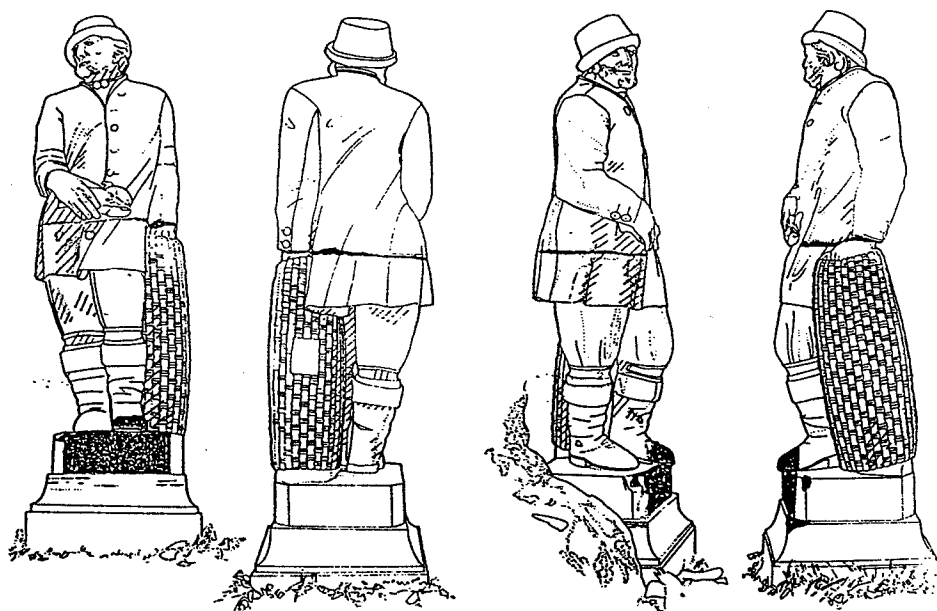


Morten Niemann

METODISK TILSTANDSREGISTRERING,
TEGL OG NATURSTEN.



THE TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BUILDING MATERIALS LABORATORY

Morten Niemann

METODISK TILSTANDSREGISTRERING,
TEGL OG NATURSTEN

Laboratoriet for Bygningsmaterialer
Danmarks Tekniske Højskole
December 1990

Morten Niemann
Metodisk tilstandsregistrering
Tegl og natursten
Laboratoriet for Bygningsmaterialer
Danmarks Tekniske Højskole
Teknisk rapport 209/90
December 1990

Stikord

Tilstandsregistrering, skader,
tegl, natursten.

Resumé

I rapporten beskrives en metode til systematisk registrering og beskrivelse af frost- og saltskader på bygværker opført i tegl eller natursten.

Forord

Ved LBM har man i en årrække arbejdet på problemerne omkring tegls og naturstens holdbarhed over for påvirkninger af frost og salte. Den foreliggende registreringsmetode indgår som et led i dette arbejde. Den er udformet af undertegnede i mit eksamensprojekt "Metodisk tilstandsregistrering, salt- og frostbetingede skader i tegl og natursten".

Denne rapport beskriver alene registreringsmetoden. Baggrunden for metoden samt beskrivelse af laboratorietest, mulige in-situ-test etc, må læses i selve projektet.

Metoden skal medvirke til, at man kan få en ensartet registrering af de skadede bygværker.

Undertegnede har i selve projektet anvendt metoden på et antal bygværker rundt om i Danmark. Disse registreringer er starten på et bygværksarkiv, en registrant, som med tiden skal kunne hjælpe os til at fastlægge levetidskurver for disse skadetyper.

LBM,DTH februar 1990

Morten Niemann

Sammenfatning

Foreliggende dokument beskriver en metode til systematisk registrering af bygværker skadet som følge af frost- eller saltbetingede påvirkninger. Metoden er udviklet til bygværker udført i tegl eller natursten. De anvendte termer knytter sig i nogen grad til disse materialegrupper, og metoden som helhed er ikke anvendelig på andre materialegrupper, fx beton.

Indhold

0.1 Idéen bag metoden	5
1.1 Beskrivelse af emne (skema I)	6
1.2 Registreringskonditioner (skema I)	6
1.3 Tilknyttede personer (skema I)	6
2.0 Historie (skema I)	7
3.0 Påvirkninger (skema II)	8
3.1 Den geografiske lokalitets klimatiske forhold	8
3.2 De lokale eksterne påvirkninger (skema II)	8
3.3 Interne påvirkninger (skema II)	10
4.0 Materialebeskrivelser på stedet	10
4.1 Underdeling (skema III og IV)	11
4.2 Beskrivelse af nedbrydning (skema III, IV og V)	12
4.3 In-situ test (skema IV)	16
Litteraturliste	17
Skema I - V	18
Foto 1 - 12	23

0.1 Ideén bag metoden

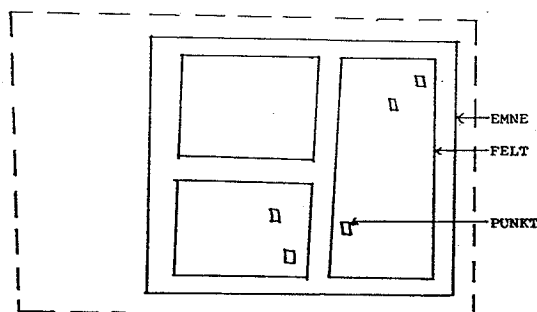
Ideen bag den her udviklede registreringsmetode er følgende.

Det aktuelle bygværk, monument eller lignende afgrænses. Dette benævnes herefter et EMNE.

Registreringen sker herefter i 4 step:

- Registrering af emnets, herunder materialeernes, historie.
- Registrering af påvirkninger.
- Materialebeskrivelse på stedet.
- Materialebeskrivelse gennem laboratorietest på hjemtagne prøver.

Materialebeskrivelsen på stedet baserer sig på underdeling af emnet i FELTER. Herved beskrives skadesomfanget af hele emnet. Samtidigt udvælges enkelte områder, PUNKTER, til nærmere undersøgelse såvel in-situ som in-lab. Til illustration af den senere omtalte inddelingsmetodik, er nedenfor vist en principskitse.



Ved både registrering af påvirkninger og materialebeskrivelsen er skitsering et vigtigt værktøj. Foto er kun søgt anvendt som dokumentation ved test på udvalgte punkter. I andre tilfælde har fotoet kun betydning som supplerende dokumentation.

Skemaer findes bagest. Skema I - IV følger registreringsprogrammet. Skema V benyttes alene til foto (det er praktisk at foretage fotograferingen samlet til sidst).

1.1 Beskrivelse af emne (skema I)

Emnet kodes, fx med forkortelse for et stednavn samt et løbenummer.

Emnets afgrænsning fastlægges.

- Adresse, evt matrikelnr.
- Beskrivelse af aktuelle facader/gavle/sider/fag/rum eller lignende.
- Registreret ude, inde eller begge dele, fx. U, I eller U+I.
- Materiale(r).

Hvis muligt fotograferes emnet således, at også naboelementers placering og karakter fremgår.

1.2 Registreringskonditioner (skema I)

- Registreringsdato.
- Registrator.
- Dagsklima (temperatur, relativ luftfugtighed, vind).

1.3 Tilknyttede personer (skema I)

Som dokumentation og af hensyn til indhentning af yderligere information, anføres de tilknyttede personer.

- Navn, adresse
- Tilknytning
- Tlf. nr.

2.0 Historie (skema I)

Emnets historie bør i videst muligt omfang fastlægges under eller før registreringen. Herved er registrator i stand til at vurdere, hvorvidt de indhentede informationer er troværdige, fuldstændige osv.

Mulige kilder

Informationerne kan, alt afhængig af emnets karakter, indhentes med hjælp fra en eller flere af følgende grupper.

- Ejere, brugere og/eller ansvarshavende
- Naboer
- Lokale håndværkere
- Kommunale myndigheder (Bygge- og boligregistret (BBR))
- Lokalhistorikere, egns museer, Nationalmuseet
- Lokale menighedsråd, Kirkeministeriet (Kirker)
- Boligministeriet (statsejendomme, herunder hoffets)

Gennem registreringen ønskes emnets historie belyst m.h.t. opførelsestidspunkt, råmaterialer, ombygninger/reparationer, anvendelser samt andre tilstandsbeskrivelser.

Opførelsestidspunkt

Emnets opførelsestidspunkt(er). Bemærk hvorvidt der er tale om en genopførelse helt eller delvist af samme materialer.

Råmaterialernes herkomst og forarbejdning

Bestemmelse af råmaterialernes herkomst er et svært tilgængeligt område.

Bemærk hvorvidt der er tale om genbrugsmaterialer.

Generel viden om fremstilling og forarbejdning af materialerne kan søges i /Suenson/ og /Nielsen, Trudsø/, fx. Ved registreringen har således kun information herudover interesse.

Reparationer/om- og tilbygninger

Mange reparationer er direkte synlige, men desværre ofte ikke mulige at datere sikkert. Alle informationer indhentet i denne sammenhæng kommenteres mht troværdighed.

3.0 Påvirkninger (skema II)

Som et led i vurderingen af et bygværks skadesbillede indgår registrering af de klimatiske og kemiske påvirkninger, det er exponeret for. Påvirkningerne opdeles her i tre kategorier, nemlig

- den geografiske lokalitets klimatiske forhold.
- de lokale externe påvirkninger.
- interne påvirkninger.

Til hjælp i vurderingsarbejdet udføres skitser, som registreres på skema II.

3.1 Den geografiske lokalitets klimatiske forhold (skema II)

Som helhed har Danmark kystklima. Variationerne fra sted til sted er ikke neglige, men ej heller lette at klarlægge statistisk set. DMI råder i denne sammenhæng ikke over tilstrækkelige informationer. Kun fra nogle få, og i denne sammenhæng ret tilfældige, lokaliteter eksisterer der egentlige statistiske, dvs. 30 års gennemsnits-, data. Til ønskede lokaliteter kan der sikkert fremskaffes meteorologiske data fra bestemte år. En decideret databasesøgning på DMI må frarådes, idet resultaterne af en sådan over en begrænset årrække nemt kan opfattes som repræsentative, hvilket de ikke er. En registrering med egne instrumenter vil give absolut brugbare resultater, og desuden fra netop den ønskede lokalitet. Klimamålinger indgår ikke som standard i denne metode. Et skøn må i det enkelte tilfælde afgøre hvorvidt, og i givet fald i hvilket omfang, klimamålinger skal udføres.

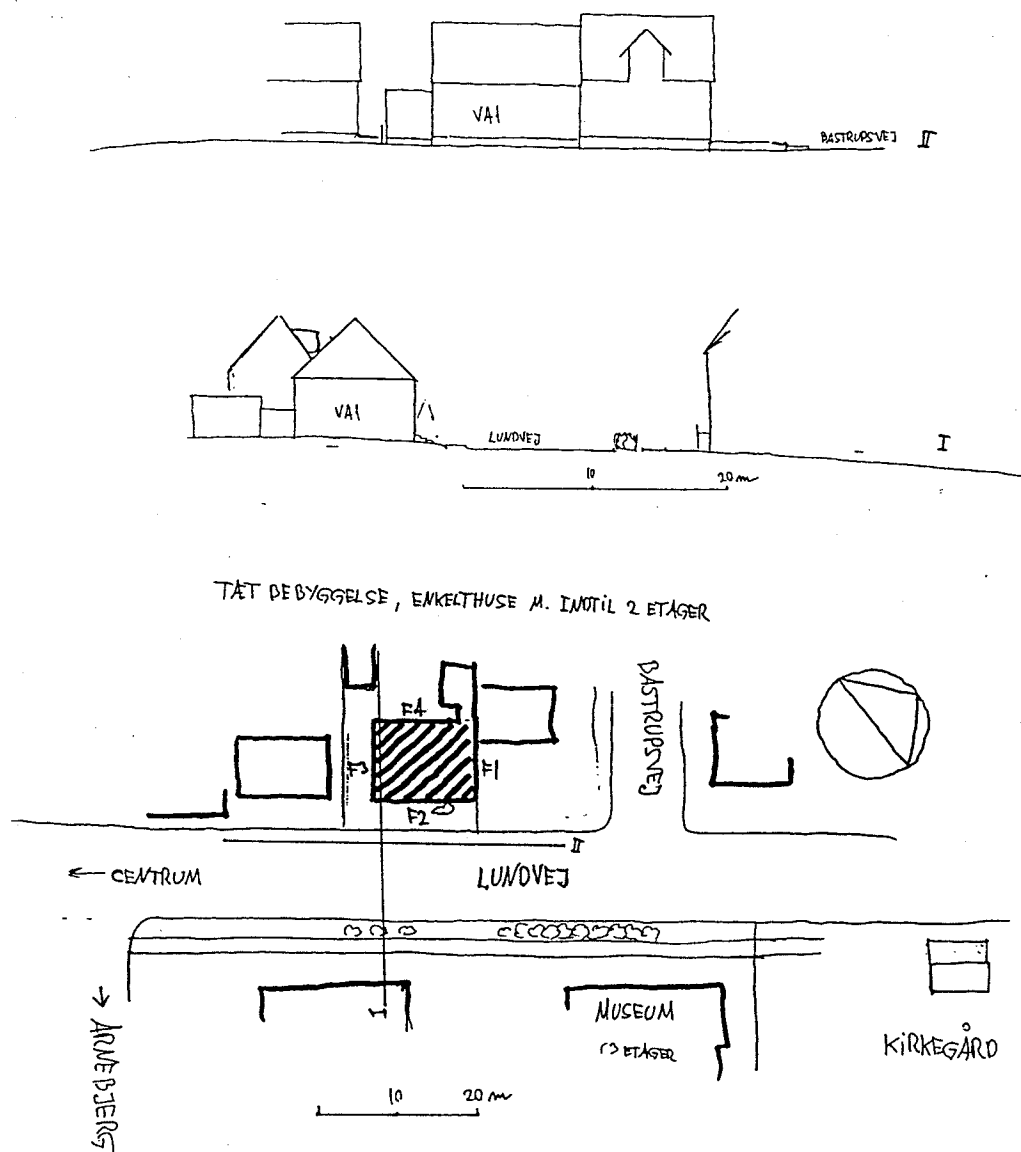
3.2 De lokale externe påvirkninger (skema II)

Lokale forhold har ofte stor betydning klimatisk set. Skyggefulde gårde kan være frostbelagt døgnet rundt samtidigt med at en nærliggende sydmur når temperaturer langt over frysepunktet midt på dagen.

Lokale påvirkninger er dog mere end klimatisk betingede påvirkninger. Tilstedeværelse af speciel industri, specielle jordbundsforhold er eksempel herpå.

Til vurdering af de lokale klimatiske variationer skitseres på stedet oversigtsplan samt lodrette

snit gennem emnet. På oversigtsplanen angives verdenshjørner samt snitplanernes placering. Skitsernes udstrækning er bestemt af det enkelte tilfælde, men må i alle tilfælde være således at man alene ved hjælp af disse og terrænkarakteren kan vurdere solindfald og vindforhold. Det er derfor vigtigt at disse er udført rimeligt målfast, og uden fortegning i nogen retning. Et eksempel fremgår af nedenstående figur.



Terrænkarakteren anføres som en af følgende 3 klasser.

- Kystnært eller åbne hedesletter
- Agerland med læhegn, gårde med haver
- Bymæssig bebyggelse eller skov.

I enkelte tilfælde er det nødvendigt at anføre kombinationer.

Andre eksterne belastninger anføres på planskitsen eller i skema.

For at sikre at de formodede vigtigste er medtaget, er nedfor anført en checkliste.

- Vejsalt, omtrentlig trafikbelastning
- Specielle jordbundsforhold (sur, basisk (kalkrig))
- Grundvandsforhold
- Utætte varme- eller vandrør
- Andre aktiviteter i emnets nærhed.

3.3 Interne påvirkninger (skema II)

Interne belastninger og deres betydning kan ofte være vanskelige

klarlægge. For at sikre at de formodede vigtigste er medtaget er nedenfor anført en checkliste.

- Uopvarmede eller kraftigt opvarmede rum
- Periodisk opvarmede rum
- Speciel høj eller lav fugtbelastning
- Anden speciel nuværende eller tidligere anvendelse, fx stald.

4.0 Materialebeskrivelse på stedet (skema III,IV og V)

Materialebeskrivelsen på stedet består af 3 dele.

- Underdeling af emnet
- Beskrivelse af nedbrydningen
- In-situ-test

4.1 Underdeling (skema III og IV)

Ved den egentlige besigtigelse af det afgrænsede emne underdeles dette.

Feltinddeling

Emnet inddeles i FELTER. Dette sker i første omgang efter emnets konstruktion, fx en facade eller en del af samme.

I næste omgang videredeles efter synlige skader. Dette sker i de tilfælde hvor 2 dele af det oprindelige felt varierer meget fra hverandre. Hvornår og hvorvidt dette er nødvendigt er en skønssag i det enkelte tilfælde. Som hovedregel bør et felt som følge af skadesbillede højst underdeles i 3 a 4 nye felter. Bemærk i denne forbindelse at grupperinger af skader registreres ved skitsering, kap. 4.2.1

Udvælgelse af punkter

Et antal felter udvælges. Dette sker under hensyntagen til variationer i

- Skadesbillede
- Påvirkninger
- Materialer (også som følge af reparationer)

Fra hvert af de udvalgte felter udvælges en række PUNKTER, altid mindst 2, alene ud fra synlige forskelle i skader, herunder tilsyneladende uskadede.

Et punkt er et geometrisk logisk afgrænset område af et felt, fx en mursten, en blok eller en entydig afgrænset del af en større komponent. I tvivlstilfælde afmærkes hele punktet tydeligt ved fotograferingen, fx med tape.

4.2 Beskrivelse af nedbrydning (skema III,IV og V)

Baggrund

Som en central del af registreringen af skadede bygværker og monumenter, ligger beskrivelsen af nedbrydningen, herunder udblomstringer og bevoksning. Med en karakterisering af nedbrydningen forventes det at skadesbillederne af forskellige bygværker og monumenter vil være nemmere at sammenligne såvel kvalitativt som kvantitativt. For at en sådan karakterisering skal være anvendelig må den være beskrevet i meget præcise vendinger, således at registrators egen personlige opfattelse mindst mulig betydning får. Nedbrydningen beskrives gennem registreringen på to niveauer; ved feltinddelingen og punktundersøgelsen.

4.2.1 Feltinddelingen (skema III og V)

Som tidligere anført opdeles emnet i felter efter konstruktion og skadesbillede.

Gennem feltinddelingen fastlægges hele emnets tilstand. Dette sker efter følgende procedurer.

Feltet fotograferes

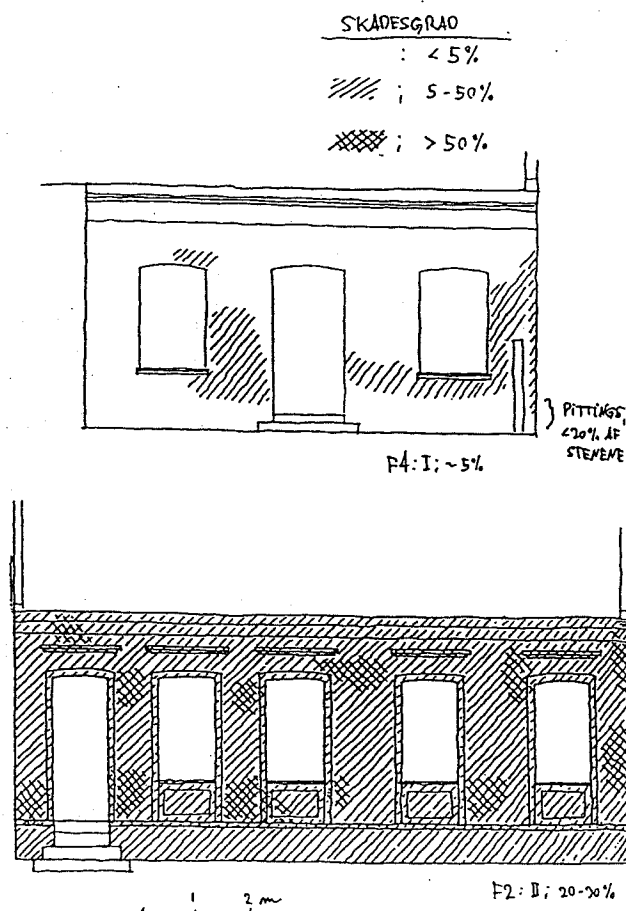
Hvert felt fotograferes, evt med flere felter på samme foto hvis dette skønnes praktisk. Fotograferingen bør ske fra en position midt for feltet. Lokale forhold (træer, nabobygninger etc) kan undertiden medføre at feltet kun lader sig fotografere i mindre stykker. Dette bør som regel undgås idet feltfotograferingen blot er et supplement til feltskitseringen. Fotoet er ikke overflødigt; mange skader ses tydeligt på oversigtsfoto, og fotoet i sig selv er helt objektivt. Svagheden ved fotoet er at visse forvittringer (pittings) ikke fremstår tilstrækkeligt tydeligt. Hertil kommer at sammenligning af fotos taget under forskellige belysningsforhold let kan føre til fejlagtige slutninger. Det samme gør sig gældende med fotos af regnvåde og tørre overflader.

Feltet skitseres

Ved skitsering af feltet ønskes en rimelig målfast optegning der viser de af de følgende kategorier der måtte være aktuelle.

- Emnets konstruktion i hovedtræk, fx vinduer, døre, gesimsbånd etc.
- Omfanget af "fremmede" materialer, fx sålbænke af skifer eller sandsten
- Grupperinger af skadet materiale. Indtegning ved skravering samt anførelse af omtrentlig koncentration. Er skaderne af ensartet karakter bør dette anføres, se afsnittet om forvitningskarakter.
- Grupperinger af udskiftet/repareret materiale.
- Grupperinger af skadet sekundært materiale. Det sekundære materiale er typisk fugemørtel, puds eller kalk.
- Grupperinger af repareret/udskiftet sekundært materiale.

Et eksempel på skitsering er vist i nedenstående figur.



Skadesgrad

For hvert felt anføres med en karakter skadesgraden. I denne sammenhæng betyder skadesgrad det eroderede areal ift det totale areal af det primære materiale. Her er altså tale om den del der er bortroderet (excl biologisk aktivitet og udblomstringer) **uden** hensyn til hvor dyb eroderingen er.

Skadesgraden angives ved en af koderne:

- I < 5 %
- II 5 - 50 %
- III > 50 %

Samtidigt anføres den omtrentlige procentdel (vægtet gennemsnit) for hele feltet, fx 20 - 30 %. Skadesgraden kan i det specielle tilfælde også anføres for det sekundære materiale.

4.2.2 Punktundersøgelse (skema IV og V)

Punktet fotograferes

Hvert af de udvalgte punkter fotograferes i nærbillede med label påskrevet sags-, felt- og punktkode samt dato. Som label kan eventuelt anvendes malertape. De udvalgte punkters placering markeres på før omtalte skitser.

Ækvivalent erosionsdybde

Den ækvivalente erosionsdybde angiver et mål for hvor fremskreden erosionen af det pågældende punkt er. Det har altså kun mening at tale om erosionsdybde hvor der er tegn på egentlig bortrodering og således ikke på punkter der "blot" er begroede eller hvorpå der er udfældninger.

Den ækvivalente erosionsdybde angives med en af følgende koder.

- 0 Jævn overfladeerosion, men spor af den oprindelige overflade. **Foto 1.**
- 10- Hele overfladen eroderet, ikke dybere end 10 mm ift den skønnede beliggenhed af den oprindelige overflade. **Foto 2.**
- 10+ Kraftig erosion, mere end 10 mm ift den skønnede beliggenhed af den oprindelige overflade. **Foto 3.**

Undertiden er det ikke muligt at anføre én enkelt kode. I disse specielle tilfælde anføres en kombination af koderne.

Forvittringskarakter

Forvittringskarakteren beskriver hvilken form for forvittring, der finder sted på/i det pågældende punkt. Forvittringskarakteren vil ofte kunne antyde årsagen eller årsagerne til skaderne.

Forvittringskarakteren kan for teglsten anføres ved en af følgende termer. For andre materialer må tilsvarende lister defineres før registreringen.

- | | |
|--------------|---|
| Uskadet: | Intakt, uden udfældninger, begroning. Kan være tilsmudset eller "ældet med ynde". Foto 4. |
| Skorpet: | Erosion hvorved det tilbageblevne materiale fremstår løst og skorpet. Foto 5. Bemærk endvidere hvorvidt materialet er afsmittende. |
| Afmelet: | Erosion hvorved det tilbageblevne materiale fremstår i "bløde" former. Foto 6. Bemærk endvidere hvorvidt materialet er afsmittende. |
| Flis: | Erosion hvorved både det eroderede og det tilbageblevne materiale fremstår som flis, dvs skarpkantet. Foto 7. |
| Pittings: | Erosion hvor mange små dele ($< 25 \text{ mm}^2$) af overfladen er bortroderet. Minder i sin fremtræden om pittings på jern, heraf navnet. Foto 8. |
| Bevokset: | Angiver bevoksning af lav, alger, mos eller lignende. Foto 9. |
| Udblomstret: | Angiver udfældninger af fx salte. Da disse er opløselige, vil deres omfang variere med klimaet, hvorfor en nærmere angivelse af deres omfang er mindre interessant. Foto 10. |

I enkelte tilfælde kan yderligere beskrivelse, evt en kombination af ovennævnte termer, være nødvendig.

4.3 In-situ test (skema IV)

I dette registreringsprogram er kun én in-situ-metode anvendt, nemlig kapillaritetstal bestemt vha KSR.

4.3.1 Bestemmelse af kapillaritetstal vha KSR

Bestemmelse af kapillaritetstal vha KSR sker på de enkelte udvalgte punkter.

Baggrunden for bestemmelse af kapillaritetstal samt den teoretiske underbygning af kapillarsugningsrøret, KSR, er ikke medtaget her (findes i eksamensprojektets del 1).

Vejledning i brug af udstyr

Udstyret, vist på foto 11 og 12, består af 4 dele. Hoved, monteringsstuds, målerør og påfyldningssprøjte m. slange. Desuden benyttes (demineraliseret)vand, et stopur samt voks eller lignende til fastgørelse af hovedet på det udvalgte punkt.

Forsøgsproceduren er følgende:

- En mm-tyk voksplade prepareres, placeres på messinghovedets anlægsflade og tilskæres langs ydre og indre perimeter.
- Hovedet trykkes fast mod prøveemnet, det udvalgte punkt, således at studsen til påfyldning er nederst, lodret under studsen til målerøret. **Bemærk**, overfladen af det testede materiale bliver umiddelbart meget "tæt" som følge af kontakten med voks. Vær derfor ekstra omhyggelig ved montagen for derved at undgå at måle på overflader exponeret for voks.
- Målerøret monteres vha monteringsstuds. Denne drejes til røret er vandret (øjemål). Der findes to forskellige målerørdimensioner. Til tegl er det største det typisk anvendte.
- Med sprøjten fyldes exponeringskammeret og målerøret med demineraliseret vand i én bevægelse.

- Ved vandets første målemærkepassage startes uret og ved efterfølgende passager af de forud fastlagte målemærker (med samme indbyrdes afstand), noteres mellemtider. Alle tider noteres med 1/10 sec's nøjagtighed.
- Når målerøret er næsten tomt, genfyldes det.
- Forsøget stoppes når differensen mellem to på hinanden følgende mellemtider er omtrent konstant, +/- 3-4 %. Kapillaritetstalet dV/dt , beregnes herefter ved division (volumen-/tidsdifferensen). Hvis den synlige væskefront på materialeoverfladen når en kant eller lignende, eller viser overfladen sig at være "uendelig tæt", stoppes forsøget, og årsag anføres.
- I det tilhørende skema noteres resultat samt nummer på bilag, hvori forsøgsdata er noteret.

Litteraturliste

/Niemann/

M. Niemann

Eksamensprojekt

Metodisk tilstandsregistrering, salt- og frostbetingede skader i tegl og natursten.

LBM,DTH 1989

/Suenson/

E. Suenson

Byggematerialer, bind III Natursten

P.E.Bluhmes Bogh. 1942

/Nielsen, Trudsø/

A. Nielsen og E. Trudsø

Tegl, gasbeton og andre silikatbygningmaterialer

Polyteknisk Forlag 1978

	TILSTANDSREGISTRERING, SKEMA I	Side:
	SAG:	Dato:
		Initialer:

BESKRIVELSE AF EMNE

Adresse	Afgrænsning	Materiale(r)

REGISTRERINGSKONDITIONER

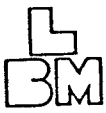
Dato	Registrator	Dagsklima (T, RF, vind)

TILKNYTTTEDE PERSONER

Navn	Telefon	Tilknytning

HISTORIE

Årstal	Materialer, anvendelser, reparationer etc.

	TILSTANDSREGISTRERING, SKEMA II	Side:
	SAG:	Dato:
		Initialer:

PÅVIRKNINGER

Skitsenr.	Motiv	Type (plan/snit)

EXTERNE BELASTNINGER

Trafikbelastning, salt	
Jorbund (sur/kalkrig)	
Grundvand	
Industri	
Varme- eller vandrør	
Andet	

TERRÆNKARAKTER

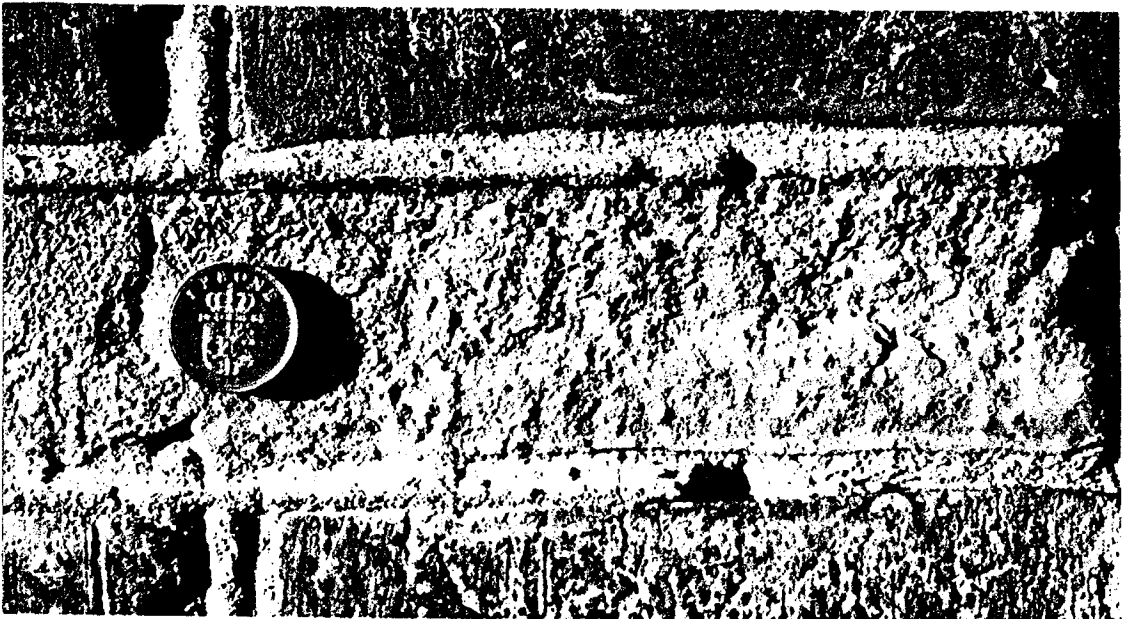
Kystnært, hedeslette/ agerland/ bymæssig, skov	
--	--

INTERNE BELASTNINGER

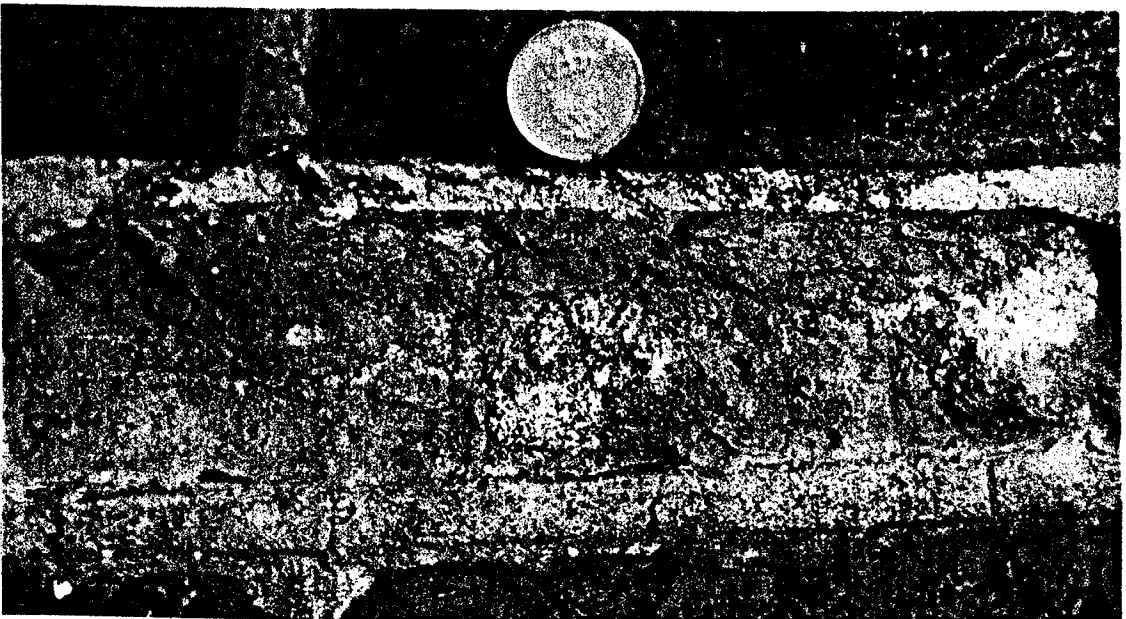
Høj/lav termisk be.	
Høj/lav fugtbelastning	
Speciel anvendelse (tidligere eller nuværende)	
Andet	



1



2



3



4



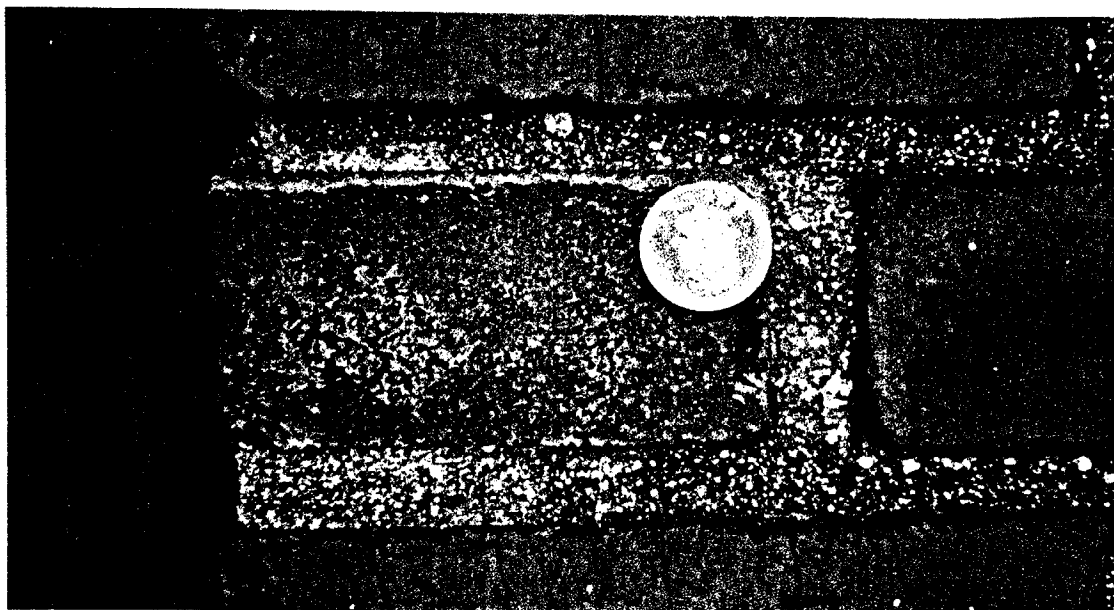
5



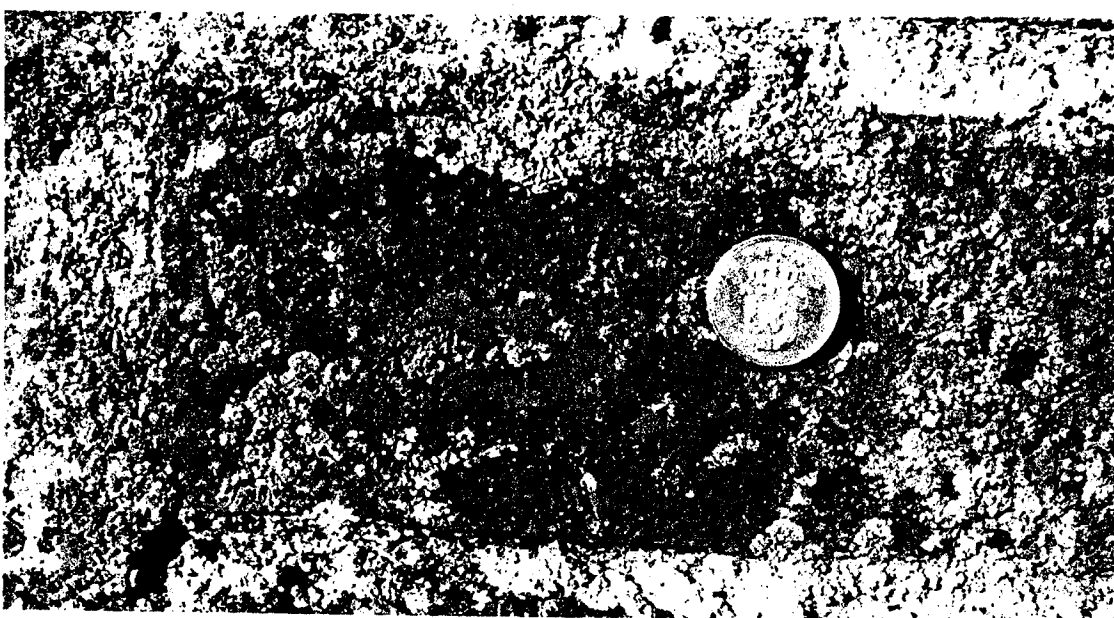
6



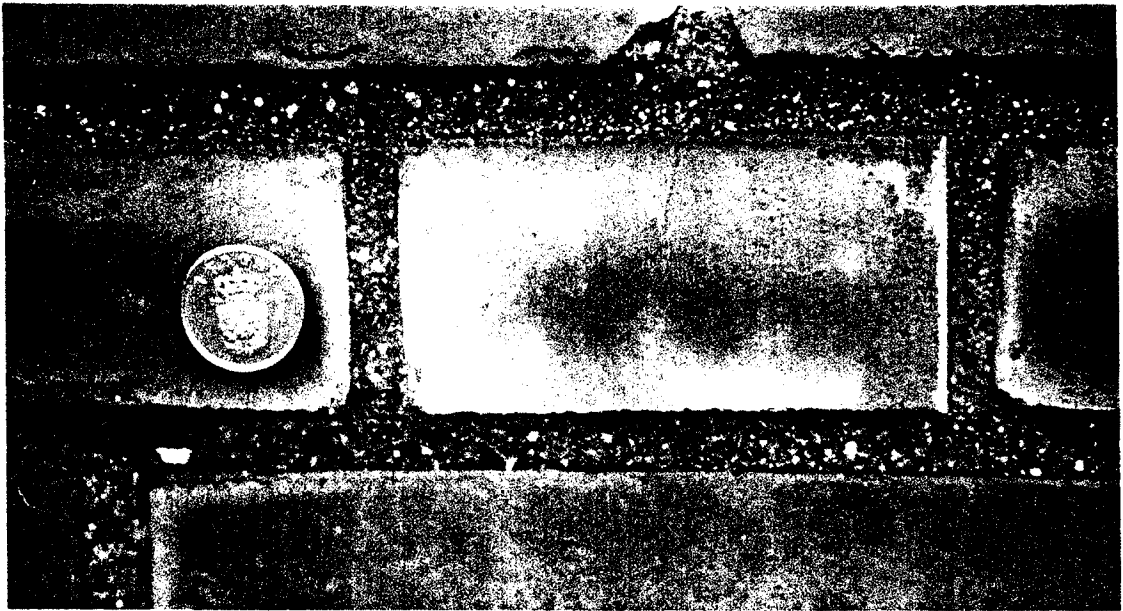
7



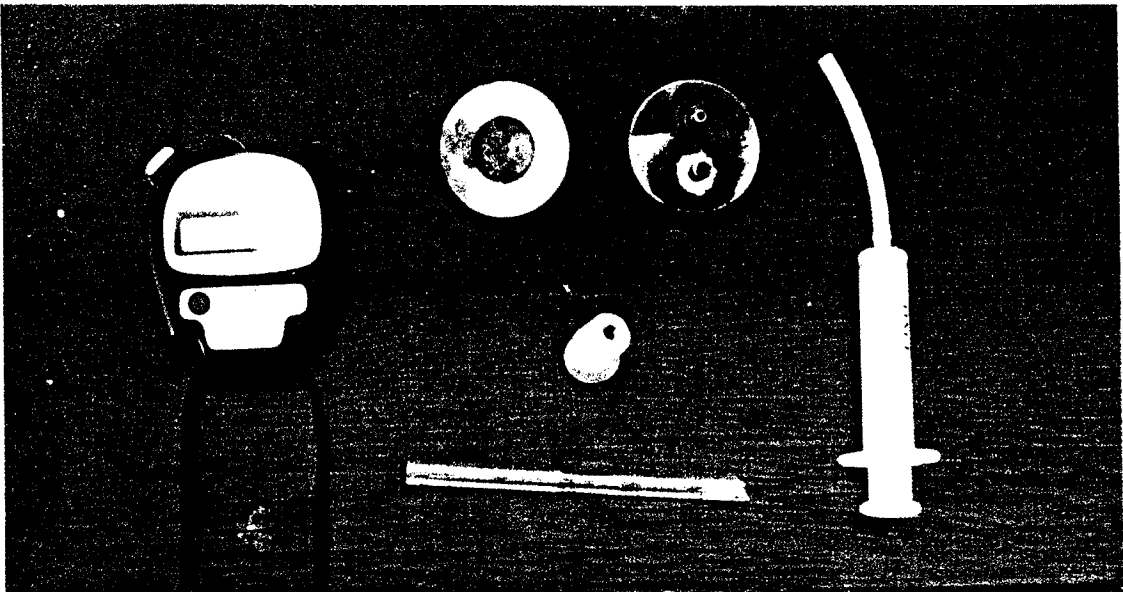
8



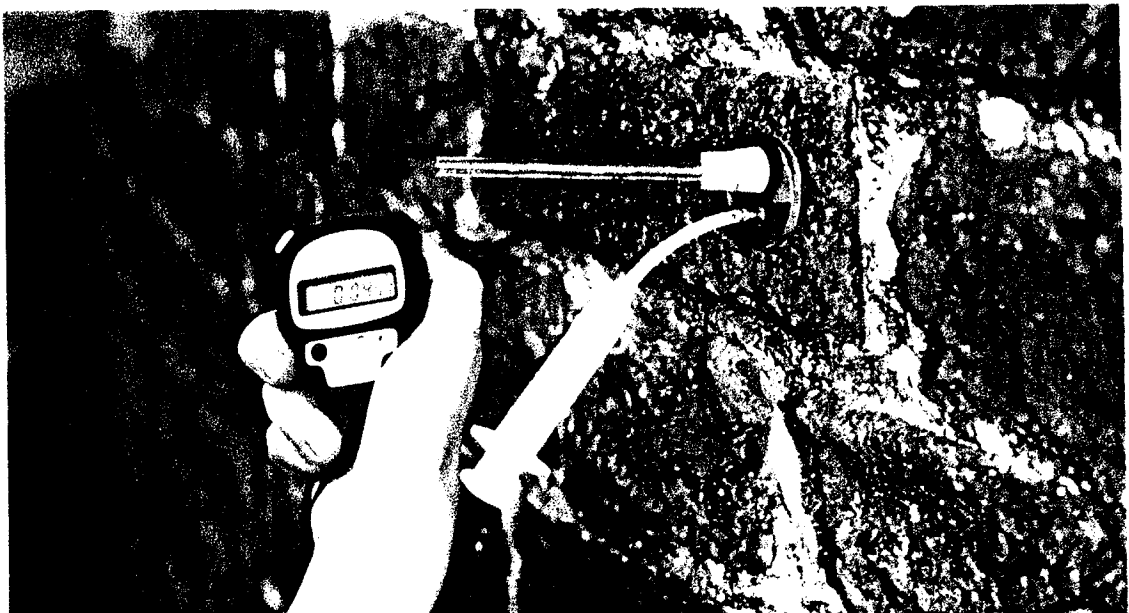
9



10



11



12