

26.03.1991

Foreløbig rapport over undersøgelse af bevaringstilstanden af flade kvadre på Kirkjubøur Domkirkeruin, Vestvæggen og Nordvæggen.

I juli 1990 foretog jeg en gennemgang af bevaringstilstanden af glatte kvadre i Vest- og Nordvæggen. Indvendigt såvel som udvendigt. Assistent på undersøgelsen var Margrethe Moe, studerende ved Konservatorskolens kulturhistoriske afdeling. Samtidig udførte konserveringstekniker Bent Eshøj en del klimatologiske undersøgelser.

Undersøgelsen er en fortsættelse af en tilsvarende gennemgang af bevaringstilstanden af Sydvæggen, som blev foretaget i 1989 (M. Brandt Petersen, Damsager Madsen og H. Brinch Madsen: Foreløbig rapport over undersøgelse af bevaringstilstanden af Kirkjubøur Domkirkeruin, Sydvæggen 1990).

Denne undersøgelse viste, at et temmeligt stort antal af kvadrene er nedbrudte og at nedbrydningsomfanget var markant større på ydersiden end på indersiden.

Dette forhold blev diskuteret på et møde på Konservatorskolen den 29. marts 1990. Her blev det besluttet at fortsætte undersøgelsen på vest- og nordvæggene for at se, om det samme forhold også er gældende her.

Vi brugte samme fremgangsmåde som i 1989 og samme karakter-skala. Der blev dog indført en ny karakter (5) for sten, som eksfoliereer i mindre flager. Tilsvarende sten på Sydvæggen vil have fået karakteren 4.

Skalaen ser således ud:

- 1) Ingen eksfoliation
- 2) Skruk
- 3) Et lag faldet af
- 4) Flere end et lag eksfolieret
- 5) Flere mindre eksfolieringer

Også på Nord- og Vestvæggen kunne vi på flere sten iagttage 2 eller 3 nedbrydningsgrader.

Resultatet af denne og 1989-undersøgelsen er sammenfattet i nedenstående tabeller. (Når tallene for Sydvæggen er forskellige fra tallene i rapporten 1990 skyldes det, at jeg har gennemgået alle plancher samtidig for at være sikker på, at det er samme slags sten, som optælles på de 3 vægge).

Vest Udvendig

| | | | |
|--------------|-----|------|---|
| Total | 741 | 100 | % |
| 1 | 477 | 64,4 | % |
| 2 | 10 | 1,3 | % |
| 2/3 | 19 | 2,6 | % |
| 2/4 | 5 | 0,7 | % |
| 2/5 | 0 | 0 | % |
| 2/3/4 | 2 | 0,3 | % |
| 3 | 64 | 8,6 | % |
| 2/4 | 2 | 0,3 | % |
| 4 | 144 | 19,4 | % |
| 5 | 18 | 2,4 | % |
| Skadede sten | | | |
| Ialt | 264 | 35,6 | % |

Vest Indvendig

| | | | |
|--------------|-----|------|---|
| Total | 464 | 100 | % |
| 1 | 421 | 90,7 | % |
| 2 | 1 | 0,2 | % |
| 2/3 | 0 | 0 | % |
| 2/4 | 0 | 0 | % |
| 2/5 | 1 | 0,2 | % |
| 2/3/4 | 0 | 0 | % |
| 3 | 23 | 5 | % |
| 3/4 | 4 | 0,9 | % |
| 4 | 5 | 1,1 | % |
| 5 | 9 | 1,9 | % |
| Skadede sten | | | |
| Ialt | 43 | 9,3 | % |

Sydvæg Udvendig

| | | | |
|--------------|------|------|---|
| Total | 1425 | 100 | % |
| 1 | 961 | 67,4 | % |
| 2 | 29 | 2 | % |
| 2/3 | 27 | 2 | % |
| 2/4 | 5 | 0,4 | % |
| 2/3/4 | 2 | 0,1 | % |
| 3 | 112 | 7,9 | % |
| 3/4 | 7 | 0,5 | % |
| 4 | 282 | 20 | % |
| Skadede sten | | | |
| Ialt | 464 | 32,6 | % |

Sydvæg Indvendig

| | | | |
|--------------|------|-----|---|
| Total | 1631 | 100 | % |
| 1 | 1405 | 86 | % |
| 2 | 12 | 0,7 | % |
| 2/3 | 14 | 0,9 | % |
| 2/4 | 3 | 0,2 | % |
| 2/3/4 | 2 | 0,1 | % |
| 3 | 77 | 4,7 | % |
| 3/4 | 15 | 0,9 | % |
| 4 | 103 | 6,3 | % |
| Skadede sten | | | |
| Ialt | 226 | 14 | % |

8/2-91.

Nordvæg Udvendig

| | | | |
|-------|------|------|---|
| Total | 1075 | 100 | % |
| 1 | 742 | 69 | % |
| 2 | 20 | 2 | % |
| 2/5 | 2 | 0,2 | % |
| 2/3 | 23 | 2,1 | % |
| 2/3/4 | 3 | 0,3 | % |
| 2/4 | 3 | 0,3 | % |
| 5 | 10 | 0,9 | % |
| 3 | 122 | 11,3 | % |
| 3/4 | 1 | 0,1 | % |
| 4 | 149 | 13,9 | % |

Skadede sten

| | | | |
|------|-----|----|---|
| Ialt | 333 | 31 | % |
|------|-----|----|---|

Nordvæg Indvendig

| | | |
|--------------|------|--------|
| Total | 1539 | 100 % |
| 1 | 1286 | 83,6 % |
| 2 | 25 | 1,6 % |
| 2/5 | 3 | 0,2 % |
| 2/3 | 40 | 2,6 % |
| 2/3/4 | 4 | 0,3 % |
| 2/4 | 1 | 0,1 % |
| 5 | 24 | 1,6 % |
| 3 | 133 | 8,6 % |
| 3/4 | 9 | 0,6 % |
| 4 | 14 | 0,9 % |
| Skadede sten | | |
| Ialt | 253 | 16,4 % |

| % fordeling | Syd | | Vest | | Nord | |
|--------------|------|-----|------|-----|------|------|
| | U | I | U | I | U | I |
| | | | | | | |
| Skadede sten | 32,6 | 14 | 35,6 | 93 | 31 | 16,4 |
| 2 | 2 | 0,7 | 1,3 | 0,2 | 2 | 1,6 |
| 2/3 | 2 | 0,9 | 2,6 | 0 | 2,1 | 2,6 |
| 2/4 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 0 | 0,3 | 0,1 |
| 2/5 | | | 0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 2/3/4 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0,3 | 0,3 |
| 3 | 7,9 | 4,7 | 8,6 | 5 | 11,3 | 8,6 |
| 3/4 | 0,5 | 0,9 | 0,3 | 0,9 | 0,1 | 0,6 |
| 4 | 20 | 6,3 | 19,4 | 1,1 | 13,9 | 0,9 |
| 5 | | | 2,4 | 1,9 | 0,9 | 1,6 |

U/I -forhold

| | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|
| Sydvæg | 32,6:14 | 2,32 |
| Vestvæg | 35,6: 9,3 | 3,83 |
| Nordvæg | 31,0:16,4 | 1,89 |
| Gennemsnit af ovennævnte % fordeling | | 2,68 |
| Total / Skadede sten | udvendig | 3241/1061 |
| Total / Skadede sten | indvendig | 3634/ 522 |
| % Skadede | udvendig total | 32,74 % |
| % Skadede | indvendig total | 14,36 % |
| % -forhold | total | 2,28 |

Konklusion

Som det fremgår af tabellerne viser undersøgelsen af Nord- og Vestvæggen, at der er den samme markante forskel mellem nedbrydningsomfanget mellem yderside og inderside, som vi også så var tilfældet for Sydveggen.

Kommentar

Når undersøgelsen viser, at ca. 33 % af de udvendige sten og ca. 15 % af de indvendige sten er nedbrudte betyder det, at den originale overflade er nedbrudt. Men det er ikke ensbetydende med, at stenene er forsvundet og ikke opfylder sin konstruktionsmæssige funktion. Selvom tallene virker ret dramatiske, vil jeg godt anføre, at hvis man foretog tilsvarende bevaringstilstandsundersøgelser på Domkirker (og andre middelalderlige bygningsværker i Europa) vil kunne finde overfladeskader af et %-mæssigt omfang, som er mindst lige så stort.

Angående forskellen på en faktor ca. 2,5 mellem nedbrydningsomfanget på yder- og indervægge, kan det tolkes på den måde, at enten har Domkirken været overdækket eller at muren i sig selv har fungeret som en skærm til beskyttelse af de indre vægge. Således peger undersøgelsen på, at et ydre værn vil dæmpe/forhindre nedbrydning af kvadrene.

Dette er en foreløbig rapport. Den endelige forventes klar omkring 1. juli 1990.

Vedlagt delrapport af Bent Eshøj.

Kirkebyruinen

Delrapport

Bent Eshøj

A: Boreprøvehullet i sydmuren.

Hullet i sydmuren efter den udtagne boreprøve blev lufttæt tilproppet i begge ender for at skabe et lukket rum, hvori murkassens indre klima kunne registreres.

Efter ca. 4 timer blev der målt Temperatur og Relativ Luftfugtighed (RF) i det lukkede rum med et elektronisk måleinstrument.

Temperaturen i borehullet lå på samme niveau som den omgivende lufts temperatur, ca. $+9^{\circ}\text{C}$.

RF lå på et højere niveau end den omgivende lufts RF, nemlig helt oppe på 95%.

Disse målte værdier indikerer en opfugtet murkasse uden et markant indhold af salte. Et sådant markant indhold af salte ville forskyde RF mod lavere værdier.

Ex kan nævnes, at en mættet opløsning af natriumklorid (NaCl) i et lukket rum er i ligevægt med en RF på 75% (ved 20°C).

NB!

Denne iagttagelse stemmer godt overens med resultaterne af de nedenfor anførte salttests.

B: Salttests:

På mørtelprøver indsamlet på nordmurens sydside og vestmurens vestsider blev der udført en række semikvantitative tests (begrænset nøjagtighed) for indhold af Klorid, Sulfat og Nitrat.

Metoderne var dels titrering/farveomslag og dels indikatorstrips.

De registrerede saltindhold var som følger, idet der gøres opmærksom på, at det kun drejer sig om spottests:

Kloridindhold: 1 - 2,5 promille (W/W)

Sulfatindhold: ca. 0,5 promille (W/W)

Nitratindhold: < 0,02 promille (W/W)

Værdierne for de udførte spottests må betegnes som lave. Dvs. der indikeres lave indhold af de pågældende salte i mørtelen.

Der bør dog suppleres med mere systematisk prøveindsamling, fx oppe/nede, sydvendt/nordvendt etc.

C: Temperaturregistrering.

Midt på nordmurens sydside blev der i ca. 3 meters højde opsat en målestation (Datalogger), der registrerede følgende:

Tidspunkt, Lufttemperatur, Strålingstemperatur, Overfladetemperatur på "sund" basalt, Overfladetemperatur på "opskallet" basalt, Overfladetemperatur på mørtelfuge, regnvejrlig/ikke-regnvejrlig, samt ledningsevne i mørtelfuge.

Formålet med denne målestation var at registrere temperaturfordeling i Murens byggelementer ved skiftende vejrlig. Herigennem kan man få et indtryk af stredannelser i basaltstenene via temperaturforskelle/termiske udvidelseskoefficienter.

Målestationen programmeredes til at registrere de

nævnte størrelser hver halve time døgnet rundt. Ved solfrembrud (pludselig, høj strålingstemperatur) blev værdierne registreret hvert 10. sekund i en time, idet jeg hér forventede de mest markante udslag.

Resultater: Ved "normalt" vejr, dvs. gråvejr uden direkte sol (= mindre end 5 graders forskel på lufttemperatur og strålingstemperatur), ses en meget jævn temperaturfordeling. Den ligger inden for $\pm 0,5$ grader mellem de forskellige målepunkter.

Ved direkte sol (=mere end 5 graders forskel mellem lufttemperatur og strålingstemperatur), ses derimod en spredning i temperaturfordelingen. Det opskallede basaltlag opvarmes hurtigere og mere end den sunde basalt (- der er en "luftisolering" bag opskalningen). I starten op til knapt 2,2 grader over den sunde basalt. Efter nogle minutter udjævnes forskellen igen for efter ca. 1 time at udgøre ca. 0,5 grad.

Det skal nævnes, at det vejr, der her blev registreret, ikke var kraftigt, klart solskin, som det senere blev i Kirkeby. De målte tendenser må derfor skønnes at blive betydeligt forstærket en klar sommerdag med høj sol.

De herved opståede termiske udvidelser i basaltoverfladen vil medvirke til, at overfladen hvælver sig yderlige udad, da den pga. tryk ikke kan udvide sig til siderne.

Det er ikke muligt ud fra disse indledende målinger at sige noget endeligt om betydningen/størrelsesordenen af disse forhold. Kun at temperaturgradienterne er til stede - og kan dokumenteres.

118.1
Perspektiv. I forlængelse af disse indledende målinger burde det måske overvejes, om man måleteknisk skulle interessere sig for vinterens hyppige

skift mellem tø/frost. Herigennem kunne man måske få oplysninger om isdannelse i de opskallede sten og deres betydning for den videre nedbrydning. Man kunne forestille sig kombinerede temperatur- og egentlige spændingsmålinger på udvalgte stenoverflader i vinterperioden...

Føroya Náttúrugripasavn

Museum of Natural History

Debesartrøð

FR - 100 Tórshavn - Faroe Islands - Tlf. (298) 12306

Tórshavn 26.03.90

Helge Brinch Madsen

Konservatorskolen

Vedr. udtagne kerneprøver fra basaltsten i Kirkjubø.

Nedenfor opridser jeg nogle (forsinkede) betragtninger vedrørende de kerneprøver fra Kirkjubø, som jeg medbragte til DK primo februar. Da min opfattelse af formålet med disse kerneundersøgelser er, at de skal hjælpe til at klarlægge, hvilke forvittringsprocesser der foregår i byggematerialet i selve Kirkjubømuren, går betragtningerne på, hvilke relevante oplysninger der kan og hvilke oplysninger der nok ikke kan forventes at fås ud af en undersøgelse af de tagne kerneprøver.

Kerneprøverne er alle taget fra løsblokke i terrænet omkring muren. Disse løsblokke er valgt så omhyggeligt som muligt med henblik på et repræsentativt udvalg af de samme typer basaltsten, der findes i muren. Der findes dog så mange forskellige variationer, især af feldspatporfyriske basalter i terrænet, og derfor tør jeg ikke garantere, at de tagne prøver vil repræsentere præcis den samme mineralogi og kemiske sammensætning som murmaterialet. De evt. afvigelser herfra vil dog næppe være betydelige.

En undersøgelse af de tagne prøver vil derfor sandsynligvis give et fornuftigt billede af primærmineralogien og -kemien, d.v.s. den oprindelige sammensætning ved bjergartsdannelsen.

Vulkanske bjergarter i almindelighed og vulkanske basaltbjergarter i særdeleshed er dog temmelig ustabile under de forhold, der hersker på jordens overflade, og disse materialer vil derfor undergå en mere og mindre kontinuerlig omdannelse. Denne vil være betinget af faktorer så som: 1. Den primære mineralsammensætning, 2. Kornstørrelse, 3. Krystallisationsgraden, d.v.s. hvor stor del af det oprindelige magma der ved størkningen har nået at blive struktureret i forskellige mineralfasers krystaller, og hvor meget størknede som vulkansk glas, 4. Bjergartens porøsitet og 5. Eksterne forhold ("vind og vejr", temperatur (og -variationer), regnvands og evt. havvands ph, oxidationsforhold m.m, vindretning og -styrke m.m., evt. vegetation, mos og lichener, vil ligeledes influere på forvitringen).

ad. 1. Den primære mineralsammensætning vil være nogenlunde ens i samtlige basaltsten i området. Det kan dog tænkes, at et mineral som olivin (meget ustabil) kan forekomme i ret varierende mængder (evt. være helt fraværende). Andre primær-mineralfaser vil være feldspat (plagioklas), pyroxen (sandsynligvis næsten eller helt udelukkende augit), - begge i ret store mængder, samt betydeligt mindre mængder af magnetit og ilmenit.

ad. 2. Som det tydeligt kan ses med det blotte øje, varierer kornstørrelsen meget fra den ene basalttype til den anden. Især er det feldspatkornene, der forekommer i varierende størrelse og mængde som fenokryster. Dette har nok hovedsagelig indvirken på bjergartens fysiske egenskaber, idet en porfyrisk basalt generelt har lettere ved at smuldre end en afyrisk basalt. Fenokrystmængden og -størrelsen vil for det meste være nogenlunde ens fra sted til sted i en og samme basaltbænk. Også vil egenskaberne som så være sammenlignelige i forskellige basaltbænke med tilsvarende kornstørrelser.

ad. 3. De færøske basalter indeholder så godt som alle større og mindre mængder materiale, der som følge af den relativt hurtige størkning ikke nåede at krystallisere, men størknede i glasform. Denne basaltiske glas er temmelig ustabil og vil - ligesom evt. indhold af olivin - sandsynligvis på et tidligt tidspunkt være omdannet til sekundære mineraler, især "lermineraler" (der findes et utal forskellige lermineralfaser, som kan have temmelig forskellige egenskaber).

ad. 4. Både porestørrelse og den samlede procentvise porevolumen må regnes for væsentlig faktorer m.h.t. bjergartsforvitring. Porerne kan være "tomme" (generelt fyldt med vand), men for det meste indeholder de sekundært udfældede mineraler såsom zeolitter (forskellige varianter), calcit, silika-mineraler (forskellige varianter) og ler-mineraler (forskellige varianter). En høj porøsitet vil generelt betyde højt forvitringspotentiale, dog vil den sekundære mineralsammensætning i porerne (ligesom i de omdannede oliviner og glas) spille en væsentlig rolle - især på kort sigt (d.v.s. årtier - århundreder).

Både glasmængde og porøsitet vil variere temmelig meget fra basaltbænk til basaltbænk. Især bænketykkelsen spiller en væsentlig rolle, idet tynde bænke som regel er mere porøse end tykke bænke. I en porøs basalt vil materialet mellem porerne tit indeholde store mængder glas, og den porøse bjergart vil derfor også være ekstra meget udsat for forvitring.

ad. 5. Når talen er om overfladeforvitring spiller de ydre forhold en stor rolle - dette selvfølgelig i samspil med bjergartens karakter. Vi har set, at de forskellige murflader er forvitret til forskellig grad afhængigt af eksponeringen. De ydre faktorer har især stor indflydelse på overfladeforvitringen, og de er således særdeles væsentlige m.h.t. vores aktuelle problemstilling.

De samlede faktorer taget i betragtning vil jeg derfor vurdere, at for blot med rimelig sikkerhed at kunne klarlægge, hvilke forvitringsprocesser, der er de afgørende i selve Kirkjubømunen, er det ikke nok at undersøge materiale fra løsblokke i terrænet omkring muren. Selv om disse makroskopisk kan ligne mur-materialet vil den sekundære mineralsammensætning kunne variere væsentligt. Også vil de ydre forhold, disse sten har været udsat for, afvige betydeligt fra byggestenene i muren. Det er f.eks. vanskeligt at finde en løsblok i terrænet, der ikke helt er tilgroet af vegetation, ligesom hele dens omgivelser er mere biologisk prægede (humus m.m.) end i muren.

Min konklusion er således, at kun en undersøgelse af materiale fra selve muren vil kunne give detaljerede oplysninger omkring de relevante forvitringsprocesser. Om og hvorledes materiale kan tages fra selve muren må være et spørgsmål, som Føroya Fornminnis-savn er med til at bestemme. En mulighed vil måske være at udbore kernestykker lidt længere end nødvendigt til selve undersøgelserne, således at det inderste stykke kan "genbruges" som en prop til kamouflagen af borehullet.

Nu blev dette noget af en Brockman's tekst. Den kan dog måske være til nogen nytte, også for studenten i hendes specialearbejde.

Venlig hilsen

Martin V. Heinesen
Martin V. Heinesen