

NILU : OR 9/94  
REFERANSE : O-92009  
DATO : JANUAR 1994  
ISBN : 82-425-0548-9

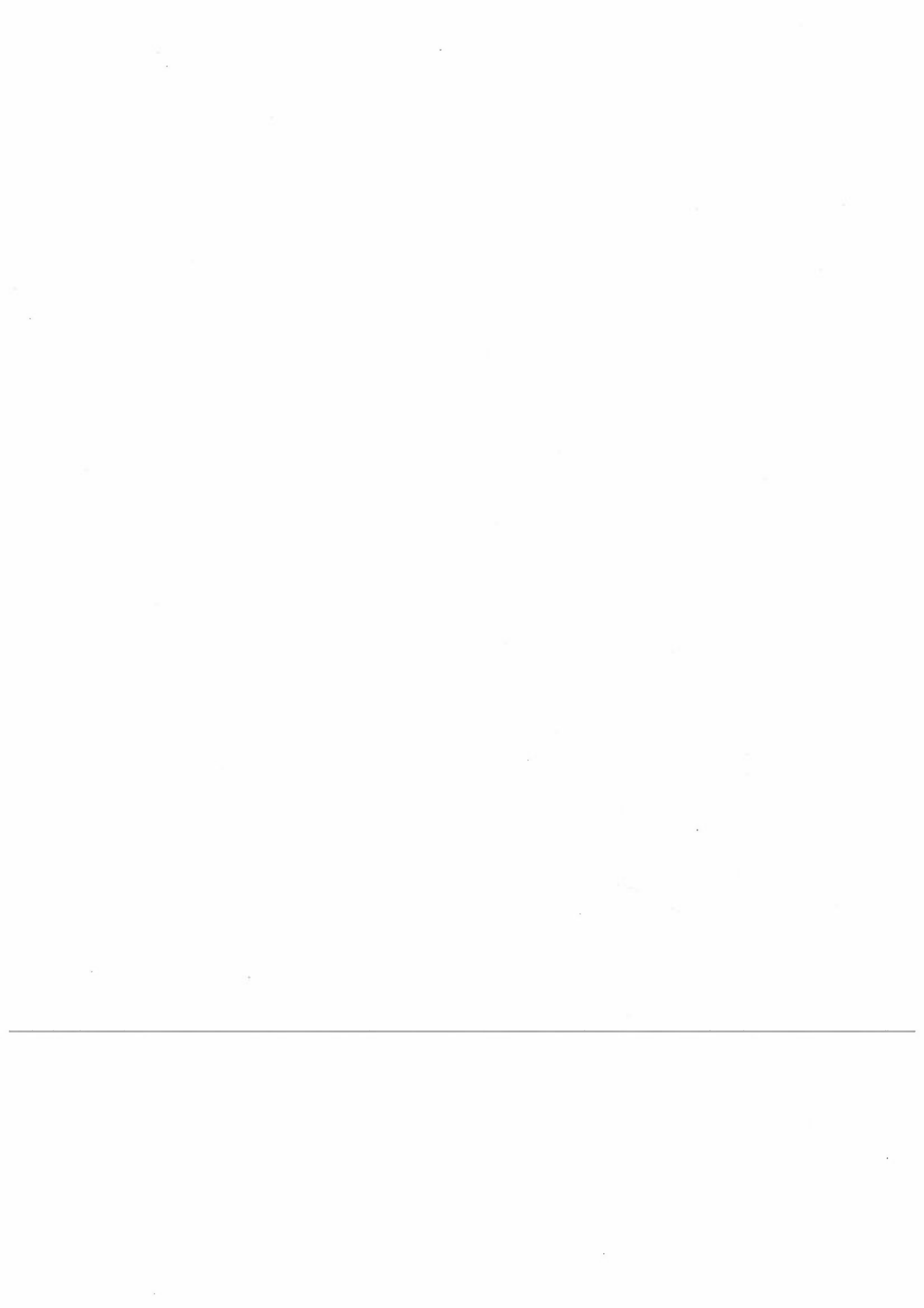
**Måling av  
fuktbelastning på  
Nidaros domkirke med  
et WETCORR-  
instrument**

Marit Støre

---

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Miljøets betydning for steins nedbrytning.....</b>	<b>5</b>
2.1. Virkningen av kjemiske forbindelser.....	6
2.2. Virkningen av meteorologiske parametere .....	6
2.3. Måling av fuktighet.....	6
<b>3. Måleprogram og forsøksbeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
3.1. Måleprogram .....	7
3.2. Målinger på oktagonens østkapell.....	8
3.2.1. Instrumentplassering og forsøksbeskrivelse .....	8
3.3. Målinger på Vestfronten .....	10
3.3.1. Instrumentplassering og forsøksbeskrivelse .....	11
3.4. Miljøparametere.....	11
<b>4. Resultater og diskusjoner .....</b>	<b>11</b>
4.1. Oktagonens østkapell.....	11
4.1.1. Fuktighetsmålinger .....	11
4.1.2. Temperaturmålinger .....	15
4.1.3. Nedbør .....	15
4.1.4. Målt og beregnet våttid ( $TOW_{m\ddot{a}lt}$ og $TOW_{beregnet}$ ) .....	17
4.2. Vestfronten .....	22
4.2.1. Våttid for celler i referanseposisjon .....	22
4.2.2. Våttid- og strømmålinger på Vestfronten.....	24
4.2.3. Våttid beregnet og målt på Vestfronten ( $TOW_{beregnet}$ og $TOW_{m\ddot{a}lt}$ ) .....	27
<b>5. Konklusjoner .....</b>	<b>28</b>
5.1. Oktagonen .....	28
5.2. Vestfronten .....	28
5.3. Celler.....	28
<b>6. Referanser .....</b>	<b>29</b>
<b>Vedlegg A: Analyse av de vannløselige komponentene i forvittringsprodukt.....</b>	<b>31</b>
<b>Vedlegg B: Midlere døgn - mm nedbør på Nidarvoll fra Det norske meteorologiske institutt.....</b>	<b>35</b>



## Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) deltar i et prosjekt "Conservation of Historic Buildings, Monuments & Associated Cultural Property under EF-programmet Science and Technology for Environmental Protection (STEP).

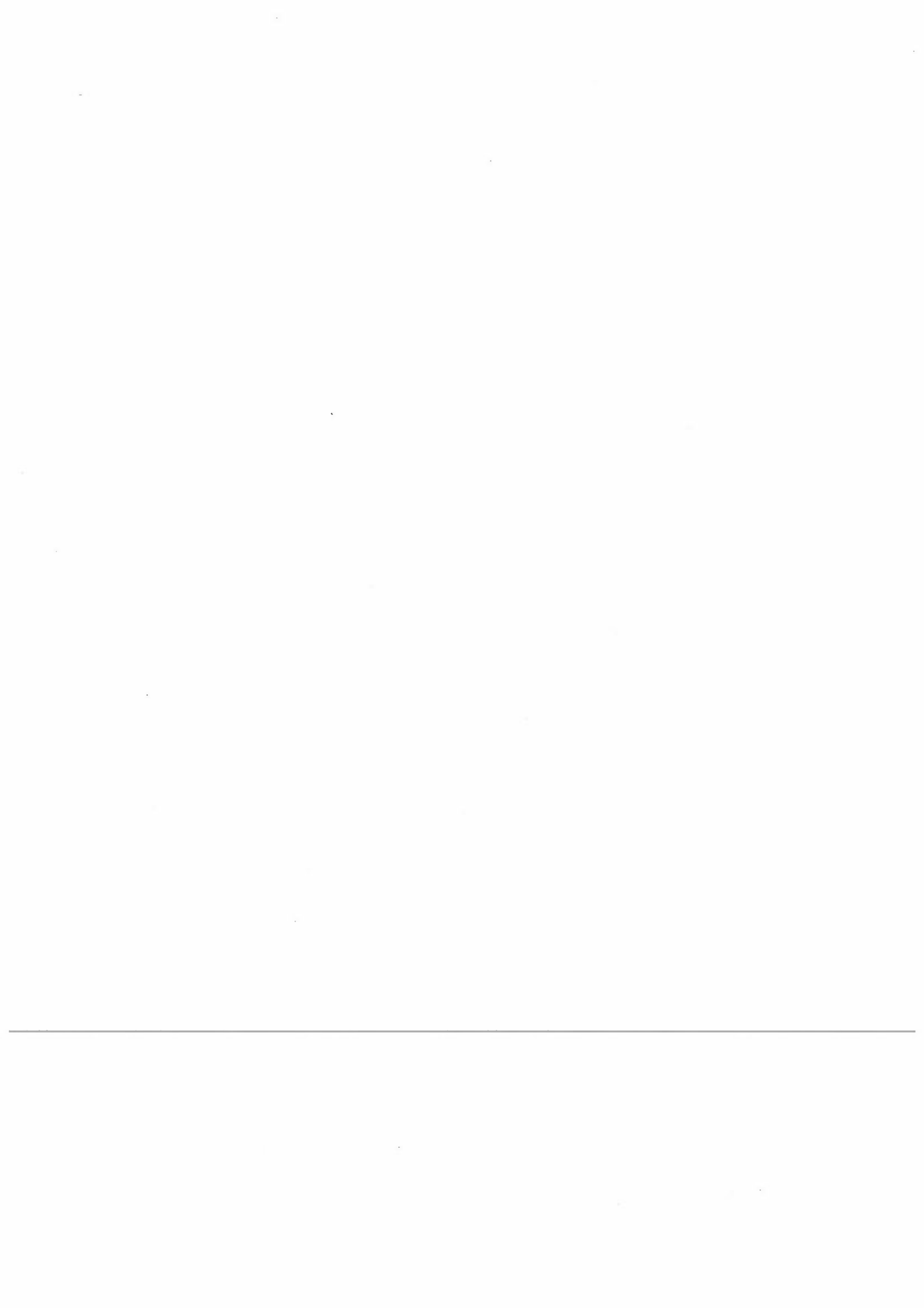
Prosjektets overordnede mål er å utvikle en metode for å beskrive nedbrytningsprosessene og hvor langt nedbrytningen på monumenter/bygninger av stein og murstein er kommet. Metoden tar sikte på å bestemme kvantitativt de parametere som inngår i prosessen og å utvikle målemetoder for disse parametere. Ulike delprosjekter er etablert herunder miljøstudier hvor NILU deltar.

NILUs rolle i prosjektet er å benytte ett av NILUs WETCORR instrumenter til måling av fuktforhold i norske kulturhistoriske bygninger og å leie ut ett instrument til andre delprosjekter i programmet.

I Norge er det valgt å utføre målinger på ulike deler av Nidaros domkirke i Trondheim.

### De viktigste konklusjonene:

- Målinger utført på vest- og østsiden av domkirken indikerer at nedbrytningsprosessene er forskjellige.
- Det er lite direkte nedbør og ytre fuktpåkjenninger som belaster veggene på østsiden av Nidaros domkirke, oktagon. Dette er tilfelle selv i perioder med mye nedbør.
- Steinen på østsiden forvitrer hovedsakelig på grunn av fuktopptak og opp-tørking av fukt i hygroskopiske forvitningsprodukter på steinflaten.
- Vestfronten er preget av mye direkte nedbør- og slagregn som vasker av forvitningsproduktene. Det er registrert økt våttid i områder hvor det forekommer saltavsetninger.



# Måling av fuktbelastning på Nidaros domkirke med et WETCORR-instrument

## 1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) er deltaker i prosjektet "Conservation of Historic Building, Monuments & Associated Cultural Property" under EF-programmet Science and Technology for Environmental Protection (STEP).

Prosjektets overordnede mål er å utvikle en metode for å beskrive nedbrytningsprosessene og hvor langt nedbrytningen på monumenter/bygninger av stein og murstein er kommet. Metoden tar sikte på å bestemme kvantitativt de parametere som inngår i prosessen og å utvikle målemetoder for disse parametere. Ulike delprosjekter er etablert herunder miljøstudier hvor NILU deltar.

NILUs rolle i prosjektet er å benytte ett av NILUs WETCORR instrumenter til måling av fuktforhold på norske kulturhistoriske bygninger, primært Nidaros domkirke, og å leie ut ett WETCORR instrument til andre delprosjekter i programmet.

WETCORR er et måleinstrument som måler overflatetemperatur og våttiden (TOW) i et mikromiljø. Mikromiljøet er definert som det miljøet som en finner i materialflatens umiddelbare nærhet.

Prosjektet er etablert som et samarbeidsprosjekt mellom NILU, Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) og SINTEF Bergteknikk. Målingene som er utført, er oppfølging av et omfattende måleprogram utført av NILU og SINTEF Bergteknikk i mai 1990-1991 (Anda, 1991).

Denne rapporten omtaler resultatene fra to måleperioder på Nidarosdomen. I den første perioden ble det målt på østsiden og den neste på vestsiden. Det ble foretatt registreringer av fuktbelastningen både som våttid målt med WETCORR-instrumentet og beregnet ut fra temperatur og fuktighetsdata.

## 2. Miljøets betydning for steins nedbrytning

Stein er et holdbart materiale og i verdenssammenheng dominerer stein som materiale i historiske bygninger og monumenter. Selv om stein er holdbar, er nedbrytning av steinmaterialet av stor betydning for det vedlikeholdsarbeid som må gjennomføres på slike konstruksjoner.

Nedbrytningshastigheten av stein er avhengig av materialets egne kjemiske og fysiske egenskaper og den motstand som disse kan ha overfor det miljø som omgir det. Miljøforhold som påvirker steinmaterialene kan være meteorologiske parametere som fuktighet, nedbør, vind og solstråling og kjemiske forbindelser som sjøsalter, gasser, som SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> og ozon og sur nedbør. Konstruksjons-

messige forhold og reaksjoner i tilstøtende materialer, som fugematerialer, kan også ha stor betydning for bygningers tilstand.

### 2.1. Virkningen av kjemiske forbindelser

SO<sub>2</sub> er den gass hvor en klart har dokumentert at nedbrytningen øker med økende gasskonsentrasjoner. Det er spesielt kalkholdig sandstein og kalkstein hvor effekten er stor, men også steintyper som granitt kan angripes. Virkningen av NO<sub>2</sub> og ozon er det større usikkerhet om. En mener imidlertid at gassblandinger av SO<sub>2</sub> og ozon og SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> er mer aggressive enn SO<sub>2</sub> alene. SO<sub>2</sub>-nedbrytning øker også med økende fuktighet.

Sjøsalter er hygroskopiske og vil kunne øke fuktbelastningen på steinmaterialet. Fuktigheten vil trenge inn i steinenes mikrosprekker. Når fuktigheten synker, vil vannet fordampe og saltene vil krystallisere i sprekkene og skape indre spenninger i steinen og øke forvitringen.

En fuktfilm på en steinoverflate kan også adsorbere sure gasser som SO<sub>2</sub> og vil, når surheten er stor nok, kunne angripe steinmaterialet. Tilsvarende effekt kan en også få ved surt regn. Angrep av sur nedbør øker kraftig når pH i nedbøren er under 4,0.

### 2.2. Virkningen av meteorologiske parametere

Det er alltid en vekselvirkning mellom de kjemiske og de meteorologiske parameterene. De meteorologiske parameterene har ofte både positive og negative virkninger på forvitningsprosessene. Vind kan tørke opp overflaten og redusere den kjemiske belastningen. Regn kan vaske ren en saltbelastet overflate, men sterk vind og slagregn kan drive fuktighet inn i bygningsdetaljene som ellers vil være beskyttet av tak og andre overbygninger. Ofte kan en se at steinbygninger ikke er tette for regn. Regnet trenger inn i konstruksjonen og lekker ut igjen lenger nede på veggen. Samtidig løses kalk fra fugemassen og avsettes som hvite kalkavleiringer på ytterflatene når regnet tørker opp. Hvis avleiringene kommer på regnbeskyttede områder, vil avleiringene ofte bli svarte på grunn av sot i luften. Dette fenomen blir ofte betegnet "black crust".

Solstråling har i seg selv ingen nedbrytende effekt på stein. Den kan imidlertid ofte forårsake svingninger i overflatetemperaturen slik at en får sykliske svingninger som på våt flate kan gi økt saltkrystallisering og på kald flate frysetinesykluser i sprekker og derved økt nedbrytning.

### 2.3. Måling av fuktighet

Fuktighet er en viktig faktor i de fleste nedbrytningsmekanismer som finner sted på materialer. Å få kontroll med fuktigheten og å kartlegge de mikromiljøer og de klimatiske forhold hvor fuktigheten er til stede, er derfor viktig for å forstå nedbrytningsprosessene. Dagens tradisjonelle måleutstyr, som nedbørsamlere, pluviografer for måling av nedbørintensitet og termohygromografer for måling av temperatur og relativ fuktighet, gir informasjon om det generelle fuktnivået i et område. Utstyret er imidlertid uegnet til å beskrive helt lokale forhold på en bygning.

NILU har i samarbeid med ABB Energi utviklet et måleinstrument under navnet WETCORR, som skal kunne registrere den lokale fuktbelastningen på bygnings-elementer og andre fuktutsatte konstruksjoner. Instrumentet er konstruert med ulike moduler og kan fullt utbygd bestå av en data controller, 16 sensoradaptere og 64 sensorer. Sensorene består av en temperaturføler og en fuktføler. Fuktføleren er en gullcelle med to elektroder med konstant spenning mellom elektrodene. Fuktbelastningen registreres som en variasjon i strømmengden som går mellom elektrodene. Sensoradapterne registrerer og midler sensorsignalene og konverterer dem til digitale signaler som overføres til data controlleren. Data controlleren er basert på videre kommunikasjon med PC og kan også bli ringt opp via modem.

En 0-serie på ti instrumenter er nå ute til testing for å få erfaring med konstruksjonen av instrumentet og for å øke kunnskapene om tolkningen av måldataene. Målingene som utføres på Nidarosdomen er en del av dette måleprogrammet.

### **3. Måleprogram og forsøksbeskrivelse**

#### **3.1. Måleprogram**

Når en skal utføre målinger på kulturelle og steinhistoriske bygninger i Norge er Nidarosdomen i Trondheim et naturlig valg. Nidarosdomen er et av de viktigste kulturhistoriske byggverk i Norge, og det er dessuten registrert betydelige forvitringsskader på steinoverflatene. Fra et tidligere måleprogram (Anda et al., 1991) kjente en rimelig bra til fuktforholdene på og rundt kirken og til de ulike miljøparametere som karakteriserer stedet.

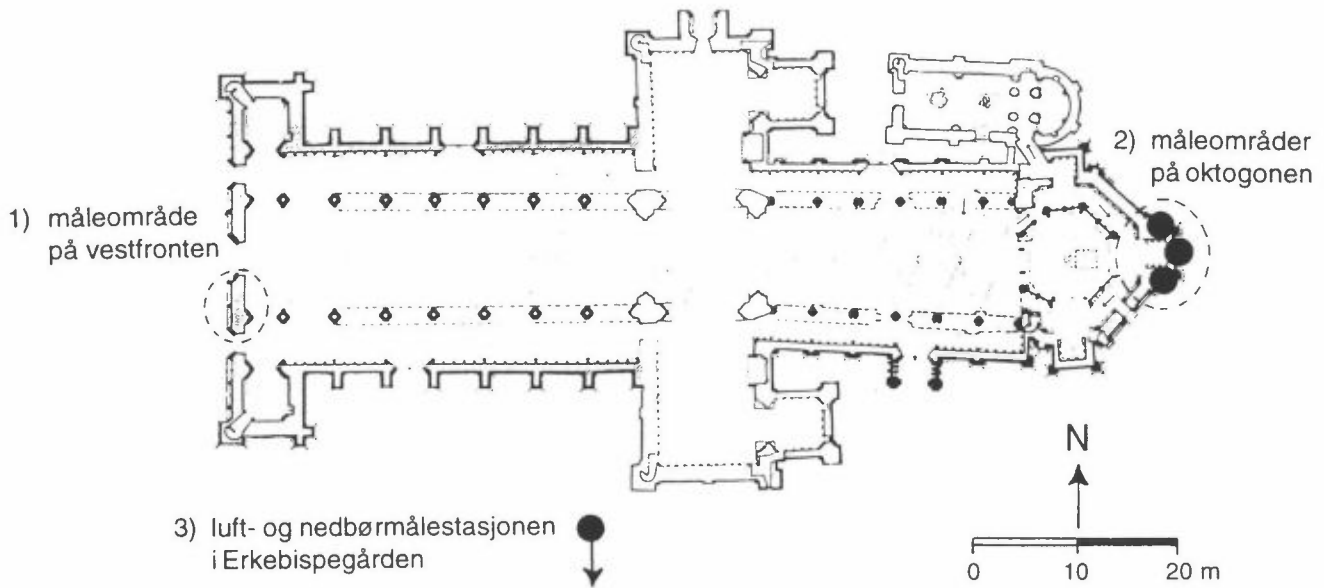
Hensikten med prosjektet var å benytte ett WETCORR instrument på Nidarosdomen for å kartlegge fuktbelastningen i høyt belastede nedbørområder, se på fuktopptak på forvitret steinflate i lavt belastede nedbørområder, og å korrelere målingene med mm nedbør og relativ fuktighet. Til det siste punktet er det benyttet en NILU nedbørsamler og en termohygrograf.

Det er valgt å benytte to måleområder på kirken. Det ene stedet var oktogonens østkapell og det andre stedet et vertikalt område på Vestfronten. En var kjent med at det var lav direkte nedbørbelastning på østsiden og at en hadde mye slagregn og nedbør med høy kloridbelastning på vestsiden.

Figur 1 viser måleområdene på Nidaros domkirke, henholdsvis oktogonen og Vestfronten, og plassering av nedbørsamler og termohygrograf i Erkebispesgården.

Målingene på oktogonen er utført fra midten av september 1992 til midten av februar 1993, og målingene på Vestfronten er utført fra midten av februar til 1. mai 1993.





Figur 1: Oversikt over de valgte måleområdene på Nidaros domkirke.

1) Vestfronten, 2) oktogonen, 3) Erkebispegården.

### 3.2. Målinger på oktogonens østkapell

Oktogonen er den eldste del av domkirken og har størst historisk interesse. På denne fasaden er hver enkelt stein nøye kartlagt både med hensyn på steintype, alder og forvitningsgrad.

Karakteristisk for all stein som er benyttet på den øverste delen av fasadene på oktogonen, er at nesten alle steinene har en kornete, forvitret overflate med kraftig avflakking. En av årsakene antas å ligge i akkumulering av hygroskopiske salter på steinoverflaten. Andre problemer som er observert, er områder med svart belegg av gips og sot.

#### 3.2.1. Instrumentplassering og forsøksbeskrivelse

Hensikten med målingene var å studere fuktvariasjonene på en steinvegg hvor det var registrert forvitringsskader og saltdannelse, samtidig med at en ikke hadde direkte nedbør på veggen.

For å undersøke disse fuktforholdene ble det nye måleinstrumentet WETCORR brukt. Instrumentet er et kontinuerlig registrerende våttidsinstrument og er utviklet i et samarbeid mellom ABB-E og NILU og produseres av ABB-E.

For å se på fuktopptaket på en flate hvor det befant seg forvitningsprodukter var det viktig å forbehandle cellene slik at de reagerte på samme måte som veggen når fuktighet var til stede. For å oppnå dette skrapte vi av forvitningsprodukter fra en stein på østsiden av oktogonen. En suspensjon av ionerenset vann og forvitningsprodukter ble deretter "dryppet" på cellens overflate. Cellens overflate skulle på denne måten få en overflate som skulle være mer sammenliknbar med steinoverflatene.

En valgte fire målesteder. Tre av stedene ble valgt på de vertikale fasadene mot sør, øst og nord. På hver fasade valgte en å ha 2 rene og 2 forurensede celler belagt med forvitningsproduktet. For å ha en referanse til nedbøren i nærheten av veggen ble to celler montert ut fra veggen i posisjon  $45^\circ$ , vendt mot sør og fritt eksponert i luft. Referansecellene var uten forvitningsprodukter på cellen.

Cellene ble montert på et relativt plant underlag og limt på steinflaten med silikon. Silikonlimet heftet godt mot underlaget der steinen var ren og tørr. Heften var derimot dårligere i de områdene hvor en hadde løse forvitningsprodukter på overflaten.

Antall paralleller og fordelingen av målepunktene var (se figur 2):

4 celler på ren steinflate mot sør (2 rene og 2 forurenset)

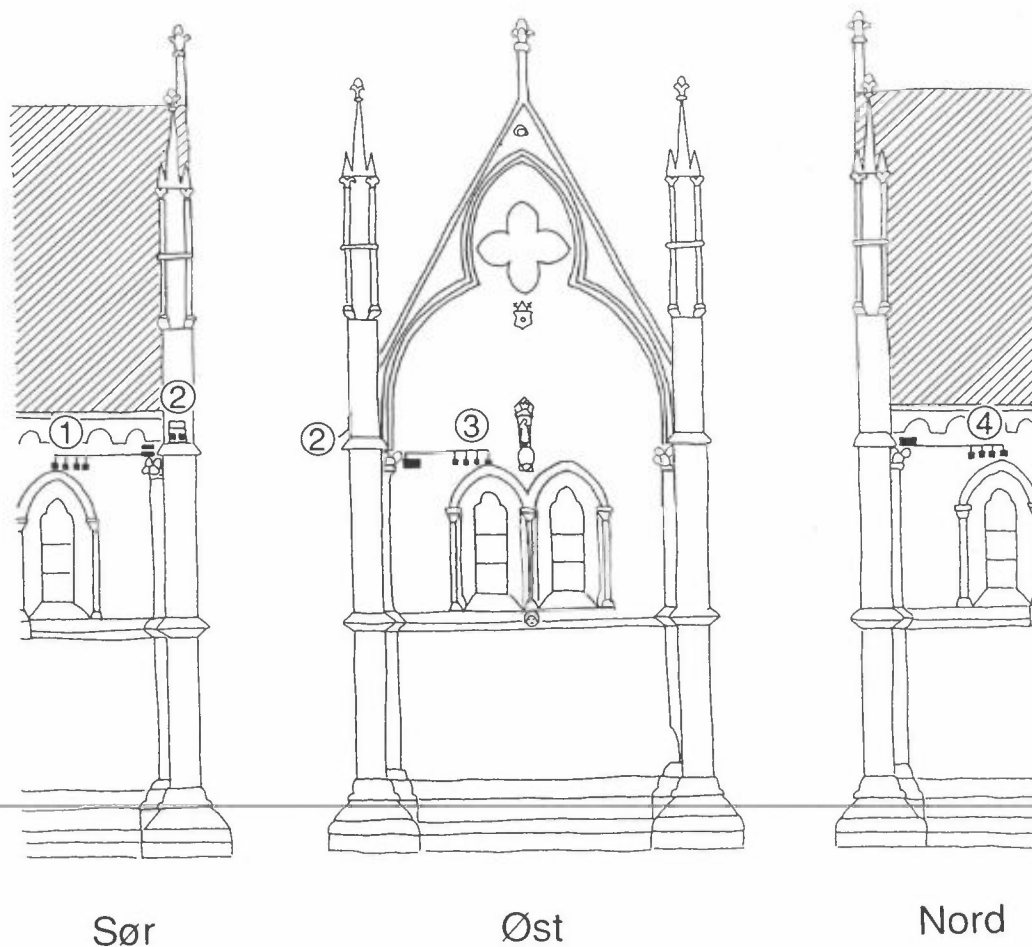
4 celler på forvitret steinflate vendt mot øst (2 rene og 2 forurenset)

4 celler på ren steinflate vendt mot nord (2 rene og 2 forurenset)

2 rene celler i referanseposisjon i  $45^\circ$ , fritt eksponert vendt mot sør

2 celler på gipsbelagt flate på pilar vendt mot øst (1 ren og 1 forurenset)

Totalt var 16 celler og 4 sensoradptere plassert rundt på oktagonen, og alle måledata ble registrert som middelverdier pr. time.

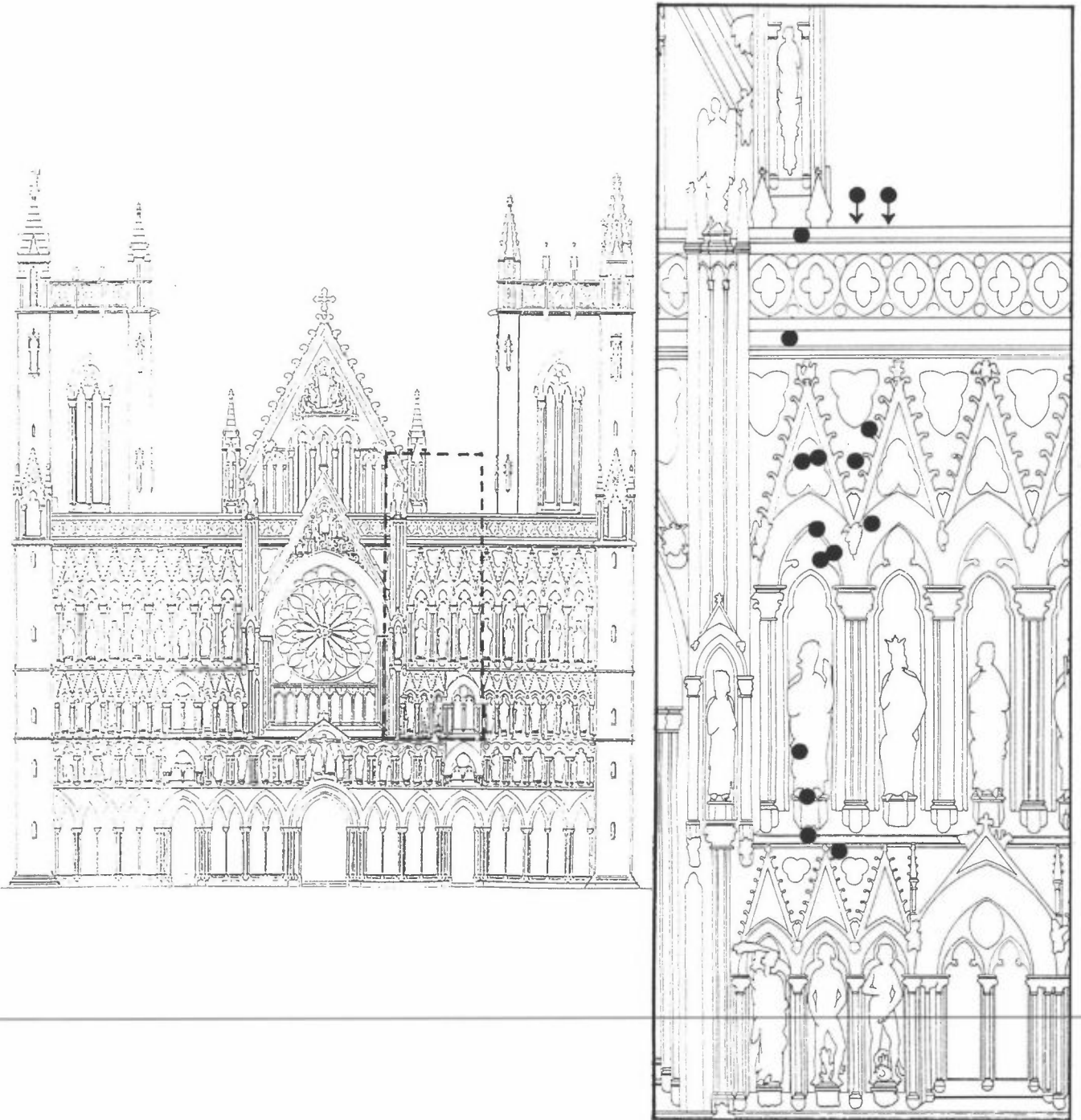


Figur 2: Celleplassering på oktagonens østkapell og fordeling av målepunkter på sør-, øst- og nordfasaden.

### 3.3. Målinger på Vestfronten

Hensikten med våttidsmålinger på Vestfronten var å undersøke fuktighet- og nedbørsforholdene på en fasade som er vendt mot den mest dominerende vindretning, kombinert med nedbør- og slagregnseffekter.

De rapporterte målinger på Vestfronten ble gjennomført i perioden fra midten av februar og ut april 1993 med et måleopplegg som vist i figur 3.



Figur 3: Måleområde og valg av målepunktene på Vestfronten.

### 3.3.1. Instrumentplassering og forsøksbeskrivelse

16 målepunkter var fordelt over et vertikalt felt til høyre for rosevinduet på Vestfronten (se figur 3). Cellene var plassert fra nederst på kongerekken, til øverst på rekkverket. 4 celler ble montert som referanseceller, hvor referanseposisjonene 41 og 42 er plassert 45° mot vest, og 43 og 44 på innsiden av rekkverket og dermed 45° vendt mot øst.

### 3.4. Miljøparametere

Trondheimsområdet har en årlig nedbør på ca. 500-1000 mm. Om høsten er Trondheim preget av sterk vind fra nordvest, og dette kombinert med mye nedbør gir slagregnseffekter på vestsiden av kirken. Dette fører også til deponering av sjøsalter (klorider) fra kysten på kirken. Om vinteren svinger utetemperaturen ofte rundt 0 °C med rikelige mengder med regn og snø (Storemyr, 1992; Hagen, 1991).

Trondheim regnes for å være en by med lite forurensninger. pH i nedbøren ligger i gjennomsnitt på 5,5. Dette er i gjennomsnitt høyere enn et typisk årsmiddel av pH i Oslo, Bergen og Drammen. Dessuten er de registrerte pH-verdiene fra Trondheim høyere enn tilsvarende målinger i bakgrunnsområder i Trøndelag (Anda et al., 1992).

Det midlere døgnlige SO<sub>2</sub>-nivået i Trondheim er sjelden over 5 µg/m<sup>3</sup>, og det er svært lave sotkonsentrasjoner. Gjennomsnittlig daglig NO<sub>2</sub>-nivå ved Nidaros domkirke var rundt 30-40 µg/m<sup>3</sup> og mesteparten kommer fra biltrafikken.

## 4. Resultater og diskusjoner

### 4.1. Oktogonens østkapell

Resultatene som presenteres er måledata og plott for perioden oktober 1992 og januar 1993. Disse periodene er preget av mye nedbør og høy fuktbelastning. Den 6.-10. oktober ble det registrert over 80 mm nedbør i Trondheim, og dette var nedbørrekord for oktober. Tilsvarende nedbørmengde ble også registrert i siste uka i januar 1993.

#### 4.1.1. Fuktighetsmålinger

Figur 4 viser måleresultatene fra referansecellen for oktober måned 1992 (celle 1). Resultatene viser at strømresponser og temperaturmålinger er i overensstemmelse med de registrerte værforholdene. Referansecellen kan derfor benyttes til å gi informasjon om fuktforholdene og lufttemperaturen i nærheten av målestedet.

Strømkurven med kraftig strek viser at referanseceller registrerer kraftig nedbør og kondens i perioder. Våttiden i måleperioden er 823 timer (av 3026 timer totalt, dvs. 27,2%) og kan karakteriseres som en periode med normal nedbørtid selv om mengden var større enn normalt. Resultatene viser at cellen reagerer kraftig på regnvær. Forskjellen er ca. 50 nA. Cellen tørker fort opp etter regnvær. Våt celle ble registrert på dagene 7.-13. oktober, 31. oktober og 1.-2. november.

13. oktober kom nedbøren som snø i følge de meteorologiske målingene på Byneset. Nedbøren 14. oktober ble ikke registrert på cellen. Dette kan skyldes at kirken skjermet for regnet den dagen.

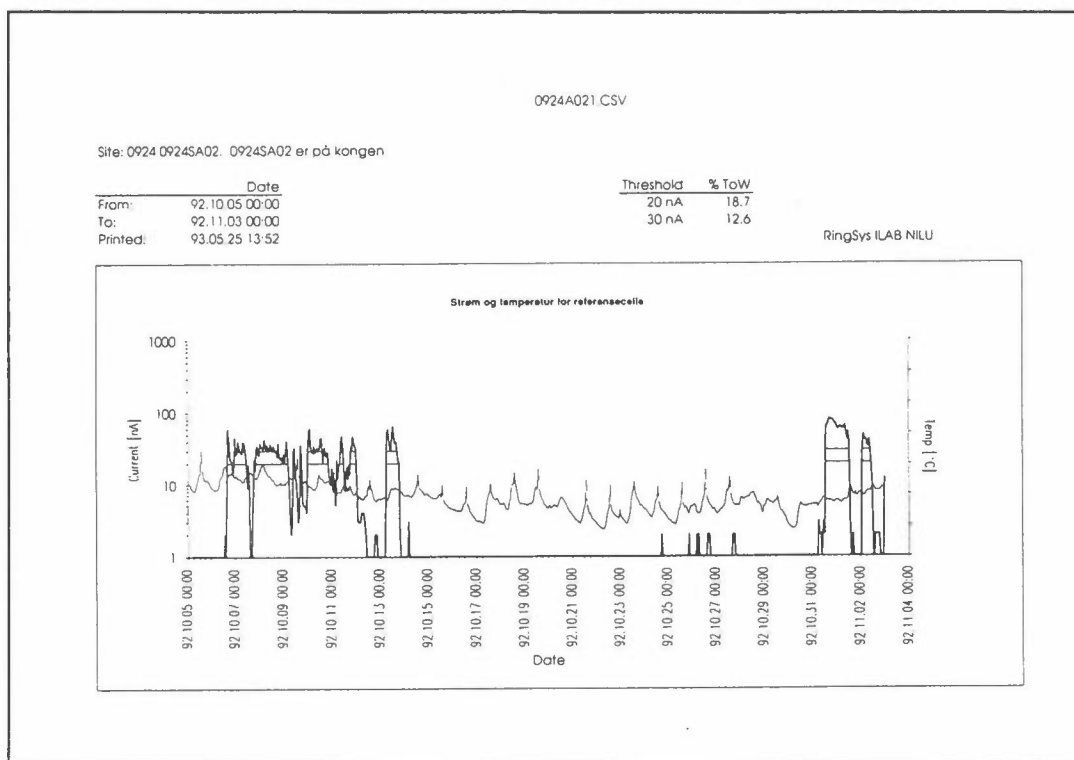
Temperaturmålinger (kurve med tynn strek) viser de forventede døgnsvingningene. På dager med solskinn blir målestedet oppvarmet en periode på dagen. Dette vises som en skarp topp på temperaturplottet. På overskyete- og regndager er toppen borte.

Celle 2 har i perioder gitt et strømbilde som viser kortslutningstendenser og er av den grunn ikke presentert.

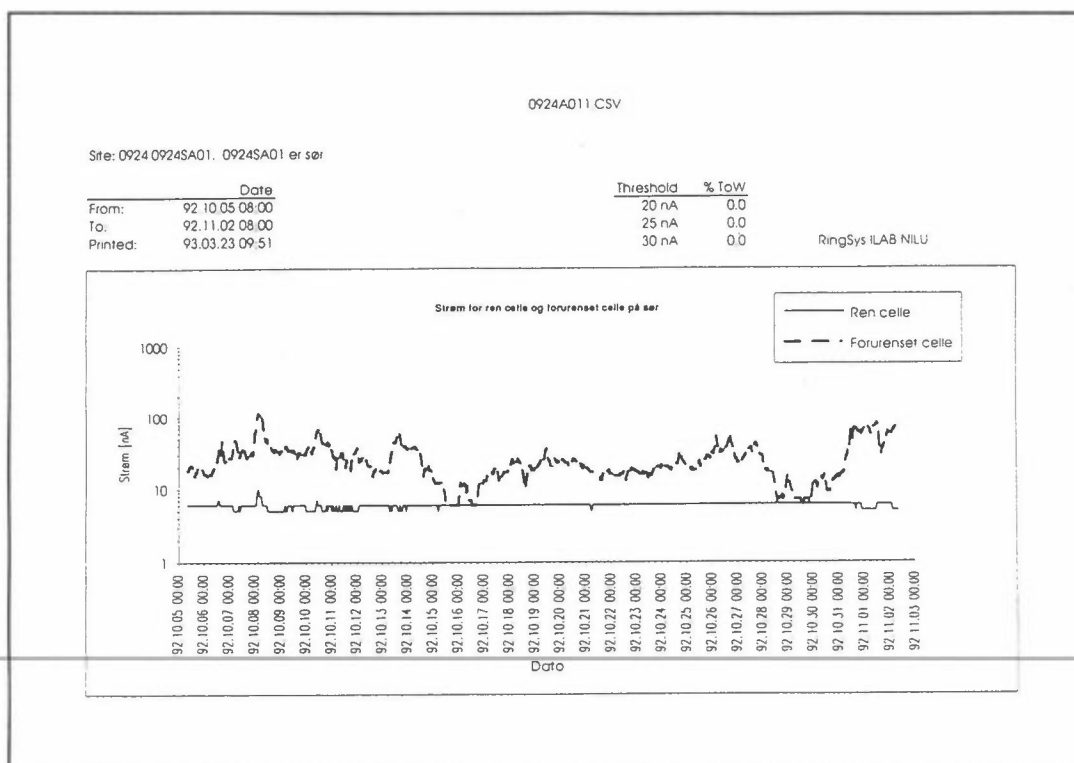
Figurene 5, 6 og 7 viser cellestrøm og våttid på en forurenset celle og en ren celle på de tre fasadene sør, øst og nord. Strømnivået på de rene cellene er tilnærmet konstant i hele måleperioden for alle fasadene unntatt 7. oktober på nordfasaden, der en har fått en markert strømtopp. Strømtyper observeres samtidig med regn og strømtopp på referansecelle, se figur 4.

På flere av de rene cellene er det små strømutslag på andre dager hvor det er registrert regn. Resultatene fra de rene cellene viser at det er meget sjelden at fasaden blir våt av regn og at nedbrytningen som skjer ikke kan komme av direkte regnpåvirkning. Cellene som er forbehandlet med forvittringsprodukter, viser et helt annet strømbilde. Maksimum- og minimumsverdiene varierer fra celle til celle, men kurveforløpene er sammenliknbare for alle fasadene. Alle cellene har høye strømmer i regnværsperiodene. Alle cellene hadde også høye strømmer i klarværsperioden 17.-28. oktober 19932, hvor en ikke har strømmer av betydning på referansecellen og hvor en også har temperaturer under 0 °C (se figur 8).

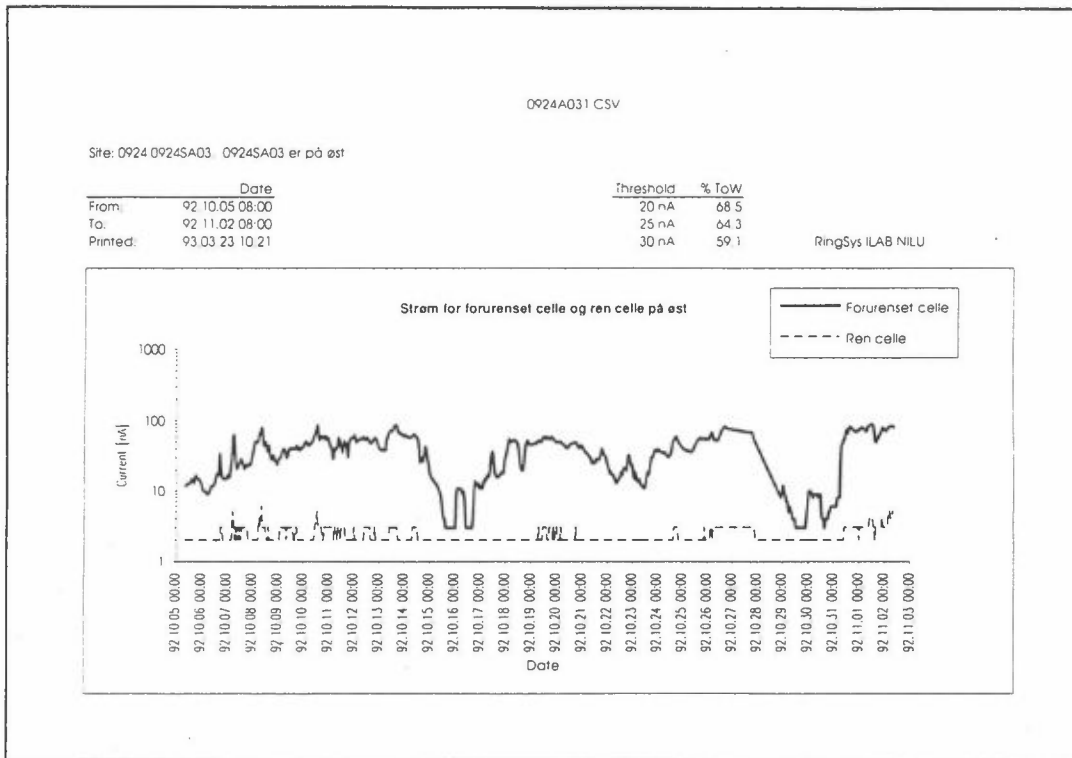
Resultatene viser at forvittringsproduktene er hygroskopiske og vil ta opp fuktighet fra luften i regnvær selv om veggen er skjernet mot direkte regn. Økningen i strøm som en ser ved lavere temperaturer, er noe mer vanskelig å forstå. En mulig forklaring kan være at saltene gir en frysepunktdepresjon og at noe rent vann fryser slik at ionestyrken og ledningsevnen i den resterende elektrolytten stiger. Vi har registrert samme resultater på måling utført i Lillestrøm og et videre studium av dette fenomenet bør inngå i senere måleserier.



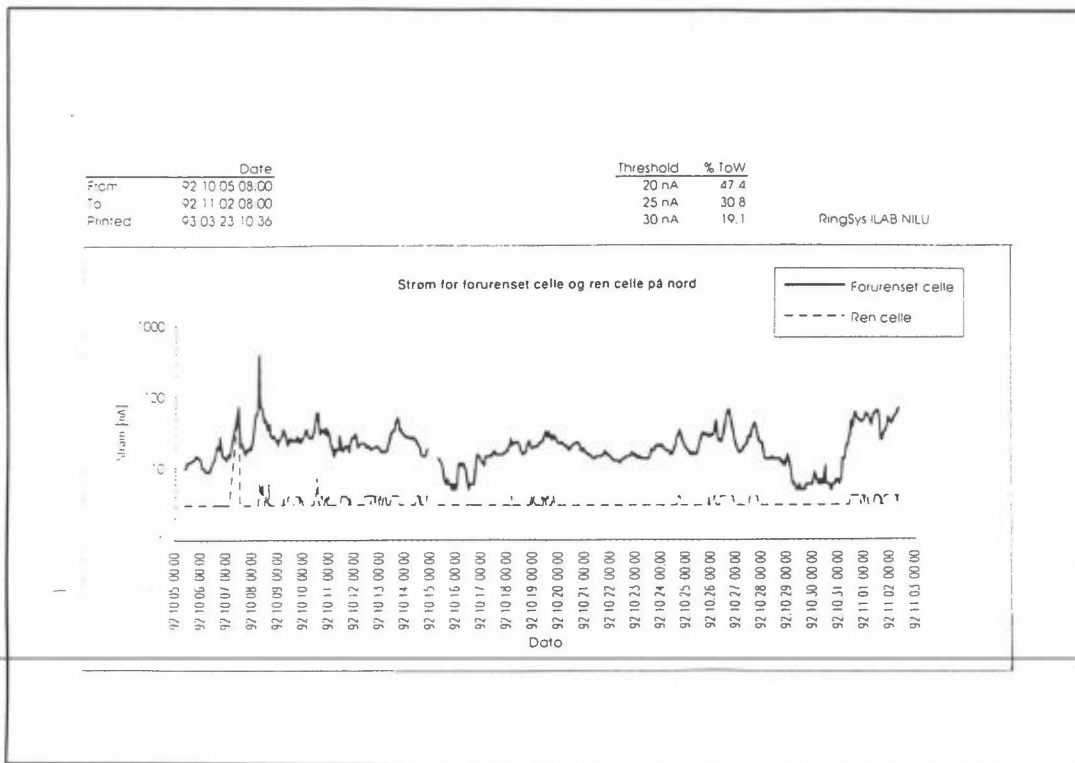
Figur 4: Strøm- og temperaturmålinger for celle 1 i referanseposisjonen i perioden oktober 1992.



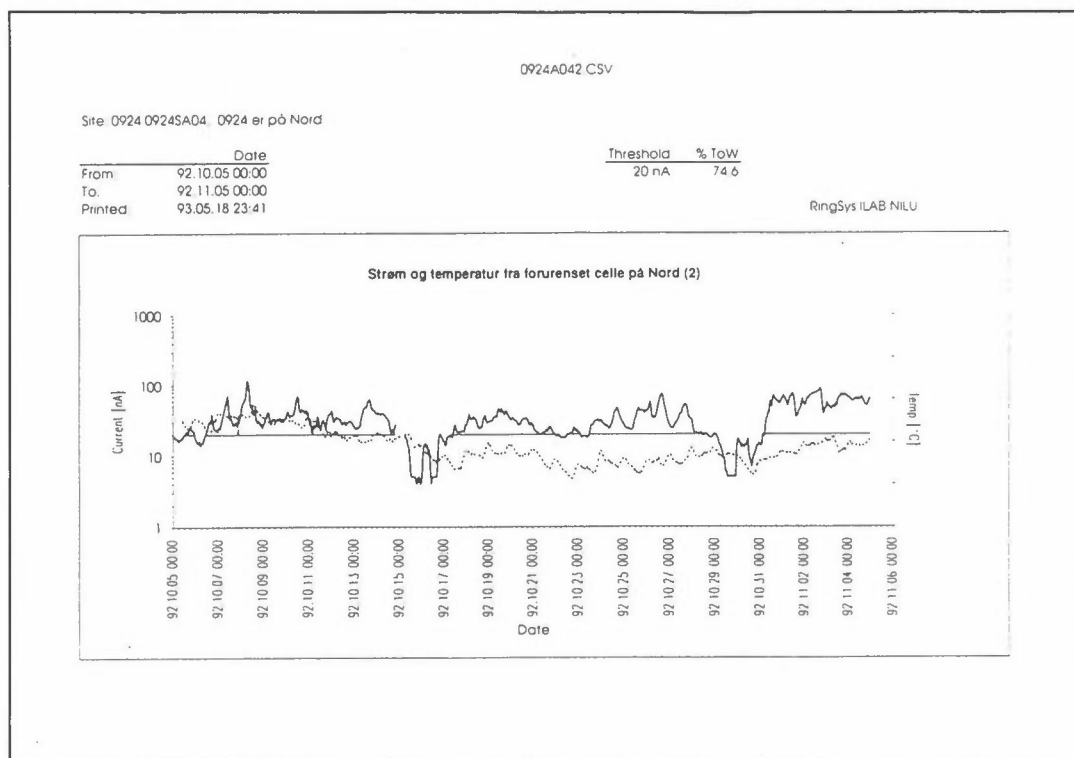
Figur 5: Strøm for ren og forurenset celle på sørveggen på oktagonen i oktober 1992.



Figur 6: Strøm for ren og forurenset celle på østveggen av oktogonen i oktober 1992.



Figur 7: Strøm for ren og forurenset celle på nordveggen på oktogonen i oktober 1992.



Figur 8: Strøm- og temperaturregistreringer på nordveggen av oktagonen som viser at strømmen øker når temperaturen går under 0 °C.

#### 4.1.2. Temperaturmålinger

Cellene på fasadene sitter i nær kontakt med steinmassen. Dette gir utslag i høyere temperatur på cellene som sitter på veggen enn cellene som sitter i referanseposisjon montert på en perspeksplate eksponert fritt i luft. Dette kan komme av at steinmassen har større varmekapasitet enn perspeksplaten i den årstiden da middeltemperaturen i luften synker. En konsekvens av en slik forklaring vil være at en om våren får en lavere temperatur på veggene, da en har kulde som sitter i veggen.

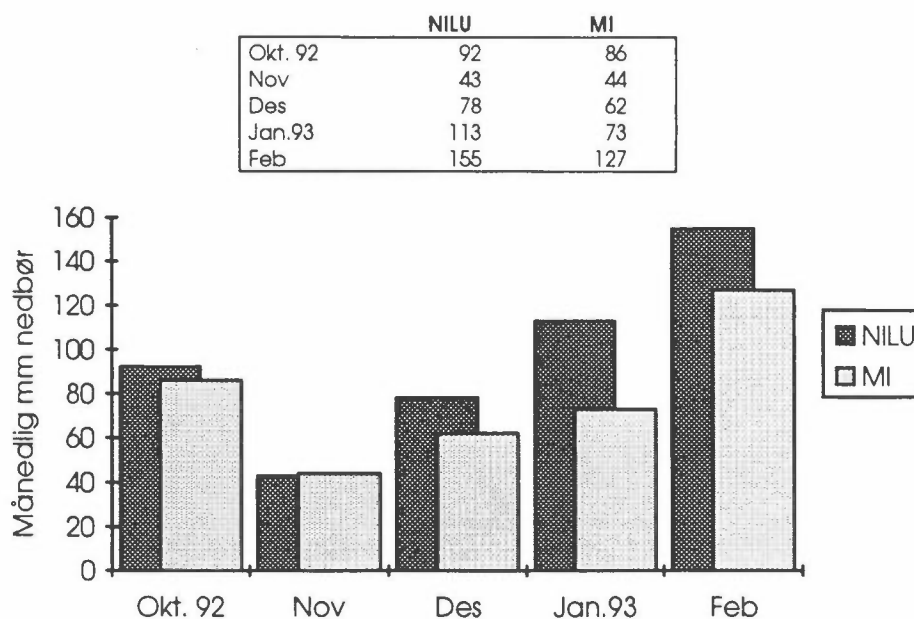
#### 4.1.3. Nedbør

En sammenlikning mellom våre målinger ved Erkebispegården med Det norske meteorologiske institutts (DNMI) målinger på Byneset, viser at nedbørmengdene på Byneset i gjennomsnitt ligger noe under Erkebispegården, bortsett fra når det kommer snø og når det er kraftig vind. Dette gjør at det er noe usikkert om hvor mye en kan benytte data fra andre målestasjoner til detaljerte studier på en bestemt bygning. Derimot samsvarer målingene når en skal beskrive hvilke værforhold en har hatt i området. En ser at månedene oktober og februar er spesielt nedbørrike.



Tabell 1: Nedbørmengde i Trondheim ved Erkebispegården og Byneset (DNMI)  
(man. kl. 0800 til man. kl. 0800).

MÅNED / Uke	Fra dato	Til dato	mm NILU	Σ Mnd.	mm MI	Σ Mnd.	Kommentarer
Sep./38	92.09.14	92.09.21	9,0		7,4		
Sep./39	92.09.21	92.09.28	14,9		8,4		
Okt./40	92.09.28	92.10.05	0,0		0,4		Fint vær
Okt./41	92.10.05	92.10.12	82,3		76,9		Regn natt til 7.10., nedbør- rekord 8.10. regn 11.-12.10.
Okt./42	92.10.12	92.10.19	1,5		2,8		T<0 i hele per.
Okt./43	92.10.19	92.10.26	0,0		0,2		Frost, ingen nedbør
Okt./44	92.10.26	92.11.02	8,0	91,7	5,9	86,2	
Nov./45	92.11.02	92.11.09	27,4		21,0		
Nov./46	92.11.09	92.11.16	10,2		17,1		
Nov./47	92.11.16	92.11.23	3,2		4,8		
Nov./48	92.11.23	92.11.30	2,5	43,3	1,2	44,1	
Des./49	92.11.30	92.12.07	10,7		4,6		
Des./50	92.12.07	92.12.14	20,7		10,7		
Des./51	92.12.14	92.12.21	30,2		24,5		Regn/Snø 17., snø 19./20
Des./52	92.12.21	92.12.28	7,3		10,2		Regn 28.12
Des./53	92.12.28	93.01.04	8,8	77,7	11,9	61,9	
Jan./01	93.01.04	93.01.11	40,1		16,8		Regn 6. og 8. jan
Jan./02	93.01.11	93.01.18	23,6		11,4		Storm på Vestlandet
Jan./03	93.01.18	93.01.25	18,9		19,2		
Jan./04	93.01.25	93.02.01	30,6	113,2	25,9	73,3	
Feb./05	93.02.01	93.02.8	76,7		70,5		
Feb./06	93.02.08	93.02.15	20,9		4,5		
Feb./07	93.02.15	93.02.22	51,3		37,8		
Feb./08	93.02.22	93.03.01	6,7	155,5	14,3	127,1	Kald periode
Mar./09	93.03.01	93.03.08	13,5				Kald periode, tmin ==-13
Mar./10	93.03.08	93.03.15	15,6				Mildt
Mar./11	93.03.15	93.03.22	63,7				
Mar./12	93.03.22	93.03.29	5,6				
Apr./13	93.03.29	93.04.05	0,0				
Apr./14	93.04.05	93.04.12	0,0				
Apr./15	93.04.12	93.04.19	3,5				



Figur 9: mm nedbør for stasjonene Erkebispegården og Byneset i summerte månedsverdier.

#### 4.1.4. Målt og beregnet våttid ( $TOW_{m\ddot{a}lt}$ og $TOW_{beregnet}$ )

Definisjonen for våttid for metall er, i henhold til den internasjonale standarden ISO 9223, den tiden hvor relativ fuktighet er større enn 80 % samtidig med at lufttemperaturen  $T$  er  $> 0$  °C. Denne parameteren beregnes ut fra målinger gjort med en termohygrograf. En har i det følgende gjort sammenlikninger mellom våttid beregnet ut fra termohygrografregistreringer og våttid målt med WETCORR.  $TOW_{beregnet}$  er beregnet etter ISO 9223 og  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  er målt med WETCORR.  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  er bestemt for våttidsgrenser på 20, 25 og 30 nA. Dette vil si den tiden hvor det går strøm gjennom cellen som overskrider de valgte strømgrensene.

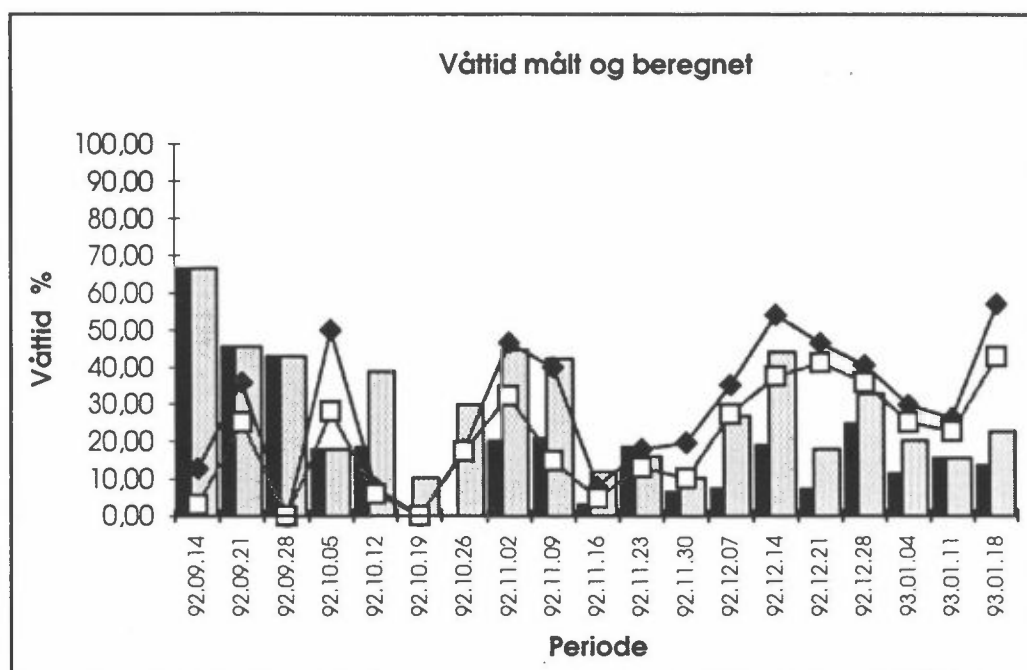
I tabell 2 og figur 10 er resultatene for  $TOW_{beregnet}$  og  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  for referansecellene vist. Det er stor spredning i  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  og  $TOW_{beregnet}$ . I perioden 28.09.-05.10. var det tørt og pent vær. Her får en likevel våttid ved  $TOW_{beregnet}$  pga. høy fuktighet om natten. Dette er ikke tilfelle for referansecellene som ikke registrerer strøm, og hvor  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  er lik 0 for hele perioden. I andre perioder ligger  $TOW_{beregnet}$  i gjennomsnitt noe lavere enn  $TOW_{m\ddot{a}lt}$ .

Om høsten før frostperiodene kommer er  $TOW_{beregnet}$  større enn  $TOW_{m\ddot{a}lt}$ . Når frostperiodene setter inn blir  $TOW_{beregnet}$  lik 0 siden temperaturen er under 0 °C. Hvis en justerer grensene for  $TOW_{beregnet}$  til  $T > -4$  °C, ser en at en oppnår en våttid for  $TOW_{beregnet}$  som ligger nærmere  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  (se tabell 2).

Tabell 2: Sammenlikninger mellom  $TOW_{beregnet}$  fra kriteriene  $RF > 80\%$  og  $T > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $RF > 80\%$  og  $T > -4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og  $TOW_{m\ddot{a}lt}$  med WETCORR og våttidsgrense lik 20, 25 og 30 nA.

Periode		$TOW_{beregnet}$ (i %)		$TOW_{m\ddot{a}lt}$ (i %)			Kommentarer
Fra dato/kl.	Til dato/kl.	$RF > 80\%$ og $T > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$RF > 80\%$ og $T > -4\text{ }^{\circ}\text{C}$	20 nA	25 nA	30nA	
92.09.14/12:00	92.09.21/07:00	66,67%	66,67%	12,80	6,71	3,05	
92.09.21/08:00	92.09.28/07:00	45,54%	45,54%	35,71	27,98	25,00	
92.09.28/08:00	92.10.05/07:00	42,86%	42,86%	0,00	0,00	0,00	Fint vær
92.10.05/08:00	92.10.12/07:00	1) 17,86%	1) 7,86%	50,00	42,26	27,98	Regn natt til ons. 7.10. Nedb. rek. tor 08.10. Regn også på lør/søn (11.-12.10.)
92.10.12/08:00	92.10.19/07:00	18,45%	38,69%	7,74	6,55	5,95	
92.10.19/08:00	92.10.26/07:00	0,00%	10,12%	0,00	0,00	0,00	$T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i hele per. Frost, ingen nedbør
92.10.26/08:00	92.11.02/07:00	2) 0,00%	2) 29,76%	17,86	17,86	17,26	
92.11.02/08:00	92.11.09/07:00	20,24%	44,64%	46,43	39,88	32,14	
92.11.09/08:00	92.11.16/07:00	20,83%	42,26%	39,88	27,98	14,88	
92.11.16/08:00	92.11.23/07:00	2,98%	11,90%	7,74	5,36	4,76	
92.11.23/08:00	92.11.30/07:00	18,45%	16,07%	17,86	16,07	13,10	
92.11.30/08:00	92.12.07/07:00	6,55%	10,12%	19,64	15,48	10,12	
92.12.07/08:00	92.12.14/07:00	7,44%	26,79%	35,12	32,14	27,38	
92.12.14/08:00	92.12.21/07:00	19,05%	44,05%	54,17	47,62	37,50	Regn/Snø 17., snø 19./20 Regn 28.12
92.12.21/08:00	92.12.28/07:00	7,14%	17,86%	46,43	43,45	41,07	
92.12.28/08:00	93.01.04/07:00	24,70%	32,74%	40,48	38,69	35,71	
93.01.04/08:00	93.01.11/07:00	11,31%	20,24%	29,76	27,98	25,00	
93.01.11/08:00	93.01.18/07:00	15,48%	15,48%	26,19	25,00	22,62	Regn 6. og 8. jan
93.01.18/08:00	93.01.18/14:00	13,69%	22,62%	57,14	42,86	42,86	Storm på vestlandet

- 1) I den perioden ble det satt ny nedbørrekord. Det var mye sterk vind, og dette førte til at termohygrografen ikke registrerte så høy RF. Mye sterk vind førte til hurtig opptøking og lave relative fuktighetsregistreringer på termohygrografen. Dette gjør at  $TOW_{beregnet}$  vil gi et galt bilde av forholdet på kirken.
- 2) Temperaturen er noen grader under 0 og våttiden (TOW) registreres ikke av termohygrografen. Instrumentet derimot registrerer en strøm ved temperaturer lavere enn  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  og våttiden registreres på veggen.



Figur 10: Sammenlikninger mellom våttid beregnet fra omgivelsene og våttid målt på oktagonen med to forskjellige kriterier. Stolpediagrammene viser våttid beregnet fra termohygrograf og kurvene er våttiden målt med WETCORR.

Total TOW og midlere strømverdier for alle cellene i hele perioden er vist i tabell 3.

Totalt sett ligger oktagonen skjermet for nedbør. Det er ønsket å undersøke på denne siden, var å se om nedbrytningen henger sammen med hygroskopiske salter på flaten.

Resultatene indikerer at en nedbrytning påvirkes av hygroskopiske salter. Dette ser en ved de tilfellene hvor det er høy relativ luftfuktighet til stede og liten regnbelastning, og hvor dette gir økte strømmer på de cellene som er forbehandlet med forvitningsprodukt.

En analyse av det avskrapte forvitningsproduktet forteller at hovedkomponentene i den vanlige delen består av kalsiumsulfat (ca. 5 mg/gram tørrstoff) og svært lite klorider. Dette forteller også at det er lite deponering av sjøsalter på oktagonen.

Tabell 3: Midlere strøm i nA med standardavvik og min.- og maks.-verdier for hele perioden for alle cellene på oktagonen.

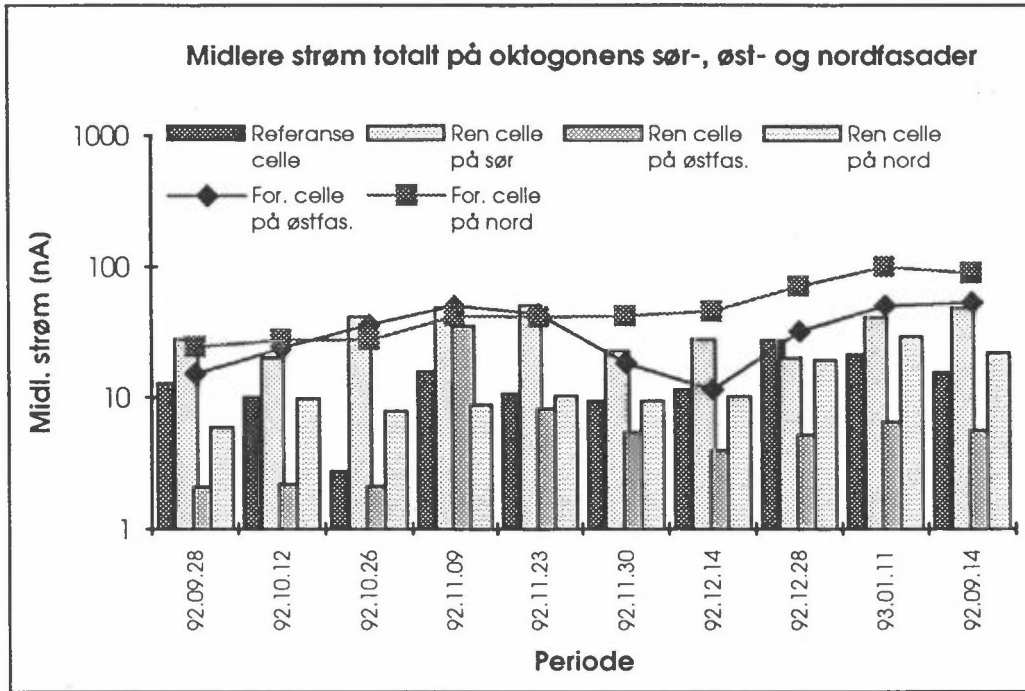
Variabel	Strøm	Fil	Fra dato	Til dato	Gj.snitt	Min.	Maks.	St.avvik	% TOW >20 nA	% TOW >30 nA
Sør <sup>1)</sup>	Strøm	0924A011	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	6,25	5	13	1,30	0,00	0,00
	Strøm	0924A011	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	5,90	5	10	0,53	0,00	0,00
	Strøm	0924A011	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	5,96	5	6	0,19	0,00	0,00
	Strøm	0924A011	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	6,05	2	33	2,64	0,90	0,60
	Strøm	0924A011	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	5,96	4	10	0,59	0,00	0,00
	Strøm	0924A011	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	7,67	6	37	4,14	4,19	0,52
	Strøm	0924A011	92.12.01 00:00	92.12.13 23:00	11,83	6	45	8,97	14,52	7,10
	Strøm	0924A011	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	15,37	4	51	9,07	26,27	6,87
	Strøm	0924A011	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	22,78	6	91	15,16	48,96	26,27
	Strøm	0924A011	93.01.11 00:00	93.01.17 23:00	29,50	6	79	19,30	64,07	39,52
	Strøm	0924A012	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	23,00	11	43	6,88	58,95	14,51
	Strøm	0924A012	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	28,01	15	114	14,40	67,86	27,68
	Strøm	0924A012	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	20,22	6	61	8,67	38,17	9,47
	Strøm	0924A012	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	41,10	6	135	24,85	73,51	62,20
Sør <sup>2)</sup>	Strøm	0924A012	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	49,12	7	108	23,88	93,18	68,25
	Strøm	0924A012	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	50,47	16	126	23,18	98,82	82,84
	Strøm	0924A013	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	23,00	11	43	6,88	58,95	0,00
	Strøm	0924A013	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	28,01	15	114	14,40	67,86	0,89
	Strøm	0924A013	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	20,22	6	61	8,67	38,17	0,89
	Strøm	0924A013	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	41,10	6	135	24,85	73,51	0,00
	Strøm	0924A013	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	49,12	7	108	23,88	93,18	14,51
	Strøm	0924A013	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	50,47	16	126	23,18	98,82	13,69
	Strøm	0924A014	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	5,74	5	11	1,18	0,00	0,00
	Strøm	0924A014	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	5,56	4	18	1,70	0,00	0,00
	Strøm	0924A014	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	5,15	5	6	0,36	0,00	0,00
	Strøm	0924A014	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	5,28	2	34	2,47	0,60	0,60
	Strøm	0924A014	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	6,00	3	62	4,56	1,19	0,89
	Strøm	0924A014	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	6,55	5	68	6,99	1,57	1,57
Ref.	Strøm	0924A014	92.12.01 00:00	92.12.13 23:00	7,09	5	28	4,20	3,55	0,00
	Strøm	0924A014	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	6,22	4	30	3,11	1,49	0,00
	Strøm	0924A014	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	7,90	3	66	6,47	3,28	2,39
	Strøm	0924A014	93.01.11 00:00	93.01.17 23:00	6,12	3	19	2,18	0,00	0,00
	Strøm	0924A021	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	12,88	1	132	19,76	25,08	14,55
	Strøm	0924A021	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	10,04	1	61	14,05	24,48	13,43
	Strøm	0924A021	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	2,77	1	65	8,34	4,18	3,28
	Strøm	0924A021	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	15,83	1	88	21,88	32,14	7,69
	Strøm	0924A021	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	10,59	1	97	14,83	23,81	0,00
	Strøm	0924A021	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	9,41	1	83	15,64	17,75	14,29
	Strøm	0924A021	92.11.30 00:00	92.12.13 23:00	11,49	1	71	16,59	25,30	17,86
	Strøm	0924A021	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	27,61	1	150	27,22	50,89	38,99
	Strøm	0924A021	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	21,49	1	160	27,80	36,01	31,25
	Strøm	0924A021	93.01.11 00:00	93.01.17 23:00	15,67	1	139	25,61	27,32	22,95
Øst <sup>3)</sup>	Strøm	0924A023	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	16,24	8	29	4,67	20,12	0,00
	Strøm	0924A023	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	19,08	9	60	8,85	30,75	14,03
	Strøm	0924A023	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	28,07	5	53	8,60	81,79	39,10
	Strøm	0924A023	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	46,40	3	119	24,67	78,21	71,34
	Strøm	0924A023	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	64,01	11	114	20,59	97,31	94,33
	Strøm	0924A023	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	53,70	11	143	19,97	91,62	90,58
	Strøm	0924A023	92.12.01 00:00	92.12.13 23:00	63,61	28	160	26,92	100,00	98,07
	Strøm	0924A023	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	108,56	15	239	50,88	97,61	90,75
	Strøm	0924A023	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	121,74	3	270	76,48	78,21	77,91
	Strøm	0924A023	93.01.11 00:00	93.01.17 23:00	124,57	10	292	78,51	89,22	85,03
	Strøm	0924A024	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	18,19	12	27	3,51	27,55	0,00
	Strøm	0924A024	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	17,70	12	43	4,60	18,80	2,44
	Strøm	0924A024	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	17,80	7	33	4,43	24,10	1,19
	Strøm	0924A024	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	46,29	3	119	24,71	77,98	23,67
Strøm	0924A024	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	63,93	11	114	20,61	97,32	0,00	
Strøm	0924A024	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	53,55	11	143	18,51	92,31	0,00	

- 1) Celler plassert mot sør (A011-A014)
- 2) Celler i referanseposisjon 45° fritt eksponert mot sør (A021, A022)
- 3) Celler på gipskrystallisert flate mot øst (A023, A024)
- 4) Celler på forvitret steinflate mot øst (A031-A034)
- 5) Celler på ren steinflate mot nord (A041-A044)

Tabell 3, forts.

Variabel		Fil	Fra dato	Til dato	Gj.snitt	Min.	Maks.	St.avvik	% TOW >20 nA	% TOW >30 nA
Øst <sup>4)</sup> Forvit	Strøm	0924A031	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	15,40	8	29	4,28	11,42	0,00
	Strøm	0924A031	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	24,03	9	87	16,22	35,12	8,42
	Strøm	0924A031	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	35,91	3	87	19,12	70,12	0,00
	Strøm	0924A031	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	50,50	3	365	40,26	66,84	0,00
	Strøm	0924A031	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	43,69	6	89	20,51	86,05	0,31
	Strøm	0924A031	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	18,39	6	83	17,76	27,81	3,27
	Strøm	0924A031	92.11.30 00:00	92.12.13 00:00	11,65	4	43	5,72	8,93	0,00
	Strøm	0924A031	92.12.14 00:00	92.12.27 00:00	32,45	4	85	18,76	67,56	12,63
	Strøm	0924A031	92.12.28 00:00	93.01.10 00:00	51,34	4	157	34,59	76,79	16,67
	Strøm	0924A031	93.01.11 00:00	93.01.17 00:00	53,98	5	135	35,83	78,57	8,88
	Strøm	0924A032	92.09.14 12:00	92.09.28 07:00	2,11	2	5	0,45	0,00	0,00
	Strøm	0924A032	92.09.28 08:00	92.10.12 07:00	2,21	2	6	0,51	0,00	0,00
	Strøm	0924A032	92.10.12 08:00	92.10.26 07:00	2,12	2	3	0,33	0,00	0,00
Strøm	0924A032	92.10.26 08:00	92.11.09 07:00	35,36	2	712	126,77	8,42	8,42	
Strøm	0924A032	92.11.09 08:00	92.11.23 07:00	8,21	3	17	2,94	0,00	0,00	
Strøm	0924A032	92.11.23 08:00	92.11.30 00:00	5,48	3	14	2,93	0,00	0,00	
Strøm	0924A032	92.11.30 00:00	92.12.13 00:00	3,97	3	10	0,75	0,00	0,00	
Strøm	0924A032	92.12.14 00:00	92.12.27 00:00	5,22	3	38	3,11	0,89	0,30	
Strøm	0924A032	92.12.28 00:00	93.01.10 00:00	6,52	3	46	4,48	1,49	0,00	
Strøm	0924A032	93.01.11 00:00	93.01.17 00:00	5,60	4	13	1,87	0,00	0,00	
Strøm	0924A033	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	19,24	9	31	5,21	39,01	0,31	
Strøm	0924A033	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	17,10	11	39	4,81	15,22	3,28	
Strøm	0924A033	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	12,45	6	26	3,28	1,49	0,00	
Strøm	0924A033	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	18,51	2	38	9,27	44,44	12,70	
Strøm	0924A033	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	19,96	9	37	8,33	42,09	16,72	
Strøm	0924A033	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	18,65	8	39	7,87	29,84	11,52	
Strøm	0924A034	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	3,96	3	8	0,83	0,00	0,00	
Strøm	0924A034	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	3,79	3	4	0,41	0,00	0,00	
Strøm	0924A034	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	3,46	3	4	0,50	0,00	0,00	
Strøm	0924A034	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	3,43	2	10	0,80	0,00	0,00	
Strøm	0924A034	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	3,42	2	4	0,52	0,00	0,00	
Strøm	0924A034	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	3,52	2	4	0,51	0,00	0,00	
Nord <sup>5)</sup>	Strøm	0924A041	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	5,95	4	12	1,23	0,00	0,00
	Strøm	0924A041	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	9,76	5	1101	60,56	0,61	0,31
	Strøm	0924A041	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	7,80	3	11	1,58	0,00	0,00
	Strøm	0924A041	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	8,72	5	17	2,06	0,00	0,00
	Strøm	0924A041	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	10,22	6	15	2,40	0,00	0,00
	Strøm	0924A041	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	9,42	6	13	1,73	0,00	0,00
	Strøm	0924A041	92.12.01 00:00	92.12.13 23:00	10,25	6	25	3,57	2,89	0,00
	Strøm	0924A041	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	19,38	4	79	12,62	28,48	15,23
	Strøm	0924A041	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	29,37	6	66	16,24	73,11	50,42
	Strøm	0924A041	93.01.11 00:00	93.01.17 23:00	13,14	3	42	10,59	24,09	12,50
	Strøm	0924A042	92.09.14 12:00	92.09.28 07:00	24,68	15	41	5,36	73,80	11,75
	Strøm	0924A042	92.09.28 08:00	92.10.12 07:00	27,92	14	119	12,62	74,09	27,74
	Strøm	0924A042	92.10.12 08:00	92.10.26 07:00	27,33	4	63	11,03	74,01	37,00
Strøm	0924A042	92.10.26 08:00	92.11.09 07:00	42,15	5	89	21,72	75,60	63,10	
Strøm	0924A042	92.11.09 08:00	92.11.23 07:00	41,30	20	81	16,69	98,51	61,31	
Strøm	0924A042	92.11.23 08:00	92.11.30 00:00	42,27	20	88	15,68	98,14	77,02	
Strøm	0924A042	92.11.30 00:00	92.12.13 00:00	45,54	19	123	19,51	99,40	0,00	
Strøm	0924A042	92.12.14 00:00	92.12.27 00:00	70,96	3	190	42,13	91,09	0,60	
Strøm	0924A042	92.12.28 00:00	93.01.10 00:00	101,09	4	701	88,25	78,81	0,89	
Strøm	0924A042	93.01.11 00:00	93.01.17 00:00	90,08	5	186	47,93	93,79	0,00	
Strøm	0924A043	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	24,89	15	41	5,26	75,62	2,08	
Strøm	0924A043	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	27,47	14	119	12,69	71,65	47,92	
Strøm	0924A043	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	27,08	4	63	10,70	74,01	66,37	
Strøm	0924A043	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	42,74	5	89	21,46	76,49	66,07	
Strøm	0924A043	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	41,27	14	81	16,73	97,92	0,00	
Strøm	0924A043	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	41,26	20	88	15,97	97,63	15,51	
Strøm	0924A044	92.09.14 00:00	92.09.27 23:00	3,12	2	6	0,62	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.09.28 00:00	92.10.11 23:00	3,37	3	73	3,90	0,31	0,31	
Strøm	0924A044	92.10.12 00:00	92.10.25 23:00	3,13	3	4	0,34	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.10.26 00:00	92.11.08 23:00	4,00	3	11	1,09	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.11.09 00:00	92.11.22 23:00	4,61	3	7	1,12	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.11.23 00:00	92.11.30 23:00	4,00	3	6	0,79	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.12.01 00:00	92.12.13 23:00	3,72	3	7	0,88	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.12.14 00:00	92.12.27 23:00	3,83	2	9	1,29	0,00	0,00	
Strøm	0924A044	92.12.28 00:00	93.01.10 23:00	5,23	1	35	5,83	5,13	1,71	
Strøm	0924A044	93.01.10 00:00	93.01.17 23:00	4,76	2	19	2,25	0,00	0,00	





Figur 11: Midlere strøm i nA totalt i perioden for noen aktuelle celler på oktogonen.

#### 4.2. Vestfronten

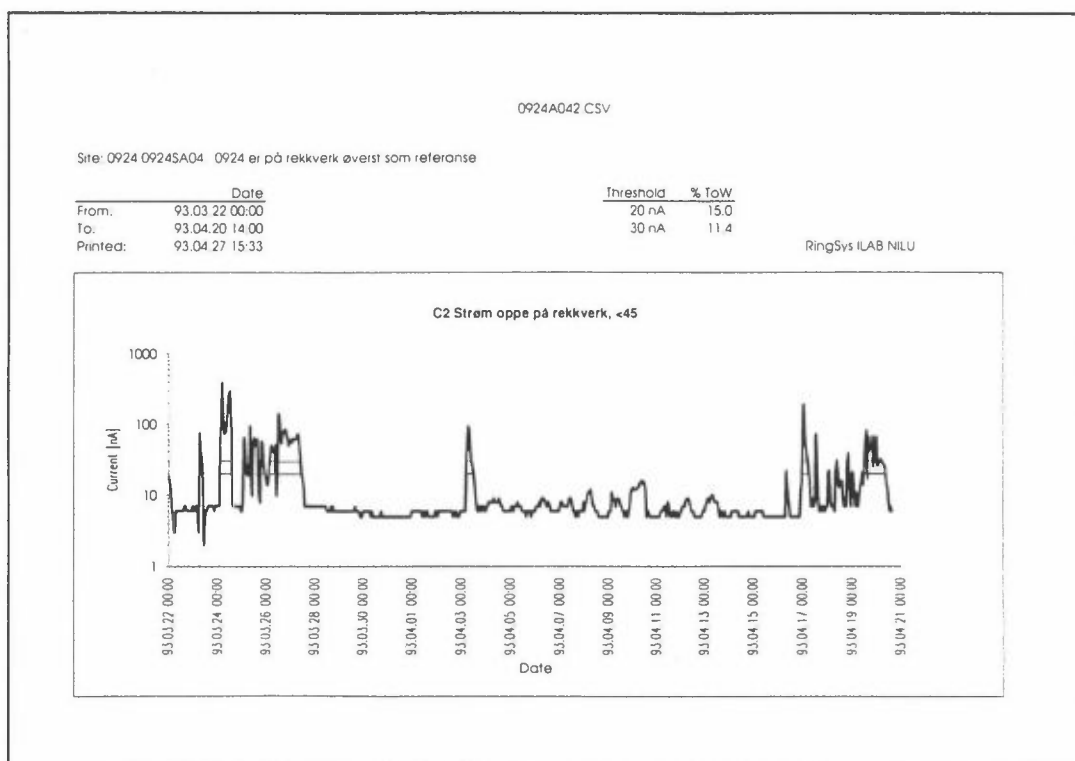
Måleperioden som er presentert i det følgende, er fra februar til april 1993.

##### 4.2.1. Våttid for celler i referanseposisjon

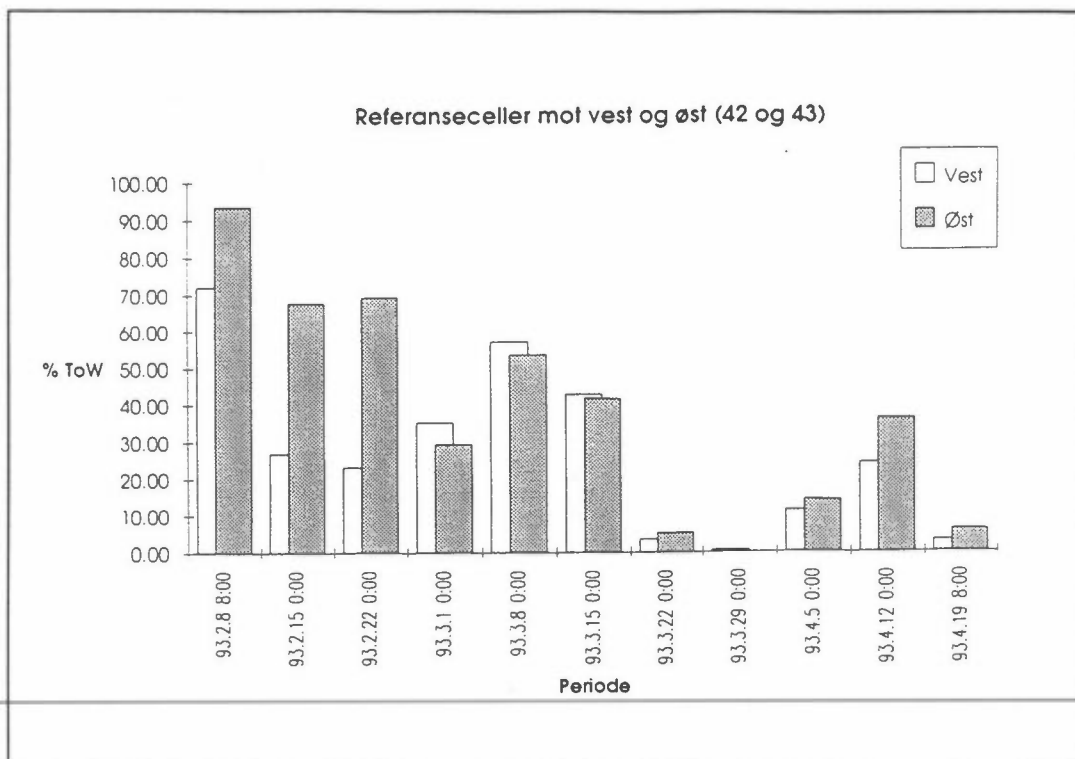
Cellene som ble plassert øverst på rekkverket, skal fungere som referanseceller og måle tid med nedbør under måleperioden. Cellene 41 og 42 var referanser vendt mot vest og cellene 43 og 44 var referanser vendt mot øst.

Starten av perioden var preget av mildt vintervær med regn, snø og slaps kombinert med vind. Opptørking med fint vær og høyere temperaturer preger forsøksperioden i en noe lengre periode i slutten av mars, se figur 12.

Referansecellen vendt mot øst registrerte en lengre våttid enn celler vendt mot vest. Total våttid for hele perioden for celler mot øst er lik 600 t eller 45%, i forhold til 355 t (26,5%) av 1344 t mot vest. Dette kan forklares ved at celler vendt mot øst var utsatt for mer skygge og mindre soltimer enn vestsiden og nedbøren som registreres vil tørke opp saktere.



Figur 12: Strømkurve for en celle i referanseposisjon på Vestfronten.



Figur 13: Total våttid for referansecellene mot vest og øst.



#### 4.2.2. Våttid- og strømmålinger på Vestfronten

Det som preger Vestfronten er alle figurene og buene med ornamenter. Hele området mottar mye direkte slagregn og avsetning fra sjøsalter pga. kraftig vind fra nordvest. Avsetningen av salter på steinen har liten betydning for nedbrytningen så lenge nye regnvær kan vaske vekk saltene.

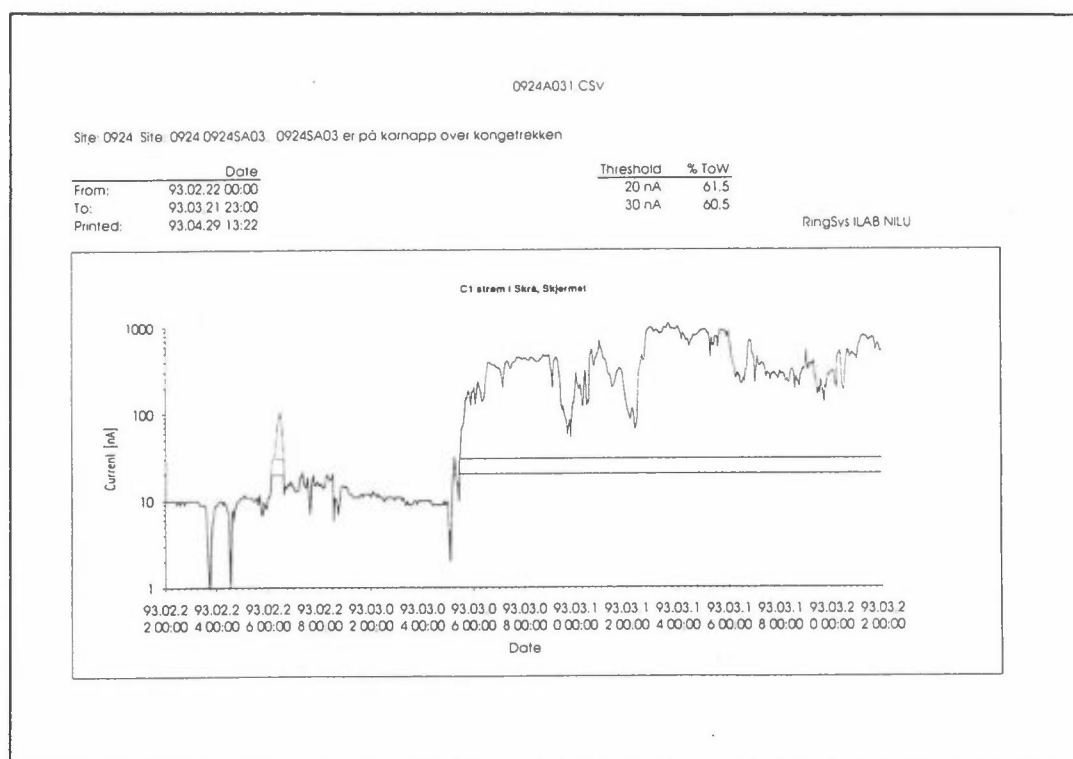
Områder som er skjermet for den direkte nedbøren unngår avvasking, og vil akkumulere smuss, skitt og hygroskopiske salter. Dette kan gi utslag i økt fukt-påkjenning i skjermede områder. Dette kan en se av figurene 14 og 15, hvor cellen som sitter skjermet har høyere strømmengde og lengre våttid enn den uskjermede cellen.

Et generelt inntrykk er at steinene på denne siden er i god forfatning og at de er lite forvitret. En skal imidlertid være klar over at denne fasaden er den nyeste del av kirken, og at eksponeringstiden har vært begrenset.

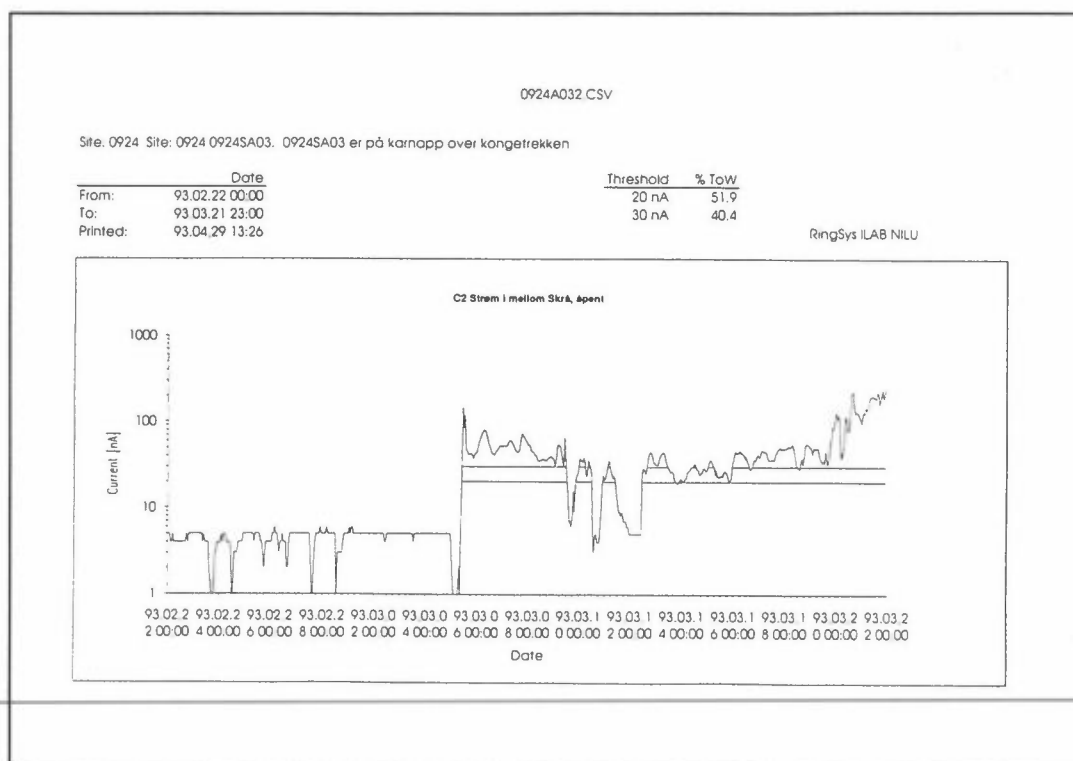
I tabell 4 vises sammenstilte data totalt for midlere strømmengde, standardavvik, minimum og maksimum strøm for celler på Vestfronten. Celle 31 og celle 13 gir de høyeste strømverdiene. Celle 13 er plassert nederst på sokkelen i 45° og celle 31 er plassert på skrå og ligger skjermet til.

En kan tydelig se at en har stor variasjon av fuktforholdene og at effekten av slagsregnet og saltavsetninger avhenger av de lokale forholdene hvor skjermingen spiller en vesentlig rolle.

Celle 13 har en åpen posisjon og vil måle alle former for fuktighet på flaten. Den registrerer også avrenningen fra steinfiguren og til dels avrenninger høyere opp på veggen.



Figur 14: Strømrespons for en celle som ligger noe skjernet til (celle 31).



Figur 15: Strømrespons for en celle som ligger åpent til (celle 32).

Tabell 4: Midlere strøm, min.- og maks.-verdier og standardavvik for alle cellene på Vestfronten.

Variabel	Fil	Fra dato/kd.	Til dato/kd.	Gj.snitt	Min.	Maks.	St.avvik	% TOW > 20	% TOW > 30
Strøm <sup>1)</sup>	0924A011	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	8.89	1	165	2.26	2.26	2.26
Strøm	0924A011	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	11.45	1	371	25.73	4.18	2.99
Strøm	0924A011	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	21.21	1	98	22.62	32.14	21.13
Strøm	0924A011	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	11.31	3	53	10.37	14.54	7.42
Strøm	0924A011	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	6.02	3	9	0.49	0.00	0.00
Strøm <sup>1)</sup>	0924A012	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	84.32	4	849	63.91	63.16	62.78
Strøm	0924A012	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	38.90	4	389	54.39	34.63	28.96
Strøm	0924A012	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	41.31	1	459	63.87	45.54	33.93
Strøm	0924A012	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	14.25	2	129	19.15	13.95	10.09
Strøm	0924A012	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	9.79	6	118	10.73	7.72	3.56
Strøm <sup>1)</sup>	0924A013	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	141.87	5	1097	70.68	69.55	68.05
Strøm	0924A013	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	105.42	3	1029	165.04	48.06	45.07
Strøm	0924A013	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	174.65	1	1452	279.00	79.17	68.15
Strøm	0924A013	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	38.74	4	823	96.37	20.77	17.51
Strøm	0924A013	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	21.47	7	592	68.72	8.90	7.42
Strøm <sup>1)</sup>	0924A014	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	3.64	1	6	0.00	0.00	0.00
Strøm	0924A014	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	3.58	1	5	1.38	0.00	0.00
Strøm	0924A014	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	1.62	1	4	0.93	0.00	0.00
Strøm	0924A014	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	3.28	1	4	1.12	0.00	0.00
Strøm	0924A014	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	3.74	1	4	0.55	0.00	0.00
Strøm <sup>1)</sup>	0924A022	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	8.18	1	29	0.38	0.38	0.00
Strøm	0924A022	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	11.71	6	98	13.89	2.44	2.44
Strøm	0924A022	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	12.72	1	98	10.55	11.30	3.65
Strøm	0924A022	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	8.59	2	16	1.41	0.00	0.00
Strøm	0924A022	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	8.15	1	13	0.93	0.00	0.00
Strøm <sup>1)</sup>	0924A023	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	12.75	1	316	3.76	3.38	3.38
Strøm	0924A023	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	12.27	4	172	25.58	2.44	2.44
Strøm	0924A023	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	29.22	3	199	39.80	29.57	21.26
Strøm	0924A023	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	9.96	3	21	2.01	0.30	0.00
Strøm	0924A023	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	10.35	2	14	1.04	0.00	0.00
Strøm <sup>1)</sup>	0924A024	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	10.50	2	62	4.14	3.76	3.38
Strøm	0924A024	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	12.07	5	116	16.66	2.44	2.44
Strøm	0924A024	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	8.17	1	116	10.40	4.98	3.65
Strøm	0924A024	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	9.87	3	13	2.31	0.00	0.00
Strøm	0924A024	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	11.32	2	13	1.19	0.00	0.00
Strøm <sup>2)</sup>	0924A031	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	8.52	1	13	0.00	0.00	0.00
Strøm	0924A031	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	60.77	1	455	114.74	22.99	20.90
Strøm	0924A031	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	263.66	1	1100	286.95	61.55	60.51
Strøm	0924A031	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	465.95	53	1100	283.34	100.0	100.0
Strøm	0924A031	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	106.61	7	1177	198.01	30.76	27.04
Strøm	0924A031	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	199.13	12	1177	247.97	55.65	53.27
Strøm	0924A031	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	14.37	7	43	3.76	5.93	0.89
Strøm <sup>1)</sup>	0924A032	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	3.88	1	6	0.00	0.00	0.00
Strøm	0924A032	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	14.04	1	146	21.69	18.51	18.51
Strøm	0924A032	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	48.85	3	251	47.15	85.12	62.20
Strøm	0924A032	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	30.22	5	281	46.81	34.52	30.36
Strøm	0924A032	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	31.47	1	251	40.62	51.86	40.39
Strøm	0924A032	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	8.62	4	52	8.98	7.12	5.34
Strøm	0924A032	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	19.41	4	281	35.35	20.80	17.83
Strøm <sup>1)</sup>	0924A033	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	4.45	1	7	0.00	0.00	0.00
Strøm	0924A033	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	4.98	1	12	1.42	0.00	0.00
Strøm	0924A033	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	7.85	1	39	7.59	13.39	0.60
Strøm	0924A033	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	9.83	5	29	5.92	10.71	0.00
Strøm	0924A033	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	6.21	3	8	0.59	0.00	0.00
Strøm <sup>2)</sup>	0924A034	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	9.24	1	29	1.13	0.38	0.00
Strøm	0924A034	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	38.54	1	346	62.35	22.99	21.79
Strøm	0924A034	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	39.88	8	173	35.27	73.51	42.86
Strøm	0924A034	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	19.69	10	98	13.75	33.04	15.77
Strøm	0924A034	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	11.78	8	22	2.30	2.97	0.00

- 1) Celler i åpen posisjon (11-14, 22, 24, 32, 33).
- 2) Celler skjernet (31, 34).
- 3) Celler i referanse hhv. vest- og østretning (41-44).

Tabell 4, forts.

Variabel	Fil	Fra dato/k.	Til dato/k.	Gj.snitt	Min.	Maks.	St.avvik	% TOW > 20	% TOW > 30
Strøm <sup>3)</sup>	0924A041	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	79.33	5	720	46.62	40.60	37.59
Strøm	0924A041	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	38.75	1	885	89.34	25.07	22.99
Strøm	0924A041	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	49.06	1	602	75.42	44.12	39.30
Strøm	0924A041	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	27.97	5	379	45.04	23.51	21.43
Strøm	0924A041	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	12.95	9	229	16.38	5.04	3.86
Strøm <sup>3)</sup>	0924A042	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	58.73	6	597	59.77	54.51	50.00
Strøm	0924A042	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	29.36	2	233	37.22	35.52	31.34
Strøm	0924A042	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	22.97	1	119	26.57	34.49	29.41
Strøm	0924A042	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	20.60	2	393	39.94	20.24	17.56
Strøm	0924A042	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	9.15	5	193	13.56	5.34	2.67
Strøm <sup>3)</sup>	0924A043	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	51.83	9	357	72.93	71.80	71.05
Strøm	0924A043	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	61.08	3	1203	128.51	70.87	57.36
Strøm	0924A043	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	25.09	1	188	28.85	39.68	31.64
Strøm	0924A043	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	31.79	1	711	66.98	23.51	22.62
Strøm	0924A043	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	14.13	8	244	22.60	5.93	5.34
Strøm <sup>3)</sup>	0924A044	93.02.12/15:00	93.02.23/16:00	63.97	5	520	72.18	70.68	69.17
Strøm	0924A044	93.02.22/00:00	93.03.07/23:00	48.33	3	634	55.93	72.07	57.66
Strøm	0924A044	93.03.08/00:00	93.03.21/23:00	75.10	1	712	104.56	65.15	57.10
Strøm	0924A044	93.03.22/00:00	93.04.04/23:00	25.35	1	158	38.36	34.52	30.36
Strøm	0924A044	93.04.05/00:00	93.04.18/23:00	10.18	1	103	17.11	16.02	10.98

- 1) Celler i åpen posisjon (11-14, 22, 24, 32, 33).
- 2) Celler skjermet (31, 34).
- 3) Celler i referanse hhv. vest- og østretning (41-44).

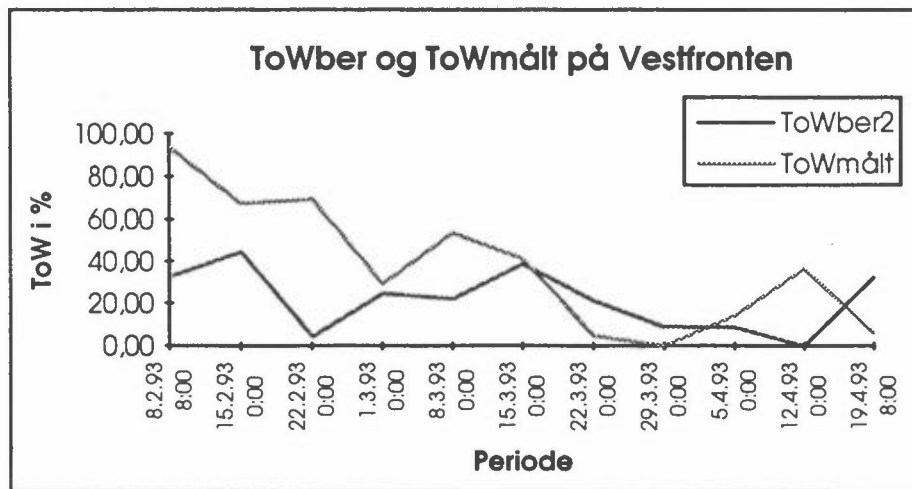
#### 4.2.3. Våttid beregnet og målt på Vestfronten ( $TOW_{beregnet}$ og $TOW_{målt}$ )

$TOW_{målt}$  er beregnet ut fra celle 42 som står øverst på rekkverket i 45° vendt mot vest og fra celle 43 som står i 45° på rekkverket vendt mot øst.

Tabell 5 og figur 16 viser generelt at resultater fra termohydrografen gir  $TOW_{beregnet}$  som er lavere enn  $TOW$  som er målt. Dette gjelder for hele perioden, også med kriteriene  $RF > 80\%$  og  $T > -4$  °C. Dette viser at på Vestfronten med direkte regn vil målinger med celler være nødvendig for å få et riktig bilde av fuktbelastning på overflaten.

Tabell 5: Sammenlikninger mellom  $TOW_{beregnet}$  med  $RF > 80\%$  og  $T > 0$  °C og  $RF > 80\%$  og  $T > -4$  °C og  $TOW_{målt}$  med WETCORR instrumentet og våttidsgrenser på 20, 25 og 30 nA.

Periode		$TOW_{beregnet}$		$TOW_{målt}$ A042Vest			$TOW_{målt}$ A043Øst		
Fra dato/k.	Til dato/k.	RF > 80% T > 0 °C	RF > 80% T > -4 °C	> 20 nA	> 25 nA	> 30 nA	> 20 nA	> 25 nA	> 30 nA
93.02.08/8:00	93.02.15/8:00	33,04%	32,74%	72,02	62,50	57,74	93,45	91,67	90,48
93.02.15/0:00	93.02.22/0:00	4,46%	44,64%	50,90	47,31	43,71	67,66	67,07	64,67
93.02.22/0:00	93.03.01/0:00	0,00%	4,76%	20,24	19,05	19,05	69,28	53,61	45,18
93.03.01/0:00	93.03.08/0:00	4,76%	25,00%	17,96	16,99	14,08	29,44	24,37	20,30
93.03.08/0:00	93.03.15/0:00	17,86%	22,62%	54,76	50,60	48,21	53,57	52,38	46,43
93.03.15/0:00	93.03.22/0:00	21,13%	39,29%	35,71	33,93	32,14	41,67	41,07	40,48
93.03.22/0:00	93.03.29/0:00	5,36%	22,02%	4,76	3,57	2,98	5,36	5,36	4,76
93.03.29/0:00	93.04.05/0:00	6,85%	9,23%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
93.04.05/0:00	93.04.12/0:00	1,79%	8,93%	10,65	6,51	5,33	14,29	14,29	12,50
93.04.12/0:00	93.04.19/0:00	Missing	Missing	24,40	20,24	17,26	36,31	33,93	32,14
93.04.19/8:00	93.04.26/8:00		32,44%	3,06	2,04	2,04	6,12	6,12	5,10



Figur 16: Sammenlikninger mellom  $TOW_{beregnet}$  fra målinger i omgivelsene og  $TOW_{målt}$  på Vestfronten.

## 5. Konklusjoner

### 5.1. Oktogonen

Det er lav fuktbelastning på fasadene under alle værforhold og det er liten direkte nedbørbelastning selv under ekstreme nedbørperioder.

Det er registrert strøm på cellene med belegg av forvitningsprodukter på alle fasadene på Oktogonen. Strøm registreres både i fuktige perioder og i kalde perioder uten regn. Strømresponsen skyldes sannsynligvis hygroskopiske salter i forvitningsproduktene.

### 5.2. Vestfronten

Vestfronten er preget av høy fuktbelastning i form av direkte nedbør og slagregnseffekter. Dette kommer tydelig fram av referansecellene. Store lokale variasjoner i belastningen ble registrert.

Cellene viser økt fuktupptak i de måleområdene som er skjermet. Dette antas å skyldes at i områder der steindetaljer skjermer for slagregnet, vil en ikke få noen renavaskingseffekt. Dette vil resultere i oppsamling av saltavsetninger og økt fuktupptak.

### 5.3. Celler

Cellene synes å gi god reproduserbarhet under den forutsetning at oppmonteringen ikke førte til kontaminering på grunn av tilsmussing av bl.a. silikon og fettete fingre. Cellene i referanseposisjon gir entydige og lett tolkbare resultater, som er i overensstemmelse med nedbørbelastningen.

Det bør opparbeides bedre rutiner for hvordan cellene skal appliseres på veggen uten at en kontaminerer dem, inklusivt et beskyttelsessystem for celleoverflaten ved montering i tillegg til den blå transporttappen som brukes i dag.

Det bør utarbeides instruks for hvorledes cellene skal appliseres på veggen. På Nidarosdomen brukte vi silikon med et ytre press for å få cellene til å "henge" mens silikonmassen herdet.

Celle plassert med "fingermønster" vertikalt synes å gi høyere strøm enn celle med "fingermønster" horisontalt som er normalt. Dette skyldes sannsynligvis at regn som treffer cellene renner av langs med fingermønsteret og samles som konsentrerte dråper i nedre del av cellen. Dette vil gi en væskefilm med mindre motstand mellom elektrodene og med senere opptørking.

## 6. Referanser

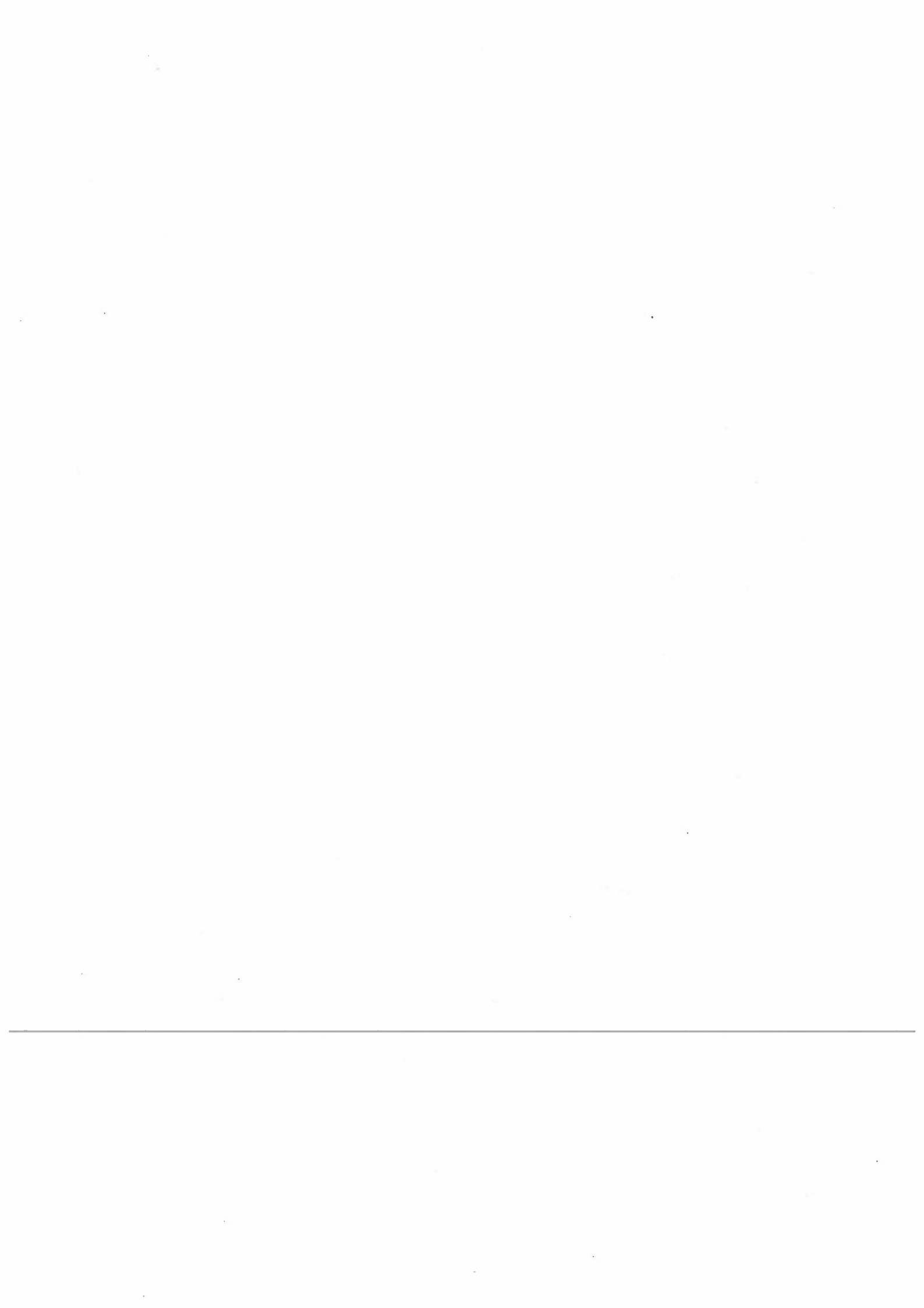
Anda, O. og Henriksen, J. F. (1991) Miljømålinger på Nidaros domkirke. Lillestrøm (NILU OR 34/92).

Hagen, L.O. (1991) Rutineovervåking av luftforurensninger. April 1990-mars 1991. Lillestrøm (OR 65/91).

International Organization for Standardization (1992) Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of Atmospheres - Classification. Geneve (ISO International Standard 9223).

Norges Byggstandardiseringsråd, NBR (1987) Varmeisolering, Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon, tabell 7 Utetemp. Oslo (Norsk Standard. NS3031).

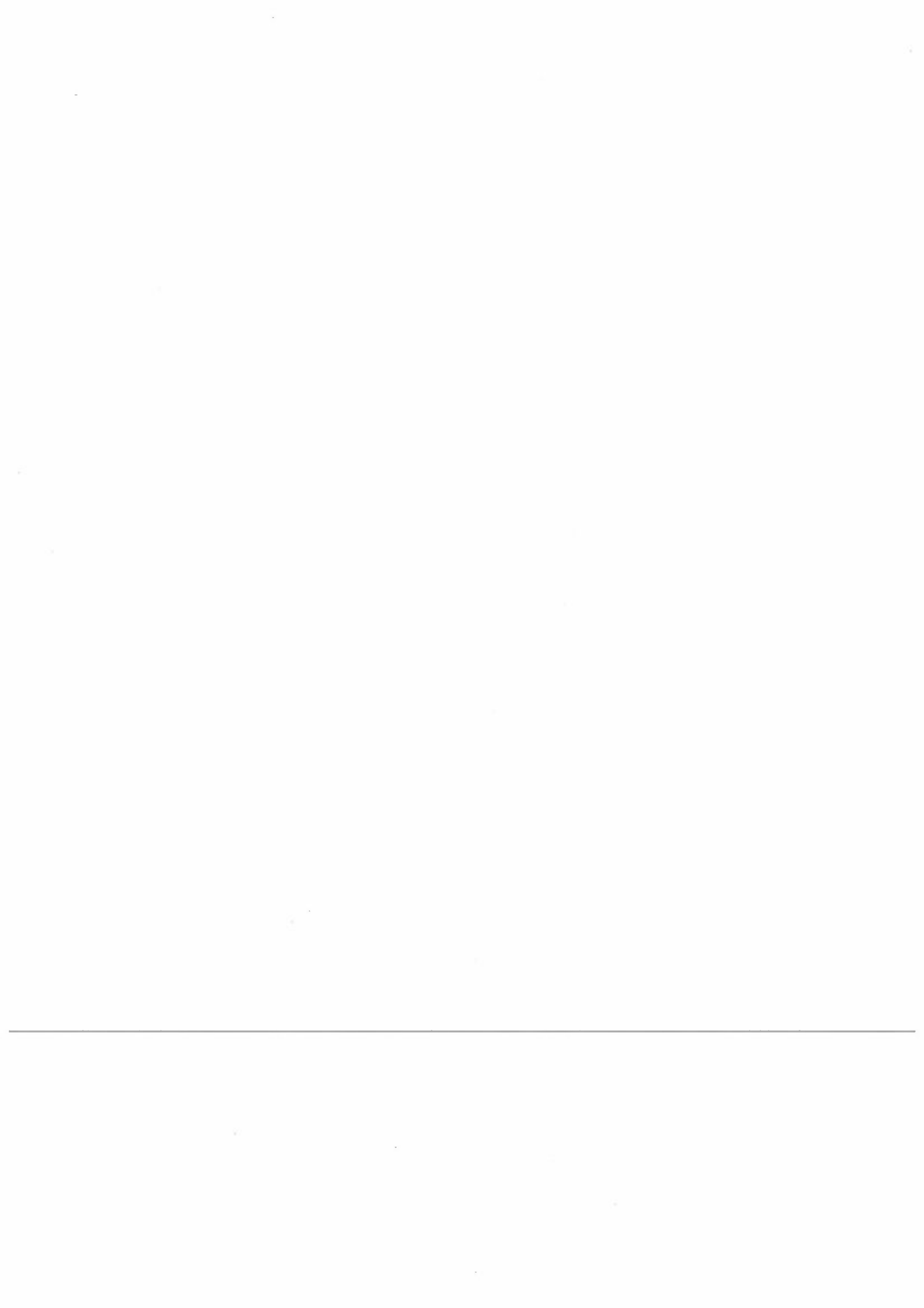
Storemyr, P. (1992) Diagnosis for integrated conservation of the Nidaros Cathedral, Trondheim, Norway. Paper for Int. conferences in Portugal, June 1992.



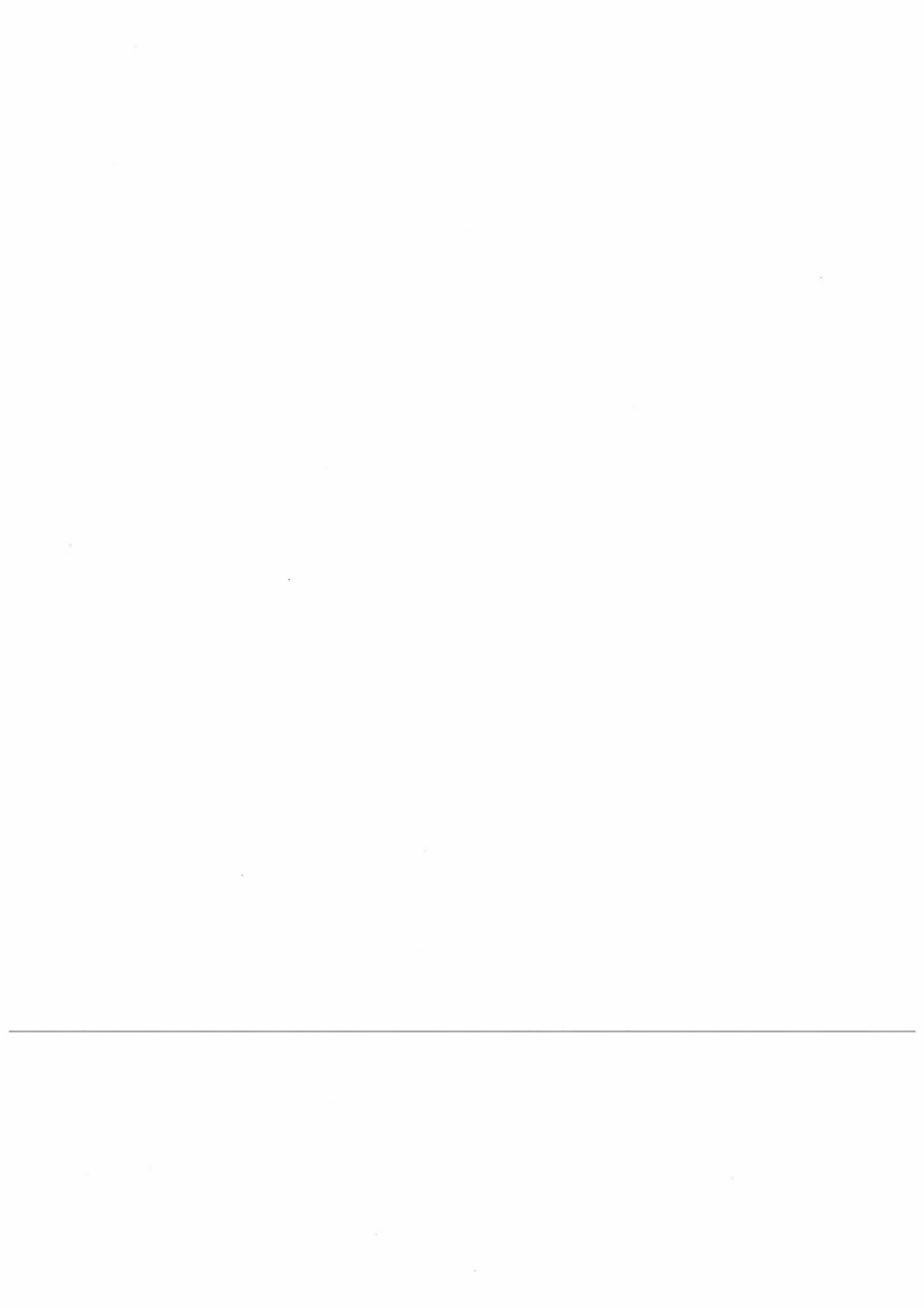
## **Vedlegg A**

### **Analyse av de vannløselige komponentene i forvittringsprodukt**



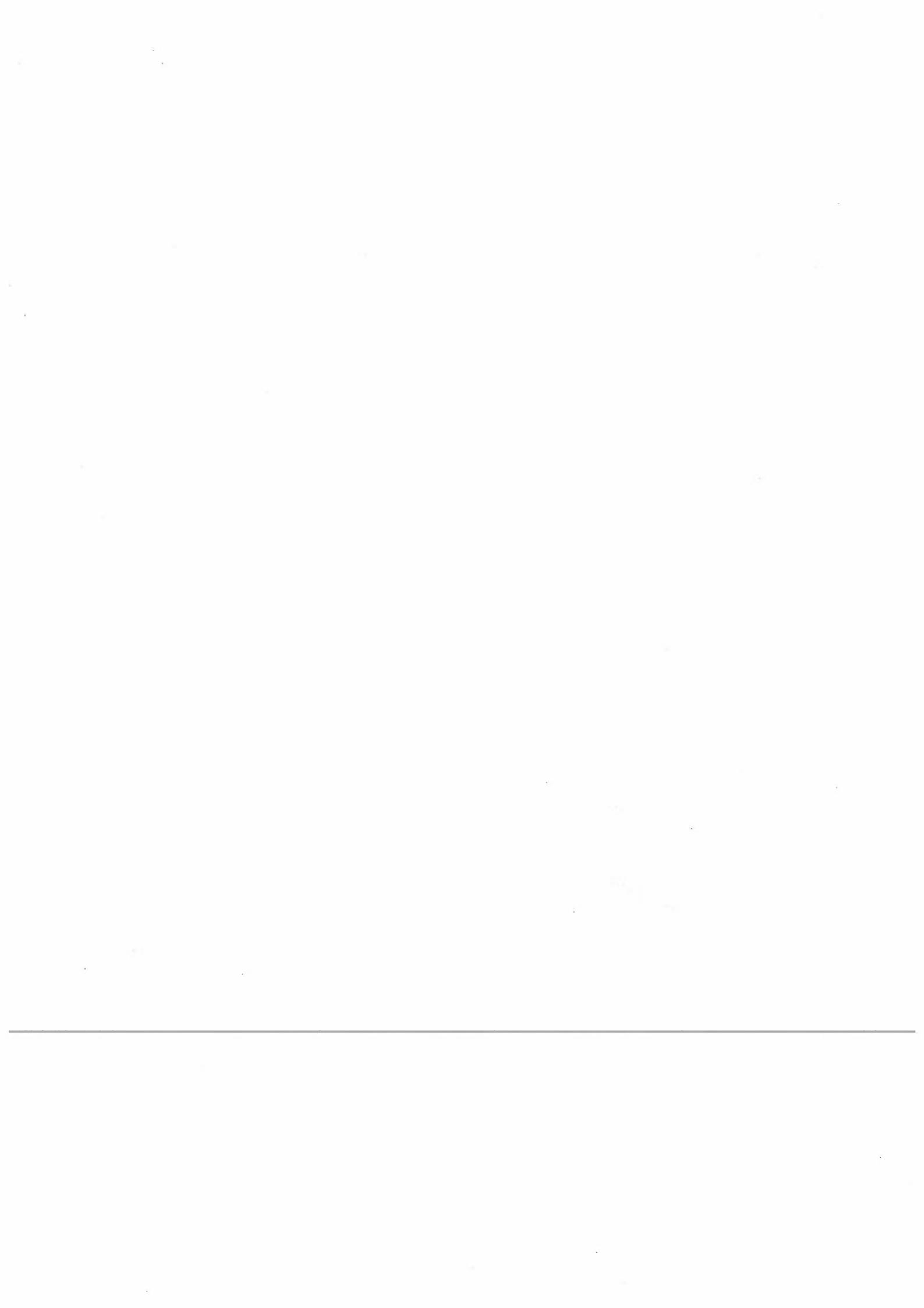


Analyse av vannløselige komponenter i steinprøve fra Nidarosdomen						
Mengde prøve (Gram):		9,03				
Prøvevolum (ml):		100				
	µg/ml	µg/prøve	µg/gram tørrstoff (ppm)			
Na	5,93	593	66			
NH <sub>4</sub> -N	0,55	55	6			
K	7,24	724	80			
Mg	6,35	635	70			
Ca	451	45100	4994			
Cl	1,62	162	18			
NO <sub>3</sub> -N	0,8	80	9			
SO <sub>4</sub> -S	335,6	33560	3717			



## **Vedlegg B**

- **Midlere døgn - mm nedbør på Nidarvoll fra  
Det norske meteorologiske institutt**



DAGUT-10.03.1993  
 DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
 KLIMADELINGEN

6800 BYNESET

FYLKE: SØR-TRØNDELAG KOMMUNE: 1601 Trondheim 98 M.O.H.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1992

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	1.1	0.6-	0.8	.	0.4	.	0.9	1.2	.	0.2	5.2*	2.2
02.	5.5*	.	3.6	.	0.9	.	2.4	.	.	0.1	0.3	1.6
03.	20.6	.	10.4	2.2*	6.2	.	3.8	7.0	.	.	4.5-	0.8
04.	5.7*	5.9*	0.3	.	0.3	.	1.2	3.8	0.2	.	3.8-	.
05.	8.1*	6.0*	0.5	.	6.9	.	0.0	9.2	1.9	.	2.3	.
06.	5.1*	6.6*	0.4	.	5.8	.	.	1.7	0.8	.	6.7	.
07.	6.6*	0.9	0.9	.	4.0	.	.	17.7	.	6.2	3.5	0.1
08.	3.2-	1.2	7.5	0.1	4.7	.	.	3.1	.	30.5	0.2*	0.1*
09.	2.9-	.	1.1	.	2.8	.	1.1	0.7	.	23.1	.	.
10.	2.2*	.	1.3	2.3	0.6	.	2.2	0.3	0.7	8.7	0.4	.
11.	12.5	.	0.5	4.1	0.8*	.	4.9	11.2	.	4.6	4.1	3.7
12.	3.5	3.1-	0.4-	0.3	0.3	.	.	5.5	.	3.8	.	4.8-
13.	1.3-	0.8*	3.1*	.	.	.	0.9	.	.	0.3*	3.5	7.4*
14.	2.6	1.9*	6.8*	.	0.9	.	14.2	.	0.2	2.4	8.6*	0.7*
15.	16.1	0.8*	3.9*	.	.	.	1.5	3.0	0.8	.	0.5	13.7
16.	10.7	.	9.5*	.	2.1	3.9	4.0	0.3	.	0.1	.	2.9
17.	9.4	.	.	0.4*	2.6	2.6	0.6	0.3	6.6	.	.	0.9*
18.	9.2*	.	.	0.2-	2.4	2.5	.	24.6	.	.	.	.
19.	5.3-	3.0*	1.1	0.5-	.	5.4	1.4	3.4	.	.	.	0.8
20.	.	7.6	2.5	1.7-	.	1.2	2.6	.	.	.	0.4*	5.7-
21.	2.2	0.6	.	0.4*	.	8.6	4.6	.	.	.	4.2*	3.7*
22.	0.7	1.7	.	.	.	10.9	3.1	.	4.6	.	0.2*	.
23.	.	3.0*	0.2	.	.	2.7	2.8	.	0.9	.	.	.
24.	.	4.4*	.	.	.	.	0.3	7.4	0.4	0.1	0.5-	.
25.	.	5.3-	.	0.5	.	.	0.0	3.8	2.2	0.1	0.3	0.5*
26.	1.9-	3.4-	.	1.1	.	.	0.4	.	0.3	.	.	1.1
27.	7.3	2.5	2.1	.	.	.	10.5	.	.	.	.	4.6
28.	3.1	0.8	3.2*	.	.	1.1	7.3	.	.	.	.	0.8
29.	9.1	.	1.3*	.	.	0.5	0.2	4.7	.	.	0.4	2.1
30.	2.5	.	.	.	.	2.4	4.7	5.9	0.1	.	.	8.9
31.	1.4	.	.	.	.	.	6.6	.	.	0.4*	.	.
SUM	159.8	60.1	61.2	13.8	41.7	41.9	82.8	114.8	19.7	80.6	49.6	67.2

AVRUNDETE VERDIER

SUM	160	60	61	14	42	42	83	115	20	81	50	67
NDR	71	68	65	57	40	48	45	55	80	70	70	71
PRO	225	88	94	25	105	89	184	209	25	90	71	94

ARSSUM: 795 ARSNORMAL: 760 ARSPROSENT: 105

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

INGEN MERKNAD NEDBØREN HAR FALT SOM REGN

\* NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ

- NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ OG REGN ELLER BARE SLUDD

+ NEDBØREN HAR FALT SOM DUGG ELLER RIM

HELT BLANKT FELT FOR NEDBØRHØYDEN BETYR AT DATA MANG-  
 LER HELT ELLER DELVIS I MÅNEDEN.

NEDBØREN ER MÅLT PÅ ANGITTE DATO KL 07/05 OG ER FALT I  
 LØPET AV DE FOREGÅENDE 24 TIMENE.

DAGUT-10.03.1993  
 DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
 KLIMADELINGEN

6800 BYNESET

FYLKE: SØR-TRØNDELAS KOMMUNE: 1601 Trondheim 98 M.O.H.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1993

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	.	2.6										
02.	.	.										
03.	0.9	0.3										
04.	.	42.7*										
05.	.	10.6*										
06.	.	9.2*										
07.	8.5-	6.0										
08.	3.5	1.7										
09.	3.8*	.										
10.	0.6*	3.5										
11.	0.4*	.										
12.	.	0.2										
13.	.	.										
14.	.	.										
15.	4.7-	0.8										
16.	1.2	7.4*										
17.	4.5	6.0*										
18.	1.0	10.1*										
19.	9.5-	3.0*										
20.	.	4.9*										
21.	0.4	6.4*										
22.	0.8	1.5*										
23.	4.8-	4.2*										
24.	0.5*	.										
25.	3.2*	.										
26.	6.4*	0.4*										
27.	8.3*	3.3										
28.	8.1*	4.9										
29.	.											
30.	.											
31.	0.5											

SUM 71.6\*

AVRUNDETE VERDIER

SUM	72-											
NOR	71	68	65	57	40	46	45	55	80	90	70	71
FRO	101-											

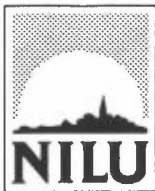
ARSSUM: \* ARSNORMAL: 760 ARSPROSENT: \*

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

INGEN MERKNAD NEDBØREN HAR FALT SOM REGN  
 \* NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ  
 - NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ OG REGN ELLER BARE SLUGG  
 + NEDBØREN HAR FALT SOM DUGG ELLER NIS

HELT BLANKT FELT FOR NEDBØRHØYDEN BETYR AT DATA MANG-  
 LER HELT ELLER DELVIS I MÅNEDEN.

NEDBØREN ER MALT PÅ ANGITTE DATO KL 07/00 OG ER FALT I  
 LØPET AV DE FOREGÅENDE 24 TIMENE.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 9/94	ISBN-82-425-0548-9	
DATO 14.3. 1994	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 38	PRIS NOK 60,-
TITTEL Måling av fuktbelastning på Nidaros domkirke med et WETCORR-instrument		PROSJEKTLEDER Jan F. Henriksen	
		NILU PROSJEKT NR. O-92009	
FORFATTER(E) Marit Støre		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Norges forskningsråd Postboks 2700, St. Hanshaugen 0131 OSLO			
STIKKORD WETCORR	Våttid	Strøm og temperatur	
REFERAT <p>Det er utført målinger med WETCORR-instrumentet på oktogonen og på Vestfronten samtidig med målinger av nedbør, temperatur og relativ fuktighet målt i Erkebispegården. På oktogonen er nedbørbelastningen liten, og det virker som om fuktbelastningen skyldes økt fuktopptak pga. akkumulerte salter og forvitningsprodukter på veggen. Vestfronten preges av mye direkte nedbør hvor en får effekter fra slagregn og kraftig nordvestlig vind. På Vestfronten gir saltavsetninger økt fuktopptak i de områdene som er noe skjermet.</p>			
TITLE Measurements of moisture conditions on the Nidaros Cathedral with a WETCORR instrument.			
ABSTRACT			

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