

Udtørring af Nybygninger

Jess Jensen

Tidsskrifter

Den Tekniske Forenings Tidsskrift. 1894-95

1895

6te Møde 1894

afholdt i København den 11te Oktober.

Mødet lededes af Formanden, Oberst *Hoskier*, som gav Ordet til Ingeniør *Jess Jensen*, der holdt efterfølgende Foredrag om *Udtørring af Nybygninger*.

Udtørring af Nybygninger.Af Ingeniør *Jess Jensen*.

For at det i hygiejnisk Henseende kan være ansvarligt at lade Mennesker bebo en Bygning maa denne have naaet en vis Tørhedsgrad, saa at Vandindholdet i de Materialier, hvoraf Bygningen er opført, ikke overstiger en vis Grænse. I en ny Bygning indeholder Træ- og Murværk imidlertid langt større Fugtighedsmængder end tilstedeligt for dens Beboelighed, og Bygningen bør derfor underkastes en Udtørring. En saadan Udtørring bliver imidlertid ofte ikke foretaget i det Omfang, som det hygiejniske Hensyn kræver, og Lovgivningsmagten har derfor i Tyskland taget sig af dette Forhold, saa at det er forbudt at benytte en Bygning til Beboelse, førend der er hengaaet en vis Tid efter dens Opførelse, den saakaldte Karentstid. Her i Landet har Lovgivningsmagten vel ikke grebet ind paa dette Omraade, men i adskillige Tilfælde, hvor enten Byggherren har ønsket at tage hygiejniske Hensyn, eller hvor Hensynet til Bygningens specielle Brug har nødvendiggjort det, er der dog sørgt for en betryggende Udtørring af Bygningen. Den sædvanlige Fremgangsmaade har da været, at Bygningen fik Lov at henstaa en Sommer, inden den modtog sit indre Udstyr, men i flere Tilfælde har dog Kravet til Bygningens hurtige Fuldendelse været saa stort, at kunstig Udtørring er bleven anvendt. Da det nu er sandsynligt, at kunstig Udtørring vil finde mere og mere Anvendelse, vil det være af Interesse, at de Erfaringer, der indvindes ved udførte Udtørringer, samles og bringes offentlig frem. Det er af den Grund, at jeg i Aften vil lægge Beslag paa D'Herrers Opmærksomhed, for at gøre Rede for Resultatet af Udtørringen af en Nybygning, som det afvigte Efteraar blev overdraget mig at lede.

Som Grundlag for min Udtøringsplan benyttede jeg de Resultater, hvortil D'Hrr. Professor Dr. K. B. Lehmann i Würzburg og Hr. Arkitekt Chr. Nuszbaum i München ere komne ved en Række omhyggeligt udførte Forsøg over Kalkmørtel og Fugtighed i Murværk, hvilke Undersøgelser findes offentliggjorte i „Archiv für Hygiejne“, 9de Bind, München og Leipzig 1889. Forinden jeg gør Rede for den af mig ledede Udtørring, vil jeg derfor ganske kort give en Oversigt over de Resultater, hvortil disse Herrer ere komne.

A. Forsøg over Murmaterialier og deres Egenskaber.
(Jvnf. Lehmanns & Nuszbaums Undersøgelser).

1) Mursten.

Mursten vejer gennemsnitlig 1760 kg. pr. kbm. Hulrummene indtage gennemsnitlig 32 pCt. af Voluminet (29—34) og kunne optage en Vandmængde paa 18 pCt. af Tørvægten (16.5—19.1). Mursten optage saa godt som ikke den i Luften i Dampform værende Fugtighed, derimod opsuge de rigelig Fugtighed i Vandform. Vandsugningsevnen for en tør Mursten er meget stor i Begyndelsen, men aftager hurtigt; den er naturligvis forskellig for forskellige Sorter Sten, men som Eksempel anføres i hosstaaende Skema Resultatet af en Række Forsøg over de Vandmængder, som

3 Sek.	4 Sek.	10 Sek.	6 Tim.	30 Tim.	12 Dage	26 Dage
16 pCt.	22 pCt.	32 pCt.	80 pCt.	82 pCt.	94 pCt.	100 pCt.

en Mursten optog ved at neddyppes i Vand i kortere og længere Tid. Tallene angive pCt. af det maksimale Vandindhold. Det ses heraf, at den første Tredjedel optoges i Løbet af nogle faa Sekunder, den anden i Løbet af nogle Timer, medens den sidste Tredjedel kræver hen imod en Maaned. I en Mur vender en Sten dog kun som Regel $\frac{1}{9}$ af sin Overflade udad, og dens Sugeevne maa under disse Forhold blive forholdsvis mindre.

2) Kalkmørtel.

Kalkmørtel bestaar af Kalk og Sand med et gennemsnitligt Blandingsforhold af 1—4.

Mørtelen bør helst indeholde fint, middelfint og groft Sand i omtrent lige store Mængder, regnet efter den Knoop'ske Sigteskala. Selv hvor der i Stedet for Sand anvendes Grus til Mørtelen bliver Forholdet meget nær det samme, da kun de finere Bestanddele af Gruset danne den egentlige Mørtel med Kalken, medens de grovere Bestanddele virke som iblandede Sten; saadan Grusmørtel faar altsaa nærmest Karakteren af en Slags Kalkbeton, som imidlertid nødven-

dlggør tykkere Fuger i Murværket. I München anvendes saaledes til Mørtel Grus, som kun indeholder 50 pCt. Sand, men sigtedes de grovere Bestanddele fra Mørtelen, viste Forsøgene meget nær samme Resultat som i Würzburg, hvor der anvendtes Kwartssand til Mørtel.

Tør hærdet Kalkmørtel vejer i Gennemsnit 1660 kg. pr. kbm., Hulrummene indtage i Gennemsnit 25 pCt. af Voluminet og kunne optage en Vandmængde paa 15 pCt. af Tørvægten.

Frisk tilberedt Kalkmørtel indeholder 3.3 pCt. Hydratvand i Forhold til Tørvægten og 22—30 pCt. frit Vand.

Den fri Vandmængde reduceres dog straks i Løbet af det første Døgn efter Opmuringen til c. 15 pCt., idet den overskydende Vandmængde optages af Murstenene.

Der maa for Kalkmørtel skelnes imellem:

Tørringen, hvorved Indholdet af frit Vand formindskes, saa at en Vægttagelse indtræder, og

Hærdningen, hvorved Indholdet af det bundne Hydratvand formindskes, idet det erstattes af Kulsyre. Der indtræder herved en Vægtforøgelse, idet 18 Vægtdele Hydratvand erstattes af 44 Vægtdele Kulsyre.

Tørringen kan foregaa paa 2 Maader, nemlig enten saaledes, at en Hærdning samtidig indtræder, eller saaledes, at ingen Hærdning finder Sted.

a) Ved Tørring uden Hærdning bliver Mørtelen vel fast, men uden indre Sammenhæng, saa at den let smuldres mellem Fingrene, og den binder ikke paa Stenen, men kan skræbes af i Flager.

b) Ved Tørring med Hærdning bliver Mørtelen derimod saa haard, at den kun kan knuses ved Anvendelse af en betydelig Kraft, og den hæfter fast til Stenen.

Hærdningen kræver 2 Betingelser for at den kan indtræde, nemlig:

a) at Mørtelen kommer i Berøring med kulsyreholdig Luft. Hærdningen foregaa da desto hurtigere, jo lettere Luften kan trænge ind i Hulrummene, og jo rigere paa Kulsyre den er,

b) at det fri Vandindhold i Mørtelen ligger imellem Grænserne $\frac{1}{2}$ og 6 pCt. af Tørvægten. Ved større eller mindre Vandindhold bliver Hærdningen derimod forsvindende.

Hærdet Kalkmørtel er hygroskopisk, saa at den altid vil indeholde nogen Fugtighed, afhængig af Luftens Fugtighedsgrad og Temperatur. I en Beboelsesbygning beløber dette hygroskopiske Vandindhold sig til c. 0.8 pCt. af Tørvægten eller 5 pCt. af det maksimale Vandindhold. En Bygning, hvori Mørtelen har dette Vandindhold, maa altsaa kaldes tør, men det er dog ikke nødvendigt, at en Bygnings Tørhedsgrad er saa stor, førend den kan tages i Brug. Forfatterne antage derimod, at det hygiejniske Hensyn vil være fyldestgjort, naar Indholdet af frit Vand i Mørtelen ikke overstiger 13 pCt. af det maksimale Vandindhold, ja, for forsvarligt opvarmede og ventilerede Bygninger sættes Grænserne endog til 20 pCt.

Stiger Vandindholdet i Mørtelen yderligere, bliver denne efterhaanden fugtigere og fugtigere at føle paa

og tilsidst ganske vaad. Efter Mørtelens Fugtighedsindhold kan følgende Skala opstilles for den:

Kalkmørtels Vandindhold i	% af Tørvægt	% af maks. Vandindh.
Kalkmørtel er absolut tør . .	0	0
do. ophører at hærdes	0.5	3
do. er praktisk set tør	0.8	5
En alm. Bygning er beboelig	2.0	13
Kalkmørtel føles svagt fugtig	2.5	17
En opv. og vent. Bygning er beboelig.	3.0	20
Kalkmørtel føles stærk fugtig	4.5	30
do. begynder at hærdes	6.0	40
do. føles vaad	10.0	67
do. er fuldt mættet .	15.0	100

B. Udtørring af Murværk.

(Jvnf. Lehmanns & Nuszbaums Undersøgelser).

De Forsøg, der anstilledes herover, blev væsentlig foretagne med Mørtelen, og kun i et Par Tilfælde blev Fugtigheden af nogle Mursten undersøgt. Forsøgene anstilledes dels med et Par mindre Forsøgsmure og dels med en større nyopført Skolebygning i München.

Forsøgsmurene.

Der opførtes 2 Forsøgsmure, een i selve Laboratoriet og een i et Kælderrum i samme Bygning. Muren var 7 Skifter høj, 4 Sten lang og 2 halve Sten tyk, og beklædtes med et Pudslag overalt, undtagen paa den ene Façade. Tykkelsen af Fuge og Puds varierede mellem $\frac{3}{8}$ —1". Stenene vare bedste Münchner-Façade-Maskinmursten af Længde 11", Bredde $5\frac{1}{4}$ " og Tykkelse $2\frac{1}{2}$ ". Mørtelen blandedes af 4 Dele rent Kwartssand og 1 Del bedste Sort Ætskalk. Sandet indeholdt meget nær lige store Mængder af groft, middelfint og fint Sand, bestemt efter den Knoopske Sigteskala.

a) Forsøgsmuren i Laboratoriet.

Klimaet var gennemsnitlig i Løbet af Vinteren:

10—18° Dagtemperatur,

6—10° Nat- do.

41—57 % Fugtighedsgrad i Luften.

0.4—0.8 p. m. Kulsyreindhold - do.

Middeltemperaturen om Dagen har følgelig været 14° og Middelfugtighedsgraden 49%, saa at Luftens Tørringsevne altsaa har været c. 6.1^{mm} i Gennemsnit.

For Sommerens Vedkommende angives Klimaet ikke, men Lokalet var beliggende mod Syd.

Ved Analysen af Mørtelen bestemtes:

- 1) Det fri Vand, som indeholdtes i Mørtelen, idet Vandet udredes ved Opvarmning til lidt over 100° og opsamledes,
- 2) Hydratvandet, som udredes ved en let Glødning og opsamledes,

3) Kulsyreindholdet, som bestemtes ved at gløde den ene Halvdel af Prøven meget stærkt og fra den derved fundne Vægtforringelse at trække den Mængde af frit Vand og Hydratvand, som blev funden i den anden Halvdel af Prøven.

Der foretoges Analyser dels for Fuge- og dels for Pudsmørtel.

Muren opførtes den 16de December 1886, og Resultatet af Undersøgelsen, som strakte sig over 16 Maanedere, er grafisk vist paa de vedføjede Figurer over Mørtelens Indhold af respektive frit Vand og Hydratvand.

b) Forsøgsmuren i Kælderen.

Klimaet i Kælderen var:

Om Vinteren en Temperatur fra 6—8°

— Sommeren — do. — 10—14°.

Fugtighedsgraden 86—96%,

Kulsyreindhold fra 0.4—0.8 p. m.

kunstig Udtørring ved Hjælp af 2 Kakkelovne. Den første Ovn stilledes ved Murens ene Ende og paa-virkede denne ved sin Straalevarme, medens den anden Ovn stilledes lige over for Murens ene Façade, som beskyttedes mod Straalevarmen. Der fyredes i 6 Dage, fordelt over 7 Døgn, og Temperaturen bragtes efterhaanden op fra 13—35° C.

Efter 7 Dages Forløb viste det sig, at Pudsen paa den for Straalevarmen udsatte Del af Muren var saa godt som tør, medens den øvrige Puds næsten var uforandret.

Efter denne Tørring fik Muren Lov til at henstaa under Kældereis sædvanlige klimatiske Forhold, og da Muren 1/2 Aar senere atter blev undersøgt, konstateredes følgende Forhold:

Den Tørringsforskel, der ved Opvarmningens Ophør havde været til Stede, havde nogenlunde udlignet sig, idet dog de øvre Skifter vare mere tørre end de nedre.

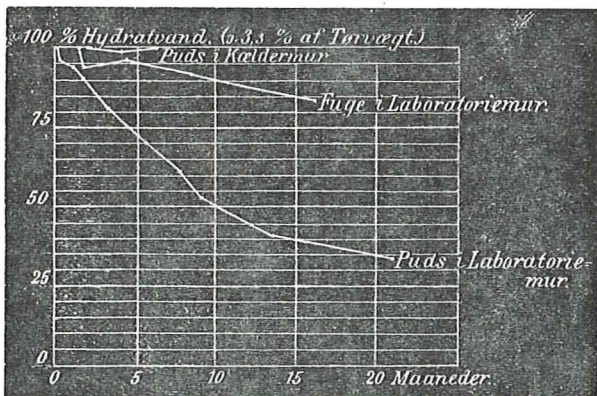


Fig. 1.

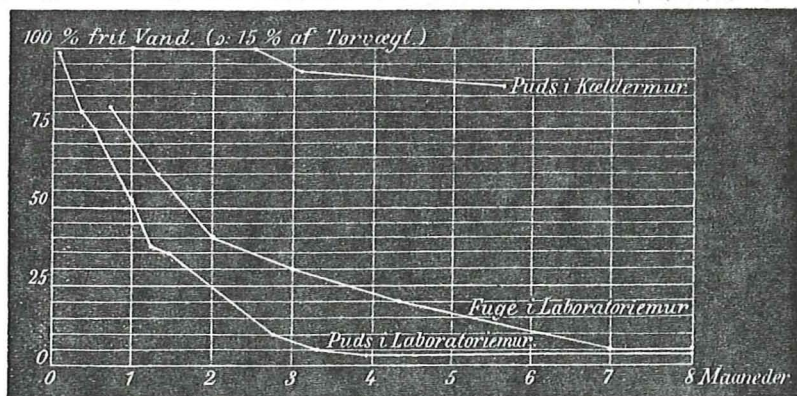


Fig. 2.

Middeltemperaturen om Vinteren var følgelig 7° og Middelfugtighedsgraden 91 %, saa at Luftens Tørringsevne altsaa har været c. 0.7 mm. i Gennemsnit.

Der foretoges de samme Analyser som for Laboratoriemuren, og Resultatet er ligeledes anført paa Fig. 1 og 2.

Af Kurverne i Fig. 1 og 2 ses altsaa, at Vandindholdet i Kældermuren efter 6 Maaneders Forløb var saa godt som uforandret, idet Hærdningen var forsvindende og Udtørringen meget ringe, medens derimod saavel Udtørringen som Hærdningen i Laboratoriemuren, som havde staaet under almindelige Stue-Forhold, var skredet jævnt fremad; her blev det hygroskopiske Minimum naaet efter lidt over 3 Maaneders Forløb for Pudslaget og efter 6 Maaneders Forløb for Fugemørtelen.

c) Kunstig Udtørring af Kældermuren.

Da det efter 6 Maaneders Forløb kunde betragtes som konstateret, at en Mur anbragt under de i Kælderen eksisterende klimatiske Forhold ikke tørredes, blev dette Forsøg afbrudt og Kældermuren underkastet en

Stenene vare gennemgaaende mere tørre end Pudsen, selv hvor de vare fuldstændig omgivne af Puds.

Fugtighedsmængden var sunket under Hærdningsprocenten, og der konstateredes ogsaa, at en væsentlig Hærdning var indtraadt, som analogt med Fugtighedsindholdet var mere fremskreden i de øvre Skifter end i de nedre.

d) Undersøgelse af en Skolebygning i München.

Bygningen var frit beliggende med Façade mod Sydøst og Nordvest. Den havde 3 Etager til Skolebrug og 1 Stue-Etage til Forretningsbrug. Tagdækningen blev tilendebragt den 28de Jan. 1887.

Pudsningen af 3dje Etage paabegyndtes den 4de April.
— 2den — — 25de —
— 1ste — — 10de Maj.

Stue-Etagen og Trapperne gjordes først færdige i Juli 1888. Til Fundamenter, Kælder, Stue-Etage saavel som til Ydermuren i 1ste og 2den Etage anvendtes Cementmørtel. Til hele 3dje Etage saavel som til Indermuren i 1ste og 2den Etage anvendtes Kalkmørtel. Yder-

pudsen var af Cement- og Inderpudsen af Kalkmørtel. Bygningen opvarmedes og ventileredes efter Becken & Posts Lavtryksdampsystem.

Undersøgelsen af Bygningen begyndte i Maj 1887 og fuldendtes i Juli 1888.

Til den anvendte Mørtel benyttedes Grus med c. 50 % grovere Bestanddele. Pudsmørtelen indeholdt dog ikke saa mange Sten. Resultatet af Forsøgene var i sine Hovedtræk følgende:

Muren tørredes stærkere paa den Side, der vendte mod Solen end paa Skyggesiden. En Række Prøver tagne paa Sydøstsiden viste saaledes et Middelinhold af frit Vand paa 37 %, medens den nordvestlige Façade samtidig indeholdt 52 % af det maksimale Indhold.

Indermuren tørrede hurtigere end Ydermuren; et Forsøg gav saaledes som Middeltal 32 % af det fri Vand i Indermuren, medens Ydermursn samtidig indeholdt 38 %.

Tørringen var gennemgaaende skredet længere frem i de øvre Etager end i de nedre. Middeltallet af en Række samtidige Forsøg gav saaledes følgende Resultat:

36 %	for	3dje	Etage.
44 —	—	2den	—
40 —	—	1ste	—
62 —	—	Stue	—

Ifølge Analyserne synes det ingen Indflydelse at have paa Tørringen af Puds og Fuge, at der i 3dje Etage var anvendt Kalkmørtel og i 1ste og 2den Cementmørtel.

Om end Udtørringen skete noget hurtigere i de øvre Etager end i de nedre, synes dens Fremadskriden i Forhold til Tiden derimod at være temmelig ens for alle Etager.

Her anføres derfor kun en Række Middelværdier over Vandindholdet til forskellige Tider i en enkelt Etage, som af Maksimalindholdet

d. 22de—28de Juni	indeholdt af frit Vand	77 %
d. 13de September (o: efter 2 $\frac{1}{2}$ Maanedes Forløb)	41 —	
d. 28de Januar (o: — 7 — —)	9 —	
d. 4de April (o: — 9 — —)	14 —	

Fra den 20de September holdtes Opvarmningen i fuld Gang, idet Skolen blev taget i Brug paa dette Tidspunkt. Af de sidst nævnte Forsøg fremgaar det interessante Resultat: At skønt Mørtelen medio September indeholdt 41 % Vand af sit maksimale Indhold, blev den dog udtørret i Løbet af 4 Maaneder, til Trods for, at Lokalet var rigeligt besat med Børn i Skoletiden, og til Trods for den for Udtørringen ugunstige Vintertid. Dette gode Resultat maa øjensynlig skyldes Virkningen af Varme- og Ventilationsapparatet.

C. Udtørring af en Bygning i København.

Bygningen er opført for Hr. Grosserer F. T. Adolph efter Hr. Arkitekt Bøtters Tegninger og Ledelse. Den er beliggende paa Hjørnet af Slotsholmsgade og Kristiansgade, saa at Gadefaçaden kommer til at danne en noget stump Vinkel, hvis Spids vender mod Nord. Bygningen bestaar af et Hovedparti med Værelser til

bægge Sider, af en gennemgaaende Længdekorridor, samt en Sidefløj med Værelser paa den ene Side af Korridoren. Kælder og Stueetage anvendes til Forretningsbrug, og de 3 øvre Etager til Beboelse. Fig. 3 viser Planen af en Etage, paa hvilken dog kun de murede Skillerum ere angivne.

Bygningen blev opført i Løbet af Sommeren og Efteraaret 1893 og kom i Begyndelsen af 1894 under Tag. Til Murværket i de 4 øvre Etager og til indvendig Puds anvendtes Kalkmørtel, medens den udvendige Puds var en Blanding af Kalk- og Cementmørtel. De 2 nederste Etageadskillelser vare Hvælvinger mellem Jærnhjælker, medens de 3 øverste vare Indskudsbrætter mellem 9×10" Tømmer.

Da Bygherren bestemte sig til at tage Bygningen i Brug til Oktober Flyttedag 1894, og da Murværk og Bjælkelag vare blevne gennemvaade af den stadige Regn under Opførelsen, blev det anset for nødvendigt i Løbet af et Par Vintermaaneder at fremskynde Udtørringen af Bygningen ad kunstig Vej saa meget, at de indvendige Arbejder kunde paabegyndes med fuld Kraft straks ved Foraarets Begyndelse uden at afvente en naturlig Tørring.

Denne Opgave blev det overdraget mig at løse, og det er den Fremgangsmaade, der blev anvendt, og de Resultater, der opnaaedes, som jeg i det følgende vil gøre Rede for.

Jeg gik da ud fra følgende Forudsætninger, idet Bygningen henstod med raa upudsede Inder- og Ydermure og med utættede Vindues- og Døraabninger, og idet Hvælvingerne i de 2 nedre Etageadskillelser ikke vare lagte, men derimod Indskuddene i de 3 øvre:

a) De 4 Etager fra Stue til 3dje Sal, som skulde udtørres, indeholdt 2000 kbm. Murværk, som jeg antog gennemsnitlig at indeholde 5 % Vand eller 80 kg. pr. kbm., idet Murværkets Vægt sættes til 1600 kg. pr. kbm. Træværket i de 3 Bjælkelag indeholdt desuden en Del Vand, men dette, antog jeg, opvejedes ved, at Indermurene maatte indeholde en Del mindre Vand end Ydermurene. Der blev følgelig 160 000 kg. Vand at udtørre og til denne Vandmængdes Fordampning, Luftsiftets Opvarmning og Varmetransmission gennem Bygnings Vægge og Loft vilde kræves 42 000 kg. Kokes, naar Brændselets hele Varmeevne kom til Nytte. Dette vilde selvfølgelig ikke kunne opnaas, men paa den anden Side behøvede Bygningen jo kun at udtørres til en vis Grad, da den yderligere vilde blive tørret i den kommende Sommer, og jeg gik derfor ud fra den ovennævnte Brændselsmængde.

b) Det maatte dernæst overvejes, om Udtørringen bedst fremmedes ved Ildsteder, der væsentlig virkede ved deres Straalevarme eller ved saadanne, som væsentlig fremkaldte en stærk Ventilation, og jeg bestemte mig her ubetinget for den sidste Fremgangsmaade, da den vilde være billigere at sætte i Scene og holde i Gang i en Bygning som den foreliggende, og da det jo ved Forsøget i Münchnerskolen var konstateret for en hel Byg-

ning, at en Udtørring ved Ventilation lader sig udføre med godt Resultat. D'Hrr. Lehmann og Nussbaum give ganske vist Udtørring ved Straalevarme Fortrinet, men dels kan man ikke godt bygge paa et enkelt og tilmed i denne Henseende ufuldstændigt gennemført Laboratorieforsøg, og dels er det tvivlsomt, om en saa uegal Opvarmning, som den d'Hrr.s Forsøgsmur blev udsat for, er gavnlig for Murværket i en Bygning.

- c) Det maatte fremdeles tages under Overvejelse, om Udtørringen bedst fremmedes ved at udtørre de enkelte Lokaler for sig, eller om Udtørringen af hele Bygningen under eet burde foretrækkes, og

Betjening, naar Fyringen kunde foregaa fra Kælderetagen alene.

- 4) Etageadskillelserne i Bygningen lagde ingen Hindringer i Vejen for denne Fremgangsmaade, idet Hvælvingerne i de 2 nedre Etageadskillelser jo endnu ikke vare lagte og Indskudsbrædderne i de 3 øvre Etager let lode sig fjerne i det forholdsvis ringe Omfang, som Udtørringen krævede.
- d) Da Mørtelen i Bygningens Murværk vilde kræve c. 20 000 kg. Kulstof til sin Hærdning, vilde det endvidere utvivlsomt være af Betydning for Hærdningen, at den ved Forbrændingen udviklede Kul-

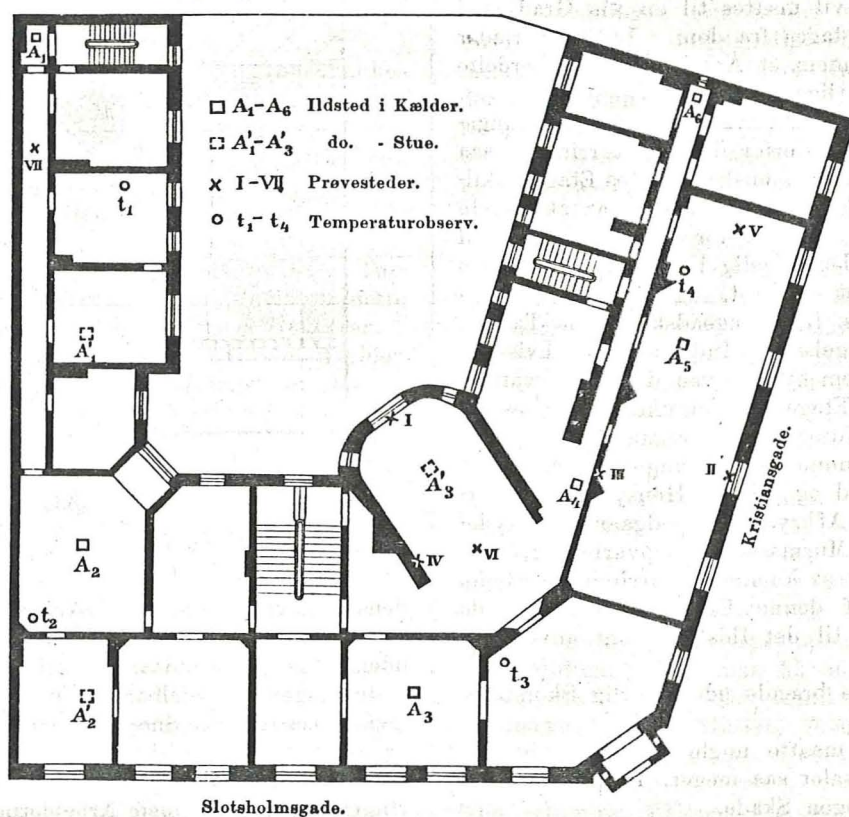


Fig. 3.

denne sidste Fremgangsmaade ansaa jeg af følgende Grunde for den heldigste:

- 1) et Ildsted virker mere udtørrende paa det Murværk, der ligger oven over det, end paa det, der ligger i Højde med det. Anbragtes derfor Ildstederne i Kælderen, vilde alle 4 Etager fra Gulv til Loft komme under de bedste Udtørringsforhold.
- 2) Den Tid, der kunde anvendes til Udtørringen, var ikke længere, end at alle Lokaler maatte udtørres nogenlunde samtidigt, med mindre Udtørringen skulde forceres mere end gavnligt for Træ- og Murværk.
- 3) Der kunde anvendes færre Ildsteder og mindre

syre fik Lov til at udbrede sig over Bygningens Indre, frem for direkte fra Ildstederne at ledes bort til Røgrør. Da Arbejdet i Bygningen imidlertid ikke helt kunde standses i Udtørringstiden, blev det derfor nødvendigt at anvende Ildsteder med fuldstændig Forbrænding, saa at Røgen ikke kom til at indeholde den giftige Kuliteluft, og at blande Røgen med saa megen frisk Luft, at Kulsyreholdigheden af Luften i Bygningen ikke blev for stor. Dette sidste kunde opnaas uden Ekstrabekostning, da den til Fjernelsen af Fugtigheden fornødne Luftmængde gennemsnitlig blev saa stor, at Kulsyreholdigheden ikke vilde overstige 2,5 p. m. I Henhold til disse Forudsætninger bliver Planen for Udtørringen følgende:

Vinduesaabningerne i Etagerne lukkes med Brædder og tættes langs Kanterne med Halmbaand.

I Kælderetagen opstilles et passende Antal Ildsteder med fuldstændig Forbrænding og fordeles saaledes, at de — saa vidt gørligt — faa lige store Murflader at udtørre. Lufttilførselen til Ildstederne sker direkte gennem Vinduesaabningerne i Kælderen.

Indskudsbrædderne over hvert Ildsted fjernes, saa at den opvarmede Luft direkte kan stige op til øverste Etage, hvorunder den fordeler sig og tvinges efterhaanden nedad mod de lavere liggende Etagers af den efterfølgende varmere Luft, som endnu ikke har afgivet sin Varme. Luften vil under denne Bevægelse afgive en stor Del af sin Varme til de Mur- og Træflader, den passerer, og den vil møttes til en vis Grad med den Fugtighed, der optages fra dem. Luften forlader endelig Bygningen gennem et Antal passende fordelte Aabninger i de lavere liggende Etagers.

Øverste Etage udtørres ved denne Fremgangsmaade stærkest, og naar derfor dens Udtørring er saa vidt fremskreden, som man ønsker, tættes Etageadskillelsen til den nedenunder liggende Etage, saa at øverste Etage saaledes bliver aflukket for Udtørringen. Den næstøverste Etage træder følgelig i den øverste Etages Sted og bliver udtørret stærkest, og naar den er færdig, aflukkes den, o. s. fr. Etageadskillelsens Tæthed sker bedst ved Anbringelsen af Indskudsleret, hvis Udtørring herved kan fremskyndes ved den Undervarme, som det faar ved, at Etagen neden under udtørres.

Endelig maatte Udtørringen foregaa uafbrudt Nat og Dag, dels for at kunne tilendebringe Udtørringen i den kortest mulige Tid og dels af Hensyn til Bekostningen, idet der ved Afbrydelser medgaaer en betydelig Varmemængde til Murmassernes Opvarmning, som kun delvis kan ventes at komme Udtørringen til Gode.

Iværksættelsen af denne Udtørningsplan stillede imidlertid visse Krav til det Ildsted, som anvendtes, nemlig:

- 1) Det maatte kunne brænde uden særlig Skorstens-træk.
- 2) Røgttemperaturen maatte nogle faa Fod over Ildstedet være nedsvalet saa meget, at Mur- og Træværk ikke tog nogen Skade.
- 3) Forbrændingen maatte kunne foregaa kontinuerligt.
- 4) Røgen maatte ikke indeholde Sodpartikler eller giftig Kulilteluft.
- 5) Ildstedet maatte være let at passe og ikke for kostbart.

Den almindelige Kokesgryde, som sædvanlig benyttes ved mindre Udtørninger, kunde ikke anvendes paa Grund af den rigelige Mængde Kulilteluft, som den udvikler, og jeg benyttede derfor et Udtørningsapparat, som jeg med ovennævnte Fordringer for Øje selv gav Tegningen til, og hvis Bygning et herværende Firma (Marstrand, Helweg & Ko.) var saa venlig at overtage paa det Vilkaar, at jeg kunde faa det Antal Apparater til Leje, som jeg havde Brug for, hvilket selvfølgelig var billigere end at købe Apparaterne, som der jo ingen Brug var for, naar Bygningen var udtørret. Da dette Udtørningsapparat har vist sig at svare til

sin Hensigt, vil jeg give en kort Beskrivelse af det. Det bestaar af en udmuret Jærnkasse, som er aaben opefter og paa Forsiden, saaledes som vist i et vertikalt Snit paa Fig. 4. Ildstedet er forsynet med en bevægelig Bundrist af særlig Konstruktion, som jeg havde ladet bygge i et andet Øjemed, og en fast Skraarist, samt et lille Magasin foroven, hvori Brændselet fyldes. Forbrændingen kan reguleres ved Hjælp af en aftagelig Dør, hvorved Aabningen paa Forsiden kan indsnævers i større eller mindre Grad. Ildstedet er overdækket med en rummelig Traadnetshætte, der dels tjener som Gnistfanger og dels til at fremme Blandingen af Røgen og Ventilationsluften. Brændselaget holdes saa tyndt, at en fuldstændig Forbrænding uden Kulilteledannelse opnaas, og Blandingen med Ventilationsluften sker saa hurtig, at Kulsyremængden c. 10 Fod over Ildstedet kun var 4 p. m. ved Middelfyring, medens Kulsyremængden i Lokalerne i Stueetagen samtidig var 1,8 à 2,0 p. m. Røgen var saa ren, at den uden Gene kunde indaandes, selv naar man opholdt sig i Stueetagen umiddelbart over den i Kælderen anbragte Ovn altsaa en halv Snes Fod over denne. En anden Sag er det, at det selvfølgelig ikke var behageligt at opholde sig i længere Tid i Bygningen, medens Udtørringen stod paa; men Arbejderne færdedes dog uafbrudt uden at beklage sig over andet end Varmen, undtagen naar Arbejdet skulde foregaa umiddelbart under Loftet.

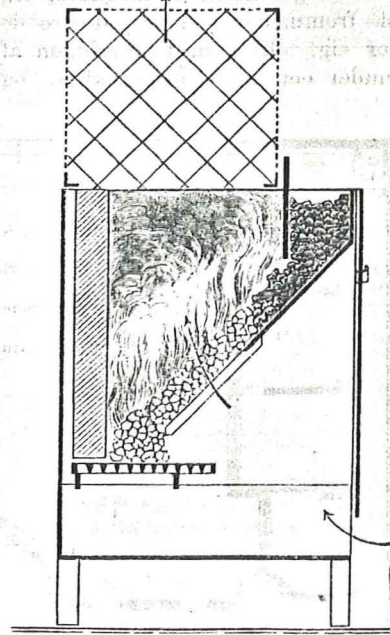


Fig. 4.

Saa vidt Forholdene tillode det, blev den ovennævnte Plan fulgt ved Udtørringen. Først udtørredes forsøgsvis en Del af Sidebygningen, hvorover Tagdækningen tidligst blev færdig, ved Hjælp af et enkelt Ildsted, og da dette Forsøg syntes at give et gunstigt Resultat, udtørredes den øvrige Del af Bygningen under eet ved Hjælp af 6 Ildsteder, der vare fordelte som vist paa Fig. 3. Forskellige Forhold krævede dog, at der foretoges et Par Ændringer i Udtørningsplanen, nemlig:

- 1) Det blev anset for heldigt ogsaa at foretage en Udtørring af Tagetagen. Da det uheldige Vejrlig

imidlertid bevirkede, at Fuldendelsen af Tagdækningen forsinkedes, og da Paabegyndelsen af Udtørringen ikke kunde udsættes længere, blev det nødvendigt i Begyndelsen af Tørringstiden væsentlig kun at udtørre de nedre Etager, og først efter 14 Dages Forløb kunde Varmen sendes direkte op til Loftsetagen. Da denne var bleven tørret, aflukkedes den, idet Lerlaget anbragtes, og dernæst fulgtes den oprindelige Plan. Det lykkedes dog ikke paa Grund af den fremrykkede Tid at faa Indskudsleret lagt i rette Tid i alle Etager, men dette fik kun Betydning for saa vidt, som Indskudsleret i disse Etager ikke blev fuldt udtørret, idet de nedre Etager selv jo havde modtaget deres væsentligste Udtørring i Begyndelsen af Fyrings-tiden.

- 2) Fyringstiden maatte af flere Grunde indskrænkes til 40 Døgn, medens der oprindeligt blev paaregnet 60 Døgn.
- 3) Fyringen i Ildstederne maatte forceres mere end paaregnet, og det saavel paa Grund af den kortere Tørringstid, som fordi Tagetagen ogsaa skulde udtørres.
- 4) 3 af Ildstederne flyttedes i den sidste Del af Tørringstiden op i Stueetagen for at prøve, om dette var at foretrække for Anbringelsen i Kælderen.

For at kunne følge Udtørringens Fremadskriden blev der med 8 Dages Mellemrum taget en Række Prøver af de vigtigste Bygningsmaterialier og disses Vandindhold bestemt, og da Middeltallen af disse Prøver give den bedste Oversigt over Udtørringens Gang, har jeg fremstillet dem grafisk. Forinden jeg gaar nærmere ind herpaa, vil jeg dog først angive den Fremgangsmaade, der blev anvendt for de forskellige Materialier, da den Vægt, som kan tillægges Prøverne, jo er afhængig heraf.

1. *Mursten i Ydermur.* Paa 2 Steder i hver af de 4 Etager blev der udhugget en halv Sten, som blev kløvet i 2 Dele saaledes, at man fik en Prøve af saavel den yderste som den næstyderste Kvartsten paa Murens Inderside. Der fremkom saaledes 8 Prøver af 1ste Kvartsten og 8 Prøver af 2den Kvartsten, og af hver af disse vare altsaa 2 og 2 tagne i samme Vertikal-linie. 8 Dage senere toges 8 ny Prøver paa de samme Steder, men dog i saa stor Afstand, at de Sten, der bleve indsatte i Stedet for de udtagne Prøver, ingen Indflydelse kunde have haft paa de ny Prøver. Prøvestederne valgtes midt imellem et Par Ildsteder og i Nærheden af Gulvet (sædvanlig Vinduesnicher) og deres Beliggenhed maa følgelig antages at have været noget mindre gunstig for Udtørringen end gennemsnitlig Tilfældet har været for Bygningens Ydermure. Prøvestederne ere mærkede I.—II. paa Fig. 3.

2. *Mursten i Indermur.* Paa 2 Steder i hver af de 4 Etager (mrk. III.—IV. paa Figuren) blev der ligeledes udhugget en halv Sten under Iagttagelse af de samme Hensyn som for Ydermuren. Prøverne toges dog 2 à 4' over Gulvet og kløvedes, saa at man ogsaa her fik 8 Prøver af 1ste og 8 Prøver af 2den Kvartsten.

3. *Mørtel i Ydermur.* Fra de Aabninger, hvoraf Prøvestenene bleve tagne, toges dels en Prøve af hær-det Mørtel, og dels en Prøve af uhærdet Mørtel, saa at man altsaa fik 8 Prøver af hver Slags. Ved hær-det Mørtel foretaas den, som kun kunde fjernes fra en Sten ved at banke den af med en Hammer, medens den uhærdede Mørtel kunde skræbes af Stenen med Hammerpenen.

4. *Mørtel i Indermur.* Heraf toges 8 Prøver af hær-det og 8 Prøver af uhærdet Mørtel paa analog Maade som ved Ydermuren.

5. *Fremadskriden af Mørtelens Hærdning.* Denne bestemtes ved for hver af de 8 Forsøgssteder i Ydermur og de 8 Forsøgssteder i Indermur at maale, hvor langt Hærdningen strakte sig ind i Muren, idet den uhærdede Mørtel omhyggeligt skræbedes af med Hammerpenen, inden Maalingen foretoges. Den Mørtel, der her betegnes som „hærdet“, har dog næppe været fuldstændig hær-det, men Hærdningsprocessen maa dog have været temmelig langt fremskreden, da den havde naat en saa fast Konsistens, at den maatte knuses for at fjernes fra Murstenen. Ligeledes er det sandsynligt, at nogen Hærdning har været til Stede i den indre usammenhængende Mørtel, som ovenfor er betegnet som „uhærdet“, men Hærdningsprocessen har her ikke været saa vidt fremskreden, at Mørtelen har kunnet danne en sammenhængende Masse.

6. *Indskudsbrædder.* Paa 2 Steder, som paa Figuren ere mærkede V.—VI. i hver af de 3 øvre Etageadskillelser, valgtes et Indskudsbræt, hvoraf en Ende afsavedes, hvorpaa Brættet atter anbragtes, og Aabningen, der var fremkommen, dækkedes af et andet Bræt. Der fremkom saaledes 6 Prøver, hvoraf 2 og 2 vare tagne i samme Plan og 3 og 3 lodret over hinanden. Ved næste Forsøgsrække savedes en ny Ende af de samme Brædder o. s. fr.

7. *Bjælker.* Bjælken anbores med et Navbor dels i Midten, saa at man fik en Prøve af Kærnen, og dels 1" fra Kanten. Der fremkommer saaledes 2 Forsøgsrækker for en Bjælke, men af Hensyn til den Skade, der foraarsagedes derved, blev der kun taget Prøver af en enkelt Bjælke, nemlig i Korridoren paa 3dje Sal, mrk. VI. paa Fig. 3.

8. *Indskudsler.* Af dette toges kun et Par enkelte Prøver.

Fremgangsmaaden ved Bestemmelsen af Vandindholdet i alle de udtagne Prøver var ens, idet de vejedes i fugtig Tilstand og dernæst tørredes i et Tørreskab ved c. 60° C, indtil de ikke viste yderligere Vægtforringelse. Træværket tørreder dog kun ved 28° C. Den opnaaede Vægtforringelse repræsenterer altsaa Vandindholdet, og dette beregnedes i Procent af Tørvægten. For Mørtelens Vedkommende er denne Fremgangsmaade muligvis ikke ganske nøjagtig, da Mørtelen under Tørringen kan have optaget Kulsyre fra Luften. Dette vilde medføre en Forøgelse af dens Vægt, idet den optagne Kulsyre vejer mere end det Hydratvand, der erstattes. Det Vandindhold, som Vejningerne have givet for Mørtel, er saaledes muligvis

for lille, saa at man altsaa i ethvert Tilfælde kan gaa ud fra, at den Tørring, som Vejningerne have givet, maa have fundet Sted, men at den muligvis har været noget større,

Som det vil ses, blev Fugtighedsbestemmelserne nærmest foretagne i det Omfang, som det praktiske Formaal — nemlig at kunne følge Udtørringens Gang — krævede, og de fundne Værdier kunne derfor tjene til indbyrdes Sammenligning og til Sammenligning med Forsøg udførte paa analog Maade. Derimod kunne disse Værdier kun til en vis Grad sammenlignes med de af d'Hrr. Lehmann og Nussbaum fundne Resultater, som bleve bestemte ved en eksakt videnskabelig Fremgangsmaade. Jeg havde ønsket ved denne Lejlighed ogsaa at faa nogle eksakt bestemte Forsøgsrækker frem for saavel frit Vand som Hydratvand, men Arbejdet herved blev for omfattende. De c. 80 Forsøgsrækker,

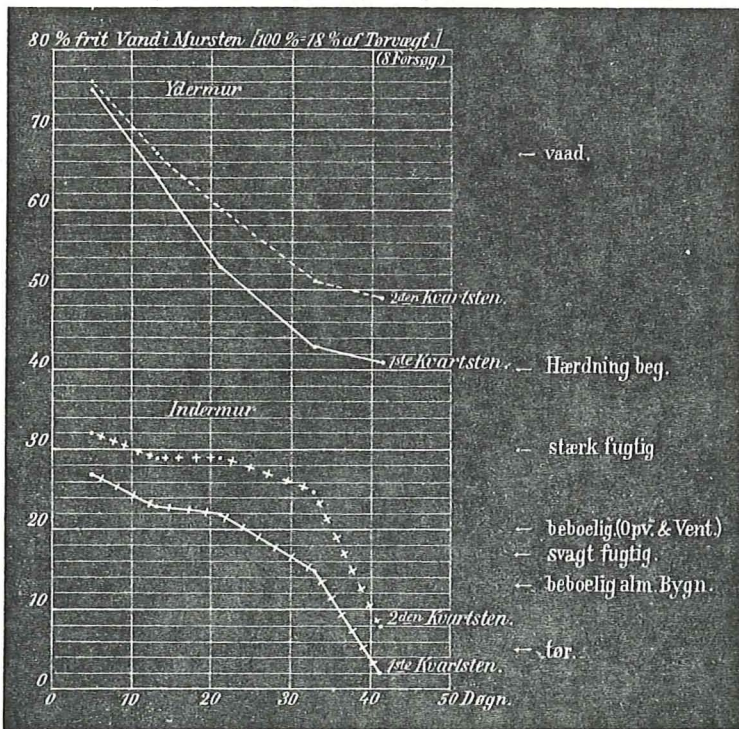


Fig. 5.

som bleve foretagne, krævede allerede 1500 Vægtbestemmelser, og det var kun ved Hr. Ingeniør T. A. Coldings værdifulde Bistand, at det lykkedes mig at gennemføre Forsøgene i det planlagte Omfang.

Jeg vil dernæst gaa over til Resultatet af Forsøgene, og her er det særlig Middeltallene for de enkelte Forsøg for samme Materiale med samme Beliggenhed i Bygningen, som har Interesse. Disse Middeltal ere dels fremstillede grafisk paa Fig. 5—8 og dels behandlede beregningsvis.

a) Grafisk Fremstilling af Forsøgsresultaterne.

Denne viser nærmest Tørringens Fremadskriden i Løbet af Tørringstiden. Kurverne for Træ angive Fugtighedsindholdet i Forhold til Tørvægten ved 28° C. For Mur og Mørtels Vedkommende angive Kurverne derimod Vandindholdet i % af det maksimale Vandindhold, som Materialet normalt kan indeholde, naar alle Porer ere fyldte med Vand. Dette giver nemlig et anskueligere Billede af Materialets Fugtighedsgrad, end naar Fugtigheden fremstilles i Forhold til Tørvægten. Som maksimalt Vandindhold er jeg i i Henhold til de anførte tyske Undersøgelser gaaet ud fra:

18 % af Tørvægten for Mursten : 270 kg. Vand pr. kbm.
 15 % - do. — Mørtel : 225 - do. - do.
 Mættet Murværk vil herefter inde-

holde 255 - do. - do.
 naar dette regnes at indeholde 1/3 Mørtel og 2/3 Sten, og er her for Sikkerheds Skyld kun regnet en fælles Tørvægt for Sten og Mørtel paa 1500 kg. pr. kbm. Paa Fig. 5 og 6 er endelig tilføjet den Pag. 178 angivne tyske Fugtighedsskala til Sammenligning med de her fundne Resultater.

Murværkets Udtørring.

Af Kurverne for Sten og Mørtel i Figurerne 5 og 6 ses,

1) at Tørringen er skreden jævnt fremad med Tørringstiden;

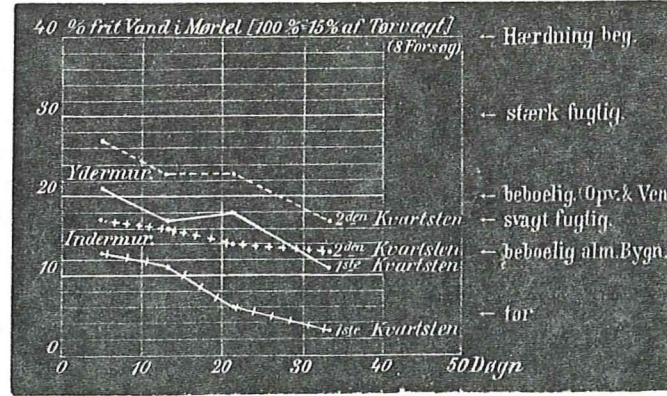


Fig. 6.

2) at den 1ste Kvarsten vel er noget tørrere end den 2de Kvarsten, men at Tørringen ogsaa i væsentlig Grad er trængt ind til denne;

3) at Ydermuren var væsentlig fugtigere end Indermuren, ja den var i det hele taget saa fugtig, at den i Henhold til de tyske Undersøgelser ligefrem maatte kaldes vaad, medens Indermuren kun var stærk fugtig;

4) at Mørtelen var mere tør end Murværket, og dens Tørring var ved Fyringens Begyndelse overalt saa vidt fremskreden, at dens Hærdning kunde indtræde. Disse Resultater svare, saa vidt jeg har kunnet forstaa, meget godt til de Erfaringer, der ere gjorte siden

Bygningens Fuldendelse, nemlig at Indermurens Tørring har vist sig god, medens Ydermuren kunde ønskes noget stærkere udtørret. Hvorledes Ydermurens Fugtighedsforhold har udlignet sig efter Udtørringen, og hvad Indflydelse Pudslagenes Anbringelse og Regn har haft paa dens Fugtighedsgrad, havde jeg desværre ikke Lejlighed til at kontrollere.

Murværkets Hærdning.

Af Hærdningskurven i Fig. 7 ses:

- 1) at Hærdningen er voksende med Tørringstiden;
- 2) at Hærdningen er videre fremskreden i Indermuren end i Ydermuren;
- 3) at Hærdningen i Løbet af 28 Døgn Tørringstid gennemsnitlig er trængt 1" længere ind i Muren, end den var ved Tørringens Begyndelse.

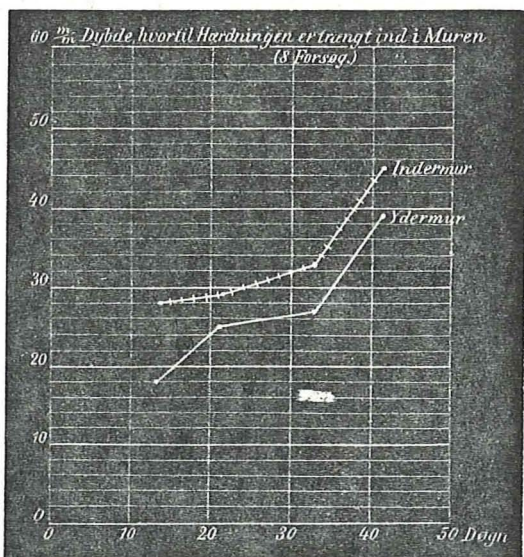


Fig. 7.

Skønt det ikke er nogen eksakt Maade, hvorpaa Hærdningen er bestemt, peger Forsøgsresultatet dog utvivlsomt hen paa, at det ikke har været af uvæsentlig Betydning for Bygningen, at Kulsyreholdigheden af Luften i denne under Tørringen har været 3 à 4 Gange saa høj som normalt, grundet paa, at den ved Forbrændingen udviklede Kulsyre har faaet Lov til at brede sig over Bygningen. I et enkelt Tilfælde, hvor en af gule Sten opført 6" tyk Indermur blev gennembrudt, viste det sig, at Mørtelen var hærdet i hele Fugens Dybde, og Hærdningen maa altsaa her være trængt ind til 3 Tommers Dybde fra hver Side.

Træværkets Udtørring.

Kurverne i Fig. 8 vise:

- 1) at Tørringen er skreden jævnt fremad med Tørringstiden, saavel for Indskudsbrætter som for Bjælkernes ydre Lag, medens

- 2) at Tørringen først efter nogen Tids Forløb er trængt ind i Bjælkernes Indre. Saa vidt jeg har forstaaet, svare disse Forsøgsresultater ogsaa meget godt til de senere Erfaringer,

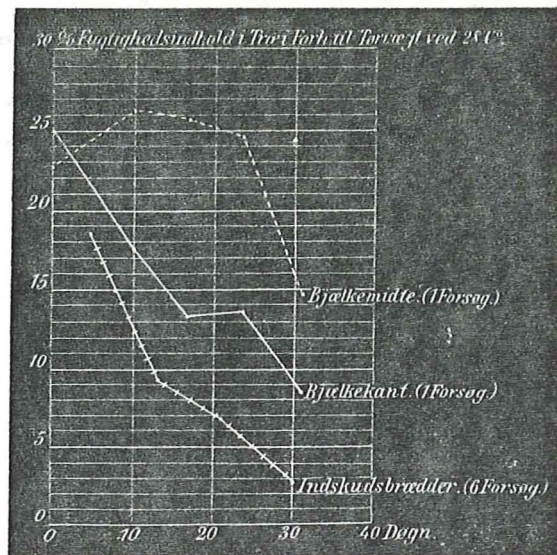


Fig. 8.

idet Træværket i det hele taget er blevet tilstrækkelig udtørret, medens det derimod havde været ønskeligt, at Indskudsleret var bleven udtørret tillige med Træværket.

b) Beregninger udledte af Forsøgsresultaterne.

Udtørringen af Ydermur.

1ste Kvartsten er tørret: $13.5 - 7.4 = 6.1\%$ af Tørvægt.
 2den do. : $13.7 - 8.8 = 4.9\%$ do.
 Yderste Halvst. tørret: $= 5.5\%$ af Tørvægt.
 hærdet Mørtel er tørret: $3.2 - 1.4 = 1.8\%$ af Tørvægt.
 uhærdet do. : $4.0 - 2.4 = 1.6\%$ do.
 Mørtel i Gennemsnit tørret: 1.7% af Tørvægt.

Regnes Murværket at indeholde $\frac{2}{3}$ Sten og $\frac{1}{3}$ Mørtel, og sættes Tørvægten saavel for Sten som for Mørtel til 1500 kg. pr. kbm., er Murværket altsaa udtørret med:

$\frac{2}{3} \cdot 5.5 + \frac{1}{3} \cdot 1.7 = 4.23\%$ af Tørvægten, eller der er udtørret: $4.23 \cdot 1500 = 63.5$ kg. Vand pr. kbm. Murværk, som indeholdes i Ydermurens 1ste Halvsten paa indvendig Side, eller næsten 2 Potter Vand pr. kubf. Murværk.

Udtørringen er imidlertid utvivlsomt trængt mere end een Halvsten ind i Ydermuren, men her over er ingen direkte Maaling foretagen. Hvis Tørringen aftog lige saa meget for hver Kvartsten, man kommer ind i Muren, som fra 1ste til 2den Kvartsten, hvor Formindskelsen i Udtørring for Stenenes Vedkommende, som

har den overvejende Betydning, har været $6.1 - 4.9 = 1.2$ ‰, vilde Tørringen have været

Kvartsten	1	2	3	4	5	6
Tørrings ‰	6.1	4.9	3.7	2.5	1.3	0.1

Af ovenstaaende ses, at

1ste Halvst. tørret: $\frac{1}{2} (6.1 + 4.9) = 5.5$ ‰ af Tørvægt.
 2den do. do. $\frac{1}{2} (3.7 + 2.5) = 3.1$ ‰ do.
 3dje do. do. $\frac{1}{2} (1.3 + 0.1) = 0.7$ ‰ do.

2den Halvsten er altsaa tørret $\frac{3.1}{5.5} = 0.56$ af 1ste Halvst.

3dje Halvsten er altsaa tørret $\frac{0.7}{5.5} = 0.13$ af 1ste Halvst.

2den og 3dje Halvsten altsaa tilsammen: 0.69 af 1ste Hst.

Tørringen af de dybere Lag i Ydermuren vil imidlertid rimeligvis aftage noget stærkere ind efter end her forudsat, og jeg vil derfor gaa ud fra, at Tørringen af disse kun har været halvt saa stort som den, der er maalt for 1ste Halvsten paa Bygningens indvendige Side, saa at altsaa den Værdi (c: 63.5 kg. pr. kbm.) multipliceret med 1.5 vil give Ydermurens totale Udtørring pr. kbm.

Den indre Halvsten i Bygningens Ydermur optager et Volumen paa c. 300 kbm., og følgelig har altsaa Udtørringen berøvet hele Ydermuren en total Vandmængde paa:

$$300 \cdot 1.5 \cdot 63.5 = 28500 \text{ kg.}$$

2) Udtørringen af Indermuren.

1ste Kvartsten er tørret: $4.9 - 0.4 = 4.5$ ‰ af Tørvægt.
 2den do. do. $5.8 - 1.5 = 4.3$ ‰ do.

Yderste Halvsten tørret: $= 4.4$ ‰ af Tørvægt.

Hærdet Mørtel er tørret: $1.9 - 0.3 = 1.6$ ‰ af Tørvægt.
 uhærdet do. do. $2.6 - 1.7 = 0.9$ ‰ do.

Mørtelen i Gennemsnit tørret: 1.25 ‰ af Tørvægt.

Murværkets Tørring bliver følgelig

$\frac{2}{3} \cdot 4.4 + \frac{1}{3} \cdot 1.25 = 3.35$ ‰ af Tørvægt,
 eller

$$3.35 \cdot 1500 = 50.2 \text{ kg. pr. kbm. Murværk,}$$

som indeholdes i Indermurens 1ste Halvsten, eller 1.6 Pot Vand pr. kubf. Murværk. Da Indermuren tørres paa begge Sider, kommer denne Udtørringsmængde til at gælde for den overvejende Del af Indermuren eller for 550 kbm. Regnes de resterende 60 kbm. Indermur kun at være tørret halvt saa meget, bliver den Vandmængde, der i alt er udtørret af Indermuren

$$50.2 (550 + \frac{1}{2} \cdot 60) = 29000 \text{ kg.}$$

3) Murede Kapper.

Der blev ingen Maalinger foretagne over Fugtighedsforholdene i de murede Kapper i de 2 nedre Etage-

adskillelser, men da de lagdes kort før og i Begyndelsen af Tørringstiden, maa de mindst være tørrede lige saa stærkt som Indermuren. Regnes hermed, ville de 100 kbm. murede Kapper have afgivet en Vandmængde paa:

$$50 \cdot 100 = 5000 \text{ kg.}$$

4) Indskudsbrædder.

65 kbm. Træværk à 500 kg. tørredes c. 25 ‰ af Tørvægten, saa at der her udtørredes en Vandmængde paa:

$$65 \cdot 500 \cdot 0.25 = 8000 \text{ kg.}$$

5) Træbjælker.

160 kbm. Træværk à 500 kg. tørredes c. 15 ‰ af Tørvægten, saa at der fjernedes en Vandmængde paa:

$$160 \cdot 500 \cdot 0.15 = 12000 \text{ kg.}$$

6) Indskudsler i øverste Etage.

25 kbm. à 1500 kg. udtørredes med c. 8 ‰, saa at der fjernedes en Vandmængde paa:

$$25 \cdot 1500 \cdot 0.08 = 3000 \text{ kg.}$$

7) Indskudsler i 1ste og 2den Etage.

50 kbm. à 1500 kg. udtørredes med c. 8 ‰, saa at der fjernedes en Vandmængde paa:

$$50 \cdot 1500 \cdot 0.08 = 2000 \text{ kg.}$$

Indskudsleret indeholdt endnu gennemsnitlig c. 14 ‰ Vand, eller en samlet Vandmængde paa:

$$50 \cdot 1500 \cdot 0.14 = 10500 \text{ kg.,}$$

som først er tørret i Sommerens Løb.

Ved Udtørringen blev der altsaa fjernet følgende Vandmængder:

Fra Ydermuren	28 500 kg.
— Indermuren	29 000 —
— hvælvede Kapper	5 000 —
— Indskudsbrædder	8 000 —
— Træbjælker	12 000 —
— Indskudsler i Loftsetage	3 000 —
— do. i 2den og 3dje Etage	2 000 —
Tilsammen	87 500 kg.

Denne ved Maaling bestemte udtørrede Vandmængde maa imidlertid forøges med 13 ‰, grundet paa, at Udtørringen af den Del af Bygningen, hvori Prøverne toges, var paabegyndt nogle Dage førend den første Prøverække blev taget, og Udtørringen i disse Dage maa mindst have været lige saa stor som i den følgende Tid, bestemt i Forhold til de i de to Tidsrum anvendte Brændselsmængder. Den totale ved Maalingerne bestemte udtørrede Vandmængde bliver følgelig:

$$1.13 \cdot 87500 = 99000 \text{ kg. eller } 750 \text{ Tdr. Vand.}$$

Klimatiske Forhold under Udtørringen.

Udtørringen, der paabegyndtes med alle 6 Ildsteder den 21de Januar 1894 og som vedligeholdtes uafbrudt Dag og Nat indtil den 2den Marts, foregik under almindeligt Vintervejr med afvekslende Vind og Stille, Regn og Tørrevejr, men med et meget ringe Snefald. Vindretningen var i Begyndelsen overvejende fra Bygningens Gaardside, men senere skiftede den jævnlig mellem Gaard- og Gadeside. Den ydre Lufttemperatur varierede mellem $+ 6$ og $- 4^{\circ}$ og var i Gennemsnit $+ 1.8^{\circ}$ C.

Temperaturen i Bygningen aflæstes fra 1ste Februar Morgen og Aften paa 16 Termometre, som vare fordelte over 4 Etager, og ophængte 1.6^m over Gulvet paa de paa Fig. 3 med t_1-t_4 mærkede 4 Steder. Temperaturstigningen i Bygningen over den udvendige Temperatur er dernæst bestemt, og Middelværdien for hver af de 16 Observationsrækker beregnet som anført i hosstaaende Skema:

Observationssted.	t_1	t_2	t_3	t_4	Middeltal.
Loftsetage	9.1	11.5	9.4	11.4	10.4
3dje Sal	13.2	14.7	12.2	12.5	13.1
2den Sal	10.4	11.9	10.9	13.9	11.3
Stueetage	10.8	11.0	7.6	6.8	9.1
Middeltemperaturstigning for Bygningen:					11.1

Det fremgaar af Tallene i dette Skema:

- 1) at Temperaturvariationen i samme Etage som Regel ikke har oversteget 2 à 3° ,
- 2) at Temperaturen gennemgaaende har været højest paa 3dje Sal og derfra aftagende saavel op- som nedefter,
- 3) at Middeltemperaturstigningen for hele den opvarmede Del af Bygningen har været 11.1° C.

Fugtighedsgraden af Luften i Bygningen maales i Februar daglig ved 3 Psykrometre, ophængte 1.6^m over Gulvet, men hvis Ophængningssted skiftedes, efterhaanden som Udtørringen skred frem. Observationerne gave følgende Middelværdier:

	Observationer i Tidsperioden.	udtørret Vand kg. pr. 1000 kbm.	Tørreevne $\frac{m.}{m.}$ Dampsp.
Loftsetage	$\frac{1}{2}-\frac{6}{2}$	2.80 3.49 3.09	2.39 2.41 2.93
	Middel:	3.13	2.58
Loftsetage	$\frac{6}{2}-\frac{22}{2}$	2.62	3.60
3dje Sal	$\frac{6}{2}-\frac{26}{2}$	1.95	6.10
2den Sal	$\frac{6}{2}-\frac{1}{3}$	1.49	6.20
Stueetage	$\frac{23}{2}-\frac{1}{3}$	1.09	3.39
do.	$\frac{27}{2}-\frac{1}{3}$	0.83	5.00
	Middel:	0.96	4.20

Den omtrentlige Middelværdi for den bortventilerede Vandmængde for hele Bygningen vilde herefter kunne bestemmes af følgende Værdier for de forskellige Etager:

Loftsetage	2.62	kg. Vand pr. 1000 kbm. i Lufts-kifte,
3dje Sal	1.95	—
2den Sal	1.49	—
1ste Sal c.	1.22	—
Stue	0.96	—

Middel.: 1.65 kg. pr. 1000 kbm.

Ved at gaa ud fra dette Middeltal vil følgende Beregning over den totale udtørrede Vangmængde kunne anstilles:

I det Tidsrum, Psykrometermaalingerne bleve foretagne, var det gennemsnitlige Brændselsforbrug 57 kg. Kokes pr. Time, som repræsenterer c. 400 000 Timekalorier. Af denne Varmemængde kan der som Transmissionstab gennem Bygningens ydre Begrænsninger regnes 150 000 Timekal., hvilket er hen imod 3 Gange saa meget, som Transmissionstabet for den færdige Bygning i udtørret Tilstand under kontinuerlig Opvarmning. Der bliver følgelig 250 000 Timekalorier tilbage, som dels ere medgaaede til Fordampning af det udtørrede Vand og dels til Opvarmning af Lufts-kiftet.

Da den gennemsnitlige Temperaturstigning i Bygningen har været 11.1° C og Udtørringen 1.65 kg. pr. 1000 kbm., bliver det til de 250 000 Timekal. svarende Lufts-kifte = 57 600 kbm. pr. Time eller 1010 kbm. pr. kg. Kokes.

Til dette Lufts-kifte vil svare en Kulsyreholdighed paa 1.66 p. m., som synes at stemme med de ovenfor angivne direkte Maalinger over Kulsyreholdigheden af Luften i Stueetagen.

Udtørringen har herefter været:

c. 1.67 kg. Vand pr. kg. Kokes,

og da der i alt er forbrugt 67 500 kg. Kokes, bliver den totale Vandmængde, hvormed Bygningens Fugtighedsindhold er bleven formindsket under Udtørringen:

c. 112 500 kg. Vand.

Denne Udtørring er vel 18 % større end den ovenfor angivne, ved direkte Maaling bestemte Udtørring, men den er dog sandsynligvis Sandheden nærmere, da de direkte Maalinger, navnlig for Ydermurens Vedkommende ere tagne paa Steder, hvor Udtørringen maa have været væsentlig mindre, end Forholdet har været i Gennemsnit.

Den her anstillede Beregning giver imidlertid af forskellige Grunde ikke i og for sig en saa paalidelig Værdi for den udtørrede Vandmængde som den tidligere angivne Beregning, men da den stemmer med denne, giver den et sandsynligt Billede af, hvorledes Forholdene i forskellig Retning have været under Udtørringen, hvilket ogsaa har sin Interesse.

Fugtighedsmængden i Bygningen ved Udtørringens Ophør.

Indermuren, de murede Kapper i de 2 Etageadskillelser, Indskudsbrædderne og Lerlaget i øverste Etageadskillelse maa anses for meget nær gennemtørrede.

Bjælkelagene indeholdt endnu 10 % Fugtighed eller c. 8000 kg. Vand for hele Bygningen.

Indskudsleret i de 2 Etageadskillelser indeholdt endnu, som ovenfor anført, 10 500 kg. Vand.

Ydermurens Fugtighed var ved Tørringens Begyndelse større i de øvre Etager end i de nedre. Forholdet vil omtrent have været følgende, idet noget Hensyn er taget til, at Prøverne bleve tagne paa forholdsvis fugtige Steder i Ydermuren:

Etage.	Murværkets Fugtighedsindh. i Vægt%	kg. Vand pr. kbm.	kbm. Murværk.	kg. Vand-indhold.
Loft & 3dje Sal	11.3	170	260	44 000
2den Sal	9.3	140	210	29 000
1ste Sal	7.3	117	260	30 000
Stue	6.3	95	270	26 000
Tilsammen:				129 000

Da Murværk uden Gene kan indeholde 1 % Fugtighed, hvad der udgør 15 000 kg. for denne Bygning, har der altsaa været 114 000 kg. Vand i Ydermuren at udtørre, og af disse er 28 500 eller c. 26 % sikkert fjernet ved kunstig Udtørring, og ved dennes Ophør har Ydermuren muligvis endnu indeholdt c. 85 000 kg. Vand, som skulde fjernes ved Sommertørringen, men da Udtørringen vist nok har været en Del større end her paaregnet, har den resterende Fugtighed i Ydermuren rimeligvis kun været c. 70 000 kg.

Til disse Vandmængder kommer endnu det Vand, som har været indeholdt i det indre og ydre Pudslag, der anbragtes efter Tørringens Ophør. Det vil andrage c. 40 000 kg. Vand for Bygningens 4 Etager, idet disse indeholde c. 13 300 \square^m . Pudslag à 10 $\frac{m}{m}$. Tykkelse, eller 133 kbm. Pudsmørtel, som frisk tilberedt lavt regnet har indeholdt 300 kg. Vand pr. kbm.

Bygningen har altsaa ved Udtørringens Ophør indeholdt følgende Vandmængder:

I Bjælker	8 000 kg.
- Indskudsler	10 500 —
- Ydermur	70 000 —

Tilsammen c. 88 500 kg.

og dertil er der senere med Pudslaget tilført Bygningen mindst 40 000 kg. Vand, saa at der altsaa har været c. 128 000 kg. at fjerne fra Bygningen i Løbet af Sommeren.

Erfaringsresultater.

Den anvendte Fremgangsmaade synes i det hele taget at være heldig til Udtørring af en Bygning som

den foreliggende, navnlig naar Hovedtanken i den, saaledes som denne ovenfor er beskrevet, fuldtud kan følges.

Det at anbrings Ildstederne i Stueetagen viste sig ikke fordelagtigt. Tanken dermed var at drage Fordel af Ildstedernes Straalevarme, men denne viste sig at være umærkelig i 6 Meters Afstand fra Ildstedet, hvor et Par Forsøgsrækker bleve tagne fra de 2 Sider af en Indermur, hvis ene Side vendte mod Ildstedet.

Det viste sig uheldigt at udtørre den nedre Del af Bygningen først, idet Vinduesflagerne herved tørredes for tidligt og bleve saa utætte, at Vindtrykket fik for stor Indflydelse paa Ventilationen.

Det viste sig uheldigt, at Indskudsleret ikke tørredes fuldstændigt samtidig med Træværket.

Af mere specielle Erfaringer kan anføres:

- 1) Stenene i Ydermuren vare væsentlig fugtigere end Stenene i Indermuren, og væsentlig fugtigere end den Mørtel, som omgiver dem.
- 2) Det ydre Lag i en Kvartstens Dybde saavel af Puds som af Mørtel paa indvendig Side af Muren indeholdt mindre Fugtighed end det næste Lag.
- 3) Mørtelen viser sig mere tør, jo mindre Fugtighed der indeholdes i Stenen, den er i Berøring med.
- 4) Mørtelens Tørringsevne synes at være større end Murstenens, saa længe Fugtighedsprocenten overstiger c. 1 Vægtprocent.
- 5) Murstenens Tørringsevne synes at være en Del forskellig for Sten af forskellig Struktur, og navnlig synes Overfladens Tæthed at have Betydning. Der forekommer nemlig i alle Forsøgsrækker enkelte Sten, hvis Fugtighedsindhold var betydelig større end man ifølge de tidligere Prøver fra samme Sted kunde vente. Dette kan vel i nogle Tilfælde hidrøre fra et oprindelig større Fugtighedsindhold, men i adskillige Tilfælde maa dette Forhold vist skyldes Stenens forskelligartede Bygning. Ved at ordne c. 40 af de udtagne Prøvesten efter den Tørhedsgrad, de havde ved Udtagningen, viste det sig nemlig, at de tørrede Sten gennemgaaende vare ensfarvede gule med porøs Overflade, medens de fugtigste gennemgaaende vare uensfarvede eller rødlig med mere tæt Overflade. For nærmere at undersøge dette Forhold bleve 3 Prøver af hver Slags Sten mættede med Vand og tørredes dernæst under samme Forhold nemlig ved 17° C og en Tørringsevne paa 4 $\frac{m}{m}$. Dampspænding. Tørringsprocessen forløb imidlertid meget nær ens for begge Klasser Sten, uden at deres ulige store Tørringsflader havde nogen Indflydelse paa Resultatet, idet de alle i Løbet af 7 Døgn tørredes med c. 3 Vægtprocent pr. Døgn i Gennemsnit. Da alle de 6 Sten vare kløvede, var en Del af deres Overflade uregelmæssig Brudflade. Den ovennævnte Forskel i Tørringsevne skyldes derfor næppe Stenens indre Bygning, men afhænger sandsynligvis af Overfladens Tæthed.

Bekostningen ved Udtørringen.

Til Udtørringen medgik 900 Tdr. Kokes eller c. 75 % af et Gennemsnitsaars Brændselsforbrug til kontinuerlig Opvarmning af hele Bygningen. Hertil kommer endnu Udgiften til Leje og Pasning af Ildstederne, Tætning af Vinduer og Døre med Flager, samt en midlertidig Fjernelse af Indskudsbrædder paa forskellige Steder m. m., saa at Bekostningen i alt har andraget c. 50 Øre pr. kbm. udtørret Rum.

Idet jeg hermed vil slutte min Redegørelse, skal jeg endnu kun tillade mig at gøre opmærksom paa, at da Hovedformalet, som søgtes opnaaet ved de foretagne Maalinger, var at kontrollere Udtørringens Fremgang, kunde disse Maalinger ikke give et saa fyldigt Billede af Udtørringen i teoretisk Henseende, som der kunde være opnaaet, hvis det teoretiske Udbytte havde været Maalet.

Efter Foredraget udtalte Stadsarkitekt, Prof. **Fenger**: Jeg tror, at de byggende altid ville sætte Pris paa at faa en Redegørelse for foretagne Tørringsforsøg, og at Forsamlingen vil være taknemmelig for de Meddelelser, vi have faaet i Aften. Det er ikke meget, der findes om Tørringsforsøg i dansk Literatur; mig er i alt Fald kun bekendt et større Forsøg, som i sin Tid afdøde Docent Fjord foretog paa „Landøkonomisk Forsøgslaboratorium“. Opgaven var her noget forskellig, thi denne Bygning var kun paa 2—3 Etager med Kælder og med tyndere Mure, men Resultatet var da ogsaa saa heldigt, at skønt Huset først kom under Tag ved Nytaarstid, flyttede Fjord til April Flyttedag ind i en tør Lejlighed, uden Ulemper eller Spor af Fugtighed. Om jeg husker ret, har han blandt sine landøkonomiske Forsøg gjort Rede for denne Udtørring, se Forsøgslaboratoriets 5te Beretning (N. J. Fjords 21de Beretning om Forsøg) 1885. Af interessante Ting, der vare mig som ham paafaldende, skal jeg nævne, at han fandt det aldeles nødvendigt, at der i hvert Rum opstilledes en Varmekilde. Han havde gjort Forsøg uden en saadan i et mindre Rum, og det viste sig, at han drev Fugtigheden fra den øvrige Lejlighed der ind, hvor den fortættedes som Dug paa Grund af den lavere Temperatur. Maaske det kunde interessere en og anden at sammenligne disse Forsøg med dem, som den ærede Foredragsholder har gjort. Et Par Ting undrede det mig at høre, saaledes den Bemærkning, at det ikke skulde gøre nogen Forskel, om der var brugt Cement

eller Kalkmørtel. I disse Dage, da blandt andet Sand-Cementspørgsmaalet staar paa Dagsordenen, vil jeg dog nævne, at jeg i den ny Skole paa Blegdamsvejen har opført den underste Kældermur med Sand-Cementmørtel, og fundet, at efter en ganske bestemt Linie, til hvilken Sand-Cement var anvendt, var Muren forholdsvis tør, medens den derimod oven over var fugtigere, hvilket saas paa Pudsen. Dette synes at tyde paa, at den anvendte Mørtel spiller en Rolle, ogsaa m. H. t. Tørringen. Det er for øvrigt overordentlig vanskeligt i ny Bygninger at komme til at foretage helt nøjagtige, videnskabelige Forsøg, og navnlig forekommer det mig, at det altid maa spille en stor Rolle, om Bygningen er mere eller mindre udsat for Bevægelserne i Atmosfæren. Ved Kommunens Skolebygninger har det i hvert Fald haft stor Betydning, hvor udsatte for Blæst og Storm de laa. I Reglen opføres Skolerne saaledes, at man søger at faa dem under Tag inden Vinteren; de staa saa hele Vinteren over og pudses først om Foraaret. Det værste, man kan gøre, er at pudse dem straks; først maa den raa Mur være tør, Pudsen bliver altid tør. Ved Pudsen skabes en næsten uigennemtrængelig Hindring for Bortdunstning af Vandet gennem den Krystalhinde, som dannes ved Forbindelsen mellem den kaustiske Kalk og Luftens Kulsyre. Det viser sig, at naar Maleren har fugtige Steder, der gerne skulle være tørre, maa han, som det bedste Middel, der kan anvendes, gnide dem over med Høvlspaaner; derved brydes Sandskornene ud af Pudsefladen, Muren vinder igen sin Porøsitet, og en stærkere Fordampning finder Sted. Hvorledes man i øvrigt kan kontrollere Forholdet mellem Hærdningen og Tørringen, skal jeg lade staa hen. Hvis jeg er rigtig underrettet, foregaar Forbindelsen mellem Luftens Kulsyre og den kaustiske Kalk ved en bestemt Fugtighedsgrad, og det maa vist være meget vanskeligt videnskabeligt at afgøre, naar denne til enhver Tid kommer til Stede, eller hvorvidt ikke Hinden, der danner sig ved Hærdningen, hindrer, eller sinker dennes dybere Fremtrængen.

Formanden, Oberst **Hoskiær**, udtalte: Som Professor **Fenger** har bemærket, foreligger der meget faa Beretninger om foretagne Udtørringsforsøg, formentlig kun nogle enkelte tyske. Man maa derfor være Foredragsholderen taknemmelig for, at han har udført sine omfattende, omhyggelige Forsøg, der jo angaa en Sag, som vist ikke har ringe hygiejnisk Betydning, og jeg tør sikkert bringe ham Forsamlingens Tak for de instruktive Meddelelser desangaaende, han nu har givet os.

Mindre Meddelelser.

Dr. Arons Elektricitetsmaaler. Det er formentlig ikke uden Interesse, særlig i historisk Henseende, at fremhæve, at Professorerne Ayrton og Perry i London

i 1882 konstruerede en Elektricitetsmaaler af et almindeligt Vægur, til hvis Pendul en Traadrulle var befæstet, og at Opfindelsen i alle dens Detailler, ud-