallene er korrigerert for dette ved dobling.

2) Platestativet er på nordveggen, men er egentlig vendt mot øst.

Selv om korrosjonstallene har steget utover høsten, er det liten korrosivitet det dreier seg om. Det kan nevnes at middelkorrosjon for målepunktene i november var i 11,7 g/m². Dette er omtrent halvparten av den korrosjonen en målte i midten av 70-årene på NILUs bakgrunnsstasjon Birkenes. 70-årene er valgt fordi en da hadde månedseksponeringer der, men noen vesentlig endring i korrosjonsnivået har en ikke hatt frem til i dag. Dette kan en se av årskorrosjonen.

- Under den varme delen av året synes det klart at på vestsiden av bygget har en mest korrosjon, selv om denne korrosjon er meget lav. Erkebispegården har for øvrig omtrent samme nivå.
- I den kalde årstiden endrer bildet seg noe. Den nedre delen av nordsiden synes da å være mest utsatt for korrosjon.

- Det er tendenser som tyder på at sørsiden har lavest korrosjon gjennom hele året.

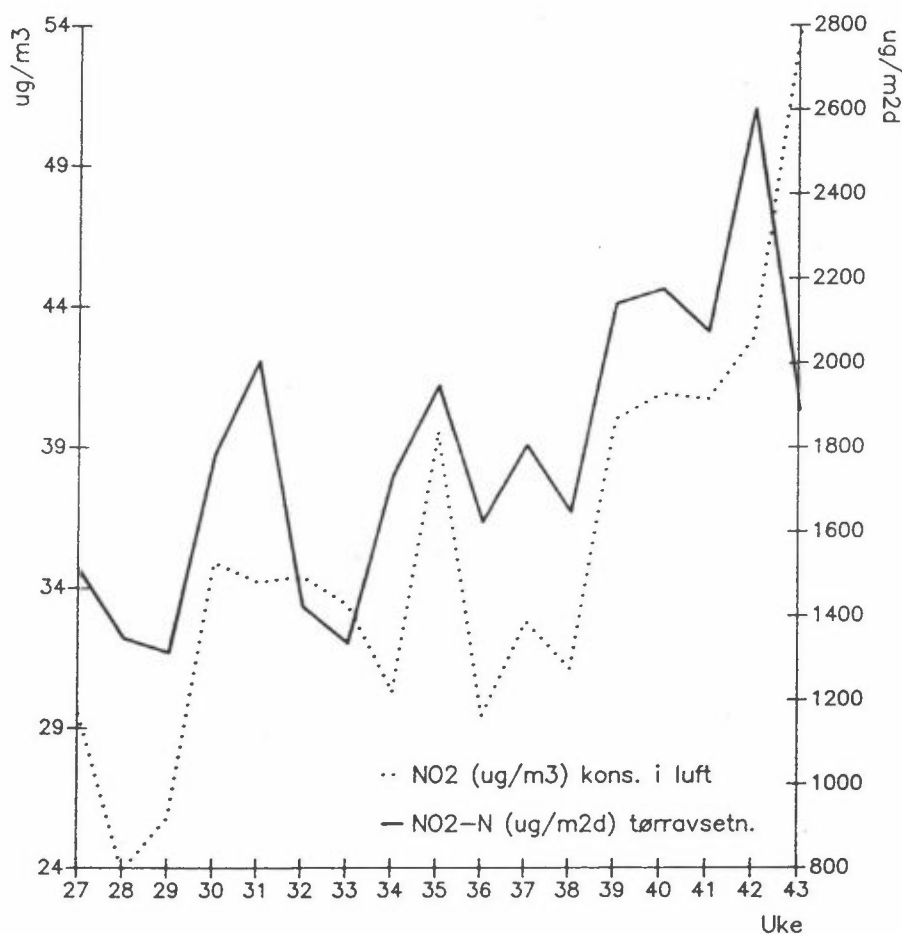
Vi skal i neste kapittel forsøke å forklare årsaken til noen av de ovennevnte observasjonene.

3.8 LITT MER OM SAMMENHENGER

3.8.1 Konsentrasjonen av NO₂ - tørravsatt NO₂-N

Figur 20 viser sammenhengen mellom målt konsentrasjon av NO₂ og tørravsatt NO₂-N på målestedet ved Kongsgårdsgate. NO₂-konsentrasjonen er oppgitt som midlere døgnkonsentrasjon, mens tørravsetningen er oppgitt i $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ NO₂ regnet som N.

Kongsgårdsst. ved Nidarosdomen juli – oktober 1990



Figur 20: Sammenstilling av målingene for NO₂, tørravsetningsmålinger og konsentrasjoner i luft fra Kongsgårdsgate ved Nidaros domkirke i tiden juli-oktober 1990.

Som en ser av figur 20, er det en sammenheng mellom konsentrasjonsmålingene og tørravsetningsmålingen av NO_2 . Det er sannsynlig at vind og turbulens gir hovedårsaken til avvikene.

3.8.2 Korrosjon - tørravsatt SO_4 -S

I figur 21 er korrosjonsverdiene og tørravsatt S vist (kumulativt) for alle målepunktene.

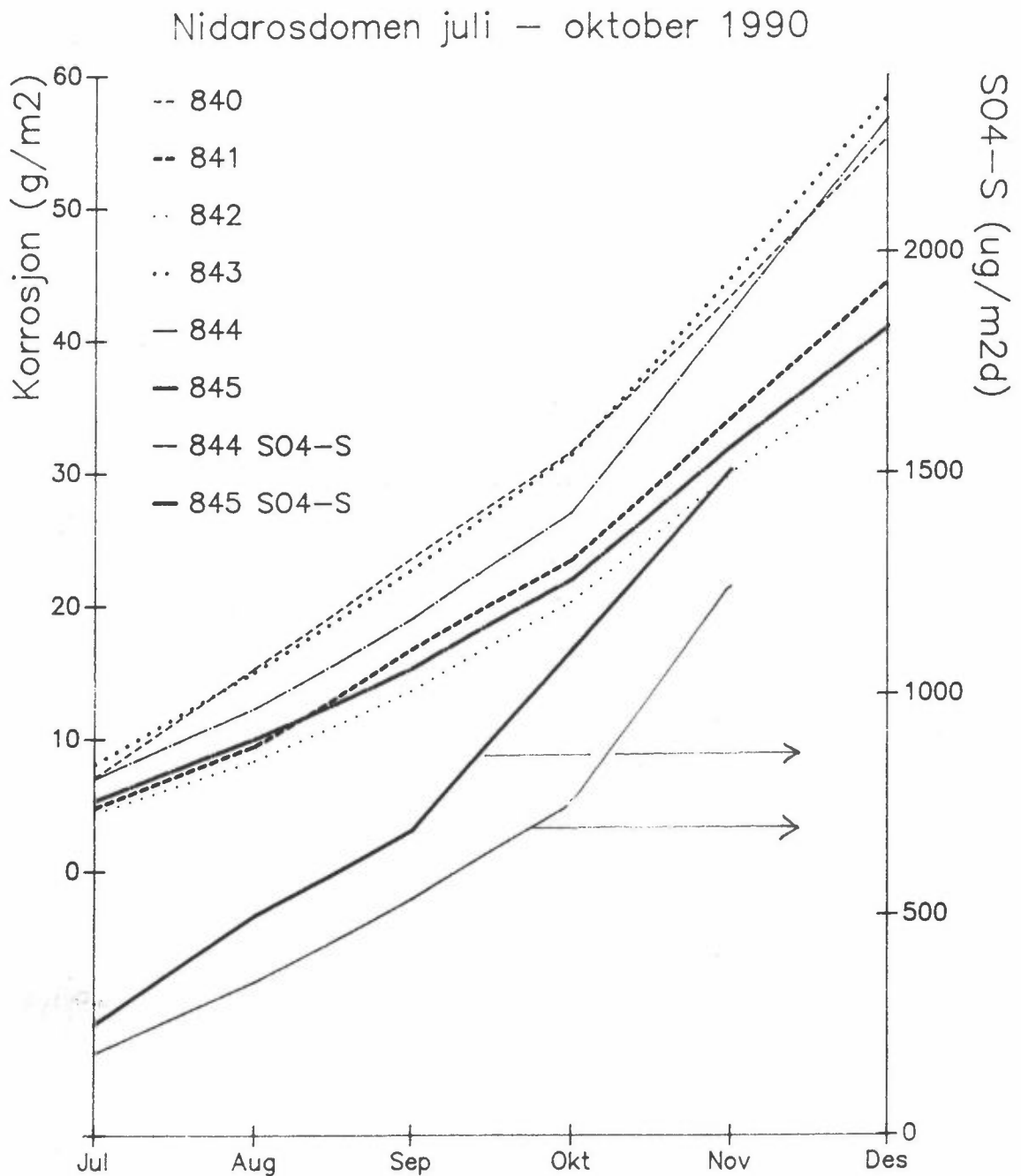
Særlig i november, men også i desember har korrosjonen vært atskillig høyere på alle målepunkter enn i de tidligere månedene. Nå faller disse månedene utenfor den perioden en har kjemiske data fra ennå. En har derfor på nåværende stadie bare forslag til forklaringer til den økte korrosjon.

Det synes som om det særlig er nedre målepunkt på nordsiden (844) som har gitt høyest korrosjonsverdi de to siste månedene.

Kirkens oljefyr har vært i gang i periodene 24.-25.10. (uke 43), 19.-21.11. (uke 47), 4.-11.12. (uke 49/50), 13.-15.12. (uke 50), 22.12. (uke 51) og 31.12.1990-4.1.1991.

En ser av figur 6 de forhøyede verdiene for SO_4 -S i uke 43. De andre fyringsdatoene vil bli vurdert ved neste rapportering.

I oktober måned hadde en bare eksponering av stålplater den siste halvdelen av måneden. Også i november hadde en relativt høye tørravsatte S-verdier i fyringsuka (uke 47), selv om bildet ikke var like entydig som i uke 43 (se fig. 20). En fikk likevel en betydelig nivåheving av korrosjonen på alle målepunktene. En kan imidlertid ikke forklare korrosjonen i punkt 844 med bare å vise til forhøyet tørravsatt SO_4 -S. De andre punktene hadde f.eks. vel så mye S-avsetning i november uten at en korrosjonsøkning av tilsvarende størrelse inntraff.



Figur 21: Korrosjon og avsatt SO₄-S på Nidaros domkirke juli-desember 1990. Kurvenes månedsverdier er akkumulert over måleperioden. Merk at de to nederste kurvene som representerer tørravsatt SO₄-S har sine Y-akser til høyre.

S-avsetningen i november er nevnt i parentes i µg/m²d bak hvert målepunktnummer: 840A(697), 840B(499), 841(377), 842(405), 843(839), 844(503) og 845(524).

Disse og etterfølgende målinger vil bli grundig vurdert ved neste rapportering. Det er tatt med her bare for å vise at S-avsetningen ikke er tilstrekkelig som forklaring. Viktige faktorer som må med her er fuktighetsforhold, avvaskingsforhold p.g.a. nedbør og kanskje SO₂-konsentrasjonen i luften.

3.8.3 Korrosjon - fuktighetsparametrene

Det har ikke vært mulig å se noen sammenheng mellom korrosjon og fuktighetsparametrene nedbør, våttid, relativ fuktighet og vannavrenning. Tidsperioden er ennå i korteste laget, og en har ikke fått vurdert WETCORR-dataenes betydning.

I tabell 10 er det tatt med korrosjon fra den østlige kirkevegg med tilnærmet 0 ml oppsamlet slagregn i form av avrenningsvann, og fra den vestlige veggen som har maksimum slagregnsmengde.

Tabell 10: Fuktighetsparametere og korrosjon (på øst- og vestvegg) på månedsbasis (g/m²).

Parameter	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.
Nedbør (mm)	80	28	24	43
Våttid (TOW)	368	419	347	367
RH % (rel.fukt.)	79	82	80	81
Avrenning (843)	189	>561	693	>1021
Korr. 841	4,7	4,7	7,3	6,7
Korr. 843	8,0	7,0	7,7	8,7

4 KONKLUSJONER

De nedenforoppsatte konklusjoner er ikke å oppfatte som endelige. En befinner seg tidlig på tidsskalaen i prosjektet.

Konklusjonene må betraktes som foreløpige og ofte bare som indikasjoner. Det er på dette stadiet heller ikke lagt vekt på

systematisering av konklusjonene. De følger derfor stort sett innholdsfortegnelsen.

- Nedbøren over området ved Nidaros domkirke har pH og anionmengder som tilsvarer omtrent det en kystnær norsk bakgrunnsstasjon har. Ca-, K- og Na-mengdene er kanskje noe høyere enn det en normalt måler på slike stasjoner og kan skyldes steinbearbeidingsaktiviteten i området.
- Våttiden (TOW) har vært nokså lik i de 4 første månedene av prosjektet (juli-oktober).
 - Målingene med WETCORR-instrumentet viser god reproduserbarhet på overflateområder med antatt likt mikromiljø.
 - Det er til dels stor forskjell i våttid i de ulike ukene i perioden. Om sommeren får en lite våttid i perioder med tørt, varmt vær. I oktober skyldes lite våttid at en har tørre perioder, men også at temperaturen var under 0°C.
 - Strømstyrken varierer over tid. Et mindre regnvær med slagregn kan gi høyere strømstyrke enn større nedbørmengder med mindre slagregn.
 - Det kan være stor forskjell i fuktbelastningen på områder som ligger nær hverandre, eksempelvis algebegrodde og gipsbelagte områder.
 - På områder hvor avrenningen er stor finner en gjerne algebegroing.
 - Cellene vil etter hvert bli forurenset av salter. Dette øker fuktopptak og fuktbelastningen på cellene. Siden også fasaden er forurenset, vil en eldre celle gi et bedre bilde av den reelle befuktningen enn det en ny celle gjør.
 - Cellens strømrespons ved ulike forurensninger på cellen må kartlegges.
- SO₂-nivået i Trondheim by (Kongensgate) er for de første 4 månedene meget lavt (<5 µg/m³ på ukesbasis).

NO₂-nivået er stort sett som normalt for norske bygater (målinger for bare 3 uker i oktober). I Kongsgårdsgate ved

Nidaros domkirke ligger nivået på ca. det halve av sentrumsnivået, med en stigende tendens utover høsten. Månedsmiddelet for perioden var $35,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Kongsgårdsgate.

- Tallmaterialet er ennå for lite til å vurdere eventuell sammenheng mellom NO_2 -nivået i Kongensgate og Kongsgårdsgate.
- Det er i perioder god sammenheng mellom NO_2 -konsentrasjonen i luft og tørravsatt NO_2 -N.
- Tørravsetningen er generelt størst på byggets vestside for SO_4 -S, NO_3 -N og i særdeleshet for Cl. For NO_2 -N er tallene størst for Kongsgårdsgate, men ikke vesentlig større enn for vestsiden av bygget. NO_2 -N regnes stort sett for å være trafikkrelatert.
- Vestsiden har mottatt langt mer slagregn enn de andre sidene. Østsiden har overhodet ikke gitt noe avrenningsvann fra vegg.
- Veggavrenningsvannet holder pH mellom 7 og 8, men måles ikke lenger.
- Kloridkonsentrasjonen er uventet mye høyere i avrenningsvann enn i nedbøren, og det er vanskelig å spore noen sammenheng.
- Avrenningsvannet fra de to målestedene på sørsiden følger hverandre mye dårligere når det gjelder klorkonsentrasjonen enn avrenningsmengde. Dette kan henge sammen med dels apparatenes ulike retningsorientering og dels ulike overflateforhold. Dette bør undersøkes nærmere.
- Vestsiden har stort sett mer klorid i avrenningsvannet enn alle de andre sidene. Få unntaksuker finnes.

- På vestsiden viser analysene av avrenningsvannet at det er god korrelasjon mellom parametrene $\text{SO}_4\text{-S}$, Ca, Mg og $\text{NO}_3\text{-N}$, og at Cl faller noe utenfor. Avrenningsvannet fra fuge (843A) har konsekvent mer Ca og mindre Cl enn vannet som ikke renner over fuge.
- Sammenhengen mellom de kjemiske parametrene i avrenningsvannet på sørsiden er god. Bare $\text{NO}_3\text{-N}$ -verdiene på B-apparatet har litt avvikende kurvemønstre. Det er dårlig sammenheng mellom A- og B-apparatet når det gjelder de målte kjemiske parametrene.
- Avrenningsvannet over kalkbelegget på nordsiden (845A) inneholder som ventet mye Ca, og Ca korrelerer ikke så godt som på de andre målepunktene på bygget med de øvrige komponentene.
- Det er tendens til lavere konsentrasjoner av $\text{SO}_4\text{-S}$, Ca og Mg i avrenningsvannet på vestsiden enn på de øvrige sidene. Dette henger sannsynligvis sammen med den større slagregnmengde og dermed større fortynningseffekt.
- For alle de målte kjemiske parametre gjelder at en finner mye høyere verdier i avrenningsvannet enn i nedbøren.
- Korrosjonshastigheten har generelt økt til det doble fra sommeren til henimot slutten av året, men er fortsatt å oppfatte som lav.
- I siste halvår av 1990 har korrosjonen vært størst på vestsiden av bygget, og faller således sammen med slagregnmengden. Løser vi opp tiden noe mer, ser en at korrosjonen har vært høyest på nedre målested på nordsiden. Dette faller sammen med oppstarting av oljefyringsanlegget like i nærheten av målestedene. Det er imidlertid for tidlig å dra endelige konklusjoner om disse sammenhenger.

- Den laveste korrosjonshastigheten gjennom hele året synes en å ha på sørsiden.

5 REFERANSER

Jacobsen, M. (1990) Forurensningssituasjonen rundt Nidaros domkirke. Hovedoppgave. Trondheim, NTH, Institutt for Termisk Energi.

VEDLEGG 1

Program for miljømålingene på Nidarosdomen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Vår ref.: OA/KBN/A-90004/20. august 1990

PROGRAM FOR MILJØMÅLINGER PÅ NIDAROSDOMEN

Måleprogrammet omfatter 6 målepunkter, en referansestasjon og 5 punkter eller områder på selve domen. En måler flere meteorologiske og kjemiske parametere, og disse har ulik oppløsning i tid. Instrumenter, parametere og tidsoppløsning følger i oversikten nedenfor.

Angivelsen av målepunktene tar utgangspunkt i referansestasjonen som er gitt koden H (Hovedstasjon, nr. 840 i NILUs stasjonsregister). De øvrige punktene på domen følger klokka (viser-retning). Vi starter i øst med nr. 1, sør nr. 2 osv. Dette tilsvarer for øvrig stasjonsnummer 841, 842 osv. I de tilfeller en har målepunkter i samme himmelretning men i ulik høyde, nevnes det laveste punkt først. En skisse over målepunktene er vedlagt.

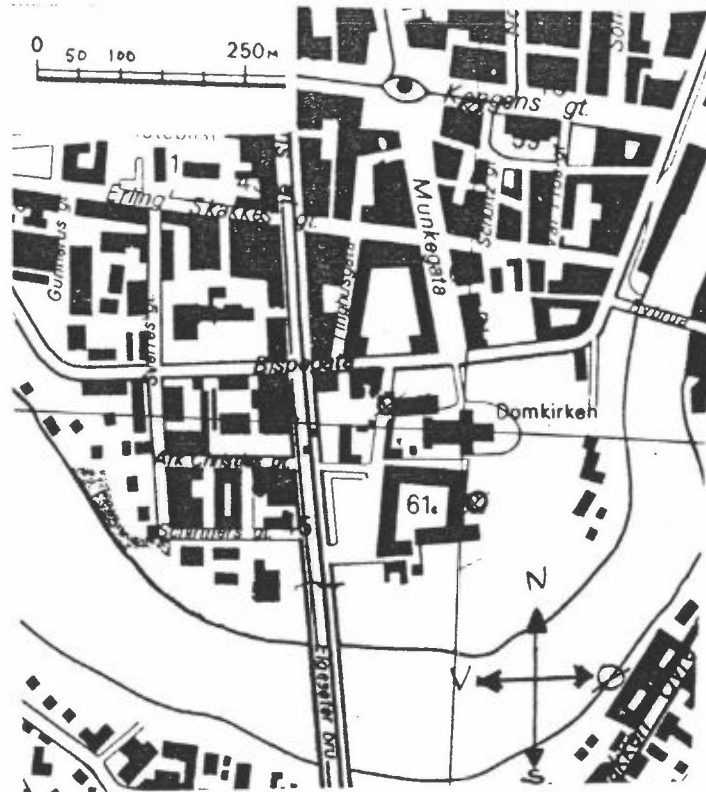
NILU startet miljømålingene 2.7.90. Den ansvarlige stasjonsholder fyller ut et driftsskjema, som sendes NILU ukentlig. Driftsskjema er vedlagt.

SINTEF vil i løpet av høsten sette opp steinprøver i tilknytning til NILUs målepunkter. Steinprøvene vil bli oppfulgt med effektstudier (mikroskopi og evt. andre analysemetoder).

NIDAROS-H. Målestedet ligger ca. 50 m sør for domen, i Erkebispegården (på gårdsplassens østlige side bare noen få meter fra gjerde til kirkeparken).

NO₂-prøvetakerutstyret er plassert i snekkerverkstedet, og luftinntaket er i Kongsgårdsgate (avstanden til domen er her ca. 40 m).

NILU har dessuten et målested for NO₂ og SO₂ i Kongensgt. Her måles NO₂ bare i vintermånedene (oktober-mars).



Bygning på kartet merket 61 er Erkebispegården (den østre del av bygget eksisterer ikke mer pga. brann). Målestedet er merket med X. En har videre merket av målestedene i Kongsgårds gt. (snekkerverksted) og i Kongensgt. i sentrum.

STED: ERKEBISPEGÅRDEN

MÅLEUTSTYR	PARAMETER	TIDSBASIS (TIDS- OPPLØSNING/BETJENING)
Termohygrograf	Temperatur, % RH	Kontinuerlig. Ukentlig betjening.
Nedbørsamler	Mengde (mm), pH, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- og Mg^+	Prøvetaking og pH er døgnlige. Ukens nedbør slås sammen på lab. før øvrig analyse.
GA* (merket A)	SO_4^{2-} , NO_2^- og NO_3^-	Ukentlig.
Korrosjonsstativ	Vekttap av stålplater	Måned og år.

*) GA (gassavsetningsapparat) er en passiv prøvetaker for tørravsatt gass. Den virksomme del er et papirfilter impregnert med trietanolamin (TEA).

STED: KONGSGÅRDSGATE (Snekkerverksted)

MÅLEUTSTYR	PARAMETER	TIDSBASIS (TIDS- OPPLØSNING/BETJENING)
NO ₂ -prøvetaker (FK)	NO ₂ , (sot)	Døgnlig. Ukentlig betjening.
GA (merket B)	Som før —	

(Sistnevnte apparat er satt opp for å sammenlikne med NO₂-prøvetakeren).

NIDAROS-1 (vender mot øst)

GA + Korrosjonsstativ + Veggavrenningsapparat (= VA).

GA betjenes som for hovedstasjon.

VA betjenes ukentlig, og det bestemmes (pH), SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, Ca²⁺ og Mg⁺ i vannet. Oppsettet er ment å reflektere typisk materialtap fra vegg.

NIDAROS-2 (vender mot sør)

GA + Korrosjonsstativ + 2VA.

VA merket A er plassert på ren steinflate og vender mot vest. Også VA merket B er på ren steinflate, men vender mot øst. De er plassert på hver sine tårn ("kapitèl").

NIDAROS-3 (vender mot vest, den egentlige front)

GA + Korrosjonsstativ + 2VA.

VA merket A og B er plassert i søndre vinduspost og har avrenning fra hellende kleberstein (type: Bergen). A har stein med pussfuge, og B er uten.

NIDAROS-4 og 5 (vender mot nord og bysentrum)

NIDAROS-4 (laveste målepunkt, bak kapittelbyggets tak)

GA + Korrosjonsstativ + 6 fuktighetsfølere (WETCORR)

Fuktighetsfølernes plassering og nummerering:

De tre vestre:

Festet på alger, mot NØ, kanal 5

Festet på ren stein, mot N, kanal 6

Festet på belegg, mot N, kanal 4.

Ca. 10 m lenger øst:

Festet på ren stein, mot Ø, kanal 3

Festet på alger, mot Ø, kanal 2

Festet på belegg, mot Ø, kanal 1.

NIDAROS-5 (høyeste målepunkt, litt vest for pkt. 4)

GA + Korrosjonsstativ + 2VA + 6 fuktighetsfølere (WETCORR)

VA, merket A, er vestvendt og festet på belegg. B sitter like ved siden av A og er altså vestvendt, men er festet på ren stein og hvor pussfugene over er maskert med silikonmasse. Apparatene er plassert på tårnvegg ("kapitèl").

Fuktighetsfølerne er plassert på samme kapitèl som GA og VA.

4 stk. er vestvendt:

Festet på ren stein (kanal 3 og 4)

Festet på belegg (kanal 5 og 6).

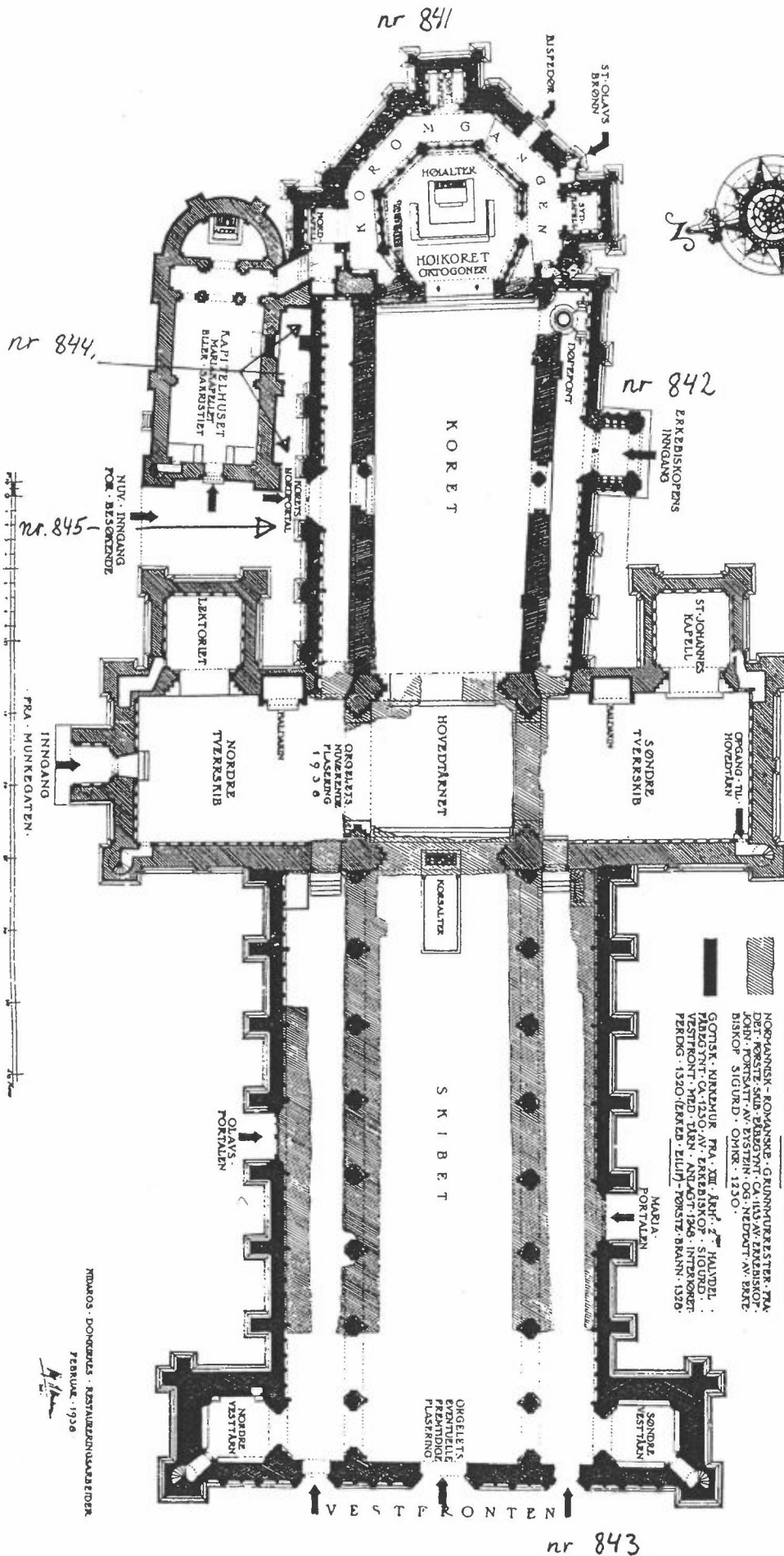
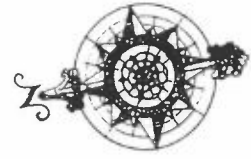
2 stk. er østvendt:

Festet på ren stein (kanal 1)

Festet i hulromtak i pussfuge (kanal 2).

En vil underveis stadig ta opp til vurdering eventuelle endringer i måleprogrammet. En tenker da særlig på flytting av målepunkter på domene. Måleresultater og observasjoner in situ kan gjøre dette aktuelt.

NIDAROS · DOMKIRKE...
KRONOLOGISK · PLAN · I · SØKKELHØIDE : M:1:96 ·



TEGNFORKLARING :

- ROMANSK · GRUNNUTRÆSTER · AV · OLAV · KORRES · KIRKE · PRA · XI · ÅRH · (1066 - 1093)
- GOTTISK · KIRKEMUR · PRA · XII · ÅRH · 2^{de} HALVDEL · PÅBYGNET · CA · 1100 · AV · ERKEBISKOP · EYSTIN ·
- NORMANNISK · ROMANSK · KIRKEMUR · PRA · XI · ÅRH · TVERSNIDET · PÅBYGNET · 1182 · AV · ERKEBISKOP · JOHN · FORTSATT · AV · ERKEBISKOP · EYSTIN · SOM · OGSÅ · HAR · BYGGT · KAPITULHUSET · I · TRANSIJSJONS · PERIODEN ·
- NORMANNISK · ROMANSK · GRUNNUTRÆSTER · PRA · JOHN · FORTSATT · AV · EYSTIN · OG · NEDBYGNET · AV · ERK · BISKOP · SIGURD · OMKRE · 1250 ·
- GOTTISK · KIRKEMUR · PRA · XII · ÅRH · 2^{de} HALVDEL · PÅBYGNET · CA · 1250 · AV · ERKEBISKOP · SIGURD · FORTSATT · AV · JOHN · FORTSATT · AV · ERK · BISKOP · SIGURD · OMKRE · 1250 ·
- MARIA · FORTYLLEN ·
- ORGELSTJERNEN · ERETTET · I · 1939 ·
- ORGELSTJERNEN · ERETTET · I · 1939 ·

NIDAROS · DOMKIRKES · RESTAURERINGS · UTSÆTTelser ·

1926

A. Holm

UKE ÅR

DRIFTSSKJEMA
NO₂-NEDBØR-VEGGAVRENNING OG GASSAVSETNING.

STASJONSNR: 840 - 845 NAVN: NIDAROS, H+I-5 OBSERVATØR

DATO	PUMPE NR	PUMPEKAPASITET l/min		MIDLERE KAPAS. m ³ /24t	MIDLERE PRØVEVEKT (g)			µg NO ₂			NED- BØR (ml)	MALE- PXT. HA HB	VEGG- AVR (ml)	AVSETN. TEA		
		NYTT	GAMMELT		BRUTTO	EMB	NETTO	pr ml	TOTALT	pr m ³						pr m ³ korr.
- / -	1															1
- / -	2															2
- / -	3															3
- / -	4															4
- / -	5															5
- / -	6															6
- / -	7															7
- / -	8															8

SEFT X VED
 ↓
 INNTAK

Instruks: Bruk blyant! Skriv ikke i kolonner under skraverete felt.
 Notér avleste verdier av pumpekapaletet på flowmeter etter innsättning av nytt filter og like før samme filter tas av.
 Strekker ikke merknadskolonnen til, skrives på baksiden med tall i kolonne x) som referanse for datoen.

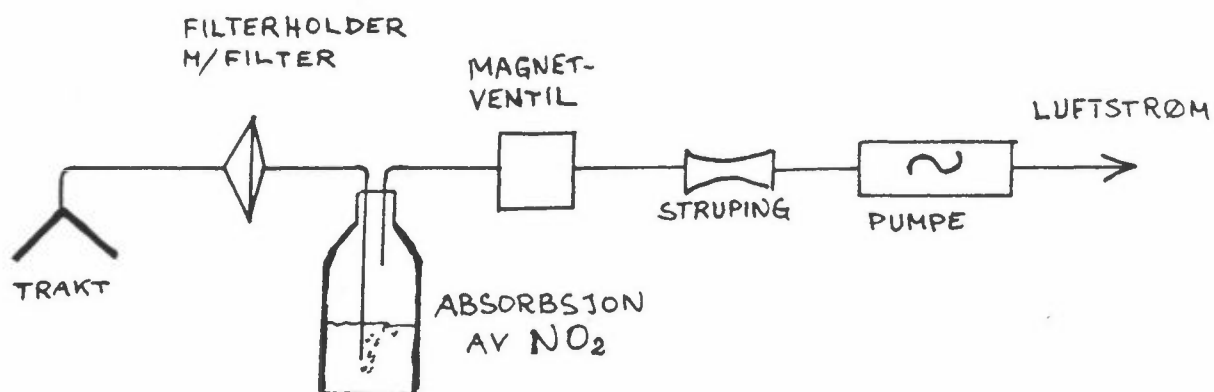
VEDLEGG 2

Prosedyre for miljømålinger på Nidarosdomen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
 Vår ref.: OA/SBH/0-90004/22. juni 1990

PROSEDYRE FOR MILJØMÅLINGER PÅ NIDAROSDOMEN

1. NO₂-PRØVETAKER, TYPE FK (1 STK)



En forenklet skisse av prøvetakingsutstyret er vist ovenfor. Luftgjennomgangen er regulert ved struping til 1 l pr min. Apparatet tar automatisk 24 timers-prøver, og betjenes 1 gang ukentlig ved skifte av prøveflasker og filterholdere. De eksponerte absorpsjonsflaskene og filterholderne (7 av hver) sendes ukentlig til NILU. Før innsetting merkes de med dato og stasjonsnr.

Start betjeningen ved å slå av apparatet. Ta deretter slangen av manifold og monter flowmeter. Slå apparatet på, og mål luftgjennomgangen i alle flaskene. Boblingen skifter over til neste flaske ved å trykke på knappen "skift". Noter resultatene på skjema. Dette skjemaet sendes NILU. Sett inn nye flasker og filterholdere og mål igjen med flowmeteret. Noter luftgjennomgangen på nytt skjema. Skjema fylles forøvrig ut ifølge tekst. Apparatet slås av, flowmeterslange fjernes. Start apparatet og sørg for innstilling av bobling på riktig flaske.

NB! Det er viktig at apparatet er avslått mens en tar av og på flowmeterslangen for å unngå at absorpsjonsløsningen suges til filtrene

2. TERMOHYGROGRAF (1 STK)

Termohydrografen måler relativ fuktighet og temperatur kontinuerlig. Apparatet står inne i et spesialbygget bur sammen med et minimumstermometer og et vanlig termometer.

En kurve for hver parameter tegnes opp på et papir festet rundt en roterende trommel som dreier 1 runde i løpet av en uke. Papiret (termohydrogrammet) skiftes følgelig 1 gang pr. uke og sendes NILU. På termohydrogrammet påføres stasjonsnr., datoer, ukas minimumstemperatur samt temperaturen ved papirskiftet. Blir avvikene mellom termometrene og instrumentangivelsen stor, kontaktes NILU. En bør kontrollere at pennene på instrumentet oppfører seg normalt. Ved regnvær bør således hydrogrammet vise en utflatet kurve på rundt 100% RH.

3. NEDBØRMÅLING (1 STK)

Regnsamlerens vanninnhold måles døgnlign, og mengden (i ml) sammen med stasjonsbetegnelse (nr.) og dato skrives på prøveflasken. Prøveflasken fylles helt, og overskuddsvann kastes. Regnsamler og trakt bør skylles døgnlign med dest. vann, også når det ikke har vært nedbør. Særlig viktig vil skylning være etter lange tørkeperioder.

Nedbørprøvene samles opp for en uke, og sendes NILU sammen med de andre prøvene. Om vinteren monteres en annen type nedbørsamler.

4. DEPOSISJONSMÅLER FOR SO_4^{2-} , NO_2^- og NO_3^- (7 STK)

Måleren består av et impregnert filter (trietanolamin + glyserin) eksponert med overflaten vendende nedover. Filteret skiftes ukentlig ved at hele filterholderen skrues av stativet. Stativet skal skjerme mot nedbør. Filterholderen merkes med stasjonsnr. og ukenr. og sendes NILU. Nye filterholdere med ueksponerte filtre monteres. Husk å fjerne lokket på filterholder før eksponering.

5. KORROSJONS-STATIV (7 STK)

Hvert stativ inneholder 4 stålplater. To av disse skal stå ute i ett år. De to andre skiftes hver måned, og de eksponerte platene legges i konvolutt (2 i hver) merket med stasjonsnr. og måned (f.eks. 843, aug. 90). En

bør unngå å ta på plateoverflaten. Legges flere plater sammen, må en ha mellomleggspapir.

6. VEGGAVRENNING (6 STK)

Apparatet for oppsamling av avrenningsvann fra vertikale vegger vil ikke bli montert på referansestasjonen.

Da en ennå har noe lite erfaring med dette utstyret, må en prøve seg fram. Vi forsøker med ukentlige målinger. Det eventuelt oppsamlede vann måles og tappes i prøveflasker merket med stasjonsnr., ukenr. og ml vann. Dersom vann ikke fanges opp i løpet av en uke, lar en bare prøvetakingen fortsette til en ny uke har gått osv. En avslutter alltid en prøvetakingsperiode ved uke-slutt i takt med de andre prøvetakingene. Total prøvetakingstid noteres på flaskene. Det holder med ukenumrene. Pass på at oppsamlingsapparatet ikke lekker.

7. FUKTIGHETSMÅLINGER MED WET-CORR

Våttidsmåler ses etter ukentlig. Se etter om cellene er festet til vegg. Notér uregelmessigheter og gi beskjed. En gang pr. uke kontrolleres en av integratorene ved at skriveren kobles til og 3-4 avlesninger registreres. Parameterliste skrives ut og data listes ut ved å slå inn kommando LST. Hvis en ikke har tid til å vente på utskrift, bruk kommando REG. Da får en skrevet ut øyeblikksverdien fra telleverkene (lagret data fra siste utskrift).

Når lageret er fullt (alle grønne lamper lyser), skal lageret skiftes.

Kan skiftes når den store lampen lyser grønt! Skriveren kobles inn, og slå så inn UTL. Start deretter B-RAM fra begynnelsen ved å svare J.

La aldri skriveren stå på så lenge at den går tom for fargebånd! Hvis du får "støy/rusk" på display på printer, kan en trykke på den sorte knappen til venstre i front!

Liste over kommandoer følger vedlagt.

Husk! Ved flytting av "brother" må en slå den av før nettspenning tas ut! La aldri koblingen mellom "brother" og integartor stå i lenger enn under

utskrift!

GENERELT

Hovedstasjonen (NIDAROS 840-H) vil være utstyrt med:

NO₂-prøvetaker
Termohygrograf
Nedbørsamler
Deposisjonsmåler
Korrosjons-stativ

I utgangspunktet tenker en seg videre 6 målepunkter på kirken. Utstyret behøver ikke nødvendigvis stå tett sammen, men stedene må være definert (tilhøre et målestedsområde). Et målestedsområde utstyres med: Korrosjonsstativ, deposisjonsmåler og vannavrenningsmåler.

Forsendelsen til NILU ukentlig blir da:

- 7 stk absorpsjonsflasker, 7 stk filtre og 1 stk driftsskjema fra NO₂-prøvetaker,
- 1 stk termohyrogram,
- x stk nedbørprøve,
- Ca. 7 stk filterholdere m/eksp. filtre fra deposisjonsmålerne,
- Maks. 6 stk prøveflasker fra vannavrenningsmåler.

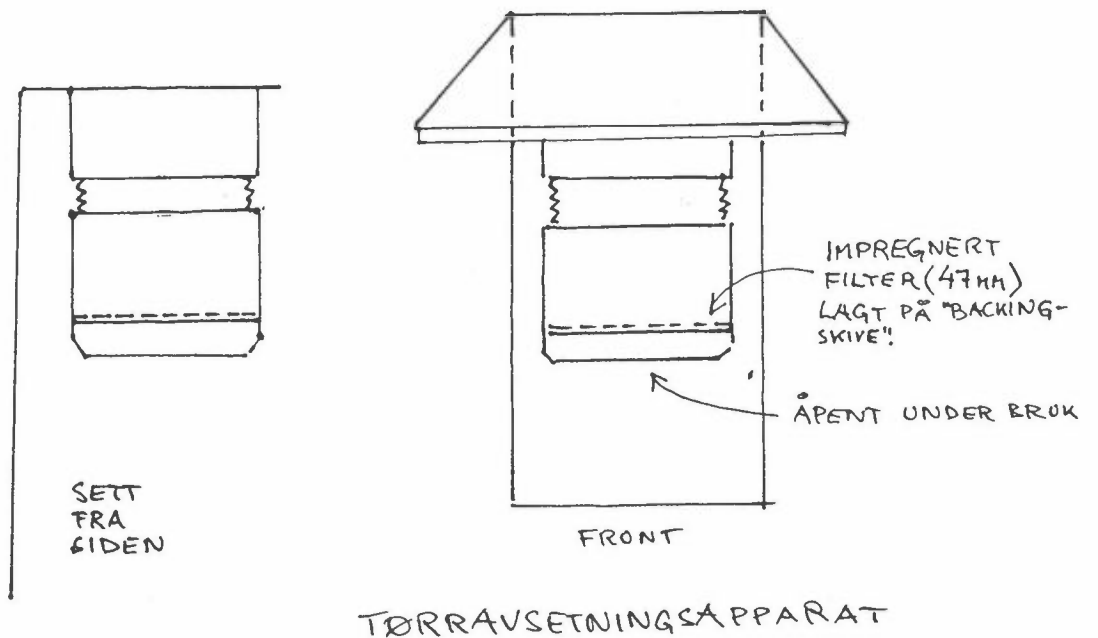
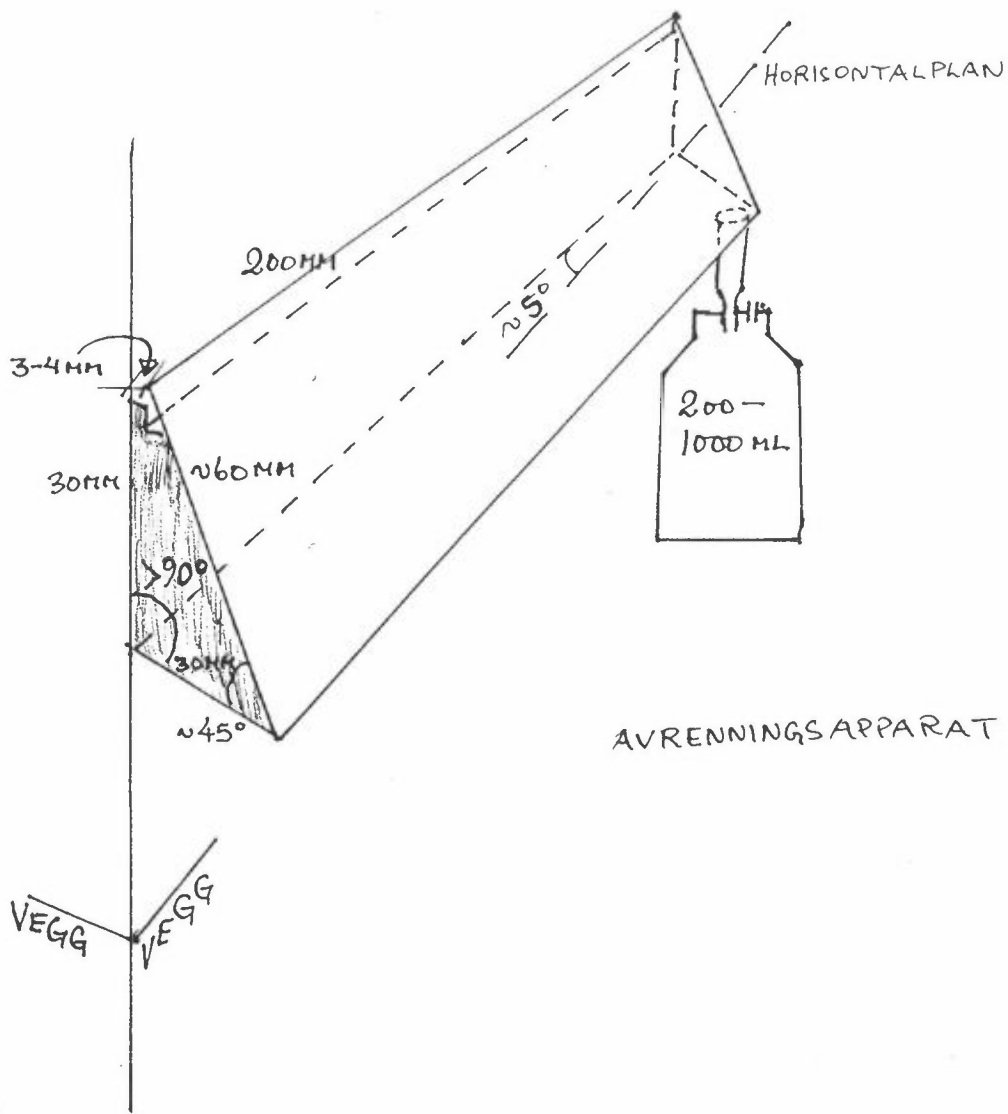
Etter fra 2 til 4 uker sendes "lager" fra WET-CORR. Dessuten sendes månedlig ca 14 eksponerte stålplater.

Kontaktpersoner på NILU (tlf.: 06-814170):

Odd Anda (vedr. utstyret generelt)
Arild Rode (" " ")
Tron Danielsen (vedr. WET-CORR)
Jan F. Henriksen (vedr. utstyret generelt)

VEDLEGG 3

Skisse av apparater for avrenning og tørravsetning



FIGUREN VISER FORENKLEDE SKISSER AV MÅLEUTSTYRET FOR AVRENNING OG TØRRVSETNING

VEDLEGG 4

Resultater.
Figurer og tabeller.

Tabell V.4.1: Nedbørmengde, pH og ledningsevne (cond.) i Trondheim på døgnbasis i perioden juli-oktober 1990.

NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/01/25					
STASJON: NIDAROSH 840					
DATO	ukenr	mm	pH	COND	
90/ 7/ 1	26	0.0			
90/ 7/ 2	27	2.3	5.4	11	
90/ 7/ 3	27	0.0			
90/ 7/ 4	27	0.0			
90/ 7/ 5	27	0.0			
90/ 7/ 6	27	4.7	4.9	13	
90/ 7/ 7	27	1.7	5.5	12	
90/ 7/ 8	27	1.3	4.6	11	
90/ 7/ 9	28	17.3	5.0	7	
90/ 7/10	28	8.9	5.0	13	
90/ 7/11	28	3.8	5.3	8	
90/ 7/12	28	4.3	4.7	17	
90/ 7/13	28	0.8	5.1	28	
90/ 7/14	28	0.2			
90/ 7/15	28	0.0			
90/ 7/16	29	0.0			
90/ 7/17	29	0.0			
90/ 7/18	29	0.0			
90/ 7/19	29	0.0			
90/ 7/20	29	0.0			
90/ 7/21	29	0.0			
90/ 7/22	29	4.8	5.6	9	
90/ 7/23	30	0.1			
90/ 7/24	30	0.0			
90/ 7/25	30	0.0			
90/ 7/26	30	0.0			
90/ 7/27	30	0.0			
90/ 7/28	30	0.0			
90/ 7/29	30	8.2	4.8	17	
90/ 7/30	31	1.3	4.8	16	
90/ 7/31	31	10.0	4.9	8	

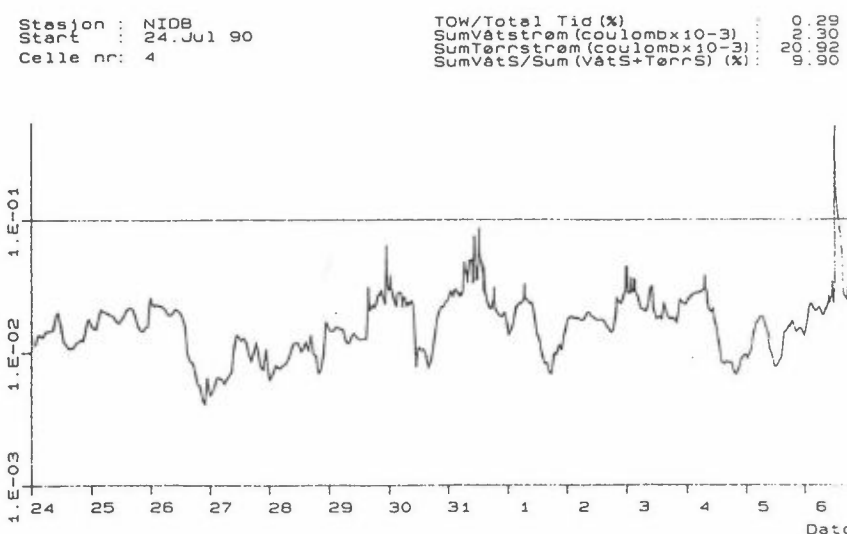
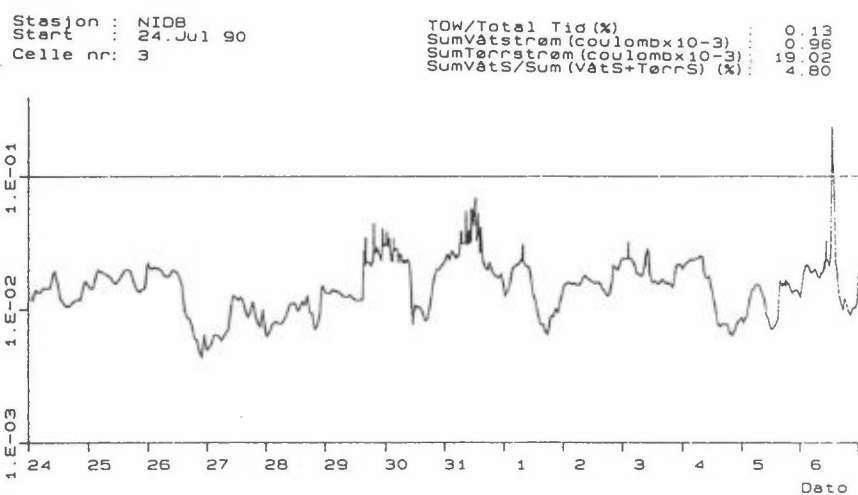
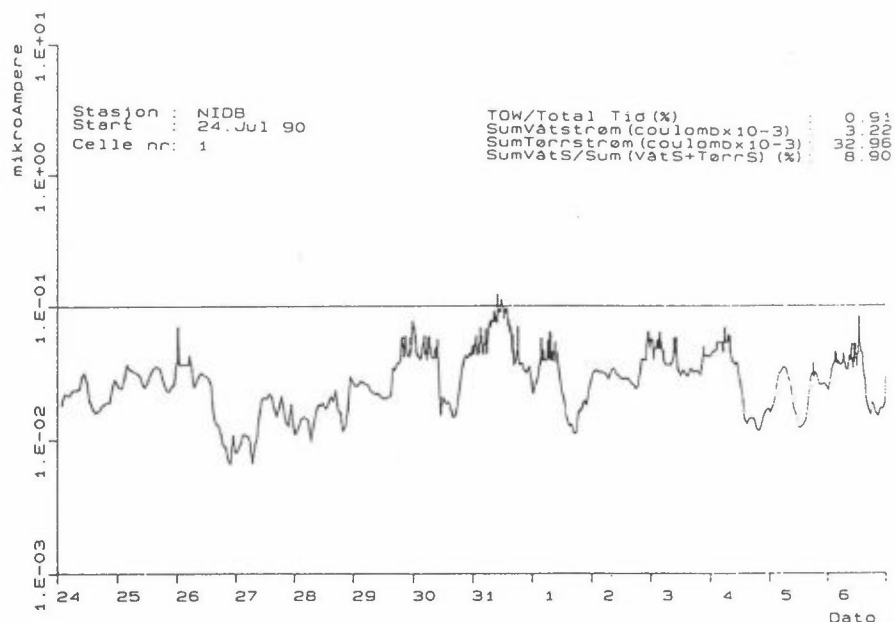
NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/01/25					
STASJON: NIDAROSH 840					
DATO	ukenr	mm	pH	COND	
90/ 8/ 1	31	0.0			
90/ 8/ 2	31	0.0			
90/ 8/ 3	31	0.0			
90/ 8/ 4	31	0.0			
90/ 8/ 5	31	2.7	5.5	16	
90/ 8/ 6	32	1.4	6.0	11	
90/ 8/ 7	32	0.0			
90/ 8/ 8	32	0.5	5.9	11	
90/ 8/ 9	32	0.0			
90/ 8/10	32	0.0			
90/ 8/11	32	0.0			
90/ 8/12	32	0.3	6.0	48	
90/ 8/13	33	0.0			
90/ 8/14	33	2.7	5.2	11	
90/ 8/15	33	0.4	6.6	26	
90/ 8/16	33	0.0			
90/ 8/17	33	0.0			
90/ 8/18	33	0.0			
90/ 8/19	33	2.2	5.8	11	
90/ 8/20	34	0.0			
90/ 8/21	34	0.0			
90/ 8/22	34	2.8	5.4	18	
90/ 8/23	34	0.0			
90/ 8/24	34	5.9	5.4	17	
90/ 8/25	34				
90/ 8/26	34				
90/ 8/27	35	1.0	6.0	11	
90/ 8/28	35	0.0			
90/ 8/29	35	0.0			
90/ 8/30	35	0.0			
90/ 8/31	35	7.8	6.2	48	

NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/01/25					
STASJON: NIDAROSH 840					
DATO	ukenr	mm	pH	COND	
90/ 9/ 1	35				
90/ 9/ 2	35				
90/ 9/ 3	36	0.0			
90/ 9/ 4	36	0.0			
90/ 9/ 5	36	0.0			
90/ 9/ 6	36	0.0			
90/ 9/ 7	36	0.4	6.4	28	
90/ 9/ 8	36				
90/ 9/ 9	36				
90/ 9/10	37	0.0			
90/ 9/11	37	3E-2			
90/ 9/12	37	1.5	6.0	32	
90/ 9/13	37	1.3	5.8	13	
90/ 9/14	37	16.6	5.4	49	
90/ 9/15	37				
90/ 9/16	37				
90/ 9/17	38	0.4	6.7	75	
90/ 9/18	38	0.1		162	
90/ 9/19	38	0.2	6.5	21	
90/ 9/20	38	1.9	5.9	9	
90/ 9/21	38	0.0			
90/ 9/22	38	0.0			
90/ 9/23	38	0.0			
90/ 9/24	39	0.2	6.7	39	
90/ 9/25	39				
90/ 9/26	39				
90/ 9/27	39				
90/ 9/28	39	1.1	5.8	16	
90/ 9/29	39				
90/ 9/30	39				

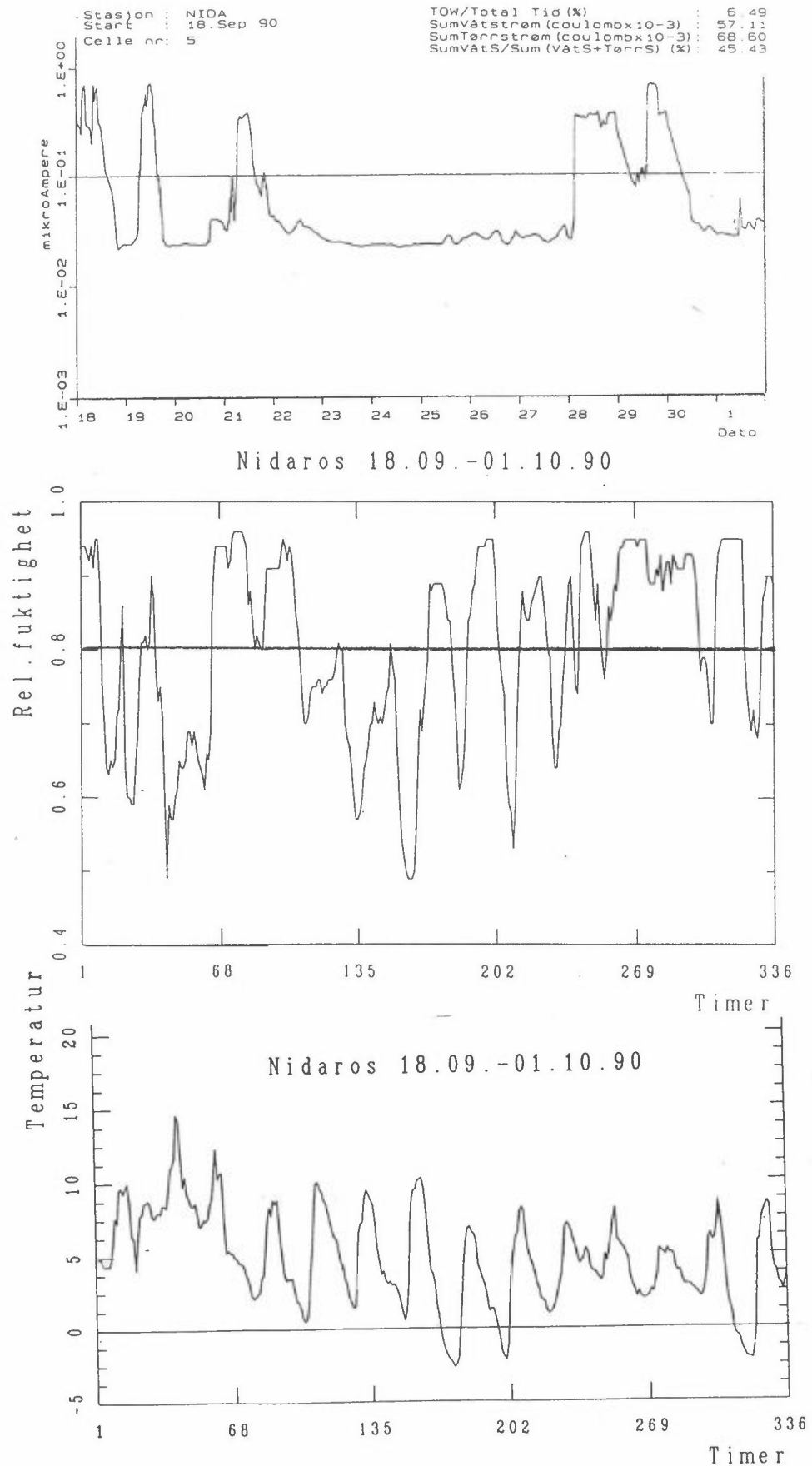
NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/01/25					
STASJON: NIDAROSH 840					
DATO	ukenr	mm	pH	COND	
90/10/ 1	40	0.0			
90/10/ 2	40	0.2	6.5	17	
90/10/ 3	40	0.0			
90/10/ 4	40	0.0			
90/10/ 5	40	6.4	5.9	35	
90/10/ 6	40				
90/10/ 7	40				
90/10/ 8	41	5.1	5.7	11	
90/10/ 9	41	25.3	5.7	7	
90/10/10	41	1.6	5.2	9	
90/10/11	41	0.1		12	
90/10/12	41	0.2		54	
90/10/13	41				
90/10/14	41				
90/10/15	42	0.0			
90/10/16	42	2.9	5.6	19	
90/10/17	42	0.1		36	
90/10/18	42	0.0			
90/10/19	42	0.0			
90/10/20	42				
90/10/21	42				
90/10/22	43	0.0			
90/10/23	43	0.0			
90/10/24	43	0.0			
90/10/25	43	0.0			
90/10/26	43	0.0			
90/10/27	43				
90/10/28	43				
90/10/29	44	0.0			
90/10/30	44	0.0			
90/10/31	44	0.0			

Tabell V.4.2: Nedbørkjemi for Erkebispegården (840) for perioden juli-oktober 1990.

NEDBØR, RAPPORT-DATO: 91/02/01				NEDBØR, Månedsmiddelverdier								
STASJON: NIDAROSU 840				Konsentrasjonen er målt i ug/ml								
DATO	mmTot	pH	COND	Cl	NO3-N	SO4-S	Na	K	Ca	Mg	NH4_N	
90/ 7	82.3	5.0	11.1	1.0	0.14	0.3			0.22	0.07	0.13	
90/ 8	25.1	5.6	25.4	1.6	0.16	1.7			0.37	0.13	0.16	
90/ 9	23.6	5.5	41.5	9.7	0.01	2.5			0.49	0.63	0.10	
90/10	43.3	5.7	12.7	2.7	0.06	1.7	1.3	0.7	0.49	0.18	0.04	

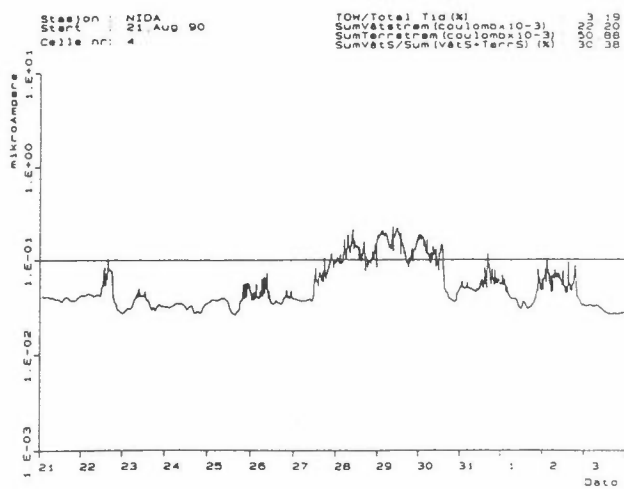
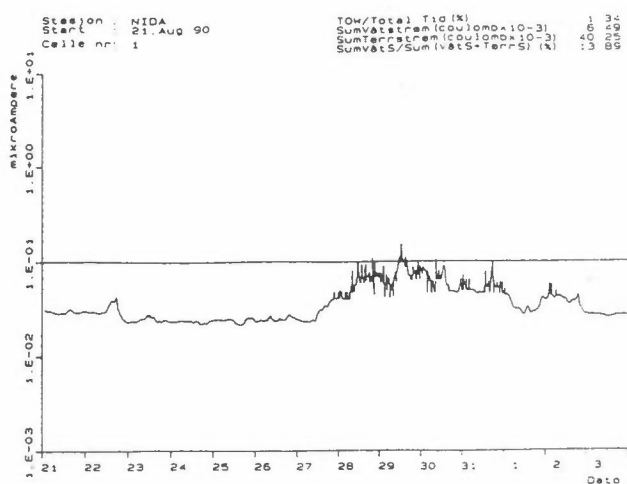


Figur V.4.1: Strømstyrke over celler 1, 3 og 4 på målepunkt 345 i perioden 24. juli-6. august. Celle 1 er vendt mot vest og cellene 3 og 4 mot øst på områder med antatt likt mikromiljø.

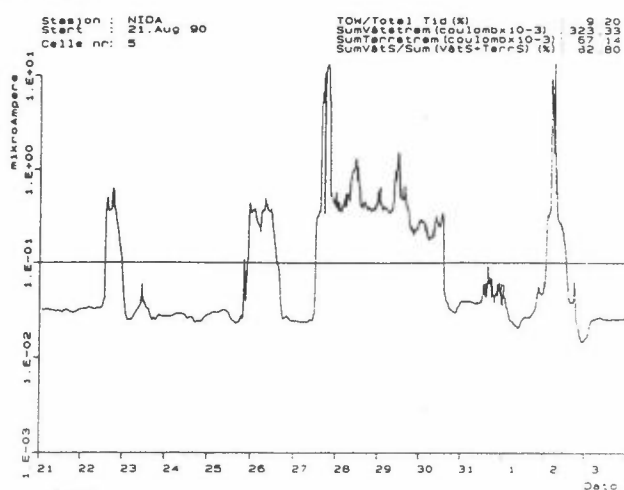
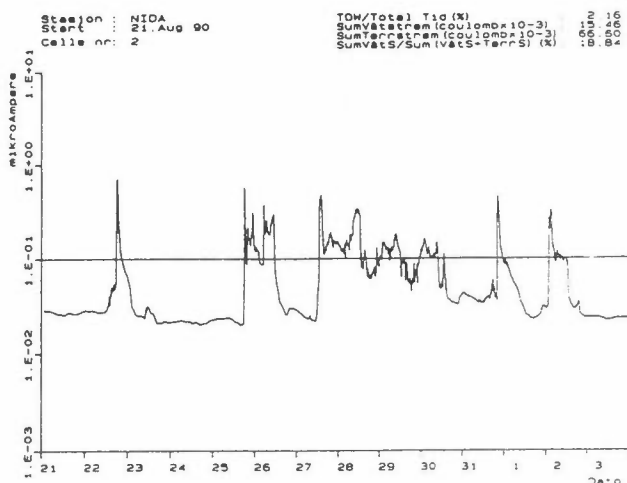


Figur V.4.2: Sammenstilling av 14-dagers observasjoner av våttiden for målecelle 5 på algebegrodd flate på målested 844, og tilsvarende målinger av relativ fuktighet og temperatur for Erkebispegården.

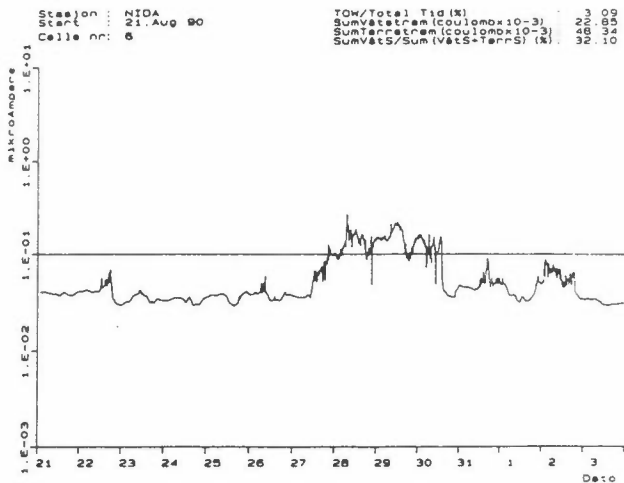
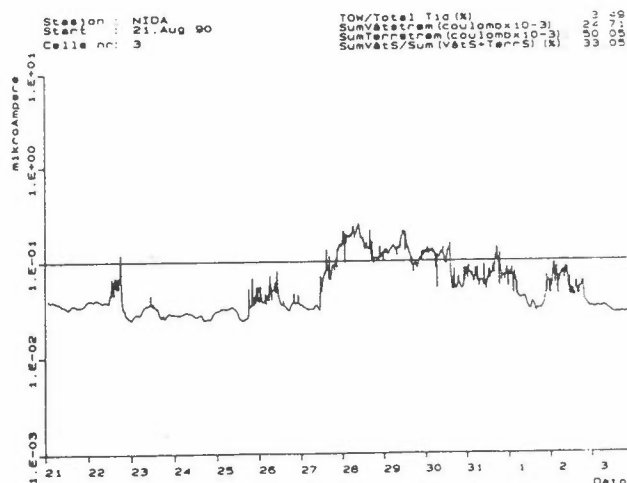
"REN" STEINFLATE



ALGEBEGRODD FLATE



GIPS BELAGT FLATE



Figur V.4.3: Sammenstilling av 14-dagers observasjoner på målested 844 for perioden 21. august-3. september for alle måleperiodene.

Tabell V.4.3: Månedlige middelværdier (Erkebispegården) for relativ fuktighet (RH) og temperatur, samt maksimum- og minimumverdier.

Stasjon: Nidaros

Periode: 01.07.90 — 31.10.90

		Parameter: Rel.Fukt		Enhet: Prosent							
Måned	Nobs	RHmidl	RH	Maks Dag	KI	RH	Min Dag	KI	RHmaks	Midlere RHmin	
Jul 1990	31	.79	.79	* 8	02	.44	* 5	18	.92	.65	
Aug 1990	31	.82	.96	* 2	05	.46	* 17	15	.94	.66	
Sept 1990	30	.80	.96	* 10	06	.49	* 4	14	.91	.65	
Okt 1990	31	.81	.97	* 7	19	.38	27	15	.90	.69	

		Parameter: Temperatur		Enhet: Grader C							
Måned	Nobs	Tmidl	T	Maks Dag	KI	T	Min Dag	KI	Tmaks	Midlere Tmin	
Jul 1990	31	14.2	23.8	20	18	7.2	4	04	17.9	10.6	
Aug 1990	31	12.5	23.1	30	14	3.9	9	24	16.2	9.0	
Sept 1990	30	7.5	17.2	3	13	-2.7	25	07	11.4	4.0	
Okt 1990	31	5.7	18.8	16	12	-3.5	25	05	8.9	2.6	

Tabell V.4.4: SO₂-konsentrasjoner i luft i Trondheim (Kongensgate v/torget). Juli-oktober 1990.

MÅNED →	JULI-90	AUG.	SEPT.	OKT.
1990				
Dato	UKE NR SO ₂ µg/m ³ Ukesmiddel	UKE NR SO ₂ µg/m ³ Ukesmiddel	UKE NR SO ₂ µg/m ³ Ukesmiddel	UKE NR SO ₂ µg/m ³ Ukesmiddel
01	2	3	3	4
02	4	2	35 2 4	5
03	4	2	3	6
04	4	1	5	5
05	5	31 2 3	3	6
06	3	1	3	2
07	2	2	3	40 1 4
08	27 1 3	3	3	3
09	1	1	36 2 3	2
10	2	4	2	1
11	2	7	3	2
12	1	32 3 3	2	4
13	1	4	1	4
14	3	6	2	41 2 3
15	28 2 2	4	2	5
16	5	3	37 1 2	5
17	1	4	2	1
18	2	3	4	5
19	1	33 2 4	2	2
20	2	4	2	1
21	2	6	2	42 1 3
22	29 1 2	3	2	5
23	2	4	38 1 2	3
24	5	3	1	8
25	1	4	4	7
26	2	34 2 4	3	10
27	5	3	2	7
28	5	3	2	43 6 7
29	30 1 3	5	1	5
30	7	7	39 2 2	4
31	1	3		6
Midl.	3	3	2	4
Maks.	7	7	5	10
Min.	1	1	1	1
Nobs	31	31	30	31

Tabell V.4.5: NO₂-konsentrasjoner i luft i Trondheim. For Kongsgårdsgate er oppgitt døgnmiddel for månedene juli, august, september og oktober 1990, og for Kongensgate gjelder målingene oktober måned (A). Månedsmiddel i Kongsgårdsgate er også tatt med (B).

(A) NO₂ i µg/m³ for juli-oktober 1990.

Dato	Kongsgårdsgate								Kongensgt.
	Jul	Uke	Aug	Uke	Sep	Uke	Okt	Uke	
01			38,10		43,06		46,96	40	
02	26,56	27	39,37		<u>20,59</u>		53,58		
03	33,83		54,33		<u>16,26</u>	36	43,72		
04	38,44		25,66		20,41		46,78		
05	25,94		<u>13,77</u>		39,82		43,48		
06	37,74		<u>36,29</u>	32	38,25		29,92		
07	23,30		35,43		39,41		<u>22,20</u>		
08	<u>20,64</u>		26,35		27,64		47,97	41	
09	30,63	28	32,83		<u>24,34</u>		15,90		80,44
10	22,71		38,24		39,75	37	34,86		170,35
11	28,28		37,03		43,35		39,24		87,27
12	13,49				29,66		46,36		67,35
13	19,53		73,65	33	40,39		51,74		65,33
14	28,05		39,53		17,12		<u>48,73</u>		<u>57,79</u>
15	<u>24,38</u>		42,24		28,82		<u>59,81</u>	42	<u>77,43</u>
16	36,84	29	16,11		<u>30,54</u>		35,66		72,75
17	24,58		17,08		44,93	38	39,78		76,57
18	24,39		21,46		29,68		45,27		65,03
19	35,33		<u>23,57</u>		22,96		41,56		62,67
20	24,89		36,87	34	38,71		41,68		63,72
21	19,43		38,90		40,93		<u>36,93</u>		<u>60,87</u>
22	<u>15,01</u>		31,54		20,80		52,33	43	73,44
23	25,00	30	25,42		<u>19,79</u>		64,53		62,34
24	26,50		36,01		<u>37,64</u>	39	58,51		83,96
25	34,21		21,00		47,37		70,12		92,48
26	44,83		<u>22,69</u>		40,53		100,48		77,95
27	53,26		44,62	35	49,58		21,91		53,10
28	29,88		46,86		38,41		<u>9,49</u>		<u>19,27</u>
29	<u>30,89</u>		38,91		32,20		8,53	44	27,08
30	35,10	31	30,48		<u>33,41</u>		18,78		49,87
31	33,46		51,71				47,73		82,66

(B)

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/12				
STASJON: NIDAROSH		GS-NO ₂ A		
NO ₂				
Konsentrasjonen i µg/m ³				
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt
BGSNO ₂	28,9	34,5	33,2	42,7

Tabell V.4.6: Tørravsatt Cl, NO₃-N, SO₄-S og NO₂-N på alle anvendte målepunkter på ukesbasis i perioden juli-oktober 1990.

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: NIDAROSH 840 A		Tørravssetn. er oppgitt i ug/m ² *dag			
DATO	ukenr	Cl	NO ₃ -N	SO ₄ -S	NO ₂ -N
90/ 7/ 2	27	408.2	158.7	668.9	1068.2
90/ 7/ 9	28	498.9	68.0	374.1	921.4
90/ 7/16	29	476.2	102.0	317.5	921.4
90/ 7/23	30	428.6	158.7	487.5	1262.7
90/ 7/30	31	510.2	68.0	351.5	1586.9
90/ 8/ 6	32	390.7	105.2	289.0	1097.6
90/ 8/13	33	371.2	113.9	442.3	936.7
90/ 8/20	34	539.9	71.5	326.4	1499.8
90/ 8/27	35	335.6	145.0	646.5	1823.5
90/ 9/ 3	36	729.3	77.7	357.4	1279.7
90/ 9/10	37	1876.4	75.3	334.7	1579.2
90/ 9/17	38	1221.4	84.4	340.7	1516.7
90/ 9/24	39	676.5	52.4	317.5	2413.2
90/10/ 1	40	534.0	139.7	438.8	1958.8
90/10/ 8	41	493.8	111.1	314.6	2160.3
90/10/15	42	409.2	96.7	657.6	2539.8
90/10/22	43	424.7	147.3	1132.0	1604.0
90/10/29	44	345.9	84.6	696.7	1835.4

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: NIDAROSH 840 B		Tørravssetn. er oppgitt i ug/m ² *dag			
DATO	ukenr	Cl	NO ₃ -N	SO ₄ -S	NO ₂ -N
90/ 7/ 2	27	328.8	124.7	487.5	1511.8
90/ 7/ 9	28	566.9	45.4	294.8	1348.0
90/ 7/16	29	272.1	68.0	226.8	1313.9
90/ 7/23	30	317.5	102.0	340.1	1784.8
90/ 7/30	31	283.4	56.7	272.1	2006.7
90/ 8/ 6	32	310.5	106.7	204.0	1423.0
90/ 8/13	33	314.9	90.9	302.4	1335.6
90/ 8/20	34	378.9	48.2	281.0	1737.1
90/ 8/27	35	279.3	99.0	417.9	1948.3
90/ 9/ 3	36	700.2	55.8	290.1	1623.6
90/ 9/10	37	788.2	43.5	204.3	1807.3
90/ 9/17	38	656.0	44.0	283.9	1647.2
90/ 9/24	39	727.9	102.0	306.1	2143.5
90/10/ 1	40	539.7	110.9	335.9	2177.0
90/10/ 8	41	340.6	86.4	226.6	2074.4
90/10/15	42	344.6	77.7	594.4	2603.5
90/10/22	43	550.7	111.9	894.1	1886.8
90/10/29	44	317.5	68.0	498.9	1689.3

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: NIDAROS2 842		Tørravssetn. er oppgitt i ug/m ² *dag			
DATO	ukenr	Cl	NO ₃ -N	SO ₄ -S	NO ₂ -N
90/ 7/ 2	27	396.8	124.7	340.1	737.1
90/ 7/ 9	28	374.1	56.7	147.4	648.4
90/ 7/16	29	317.5	79.4	272.1	767.9
90/ 7/23	30	362.8	45.4	204.1	546.0
90/ 7/30	31	272.1	34.0	170.1	1262.7
90/ 8/ 6	32	307.0	89.3	226.2	563.9
90/ 8/13	33	365.5	84.6	258.5	549.4
90/ 8/20	34	435.4	54.5	240.2	1006.1
90/ 8/27	35	438.9	132.7	373.1	1365.6
90/ 9/ 3	36	695.2	56.9	256.1	870.8
90/ 9/10	37	703.7	45.4	234.8	1269.2
90/ 9/17	38	701.8	45.4	206.8	931.6
90/ 9/24	39	642.3	56.7	252.5	1852.9
90/10/ 1	40	353.7	96.8	395.2	1541.5
90/10/ 8	41	475.7	59.6	757.0	1800.7
90/10/15	42	366.9	73.6	556.5	2300.2
90/10/22	43	379.7	97.3	817.9	1681.4
90/10/29	44	363.0	56.2	405.0	1534.2

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: NIDAROS1 841		Tørravssetn. er oppgitt i ug/m ² *dag			
DATO	ukenr	Cl	NO ₃ -N	SO ₄ -S	NO ₂ -N
90/ 7/ 2	27	396.8	113.4	294.8	1057.9
90/ 7/ 9	28	385.5	45.4	124.7	880.5
90/ 7/16	29	238.1	68.0	79.4	750.8
90/ 7/23	30	294.8	68.0	181.4	1436.7
90/ 7/30	31	283.4	45.4	158.7	1470.9
90/ 8/ 6	32	338.7	150.6	105.7	728.4
90/ 8/13	33	313.4	88.3	160.9	820.3
90/ 8/20	34	388.5	54.4	210.8	1526.5
90/ 8/27	35	270.0	111.3	244.2	1534.7
90/ 9/ 3	36	752.9	71.9	205.8	1325.5
90/ 9/10	37	697.1	41.2	125.1	1464.4
90/ 9/17	38	668.1	33.0	97.3	1448.9
90/ 9/24	39	662.4	49.1	181.0	2101.8
90/10/ 1	40	328.0	96.7	179.8	1753.3
90/10/ 8	41	297.7	76.5	88.7	1886.8
90/10/15	42	338.9	64.2	374.5	2224.6
90/10/22	43	351.0	111.2	652.4	1626.6
90/10/29	44	317.3	56.3	376.6	1543.6

Tabell V.4.6, forts.

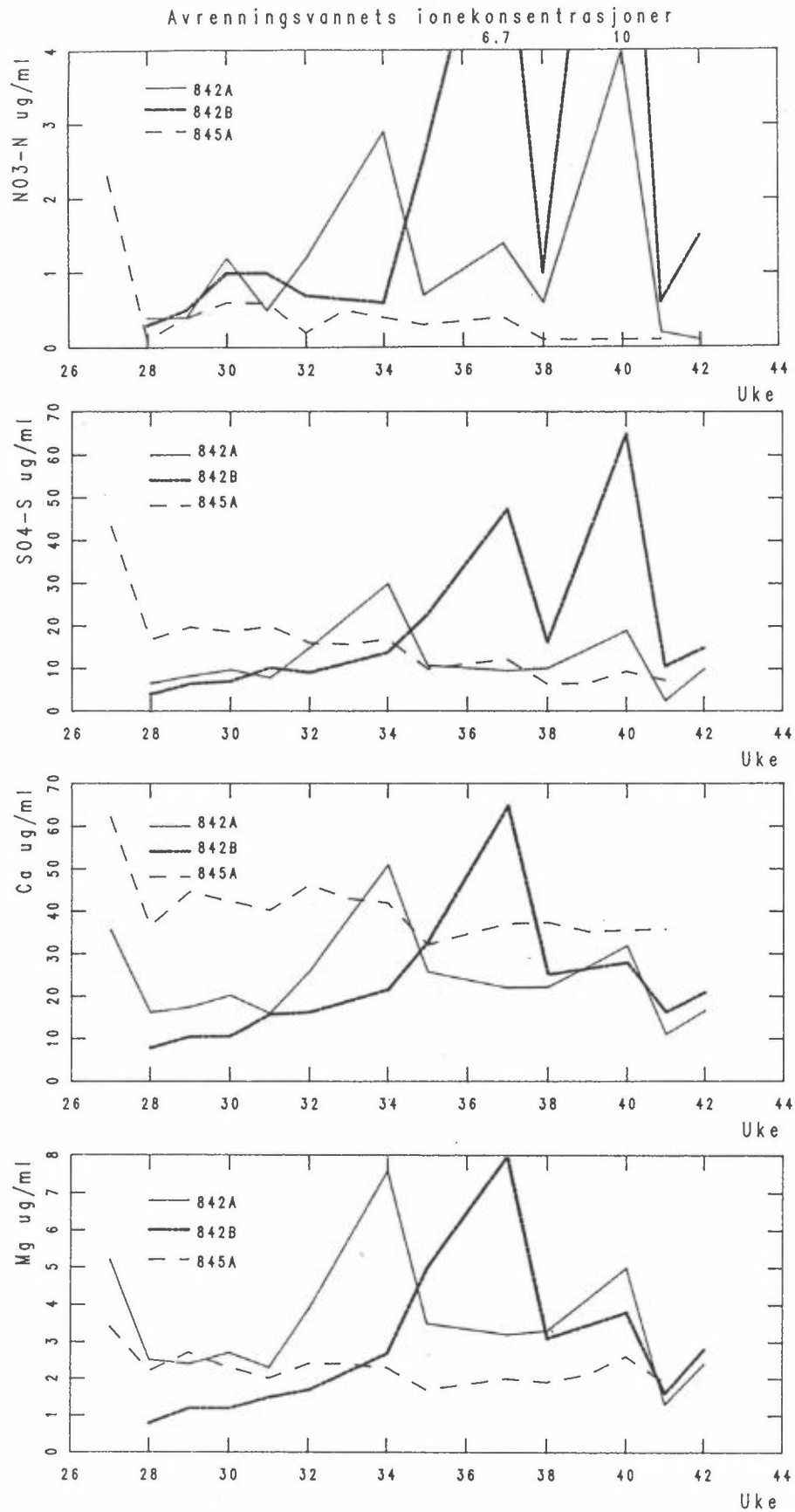
LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: MIDAROS3 843		Tørravsetn. er oppgitt i ug/m2*dag			
DATO	ukenr	Cl	NO3-N	SO4-S	NO2-N
90/ 7/ 2	27	521.5	215.4	612.2	1457.2
90/ 7/ 9	28	1485.3	79.4	385.5	1040.9
90/ 7/16	29	634.9	215.4	487.5	1238.8
90/ 7/23	30	612.2	181.4	555.6	1788.3
90/ 7/30	31	487.5	68.0	328.8	1798.5
90/ 8/ 6	32	532.5	106.8	331.5	1176.5
90/ 8/13	33	483.3	141.4	395.4	1063.6
90/ 8/20	34	936.8	79.4	434.0	1733.0
90/ 8/27	35	408.0	211.9	633.8	1959.4
90/ 9/ 3	36	762.7	75.6	341.4	1467.5
90/ 9/10	37	14623.6	34.0	838.7	648.4
90/ 9/17	38	759.3	61.1	348.3	1613.7
90/ 9/24	39	719.8	77.0	454.5	2610.0
90/10/ 1	40	1795.6	185.7	708.6	2252.6
90/10/ 8	41	1638.9	107.7	560.5	2518.4
90/10/15	42	846.6	152.7	1051.7	2994.9
90/10/22	43	571.4	167.9	1277.8	2283.7
90/10/29	44	481.0	87.8	838.5	1901.9

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: MIDAROS4 844		Tørravsetn. er oppgitt i ug/m2*dag			
DATO	ukenr	Cl	NO3-N	SO4-S	NO2-N
90/ 7/ 2	27	362.8	124.7	294.8	1303.7
90/ 7/ 9	28	351.5	68.0	181.4	1272.9
90/ 7/16	29	340.1	124.7	124.7	1057.9
90/ 7/23	30	351.5	79.4	147.4	1679.0
90/ 7/30	31	328.8	45.4	192.7	1743.9
90/ 8/ 6	32	265.0	85.8	99.5	1086.0
90/ 8/13	33	271.9	66.4	146.0	1012.3
90/ 8/20	34	289.7	50.5	161.9	1565.9
90/ 8/27	35	288.2	93.4	216.4	1597.0
90/ 9/ 3	36	753.1	45.5	418.0	1237.1
90/ 9/10	37	1010.1	69.6	123.5	1580.7
90/ 9/17	38	651.7	31.2	80.4	1557.2
90/ 9/24	39	616.7	33.3	130.4	2026.1
90/10/ 1	40	462.1	63.9	107.7	1796.5
90/10/ 8	41	299.2	90.8	109.1	1731.6
90/10/15	42	713.8	52.5	237.0	2541.3
90/10/22	43	442.2	76.2	408.8	1668.9
90/10/29	44	309.4	50.1	291.3	1518.5

LUFT, RAPPORT-DATO: 91/02/07		LUFT			
STASJON: MIDAROS5 845		Tørravsetn. er oppgitt i ug/m2*dag			
DATO	ukenr	Cl	NO3-N	SO4-S	NO2-N
90/ 7/ 2	27	362.8	124.7	374.1	1211.5
90/ 7/ 9	28	374.1	34.0	215.4	1095.5
90/ 7/16	29	294.8	79.4	181.4	1057.9
90/ 7/23	30	374.1	90.7	249.4	1757.5
90/ 7/30	31	385.5	79.4	272.1	1662.0
90/ 8/ 6	32	294.8	83.4	159.0	1251.8
90/ 8/13	33	323.6	95.8	236.3	1027.1
90/ 8/20	34	310.0	46.7	207.0	1544.2
90/ 8/27	35	271.0	94.2	357.3	1778.4
90/ 9/ 3	36	721.4	71.2	278.2	1347.6
90/ 9/10	37	1048.3	33.7	140.5	1594.9
90/ 9/17	38	664.4	43.9	146.8	1396.5
90/ 9/24	39	678.7	48.6	202.9	2088.1
90/10/ 1	40	378.0	86.2	253.9	1885.2
90/10/ 8	41	308.4	78.0	200.1	2103.2
90/10/15	42	363.9	67.7	439.7	2552.8
90/10/22	43	368.0	96.5	738.2	1797.3
90/10/29	44	313.8	57.0	522.4	1634.4

Tabell V.4.7: Mengde avrenning og nedbør fordelt på uker og apparater.

Uke nr.	Vannmengden er angitt i ml											Merknader
	Nedbør	841	842A	842B	843A	843B	844A	844B	845A	845B	841-845B Σ	
27	315		7	0	40	57			50		154	
28	1105		50	50	21	38			40		199	
29	150		16	16	44	60			40		176	
30	260		11	10	52	66			48		187	
31	443	} 0	36	12	76	56			34		214	
32	68		45	17	11	15			31		124	
33	169		0	2	194	194			23		>413	Overrenning
34	272		25	12	194	194			146		>471	Overrenning
35	278		39	22	76	112			194	} 0	>443	Overrenning
36	556	} 46	0	0	10	20			0		76	Spyling i øst og nord
37	609		48	46	240	250			165		749	
38	81		36	23	228	248			232		767	
39	40		-	-	164	255			242		>661	842A+B ikke i drift. Overrenning.
40	207		18	7	242	260			123*		650	Ca-verdien tilsier A, ikke B som skrevet
41	1012		>48	>70	>233	>255	START		>214		>820	Overrenning
42	96		36	7	228	252			0		523	
43	0	} 0	0	0	0	50	0	0	-		50	845A+B stoppet, 844A+B startet, 841 flyttet
44	45		0	0	282	240	0,5	1			524	
45	255		174	42	606	518	1	0	SLUTT		1341	
46	707		362	36	250	148	0	0			796	
47	18		16	0	34	38	0	0			88	
48	1302		374	240	>630	>630	0	0			>1874	Overrenning
49	841		200	160	534	534	0	0			1428	
50	88	} 11	238	80	436	230	0	0			995	
51	18		0	74	64	50	88	0	0		276	
52	0		0	0	0	0	0	0			0	



Figur V.4.4: Konsentrasjoner av NO₃-N, SO₄-S, Ca og Mg i avrenningsvannet fra sørveggen (842A og B) og nordveggen, øverste målested (845B).

Tabell V.4.8: Midlere månedskonsentrasjoner av diverse ioner i avrenningsvann fra målepunktene 842A (2A) og B (2B), 843A (3A) og B (3B) og 845A (5A). Juli-oktober 1990.

STASJON: NIDAROS2 A		NB-VGAVR			
VEGGAVRENNING					
Konsentrasjonen i ug/ml					
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt	
CA	17.8	31.7	22.1	16.7	
CL	6.3	13.8	19.6	5.9	
MG	2.6	4.6	3.2	2.3	
NO3_N	1.9	4.9	2.9	2.7	
SO4_S	7.6	17.0	9.8	8.1	

STASJON: NIDAROS2 B		NB-VGAVR			
VEGGAVRENNING					
Konsentrasjonen i ug/ml					
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt	
CA	9.9	24.8	51.7	17.7	
CL	3.4	11.8	45.1	9.3	
MG	1.0	3.4	6.4	1.9	
NO3_N	1.5	2.3	10.5	3.9	
SO4_S	5.7	16.2	37.1	15.5	

STASJON: NIDAROS3 A		NB-VGAVR			
VEGGAVRENNING					
Konsentrasjonen i ug/ml					
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt	
CA	6.6	4.0	3.9	7.7	
CL	32.9	8.0	9.8	16.3	
MG	3.0	1.1	1.4	3.4	
NO3_N	11.7	10.5	9.6	52.6	
SO4_S	10.8	4.3	4.2	16.5	

STASJON: NIDAROS3 B		NB-VGAVR			
VEGGAVRENNING					
Konsentrasjonen i ug/ml					
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt	
CA	3.0	2.5	3.2	7.4	
CL	10.9	13.1	17.7	44.7	
MG	1.2	1.3	1.9	4.4	
NO3_N	6.0	9.7	14.5	76.2	
SO4_S	4.7	4.7	6.0	19.7	

STASJON: NIDAROS5 A		NB-VGAVR			
VEGGAVRENNING					
Konsentrasjonen i ug/ml					
Parameter	Jul	Aug	Sep	Okt	
CA	45.9	37.5	36.4	37.1	
CL	6.1	4.7	10.6	6.4	
MG	2.6	2.0	2.0	2.1	
NO3_N	5.7	3.9	2.8	1.0	
SO4_S	24.4	13.4	7.9	8.0	

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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 9/91	ISBN-82-425-0225-0	
DATO MARS 1991	ANSV. SIGN <i>Skotland</i>	ANT. SIDER 83	PRIS NOK 135,-
TITTEL Miljømålinger på Nidaros domkirke		PROSJEKTLEDER	
		NILU PROSJEKT NR. A-90004	
FORFATTER(E) O. Anda og J.F. Henriksen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) NAVF Sandakerveien 99 0483 OSLO 4			
STIKKORD Nidaros domkirke Miljømålinger Steinforvitring			
REFERAT Miljømålinger foretatt dels på, og dels ved Nidaros domkirke rapporteres her fra perioden juli-oktober 1990. Det er målt nedbør, nedbørkjemi, avrenningsvannets kjemi, avsetninger, gassene NO ₂ og SO ₂ samt temperatur og fuktighet. Det er videre utført korrosivitetsmålinger på kirkens vegger i form av vekt-tapsmålinger av stålplater. Forurensningsnivået er generelt lavt. De meteorologiske forhold har vært nokså normale i måleperioden.			

TITLE
ABSTRACT

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