



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R113:1984

Bygga beständigt

Nordiskt murverkssymposium
15–17 augusti 1984, Göteborg

K
Adn

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

su

BYGGDOI4

Sankt Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
tel: 08-617 74 50
fax: 08-617 74 60

Byggeforskningsrådet

R113:1984

BYGGA BESTÄNDIGT

Nordiskt murverksseminarium 1984

Föreningen Murat Byggande

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821161-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Tegelinindustrins
Centralkontor AB, Stockholm

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskarna sitt
anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit
ställning till åsikter, slutsatser och resultat

R113:1984

ISBN 91-540-4165-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Spångbergs Tryckerier AB, Stockholm 1984

INNEHÅLL	SID.
FÖRORD	1
ALLMÄNT	
Nytt i finsk murararkitektur. Prof. Reima Pietilä	2
Udviklingslinier i dansk muret byggeri. Arkitekt Johannes Exner	18
Byggekunst - håndverk eller materialopplevelse? Sub-modernismen eller den "falske" arkitekturen. Arkitekt Thomas Thiis-Evensen	28
Forskning och utveckling inom murat och putsat byggande i Sverige. Prof. Lars-Erik Nevander	32
Murede renoveringsprojekter (Boliger) i Danmark. Afdelningsleder Bjarne Lundt	38
Renovering med fasadsten och puts. Ing. Lars Ranäng	43
RENOVERING	
Hedebygade - et boligforbedringsprojekt med en stor detaljeringsgrad. Direktör, ing. Eigil Vestergaard	50
Putsade fasader - tilläggsisolera eller renovera. Ingenjör Lars-Erik Wargsjö	84
Mur- och pussmörtler for restaurering av gamle bygninger. Amanuensis Alf Waldum	92
Kvalificerad teknik för varsam och ekonomisk om- byggnad - presentation av den nya Murverkshand- boken. Civ.ing. Olle Humble m.fl.	99
Renoverade putsfasaders åldrande. Färgkonsulent Elvy Engelbrektson	132
Ombyggningen av Nationalteateret. Siv.ing. Per-Georg Sverdrup	137
Ekonomiska synpunkter på tilläggsisolering av fasader. Arkitekt Kerstin Kärnekull	157
Putsrenovering av historiska byggnader - Inven- tering av 220 kalkputsningar utförda 1960-80. Henrik Kjellberg, ing. Ingemar Holmström	163
Et større dansk muret renoveringsprojekt i Viborg. Murermeister Erik F. Qvist	170
Fasadrenovering med tegel - den svenska metoden. Ingenjör Sune Carlsson	176

NYBYGGNAD	Sid
Eksempler på byggetekniska fejl og mangler indenfor det murede byggeri. Lab.chef Carl Falk	181
Rationell murningsmetode. Ingenjör Ulf Gauffin	184
Behandling av bruk på arbetsplatsen. Tekn. lic. Risto Katajisto	191
Muröppningar - överbyggnadssystem. Civ.ing. Leif Bergquist	200
Konstruktionsdetaljer for det murede byggeri. Arkitekt Fleming Nielsen	207
Lättklinkerblock ovan mark. Ing. Bill Hermansson	211
Lyftanläggningar, ställningar och uppvärmningsanordningar vid murningsarbeten. Dipl. ing. Kalervo Orantie	218
Industrihaller i murverk. Civ.ing. Björn N. Sandaker	224
Ny teknik för putsade väggar. Civ.ing. Mats Åhman	233
Gardeleiren i Oslo - ett storprojekt i tegl. Siv.ing. Per-Georg Sverdrup	238

FORSKNING

Värmekapacitetens värde hos murverk. Professor Lars-Erik Larsson	255
Är murverk beständiga? Civ.ing. Gabor Kalmar	267
Frostbeständighet hos putsade skalmurar. Dipl.ing. Reijo Ylä-Mattila	277
Korrosionsfrågor i samband med murverk. Civ.ing. Sven-Olof Björk & tekn.dr. Arne Cajdert	282
Nya puts- och murbruk för reparation av gamla naturstens- och tegelbyggnader. Fil.mag. Thorborg Perander	292
Tegl- og kalksandstensmurværks volumenbestandighed. Akademiingeniør Erik Kjaer	298
Resultater af forsøg med forskellige mørteltyper i relation til murværkets styrke. Ingeniør Jens Østergaard	304
Brandrisiker - utvändigt tilläggsisolerade fasader. Civ.ing. Julia Ondrus	310
Putsade fasader - teori och praktik. Tekn.dr. Kenneth Sandin	316

Skalmurens vattentäthet. Professor Pentti Vähäkallio	325
Dimensionering av murverkskonstruktioner - synpunkter på revidering av finska normer Dipl.ing. Markku Laine & Pekka Sipari	
De nye danske murværksnormer. Civ.ing. Henry Høffding Knutsson	336
Mänsklig byggnadskonst i går, i dag, i morgon. En tegelbetraktelse från Göteborgs horisont. Professor Johannes Olivegren	345

ÄRADE LÄSARE OCH SYMPOSIEDELTAGARE,

Det är en ära för Föreningen Murat Byggande i Sverige att stå som värd för detta det femte Nordiska Murverks-symposium 1984. Vi vill hälsa Er alla välkomna till Sverige och Göteborg.

Samtidigt kan vi i denna skrift sammanfatta intressanta och värdefulla föredrag som hålles under Nordiska Murverkssymposiet, både för dem som deltagar i symposiet och för dem som ej har möjlighet därtill.

Det är föreningens förhoppning att det putsade och murade byggandet kommer mera i fokus i den nordiska byggdebatten, då vi vet att ett stort kunnande finns inom alla byggleden, och att detta symposium för det ytterligare framåt.

Temat "Bygga Beständigt" har i dagens byggdebatt blivit allt aktuellare igen, och i det avseendet har det putsade och murade byggandet unika egenskaper, vilket också dokumenterats genom årtusendena.

Vi tackar alla föredragshållarna och andra som hjälpt oss att kunna genomföra detta symposium.

Hjärtligt välkomna!

Föreningen Murat Byggande
Folke Johansson
Ordförande

ABOUT THE NEW FINNISH BRICK ARCHITECTURE

The Gothenberg Lecture

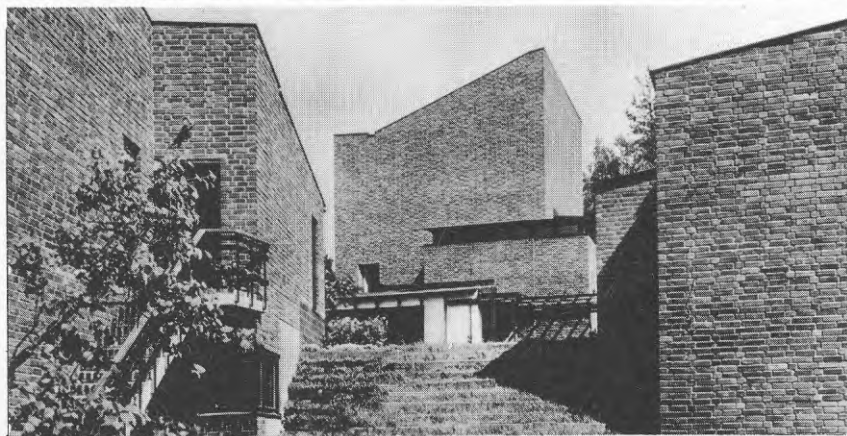
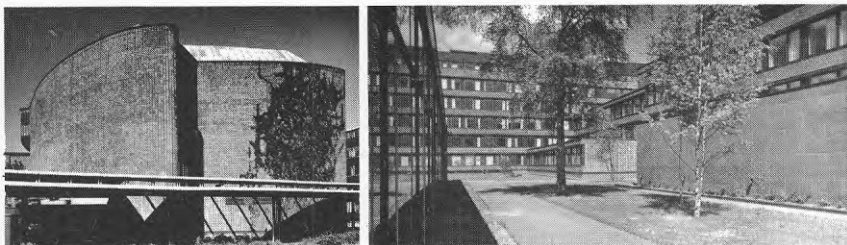
Reima Pietilä

ABSTRACT

Alvar Aalto reintroduced the red clay brick into Finnish Functionalism immediately after the second world war. He demonstrated that brick was no outdated material and suited excellently his regionalistic and humanistic school in Modernism.

In our "After Aalto" years during the late seventies and eighties we have seen a return to the use of brick in many Neoregionalistic and plasticistic designs in Finland.

Roger Connah, an english author and critic, has assembled Pietilä's interviews with five of his colleagues about their ideas in using red brick today. He finally interviews Pietilä himself briefly about his experiences.



Aalto : The House of Culture

Aalto : The Pensions Institute

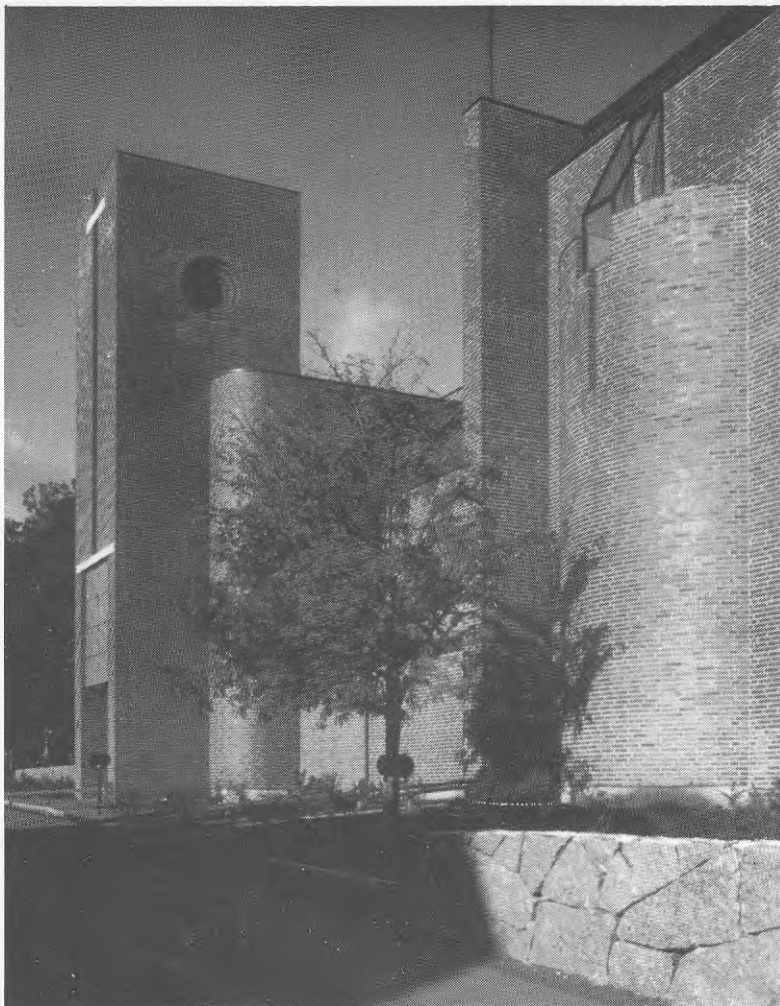
Aalto : Säynätsalo County Hall

ABOUT THE NEW FINNISH BRICK ARCHITECTURE

If we review the development after the war we can notice two peaks in the use of brick in our current architectural design: that is, in Finnish Functionalism as we prefer to call it. The first occurred in the 50s and was a period of reconstruction. It was at that time when Alvar Aalto made his revolutionary breakthrough from the black and white International Style; in the competition entries, Säynätsalo County Hall 1949, The Pensions Institute 1948 and the Finnish Polytechnic at Otaniemi in 1949. Aalto understood the dangers of the neo-formalism resulting from rigid standardisation and invented his own language of form and material - his redbrick horizontal-belt aesthetics. A few years later, 1956-58, in the House of Culture for the Folk Democratic Party he showed how to change a building into a sculpture. This was proof of his brick-skill and his design in free undulating surfaces. Using this red brick Aalto founded his school of Nordic Regionalism. But why did it not flourish any longer than it did? Why did it culminate with these three masterpieces? Certainly building politics manipulated events effectively. The emerging construction industry based on the use of concrete sandwich elements took over. In the decade 65-75 red brick was seen as an aesthetic regression, a backwardness. Brick became the "forbidden" material.

The middle seventies gave way to softer values in environmental ecology and the spirit of time turned away from the tenets of unlimited change and evolved towards a more humanized technological culture. Then unexpectedly, brick made a comeback. A new architectural vision for the use of brick has raised its significance possibly to an even higher rank than ever as the elevation material for current architecture. (Actually we should here use the word "Modernism" as the elegant new terminology necessitates.) The architectural society has now become fully conscious of the meaning of the cultural continuity of history and also of the long history of brick architecture itself. Regionalistic Modernism is back "in" today. A new generation of architects understand the use of brick with due artistic and technical skill and we are still within this progressive development and rise in the use of brick during these 80s. I believe both architecturally and aesthetically we are able to explore the brick realm in an intensive way in the coming years. But nobody knows which new challenging rivals industrial inventiveness might bring forth also in the coming years.

I am no critic or historian in architecture or art. Thus I have interviewed leading designers to test the hypothesis: how is brick architecture a novel creation, how is it different today and what is its own identity?



Pietilä: In Malmi Church in Helsinki (1983. Architects Gullichsen Kairamo & Vormala) you have chosen red brick as the overall material for exterior and interior walls. Until now you have been radical rationalists. However how can you take the "romantic" brick and still follow the "modern tradition"?

Gullichsen: We chose brick in the way that it would make people feel its solidity and compactness. Brick was the best material to express these fundamental feelings. Our use of brick is not constructivistic: the brick walls are plastic. You know the way Alvar Aalto designed with brick. And how differently Mies used it as a non-bearing-fill within the steel frame in Illinois.

Pietilä: Mies made brick subservient to steel which was the prime material. I find that the brick looks rather unhappy tied into the steel profiles. In Aalto's building however brick flourishes and always appears happy. High on the gable wall of your church there is a recessed cross with additional symbolic geometry similar to those mediaeval churches here in the 13th Century. How does such iconic theme of historical tradition fit into an up-to-date Lutheran Church?

Gullichsen: The cross is an object with its own communicative function. It is not ornament in the Adolf Loos' sense: "Ornament is crime." It is as essential as the building itself: a concretion of the religious idea inseparable from the wall mass.



Gullichsen, Kairamo & Vormala



Malmi Church





Pietilä: Your church of St.Thomas in Oulu gives out an impression of rising brick stalks among the pines of the arctic forest. The unit walls are freely rising, freely situated. This composition is clearly a homage to Aulis Blomstedt's neoplastic school. I find it the best proof that the art of architecture still thrives in Finland. St.Thomas's Church is of a new type bringing forth new questions. There appears no upper limit to the visual rise of form. I suspect there is a gothic feeling in this church? How do you conceive "space"?

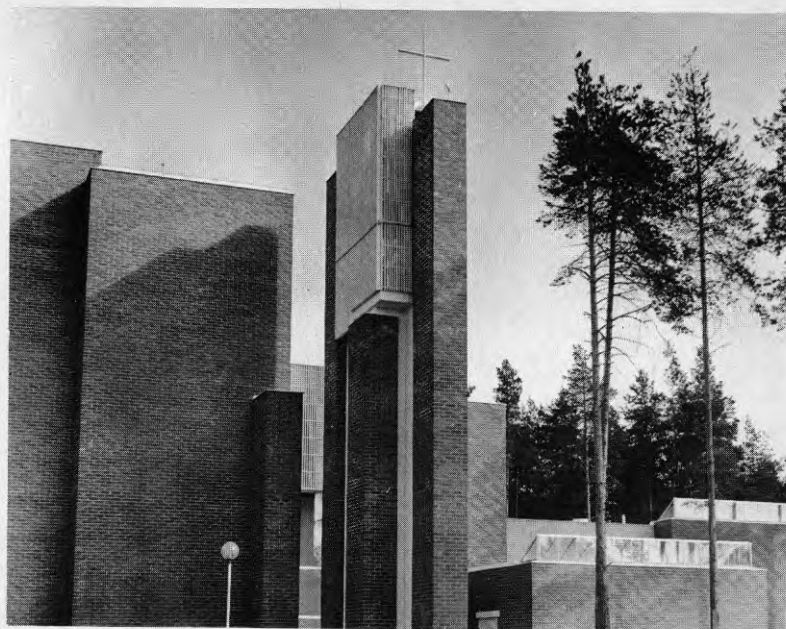
Leiviskä: To tell the truth, I don't like the Gothic at all. Nor its imagery of heavenly realms. It suppresses me. Its order is too integrated. I feel that space ought to be more openly dynamic. When I enter the church - as an architectural tourist - I never enter by the central nave but always advance below the lower vaults peeping out towards the higher space. I don't penetrate it. And curiously, I move quite quickly, almost running, as if to gain "space" in that way.

Pietilä: Your wall surfaces are soft and of even texture of brick and seam. How did you achieve this skin which is so important for this type of sculptural architecture of strictly shaped solids ?

Leiviskä: The seams are thin, a maximum of 10mm and the brick must be precise in size. The mortar joint comes to the face where it has straight pointing. However such accuracy is not achieved in all situations.

Pietilä: Sometimes the method of making mortar seams dense by pressing them out with a pointing iron can make the surface uneven and even ugly. I myself asked the bricklayer to use a broad wooden tool to point the joint. The result I think is more agreeable.

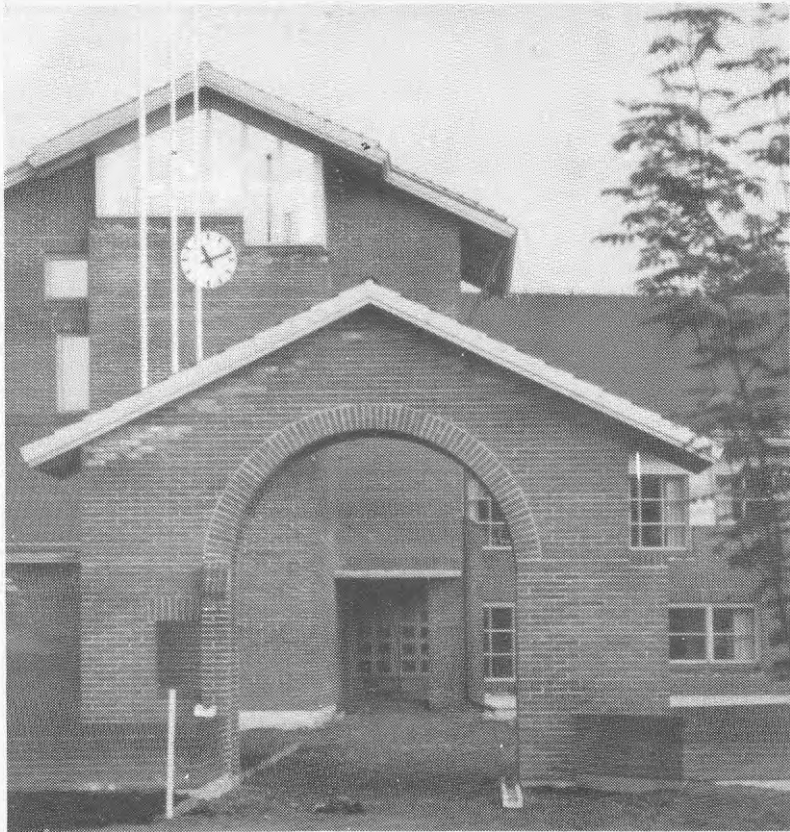
Leiviskä: This is true. We can feel with our eyes this human touch. Both the exact form and the new sensibility towards the handcraft are required when using brick as the principal material in modern design.



Juha Leiviskä

Church of St. Thomas, Oulu





Pietilä: Recently the daily press has talked of your Oulunsalo County offices (1982: Architects:Niskasaari,Viljanen,Väisänen, Öhman) as a new North-Finnish Regionalism. Your trend has been labelled the "Oulu School." What is particularly characteristic of your work ?

Niskasaari.R: We take form and scale to our design from the traditional agricultural buildings and the Ostrobothnian farmhouses that are quite original when compared with other rural architecture in Finland. We design with local materials: wood,brick and natural stone. I think our approach is to respect the togetherness of the arctic forest,the wall and the roof. We started to design with sloping roofs and brick walls and this new feature has made us break with the flat roof school.

Pietilä: But you have introduced other features also in addition to roof compositions. Your County Offices has a Gate building with a brick vault. I find this a return to our national romanticism or jugend .

Niskasaari: A gate always signals the limit between two zones, closed and open. In this case the closed is the Civic Plaza of the County courtyard. We make its meaning differ from the traffic area outside.-

The gate is the way we express this relation by architectural language.Perhaps when people enter through this brick vaulted gate they feel each time as if dramatically separated from their previous life. Symbolically so. They step into a space that is a metaphor of the future. The gate always has this function.

Pietilä: Your reasoning has convinced me but I suspect also that the secret lies in the brick itself and its basic meaning as a cultural archetype. Here it is the long history of brick that works the miracle.



Niskasaari, Viljanen, Väisänen & Öhman Oulunsalo County Office



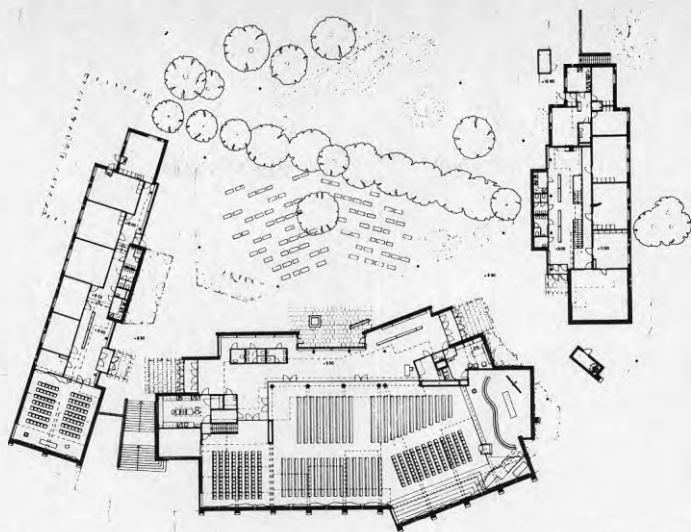


Pietilä: Olari Church in the City of Espoo (1981) was a competition entry designed along with your wife and partner Kapy. This project is "another kind of Finnish architecture" as is the Malmi Church and St. Thomas'. You have written elsewhere about illusional or fictional traits (Arkkitehti 5:81) "behind" and "around" the brick walls of Olari Church. Could you elucidate?

Paavilainen: I can remember the preliminary events. We were together in Rome. The ruined brick basements of the imperial palaces on Palatinus impressed me. It influenced our entry: the pseudonym was "senibasilica." This main elevation has the character of loosely standing wall fragments: the brick clad pilasters supporting the walls are rising and ending irrationally. In our case brick is more than a mere constructive material.

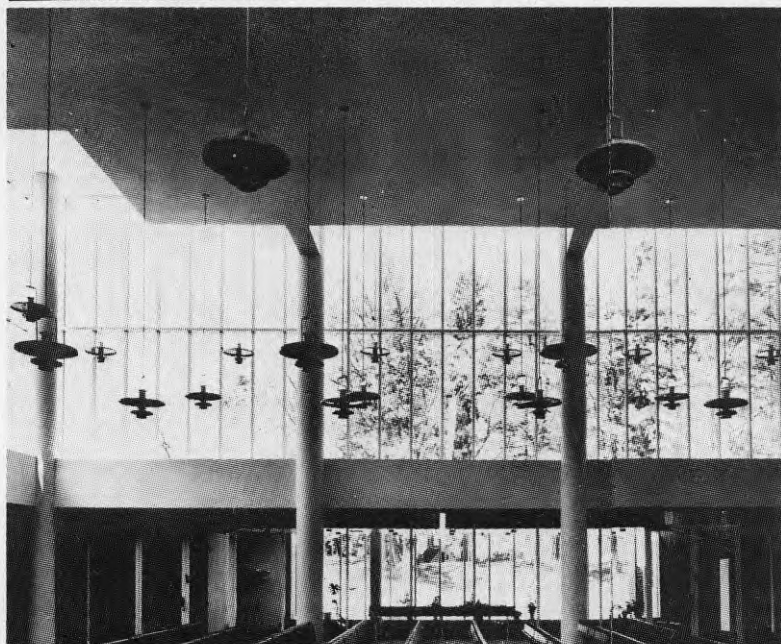
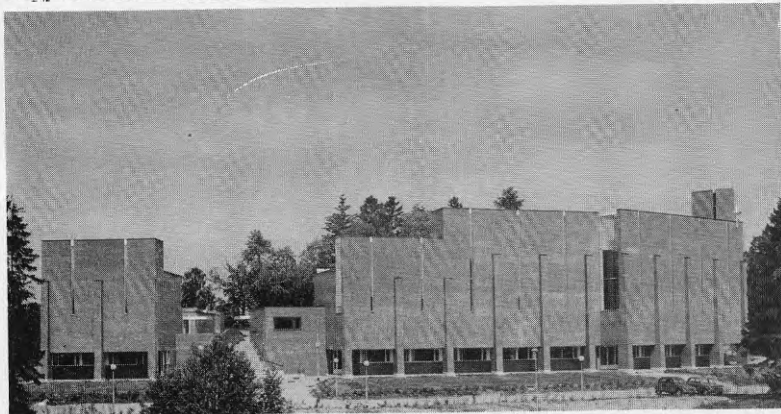
Pietilä: I understand that the oversimplified idea of the post and beam constructivism is no longer a hindrance for architectural images that your generation may create. The sophisticated construction methods are analogical to your aesthetic sense: the new generation of structural engineers can translate your idea into structures.

Paavilainen: I'm not sure I understand your thought but I will try and clarify my point. Brick as a building material is not so focal as the architectural form achieved through design with brick.



Käpy & Simo Paavilainen

Olari Church





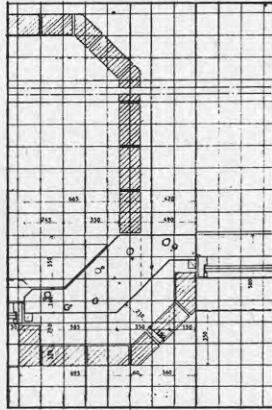
Pietilä: Already in the early fifties you deviated from the International Style doctrines by applying the modernistic band elevation of red brick in your vocational school complex in Jyväskylä. It was a competition award in 1949, the same year Aalto was awarded the Säynätsalo County Hall Competition.

Now you have conceived an extensive project of public buildings in red brick: the Kuusamo County Core lying in the middle of the Northern Karelian forests on the 66° latitude near the border where the road goes off to the new city of Kostamus on the USSR side. Could you say something about your architectural idea for the town plan. You have often been there with your wife skiing in Koutaköngäs.

Petäjä: This region of the last forests has a dramatic landform with rapids, small canyons and parallel rows of steep hills combed by glacial ice. I think strolling in this nature has given us the architectural idea for Kuusamo. Its pattern consists of 90° and 45° grids analogical to the geomorphological structuralisations apparent in nature. The use of the corner brick, 135° angle, means we can build in this crystalloid continuity of walls and the spaces between them.

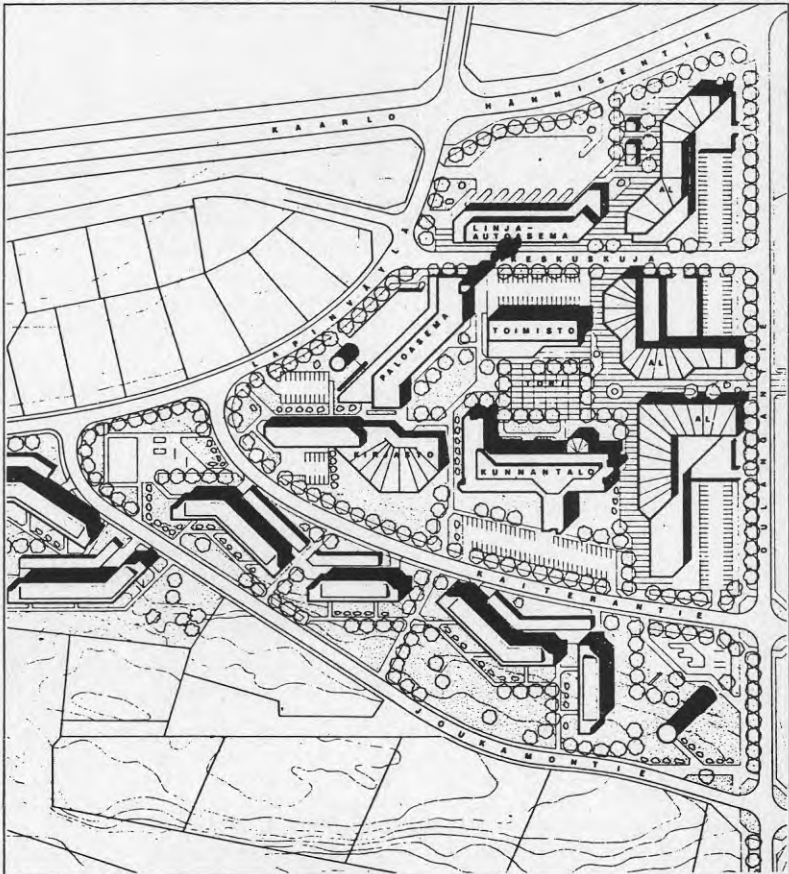
Pietilä: You have already realised several units, the County Hall 1978, the Public Library 1980 and the Fire Station 1982. You have developed your peculiar design method to use brick. How is it in detail?

Petäjä: As the dictionary states a crystal is a solid substance in definite geometric form. Brick as the design element is a crystal forming the compositional pattern of modular dimension. I design all my brick detailing in the grid, 140 x 140 mm. As you see here in detail I have cut the sharp corners by using a special corner brick. The material is "bitten by the frost" so to say and thus fits into the visual space. The design of the plans have received impressions from this morphology of the brick. The rooms and windows are orientated to all 8 wind directions instead of the usual 4. The brick enriches the architectural form.



Maija & Keijo Petäjä

Kuusamo County Centre



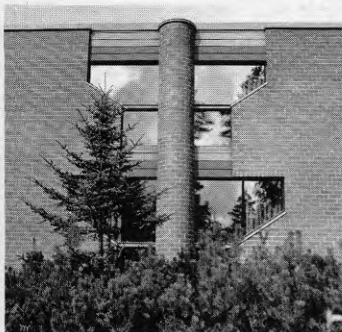


Connah: Principally your Public Buildings Axis for Hervanta satellite in Tampere, 1975-78, is analogical to Petäjä's Kuusamo. All buildings have a brick elevation. Why did you prefer brick to concrete, steel or glass ?

Pietilä: This whole project - finally a 500meter long chain of buildings within the forest green - will be of red clay brick. Completed already are the Congregational & Leisure Time Centres 1978 and the Shopping Centre 1980. The construction of four additional units start this year. I maintain that these brick structures, together with their immediate forestal parks, create an impact of natural architecture: this stamp of Finnish Modernism in the architectural design of the 70s and 80s. Situated in the middle of the technocultural monotony of concrete tower housing, this axis manifests our new ideology - the ecological compromise of man-made and natural spaces.

Connah: Your design is more international in its expressiveness which might make Hervanta seem "post-modernistic". Is it?

Pietilä: I don't know what the new american coinage of Charles Jencks means. To me it does not say anything. Brick inspires me to express those forms which are architectural archetypes. I detect living metaphors behind and through this material. Brick begins to tell its cultural origin in its use. Perhaps the true post-modernism of these 70s and 80s has been a revitalisation of the pictorial or narrative character in modern design.

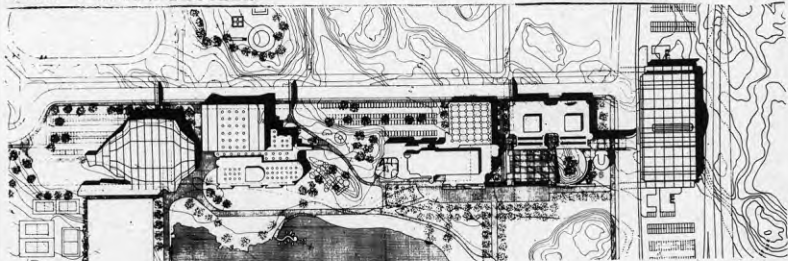


Raili & Reima Pietilä: Hervanta Congregational & Leisure Time Centre



Raili & Reima Pietilä

Hervanta Cultural Axis





Raili & Reima Pietilä

Hervanta Shopping Centre





Arkitekt M.A.A. Johannes Exner

Udviklingslinier i dansk muret byggeri

Min vurdering af de sidste udviklingstendenser indenfor det murede byggeri sker ud fra mit liv som praktiserende arkitekt, restaureringsarkitekt, underviser og forsker.

Murværk aktuelt betragtet.

Jeg opfatter os som stående på et punkt på en lang kontinuert linie, hvor vi fra den ene side modtager historisk byggeri og miljøer, som vi bruger i en periode og herefter afleverer til den anden side, til fremtiden.

Det er nok bemærkelsesværdigt for dansk byggeri i dag, at der er en meget større forståelse for kontinuiteten i byggeriets historie og arkitektoniske sprog end tidligere. Rent konkret gælder det ældre bygninger og bymiljøer, teoretisk gælder det viden og erfaringer. På denne baggrund skitserer, former og konstruerer vi nye bygninger og miljøer.

Det er klart, at i denne udvikling spiller det murede byggeri en særlig stor rolle. Rygraden i dansk bygningskunst er de murede huse. Vi må konstatere, hvorledes murværket har båret arkitekturens forskelligartede ytringer gennem århundreder. Arkitekter har formmæssigt og konstruktivt udtrykt sig, fantaseret, frit eller bundet af materialet og teknikken, men i en fælles sprogstamme.

I dag er mursten og murværk inde i en popularitetsbølge. Det møder man både hos arkitekter, bygherrer og alm. mennesker, og det konstateres såvel i nybyggerier som i byfornyelser og naturligvis også i restaureringerne.

Man ser tillige, hvorledes bildende kunstnere - især billedhuggerne - arbejder med teglbygninger og udnytter teglmaterialet.

Betonbyggeri er derimod ikke så populært. Mange elementbyggerier, og boligområder, domineres af store eensartede grå bygninger, som forekommer triste. Bygningers monotoner er blevet resultat af en effektivitets- og rationaliseringsperiode, som opfattes umenneskelig, og som man reagerer imod til fordel for en anderledes livfuld arkitektur, med variation i form og materiale. Det er en reaktion, der også kendes i udlandet, og som i disse år gives mange forskellige udtryk, verbalt og arkitektonisk, f.eks. i den såkaldte postmodernisme.

Den romantiske, materialevarierende, stærkt detaljerede, og skulpturelt livlige arkitektur, der opstår som reaktion mod den formmæssige og procesmæssigt enkle, stramme og eensartede er dog set før.

1800-tallets eklekticisme, med de mange stiludtryk og materialesammensætninger, var en reaktion mod klassicismens stramme grå arkitektur.

Interessen for udtryksmulighederne inden for murværket udvikledes i 1800-tallets slutning til præfabrikerede standardiserede teglsten, formsten m.m., som senere stivnede i overdrevne gentagelser i store boligkaréer i vore byer.

Man reagerede imod dette, efter århundredskiftet hvor Art Nouveau og nationalromantiken kom frem. Senere kom som reaktion herimod "Bedre byggeskik", med de sunde danske bygningstyper.

På baggrund af disse udtryk, skal det, der i dag opføres og udvikles i Danmark, ses. Det er de samme skiftende formmæssige og følelsesmæssige reaktionsmønstre. Vi er ude i en reaktion mod funktionalisme og

rationalisme. Men på et tidspunkt vil der atter opstå ønske om afklarede og stringente bygninger, der virker beroligende på frustrerede mennesker, der bedre klarer at leve i enkle og puritanske miljøer.

Dette udviklingstadium er måske endnu ikke at spore, men det kommer, tror jeg.

Eksempler på nye murede byggerier.

Et fælles karaktertræk i dag er også en større interesse for eksisterende miljøer, byen, byens gade- og pladsrum, byens intimitet og tæthed, dens muligheder for liv og fælleskab, dens kollektivitet.

Det viser sig i mange nye byggerier. Arkitekterne Dall og Lindhartsen har i Medborgerhuset i Ålborg 1979-80 arbejdet med indvendige kommunikerende byrum. Forbindelsesgange og centralrum fremtræder som glasoverdækkede gader og torve. Udadtil er huset robust, tillukket og karakteristisk ved sine markante blokopdelinger. Teglmaterialets formmæssige egenskaber stimulerer dette i krumme flader og brede stik.

Noget lignende opleves i det nye hovedbibliotek i Holstebro 1980-81 af de samme arkitekter.

Det tunge kraftige murværk indgår også stærkt i kontrastspillet mellem den ydre lyse glasdækkede foýer og de indre lukkede musiksale i Musikhuset i Århus, opført af Kjær og Richter 1979-82.

De store blokke, som rummer salene, er af beton støbt på stedet og skalmuret med gule sten.

Bygningsanlægget er fastholdt i få elementer, som samspiller i stramhed og poesi, hvilket især kommer frem i foýen.

Et lettere, lysere poesifyldt byggeri, hvor murværk og glasvægge komponeres til rum, der knyttes sammen i oplevelsesfulde overgange er Kunstmuseet i Holstebro.

1. etape opførtes 1981 af arkitekt Hanne Kjærholm. Museet er bygget til en gammel patriciervilla, tegnet af Mogens Clemmensen, placeret i den tilhørende park. Det er opført af murværk, beton og stålkonstruktioner - altsammen holdt i hvidt, hvilket giver fine sarte lysvariationer, der stimulerer museumslyset.

Udnyttelsen af den ro og tyngde, som murværk kan give, har vi som arkitekter selv arbejdet med i flere kirkebyggerier. Af de nyeste er Sædden Kirke i Esbjerg og Nørre Uttrup Kirke i Ålborg.

I disse byggerier er murværket søgt anvendt rent og logisk. Der er ikke benyttet jernbeton eller træ udover i tag- og loftskonstruktioner. Derfor er murene visse steder foldede, knækkede og har fået forskellige tykkelser afhængig af højder og længde. Endvidere er murværket ikke afsyret for at undgå de svækkelser og skader, der ofte følger med, men også for at bringe murværket ind i et historisk langt ptineringsforløb, hvis værdier vi er blevet bekendt med gennem mangeårigt arbejde med restaurering af historiske bygninger.

Vor tids trang til anvendelse af tegl og træ, skal ses i relation til den aktuelle interesse for det traditionelle, det regionale, det danske, som man ikke på samme måde knytter til betonbyggeri, der har et mere internationalt præg.

Det falder tillige sammen med et alment ønske omså kaldt mere menneskelighed i det nye byggeri.

I boligbyggeriet realiseres dette tillige ved at inddrage brugernes medbestemmelse i planlægning og udformning. Flere af den art er i de senere år dukket op.

Her skal eksempelvis omtales Vandkunstens boligbebyggelse "Hedelyngen" i Herlev, et rigt varieret miljø, hvor bygningerne forskyder sig stærkt i forhold til hinanden, hvor taghældningerne er forskellige, og hvor der foruden tegl i facaden er anvendt andre materialer i varierende udformninger.

Byggeriet er opført som montagebyggeri. De tunge yder-vægge er betonelementer med udvendig beklædning af teglskaller. Personligt beklager jeg, at teglet ikke fungerer naturligt i murede bærende vægge, sådan som det opfattes traditionelt.

I boligbebyggelsen "Samsøvænget" i Køge har arkitekt-gruppen i Århus samarbejdet med et socialfilantropisk boligselskab om opførelse af en bebyggelse i god dansk tradition, næsten som den kendes fra bebyggelser fra 40-erne og 50-erne. Husene er udført som en kombination af montagebyggeri og traditionelt håndværk, skalmuret i gule mursten.

Den stærke variation i bebyggelsesform, og ønsket om livfulde forskydninger i facaden, kendetegner mange af de yngre tegnestuers produkter, og gælder ikke blot boligbyggeri men også institutionsbyggeri som havebrugsskolen "Vilvorde" i Tølløse af A5 - Tegnestuen.

De nye huse er tilbygninger til det gamle Tølløse slot, og ligger i den tilhørende smukke park. Også her arbejdes der med intim gadekarakter og friere liggende bygninger.

Murværk i byforbedring og restaurering.

Der tales i Danmark i disse år meget om byfornyelse. Folketinget vedtog en ny lov i 1982, som sigter på en omfattende istandsættelse og fornyelse af såkaldte utidssvarende og udslidte boligområder. Loven er en videreførelse, på mere kvalificeret grundlag, af den tidligere lovgivning om sanering.

De hidtidige resultater giver imidlertid anledning til diskussion. I København gennemføres en omfattende byfornyelse på Nørrebro. Arbejdet er blevet stærkt kritiseret, ikke for den udtynding der sker med bedre lys- og lejlighedsforhold, men p.gr.a. bygningernes form og udseende. De nye bygninger er kedelige og præget af billigt rationelt, fantasiløst byggeri. Husene fremstår

ganske vist som teglhuse, men er betonbyggeri af præfabrikerede facadeelementer beklædt med tegl. Efter min mening er byggeriet ikke heldigt, men noget der på langt sigt diskriminerer teglet, vore byggekyndige håndværkere, arkitekter, ingeniører.

Til byforbedringerne hører også opførelse og indpasning af enkelthuse til erstatning af udslidte eller nedrevne huse, eller til udfyldning af tomter, som har henligget længe p.gr.a. uafklarede parkerings- og trafikforhold.

De bindinger, som den eksisterende historiske arkitektur kan give den nye "indpassede" arkitektur, ses mange steder.

Der er ingen tvivl om, at arkitekterne kæmper meget med dette problem. Det resulterer undertiden i nye bygninger, som er rene stilkopier, mens andre er mere frie og nutidige og alligevel respekterer murværkets og teglets karakter og egenskaber.

Sct. Nicolaj Sognegård i Køge 1983 er meget stærkt historiserende og et eksempel på en stærk binding, men det er et ganske smukt og veltilpasset hus. Murværket er korrekt udført og huset vil sikkert altid være acceptabelt.

I Ribe har arkitekterne Kjær og Richter opført en tilbygning til Katedralskolen. De nye bygninger tilpasser sig i form og materiale smukt den gamle bys historiske bymiljøer, idet man samtidig via detaljerne ikke lades i tvivl om deres tidsmæssige placering.

Til Sct. Pauls Kirke i Århus (fra 1887) har vi 1978 tegnet og opført et nyt sognehus. Den nye bygning er materialemæssigt og proportionsmæssigt søgt tilpasset kirken, men form og konstruktion er nutidig, detaljerne ligeledes, men inspireret af århundredskiftets arkitektur.

Vi har også opført et nyt hus - sognehus - i centrum af København i tilknytning til Chr.IV's Rundetårn og Trinitatis Kirke. Det eksisterende miljø har udviklet sig gennem 300 år, fra Chr.IV's Rundetårn og Trinitatis Kirke til i dag, indeholdende bebyggelser fra 1700-tallet, boligejendomme fra 1800-tallet og et stort kontorbyggeri fra vor egen tid.

Det nye hus gentager ikke nogen af disse tidligere perioder, men forsøger at repræsentere sig selv og sin egen tid, idet det dog i form og materialeholdning indeholder udtryk fra de historisk ældre bygninger. Det har herunder været interessant at arbejde med nogle af de muligheder, som nuancerede pudsbehandlinger af overflader kan give, inspireret af ældre historisk teglbyggeri.

Det vil være på sin plads også at nævne restaureringsarbejdet, som også er kommet ind under vor tids almene historiske interesse, og derfor indgår med stadig større andele i byggeriet, omend mere specielt. Dog er der efter min opfattelse ingen principiel forskel på det, der sker ved restaurering, byfornyelse, nybyggeri, reparation eller vedligeholdelse.

Vedligeholdelse og fornyelse er det samme. Forskellen afhænger blot af, fra hvilket niveau man betragter situationen, nedefra og op eller oppefra og ned.

Et nyt hus i gaden er en reparation af gaden. Et nyt tag er en reparation af huset. Et nyt vindue er en reparation af facaden. En ny rude er en reparation af vinduet.

En reparation vil således omfatte alle kategorier og er derved på een gang fornyelse og reparation.

Ved restaureringer spiller behandling af murværket, den anvendte mørtel og puds en meget væsentlig rolle. Det er således en faglig nødvendighed, at arkitekter og murere er bekendt med, hvorledes man restaurerer og ved-

ligeholder murede, kalkede og pudsede facader.

Der stilles derfor i dag øgede krav og spørges igen efter murere, som kan udføre pudsearbejde og kalkning korrekt. Mange bliver mere og mere skeptiske over for moderne murbehandlinger, f.eks. plastmalinger, som ikke fungerer ordentlig, fordi de ikke tillader murværket at ånde. Hertil kommer, at de rent æstetisk mangler kalkens stoflighed og heller ikke patinerer smukt.

Der arbejdes indenfor restaureringsfaget ganske stærkt med at bevare og benytte gamle håndværkstraditioner og materialer rigtigt. Også i nybyggeriet viser man interesse her for.

I Rigensgade har arkitekt Erik Møller for byfornyelsesselskabet restaureret en række gamle boligejendomme, hvor han har arbejdet med pudsmørtel gennemfarvet med jernvitriol, idet han dog har erklæret, at det ville være at foretrække, om man behandlede med kalkning på traditionel vis.

Det er vigtigt for vore danske arkitekturmiljøer, at vi også i fremtiden evner at arbejde med pudsning og kalkning af facader. Det kunne meget vel blive mere almindeligt, end vi forestiller os.

Problemet med indpasning af nyt byggeri sker ikke blot i storbyen, men også i de små tidligere landsbyer og fiskelejer, hvor der ofte findes pittoreske miljøer.

I Tårnbæk, nord for København, har arkitekt Tangå Hansen opført et antal ældreboliger, indpasset i fiskermiljøet, og tilpasset et restaureret hus af den kendte arkitekt M.G. Bindesbøll.

Nybyggeriet er her jævnt og enkelt gjort ved anvendelse af traditionelle materialer, og der er ingen tvivl om, at de gamle mennesker, der bor her, befinder sig godt.

Historisk slid.

Netop fordi fornyelsesfænomenet altid forefindes, er det vigtigt, at fornyelsen udføres under stort ansvar. Sagen er, at bygningen eller bygningsdelenes historiske karakter og fortælleevne knytter sig stærkt til det oprindelige materiale. Det er en forkert opfattelse, at når bare formen opretholdes, er huset stadig originalt og historisk i orden. Meget kan mistes ved ubetænksom overfladeistandsættelse.

Jeg nævner restaureringen af Koldinghus, som eksempel på, hvor vigtigt vi selv har ment det var at bevare det historiske slid. Det gælder såvel ved istandsættelse af murværk med bevarelse af spor af bygningsdetaljer, som ved at friholde de nye konstruktioner fra ruinmurene og i sammenspillet med dem.

I forbindelse med den forstærkede interesse i dag for teglmurværk, bør man være opmærksom på at sikre murværkets patineringssevne, så det fremover slides smukt af vind, vejr og mennesker. Her er vi mange ansvarlige: teglværker, mørtelværker, arkitekter, ingeniører, murermestre og murere.

Som eksempel på et projekteret slid har vi i en ny kirke i Albertslund søgt at inkorporere det kommende slid på murværket, - inspireret af Koldinghus. Den nye kirke er muret og pudset. - Den tanke ligger bag, at pudsen med tiden skal have lov at falde af, hvorved bygningen skifter udseende og ældes.

Kirken opføres i en bebyggelse af præfabrikerede betonelementer, hvor forældelse og slid egentlig ikke er tænkt og heller ikke sker.

Mange vil måske betragte vor tanke uacceptabel. - Vi finder den imidlertid logisk og indeholdende et historisk og kunstnerisk perspektiv.

Murværk har som intet andet bygningsmateriale mulighed for at bære arkitekturens udtryk og udvikling gennem

fortid, nutid og fremtid. Men det er vigtigt, at murværket forbliver naturligt og i overensstemmelse med dets egenskaber og muligheder.

Der er for tiden fra arkitektside en levende interesse for murværk og dets muligheder - men kikser anvendelsen, vil det gå ud over det murede byggeri.

Kravene til murværk er ved at blive for komplicerede og store. Jeg ville ønske, at man fandt frem til enklere, simplere og bedre murværkskonstruktioner, der har lettere ved at indgå i det arkitektoniske formsprog.

Det vil f.eks. sige, at isolerings- og kuldebroproblematikken må løses enklere, belastningskravene til sten og mørtel må revideres, ombygnings- og genanvendelsesproblemet må dyrkes, slid- og patineringsproblemet må forstås.

Jeg finder det overordentlig vigtigt, at forståelsen for materialer og metoder indgår mere bevidst, således at bygningens fortælleevne og vidnesbyrd om det historiske liv og kontinuitet fortsætter i fremtiden.

Det er en ønskværdig udviklingslinie, og det er min opfattelse, at murerfagets betydning, ansvar og eksistens på langt sigt her spiller en meget stor rolle.

Som afsluttende bemærkning skal jeg fremføre, at jeg - selv om jeg af mange betragtes som specialist - ønsker at se bygningskunsten - arkitekturen - som et sammenhængende hele placeret i en tidsmæssig kontinuitet, hvor vedligeholdelse, reparation, udskiftning og nybyggeri principielt er at opfatte som analoge operationer.

Johannes Exner.

SUB-MODERNISMEN ELLER DEN "FALSKE" ARKITEKTUREN

Arkitekt Thomas Thiis-Evensen

Kravet om "teknisk ærlighet" har vært et avgjørende kvalitetskriterium i moderne etterkrigsarkitektur. I dette kravet lå det minst to prinsipper. For det første måtte den egentlige konstruksjonen i et byggverk aldri dekkes til eller skjules. Tvert imot, skulle den betones og fremheves. Et typisk eksempel er søyle- og dekkekonstruksjoner i betong som har gitt form til de lange vindus- og brystningsbåndene som preger så mange høyhusfasader fra 1960 og -70 årene. Et kjent eksempel på dette formsproget er rådhuset i Asker i Oslo. Neste prinsipp gikk ut på at det bare skulle brukes ekte materialer i en bygning. Derfor er den moderne arkitekturen dominert av noen få materialtyper slike som råbetong, glass, stål, tegl og furu. De to siste er typiske for norske tre-hus i arkitekt Knut Knutsens tradisjon. Helst skulle teglen være ujevn og spettet og furuen skulle være ubehandlet, til nød beiset men helst ikke malt. Et godt eksempel på bruk av råbetong i Norge er de grove flatene i Hydrobygget i Oslo, og bruk av glass og stål ser vi anvendt i de aller fleste butikk- og kontorfasader landet over.

Nå vet vi at begge disse kravene om ærlighet både til konstruksjon og materiale sprang ut av funksjonalismen og dens tillempling til industrisamfunnets idealer. Imidlertid er det nødvendig også trekke frem en annen og mer folkelig tolkning av de samme mulighetene. Det er en skjult tradisjon som løper under den offisielle og som tilhører privatlivets og hjemmenes sfære. Jeg vil kalle den sub-modernismen, eller den "falske" arkitekturen som kopierer og varierer trekkene i den ekte arkitekturen. Det er nok å nevne ytterpaneler i plast som imiterer tre-planker, eller murtapeter med tynne pålimte teglskiver eller respatexplater med påsatt marmor-folie eller løse sprosser som hektes foran vippevinduet. Bruken av slike imitasjoner er økende og følger den rike utviklingen innen plast- og vinyl-industrien.

Hva er så grunnen til disse imitasjonsfenomenene? Jeg tror årsaken både er praktisk/økonomisk, nostalgisk og estetisk. Marmoren er jo ukjøpelig for de fleste, mens imitasjonen gir en lignende effekt for en billig penge. Og plastpanelet er vedlikeholdsfritt, det sparer en for malerarbeider i årevis. Og løssprossene gir nostalgiske effekter, man får et gammelt utseende uten gammelhusets praktiske ulemper. Men sub-modernismen står også for et helt bestemt estetisk valg. Det er nemlig bare de tradisjonelle materialene som kopieres. Med andre ord materialer man kan identifisere seg med og som man har et nært forhold til slike som terracotta, sten og tre. Det er derfor svært sjelden at kunststoffene vises "rene", de omdannes alltid etter kjente forbilder og motiver.

Imitasjonsarkitekturen er blitt sterkt avvist av arkitektene. Den er kalt "falsk" og "løgnaktig", den er "kulissestas" og mangler naturmaterialets og

håndverkets "ekthet og varme". Kravet om teknisk ærlighet er også stadig et avgjørende kvalitetskriterium for arkitektonisk arbeid. Men hva da med følgende tankekors, når vi ser at de samme arkitektene som i det ene øyeblikk avviser den moderne imitasjonsarkitekturen i neste øyeblikk godtar nøyaktig de samme tendensene i historiske bygninger? For er ikke mye av gotikken, renessansen, barokken og historismen også en fortelling om variasjoner over teknisk uærlighet? For hvorfor sier vi med begeistring at gotikkens himmelstrebende letthet viser en vilje som "trosser stenen"? Heller burde vi kritisere den for det og si at katedralene snarere skulle hatt en tung karakter for å komme i pakt med stenen. Og hvorfor beundrer vi stavkirkene som trebyggeriets høydepunkter, samtidig som vi fullt ut godkjenner at både buene, søylene og terningskapitelene er kopier fra stenkirker i Europa? Eller hva med våre trekirker fra barokken som f.eks. i Kongsberg og Ytre Rendal der søyler og panelfelt er overmalt med sirlige årer og linjer i alle regnbuens farver. Hvorfor? Jo for å kopiere den marmoren man ikke hadde men som forbildene i Europa var så fulle av.

Eller hva med empirens hovedverk i Norge, nemlig Slottet og Universitetet? Slottet prises for sin storlinjede tyngdevirkning der det hviler på toppen av høydedraget, og Universitetet prises for sine renlinjete skjelettfasader delt opp i høye søyler og pilastre. Egentlig er det noe juks alt sammen. For hva er nå de store blokkene som Slottets sokkeletasje synes bygget opp av? Jo, bare tynne linjer som er risset som ruter inn i pussflaten foran den bærende teglveggen. Slik erstattet Linstow norsk granitt som Stortinget ikke hadde råd til. Og hva med Universitetet som egentlig er bygget som en massiv teglvegg med hull i, men som ser ut som en åpen skjelettvegg med elegante flate søyler? Og banker man på søylene inne i trappen på Domus Media hører man en hul klang fordi de er støpt i sink! Eller hva med de arkitektene som avviser det hele som dårlige kulisser, når de hører den samme klangen i de hvite veggene som snor seg gjennom innredningen i Universitetsforlagets nye kontorbygg? Sannsynligvis har de ikke banket på de tunge og massive skråveggene i kirken i Ronchamp. Den regnes jo som et mesterverk tegnet av den aller største, nemlig Le Corbusier. Men ikke desto mindre er veggene hule. lik tynne skiver i papp-masché som er stivet opp av et indre skjelett.

Disse eksemplene skulle vise at kravet om teknisk ærlighet ikke er et almengyldig kvalitetskriterium. Tvert imot, holdningen til denne siden ved arkitekturen skifter med tidene. I barokken ble Borromini sterkt kritisert av sin kollega Bernini for at han brukte stukk og ikke ekte marmor i sine bygg. Nå er det Borromini som regnes som barokkens største arkitekt. På samme måten oppsto den "grenete" sveitserstilen som en reaksjon på empirens lukkede trehus som imiterte europeiske stenpaléer med profiler og kvadre. Nå regnes begge stilene som like gode.

Derfor representerer avvisningen av sub-modernismen et faglig dilemma for vår tids arkitekter. En ting er at nærmiljøet til de fleste nordmenn på denne måten aldri får passere arkitektenes hender. En annen ting er at det ikke er holdbart å bruke alder som et kriterium for vurderingen av nøyaktig de samme fenomenene. Da er argumentet mystifiserende og ikke faglig og kommer i samme gruppe som at imitasjonsarkitekturen må avvises fordi den styres av "kapitalen". Heller ikke antikvariske argumenter kan være utslagsgivende. For hvorfor er jernstøpte "utskjæringer" fra 1880-årene mer bevaringsverdige som tidsbilder enn plastpaneler fra 1980-årene?

Faglig bør altså konklusjonen være at teknisk ærlighet ikke kan være et avgjørende kvalitetskriterium. Men hva er da kriteriet for "god" arkitektur, og hvilke andre forhold er like viktige som teknisk sannferdighet? Igjen kan historien angi svar. Den viser nemlig at det avgjørende ikke er ektheten, men derimot måten imitasjonen gjøres på. Og det betyr i prinsippet to ting: for det første at kopien bør være så lik originalen som mulig, og dernest at kopien skal kunne begrunnes utifra en overordnet arkitektonisk idé.

Jeg vil nevne to eksempler på det første. Har De gått inn i hallen på Historisk museum i Oslo og beundret den vakre grønne marmortrappen der? "Marmoren" er en tynn overflate av en blanding med forskjellig farvet leire som etterpå er blitt polert. Slik blir kvaliteten i dette arbeidet bedømt ikke minst etter graden av lureri. Det samme gjelder skjelettet foran Universitetsanlegget, og forsåvidt alle pussfasader fra samme periode som har påsatte søyle- og bjelkeformer. Kvaliteten i disse fasadene blir vurdert som om det falske var ekte altså som om skjelettsystemet kunne ha båret taket hvis det sto alene. Slik kjenner vi til en alvorlig polemikk mellom renessansearkitekten Palladio og kollegaen Peruzzi om en fasade hvor søylene angivelig sto alt for langt fra hverandre til at bjelken de bar kunne holde. Det var bare dét at veggen egentlig var en metertykk murstenskive mens søylesystemet de snakket om bare var pynten på forsiden!

Prinsippet om at imitasjonen kan tillates hvis den står i forhold til en arkitektonisk idé, kan igjen illustreres med bygningene over. For eksempel: hvorfor arbeidet Borromini med stukk istedenfor marmor? En av grunnene var at han sto langt friere. Med et slikt plastisk materiale kunne han modellere ut sine vegger og dermed oppfylle barokkens ønske om den svungne og dramatiske form. Mens Bernini med sine noe stivere marmorformer regnes som klassiker, regnes Borromini som foregangsmann for barokkens rike linjeføring med direkte betydning for hele den midt-europeiske rokokoen. Hva så med Slottets sokkeletasje med sine falske gigantblokker? Grunnen var at man ønsket å gi inntrykk av tyngde helt i tråd med bygningenes kraftige hovedform og det solide preg som hørte til forestillingen om "Kongens borg". Og da passet bare ikke små

teglsten og fine detaljer. Og hva med Universitetets falske søylesystem? Vitenskapen er et barn av Grekenland og Universitetet er "kunnskapens tempel". Dette skulle arkitekturen vitne om, derfor står det greske tempel med sine glisne søylerader modell til utformingen av et Oslo-bygg 2000 år senere. For Universitetet skulle være åpent mot folkemassen foran, og ikke lukke seg inne som Slottet.

Hva kan vi slutte av dette som har betydning for vurderingen av sub-modernismen? Prinsippet om at en imitasjon bør ligne originalen mest mulig, er først og fremst en utfordring til produsentene. En ting er den rent fysiske holdbarheten. Altså at marmorimitasjonen holder og ikke blekner bort etter en tid. Imidlertid viser de historiske eksemplene at det å ligne egentlig betyr at kopien samsvarer med grunnkarakteren i originalen. Det vil si at det tunge, det myke eller det ru i originalmaterialet bør følges opp i kopien. Kan man tenke seg noe så direkte ubehagelig som et "bredt tømmermannspanel" som flagrer som en gardin rundt rommet? Eller "teglstener" som krøller seg opp i hjørnene, slites hull i eller faller ned med limflaten stående igjen? Slik må man søke det essensielle ved forbildet, og bruke kopien på en måte som tilsvarende dette innholdet. Derfor virker det pent sagt ulogisk når inngangspartiet på et trehus anbefales forblendet med kraftige stensblokker. For hvorfor ha det tyngste uttrykket nettopp på det sted der huset skal være på sitt åpneste?

Prinsippet om at imitasjon kan godtas hvis den er i tråd med en hovedidé, er en utfordring til arkitektene. For det første fordrer det en holdningsendring bort fra det ensidige kravet om teknisk ærlighet. Har man først kommet så langt, åpnes store muligheter for fantasi og oppfinnsomhet. Istedenfor å avvise sub-modernismen bør man istedenfor utforske dens muligheter. En slik innstilling er i tråd med de siste tendenser i moderne arkitektur. Også den søker å anvende kjente motiver og forbilder. Og også den gjør det for å treffe menneskene "hjemme" så og si, altså å gjenopprette en arkitektur som man kan føle tilhørighet til. Denne nyorienteringen kalles for post-modernisme og har som grunnlag at kjente ting kan brukes på en ny måte og i en ny sammenheng. Idette bør også sub-modernismens imitasjoner kunne inngå som en utfordring til ettertanke.

FORSKNING OCH UTVECKLING INOM MURAT OCH PUTSAT BYGGANDE
I SVERIGE

Lars Erik Nevander

Sammanfattning

Behov av forskning och utvecklingsarbete presenteras baserat på en personlig bedömning. Skalmurens fuktbalans och den ventilerade luftspaltens funktion framhålls särskilt.

Innehåll

Sammanfattning

1. Inledning
2. Skalmurar
3. Putsad skalmur
4. Tilläggsisolering
5. Reparation, ombyggnad, tillbyggnad

1. INLEDNING

Pågående och avslutad forskning inom murat och putsat byggande redovisas under andra sessioner vid detta symposium. I det här föredraget behandlas därför forskning som känns angelägen och som borde utföras. Jag kan inte presentera ett forskningsprogram som är diskuterat i stora kommittéer, utan endast min personliga uppfattning om problem som föreligger och som borde lösas.

Framställningen följer i stort sett de tre marknaderna - nybyggnad, energihushållning, ROT (reparation, ombyggnad, tillbyggnad).

2. SKALMURAR

Merparten av all tegelsten och kalksandsten används till skalmurar utanför en välisolerad inre vägg. Skalmuren har använts mycket under de senaste 30 åren men det finns fortfarande många olösta problem.

Genom de ökade kraven på värmeisolering och täthet har de byggnadsfysikaliska förhållandena ändrats. Värmeflödet ut genom väggen blir mindre och det medför att de yttre delarna av träväggen blir något fuktigare generellt för alla träväggar, se Bergström 1984. För skalmuren innebär det sämre uttorkning och att den mera står som en kallmur.

Vi vet ytterst litet om skalmurars fuktbalans. Fuktbalansen har stor betydelse bl.a. i följande avseenden

- Risk för regngennomslag. Om skalmuren inte torkar ut mellan regnen ökar risken för regngennomslag även för måttliga slagregn. Regngennomslagen kan i och för sig dräneras ut men det finns alltid risk för att fritt vatten kan tränga in i innanförliggande vägg eller t.ex. påverka beständigheten hos fönster.
- Hög relativ luftfuktighet i innanförliggande väggdel. Om skalmuren är blöt kommer man att ha 100% RF i skalmuren. Utan ventilerad luftspalt kommer detta att öka RF i innanförliggande vägg. Om man inte har någon temperaturdifferens mellan skalmur och inneluft, t.ex. på våren, blir det 100% RF ända in till ångspärren och man kan även få kondens på ångspärren, s.k. sommarkondens. En väl ventilerad luftspalt kan dels medverka till snabbare uttorkning av skalmuren dels sänka RF i luftspalten så att fuktförhållandena inuti väggen blir gynnsammare. Silikonbehandling eller motsvarande skulle kunna minska uppsugen vattenmängd och därigenom förbättra förhållandena.
- Risk för frostsador. Om skalmuren är fuktig länge ökar sannolikheten för att det uppträder en frostperiod när skalmurens fukthalt är så hög att frostsador kan uppstå. Erfarenheten talar möjligen för att den klimatiska sannolikheten för frysningsstrax efter ett kraftigt slagregn är viktigare men det bör teoretiskt behövas mindre slagregn om väggen från början är fuktig.
- Risk för korrosion av inmurad armering.

Fuktbalansen hos en skalmur är därför viktig och skulle behöva studeras. I samband härmed är det nödvändigt att också studera den ventilerade luftspaltens funktion. För att kunna göra några fukttekniska beräkningar måste man känna till vilka lufthastigheter man kan påräkna i spalten. Vi vet redan nu att intagsöppningarnas area är viktigare än luftspaltens bredd (vid nu brukliga utföranden).

Om man finner att man måste ha en ventilerad luftspalt måste man också lösa en del praktiska problem. Hur skall man hindra att brukstuggor försämrar ventilationen eller överbryggar luftspalten vid smala luftspalter, eller alternativt faller ned till botten vid bredare luftspalter och täpper igen intagsöppningarna. Detta problem har diskuterats länge utan att någon har gjort några ingående studier. Man kanske rent av inte kan åstadkomma en ventilerad luftspalt.

Det nuvarande frostprovet för fasadtegel motsvarar erfarenhetsmässigt ungefär de påfrestningar man får i praktiken. Det är troligt men inte säkert att de tegelstenar som fryser sönder i praktiken också skulle frysa sönder i laboratorieprovet. Säkerhetsfaktorn förefaller emellertid att vara för låg och frostprovet skulle behöva skärpas något. Framförallt skulle man vilja ha en snabb frostprovningssmetod som kunde användas som kvalitetskontroll på tegelbruket, så att tvivelaktiga partier aldrig kom ut på marknaden.

Ett annat praktiskt problem är hur man på säkraste sätt skall dränera ut eventuellt inträngande regn vid sockel och över fönster. Är en plastfolie tillförlitlig och har den tillräcklig beständighet? Eller skall man övergå till plåt eller någon sorts papp?

I modernt byggeri använder man ofta utfackningsväggar av trä och utanför dem en skalmur. Skalmuren kramlas normalt endast till bjälklagskanter och mellanväggar eller pelare. Skalmuren måste därför ta upp vindkrafterna på ganska stora spännvidder, och ibland måste man armera murverket. Man borde undersöka om man inte kan tillåta kramling i träväggen, åtminstone som en katastrofsäkring.

I detta sammanhang kommer man in på vidhäftningen mellan murbruk och sten. Denna beror förutom på brukets hållfasthet också på ett komplicerat sätt av vattenbindningen i bruket och stenarnas sugegenskaper, och det finns motstridiga åsikter om hur detta samband fungerar. Om man inte kan lösa detta problem fysikaliskt bör man fortsätta med att prova ut lämpliga murbruk till murstenssorter och -fabrikat.

3. PUTSAD SKALMUR

Om man vill ha en putsad och samtidigt välisolerad vägg är det naturligt att putsa en skalmur. Därvid uppstår ungefär samma frågor som för den oputsade skalmuren beträffande frostbeständighet, fuktbalans och luftspalt.

Vår långtidserfarenhet av puts på ytterväggar avser huvudsakligen väggar som vi numera betraktar som dåligt värmeisolerade. Det är

inte säkert att de gamla erfarenheterna är tillämpliga.

Putsforskningen bör därför fortsätta. En viktig fråga är därvid vilka egenskaper putsen får då den applicerats på väggen med moderna metoder, vilket behandlas av Sandin vid detta symposium.

Puts på skalmurar ger också utrymme för utveckling av nya typer av murstenar eller murblock som putsbärare.

Putsning kan också i nybyggeriet göras direkt på värmeisoleringen på samma sätt som vid tilläggsisolering.

4. TILLÄGGSISOLERING

Det är av många skäl oftast bättre att tilläggsisolera utvändigt än invändigt.

Vid invändig tilläggsisolering av gamla murverkshus får man stora köldbryggor genom bjälklags- och mellanväggsanslutningar, som medför att isoleringens effektivitet blir nedsatt, se A C Andersson 1979. Man kan också få problem med kondens i fönstersmygar och vid elektriska ledningar. Oftast måste man flytta radiatorerna och utrymma lägenheten för någon tid.

Utvändig tilläggsisolering är därför att föredraga. Men då återstår problemet vad man skall göra med t.ex. en vacker fasadtegelvägg.

För puts på utvändigt tilläggsisolering har utvecklats flera system i Sverige som studerats tämligen utförligt bl.a. i experimentbyggnadsprojekt. Dessa undersökningar är nu under slutrapportering, Elmarsson 1983 och 1984.

Genom dessa undersökningar har vi fått en ganska god uppfattning om rörelser i putskakan och hur man skall undvika sprickbildning och hur man skall utforma en del detaljer.

Den uppnådda energibesparingen har i stort sett följt tillämpliga teorier.

Beständigheten har däremot inte alls undersökts. Putskakan är normalt armerad med ett förzinkat trådnät. Även om zinkmängden är ganska stor i förhållande till stålmängden borde man undersöka beständigheten noggrannare, särskilt med hänsyn till de erfarenheter man fått av korrosion i armerad betong.

Även beständigheten av organisk puts på cellplastisolering kan ju ifrågasättas, men där förefaller underhållsåtgärderna vara enkla.

Brandskyddsaspekterna studeras f.n. i Sverige och dessa undersökningar är viktiga och måste slutföras.

För utvändigt tilläggsisolering som bekläds med skalmur uppstår ungefär samma problem som tidigare beskrivits för skalmurar. Vanligen har man ingen trävägg innanför isoleringen, varför man inte behöver vara så ängslig för höga relativa fuktigheter.

5. REPARATION, OMBYGGNAD, TILLBYGGNAD

Vid reparation av fasadtegelväggar finns många olösta problem.

Fogbruket behöver ofta repareras eller kompletteras efter några tiotal år. Oftast använder man mycket torrt fogbruk för att inte smutsa ned fasaden. Får man ingen vidhäftning (=nedsmutsning) på utsidan kan man inte heller påräkna vidhäftning inuti fogen. Hur skall man göra en omfogning så att den blir en del av muren och inte bara en kosmetisk effekt.

Eventuell armering har ibland korroderat och medfört färgändringar eller utsprängning av murbruket. Skall man ta bort armeringen och lägga in en ny och hur skall man bli säker på den framtida funktionen. Skall man kanske "räkna om" konstruktionen och konstatera att armeringen inte behövs?

Kramlor kan ibland saknas och ibland vara sönderrostade. Hur bär man sig åt för att sätta in nya kramlor.

Omputsning av fasader kan ofta innebära problem. Det viktigaste torde vara att bedöma den befintliga putsens tillstånd så att man kan avgöra vilken sorts ny puts man kan anbringa. Här skulle man behöva någon provningsmetod eller något verktyg för att kunna göra en objektiv bestämning.

Vid ombyggnader är det ofta aktuellt att kunna belasta en murad vägg mer än man gjort tidigare. Vilken hållfasthet kan man räkna med hos gammalt murverk?

En del av dessa frågor kommer att behandlas i Murverkshandboken, som håller på att utarbetas i Sverige.

LITTERATUR

Andersson, A-C, 1979. Invändig tilläggsisolering. (Institutionen för Byggnadsteknik, Tekniska Högskolan i Lund). Rapport TVBH-1001.

Bergström, U, 1984. Högisolerade konstruktioner aktualiserar fuktforskning. Byggmästaren, 2, p 27-29.

Elmarsson, B, 1983. Puts på tilläggsisolering. Serpockmetoden. (Institutionen för Byggnadsteknik, Tekniska Högskolan i Lund). Rapport TVBH-3010.

Elmarsson, B, 1984. Välisolerade putsade fasader. (Statens Råd för Byggnadsforskning). Under publicering.

Sandin, K, 1984. Putsade fasader, teori och praktisk erfarenhet. (Statens Råd för Byggnadsforskning). Under publicering.

RENOVERING AF BOLIGER I DANMARK.

Afdelingsleder Bjarne Lundt

I Danmark findes i dag ca. 2,2 mio egentlige boliger til landets ca. 5 mio indbyggere. Boligmassen fordeler sig, som følger:

	(1983)	%
Stuehuse	163.000	7
Parcelhuse	905.000	42
Række-, kæde- og dobbelthuse	183.000	8
Etageejendomme	894.000	41
Kollegieboliger	44.000	2
<u>Lejligheder ialt</u>	<u>2.189.000</u>	<u>100%</u>

60% af landets boligbestand (ca. 1,3 mio boliger) er bygget før 1960 og opført som traditionelt muret byggeri.

I 1982 vedtog Folketinget lov om byfornyelse og boligforbedring, hvori konkretiseredes den landspolitiske målsætning for eksisterende boliger. Af lovens § 3 fremgår således:

§ 3. En beboelsesejendom må for at være tidssvarende i det væsentlige opfylde følgende normer:

- 1) Bygningen skal i konstruktiv henseende være i forsvarlig stand. Dens tagdækning, vinduer, døre og øvrige facadedele skal være tætte og forsvarlige.
- 2) Bygningen skal uanset alder opfylde de krav, der er stillet i medfør af lov om brandsikring af ældre beboelsesbygninger m.v.
- 3) Bygningen skal have sædvanlige tidssvarende opvarningsmuligheder i overensstemmelse med varmforsyningsplanlægningen.
- 4) Bygningens energiforbrug skal være søgt begrænset gennem energibesparende foranstaltninger.
- 5) Facadebehandling og andre ydre vedligeholdelsesarbejder skal være foretaget under hensyntagen til opretholdelse eller forbedring af bygningens forhold til den omkringliggende bebyggelse og til lysforholdene på friarealet omkring bygningen.
- 6) Ejendommens ubebyggede arealer skal bl.a. gennem beplantning være gjort egnede til ophold.
- 7) Hver lejlighed skal indeholde mindst ét opholdsrum på normalt mindst 18 m² eller to opholdsrum af en rimelig størrelse. Lejlighedens gulv må ikke ligge under det omgivende terræn, medmindre

dette er tilladt efter reglerne i byggelovgivningen.

8) Hver lejlighed skal indeholde et køkken af en efter forholdene rimelig størrelse og kvalitet. Køkkenet skal normalt mindst være $6m^2$, når lejligheden har mere end ét beboelsesrum.

9) Hver lejlighed skal være forsynet med mindst ét wc med håndvask.

10) Hver lejlighed skal være forsynet med varmt vand og bad eller have mulighed for senere tilslutning hertil.

11) Der skal være tilfredsstillende ventilation og en forsvarlig lydisolering mellem de enkelte lejemål.

Ovenstående målsætning skal her sættes i forhold til standarden af den eksisterende boligbestand.

Udfra bolig- og bygeregisteret, der er baseret på oplysninger fra de enkelte ejendommers ejere, anslås, at ca. 32.000 boliger endnu ikke har selvstændigt toilet, at ca. 180.000 boliger har utidssvarende opvarmningsforhold og at ca. 330.000 boliger endnu ikke er forsynet med bademulighed.

Hertil kommer, at det overvejende antal boliger ikke er tilstrækkeligt isoleret. Efter vedtagelsen i 1981 af lov om begrænsning af energiforbruget i bygninger er der alene i boligsektoren investeret ca. 4 mia kr, hvoraf staten har ydet tilskud på ca. 1 mia kr. Der foreligger ikke i dag oplysninger om, hvor mange boliger, der endnu ikke er tilstrækkeligt isolerede, men det må antages at være et ganske betydeligt antal.

Også en række nye boligbebyggelser lever ikke op til normerne for en tidssvarende bolig. Alene vejtrafikken udsætter næsten halvdelen af den danske befolkning for et eksternt støjniveau på mere end 55 dB (A). Op mod 400.000 boliger med omkring 1 mio mennesker er således dagligt udsat for en støjbelastning på mere end 65 dB (A).

Der kan således konstateres et væsentligt behov for forbedring af den danske boligbestand i de kommende år. Den offentlige indsats vil i første omgang koncentrere sig om en forbedring af boligforholdene i de eksisterende byer gennem en øget sammenfattende, sektorkoordinerende planlægning. Den økonomiske afmatning, befolkningsstagnationen, stagnationen i boligforbruget og i an-

tallet af indenlandske vandringer har forskudt det offentlige interesse fra at være byudviklingsplanlægning mod at blive byfornyelsesplanlægning. Hertil kommer en række samfundsøkonomiske fordele ved en aktiv byfornyelse, der bl.a. medfører en begrænsning i landets import af byggematerialer samt en øget beskæftigelse i bygge- og anlægssektoren.

Endeligt har der i de seneste år kunnet konstateres en voldsomt stigende interesse blandt boligtagere for at flytte tilbage til de centrale byområder.

I lighed med andre vesteuropæiske lande har Danmark haft et højt nationalt renteniveau, høje oliepriser, statsgæld- og betalingsbalanceproblemer, samt en stadig mørkere beskæftigelsessituation. Også i Danmark har byggesektoren været særlig hårdt ramt.

I den følgende tabel er vist bruttoinvesteringerne i byggevirk-somhed i perioden 1978-82 (i 1975-priser):

Mill. kr.	1978	1979	1980	1981	1982
Nybyggeri m.v.	17.900	17.340	13.925	10.505	8.275
Renovering m.v.	6.860	6.880	7.250	7.240	6.930
Ialt	24.760	24.220	21.175	17.745	15.205

Bruttoinvesteringerne i byggevirk-somhed fordelte sig i 1982 med ca. 54% på nybyggeri og ca. 46% på renovering. Investeringer i renovering har holdt sig på et stabilt niveau. Dette skyldes, at investeringerne i energibesparende foranstaltninger i beboelsesbygninger har fået en stadig større rolle i de seneste år, ligesom den offentlige støtte til sanerings- og byfornyelsesformål har været betydelig. Målt i antal beskæftigede arbejdere og medarbejdende mestere ved byggevirk-somhed samt antallet af funktionærer faldt nybyggeriets andel i perioden 1978-82 fra 68.000 til 30.700 ansatte, hvorimod renoveringssektoren i samme periode fastholdt beskæftigelsesniveauet på 51.000 ansatte.

Den konstaterende omstilling i byggesektoren fra nybyggeri til renovering har dog givet en lang række udfordringer - og problemer - for byggeriets parter.

I 1970'erne er der i Danmark gennemført en planlovreform omhandlende centrale områder indenfor den fysiske planlægning. Det drejer sig bl.a. om lov om kommuneplanlægning, lov om byfornyelse- og boligforbedring og en ny byggelov. Gennem en væsentlig begrænsning af byggeretten i kjerne- og specielt i de centrale byområder - har man formindsket det privatøkonomiske incitament til mange nedrivninger og istedet opmuntret til renovering, ombygning og istandsættelse.

Ved planlægning af nybyggeri i de centrale bydele har begrænsningen af byggeretten samt den øgede interesse for bevaring af eksisterende bebyggelser givet en stor udfordring af æstetisk og funktionel karakter til arkitekter m.fl. De skal både søge indpasset ny bebyggelse til eksisterende, operere med væsentligt mindre dimensioner i nybyggeriet (d.v.s. ny produktion og anvendelse af præfabrikerede elementer, ofte kombineret med traditionelle byggemetoder) samt gennemføre nybyggeri indenfor snævre økonomiske rammer.

Ved renovering af bygninger er problemerne omend endnu større, idet erfaringerne med gennemførelse af sådanne komplekse opgaver kun er nået ud i begrænset omfang til de involverede parter. Her tænkes ikke blot på de tekniske erfaringer vedrørende konstruktionsløsninger, materialevalg, planløsninger og levetidsbetragtninger men også de økonomiske og sociale problemers løsning, der er forbundet med opgaven.

I betragtning af at der alene i Danmark skal investeres mindst 30 mia kr i byfornyelsen i det kommende årti må forskningsindsatsen i denne sektor betragtes som yderst beskedne. Det samme gælder erfaringsudvekslinger mellem byggeriets mange parter både på nationalt og internationalt plan.

Endeligt må forudsætningen for en øget aktivitet være, at lovgivningen tilpasses eller ny lovgivning tilvejebringes således, at de fysiske, økonomiske og sociale problemer begrænses i videre omfang end tilfældet er i dag.

På skandinavisk plan har der været en særlig interesse for den offentligt støttede sanerings- og byfornyelsesindsats i Danmark. I 1969 blev der vedtaget en ny saneringslov, hvor de vigtigste

initiativer til fremme af en bredere offentlig indsats var væsentligt forbedrede offentlige støttemuligheder i form af lån og tilskud, samt oprettelsen af saneringsselskaber. Saneringsselskaberne har til formål efter aftale med de enkelte kommuner at tilvejebringe og gennemføre saneringsplaner. Siden lovens tilvejebringelse er der blevet oprettet 2 landsdækkende saneringsselskaber, der begge er almennyttige. Særligt har Sanerings- og Byfornyelsesselskabet af 19.3.1970 s.m.b.a. siden oprettelsen for 14 år siden specialiseret sig i bevarende saneringer og som følge heraf opsamlet et ganske betydeligt erfaringsmateriale. Selskabets erfaringer bl.a. vedrørende organisering af planlægningen og gennemførelsen, information af kommune og berørte ejere og lejere, samt de tekniske, økonomiske og sociale erfaringer ved de enkelte byggeopgavers gennemførelse har tiltrukket sig en betydelig interesse, hvor selskabssanering efter dansk forbillede er en af de muligheder også andre lande kan forsøge ved gennemførelse af en bredere byfornyelse.

RENOVERING MED FASADSTEN OCH PUTS

Lars Ranäng

Sammanfattning

Föredraget tar upp några av de tekniska och ekonomiska problem och hänsynstaganden som fastighetsförvaltaren har att ta ställning till vid beslut om underhåll och renovering av fasader.

Innehåll

Sammanfattning

1. Nya krav i fastighetsförvaltning
2. Planering för olika underhållskrav
 - 2.1 Orsaker till fasadskador
 - 2.2 Analys före åtgärd
3. Ökat behov av hantverkskunnande
 - 3.1 Ny marknad för byggverksamhet
 - 3.2 Skiftande prisbild på mureriarbeten
4. Hänsynstaganden vid val av ersättningsmaterial
 - 4.1 Tilläggsisolering
 - 4.2 Höjande av fastighetens status

1. Nya krav i fastighetsförvaltning

Vid 1983 års Nordisk Byggdag på Island var temarubriken för mötet "Är Nordens bostadsmarknad mättad?" Svaret på frågan är naturligtvis nej. Men byggandet har minskat och i stor utsträckning ändrat karaktär. Vi är inte längre i behov av storproduktion av byggnader, men vi har en mycket stor uppgift i att bibehålla det byggnadsbestånd vi har genom underhåll och renovering.

Vår yrkeskår av kvalificerade tekniker inom all byggverksamhet har under lång tid varit så gott som helt inriktad på nyproduktion, medan förvaltning i stor utsträckning varit förbehållen kamerala krafter och allmänt administrativt kunnig personal. Först på senare år har de tekniska förvaltningsfrågorna kommit i fokus och då främst beroende på ändrade energiförutsättningar, snabba byggskadeförändringar, ett minskat nybyggande och ett ökat behov av byggnadsförnyelse.

2. Planering för olika underhållskrav

Vi har alla ett ansvar för den miljö vi genom olika byggnader skapat. Bakom varje byggnads tillkomst har legat en idé och ett mål. När vi således har anledning att på ett eller annat sätt planera för renoveringar, reparationer eller andra för byggnaden genomgripande insatser, är det vår skyldighet att först analysera ursprungsidén. Det får inte vara en nödvändighet att följa i samma spår, tiderna har förändrats, men vi skall känna ursprunget innan vi fattar beslut om förändringar. En byggnad har inte kommit till av en slump.



Bild 2a 40-talsbebyggelse utan fasadproblem.

En väl underhållen fasad är ofta tecken på en i övrigt välskött fastighet. Men underhållet får inte kosta hur mycket som helst, och vissa förändringar såsom sättningsskador, nedbrytningsprocesser mm, går inte att undvika med hjälp av underhåll. På lång sikt utsetts så gott som alla delar av klimatskärmen på en byggnad för någon typ av renovering.

Vi har genom åren betraktat stenfasaden, vare sig den är murad eller putsad, som den på lång sikt mest förvaltningsvänliga. Rätt utförd och med rätt underhåll ger den få om ens några problem. Det är vanligt vid en byggnadsrenovering att den murade fasaden lämnas orörd just på grund av sin goda beständighet och krävs renovering är den oftast mycket begränsad.



Bild 2b 80 år gammal fasad där endast tvättning varit av behovet vid byggnadens renovering.

2.1 Orsaker till fasadskador

De oundvikliga skador som ger upphov till renovering av fasader i sten eller puts är förhållandevis få. Tyvärr förorsakar vi själva merparten av skadorna. Oaktsamhet vid byggnadstillfället genom felaktigt utförande eller dålig underhållsbevakning av byggnadens olika delar är de vanligaste orsakerna till skador och fel.

Jag vill ta några exempel: Läckande stenfasader har till största delen sin upprinnelse i dåligt utfört murverk med ofyllda fogar, magert bruk eller bristande utrymme för termiska rörelser. Skadade putsfasader har ofta sin upprinnelse i läckande tak eller takanslutningar, dåliga putsbärare eller brister i anslutningar vid balkonger, fönsterbleck eller andra kringliggande byggdetaljer. Bevakade vi detta på ett omsorgsfullt sätt, skulle många fasadskador kunna undvikas.

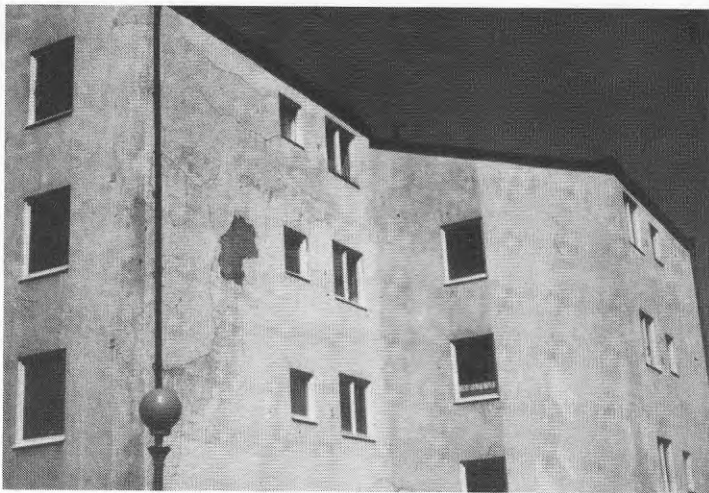


Bild 2.1 Underhålles inte taket blir fasaden så här.

2.2 Analys före åtgärd

Har skador uppstått i sådan omfattning att renovering är oundviklig, måste till varje pris skadeorsaken analyseras. Utan denna analys riskerar vi att efter renovering få tillbaka samma skada och arbetet blir o-gjort. Först när vi är klara med analysen tar vi ställning till vad vi skall göra med fasaden.

Att renovera en fasad är som regel en mycket kostbar insats. Arbetet är hantverksmässigt och tidskrävande. Det är dessutom väder- och temperaturberoende. Det går sällan att kombinera med andra åtgärder, såvida inte totalrenovering av hela fastigheten sker. Hänsyn måste också tas till huruvida fastigheten är i bruk under renoveringstiden eller inte.

Slutligen är starkt avgörande faktor: Vilken finansieringsform för renoveringsarbetet finns att tillgå och hur kommer denna att slå på framtida årskostnader?

Byggnadens klimatskärm är dess mest betydelsefulla del. Fungerar inte den, riskeras hela husets beständighet. Det är därför av största vikt att ett omsorgsfullt arbete lägges på fasadens utformning och dess olika detaljer. Vi lever i ett för byggnadsbeständighet hårt klimat. För den skull måste vi säkerställa oss med garanterat goda lösningar och ett hantverksmässigt väl utfört arbete.

3. Ökat behov av hantverksskunnande

Genom den kraftigt minskade nyproduktionen i Sverige har byggnadsarbetarekåren uttunnats. Det börjar bli ont om goda fackmän för betydelsefulla arbeten. Efter det att muraryrket varit inne i något av en vågdal, är det åter på väg mot ökad sysselsättning och därmed krav på god kompetens. En dåligt utförd puts- eller fasadstensvägg är sämre än det mesta av annat

material. Det är således av yttersta vikt att vi värnar om murarkåren och tillser att rekrytering och utbildning upprätthålles vid en hög nivå.

3.1 Ny marknad för byggverksamhet

Det på senare år ökade behovet av fasadrenoveringar och tilläggsisoleringar kommer ytterligare att trappas upp. Med påtryckning från statsmakterna om energisparverksamhet och hjälp med upprustningsfinansiering är vi bara i början på en omfattande byggverksamhet bl a avseende våra fasader.



Bild 3.1 En stor del av framtida mur- och putsarbeten kommer att ske på befintlig bebyggelse.

3.2 Skiftande prisbild på mureriarbeten

På entreprenadsidan har man problem med tillgång på yrkeskunnig arbetskraft och bristsituationen pressar upp prisnivån på ett sätt som gör puts- och murstensfasader mindre konkurrenskraftiga. Prisbilden är mycket skiftande inom landet och kalkyler för en region kan inte direkt överföras till arbeten i en annan region. Det arbete vi får utfört i Småland för 400:-/m² kan i Göteborg kosta 500:-/m² och i Stockholm 550:-/m².

4. Hänsynstaganden vid val av ersättningsmaterial

Fastighetsägaren eller förvaltaren har många hänsyn och detaljer att väva samman innan renoveringsplanerna fastställs. Han är dessutom skyldig att driva affärs- mässig verksamhet på så sätt att fastighetsekonomiska krav efterlevs. Det är närmast med avseende på det senare som inte alltid puts- eller murfasader ersättes med ny puts eller nytt murverk. Investeringskostnaderna är lägre för andra material och vi kan endast spekulera i eventuella framtida underhållskostnader.

Jag vill fortfarande påstå att på lång sikt är oskadade puts- och fasadstensväggar det mest ekonomiska alternativet, men alla har inte råd att se byggnadens ekonomi 25-30 år fram i tiden. Det kan inte alltid vara fel och inte heller fullt att ersätta en skadad sten- eller putsfasad med annat material. Men det är fel att inte medvetet lägga ner omsorg i utformningen då man exempelvis går över till plåt eller skivmaterial av skilda slag.



Bild 4 Flertalet putsfasader behöver kontinuerlig översyn. Ofta räcker det med ansiktslyftning genom omfärgning.

4.1 Tilläggsisolering

På senare år har fasadrenovering ofta kombinerats med tilläggsisolering. Detta ger oftast en god ekonomisk draghjälp, då vinsterna genom energibesparing som regel är betydligt större än den merkostnad isoleringen innebär.

Jag skall inte här gå närmare in på frågor som rör tilläggsisolering då ett särskilt avsnitt under symposiet avser detta. Men genom det nytänkande som blivit resultatet av tilläggsisoleringar har också i viss mån nya marknader för puts och fasadsten öppnat sig. Under 1950- och 60-talet byggdes i Norden ett stort antal byggnader med asbestcementplattor som fasadskikt. I större koncentrationer i stadsbebyggelse blev dessa snart ett problem. Miljön var ofta torftig och plattorna utsattes för ständigt bräckage. Sedan några år är asbestcementplattor inte längre tillåtet att arbeta med i Sverige. Detta innebär stora underhållsproblem där dessa plattor finns. Fastigheterna är ofta dåligt isolerade och i behov av tilläggsisolering.

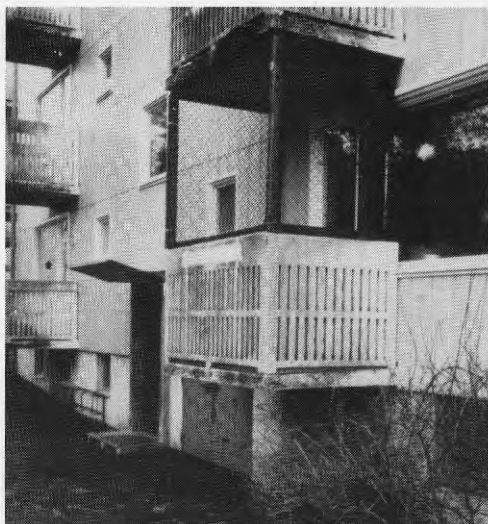


Bild 4.1 Exempel på fasad med stort framtida renoveringsbehov. Asbestcementplattor bytes mot nytt fasadskikt.

4.2 Höjande av fasadens status

Miljön i ett bostadsområde är inte enbart buskar, vägar och planteringar. Det är i högsta grad också de byggnader som finns i området. Det är kanske här extra viktigt att ge byggnaderna en ny status. Att för de boende höja värdet på området och inte se det som en självklarhet att en tidigare billig lösning måste ersättas med en annan för tillfället billigaste lösning.

Som förvaltare uppskattar vi puts- och fasadstensväggar. De ger ett gediget intryck och rätt skötta ger de en god underhållsekonomi och ringa problem.

HEDEBYGADE" - ET BOLIGFORBEDRINGSPROJEKT MED EN STOR
DETALJERINGSGRAD.

Eigil Vestergaard.

Sammenfatning:

Formålet med projektet er at gennemføre en beboerorienteret projektprocedure for et boligforbedringsprojekt i en privatejet ejendom, at gennemprøve anvendelsen af de af Byggeriets Planlægningsystem udarbejdede renoveringsdetaljer samt at undersøge hvor stor en procentdel ikke-faglært arbejdskraft der kan anvendes ved genopretnings- og moderniseringsopgaver, hvis arbejdet tilrettelægges med henblik herpå.

Indhold:

Sammenfatning

A. Indledning

B. Formål

C. Program

D. Informations- og beboerforhold

E. Detailprojektering, entrering og udførelse

F. Udgiftsoversigt

Bilag 1	Situationsplan
- 2	Eksisterende indretning
- 3	Beboerundersøgelse
- 4	Beboerundersøgelse
- 5	Aldersfordeling
- 6	Genopretning af ejendom
- 7	Gårdforbedring
- 8	Energibesparelse
- 9	Lejlighedsindretning
- 10	Lejlighed med brusebad
- 11	Værelse med brusekabine og håndvask
- 12	Lejlighed med baderum
- 13	Sammenlagt lejlighed, type D
- 14	- - - E
- 15	BPS-detailblad

Bilag 16	BPS-detailblad
- 17	Byfornyelsesforsøgsprojekt Hedebygade.

Indledning.

Forsøgsprojektet omfatter genopretning og forbedring af 5-etages ejendom med 40 lejemål fordelt på 4 opgange. På grundlag af en i 1977/78 af Københavns Murerlaug udarbejdet "Vejledning i Bygningsreovering" har laugene på ejernes vegne og med støtte fra Byggeriets Udviklingsråd iværksat de indledende faser af et byfornyelsesforsøgsprojekt i en privatejet ejendom beliggende i Hedebygade i København.

På baggrund af den i byfornyelsesloven indeholdte bestemmelse om beboernes medbestemmelsesret ved boligforbedringer, har de indledende faser af forsøgsprojektet omfattet beboerorientering og - interviews for dermed at få fastslået i hvor stort omfang, beboerne i ejendommen i Hedebygade ønsker at deltage i forbedringerne, samt for at få præcisere på hvilket kvalitetsniveau de ønsker forbedringerne skal ligge.

B. Formålet med projektet er:

- B.1. at gennemføre en beboerorienteret projektprocedure i en privatejet ejendom.
- B.2. at gennemprøve anvendelsen af de af Byggeriets Planlægningsystem udarbejdede reoveringsdetaljer samt
- B.3. at undersøge hvor stor en procentdel ikke-faglært arbejdskraft der kan anvendes ved genopretnings- og moderniseringsopgaver, hvis arbejdet tilrettelægges med henblik herpå.

B.1. Ejendommen i Hedebygade repræsenterer en bygningsform der i sin indretning og vedligeholdelsesstand er typisk for en stor del af de ejendomme, der forventes istandsat som følge af vedtagelsen af byfornyelsesloven.

I den forbindelse vil der ved projektgennemførelsen blive lagt vægt på samarbejds- og orienteringsformen overfor beboerne, således at disses ønsker kan komme til udtryk og indarbejdes i projektet.

Da en betydelig del af lejlighederne er beboet under om-

bygningsprocessen, vil det endvidere være af betydning af få gennemprøvet boligforbedringen under sådanne betingelser, idet det må forventes, at en byggeproces i en beboet ejendom vil fremkalde problemer af en anden art end ved normalt forekommende byggeopgaver.

- B.2. Ved gennemførelsen af projektet vil BPS-typetegningerne blive anvendt som en del af projektmateriale, for derigennem at indhøste erfaringer ved anvendelse af disse løsningsprincipper samt evt. at bidrage med forslag til ændringer af uhensigtsmæssige løsninger og anvisninger.

- B.3. Ved arbejdstilrettelægnings vil det blive tilstræbt at anvende ufaglært arbejdskraft ved alle demonterings- og transportarbejder samt ved montering af færdigproducerede bygningsdele. Dog vil faggrænserne mellem de enkelte fag sætte snævre grænser for omfanget af dette arbejde.

C. Program.

C.1. Registrering. -----

Ejendommen i Hedebygade er beliggende på Vesterbro i København i et kvarter bestående af tætliggende 5-6 etagers boligejendomme fra omkring århundredskiftet, med enkelte industrivirksomheder imellem. (Se vedlagte bilag 1).

Kareen er bebygget med forhus og baghus, og baggårdene er små med dårlige lysforhold. Gården i ejendommen nr. 16 til 18 har dog et fortrin, idet det ene sideskel vender mod en industrigrund, hvor bebyggelsen er lavere end normalt, hvilket forbedrer lysforholdene.

Ejendommen er opført år 1900 og er i 5 etager med kælder og tagrum, den består af 4 opgange med ialt 40 lejemål, hvoraf de 36 er beboelseslejemål.

(Se vedlagte bilag 2).

Der er ikke foretaget gennemgribende ændringer eller fornyelse i den periode bygningen har stået, bortset fra at der er installeret toiletter i tiden omkring 1. verdenskrig, samt at den oprindelige kakkellovns-opvarmning er blevet erstattet af gasradiatorer ved vinduerne.

Af de 40 lejemål er de 8 lejemål 3-værelses lejligheder på fra 79 til 84 m², de 28 lejemål 2-værelses lejligheder på fra 51 til 54 m² og de resterende 4 lejemål butiktlejemål.

Hver lejlighed har adgang til 2 trætrapper og fællesarealerne omfatter tørreloft, cyklerum, vaske- rum, barnevognsrum og pulterum.

Arealer for ejendommen udgør:

Grundareal	971 m ²
Bebygget areal	535 m ²
Boligareal	2076 m ²
Butiksareal	264 m ²
Garage & værksted	41 m ²

Gårdarealet er snævert med et mindre skur, der anvendes til erhverv. Gården er belagt med asfalt og der forefindes intet haveanlæg eller nogen form for legemulighed.

Ejendommens vedligeholdelsesstand er middel god med de største svagheder omkring vinduer, bitrappelægninger i gården samt taget.

I de enkelte lejligheder er vedligeholdelsesstanden meget forskellig, idet der i nogle lejligheder intet er foretaget, medens der i andre er foretaget en del forbedringer, f. eks. installation af nyt køkken m.m.

C.2. Beboerundersøgelse.

Orienteringsmøde:

Beboerinformationen tog sin begyndelse med en invitation til alle 40 lejere om at deltage i et fælles beboermøde, hvor der ville blive orienteret om principperne i byfornyelsesloven med henblik på en bolig-

forbedring af Hedebygade 16-18. Det blev i invitationen stærkt understreget, at der ikke ville blive igangsat noget arbejde, før hver enkelt lejer nøje havde sat sig ind i projektet og derefter havde taget stilling til i hvilket omfang man ønskede at deltage. (Se bilag 3., 4. og 5).

Endvidere blev det i invitationen oplyst, at beboermødet ville blive fulgt op af et besøg hos hver enkelt lejer, hvor der ville blive redegjort for alle enkeltheder i forbindelse med projektet og hvor lejerne kunne fremkomme med ønsker om omfanget og kvaliteten af boligforbedringsprojekt samt fremkomme med supplerende forslag.

Ved beboermødet var 25 lejere repræsenteret og efter orienteringen om byfornyelsesloven, blev de i bilag 9-12 viste forslag gennemgået og hver lejer modtog en folder med alle forslagene, til nøjere studium, således at de havde mulighed for bedre at vurdere mulighederne, inden interview-fasen begyndte.

Beboerinterview:

Ved interview-møderne blev der anvendt det i bilag 3 viste skemaer, der indeholder oplysninger om alder, beskæftigelse, tidspunkt for lejermålets indgåelse, huslejens størrelse, udgifter til gas og el, max-leje der kan betales, lejlighedens stand samt eventuelle ønsker.

Konklusion:

Efter den nu gennemførte beboerinformation med møder og interviews kan det konstateres, at forbedringsforslaget har fået en god modtagelse i ejendommen. Forudsætningen for den gode modtagelse kan tilskrives den positive holdning, der har været blandt beboerne til at medvirke ved gennemdrøftelse af sagen og ved den interesse de har udvist ved bl. a. at fremkomme med egne forslag til indretning af lejlighederne.

C.3. Projekt.

Grundlaget for udarbejdelse af det fremtidige projekt er de ønsker der er fremkommet ved den foran beskrevne beboerundersøgelse.

Projektet omfatter en genopretning og forbedring af ejendommen i henhold til de ønsker beboerne er fremkommet med på baggrund af det materiale, der blev forelagt dem ved beboerundersøgelsen. Af undersøgelsen fremgår det at 35 af de 40 lejere ønsker følgende 6 punkter udført.

- C.3.a. Genopretning af ejendommen, idet taget eftergås og repareres, inddækninger udskiftes, skorstenspiber og gesimser repareres, vinduer eftergås, repareres og males, og bitrapper rettes op, pudses og males. (bilag 6).
- C.3.b. Gårdforbedring bestående af nedrivning af den eksisterende garage- og værkstedsbygning, etablering af legeareal og tørreplads samt reparation af asfaltbelægningen. (bilag 7).
- C.3.c. Energibesparende foranstaltning, hvor etageadskillelser mod loftsrum og kælder samt brystninger isoleres. (bilag 8).
- C.3.d. Brandsikring i henhold til gældende bestemmelser for ejendomme opført før år 1900.
- C.3.e. Nyt centralvarmeanlæg med varmtvandsforsyning. Anlægget udføres med en nyindrettet fjernvarmecentral i kælder og nyt fordelingssystem med radiatorer. Der regnes med varmt brugsvand i køkken og baderum.
- C.3.f. Fællesantenneanlæg.
- C.3.g. Derudover ønsker 16 lejere desuden en eller anden form for bademulighed, hvis udformning stærkt af-

hænger af den huslejestigning foranstaltningen vil medføre. Af de økonomiske beregninger fremgår det, at der er mulighed for at udføre nyt baderum i lejligheden indenfor de huslejestigninger beboerne mener at kunne betale. Da der endvidere i henhold til beboerundersøgelsen foregår en fraflytning på ca. 10% om året og der i disse lejligheder vil være mulighed for at installere baderum, såfremt dette ikke allerede er sket, planlægges der derfor med at udføre

nyt baderum i de to-værelses lejligheder som vist på bilag 9-12). Der regnes med i denne type at bibeholde det eksisterende toilet, der istandsættes med ny toiletkumme, ny gulvbelægning og nymaling og i baderummet at installere bruser og håndvask. Udstyr i baderummet omfatter desuden gulv af stiftmosaik og vægge beklædt med fliser til dørhøjde. Rummet forsynes endvidere med centralventilation. I de tre-værelses lejligheder planlægges med et baderum som vist på bilag III og iøvrigt med udstyr som i de to-værelses lejligheder.

- C.3.h. Med hensyn til ny køkkenindretning gør de samme betragtninger sig gældende som ved baderummene, idet det også for køkkenindretningen er helt afgørende for beboerne, hvilke huslejestigninger en nyindretning vil medføre. Da det af beboerundersøgelsens økonomiopstilling fremgår, at det også vil være muligt at få udført ny køkkenindretning indenfor den af beboerne angivne mulige huslejestigning planlægges der med

nyt køkkeninventar omfattende egetræsfinerede over- og underskabe, nyt køkkenbord med ny rustfri stål-vask, nyt elkomfur med emhætte. Endvidere udføres ny gulvbelægning, nye lofter og nymaling.

I forbindelse med de omtalte forbedringer vil det være nødvendigt at udføre

- C.3.i. ny el-installation i lejlighederne.

C.3.k. Da der blandt beboerne har vist sig nogen interesse for større lejligheder, planlægges der med, som et alternativ til den eksisterende indretning af ejendommen med toværelses- og treværelses lejligheder, at udføre enkelte

Lejlighedssammenlægninger af toværelses lejligheder. Sammenlægningen udføres som vist på bilag 13 og 14.

Det ene køkken nedlægges og indrettes istedet til baderum og garderobe og det andet køkken fornyes med nyt inventar og væggen mod naboværelset nedrives og der indrettes alrum med åben forbindelse til køkkenet. Den resterende del af lejligheden forbliver uændret.

D. Informations- og beboerforhold.

I fortsættelse af den allerede stedfundne beboerinformation vil den fremtidige information og kommunikation med beboerne bestå i følgende:

D.1. Information under projektering.

D.1.a. Orienteringsmøde med alle beboerne, hvor der redegøres for resultatet af den foretagne beboerundersøgelse samt oplyses, om konsekvenserne for huslejestigningerne i forbindelse med den foreslåede genopretning og forbedring af ejendommen.

Endvidere redegøres nærmere om vilkårene for indexfinansieringen, således at konsekvenserne for de fremtidige stigninger bliver klarlagt.

Ved det tidligere stedfundne orienteringsmøde blev ejendommens overgang til andelsboliger drøftet. Tilbudet vandt ikke større genklang hos beboerne på det daværende grundlag, men problemet vil blive genoptaget til drøftelse ved dette møde, således at beboerne bliver fuldt orienteret, inden der skal tages endelig stilling.

Efter orienteringsmødet afholdes der en ny runde med

D.1.b. Beboerinterview med de enkelte beboere, således at disses ønsker om omfanget af forbedringerne og eventuelle ændringsforslag kommer klart til udtryk.

På grundlag af de herefter indkomne oplysninger udarbejdes projektmaterialet, der forelægges ved

D.1.c. Fortløbende orienteringsmøder, således at sagsforløbet kan belyses for beboerne i de forskellige stadier og således at eventuelle ændringer kan diskuteres.

Disse møder afsluttes ved forprojektets færdiggørelse, idet der ikke kan ændres i projektet efter dette tidspunkt.

D.1.d. Økonomiorientering.

Efter fastlæggelse af den endelige ombygningspris udregnet på basis af licitationsresultaterne, forelægges priser og de deraf afledte huslejestigninger for beboerne til endelig godkendelse.

D.2. Information under byggeriet.

Projektlederen fra arbejdsgruppen vil være leder af de foran omtalte orienteringsmøder og vil derefter ved sagens videre forløb stå for den

D.2.a. Almene orientering til beboerne, der omfatter de ved byggesagens gennemførelse påkrævede oplysninger om byggeriets aktiviteter samt om adgangsmuligheder til lejlighederne m.m.

Projektlederen vil endvidere være beboernes

D.2.b. Kontaktperson til hvem beboerne dagligt kan rette henvendelse om opståede problemer og tvivlsspørgsmål. Da det er en forudsætning ved gennemførelsen af projektet, at beboerne kan blive boende under sagsforløbet og da forbedringsarbejderne vedrørende baderum og køkken vil gribe væsentlig ind i beboernes dagligdag, er den daglige kontakt meget betydningsfuld. Derfor etableres der ved byggeriets start et

D.2.c. Oplysningskontor med fast kontortid, således at de opståede problemer hurtigt løses, og spørgsmål af mere overordnet karakter hurtigt formidles til styre- og følgegrupper.

E. Detailprojektering, entrering og udførelse.

I samarbejde med beboerne og på grundlag af orienteringsmaterialet udføres

E.1. Projektforslag der beskriver indretning af etagerne med oplysning om materialevalg og installationsprincipper.

Efter projektforslagets godkendelse udføres

E.2. Forprojekt der danner grundlag for myndighedsbehandlingen. Når forprojektet er godkendt betragtes udformningen som endelig fastlagt, og der kan ikke foretages ændringer efter dette tidspunkt. Sideløbende med myndighedsbehandlingen udføres

E.3. Hovedprojekt der danner grundlag for prisindhentningen og kontraheringen med entreprenørerne.

Som udbudsform vælges

E.4. Hovedentreprise idet denne udbudsform giver en forenklet kommunikation og god styring af arbejdsprocessen.

F. Udgiftsoversigt.

På grundlag af det i afsnit beskrevne forbedringsniveau er følgende prisoverslag udarbejdet.

Prisniveau: 01.04.1984 incl. 22 % moms.

<u>Byfornyelsesudgifter</u>	<u>kr.</u>	<u>kr.</u>
F.1.a. Erstatninger og flyttegodtgørelse		35.000
F.1.b. Driftstab incl. renteudgifter		100.000
F.1.c. Administration og planlægning		80.000

F.1.d. Særlige forsøgsudgifter

a. Registrering og styring	105.000	
b. Beboersamarbejde	70.000	
c. Lejetab p.g.a.forsøg	20.000	
d. Undersøgelse af særlige tekniske spørgsmål	25.000	
e. Rapport og offentliggørelse	<u>135.000</u>	
Ialt	355.000	<u>355.000</u>
Byfornyelsesudgifter ialt		<u>570.000</u> =====

F.2. Ombygningsudgifter

F.2.a. Genopretning

a. Håndværkerudgift	1.565.000	
b. Teknikerhonorar	235.000	
c. Byggelånsrenter	<u>160.000</u>	
	1.960.000	1.960.000

F.2.b. Forbedring

a. Håndværkerudgift	4.517.000	
b. Teknikerhonorar	678.000	
c. Byggelånsrenter	<u>440.000</u>	
	5.635.000	<u>5.635.000</u>
Ombygningsudgifter ialt		<u>7.595.000</u> =====

F.1.a. Erstatninger og flyttegodtgørelse.

Beløbet anvendes til dækning af udgifter i forbindelse med eventuelle flytning af beboere, der ønsker anden lejlighed samt til udbedring af skader der opstår på grund af forsøgsprojektet.

F.1.b. Driftstab incl. renter.

I forbindelse med istandsættelsen og ved sammenlægning af lejligheder vil der opstå perioder

uden mulighed for lejeindtægt for en del af lejemålene.

F.1.c. Administration og planlægning.

Udgift til administrators planlægning og administration under sagsforløbet.

F.1.d. Særlige forsøgsudgifter.

a. Registrering og styring.

Udgift i forbindelse med den løbende registrering af sagsforløbet samt til den ekstraordinære styring af forsøgsprojektet.

b. Beboersamarbejdet.

Udgifter til afholdelse af møder og anden kommunikation med beboerne.

c. Lejetab p.g.a. forsøg.

Tab i lejeindtægt i forbindelse med ønsker om særlige undersøgelser, der kan afføde midlertidig fraflytning.

d. Undersøgelse af særlige tekniske spørgsmål.

Udgifter i forbindelse med løsning af specielle problemer, f. eks. til honorering af indkaldte specialister.

e. Rapport og offentliggørelse.

Ved sagens afslutning udarbejdes rapport med beskrivelse af sagsforløbet. Rapport offentliggøres.

F.2.a.b. a. Håndværkerudgifter.

De i nærværende udgiftsoversigt angivne håndværksudgift er fremkommet som resultat af en intern licitation afholdt i Københavns Murerlaug i forbindelse med udarbejdelsen af "Vejledning i Bygningsrenovering". Priserne er derefter blevet reguleret på basis af byggeinddekset for etageejendomme, og tillagt 10 % i

uforudseelige udgifter.

Håndværksudgifterne er herefter pr. 01.04.1984.

incl. 22 % moms følgende

Bygningsopretning

genopretning	kr. 1.480.000	631 kr/m ²
Ny el-installation 50 %	- 85.000	36 -
Ialt	kr. 1.565.000	667 kr/m ²
	=====	=====

Byggeforbedring

Køkken	kr. 1.468.000	626 kr/m ²
Baderum	kr. 1.324.000	565 -
Centralvarme	kr. 1.060.000	452 -
Energibesparende for- anst.	kr. 230.000	98 -
Brandsikring	kr. 175.000	75 -
Fællesantenne	kr. 75.000	32 -
Gårdforbedring	kr. 65.000	28 -
Ny el-installation	kr. 85.000	36 -
Basisinstallationer	Kr. 35.000	15 -
Ialt	kr. 4.517.000	1.927 -
	=====	=====

b. Teknikerhonorar.

Som normalt teknikerhonorar er ansat 15 %, ekstra ydelser i forbindelse med forsøgsprojektet er afsat under særlige forsøgsudgifter.

c. Byggelånsrenter.

Der er regnet med 15 % renter af ca. kr. 7.595.000 over 12 mdr. stigende jævnt fra kr. 0 til maksimum.

F.3. Kapitalbehov

Under forudsætning af at byfornyelseslovens bestemmelser om indexfinansiering bringes i anvendelse vil rentebidraget og afdragsbidraget det første år blive følgende

	Kapitalbehov	Rente 2,5%	Afdrag 4,8 %
Genopretning	1.960.000	49.000	94.080
Forbedring	5.635.000	140.875	270.480
Ialt	7.595.000	189.875	

F.3.a. Kapitalbehovet på kr. 7.595.000 dækkes af lån via kreditforeningsinstitutioner fuldt ud.

De i udgiftsoversigten nævnte byfornyelsesudgifter på kr. 570.000 forudsættes dækket som saneringstab.

F.3.b. rentebidraget på kr. 189.875 afholdes af kommunen, men refunderes fuldt ud af staten.

F.3.c. Afdragsbidraget af genopretningen på kr. 94.080 afholdes af kommunen, men refunderes for 50 % vedkommende af staten.

Afdragsbidraget af forbedringerne på kr. 270.480 pålignes lejerne.

F.4. Huslejberegning

På grundlag af de i økonomiopstillingen angivne forudsætninger er der i det følgende foretaget huslejberegning for en to-værelses lejlighed på 51 m² og en tre-værelses lejlighed på 84 m².

F.4.a. To-værelses lejlighed 51 m²

a. Kapitalbehov

Genopretning	kr. 49.223,00
Forbedring	kr. 146.630,00

b. Lejeforhøjelse

Afdragsbidrag 4,8 % af 146.630	kr. 7.038,00
Afskr. centralvarme 4,88 % af anlægssum	kr. 1.130,00
Varmeudgifter	kr. 600,00
Fællesantenne, drift, afskr.	kr. 210,00

Ialt lejeforhøjelse	kr. 8.978,00
	=====
Lejeforhøjelse pr. mdr.	kr. 748,00
c. Leje pr. 01.05. 1984	
Pr. år	kr. 8.600,00
Pr. mdr.	kr. 717,00
d. Leje efter forbedring	
pr. år	kr. 17.578,00
	=====
pr. mdr.	kr. 1.465,00
	=====
F.4.b. Tre-værelses lejlighed på 84 m ²	
a. Kapitalbehov	
Genopretning	kr. 49.223,00
Forbedring	- 168.116,00
b. Lejeforhøjelse	
Afdragsbidrag 4,8 % af 168.116	- 8.069,00
Afskr. centralvarme 4,88 %	- 1.863,00
Varmeudgifter	- 900,00
Fællesantenne, drift. afskr.	- 210,00
Ialt lejeforhøjelse	kr. 11.042,00
	=====
Lejeforhøjelse pr. mdr.	kr. 920,00
c. Leje pr. 01.05.1984	
pr. år	kr. 13.150,00
pr. mdr.	- 1.096,00

d. Leje efter forbedring

pr. år kr. 24.192,00

pr. mdr. kr. 2.016,00

De i denne huslejberegning angivne huslejer efter fornyelse svarer stort set til de huslejer, beboerne er indstillet på at betale fremover, idet de fleste har givet udtryk for at være villige til at betale mellem kr. 1.200 til kr. 1.800 pr. mdr.

G. Rapport.

Efter forsøgets afslutning udarbejdes rapport om de indhøstede erfaringer. Rapporten vil indeholde beskrivelse af:

G.1. Eksisterende forhold

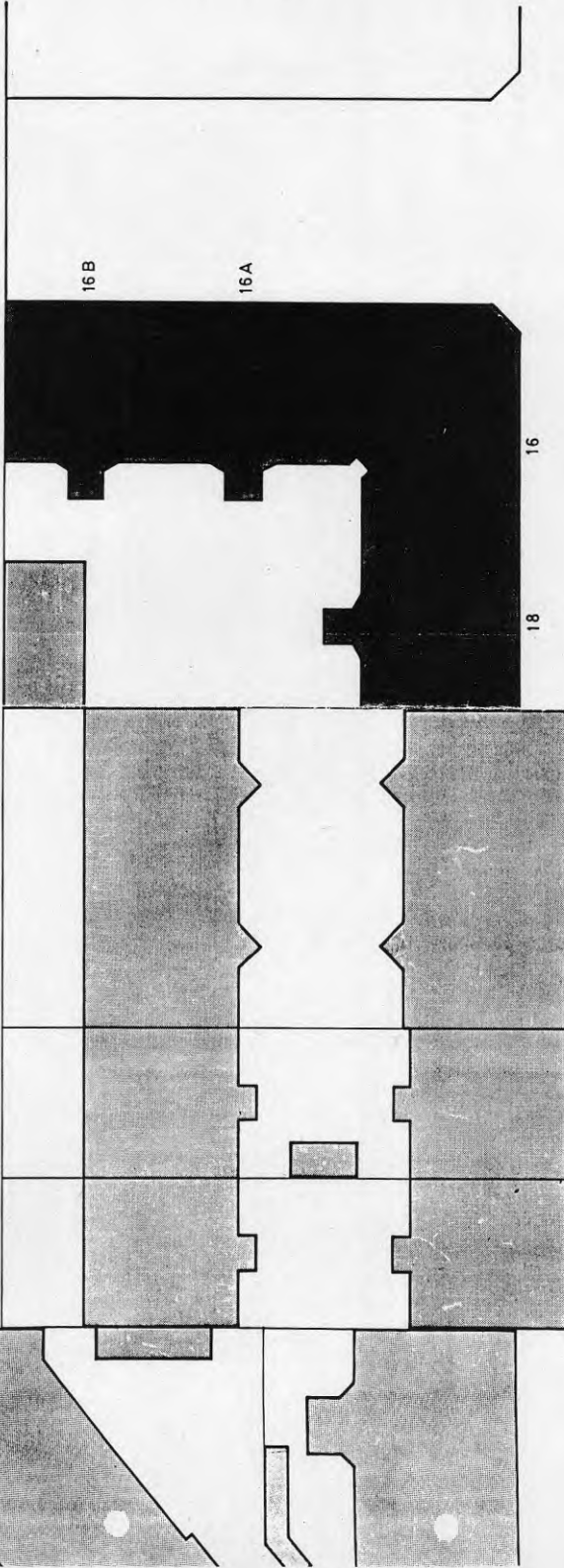
1. Tekst, tegninger og fotografier af den eksisterende ejendom.
2. Beboerundersøgelsen af 25. november 1982.

G.1.2. Projektet til genopretning og forbedring.

1. Beskrivelse af projektets tilblivelse i samarbejde med beboerne bilagt etageplaner af det endelige projekt.
2. Beskrivelse af kvalitetsniveau for forbedringen med angivelse af anlægsudgifterne for de enkelte arbejder og en oversigt over de fremtidige huslejer.

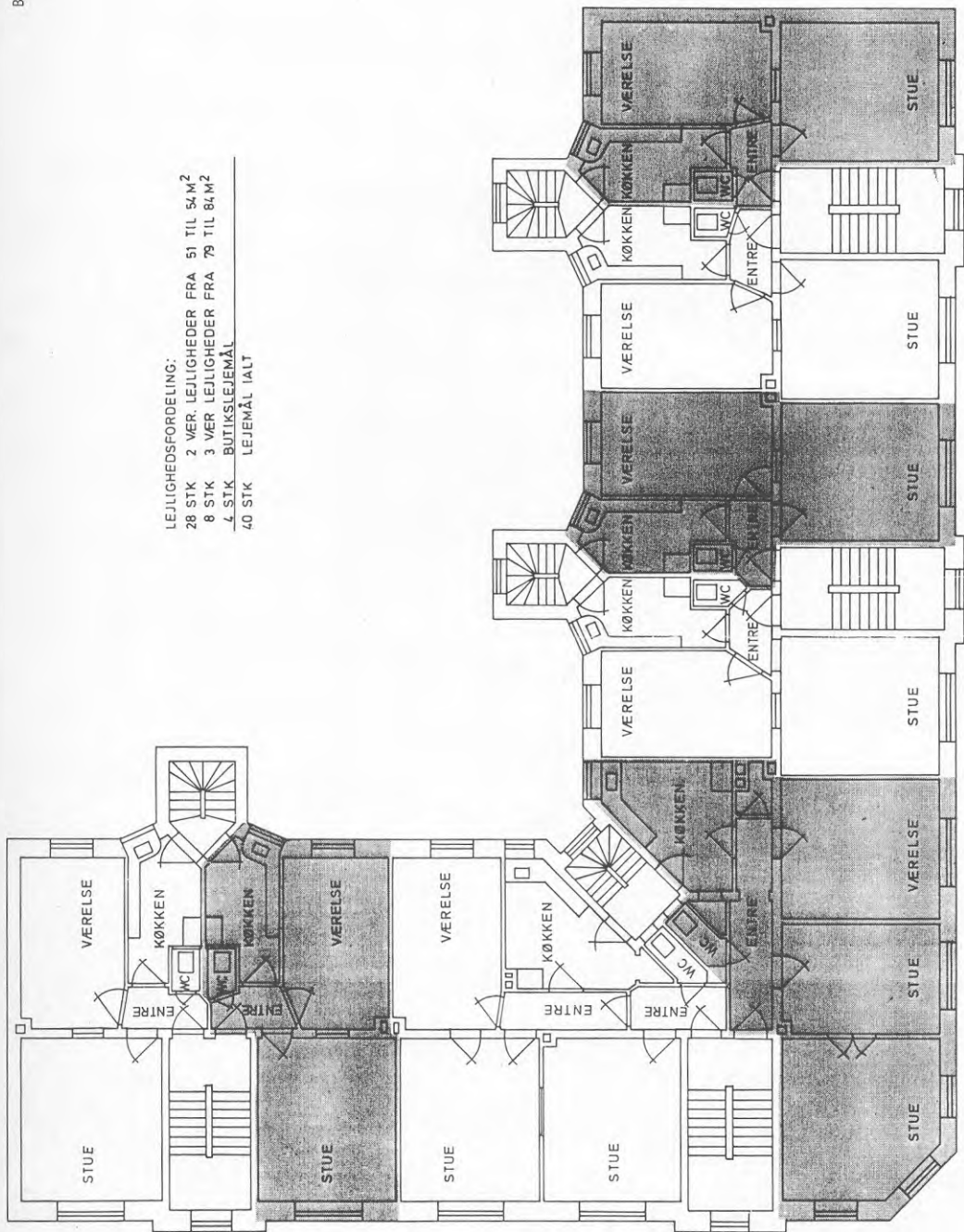


INDUSTRIOMRÅDE



HEDEBYGADE

LEJLIGHEDSFORDELING:
 28 STK 2 VÆR. LEJLIGHEDER FRA 51 TIL 54, M²
 8 STK 3 VÆR. LEJLIGHEDER FRA 79 TIL 84, M²
 4 STK BUTIKSLEJEMÅL
 40 STK LEJEMÅL I ALT



Nr

Adresse Hedebygade

Navn

Alder 49

Antal beboere (alder) 1

Lejekontrakt fra 1-6-73

Beskæftigelse chauffør

Leje idag årlig: 10.008 månedlig: 834

Årlige udgifter til varme

Gas 10.000

El

Max leje der kan betales: 15 - 1800

Lejlighedens stand: køkken 1

toilet 1

værelser 1

entré 1

Har brusekabine

Ønsker: centralvarme

BILAG 4.

1 Lejlighed nr.	2 Føl- teje	3 Føl gas & el	4 Kv. betale	5 Vil deltage med			6 Vil evt. deltage	7 Vil ikke deltage	8 Vil flytte	9 Nvere: de stand Køkket Toilet	Bemærkninger
				A	B	C					
Etiværv 01											
02											Bnker centralvarme
3 vart. 03	834	830	1.800	X					1	1	Bnker centralvarme
04	898	830	1.800	X	X				2	2	Hår brusekabine
05	834	580	1.500	X	X				2	2	
06	898	750	1.800	X	X				2	2	Glid for gas
07	834	750	1.000	X			X		2	2	Hår bad og håndvask
08	900	666	1.800	X					1	1	Hår bad
09	988	1.000	1.500	X					1	2	
10	899		1.200	X					2	2	
2 vart. 11	552	580	1.500	X	X				3	3	
12	553		1.800	X	X				3	2	
13	553	500	1.000					X	1	1	
14											På hospitalet
15	552	750	1.000	X					1	2	Hår brusekabine og håndvask
16	594	680	1.200	X					2	2	
17	553	166					X		2	2	
18	594	750	1.500	X	X				3	2	Bnker køkken og vaskesæmnelagt
19	553	540	1.500	X	X				2	2	
20	553	300	1.000	X					3	2	
21	553	915	1.800	X	X				3	2	
22	587		1.800	X	X				2	2	
23	553	416					X		2	2	På hospitalet
24											
25	689		1.500	X	X				1	3	
26	612		1.500	X	X				2	2	
27	553	366	1.500					X	2	2	
28	582	580	1.000	X	X				3	3	
29	553	333					X		2	2	
30											På hospitalet
Etiværv 31											Bnker centralvarme
32											Bnker centralvarme
2 vart. 33	577		1.500	X	X				2	2	Bnker køkken og vaskesæmnelagt
34	564		1.800	X	X				2	2	Bnker køkken og vaskesæmnelagt
35	577	416	1.800	X	X				1	2	Bnker køkken og vaskesæmnelagt
36	564	580	1.800	X					1	1	
37	577	416	1.500	X	X				3	3	
38	555	166					X		2	2	Glid for gas
39	577	333	1.000		X						
40	564	400	1.000				X				

forklaring til skema:

Kolonne 5.

A. Basisforanstaltninger omfattede genopretning, gødforbedring, energibesparende foranstaltninger, brandsikring, centralvarme og varmekvælst.

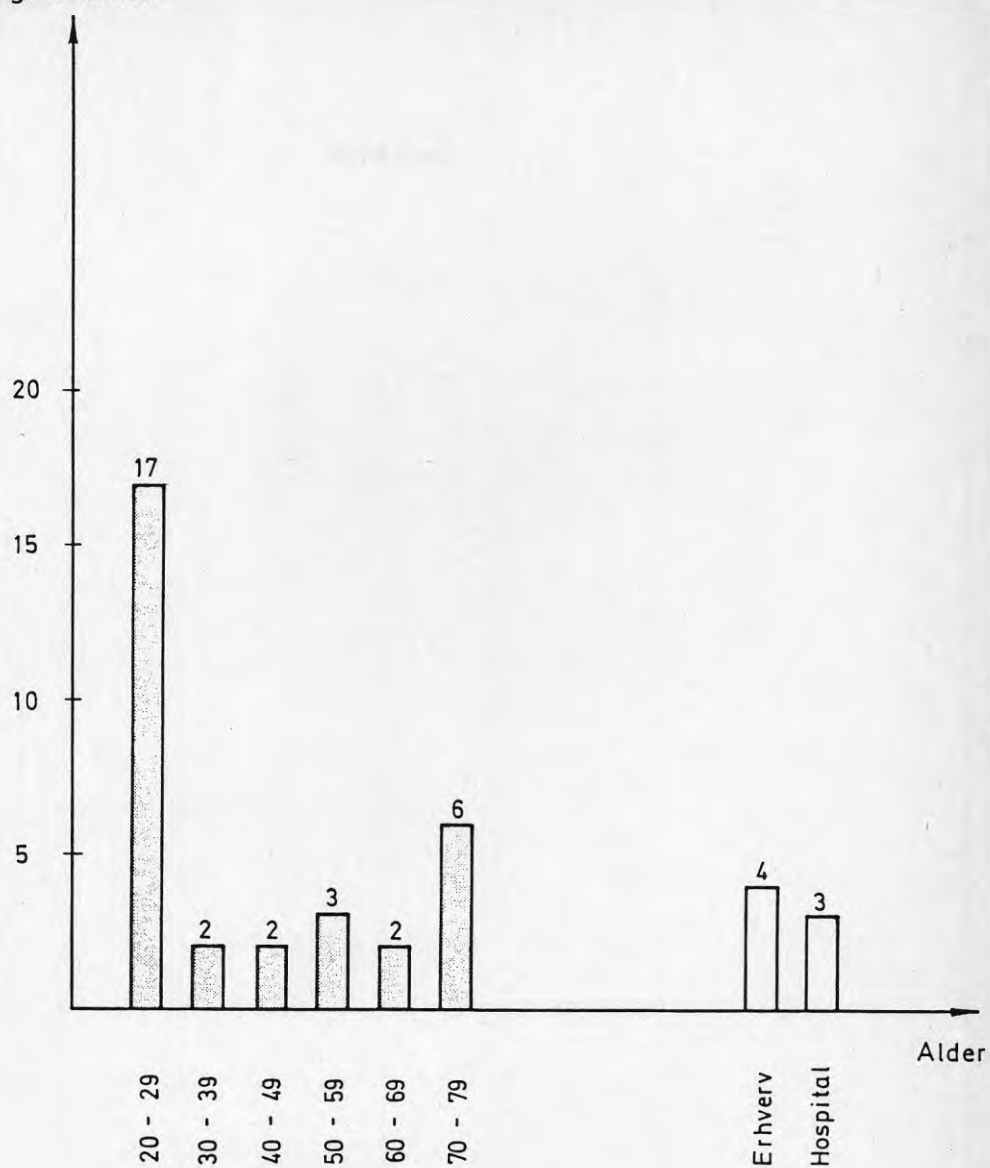
B. Budsamlighed enten som brusekabine eller som badoversæ.

C. Nyt køkken.

Kolonne 9.

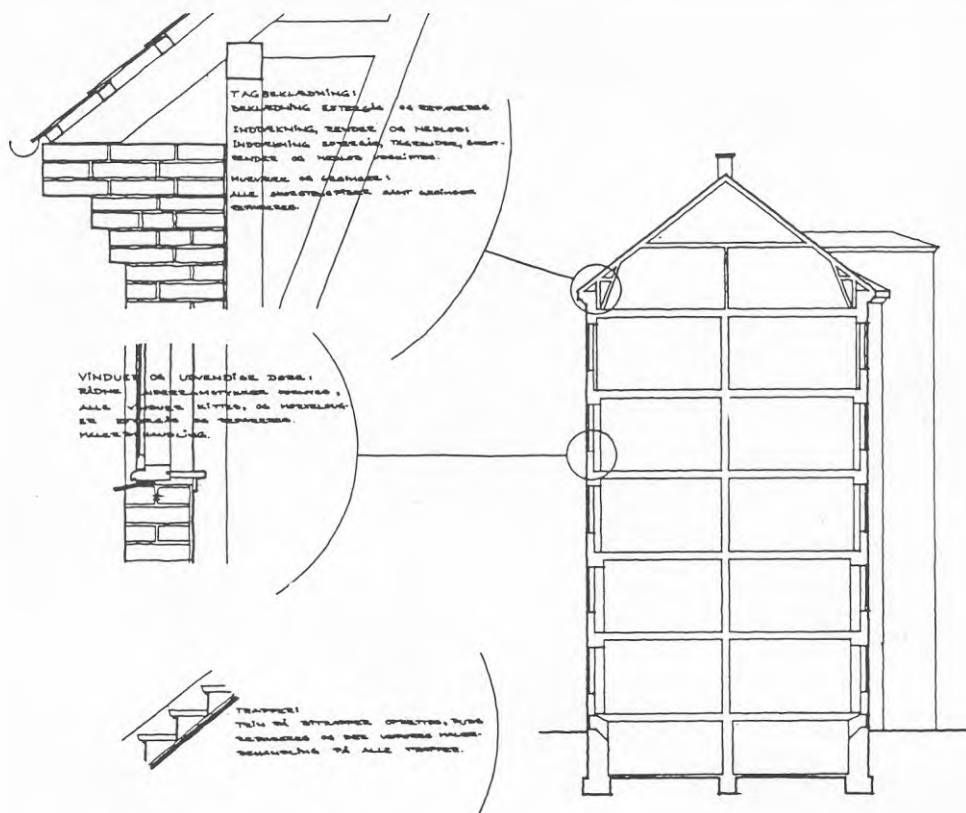
1. God stand.
2. Rimelig stand.
3. Dårlig stand.

Lejlighedsantal



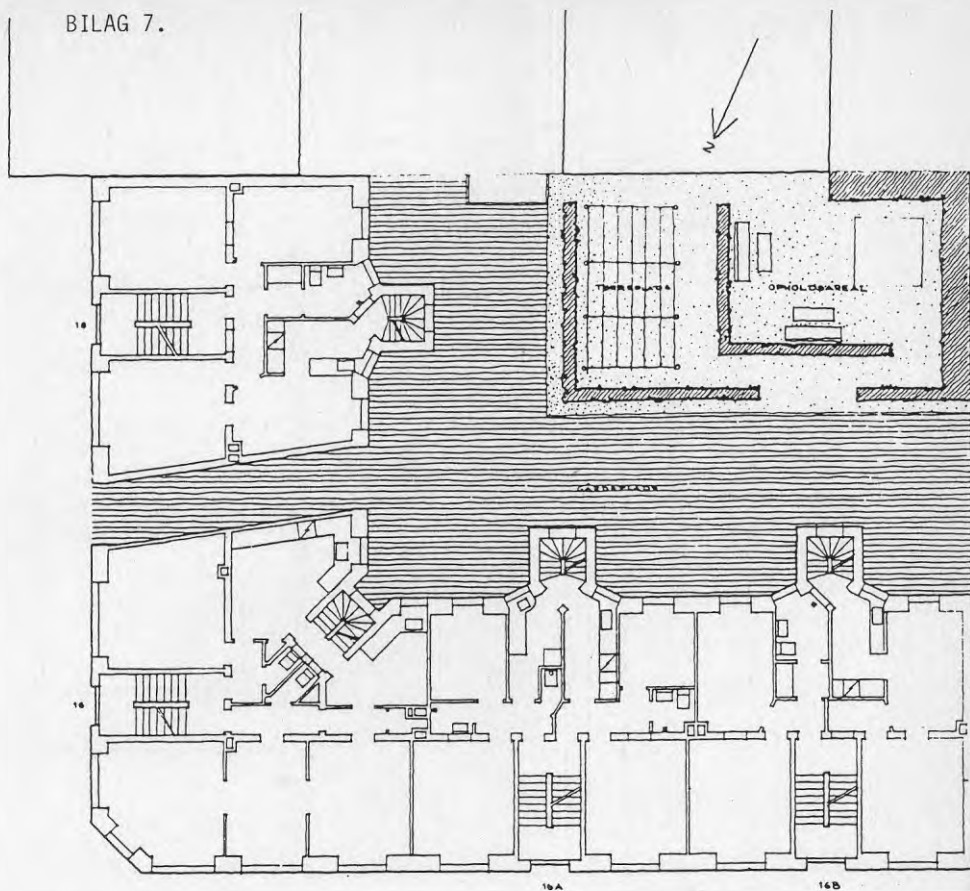
ALDERSFORDELING

BILAG 6.

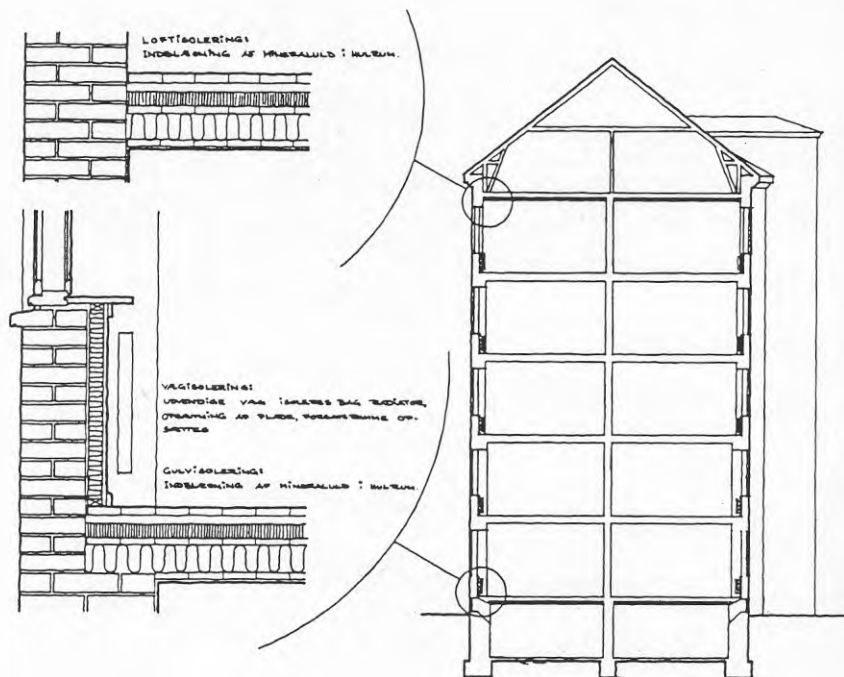


GENOPRETNING AF EJENDOM.

BILAG 7.

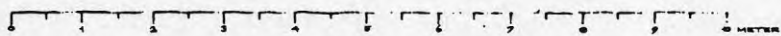
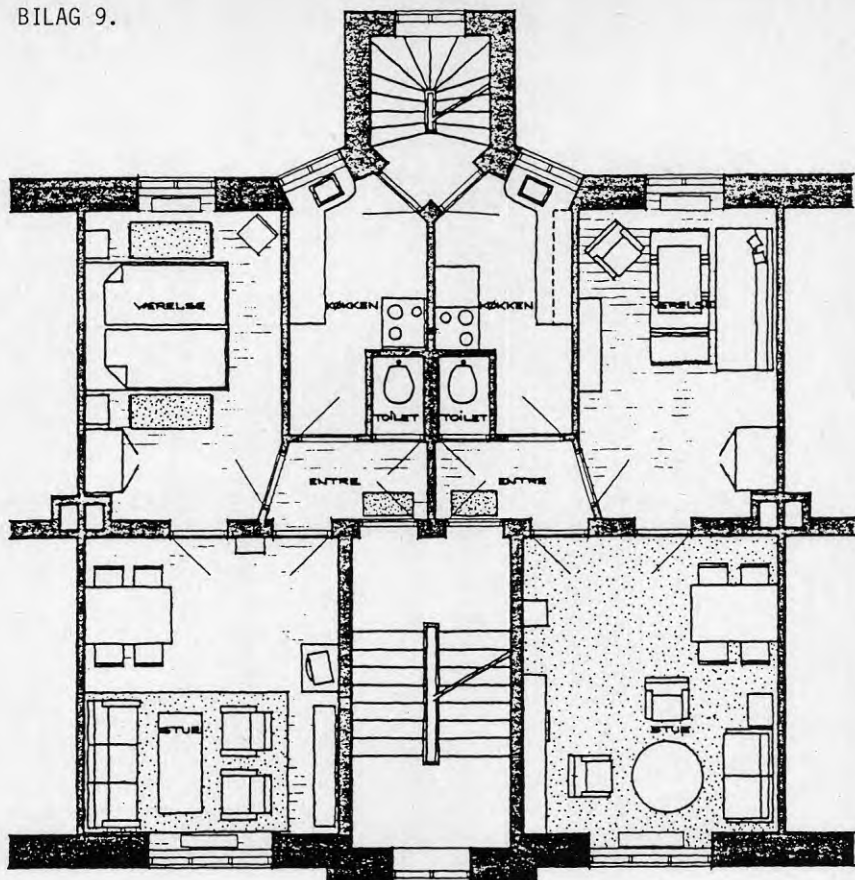
GÅRDFORBEDRING.

BILAG 8.



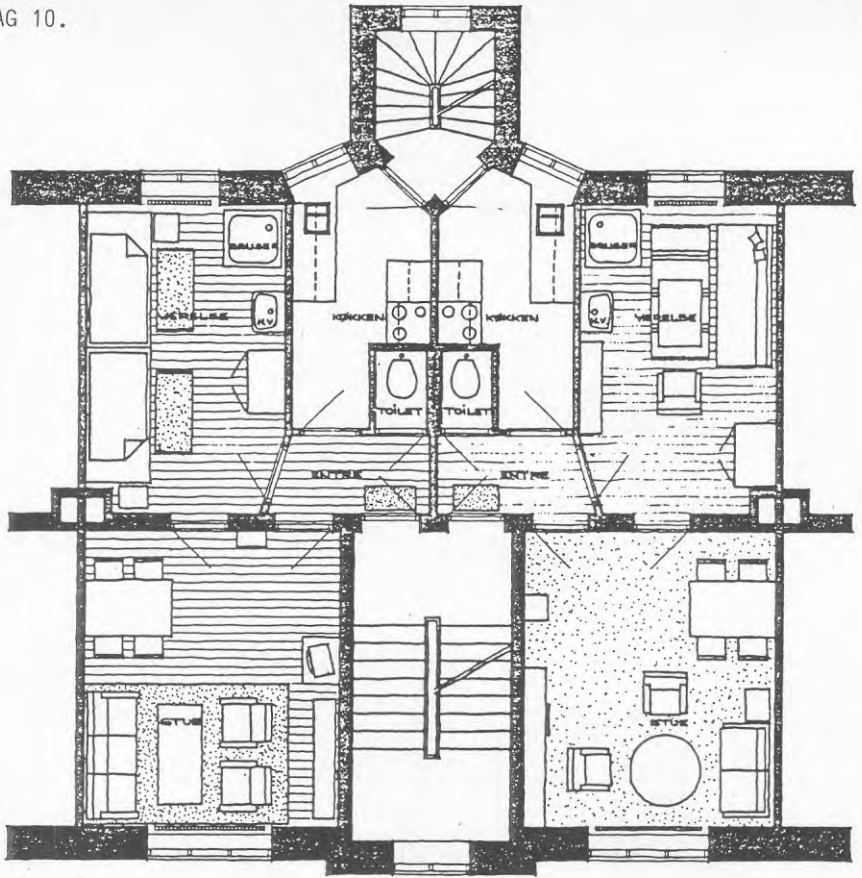
ENERGIBESPARELSE.

BILAG 9.

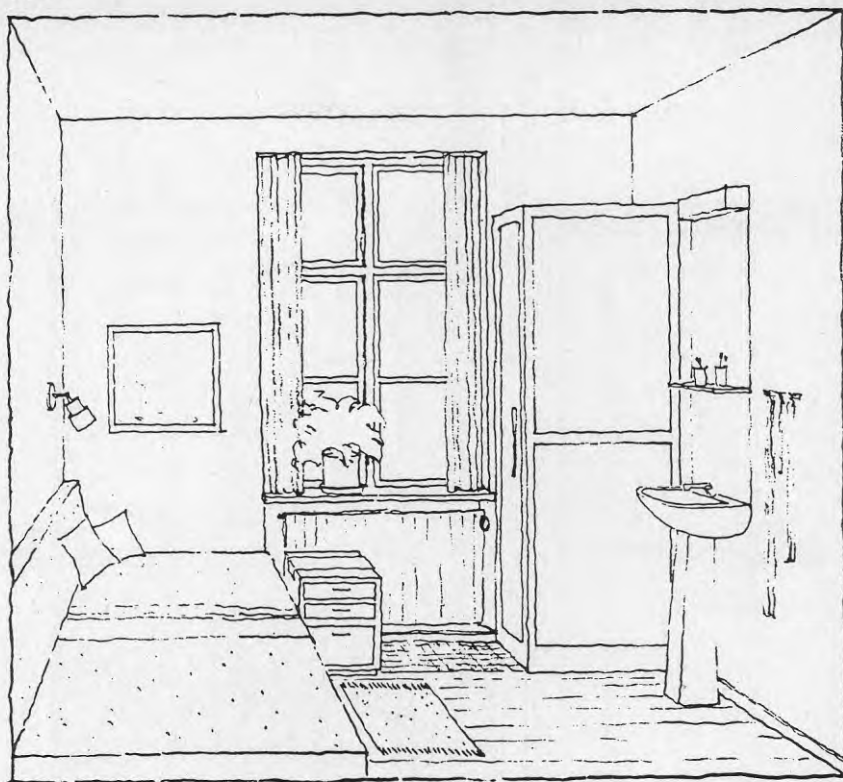


TYPE: A, EKSIST. LEJLIGHEDSINDRETNING.

BILAG 10.

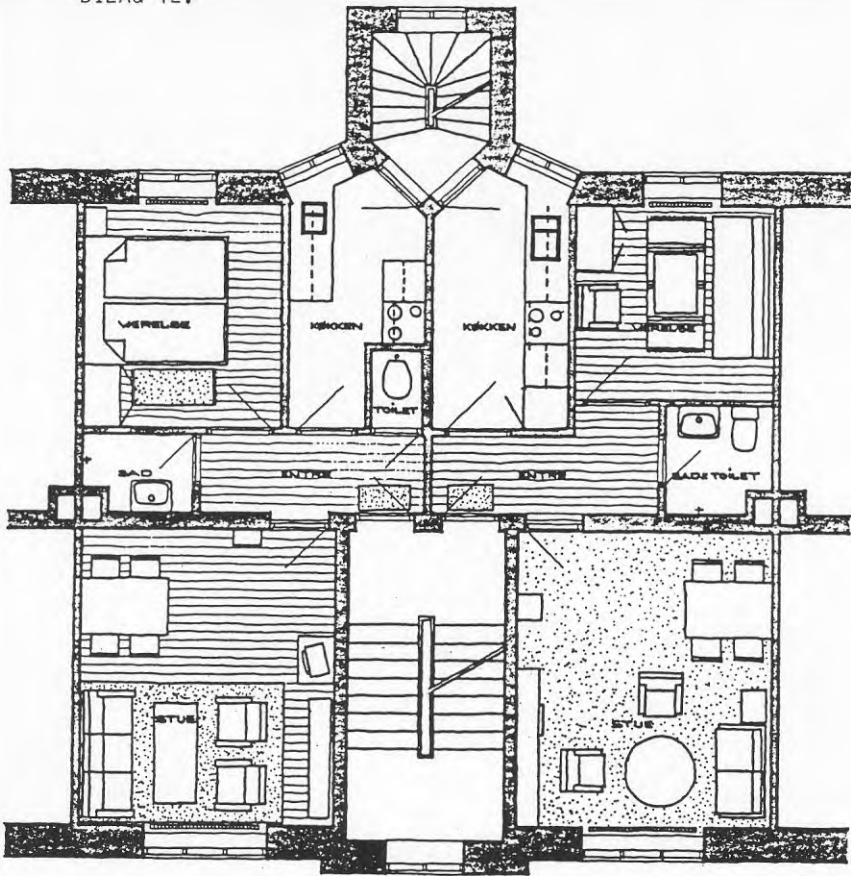


TYPE: B. LEJLIGHED MED BRUSEBAD.

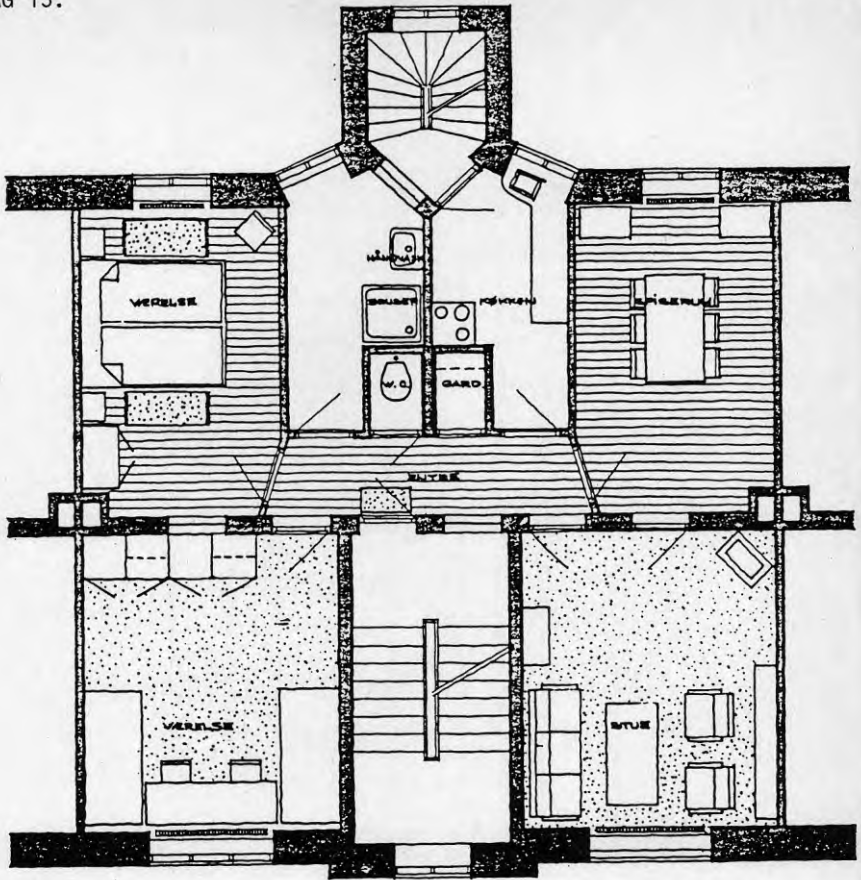


VÆRELSE MED BRUSEKABINE OG HÅNDVASK

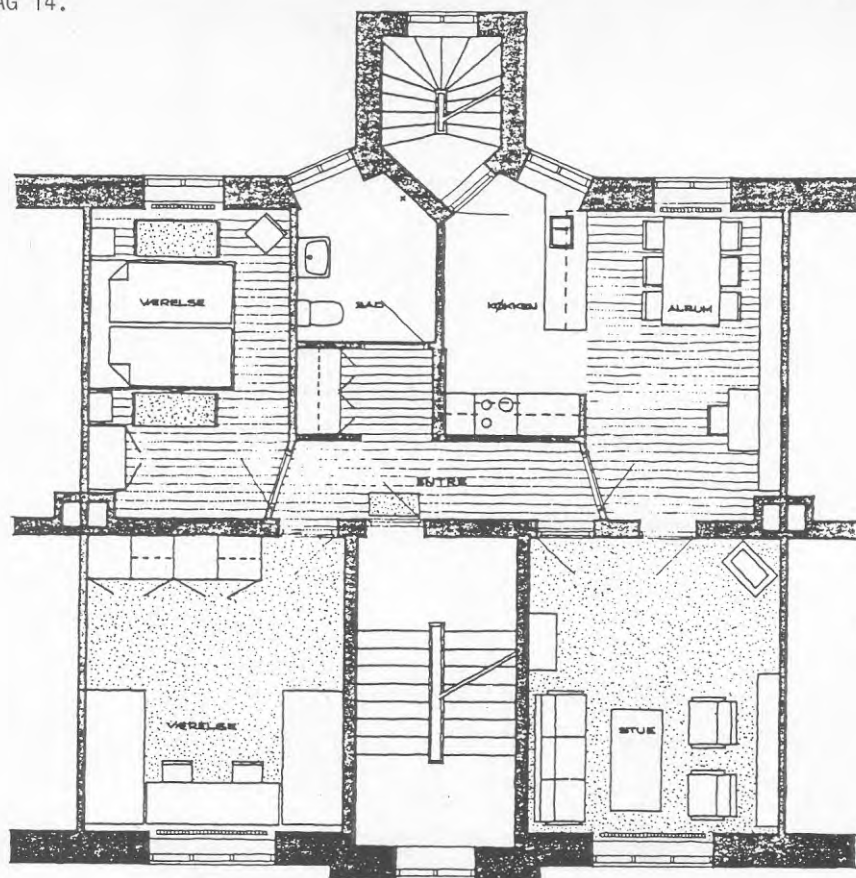
BILAG 12.



TYPE: C1 OG C2 LEJLIGHED MED BADERUM.

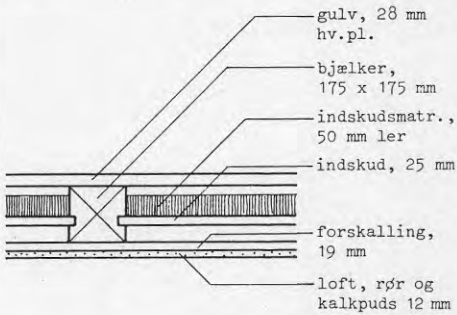


TYPE: D, SAMMENLAGT LEJLIGHED.

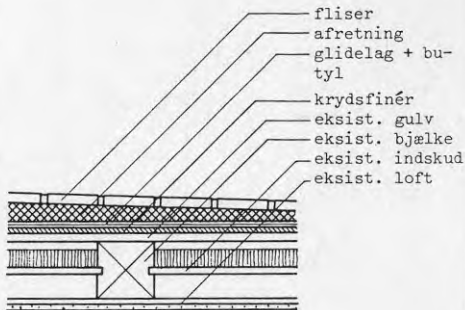


TYPE: E. SAMMENLAGT LEJLIGHED.

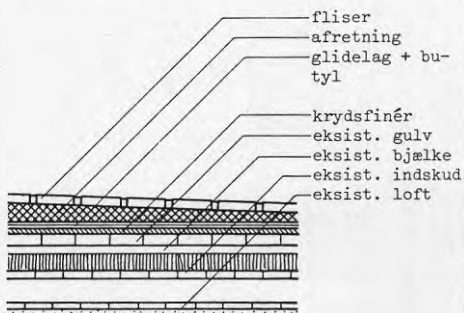
Snit i eksisterende konstruktion



Tværsnit



Længdesnit



Ydeevne for renoveret konstruktion

brand-klasse	lydisolation		k-værdi W/m ² °C	tyngde kN/m ²
	luftlyd dB	trinlyd dB		
BD60	48-50	69-73	0,78	2,25

Beskrivelse af supplerende konstruktion

Det eksisterende gulv efterses.

Der udlægges et underlag af vandfast krydsfinér. Dimensionen er afhængig af tilstanden af det eksisterende gulv.

Derpå udlægges et lag butyl-banevare, tykkelse min. 1 mm. Hjørner udføres efter fabrikantens anvisninger (kan foldes uden at skære i materialet).

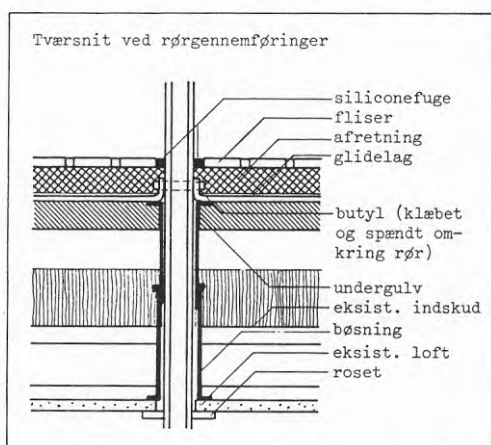
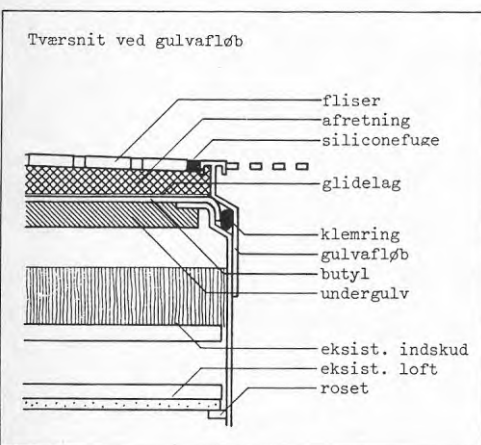
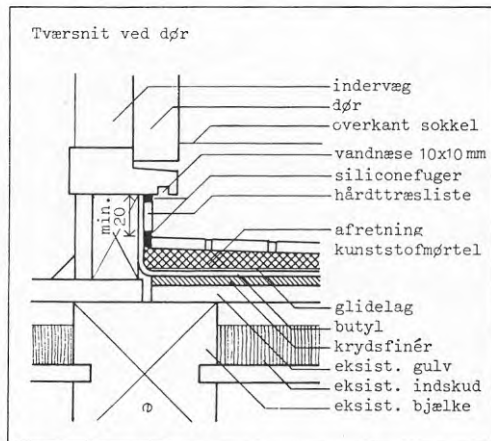
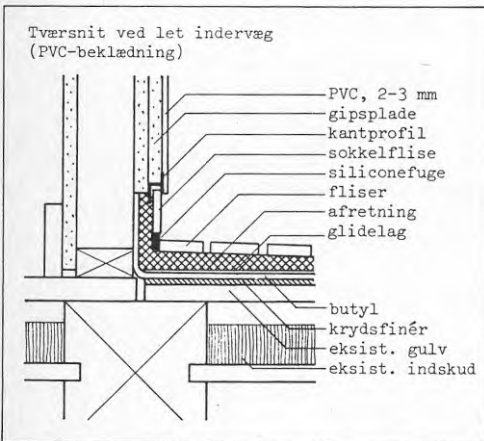
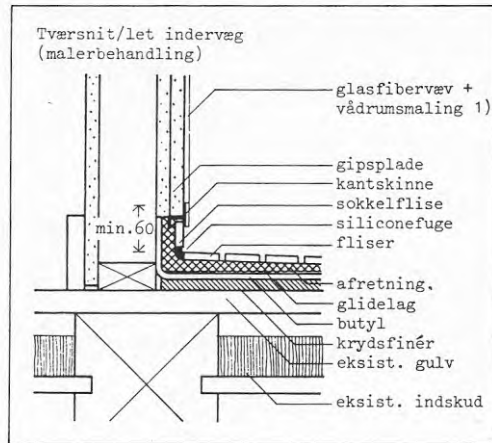
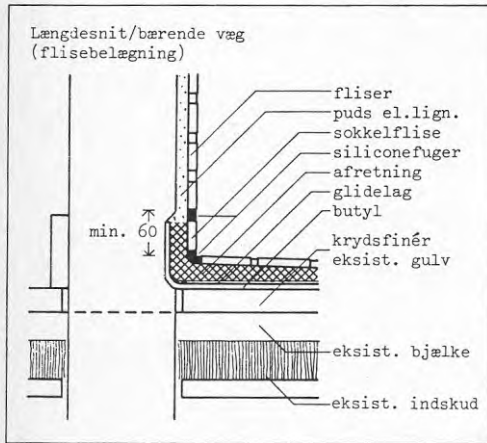
Oven på butyl-laget udlægges et glidelag af f.eks. 2 lag 0,15 mm polyethylenfolie.

Dernæst udlægges et afretningslag af cementmørtel eller kunststofmørtel med fald mod afløb 1%.

Mosaik- eller flisebelægning lægges i mørtlen eller på klæbes med vandfast lim og fuges efter fabrikantens anvisning.

Konstruktionen er under afprøvning.

NB! Afhængig af flisetykkelser kan det være nødvendigt at hugge ud i skillevæggen for det/de vandtætte lag i hulkehlen, således at der bliver plads til sokkelflise + underlag.



1) Behandling som foreskrevet i SBI-anvisning 109.



BYFORNYELSEFORSØGSPROJEKT
HEDEBYGADE

PUTSADE FASADER - TILLÄGGSISOLERA ELLER RENOVERA

Lars-Erik Wargsjö

Sammanfattning

Rapporten ger en inblick i underhåll av putsade fasader. Putsens uppbyggnad och viktiga egenskaper behandlas. Några vanliga förekommande fel behandlas. Olika renoveringsmetoder beskrivs från rengöring till tilläggsisolering.

Innehåll

1. Bakgrund
- 1.1 Tilläggsisolera eller renovera - vissa riktlinjer
2. Vad är puts?
 - 2.1 Modern fasadputs
 - 2.2 Puts på äldre hus
 - 2.3 Olika materialegenskaper
3. Några vanliga fel
4. Olika renoveringsmetoder
 - 4.1 Kortfattad beskrivning av de olika metoderna
 - 4.2 Renovering av socklar

1. BAKGRUND

Vi är alla överens om att man bör bevara våra putsade hus. De är ett kulturarv som vi bör vara rädda om.

Många misslyckanden har tyvärr inträffat under årens lopp beroende på att man valt felaktiga material, som inte passat in i sammanhanget och ibland också utfört arbetet på ett felaktigt sätt.

Härigenom har vi i Sverige fått mycket plåtfasader som helt har förändrat vår byggnadsmiljö.

Vi har efter hand lärt oss att vi måste underhålla våra putsade fasader på ett bättre sätt än tidigare. Detta kräver kunnsighet av såväl konsulter som entreprenörer.

Utvecklingen har därför under senare år tagit sikte på att förstå väggens fuktbalans och att utveckla moderna färg- och putsmaterial som passar ihop med gamla hus.

Det har under senare år, i och med upprepade oljekriser, uppkommit ett starkt behov att tilläggsisolera fasader. Putsade fasader bör vara putsade även efter tilläggsisolering. Efterhand har ett flertal system utvecklats varvid de flesta består av cellplast och glasfiberarmerad plastputs. Inom området tilläggsisolering med traditionell puts finns för närvarande två system. Det ena av dessa system kommer närmare att beröras längre fram i denna rapport.

Alla fasader måste underhållas. Man får numera inte längre ohejdat göra reklam för underhållsfria material. Underhållsfritt betyder egentligen att det är omöjligt att underhålla. Det är därför ständigt aktuellt för fastighetsägaren att kunna bedöma erforderligt underhåll. Hur skall den putsade fasaden underhållas och när skall man tilläggsisolera.

1.1 Tilläggsisolera eller renovera - vissa riktlinjer.

Då det gäller ställningstagande för att bedöma vilken underhållsmetod som bör tillämpas beror mycket på vilket skick fasaderna befinner sig i. Har man låtit fasaderna förfalla mycket långt återstår i allmänhet endast två alternativ, antingen att avlägsna den skadade putsen och påföra nytt putsskikt eller att tilläggsisolera med puts.

I ett sådant fall är det i allmänhet god ekonomi att tilläggsisolera. Kostnaden för en total omputsning kan uppskattningsvis ligga omkring 200:- kr/m² och tilläggsisolering, med mineralull och tjockputs, omkring 400:- kr/m². Kostnadsökningen på 200:- kr uppväger väl de fördelar som erhålles, nämligen:

- Ny putsad fasad
- Bättre värmeisolering
- Bättre ljudisolering
- Bättre inomhusklimat
- Tätare vägg

Man erhåller även i Sverige fördelaktiga lån och bidrag för energibesparande åtgärder.

Uppvisar fasaderna endast mindre skador kan det vara en riktig metod att endast åtgärda dessa och eventuellt påföra nytt ytskikt.

Det är viktigt att man gör en ordentlig analys av det objekt som skall renoveras. Man måste undersöka väggens konstruktion, vad den består av, t.ex. trä, tegel eller lättbetong. Har putsen skador av olika slag, t.ex. avflagningar, sprickor och putsnedfall, måste skadeorsakerna klarläggas.

Man bör upprätta projekthandlingar som inte bara anger arbetsbeskrivning och material, utan också en beskrivning av de åtgärder som måste vidtagas för att skadorna inte skall uppkomma i framtiden.

2. Vad är puts?

Puts har funnits med i vår byggnadstekniska utveckling i alla tider. Puts är ett utmärkt material att forma och dekorera med. I äldre tider använde man ofta puts för att imitera material, ofta natursten.

Putsen har naturligtvis förändrats genom tiderna. Allt eftersom teknik och material utvecklades fick man större möjlighet att variera putsens utseende.

I början gjorde man ofta så att man slätade ut fogbruket över stenen med slevan och på så sätt fick man ett putsliknande utseende. Detta är en metod, som man nu i Sverige har tagit upp på nytt.

Efterhand kom större krav på jämnhet och putsen började brädrivas.

2.1 Modern fasadputs

Byggs i allmänhet upp i tre skikt enligt följande.

Grundning

Bruk av kalk och cement eller enbart cement som bindemedel. Normal sammansättning KC 10/90/350.

Grovputs

Bruk med kalk och cement som bindemedel, vanlig brukssammansättning är KC 50/50/650.

Ytputs eller färg

Utgöres i allmänhet av ädelputs eller fasadfärger.

2.2 Puts på äldre hus

Man måste hålla i minnet att äldre hus ofta är kalkputsade. Ända långt in på 1930-40-talet använde man rent kalkbruk för all putsning såväl in- som utvändigt.

Det finns dock uppenbara problem med ren kalkputs eftersom hela bindningsprocessen beror på den karbonatisering som skall äga rum. Den är mycket beroende av rätt temperatur och fuktighet. Ett säkrare resultat är att använda hydraulisk kalk. Hydrauliska kalkbruk har därför på senare tid utvecklats i Sverige.

2.3 Olika materialegenskaper

Puts består av sand samt kalk och cement som bindemedel. I vissa fall användes murcement som i princip är ett cement. I ädelputserna är ballasten krossad marmor (dolomit) och dessutom ingår färgpigment. Dolomiten ger mycket goda egenskaper åt putsbruken beroende på att det sura regnvattnet kan neutraliseras av stenmaterialet och därigenom förstörs inte bindemedlet i samma utsträckning som då sand ingår i putserna.

En gammal god regel är att putsskikten skall byggas upp så att man har det starkaste skiktet närmast underlaget och det svagaste längst ut. Tyvärr bryter man mot detta ibland och man lägger täta och starka färger med organiskt bindemedel som ytskikt. Ett tätare ytskikt ger större påfrestning på putsen. Är byggnaden gammal med kalkputs som har låg hållfasthet och frostbeständighet kan därför frostsador uppkomma ganska snabbt. Detta fenomen förstärks på tjocka murar, t.ex. gamla kyrkobyggnader samt även på reveterade trähus.

Kalk- och kalkcementfärger är mycket diffusionsöppna. Dessa färger kräver dock betydligt större kunskaper av entreprenören än då plastfärger användes. Dessa oorganiska färger är vid appliceringen känsliga för underlagets olika sugning. Den kemiska bindningen, karbonatiseringen, och cementbindningen sker under relativt lång tid och färgskiktet är då känsligt.

Trots dessa nackdelar har de oorganiska färgerna fördelar ur teknisk synpunkt. De fungerar på ett bra sätt ihop med underliggande puts eftersom de är uppbyggda på samma sätt som putsen.

Vid kommande renoveringar, med organiska färgskikt, blir dessa tjockare och därmed ännu tätare.

3. Några vanliga fel

Bristande underhåll av plåt är ett av de vanligaste felen. Vattenavledningen måste fungera på ett riktigt sätt. Är det skador på plåtavtäckningar och hängrännor måste dessa åtgärdas innan man börjar med en dyrbar fasadrenovering.

Sprickbildning i putsskikt kan förekomma. Det kan bero på att putsen har felaktig sammansättning, t.ex. för fingraderad sand eller för mycket bindemedel eller att vattningen inte utförts på ett riktigt sätt då man utfört putsarbetet. Hårfinna sprickor i en porös oorganisk puts betyder ingenting ur fuktbalanssynpunkt. Problemen inträffar däremot då man påför ett tätt färgskikt (organiskt) på sådan puts.

Putsnedfall kan bero på att grundningen mot underlaget inte utförts på ett riktigt sätt. Detta var vanligt då man tidigare putsade lättbetongfasader.

Skador orsakade av målning med plastfärger är mycket vanliga. Skadorna förekommer då i form av avflagningar och frostsador i putsen.

Saltutfällningar kan uppträda då man använder kalk och kalkcementbaserade färger och putser. Detta beror på att man har hög fuktvandring och låg temperatur, speciellt på hösten. Putsar man eller avfärgar fasader sent på hösten måste fasaderna skyddas mot regn.

Skador på reveterade trähus förekommer. Man skall inte använda organiska ytskikt på ett reveterat trähus. Uppsugning av markfukt från socklar kan förekomma på gamla byggnader. Man bör därför inte använda täta färgskikt på socklar.

4. Olika renoveringsmetoder för putsade fasader.

Renoveringen kan utföras enligt någon av följande metoder:

1. Rengöring.
2. Reparation av skador.
3. Rengöring, reparation av skador och påförande av nytt ytskikt.
4. Borttagning av gammal puts och påförande av ny puts.
5. Tilläggsisolering med puts.

Dessa olika metoder kan kombineras på samma fastighet. Gatufasaden kan putsas om enligt metod 4, medan gårdsfasaden repareras enligt metod 2 och socklarna tvättas enligt metod 1.

4.1 Kortfattad beskrivning av de olika metoderna.

Rengöring

En puts som inte uppvisar några skador utan endast är nedsmutsad kan fräschas upp genom högtryckstvättning med vatten. Man bör helst undvika att använda tillsatser av kemiska rengöringsmedel. Afgangrepp i form av t.ex. gröna, grå eller röda missfärgningar kan förekomma på puts, kalksandsten, tegel, natursten, betong o.d. Dessa mikroorganismer kan tvättas bort med speciella tvättmedel.

Reparation av skador

Om man avser att endast reparera en mindre skada, t.ex. en frostskada eller mekanisk skada, är det viktigt att fastställa sammansättning på såväl puts som ytskikt.

Skadad puts avlägsnas till fast underlag. Därefter lagas med bruk som har så lika egenskaper som möjligt med den befintliga putsen. Detta betyder att om putsen består av kalkputs, vilket är vanligt då det gäller gamla byggnader, skall man laga med kalkbruk, helst hydrauliskt kalkbruk som är säkrare. Utgöres putsen av kalkcementputs bör kalkcementbruk användas vid lagningarna.

Blir det fråga om större lagningar där murverket frilägges skall först ett grundningsskikt utföras. Sammansättningen beror på underlaget. Sugande tegel kan grundas med hydrauliskt kalkbruk. Stenunderlag bör grundas med KC-bruk. Det är mycket viktigt att man får rätt sammansättning på bruket. Att blanda bruk på arbetsplatsen, t.ex. av murcement och sand avrådes ifrån. Det finns alltid en risk att muraren gör ett för starkt bruk varigenom risk för sprickbildning kan uppkomma, samt att lagningarna får annan sugning än den befintliga putsen.

Det pigmenterade ytskiktet, puts eller färg, skall vara av samma typ som den gamla fasadens. Man bör välja en färgnyans som ligger nära den ursprungliga färgen även om nyansen har ändrats genom åldring. Tänk på att även det påförda ytskiktet kommer att åldras. Man får acceptera att lagningarna kommer att synas. Det är dock viktigt att lagningarna utförs på ett korrekt sätt även om det bara är fråga om enstaka lagningar, så att dessa sedan inte behöver göras om vid en kommande renovering då kanske nytt ytskikt påföres.

Rengöring, reparation av skador och påförande av nytt ytskikt.

När denna metod tillämpas är det viktigt att bestämma vilket ytskikt som finns på fasaden. Det räcker i allmänhet att skilja mellan organiska (plast- och oljebaserade) och oorganiska (kalk- och cementbaserade).

Man bör välja ett ytskikt av samma typ som tidigare. Då man använder puts eller färg med oorganiska bindemedel har man större valfrihet vid kommande renoveringar. Har man en gång börjat med organiska färger eller putser får man i allmänhet fortsätta med dessa och detta betyder att skikten blir tjockare och tätare.

Man kan aldrig på ett organiskt färgskikt påföra ett oorganiskt, utan att först avlägsna det organiska skiktet fullständigt.

Borttagning av gammal puts och påförande av ny puts

Då det förekommer stora skador, t.ex. sprickor, bom eller putsnedfall eller där putsens hållfasthet och vidhäftning mot underlaget är mycket dåligt måste den gamla putsen avlägsnas till underlaget. Skadat material i väggen utbytes mot nytt likvärdigt material. Skador i fogar lagas med grovputsbruk. Putsen byggs upp på samma sätt som vid nyputsning. Vissa moment, t.ex. grundningsbrukets sammansättning kan behöva ändras från den metod man använder vid nyputsning. Utgöres fasaderna av sugande tegel, murtegel, är det ofta tillräckligt att grunda med hydrauliskt kalkbruk.

Man bör vara restriktiv vid armering och endast armera vid utsmyckningar, putsad takfot eller eljest där tjockare putsskikt motiverar armering för att förstärka putsskiktet. Det är meningslöst att försöka armera bort sprickor i underlaget. Armeringsnät bör utgöras av svetsat trådnät, t.ex. Serporock Armeringsnät eller Sarematta.

Tilläggsisolering

I Sverige tillämpas i stort sett två olika system.

1. Tjockputs (ädelputs) armerad med svetsat rutnät på mineralull.
2. Plastputs armerad med glasfibernät på plastskivor (polystyren eller polyuretan).

Serporock består av armerad puts på mineralull. Den väsentliga egenskapen hos Serporock är att putsskiktet fästs in med speciella fästelement som medger att putsen kan röra sig. Rörelse i putsen orsakade av krympning, temperaturväxlingar och fuktförändringar kan därför ske utan något större motstånd. Därigenom byggs inga spänningar in i putsen och risken för sprickbildning minskar avsevärt. Under monteringskedet är Serprock fästelement styvt infäst till väggen för att underlätta montering av isolerings- och armeringsnät.

Putsnings utföres därefter med grundning, grovputs och ytputs. Putsbruken är speciellt avpassade för att klara högre frostpå-känning som man får räkna med på en isolerad vägg. Putsbruken innehåller därför luftporbildande medel och man garanteras därigenom god frostsäkerhet i putsskikten.

Ytputsens kan utföras med olika struktur, från finsprutad till spritputs. Även släta ytor avfärgade med KC-färg kan utföras.

Det är mycket viktigt att de armerade putsskikten ges möjlighet att röra sig fritt vid alla genomföringar och i smygar. Serporock fästelement fästs i befintlig vägg med plugg och skruv, expander eller liknande anpassad till befintligt underlag. Utdragsprov bör göras för att bestämma tillåten dragkraft.

Systemet är typgodkänt av Statens Planverk, typgodkännande nr 307/80.

De bruk som används är följande:

Grundning - Serporock Grundningsbruk

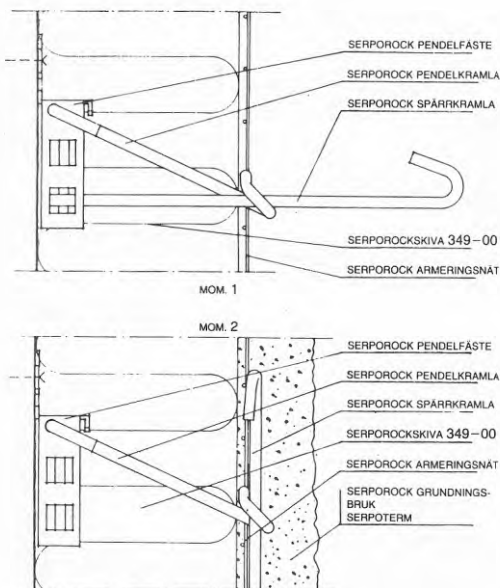
Grovputs - Serpoterm Stockningsbruk

Ytputs - Serpoterm Lättputs eller Serpoterm Spritputs

För socklar har ett speciellt grundnings- och grovputsbruk utvecklats som har låg vattensugning.

Erfarenheterna är genomgående goda och hittills har mer än 400.000 m² isolerats. De första objekten utfördes 1976-77.

SERPOROCK



Serporock-princip

Infästningsdon för Serporock fästelement väljes med hänsyn till materialet i underlaget.

4.2 Renovering av socklar

Om man skall bibehålla gammal puts på sockeln bör den vara av god kvalitet och den måste ha god vidhäftning mot underlaget.

I samband med renovering av socklar skall fuktisolering och dränering ses över. Äldre byggnader har som regel inte fuktisolerade grunder och härigenom sugts fukt upp i murverket. Sådana socklar får inte behandlas med täta färger. Man skall i sådant fall använda oorganiska färger, kalk-, KC-färg eller silikatfärg. Ibland är fuktvandringen så kraftig att frostsador inträffar. Man talar då om "offerputs". Det är dock bättre att fukten kommer ut i sockellinjen än att fukten stiger upp i fasaden varigenom frostsador kan uppkomma vid den avdunstningszon som då inträffar uppe i fasaden.

LITTERATUR

HusAMA 83

Restaureringsteknik - Det murade husets problem, 1975, rapport nr 5, Svensk Byggtjänst.

Bengt Elmarsson, Puts på tilläggsisolering, T5:1979, Statens råd för byggnadsforskning.

Kalkfärg på fasad, Byggforskningens informationsblad B4:1979.

Dürkop, Saretok, Sneck, Svendsen, Bruk - murning, putsning, 1966, Statens råd för byggnadsforskning.

V. Saretok, Underhåll och reparation av putsade och oputsade murverksfasader, R14:1976, Statens råd för byggnadsforskning.

Sandin K, Puts och ytskiktsproblem - vetenskap, hypoteser och praktisk erfarenhet, Rapport TVBN-3013, Tekniska Högskolan i Lund.

Ingemar Holmström och Bengt Kvist, Bättre fasadren-
göring, Byggforskningens informationsblad B3:1979.

Lars-Erik Wargsjö, Tilläggsisolering av putsade
fasader - utförande och erfarenheter i Sverige 1981,
Nordiska Murverkssymposiet.

MUR- OG PUSSMØRTLER FOR RESTAURERING
AV GAMLE BYGNINGER

Et laboratorieforsøk.

Alf M. Waldum

Sammendrag

I Norge råder en betydelig usikkerhet med hensyn til hvilke mørtel-sammensetninger som er de beste ved restaurering av eldre bygninger. Et stort antall mørtler er forsøkt, - ofte med lite heldig resultat. Formålet med dette prosjektet er å klarlegge hvilke blandingsforhold som med dagens materialer gir de beste kalkmørtler. Undersøkelsen omfatter i første rekke bestemmelse av mørtlenes fasthet- og bestandighetsegenskaper.

Innhold

Sammendrag

1. Bakgrunn
2. Forsøksprogram
3. Prøveresultater
4. Vurdering og konklusjon

1. BAKGRUNN

Våre antikvariske myndigheter står i de nærmeste årene overfor store restaureringsoppgaver. Årsaken til dette er i første rekke at luftforurensing har gitt en akselererende forvitring i de aller siste årene slik at mange av fortidsminnene nærmer seg et stadium hvor alternativet til en restaurering er en rask og endelig ødeleggelse. I tillegg har også "det nye synet" på hvordan bygningsrestaurering bør utføres, ført med seg nye oppgaver.

I 1950 og -60 årene hadde man en restaurering som trygt kan betegnes som tilfeldig og subjektiv. De komponenter i en bygning som av den utførende konsulent ble ansett for å være verdifull, ble beholdt og framhevet mens man kunne tillate seg store inngrep i andre. De siste 10-12 årene er preget av en langt mer restriktiv holdning til det å gripe inn i en bygnings historie. Som en følge av dette er man i dag langt mer forsiktig med å foreta endringer som f.eks. å benytte moderne materialer og arbeidsteknikker. De ofte dårlige erfaringer man har ved restaureringer etter "moderne metoder" har gjort det lettere for de antikvariske myndigheter å få akseptert synet på at fremmedelementer unngås i størst mulig grad. For å oppnå et best mulig resultat med de opprinnelige arbeidsteknikker kreves en god forståelse av hvordan de gamle bygninger fungerer teknisk. På dette området er det i Norge utført svært lite forskning og kunnskapene er derfor beskjedne.

Et av de absolutt vanskeligste og også mest sentrale problemområder ved restaurering gjelder valg av mørtel. Mørtler med høyst ulike blandingsforhold og sammensetninger har vært benyttet både til muring og pussing. De mest vanlige restaureringsmørtler i de siste 20-30 årene har vært mørtler på KC-basis, men også rene C-mørtler og mørtler med plasttilsetninger er trukket inn.

En hovedårsak til at så mange ulike mørteltyper har blitt forsøkt er at det ikke har eksistert noen enighet om hvilke egenskaper som er de sentrale hos mørtler for restaurering av verneverdige bygninger. Det har f.eks. vært en klar tendens til at de rene styrkeegenskaper har blitt betraktet som viktige egenskaper. Høye fastheter er da også et fellestrekk for alle disse erstatningsmørtler. En mørtels tetthet og elastisitet ble derimot ofte viet liten interesse.

Rene kalkmørtler ble riktignok noe brukt, spesielt som pussmørtel, også i 60- og 70-årene, men resultatene var ofte skuffende. Man klarte ikke på noen måte å frambringe kalkmørtler med de egenskaper man fant hos gamle mørtler. Fenomenet er internasjonalt kjent og det er nærliggende å spørre om årsaken.

Ved Institutt for husbyggingsteknikk, NTH er det i samband med Riksantikvaren i løpet av de par siste årene utført laboratorie-forsøk med rene kalkmørtler. Formålet med forsøkene var ikke direkte å finne svar på ovennevnte spørsmål, men heller ut fra dagens materialer og teknologi å finne fram til de "beste mørtler".

2. FORSØKSPROGRAM

I bilag 1 er det gitt et skjematisk oversjikt over forsøksopp-
legget. En ser at det ble arbeidet med blandingsforhold som
delvis avviker sterkt fra de gamle og meget fete kalkmørtler.
(Tilslagsmaterialene var satt sammen av tørr fraksjonert sand
til en "idealkurve for dagens mørtelsammensetninger"). I hoved-
forsøket ble brukt tørrlesket hydratkalk med et Ca(OH)_2 -innhold
hold på 80,7%. Siden våtlesket kalk synes å gi bedre mørtler
for restaureringsformål ble 4 ulike typer kalkdeig testet paral-
lelt for et enkelt blandingsforhold. For samtlige mørtler gjelder
at sammensetningen er basert på rent Ca(OH)_2 -innhold.

Silicastøv (ca 90% SiO_2) har i de senere årene blitt brukt som
tilsetning både i betong og cementmørtel. I forsøket er altså
silica også trukket inn som tilsetning i kalkmørtel. Begrun-
nelsen for å forsøke SiO_2 -tilsetninger er at SiO_2 vil reagere
med Ca(OH)_2 og vann og danne kalsium-silikathydrater. Disse vil
iflg. teorien forbedre bl.a. fastheten. For samtlige SiO_2 -mørtler
blir det tilsatt 10% silicastøv av Ca(OH)_2 -innholdet.

Selve blandemetoden er fra flere hold trukket inn som en avgjørende
faktor for en kalkmørtels kvalitet. I forsøket ble det benyttet
en "bakerimaskin med 3 hastighetsinnstillinger" og en aktivator.
Blandeprosedyren med den langsomme blanderen var den samme som blir
anbefalt av Riksantikvaren og består i at kalk, vann og litt sand
først blandes i 7 min.. Deretter tilsettes resten av sanden og
konsistensen justeres ved vanntilsetning under blanding i nye 7
min.

Mørtelens konsistens ble bestemt ved Mo-måler og for alle mørtler
ble det tilstrebet et Mo-tall på 30.

Mørtelfastheten ble bestemt på prizmer, 25 x 25 x 170 mm. Prismene
ble avformet etter 1 døgn og deretter lagret ved 21 °C og 75% RF
fram til prøving. (28, 56 og 550 døgn).
For måling av heftfasthet ble benyttet hardbrent fasadestein som
underlagsmateriale (minuttsug ca. 11 kg/m²). Aluminiumsbrikker
limt til mørtelflaten ble trukket av ved rent strekk etter lagring
i klima som beskrevet ovenfor.

Kalkmørtlenes klimabestandighet ble testet ved eksponering i VÆR-0-
METER og ved at prøver ble utsatt for "sur nedbør". I VÆR-0-
METERET utsettes prøvene kontinuerlig for solstråling, slagregn,
frost og inneklime i sykler på 4 x 1 timer. Prøver med pusstykke-
lse på 5 mm lagt på svakt sugende materiale ble kantforseglet og altså
eksponert bare mot glattet flate. Bestandighet mot luftforurens-
ninger ble testet ved at samme type prøver ble dyppet i surt vann
(pH = 4.2, laveste verdi målt i Norge) i 30 min. pr. døgn.

Mørtlenes svinntendens ble undersøkt etter en svært enkel prøve-
metode hvor mørtelen legges ut som pusskiler med tykkelse fra 3
til 30 mm. Etter lagring av prøvene i 3 døgn ved 75% RF og der-
etter ved 50% RF bestemmes største pusstykkele uten riss.

I forbindelse med trykkprøvingen av prismene ble mørtlenes karbona-
tiseringsgrad bestemt ved fukting av bruddflatene med fenolftalein-
løsning.

Vannabsorpsjon (volum%) og E-modul (trykk) ble bestemt for noen mørteltyper.

3. PRØVERESULTATER

Mørtlenes fasthetsutvikling ble gitt en sentral plass i forsøket. Her skal gjengis resultater for trykkfasthet. Alle resultater er gitt som et middel av 6 enkeltprøver. Når det gjelder bøyestrekfastheten på prismene var det stor relativ spredning mellom enkeltprøvene, men med klart de høyeste verdier for mørtler med silica-tilsetning.

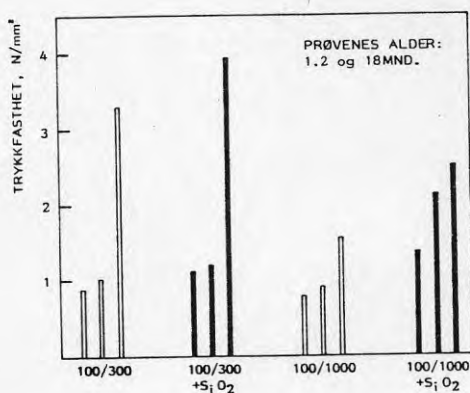


Fig. 3.1 Fasthetsutvikling for K 100/300 og K 100/1000.

I fig. 3.1 er fastheten ved de tre prøvealdre gjengitt for mørtler K 100/300 og K 100/1000 og langsom blanding. Silicatilsetningens betydning for trykkfastheten etter 1½ år er vist i fig. 3.2. I samme figur er også trykkfastheten for mørtler i kvalitet K 100/1000 med våtlesket kalk trukket inn. Alle disse "restaureringskalker" ga høyere fastheter enn den parallelle mørtelen på "kalkpulverbasis"

Blandemetodens betydning for fastheten er vist i fig. 3.3. Som ventet ga en aktivatorblanding de beste resultater, men forskjellen er ganske beskjeden for flertallet at mørtlene.

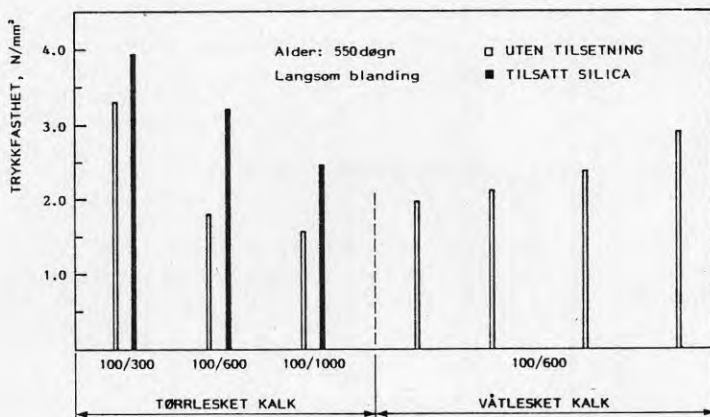


Fig. 3.2 Trykkfasthet for ulike mørtler.

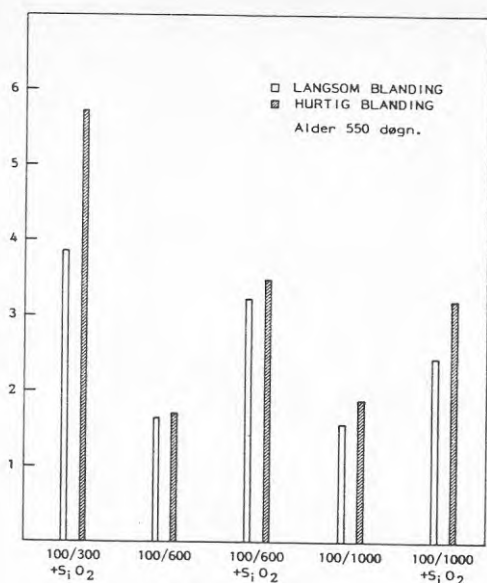


Fig. 3.3 Trykkfasthet ved langsom og hurtig blanding.

Tabell 3.1

Mørtel	Heftfasthet N/mm ²
K 100/300 + SiO ₂	0,014
K 100/600	0,012
K 100/600 + SiO ₂	0,060
K 100/1000	0,017
K 100/1000 + SiO ₂	0,036

Heftprøvingen ga jevnt over svake resultater med heftbrudd som det mest vanlige brudd. Resultater for aktiverte prøver etter 56 døgn er gitt i tabell 3.1. Effekten av SiO₂-tilsetning er markert.

Bestandighetsprøvingen ga høyst blandede resultater. Aldringstesten ga store skader etter få døgns eksponering for de fleste prøver. Mørtel K 100/300 og K 100/600 med silicastøv skilte seg klart ut som de beste. Avgjort uheldig var mørtlenes lave alder ved prøving. Typisk for skadeutviklingen var en svært rask oppsmuldring etter at skader hadde oppstått i overflaten. Ved lagring av prøver i surt vann oppsto det derimot ikke betydelige skader selv der hvor overflaten hadde riss.

Tendensen til å danne svinriss var som forventet, størst for de bindemiddelrike mørtler og silica-tilsetningen ga også noe økt rissdannelse. Sammenhengen mellom lav E-modul og liten tendens til riss var god.

Ved prøvealder på 28 og 56 døgn var bare en liten del av mørtelen karbonatisert. Størst karbonatiseringsgrad hadde de magreste mørtlene som var gitt en langsom blanding. Stort bindemiddelinhold, aktivering og silicatilsetning var alle faktorer som reduserte hastigheten på karbonatiseringen.

4. VURDERING OG KONKLUSJON.

Prosjektet har så langt bekreftet enkelte kjente forhold, men også gitt "nye" resultater som avgjørt kan betegnes som interessante. Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes:

- De helt magre kalkmørtler har beskjeden interesse. Binde-middelinnholdet bør minst tilsvare K 100/600. Mens fastheten i de første mnd. er ganske lik for de ulike blandingsforhold, vil fasthetsforskjellen være betydelig ved full karbonatisering.
- Våtlesket kalk ga høyere fasthet enn tørrlesket. En betydelig kvalitetsforskjell mellom de ulike "restaureringskalker" ble påvist. Forsøket ga ikke grunnlag for å hevde at våtlesket kalk gir puss med bedre klimabestandighet i den første tiden etter pussing.
- Bruk av aktivator har en positiv effekt på kalkmørtelens egenskaper. Differansen er imidlertid ikke større enn at tilfredsstillende resultat kan oppnås ved langsom blanding. Avgjørende her er at blandetiden er tilstrekkelig lang (10-12 min.).
- Tilsetning av silicastøv kan absolutt ha interesse. Ved å sette til 10% silicastøv av kalkmengden ble betydelige fasthetsgevinster oppnådd. Av minst like stor interesse er det at klimabestandighet for 1 mnd. gamle prøver økte. Tilsetningen reduserer karbonatiseringshastigheten, men dette oppveies av fasthetsøkningen. Silicastøv gir minimal fargeendring på mørtelen, og våre målinger peker mot at mørtelens elastisitet også påvirkes lite.

I det videre arbeid vil vekten bli lagt på en utvikling av de mest interessante mørtler. Spesiell vekt vil bli lagt på egenskaper som bestandighet og elastisitet ved siden av fasthet og heft til aktuelle steintyper. Ved samtidig å anvende de samme mørtler i praktiske restaureringsarbeider er det håp om at man kan komme fram til materialer og utførelser som gir bedre resultat enn man har hatt opp til nå.

UTERVALNING AV KALKMÖRTLER

NR	TYPE	MÖRTEL		TESTEDE EGENSKAPER									
		KALK I)	BLANDER	TILSETNING	ARBEIDBARHET	FASTHET	HEFTFASTHET	SVINN	VANNABSORPSJON	SUR-NEDBØR	BESTANDIGHET	KARBONATISERING	
1	100/300	I	L ²⁾	-	x	x			x	x	x	x	
2	"	"	"	SiO ₂	x	x			x	x	x	x	
3	100/600	"	"	-	x	x			x	x	x	x	
4	"	"	"	SiO ₂	x	x			x	x	x	x	
5	100/1000	"	"	-	x	x			x	x	x	x	
6	"	"	"	SiO ₂	x	x			x	x	x	x	
7	100/600	II	"	-	x	x			x	x	x	x	
8	"	III	"	-	x	x			x	x	x	x	
9	"	IV	"	-	x	x			x	x	x	x	
10	"	V	"	-	x	x			x	x	x	x	
11	100/300	I	H ³⁾	-	x	x	x	x	x	x	x	x	
12	"	"	"	SiO ₂	x	x	x	x	x	x	x	x	
13	100/600	"	"	-	x	x	x	x	x	x	x	x	
14	"	"	"	SiO ₂	x	x	x	x	x	x	x	x	
15	100/1000	"	"	-	x	x	x	x	x	x	x	x	
16	"	"	"	SiO ₂	x	x	x	x	x	x	x	x	

- 1) Kalk I, tørrelesket.
Kalk II-V, våtlesket.
2) L = langsom blanding.
3) H = hurtig blanding (aktivator).

Bilag 1. Skjematisk oversikt over forsøksprogram.

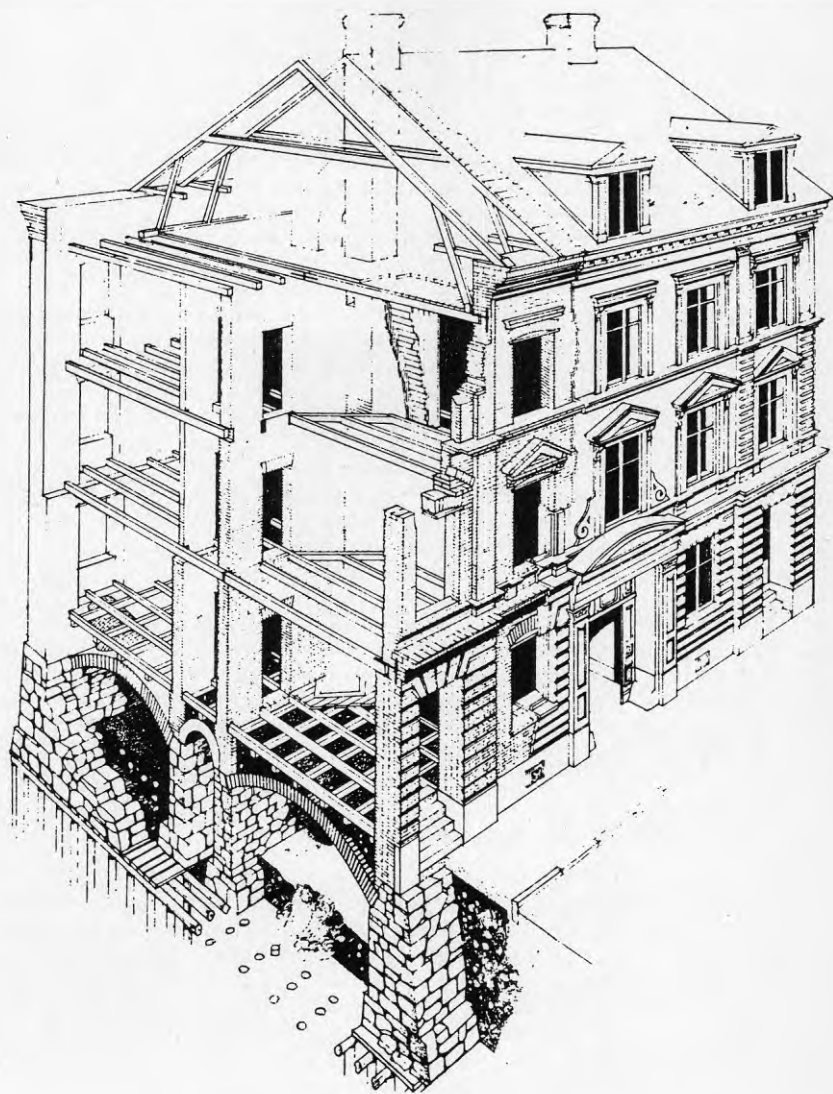
Litteratur:

Bodil Aamnes: Mørtler for antikvariske bygninger. Hovedoppgave des. 1982. Institutt for husbyggingsteknikk, NTH.

I. Holmstrøm,
Ch. Sandstrøm: "Underhåll av gamla hus" SIB B10: 1972. Stockholm.

J. Holmgren: Husbygging. Oslo 1949.

REPARATION OCH OMBYGGNAD AV MURVERK



REPARATION OCH OMBYGGNAD AV MURVERK

-Kvalicerad teknik för varsam renovering

Av	
civ.ing	Olle Humble, AB Jacobson&Widmark
civ.ing	Krister Berggren, AB Jacobson&Widmark
civ.ing	Ole Fabricius, AB Jacobson&Widmark
ingenjör	Olle Hagblom, AB Jacobson&Widmark
arkitekt	Ove Hidemark
arkitekt	Henrik Kjellberg, Riksantikvarieämbetet
civ.ing	Hans Lanevik, AB Jacobson&Widmark
ingenjör	Bertil Nord, AB Jacobson&Widmark
civ.ing	Eduard Troelsgaard
civ.ing	Bo Westerberg, AB Jacobson&Widmark
ingenjör	Lars-Erik Wargsjö, Ernström&Co AB

Vid projektering av nybyggnad finns för svenska förhållanden framtaget stora handbokssystem som Bygg, BBK-handböcker mm. Vid projektering av ombyggnader finns nästan ingenting. Byggforskningsrådet har därför givit i uppdrag till AB Jacobson&Widmark att utarbeta en handbok i ämnet ombyggnad, i synnerhet för äldre, murade byggnader. Förutom J&Ws experter på beräkningsmetoder, fuktproblem, besiktningsmetodik, grundläggning och grundförstärkning samt förstärknings- och håltagningsmetoder har extern expertis inom områdena för äldre byggnadsteknik, samt statisk samverkan mellan olika byggnadsdelar, en kunskaphöjande och en handboksdel.

I läroboksdelen publiceras i många fall helt nytt material om äldre byggnadsteknik och om olika samverkansfaktorer mellan det äldre husets stomme och dess grund. Handboksdelens är avsedd att användas av arkitekter och konstruktörer i deras vardagliga, konkreta projekteringsarbete i samband med renovering av äldre, murade byggnader.

Bokens grundtanke

Huvudsyftet med boken är att lära ut ett synsätt baserat på skillnaden mellan de konstruktiva principerna för nya och äldre hus. Detta synsätt borde knappast vara någon nyhet utan snarare en självklarhet. I praktiken har detta dock haft vissa problem att tränga igenom bland projektörer och byggare. Huset finns ju redan på plats, den kanske viktigaste skillnaden. Projektören måste därför vara engagerad i en äldre byggnads egenart och känna för dess möjligheter och

begränsningar. Han måste dessutom i motsats till nyproduktion veta att samtliga tekniska ingångsvärden saknas. Man kan ju inte prova varje tegelsten eller förstöra huset för att se hur mycket det tål. Likaväl kan man med viss träning, framför allt genom sunt förnuft och eftertanke, kartlägga förutsättningarna för och också ana resultatet av ett fullskaleprojekt. Huset står där och kan säkert fortsätta att stå upprätt om inte en alltför våldsam renovering tar fart. Man måste när det gäller överblicken av den statiska situationen lära sig att jobba med ett visuellt stereometriskt synsätt. I extremfallet kan man kanske undvika en grundförstärkning genom att endast flytta på några takstolar.

INNEHÅLL

Band I ÄLDRE BYGGNADSTEKNIK

Ove Hidemark

- 1 Inledning
- 2 Förändringar i kunskapssituationen
- 3 Arkitektens, ingenjörens och byggmästarens yrkesroller
- 4 Verktygen
- 5 Äldre beräkningsmetoder
- 6 Material, allmänt
- 7 Grunden
- 8 Muren
- 9 Valvet
- 10 Bjälklaget
- 11 Taket

Band II PROBLEMBILD

Del 1 Krister Berggren

Henrik Kjellberg

- 1.1 Att tillvarata byggnaden som resurs
- 1.2 Administrativa problem
- 1.3 Praktiska problem

Band II BYGGNADENS BÄRANDE DELAR I SAMVERKAN

Del 2 Eduard Troelsgaard

- 2.1 Den murade byggnaden som ett statiskt system
- 2.2 Uppställande av statisk modell
- 2.3 Skadeorsaker
- 2.4 Åtgärder ändrar jämviktssystem
- 2.5 Val av åtgärder

Band II BERÄKNING AV MURVERK

Del 3 Ole Fabricius

- 3.1 Inledning
- 3.2 Murverkets hållfastegenskaper
- 3.3 Laster
- 3.4 Bågar
- 3.5 Åtgärder för stabilitet och sprickor
- 3.6 Raka valv
- 3.7 Kupoler

- 3.8 Kryssvalv
- 3.9 Väggar
- 3.10 Stabilitet

Band II FUKTPROBLEM
Del 4 Krister Berggren

- 4.1 Speciella fuktproblem
- 4.2 Fuktkällor
- 4.3 Fukttransport
- 4.4 Murverkskonstruktioner
- 4.5 Fuktskador

BandII FÖRUNDESRÖKNING
DEL 5 Olle Humble
Bo Westerberg

- 5.1 Inledning
- 5.2 Förundersökningens ändamål
- 5.3 Stegvis förundersökning
- 5.4 Förundersökningen som uppdrag
- 5.5 Steg 1. översiktlig arkivstudie
- 5.6 Steg 2. Besiktning av huset
- 5.7 Steg 3. Detaljundersökningar
- 5.8 Förundersökningsrapport

Band II GRUNDLÄGGNINGEN
Del 6 Olle Hagblom
Bertil Nord

- 6.1 Historik
- 6.2 Skador
- 6.3 Skador vid förändrad vattenbalans
- 6.4 Varför sjunker grundvattnet
- 6.5 Andra orsaker till grundförstärkningar
- 6.6 Förstärkningsmetoder
- 6.7 Vatteninfiltration
- 6.8 Övriga metoder
- 6.9 Tankar om framtiden
- 6.10 Undersökningsutrustning

Band II MURVERKET
Del 7 Hans Lanevik

- 7.1 Principer för åtgärder
- 7.2 Murens uppbyggnad
- 7.3 Reparation
- 7.4 Förstärkning
- 7.5 Håltagning
- 7.6 Arbetsbeskrivning
- 7.7 Kontroll

Band II PUTSEN
Del 8 Lars-Erik Wargsjö

- 8.1 Allmänt
- 8.2 Skador
- 8.3 Renovering

ÄLDRE BYGGNADSTEKNIK

Band I Ove Hidemark

1 Inledning

2 Förändringar i kunskapssituationen

2.1 Den medeltida hyttan 2.2 Den tryckta handboken 2.3
Tidskrifternas århundrade

3. Arkitektens, ingenjörens och byggmästarens yrkesroller

4 Verktygen 4.1 Mättenheterna 4.2 Lyftverktygen 4.3
Byggnadsställningarna 4.4 Pålkranen 4.5 Schaktning 4.6
Arbetsplatsens mekanisering

5 Äldre beräkningsmetoder 5.1 Matematikens roll 5.2 Den
medeltida situationen - intuitionen fångad i geometrin 5.3
Mekaniken, den moderna naturvetenskapen 5.4 Studier av en
bjälke 5.5 Styrkan hos en pelare 5.6 Valvets stabilitet 5.7
En framväxande rationalism 5.8 Återigen valvets problematik

6 Material - allmänt 6.1 Sten Granit Sandsten Kalksten 6.2
Tegel 6.3 Att bränna kalk Bränningen 6.4 Kalkbruk 6.5 Cement

7 Grunden

8 Muren 8.1 Det antika arvet 8.2 Det medeltida murverket
Fullmuren och flervåningshuset Hantverket

9 Valvet

10 Bjälklaget

11 Taket

SAMMANFATTNING

Syftet med detta kapitel är att ge en bakgrund av kunskapsmässig natur om hur man byggde förr - vilka material, vilka metoder och vilka byggnadssystem man arbetade inom; vilka begränsningar och vilka möjligheter som stod till buds i det enskilda fallet. Kunskapsbrottet mellan äldre byggnadsteknik och modern teknik är i sig så stort att snart varje ingrepp som görs enligt vår egen tids byggnadsteknologi utgör ett hot mot de gamla husens livsvillkor. En läkare måste rimligen veta hur hans patient ser ut innan han sätter kniven i kroppen. Detsamma gäller för den moderna konstruktören och arkitekten, just i färd med att reparera och bygga om ett gammalt hus.

Skildringen av äldre tiders byggande har i detta fall delats upp på ett antal olika aspekter. Annan viktig del är att beskriva den under olika tider relevanta kunskapssituationen. Hur tänkte den medeltida byggmästaren, vilka erfarenheter sökte han systematisera eller lära vidare till andra? 1700 - talets byggmästare utvecklade andra konstruktioner, tänkte för andra funktioner och kanske också utifrån andra erfarenheter. En viktig fråga gäller var gränsen gick för hans - eller hans samtids - byggnadstänkande. Vilken utbildningssituation var för handen? Hur förmedlades kunskap?

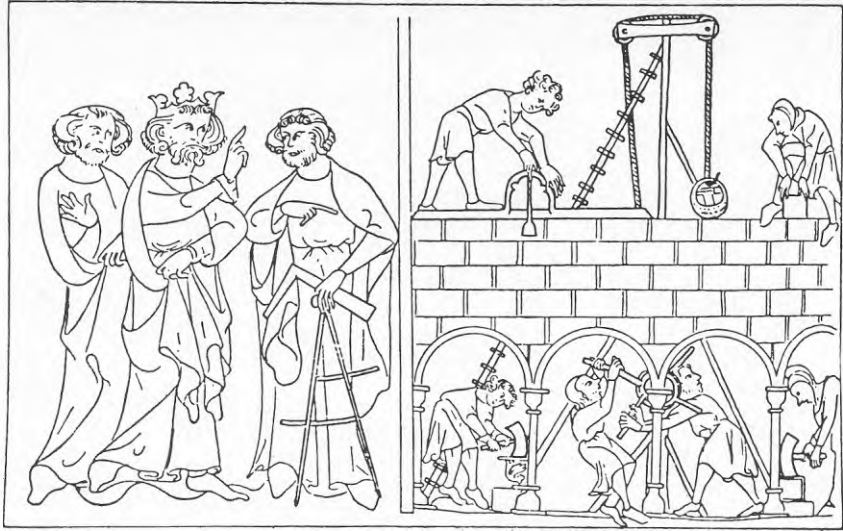
Sättet att bedöma en byggnads eller en konstruktions styrka eller förmåga att motstå olika laster och påkänningar har också växlat från medeltid till nutid. Här har en gång en gryende naturvetenskap sökt ge ständigt nya tolkningsmodeller för exempelvis en bjälkes bärkraft och elasticitet, ett valvs styrka eller lämplig kurvatur, en pelares motstånd mot knäckning eller en väggskivas stabilitet. I ett särskilt avsnitt redogörs för dessa beräknings- metoders historiska utveckling. Står man inför en gammal byggnadsstomme måste man också känna sig förtrogen med hur den en gång var tänkt, hur samtiden sökte tolka gränserna för skiftande jämvikts- och styrkeförhållanden. Vilka faktorer eller vilka begåvningar påskyndade utvecklingen? Vad styrde forskningsbehoven under olika tider? Vår nutida beräkningskonst har både sina möjligheter och begränsningar om vi jämför med äldre tider. Framför allt har dagens teoretiska modeller sina givna historiska rötter. Känner vi inte hur äldre tider resonerade kan vi inte heller till fullo förstå det aktuella ombyggnads-fallets förutsättningar -knappast ens vår egen tids synsätt. För att förstå hur man bedömde de tekniska problem som man ställdes inför måste man också veta vilka verktyg man förfogade över. Hur kunde man lyfta tunga material och vilken energiåtgång krävdes i form av muskler eller maskiner? Hur styrdes dimensioneringen av stommens olika delar genom olika former av måttssystem - fot, alnar etc. En liknande avgörande begränsning innebar exempelvis den tillgängliga tekniken för byggnadsställningar. Man byggde så långt verktygen räckte till.

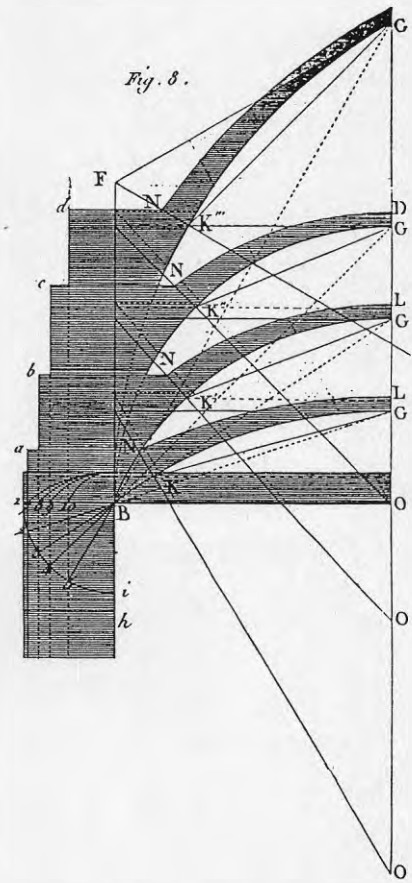
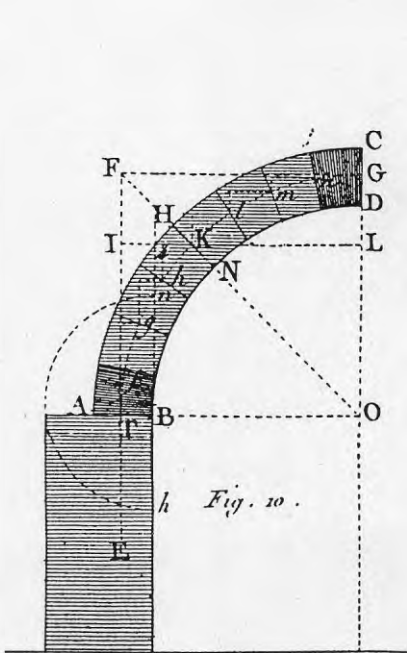
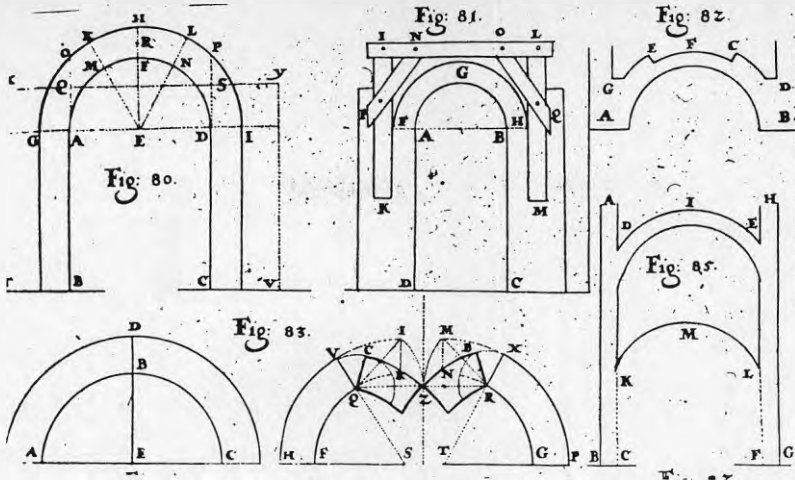
Andra former av begränsningar utgjorde den rådande materialsituationen. Hur förlöpte framställningsprocessen för exempelvis sten, tegel, kalkbruk, cement m.m. och vilka produkter förfogade man över? Hur fördelade sig svaghet och styrka inom samma material eller mellan olika material i kombination? Utan närmare kännedom om dessa förutsättningar blir alltid den gamla byggnadsstommens åldrandeprocesser svårtolkade. Ofta har de gamla husen överlevt genom sina ingående materialdelars svaghet, detta har blivit husens styrka.

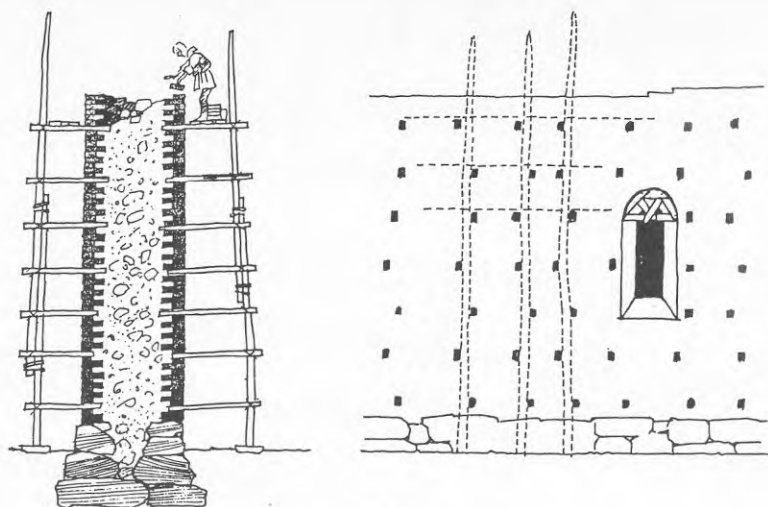
Den hantverksmässigt nedärvda eller den efter hand teoretiskt förvärvade kunskapen om skiftande beräkningsgrunder för dimensioneringar och val av material, prövades i verkligheten genom olika sätt att kombinera material och att därefter bestämma lämpliga dimensioner för byggnadens olika bärande delar. Därför krävs av en nutida arkitekt eller konstruktör en omfattande och djupgående kännedom om olika tiders representativa byggnadssystem. Framställningen innehåller därför en systematisk genomgång av såväl grundläggningens som murskivans historia och hantverkliga utveckling liksom motsvarande för valvets, bjälklagets och takkonstruktionen – alla lika viktiga beståndsdelar i det murade huset och alla med var och en sina karakteristiska utvecklingssteg.

För många av de frågor som ovan ställts äger vi för närvarande en mycket begränsad kännedom. Det är därför viktigt att det som vi idag känner till också kommer till nytta i arbetet med gamla hus. Annars när vi aldrig längre – vilket är nödvändigt om vi rätt skall förstå det vi arbetar med. I många stycken befinner vi oss bara i början av en förståelse för en äldre byggnadstekniks krav och egenheter. Låt oss lära mera – tillfällen finns i varje byggnadsuppgift om man låter befintlig kunskap kopplas till reflektioner över innebörden i nyss blottade byggnadskonstruktioner, den befintliga eller hantverksmässiga.

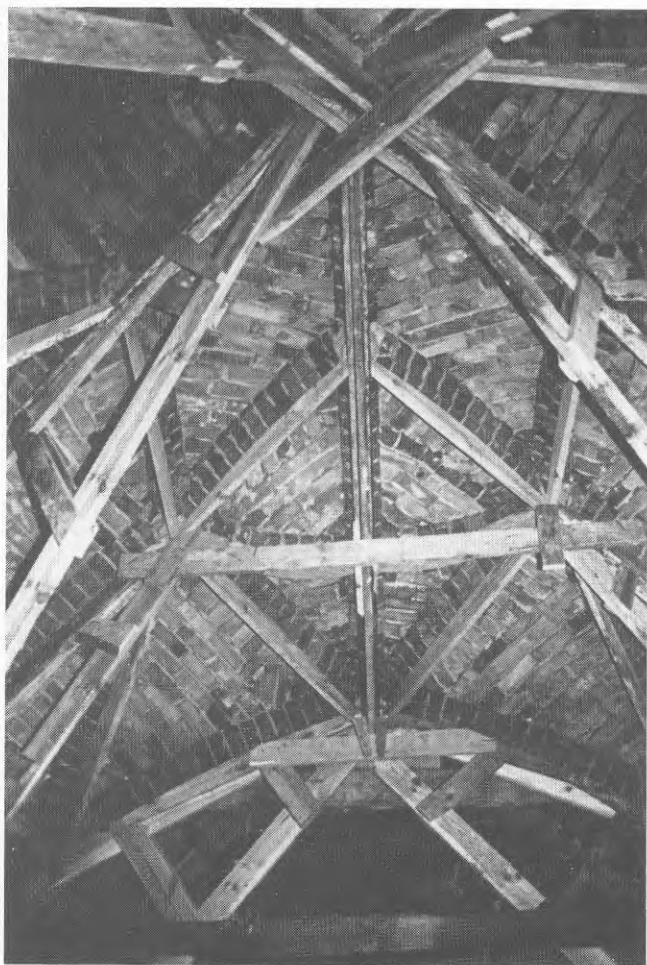








Sektionssnitt av medeltida mur och ställning



PROBLEMBILD

Del 1 Krister Berggren & Henrik Kjellberg

1.1 Att tillvarata byggnaden som resurs 1.1.1 Byggnaden som resurs 1.1.2 Ekonomiskt värde och finansiering 1.1.3 Teknisk funktion 1.1.4 Användning 1.1.5 Kulturhistoriskt värde 1.1.6 Förutsättning och planering för ombyggnad

1.2 Administrativa problem 1.2.1 Val av projektör 1.2.2 Förundersökningens betydelse 1.2.3 Projektering 1.2.4 Upphandling, entreprenadform, ersättningsform. val av entreprenör 1.2.5 Slutdokumentation 1.2.6 Underhållsplanering 1.2.7 Normer

1.3 Praktiska problem 1.3.1 Hantverkskunnande 1,3.2 Materialtillgång 1.3.3 Transport och lagring 1.3.4 Arbetarskydd 1.3.5 Byggnadsskydd

SAMMANFATTNING

Underhåll, reparation och ombyggnad är idag en lika väsentlig uppgift som nybyggnad. En byggnad är en resurs som skall tas tillvara när den repareras eller byggs om.

En byggnad utgör:

- en ekonomisk resurs
- en funktionell resurs som lokal verksamhet
- en teknisk resurs, exempelvis en konstruktion som skall uppta belastningar, skydda mot utomhusklimat o.s.v.
- en kulturhistorisk resurs, som söker förklara bebyggelsen som en bild av gångna tiders gestaltningsvilja och sociala förhållanden. Som sådan resurs har den äldre bebyggelsen en utomordentligt stor social betydelse. Den identifierar vår historia.

Ekonomiskt värde

För att en byggnad skall tas tillvara som ekonomisk resurs är det viktigt att den repareras och byggs om, i bästa fall endast underhålles. Annars sker lätt en kapitalförslöring. Om det ger ägaren bättre avkastning att reparera eller att riva och bygga nytt bestäms till stor del av för ägaren gällande lånemöjligheter m.m. Det är därför idag viktigt att lån för reparation och underhåll förbättras så att byggnader (var de än står) kan tas tillvara. Bevarande är dock i de flesta fall en fråga om vilja. Vill man så ställer man också sina krav därefter. Även ekonomin är en i hög grad flexibel fråga.

Det är viktigt att buren står skat

Teknisk funktion

För nybyggnader regleras i Sverige det tekniska utförandet av en för dagens byggnadsbehov lagfäst byggnorm. Äldre byggnader har emellertid en annan bakgrund. Reparationer och ingrepp i dessa måste därför utgå från den teknik och de material som dessa byggnader är uppförda med, på samma gång som skäliga säkerhetskrav skall uppfyllas. Alla åtgärder bör i första hand utgå från hur byggnaden har fungerat eller kan fungera statiskt och hur byggnadens olika delar samverkar. Man bör särskilt uppmärksamma att gamla murverk uppförda i kalkbruk har en i förhållande till nutida murverk betydligt större plasticitet och kan härigenom utan att skadas uppta relativt stora rörelser inom själva murverket. Moderna murverk fungerar däremot ofta som en monolit där motsvarande rörelser måste tas upp i dilatationsfogar. Hänsyn måste också tas till murverkets kemiskt-fysikaliska verkningssätt. Material för murbruk, fogbruk och ytskikt har här stor betydelse. Kalkbruk kan därför inte utan kostbara konsekvenser ersättas av kalkcementbruk.

Användning

En radikalt förändrad användning av en byggnad ställer ofta stora krav på ingrepp och förändringar såväl ur teknisk som kulturhistorisk synpunkt. Därför bör man vara försiktig med att förändra användningen av en byggnad. Praktiska funktioner kan ofta tillgodoses med olika för byggnaden smidiga lösningar. En omsorgsfull projektering är därför viktig för att man skall kunna ta tillvara en byggnad som funktionell resurs.

Kulturhistoriskt och konstnärligt värde

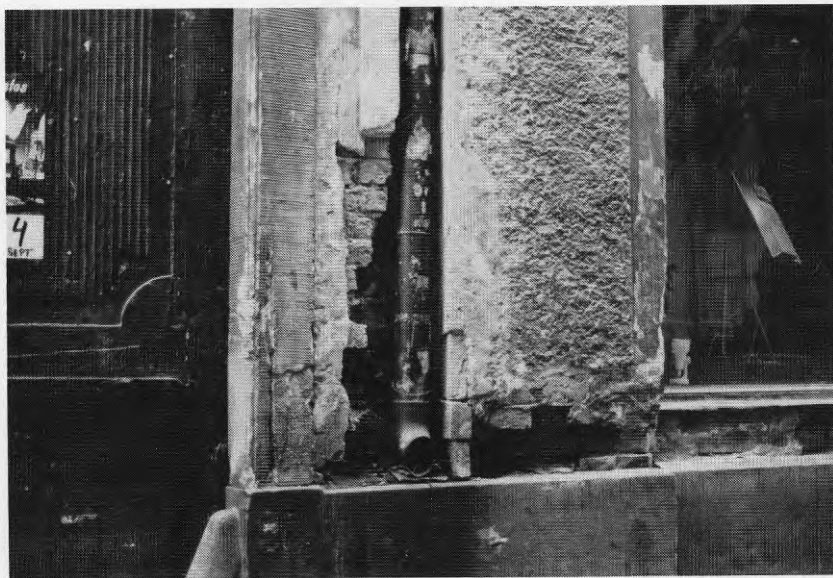
Det mesta av den befintliga bebyggelsen, och det gäller inte bara monumentalbyggnader, har ett kulturhistoriskt eller konstnärligt värde. Dett värde kan vara knutet till en byggnad som sådan - byggnaden har oftast ett kulturhistoriskt eller ett konstnärligt egenvärde - eller så knyts värdet till husets betydelse i miljön - huset har ett kulturhistoriskt betingat miljövärde. Ofta har ett intressant hus både ett egenvärde och ett miljövärde. Inte minst som teknisk konstruktion och i sina material har en byggnad ett alldeles speciellt kulturhistoriskt värde vilket måste respekteras.

Alla hus utgör en del av en miljö t.ex. ett gatuparti eller en grupp av byggnader. Praktiskt taget alla hus har ett miljövärde som bör tas tillvara. Det är ett allmänt ansvar att ta tillvara bebyggelsens historiska och konstnärliga värden. Detta har fastslagits i riksdagspropositionen om vår kulturpolitik. Det har också kommit till uttryck i uppföljande lagstiftning och planeringsinstrument.

Allmänna riktlinjer för reparation och ombyggnad

Hur en byggnad skall tillvaratas som resurs måste avvägas i varje enskilt fall. På grund av den ensidiga inriktning mot nybyggande som varit rådande efter kriget är vi idag mycket dåligt rustade för att ta hand om den befintliga bebyggelsen. En beredskap för underhåll och reparation är därför en första förutsättning för att ta tillvara en byggnad. Moderna material och byggnadsmetoder är dock oftast tveksamma, för att inte säga rent fiendliga hjälpmedel vid en reparationsinsats. Många omständigheter gör därför att man bör vara restriktiv med ingrepp och förändringar. Alla åtgärder bör utifrån dessa förutsättningar om möjligt göras på ett sådant sätt att de kan förnyas eller avlägsnas utan att byggnaden skadas. Dessutom bör alla åtgärder anpassas tekniskt och utseendemässigt till den byggnad det gäller.

En omsorgsfull planering och projektering är en första förutsättning för att man på rätt sätt skall kunna ta tillvara en byggnad. Särskilt viktigt är att man i förväg, innan alla åtgärdsbeslut fattas, noga undersöker den aktuella byggnadens tekniska utförande och tillstånd. En projektering av en ombyggnad följer dock inte rutinerna för nybyggnad. Här föreligger en avgörande skillnad som sällan uppmärksammas. En ombyggnad eller restaurering är en dynamisk beslutsprocess, vars slutsumma som projekteringsinsats föreligger först då arbetet är genomfört



BYGGNADENS BÄRANDE DELAR

Del 2 Eduard Troelsgaard

2.1 Den murade byggnaden som ett statiskt system 2.2
 Uppställande av statisk modell Sprickbilden Deformationer
 Skaderegistrering Efterprovning Takkonstruktioner Bjälklag
 Ytterväggar öppningar i muren Enkelkrökta valv Valvkappor
 Ribbor Muren Bärande/icke-bärande väggar

2.3 Skadeorsaker

Brott, stabilitetsvikt Sättningar Bristande forankringar
 Rostsprängningar

2.4 Åtgärder ändrar jämviktssystem 2.5 Val av åtgärder
 Principlösningar

SAMMANFATTNING

Detta kapitel behandlar hur murverket i en byggnad arbetar tillsammans med de övriga byggnadsdelarna med hänsyn till upptagning av lasterna på byggnaden. Vidare redovisas några förhållanden rörande uppställning av en statisk modell för en byggnad, typiska skadeorsaker samt några principiella överväganden i förbindelse med åtgärder och eventuella förstärkningar

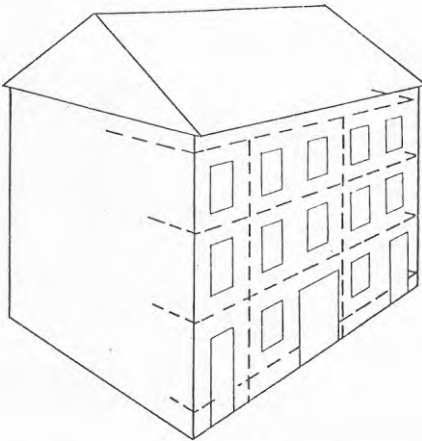


Fig.2:1 Bjälklagen och skiljeväggarna kan i allmänhet verka som skivor, dvs överföra krafter i sitt eget plan. De kan därför uppta krafter som verkar vinkelrätt mot ytterväggen, förutsatt att bjälklagen och skiljeväggarna kan föra dem vidare till andra bärande delar. Detta kan utnyttjas för att ta upp vindlast på fasaderna och att ta upp jordtryck på murade väggar.

Därför är oftast både ytterväggar, gavlar, bärande skiljeväggar aktiva delar i det statiska systemet, även om de "bara" stabiliserar och inte direkt bär bjälklagen. Vid valv- och bågkonstruktioner ingår dessutom murverk som en vågrätt bärande del som kan föra lodrätt last ut till upplagen.

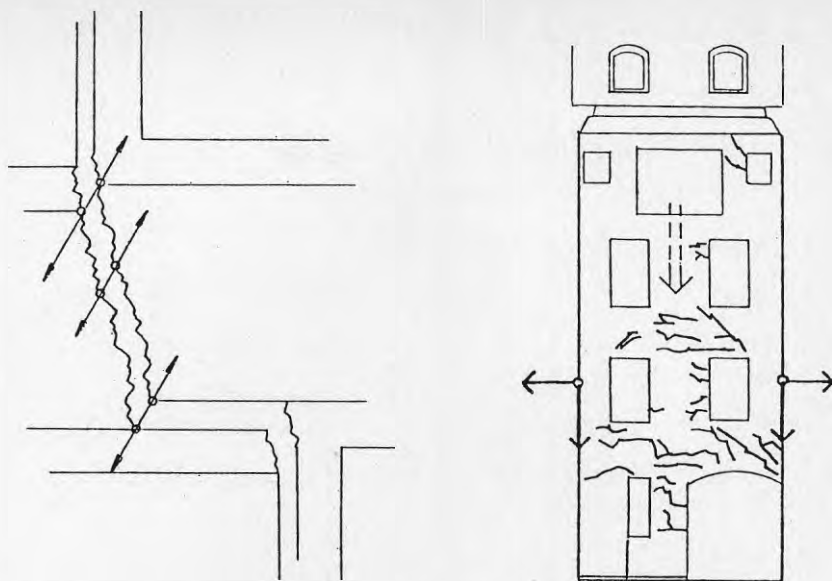


Fig.2:2 Här kan de skador, sprickor eller deformationer som kanske är orsaken till att byggnaden skall undersökas vara en hjälp till att bestämma den statiska modellen så att denna i största möjliga mån överensstämmer med verkligheten.

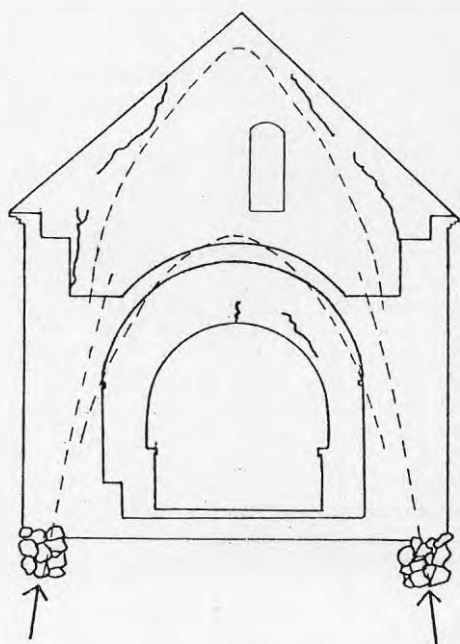


Fig.2:3 En spricka eller ett system av sprickor kan dels berätta hur byggnadsdelarna har rört sig i förhållande till varandra, dels berätta att trycklinjer nu inte kan gå vinkelrätt mot sprickorna, men väl parallellt med dessa.

BERÄKNING AV MURVERK

Del 3 Ole Fabricius

3.1 Inledning 3.1.1 Allmänt 3.1.2 Trycklinjer

3.2 Murverks hållfasthetsegenskaper

3.3 Laster 3.3.1 Laster från takstolar

3.4 Bågar 3.4.1 Konstruktion av trycklinje 3.4.2 Analytisk metod 3.4.2.1 AC horisontell 3.4.2.2 AC ej horisontell 3.4.3 Grafisk metod 3.4.4 Några trycklinjer 3.4.4.1 Punktlaster 3.4.4.2 Utbredd last Jämnt utbredd last Andra lastfördelningar Kedjelinjen 3.4.5 Cirkelbågen 3.4.6 Kontroll av bågkonstruktioner

3.5 Åtgärder för att förbättra stabiliteten och / eller minska sprick- risken i bågar

3.6 Raka valv

3.7 Kupoler 3.7.1 Allmänt 3.7.2 Sfäriska kupoler 3.7.3 Den "ideala" kupolen

3.8 Kryssvalv

3.9 Väggar 3.9.1 Last vinkelrät mot väggens plan 3.9.1.2 Homogena väggar 3.9.1.3 Dubbla skalmurar med fyllnadsmaterial 3.9.2 Väggskivor

3.10 Stabilitet 3.10.1 Bågknäckning 3.10.2 Stabilitetsbrott vid dålig grund

SAMMANFATTNING

I detta kapitel beskrivs och kommenteras modeller för ett antal beräkningsproblem som är typiska för murverkskonstruktioner. Syftet med kapitlet är att peka på problemen och ge riktlinjer för rimliga lösningar än att presentera färdiga "exakta" formler.

De flesta i praktiken förekommande murverkskonstruktioner är flerfaldigt statistiskt obestämda. En exakt bestämning av spänningsfördelninge förutsätter därför att man känner sambandet mellan spänningar och töjningar överallt i konstruktionen. De flesta utarbetade beräkningsmetoder för statistiskt obestämda konstruktioner är baserade på elasticitetsteorin. För murverkskonstruktioner som är inhomogena och anisotropa och där spännings-töjningssambandet varken är linjärt elastiskt eller tidsberoende är lösningar baserade på elasticitetsteori föga meningsfulla. De förslag till beräkningsmodeller som presenteras har därför inte baserats på elasticitetsteori, utan endast på jämviktsvillkoren som alltid måste uppfyllas, samt på rimliga antaganden om kraftfördelningen. Ledning för denna fördelning kan ofta

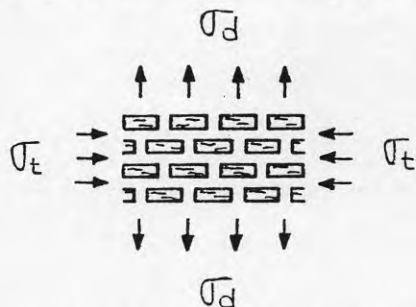
erhållas ur observerade sprickmönster samt ur den enkla regeln att en kraft "föredrar" en kort väg genom en kraftig konstruktionsdel framför en lång väg genom en klen konstruktionsdel.

Relativt stort utrymme ägnas åt såväl analytisk som grafisk konstruktion av trycklinjer - ett av de viktigaste hjälpmedlen vid murverkskonstruktioner. Vidare behandlas raka valv, kupoler, kryssvalv samt vägg med och utan öppningar och murkonstruktioner. I ett kortare avsnitt ges anvisningar för beaktande av stabilitetsrisker vid bågen samt risken för utknäckning av ytterväggar vid konstruktioner med dålig grund.

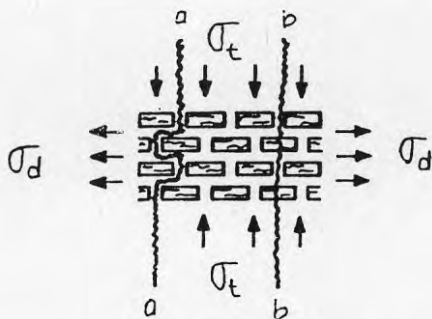
Murverk har

- o bra förmåga att uppta rena tryckspänningar
- o dålig förmåga att uppta rena dragspänningar
- o relativt dålig förmåga att uppta rena skjuvspänningar

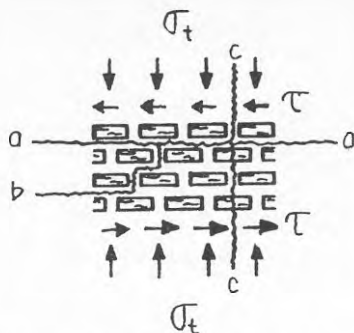
Närvaron av tryckspänningar i en riktning kan dock i vissa fall förbättra drag- och skjuvhållfastheten.



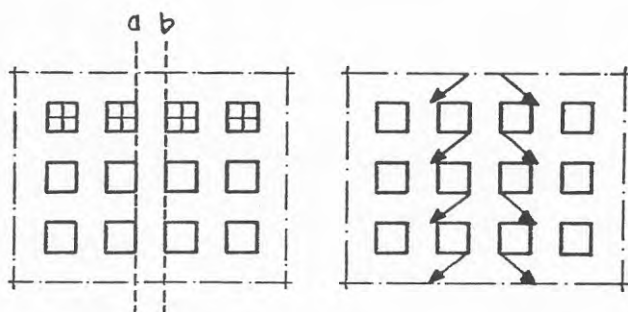
Draghållfastheten är under alla förhållanden mycket dålig vinkelrätt mot liggfogarna.



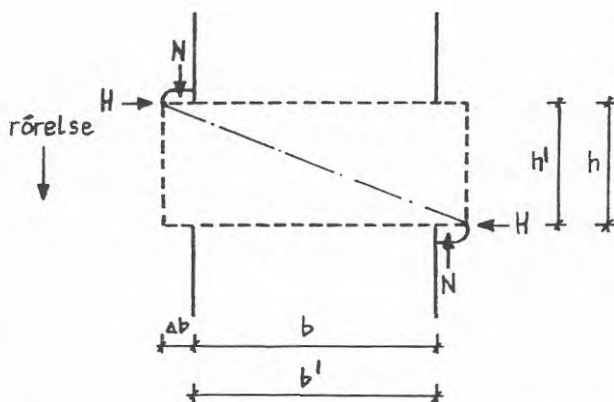
Tryckspänningar vinkelrätt mot liggfogarna förbättrar draghållfastheten i liggfogarnas riktning.



Även skjuvhållfastheten är beroende av eventuella tryckspänningar vinkelrätt mot liggfogarna



Ett viktigt fall av skivverkan visas i figuren, som föreställer en delav fasad där grundläggningen mellan a och b är sämre än för väggen i övrigt.



Verkningssättet för ett väggparti mellan två fönster blir approximativt enligt figuren.

Band II FUKTPROBLEM

Del 4 Krister Berggren

4.1 Speciella fuktproblem

4.2 Fuktkällor 4.2.1 Markfukt 4.2.2 Luftfukt 4.2.3 Slagregn
4.2.4 Läckage

4.3 Fukttransport 4.3.1 Transportsätt

4.3.2 Kapillärsugning 4.3.3 Diffusion 4.3.4 Fuktkonvektion

4.4 Murverkskonstruktioner 4.4.1 Skalmuren 4.4.2 Fullmuren

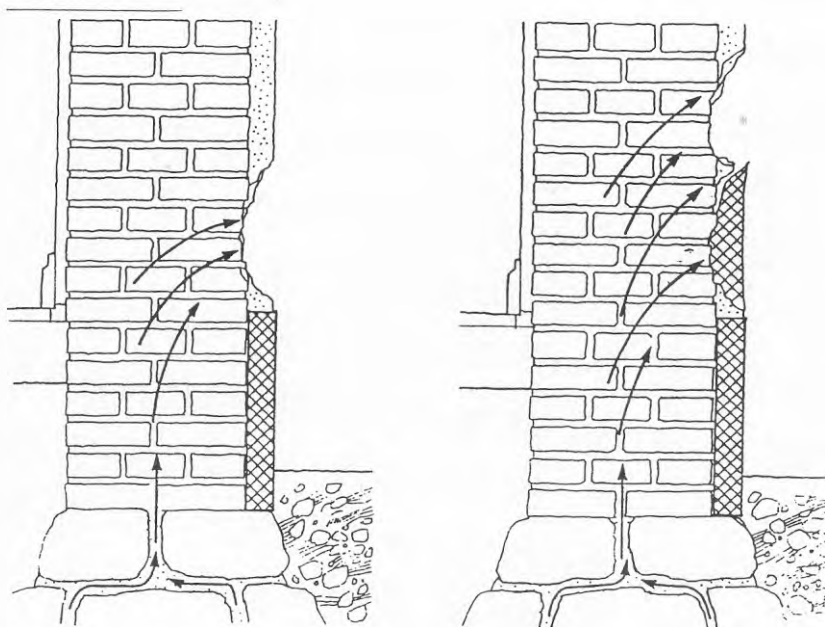
4.4.3 Bruksmuren 4.4.4 Kallmuren

4.5 Fuktskador – orsaker och åtgärder 4.5.1 Diagnos 4.5.2
Frostskador och saltvittring Orientering Skademekanismer
Frostskador Saltvittring 4.5.3 Åtgärder mot kapillär
uppsugning Vertikal fuktspärr utanpå grundmuren Horisontell
fuktspärr Injektering av hydrofoberande preparat Elektroosmos
Elektroosmos och injektering Sifoner 4.5.4 Avsaltning 4.5.5
Lagning med cementputs 4.5.6 Offerputs 4.5.7 Biologiska
angrepp Rötskador Mögel Alger, lavar och mossor 4.5.8
Metallkorrosion 4.5.9 Färgflagning 4.5.10 Cyklisk uttorkning
och uppfuktning

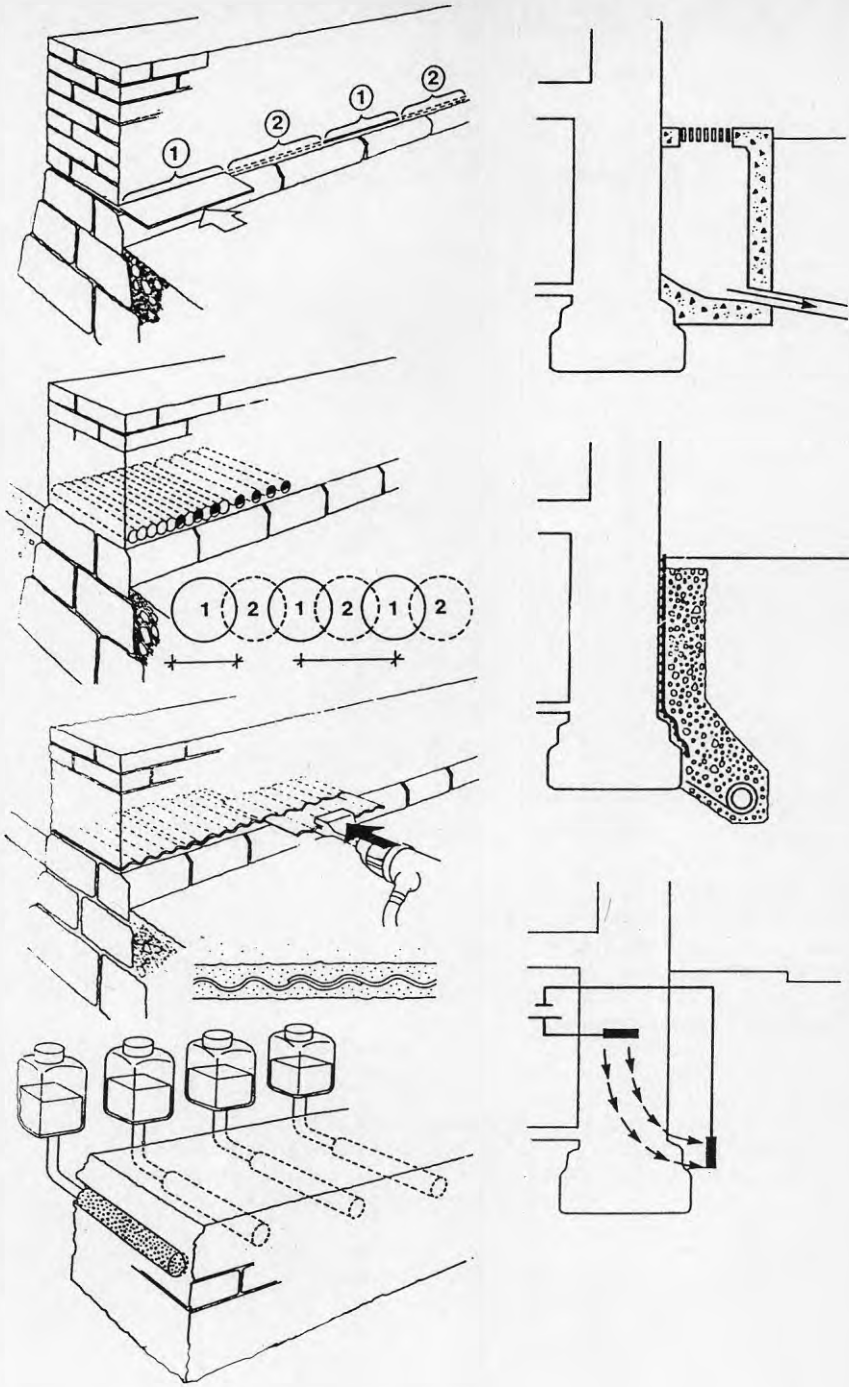
SAMMANFATTNING

Kapitlet behandlar mycket översiktligt olika transportsätt för fukt, vissa fuktmekaniska begrepp och materialkostnader för murverk av olika slag. Murverk är i allmänhet kraftigt kapillärsugande. Många fuktproblem i samband med murverk hänger samman med detta, t.ex. frostskador, saltvittring och saltutfällning. Därför ägnas i detta sammanhang fuktmekaniken vid kapillärsugning speciellt intresse. De allra flesta murverksskadorna beror dock på ett så "enkelt" fel som att regnvattenavledande konstruktioner har skadats. Mycket vanligt är att stuprören spruckit i samband med isproppar i rören. Det är då stor risk för att vatten kan spolats mot väggen, som då blir mer eller mindre vattenmättad. När temperaturen sjunker fryser vattnet i porerna och frostskadan är ett faktum. Liknande skador uppstår vid sönderrostade fotrännor och hängrännor. De allra flesta skadorna av detta slag kan undvikas genom ett planerat förebyggande underhåll. Ett annat återkommande fuktproblem är kapillär uppsugning av markfukt. Fukten i marken sugs via grundmuren upp i väggkonstruktionen. Sönderfrysning till följd av hög fukthalt är vanligt förekommande. Saltvittring är inte ovanlig. Saltvittringens mekanik är idag inte helt klarlagd, men den uppkommer vanligtvis till följd av att vattnet i marken innehåller löst salt. Saltet transporteras med vattnet upp i murverket. Någonstans i murverket övergår den kapillära vattentransporten till transport i ångform, i huvudsak genom diffusion. I avdunstningszonen utfälls saltet i form av kristaller. När saltkoncentrationen blir tillräckligt hög kan teglet börja vittra på ett sätt som liknar frostskador.

Många kulturhistoriskt intressanta byggnader världen över är hotade till sin existens av sådan saltvittring. Många försök till att lösa problemet har därför prövats, t.ex. impregnering med silikonlösning, elektroosmos, dränering, inläggning av täta skikt (blyplåtar, epoxiplast) mm. I kapitlet behandlades åtgärder som kan påverka fuktbalansen t.ex. uppvärmning av en tidigare uppvärmd byggnad (jfr. kyrkor). Dessutom behandlades en annan åtgärd som kan få ödesdigra konsekvenser, nämligen införande av artificiell befuktning i gamla byggnader. Om inte förr så uppträder frostsador då, vanligen med början efter några år, men tillräckligt länge för att entreprenören eller projektören skall gå fri från ansvar.



Lagning av frostsador med ett cementrikt bruk ger ofta upphov till följskador som är större än den första skadan



FÖRUNDERSÖKNING

Del 5 Olle Humble & Bo Westerberg

5.1 Inledning

5.2 Förundersökningens ändamål

- 5.2.1 Allmänna förutsättningar för ombyggnad
- 5.2.2 Byggnadens allmänna tekniska status
- 5.2.3 Underlag för detaljprojektering

5.3 Stegvis förundersökning

- 5.4 Förundersökningen som uppdrag
- 5.5 Steg 1. översiktlig arkivstudie
- 5.5.1 Vad man kan ta reda på. 5.5.2 Aktuella arkiv och dokument. 5.5.3 Dokumentation av arkivstudier

5.6 Steg 2. Besiktning av huset

- 5.6.1 Utvändig besiktning 5.6.2 Invändig besiktning
- 5.6.3 Besiktningar som fordrar ingrepp
- 5.6.4 Geometriska mätningar

5.7 Detaljundersökningar

- 5.7.1 Allmänt
- 5.7.2 Bestämning av hållfasthet och styvhet
- 5.7.3 Fuktmätning 5.7.4 Temperaturmätning
- 5.7.5 Kemiska undersökningar
- 5.7.6 Biologiska undersökningar
- 5.7.8 Geotekniska undersökningar

5.8 Förundersökningsrapport

SAMMANFATTNING

En förundersökning måste alltid sättas in i sitt sammanhang. Det första steget är att ta reda på varför man behöver göra en dylik: skador, olycksrisker eller önskemål om ändringar. Även byggnadens typ, ålder och användningssätt spelar in, och vilka åtgärder kan bli aktuella? Ska hela huset undersökas eller är det tillräckligt att studera endast enskilda delar? Vilka behöver och kan använda sig av den färdiga förundersökningen: beställare, projektör eller entreprenör? Vilka myndighetskontakter fordras och när? Sist men inte minst: vilka ekonomiska ramar finns tillgängliga, dels för själva undersökningen och dels för själva åtgärderna? När dessa frågor är besvarade är också de första ramarna för förundersökningen bestämda.

En god planering av förundersökningen är därför väsentlig för att få en riktig ekonomisk, tidsmässig och arbetsmässig styrning av det kommande arbetet.

Huvudgången och de viktigaste uppgifterna i förundersökningen är följande:

- * Definiera och avgränsa problemet
- * Planera det kommande arbetet
- * Inventera och dokumentera husets kulturhistoriska och tekniska tillstånd
- * Studera arkiv med avseende på husets historia
- * Analysera historia och teknik som ett av varandra beroende sammanhang
- * Sammanställ resultatet, dvs. en diagnos med atföljande åtgärds - och prognosbild

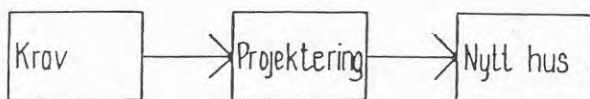
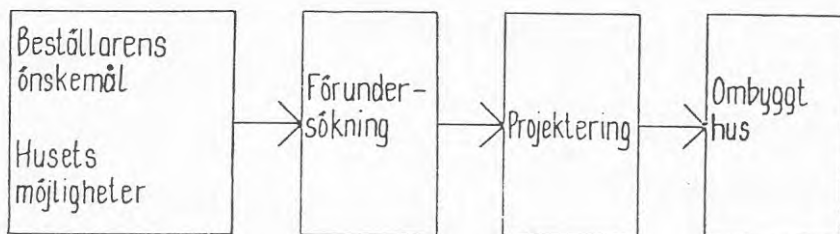
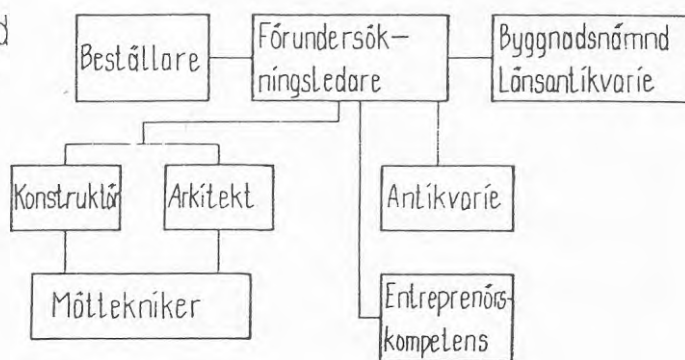
Ovannämnda rambestämning är ett första steg i planeringen. Denna kan leda till att en stegvis förundersökning blir nödvändig, vilket kräver en ytterligare såväl översiktlig som partiell undersökning för att det fortsatta arbetet skall kunna planeras.

Vilka arkiv som skall besökas beror av när huset är byggt eller ombyggt. För nyare byggnader finns handlingar tillgängliga i byggnadsnämndens arkiv. För äldre byggnader kan besök vid riksarkivet, läns museerna eller försäkringsbolagen bli nödvändiga.

Vid besiktningen bör man följa någon form av checklista. Den måste dock användas med förstånd. Besiktningsmannen måste vara insatt i husets historiskt betingade tekniska verkningssätt och kulturhistoriska krav för att kunna bedöma orsaken till och farligheten av olika skador.

Analysen och sammanställningen görs med utgångspunkt från vilka som förväntas använda resultatet och hur det sedermera ska användas.

Steg 1	Steg 2	Steg 3	Steg 4
Översiktlig arkivstudie	Okulärbesiktning av huset	Tekniska detaljstudier	Analys och redovisning

NybyggnadOmbyggnadEnkel
ombyggnadKomplexerad
ombyggnad

GRUNDLÄGGNINGEN

Del 6 Olle Hagblom & Bertil Nord

6.1 Historik

6.1.1 Begynnelsen 6.1.2 Utveckling 6.1.3 Grundläggningsätt

6.2 Skadorna och deras orsak

6.3 Varför uppstår byggnadsskador vid förändrad vattenbalans?

6.3.1 Sättning i lerjordar och fyllningar 6.3.2 Rötskador på trägrundläggningar 6.3.3 Lokal uttorkning

6.4 Varför sjunker grundvattnet?

6.4.1 Människans ingrepp 6.4.2 Landhöjningen

6.5 Andra orsaker till grundförstärkningar

6.5.1 Om- och påbyggnader 6.5.2 Sanering - nybyggnad 6.5.3 Felaktiga grundkonstruktioner 6.5.4 Bakterieangrepp på träkonstruktioner 6.5.5 Korrosion på stålkonstruktioner

6.6 Förstärkningsmetoder

6.6.1 Riva eller bevara? 6.6.2 Grundförstärkningsteknik
6.6.2.1 Undergjutning - plintar 6.6.2.2 Kapning av träpålar och undergjutning 6.6.2.3 Traditionella tryckpålar 6.6.2.4 Slagna massiva stålpålar 6.6.2.5 Slagna stålrörspålar 6.6.2.6 Stålkärnepålar 6.6.2.7 Avlastningskonstruktioner

6.7 Vatteninfiltration, kontrollerad bevattning

6.8 Övriga metoder

6.9 Tankar om framtiden 6.9.1 Grundförstärkning vid rätt tidpunkt 6.9.2 Stadskärnor och tätorter 6.9.3 Enskilda byggade 6.9.4 Förundersökning 6.9.5 Geoteknisk förundersökning 6.9.6 Komplex problembild

6.10 Undersökningsutrustning 6.10.1 För kort undersökningstid 6.10.2 Provnings av trä 6.10.3 Beslutskriterier 6.10.4 Utveckla bättre metodik

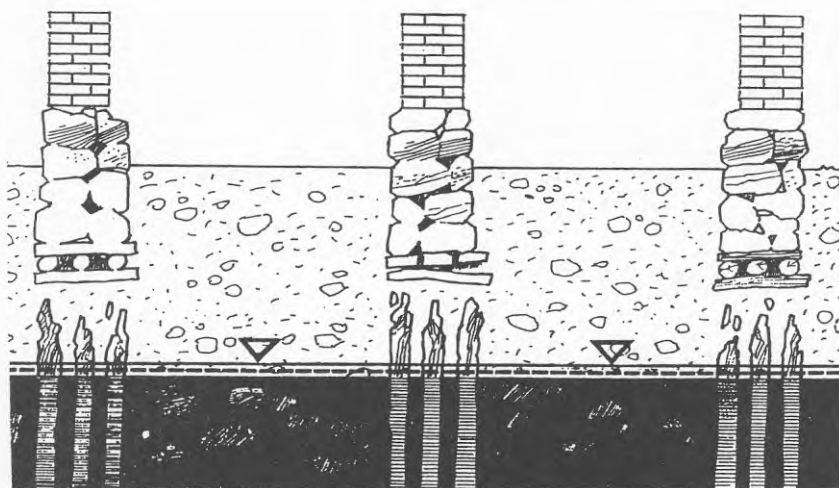
SAMMANFATTNING

Kraven på att bevara äldre bebyggelse växer sig allt starkare. För renoverings - och ombyggnadsprojekt, även ofta där Q - märkning eller andra restriktioner utfärdats, baseras valet att riva eller bevara på beräknade kostnader och intäkter för respektive alternativ. En tung och ofta helt avgörande kostnadspost i bevarandevalternativet utgör därmed en tänkt grundförstärkning.

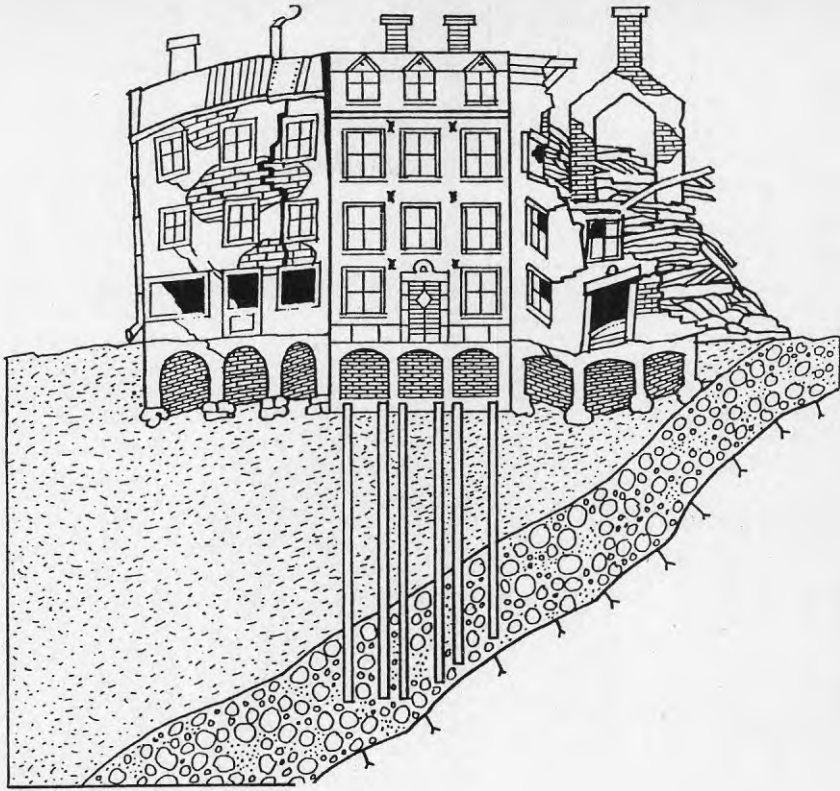
Dagens teknik medger i och för sig att så gott som samtliga byggnader som behöver grundförstärkas också kan grundförstärkas med ett tekniskt acceptabelt resultat. De höga kostnaderna i kombination med vårt nuvarande finansieringssystem medför dock att rivning och nybyggnad är ett ekonomiskt bättre alternativ för de objekt där grundförstärkning måste utföras för att bevara den befintliga byggnaden. Situationen är således befängd och problemen felställda.

De olika grundförstärkningstekniker som används idag har föga utvecklats sen sekelskiftet. De bygger på gamla och sedan länge utnyttjade metoder som vidareutvecklats och anpassats till dagens behov. De entreprenörer som är verksamma i branschen har successivt utvecklat systemlösningar som omfattar inte bara grundförstärkning utan också projektering och kringarbeten som lastöverföring, nya golvkonstruktioner, ledningsomläggning, ändrade planlösningar etc.

De metoder som allmänt förekommer vid grundförstärkingar är bland andra undergjutning med plintar, kapning av träpälars och undergjutning, tryckpälars av betong, massiva slagna stålpälars, slagna stålrörspälars och stålkärnepälars, allesammans ofta dyra och besvärliga operativa ingrepp. Bland de nyare och ännu inte helt utvecklade förstärkningsmetoderna finns t.ex. vatteninfiltration med kontrollerad bevattning och permanent frysning av jordmaterialet. Även försök med jordinjektering pågår. Framför allt behöver vi utveckla billigare och skonsammare metoder och diskutera graderade sättningstoleranser eller sättningssämnande insatser. Kan vi i framtiden övergå från operation till medicin?



Rötskador på trägrundläggningar på grund av sänkt vattenyta



MURVERKET

Del 7 Hans Lanevik

7.1 Principer för åtgärder 7.1.1 Riktlinjer för ingrepp
7.1.2 Krav på material vid ombyggnad 7.1.3 Berong i murverk
7.1.4 Brandskydd av stål 7.1.5 Rostskydd av stål 7.1.6
Beräkningsmetoder

7.2 Murens uppbyggnad och egenskaper 7.2.1 Murens uppgift.
Historisk utveckling 7.2.2 Teglets uppbyggnad 7.2.3 Teglets
tekniska egenskaper 7.2.4 Tegel för ombyggnad och reparation
7.2.5 Murbrukets uppbyggnad 7.2.6 Brukstyper 7.2.7 Murbruk
för ombyggnad och reparation 7.2.8 Murverkets tekniska
egenskaper

7.3 Reparation 7.3.1 Principer för reparation 7.3.2 Lagning
av sprickor 7.3.3 Ytskador på tegel 7.3.4 Trasiga fogar
7.3.5 Skadade skorstenar 7.3.6 Murverkskomplement

7.4 Förstärkning 7.4.1 Principer för förstärkningar 7.4.2
Orsaker till förstärkningar 7.4.3 Hur man undviker
förstärkningar 7.4.4 Hur man minskar förstärkningsbehovet
7.4.5 Väggar 7.4.6 Naturstensmurar 7.4.7 Pelare 7.4.8 Bågar
och valv

7.5 Håltagning 7.5.1 Principer för håltagning 7.5.2 Orsaker
till håltagningar 7.5.3 Hur man undviker håltagningar 7.5.4
Håltagningsmetoder 7.5.5 Väggar 7.5.6 Kallmurar 7.5.7
Bruksmurar 7.5.8 Pelare 7.5.9 Bågar 7.5.10 Valv

7.6 Arbetsbeskrivning 7.6.1 Utformning 7.6.2 Innehåll

7.7 Kontroll 7.7.1 Motiv för kontroll 7.7.2 Kontrollplan

SAMMANFATTNING

Tekniska egenskaper hos murverk

Ett normalt äldre murverk är uppbyggt av tegelstenar lagda i kalkbruk. Dagens liksom äldre tiders tegel tillverkas genom att postglacial lera pressas till en sträng som sedan kapas av till råtegelstenar, torkas och bränns. Stenarna är idag standardiserade i format, utformning, densitet och hållfasthetsklass. För äldre tegel i gamla murverk finns inte motsvarande materialvärden att tillgå. Dessutom finns idag standard för mätning av frostresistens, fuktkvot och kapillaritet. Murbruk är som tidigare en blandning av bindemedel, ballastmaterial, eventuella tillsatsmedel och vatten. Bindemedel kan vara luftkalk, hydraulisk kalk, cement, murcement eller en blandning av kalk, hydraulisk kalk och cement. Murbruk för ombyggnad och reparation bör för att inte skapa nya spänningar i murverket vara så likt det befintliga som möjligt. I gamla byggnader finns våtsläckt kalkbruk eller ibland lerbruk med speciella egenskaper främst en låg E-modul. Murbrukets förmåga att genom följsamhet eller plastiska och elastiska egenskaper ta upp rörelser i murverket är därför en mycket viktig egenskap för äldre murverk.

Reparation

Om ingrepp eller åtgärder bedöms vara nödvändiga bör de i första hand inskränka sig till reparationer. Till reparationer hänförs de mindre åtgärder som inte räknas till förstärkning eller håltagning. De kan vara av estetisk eller funktionell art. Exempel på reparationer är åtgärdande av skadat tegel och fuktskador, lagning av trasiga fogar och skorstenar samt reparationer av puts. I många fall behöver inga åtgärder alla vidtagas. I stället kan man i större utsträckning acceptera sprickor och avskalningar. När åtgärder ändå blir nödvändiga måste man se till att de är reversibla, dvs. att det är möjligt att i görligaste mån återställa huset i ett tidigare skick före före skadans tillkomst. Det som idag betraktas som bästa och skonsammaste metoderna kan om femtio år betraktas som näst intill vandalism.

Förstärkning

Behovet av förstärkningar kan orsakas av ändrade förutsättningar, olyckor och andra skador. Inte minst utgör kunskapsbrist en vanlig anledning till förstärkningsförslag. Man tänker ofta i termer av "för säkerhets skull" eller "när vi ändå håller på". Ju mindre man förstår desto oroligare blir man och desto mer åtgärder man. Ofta går dock förstärkningar att undvika. Ett ändrat nyttjande kan ske på alternativa sätt. Ökade laster kan ofta bäras av den befintliga konstruktionen. Vid ombyggnad kan dessutom ett mera flexibelt tillämpande av normerna ske. Olycksrisker får av givna skäl dock inte negligeras utan måste åtgärdas snarast. Om åtgärder inte går att undvika, kan exempelvis komplettering med extra pelare eller extra kontreforter, dragstag eller ommurning bli aktuella. Förstärkningar skall alltid göras inspekterbara. Detta är ett ofta förbisett önskemål. Betong bör principiellt undvikas då man får en monolitisk kropp i en rörlig byggnad, dvs. byggnaden arbetar med olika styrkezonor, ofta till förfång till den svagare parten (vanligen den äldre byggnadsdelen). Då finns risk att den förstärkta delen blir intakt men att man åstadkommer skador i andra delar av huset.

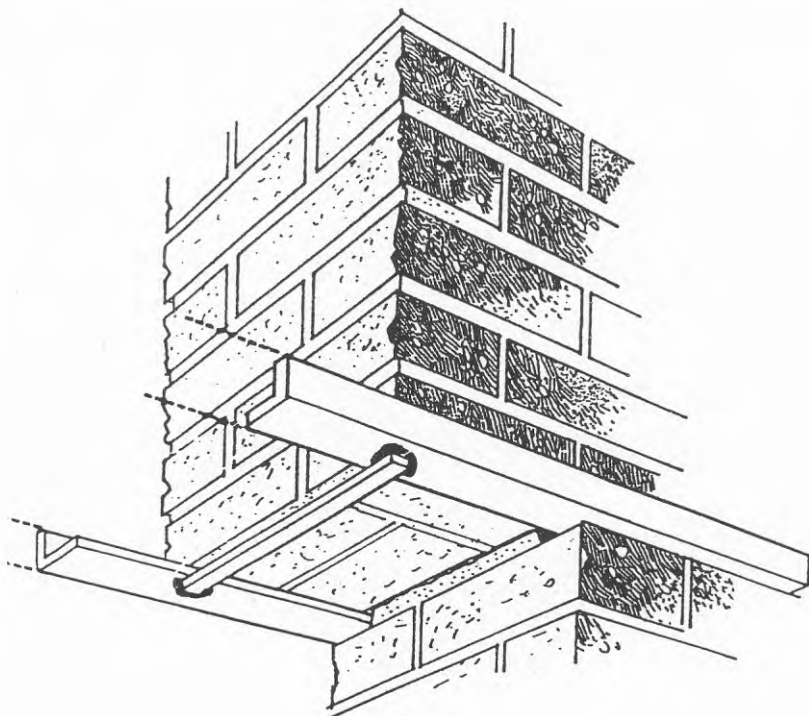
Håltagning

Första huvudregeln är att man ska undvika hål i bärande delar. Andra huvudregeln är att man skall välja ett lämpligt läge för det oundvikliga hålet. Välj lägen med låga påkänningar och undvik murverksdelar med spänningskoncentrationer. Kan ett stort hål delas upp i flera mindre är det fördelaktigt med hänsyn till att spjälkkrafterna blir avsevärt mindre. En uppdelning i mindre hål gör också att många avväxlingar kan slopas. Håltagningar krävs för att bereda väg för någonting, det kan vara människor, installationer eller något annat. Den bästa möjligheten att undvika hål är att ändra planlösningen för de aktuella lokalerna eller att ändra kraven på exempelvis installationsstandarden. Vid den ofrånkomliga installationsstandarden bör generellt skonsamma metoder

användas, t.ex. skärande bovning, diamantsågning eller manuell sågning och urknackning. Vid uppstagning av hål för dörrar används gärna kraftiga avvaxlingar i onödan. I praktiken är det ofta tillräckligt med en nätad omslutande puts eller med ett par vinkelstänger i rätt läge.

Arbetsbeskrivning och kontroll

För att ett varsamt arbete ska utföras på rätt sätt fordras en mottagaranpassad arbetsbeskrivning. det innebär att projektören i förväg satt sig in i mottagarens situation och förutsättningar. Annars uppstår på arbetsplatsen lätt krav på de normala, mer hårdhanta lösningarna. Denna bok vill försöka undvika denna situation. Varje åtgärd ska i första hand relateras till byggnadens egna krav, inte till dagens gängse praxis. Resultatet eller beständigheten av dessa typer av arbeten är i hög grad beroende av ett bra utförande. Arbetsutförandet måste därför kontrolleras noggrant. För att möjliggöra en effektiv kontroll fordras att en kontrollplan görs upp på projekteringsstadiet. I denna skall anges kritiska punkter till vilka kontrollen skall koncentreras. Vilka punkter som är kritiska är naturligtvis beroende av typ av åtgärd eller av typ av byggnad.



PUTS

Del 8 Lars-Erik Wargsjö

8.1 Allmänna kunskaper om puts 8.1.1 Putsens uppgift - historisk utveckling 8.1.2 Putsens uppbyggnad 8.1.3 Putsbrukens uppbyggnad och beståndsdelar 8.1.4 Putsens tekniska egenskaper 8.1.5 Metoder, hjälpmedel och utförande

8.2 Skador på putsade ytor 8.2.1 Sprickor 8.2.2 Putsnedfall 8.2.3 Avspjälkning, vittring av färgskikt 8.2.4 Kalksprängning 8.2.5 Nedfallande utsmyckningar 8.2.6 Saltutfällningar och saltsprängning 8.2.7 Fuktskador 8.2.8 Frostsador 8.2.9 Nedsmutsning 8.2.10 Biologiska angrepp

8.3 Renovering av putsade ytor 8.3.1 Allmänna synpunkter på underhåll av fasader 8.3.2 Besiktning 8.3.3 Vidhäftning mot underlaget (grundning) 8.3.4 Genomförande av arbetet 8.3.5 Kontroll av arbetet

SAMMANFATTNING

Kapitlet ger en fullständig bild av dagens putskunnande samt av olika putstyper och putsmetoder. Vidare redogörs för putsens uppbyggnad och de ingående komponenterna såsom ballastmaterial, bindemedel, tillsatsmedel och färgpigment. Olika skador på putsade fasader behandlas ingående. I slutet av kapitlet behandlas olika renoveringsmetoder samt kontroll av arbetets utförande.

Man kan då det gäller bindemedel i bruk i orincip skilja mellan:

o vanlig kalk eller luftkalk som behöver kolsyra för att hårdna, (karbonatisering) o hydraulisk kalk som även kemiskt binder vatten, förutom att den påverkas av luftens kolsyra vid bindningen o cement som binder vatten, (hydratisering)

Kalkbildningsprocessen måste utföras under rätta klimatförhållanden. Man får absolut inte putsa vid risk för frost. Kalken ger ringa reaktionsvärme.

Färger och tunnputser med organiska bindemedel, tex plast blir vattenavvisande. Puts och färg med kalk och cement som bindemedel suger vatten men avger detta snabbt då putsytan torkar.

Kalkmålning kräver vissa grundkunskaper. Även här är det väsentligt att entreprenören kan styrka att personalen har vana vid tekniken.

En puts bör ha följande egenskaper: o låg E-modul (vara eftergivlig mot rörelser i stommen) o genomsläpplig för inifrån kommande fukt o förmåga att skydda underlaget för utifrån kommande regn o god frostsäkerhet (förmåga att snabbt ta upp och avge fukt o god vidhäftning o tillfresställande hållfasthet (hållfastheten bör dock ej vara för hög) o låg krympning



Fig 8:1 Putsnedfall förorsakas ofta av felaktigt utförd grundning eller för kraftig uttorkning. Sprickbildning förorsakar vatteninträning och detta för så smaningom med sig att putsen ramlar ned. Skadorna kan bli mycket omfattande om ett organiskt ytskikt används.



Fig 8:2 Sprickor som går in i stommen förorsakas ofta av sättningar i grunden. Då fasaderna är i behov av fullständig omputsning är det riktigt att åtgärda dessa sprickor med hjälp av armering.

Alla fasader måste underhållas och underhållet måste upprepas med vissa intervall. Åtgärderna skall anpassas efter de skador som erhållits på fasaderna. Man bör aldrig vidta mer omfattande åtgärder än de som är absolut nödvändiga för att fasaderna skall fungera på ett tekniskt riktigt sätt. I princip kan man dela in innehållet på följande sätt:

1 Tvättning-slutrengöring 2 Reparation av lokala skador 3 Reparation och i samband med detta påförande av nytt ytfärgsskikt (renovering) 4 Fullständig omputsning, dvs nedknackning och uppbyggnad av nytt puts-skikt

Vid dimensionering av puts är det många faktorer som man måste ta hänsyn till. Viktigast är att beakta underlagets beskaffenhet. Utgörs detta av tegel så är det lämpligt att grunda med hydrauliskt kalkbruk eller svagt KC-bruk. Grundningen bör utföras så att fogarna i största möjliga utsträckning lämnas fria från grundningsbruk.

Det är ingen idé att utföra en dyrbar fasadrenovering om plåtarna inte fungerar. Detta gäller inte minst taket som kan betraktas som husets femte fasad. Funktionskravet för husets plåtar kan uttryckas så att plåtarna skall avleda vatten från tak och fasader så att skador inte uppstår på fasader och stomme.

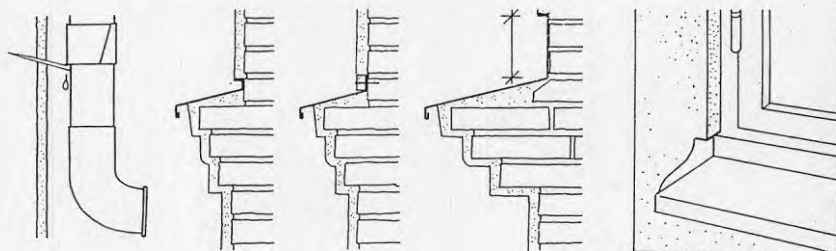


Fig.8:3 Exempel på plåtdetaljer

RENOVERADE PUTSFASADERS ÅLDRANDE

Metod att dokumentera renoverade putsfasader för uppföljning och utvärdering av renoveringsmetoder.

Metod att gruppera olika skador för att göra det möjligt att avläsa och jämföra skadeprocesser.

ELVY ENGELBREKTSON

Sammanfattning

Syftet med projektet är att söka kartlägga varför olika skador uppträder efter en renovering. Att genom en systematisk dokumentation och uppföljning av renoveringar söka efter samband mellan typ av skada och renoveringsmetod.

Innehåll

Sammanfattning

- 2.1 Problemet
- 2.2 Beskrivning av projektet
- 3.1 Bild: Skadegruppering
- 4.1 Bild: Dokumentationsblankett
- 5.1 Rapport, presentation av skriften
Renoverade putsfasaders åldrande

RENOVERADE PUTSFASADERS ÄLDNANDE

2.1 Problemet

Det råder idag en mycket stor osäkerhet beträffande marknadens alla nya färgtyper och deras lämplighet för olika underlag.

Ingen metodisk erfarenhetsåterföring har gjorts som kan ge en samlad bild av läget och få fasadrenoveringar dokumenteras och följs upp.

2.2 Beskrivning av projektet

Vid omfärgning av en fasad inom stadsplanelagt område krävs byggnadslov. Detta innebär att varje fasadrenovering eller ändring av en fasads kulör inom Stockholms kommun kommer till stadsbyggnadskontorets färggrupp i form av ett byggnadslovsärende.

Sedan 1973 har jag ansvarat för rådgivningen i färgfrågor i Stockholms innerstad. Under denna tid har besiktningar på platsen gjorts vid ca 2 000 fasadrenoveringar på Stockholms malmar.

1978 startades ett projekt med medel från Statens råd för byggnadsforskning för att utnyttja de erfarenheter som gjorts vid denna dagliga rådgivning. Avsikten med projektet och den skrift som sammanställts inom projektets ram är att ge en översiktlig redovisning av skilda synsätt och renoveringsmetoder som de tillämpas idag. Att söka samband mellan metoder och skador som uppstår på vissa fasader relativt kort tid efter renovering och att visa på ett sätt att dokumentera renoveringar för senare uppföljning och databehandling.

En utförlig fotodokumentation har gjorts beträffande fasader på Stockholms malmar som renoverats efter 1970 och redan uppvisar skador - ca 300 har dokumenterats. En gruppering av dessa skador prövas där skilda parametrar som djup, läge på fasadytan, utseende och omfattning fått ligga till grund för i vilken grupp en viss skada placerats.

Genom att på detta sätt iakttaga olika skador kan jämförbara förlopp studeras. Detta material kan sedan ställas i relation till renoveringsmetod. Vissa slutsatser har kunnat göras, men den metod som här prövas kan bli verkligt effektiv först när varje renovering noga dokumenteras.

En blankett för dokumentation, uppföljning och databehandling av renoveringar har arbetats fram. Avsikten med denna är att uppgifter skall finnas tillgängliga för den enskilde vid fortsatt underhåll, samtidigt som en omfattande kunskapsbank byggs upp för kommande forskning.

Skadegruppering






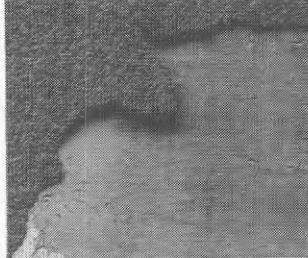





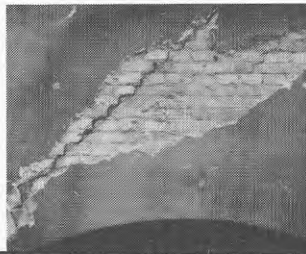

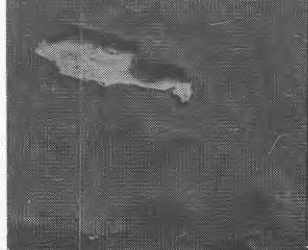


Avsikten med grupperingen är att ställa renoveringsmetod i relation till skadan. Genom materialets kvantitativa omfattning är det möjligt att göra dessa jämförelser utan att alla faktorer som påverkar en putsfasads åldrande är kända.

Skadans djup F l (se dok.blanketten) är den parameter som fått bestämma skadans huvudgrupp. Inom varje grupp har tre till fem olika skador beskrivits.

Skada typ I blekning, nedsmutsning, pigmenturlakning, fläckar och saltutfällning har dokumenterats endast då skadan varit verkligt påtaglig.

Skada typ VI, VII, VIII har dokumenterats endast då skadan haft viss omfattning. Dessa skador har även separerats från övriga skador på blanketten för att en beskrivning av putsconditionen skall vara möjlig att göra.

Nedanstående översikt illustrerar huvudgrupperna I - VIII

<p>Skada typ I</p> <p>På ytskiktets yta</p> <p>Djup Fl:1</p> 		<p>Skada typ V</p> <p>I stommen</p> <p>Djup Fl:5</p> 	
<p>Skada typ II</p> <p>I ytskiktet</p> <p>Djup Fl:2</p> 		<p>Skada typ VI</p> <p>Mekanisk skada</p> <p>- Fl:6</p> 	
<p>Skada typ III</p> <p>I putslagret</p> <p>Djup Fl:3</p> 		<p>Skada typ VII</p> <p>Sättningskada</p> <p>- Fl:7</p> 	
<p>Skada typ IV</p> <p>Mellan puts och stomme</p> <p>Djup Fl:4</p> 		<p>Skada typ VIII</p> <p>Synlig vattenskada</p> <p>- Fl:8</p> 	

Putsfasad – kondition och restaurering – Dokumentationsblankett

ifylles enligt anvisningar nere till höger

A Fastighet **Byggår:**

B Gatuadress **Stadsdel:** **Kommun:**

C Fastighetsägare

D Förvaltare

E Förhållanden vid renovering

1 Tidpunkt för renovering

2 Väderlek

3 Väderstreck (gatufasad/er)

4 Trafik (avser stadstr)

5 Läge

6 Stomme

19.....	Jan-Feb 01	Mars-Apr 03	Maj-Juni 05	Juli-Aug 07	Sept-Okt 09	Nov-Dec 11
extra kall	extra varm	extra torr	extra fuktig	mikt växlande	normal	
Nord	Ost	Syd	Väst			
liten	normal	stor				
Stadsgata med hus mittemot	öppen plats (torg m m)	friyta (strand), (äng m m)				
tegel	lättbetong	revet. trä	nådat yta	ej nådat yta	annan stomme	

F Skador före renovering

1 Djup

2 Omfattning

3 Skadans läge

4 Skadans utseende

5 Färgförändring

6 Färgförändr. omfattning

	1	2	3	4	5	6	7	8
Inga tekniska skador								vattenskada vid takfot stupror
mindre en-staka skador	i ytskiktet	i putslaget	gellan puts och stomme	i stommen		mekanisk skada	sättnings-skada	
slät fasadyta	mindre skador börjar uppträda regelbundet	större en-staka skador	stora delar av hela ytan skadad			Dessa tre skadetyper ifylles endast i dessa rutor		
vittring	krackelering	sprickor	resning	blåsor	flagning	spjäknning	plåtavtäckningar	nedfall
blekning	nedsmutsning	pigmentur läkning	bestående fläckar	salt-utfällning				
ingen förändring	mindre jämn förändring	större jämn förändring	större ojämn förändring	större ojämn förändring	hela ytan förändrad			

G Befintlig puts

1 Bindemedel

2 Struktur

H Befintligt ytskikt

1 Tidigare behandling

2 Prod.namn/övr. upplysn.

3 Bindemedel

4 Struktur

	1	2	3	4	5	6	7	8
kalk slätputs	hydraul.kalk	K-C kalkkritt	K-C	K-C cementrikt	murcement	känd brukstyp:		
plan yta orenoverad	ej plan yta	rivputs	spritputs	slamning	grov, äldre påslag	stänkputs	vattningsmedel	slipning
originalputs	originalputs	ej original-puts	annat ytskikt			utan primer	med primer	bränning
						Ovriga plastfärger	vatten-baserad	lösningsm.-baserad
kalk	kalk-cement	cement	silikat	linolja	alkyd			
slät	fin	grov						

I Underbehandling

1 Nedknackning

2 Rengöring

K Nyputs/Utlagning

1 Grundning, bindemedel

2 Grundning, applicering

3 Utstockning, bindemedel

4 Utstockning, applicering

5 Finstockning, bindemedel

6 Finstockning, applicering

7 Struktur

	1	2	3	4	5	6	7	8
enstaka bommar	mindre än 20 %	mindre än 50 %	hela ytan	lister, ornam. sparas				
borstning	vatten spolning	högtrycks-tvätt	torr-blåstring	vät-blåstring	färglös-ningsmedel	slipning	bränning	
kalk ingen grundning	hydraul. kalk	K-C kalkkritt	K-C	K-C cementrikt	murcement	känd brukstyp:		
kalk ingen utstockning	för hand	spruta	vattning före	vattning efter	ej vattning			
kalk ingen utstockning	hydraul. kalk	K-C kalkkritt	K-C	K-C cementrikt	murcement	känd brukstyp:		
kalk ingen finstockning	för hand	spruta	vattning före	vattning efter	ej vattning			
slätputs plan yta	slätputs	slätputs	slätputs	slamning	grov, äldre påslag	stänkputs	vattningsmedel	slipning
ej plan yta	ej plan yta	rivputs	spritputs	slamning	grov, äldre påslag	stänkputs	vattningsmedel	slipning

L Nytt ytskikt (färg/tunnputs)

1 Bindemedel

2 Struktur

3 Applicering

4 Produktnamn, bör anges:

	1	2	3	4	5	6	7	8
kalk inget färgskikt	kalk-cement	cement	silikat	linolja	alkyd	Ovriga plastfärger	vatten baserad	lösn. medel baserad
pensel	roller	borste/kvast	spruta	vattning efter	ej vattning			
						utan primer	med primer	

M Extra åtgärder

1 Intäckning av fasad

2 Uppvärmning

	1	2
ja	nej	
ja	nej	

ANVISNING: Sätt ett kryss i rutan för kända uppgifter om **gatufasad**. Lämna **ej** uppgifter om gärdsfasad eller avvikande sockelväning. Ange alltid årtal och produktnamn. Mekanisk skada, sättningskada, vattenskada separeras från övriga uppgifter.

N Entreprenör **Tel.nr**

O Uppgiftslämnare/besiktningdatum **Tel.nr**

Slutrapport: Renoverade putsfasaders åldrande.

Slutrapporten för projektet Renoverade putsfasaders åldrande har gjorts i form av en skrift som belyser olika moment och frågeställningar vid en fasadrenovering.

Skriftens första del har utformats så att den följer dokumentationsblankettens uppläggning och förklarar varje delfråga i text och bild på avgränsande uppslag.

Andra delen av skriften består av empiriska sammanställningar. Dels återges intervjuer med fackfolk för att belysa den åsiktsbildning som finns idag bland de som ger råd vid renovering, dels har intervjuer gjorts med fastighetsägare för att ge en bild av svårigheterna för den enskilde att överblicka all motsägelsefull information som ges vid en renovering.

HSB-projektet presenteras som en delundersökning, då fasader gjorda i HSB:s regi från mitten av 20-talet genomgående har en alldeles speciellt god puts-kvalité. Renoveringar av dessa putsfasader har gjorts vid ungefär samma tidpunkt och av få arbetslag. Många faktorer är därför likartade, vilket ger en möjlighet till jämförelser.

En skadegruppering presenterades som ett led i att söka samband mellan renoveringsmetod och typ av skada.

Som avslutning presenteras exempel på lyckade renoveringar med olika material på olika underlag.

Skriften har utformats så att den förutom redovisning av projektet även skall kunna vara till hjälp för den enskilde fastighetsägaren vid upphandling av ett arbete och vid fortsatt underhåll av putsfasaden.

NATIONALTHEATRET I OSLO

Gjenoppbygging etter brannen

Per Georg Sverdrup

Sammendrag:

Nationaltheatret oppført 1891-99 var en sterkt forfallen bygning med håpløse plass- og arbeidsforhold da teatret fikk en brann i sceneområdet i oktober 1980. Håpet etter brannen var å få til en lenge etterlengtet opprusting, modernisering og utbygging av teatret. Disse planer er dessverre beskåret, men oppussings- og moderniseringsarbeidene har dog fått et omfang som vil gjøre teatret istand til bedre å mestre sine oppgaver, selv om plass- og arbeidsforhold inntil en får en utbygning fortsatt vil ha karakter av provisorier.

Innhold:

Historie:

- Grunnleggelse
- Beskrivelse
- Ombygginger
- Skader
- Plass- og arbeidsforhold
- Arkitektkonkurranse,
- brann og "kulturdebatt"

Gjenoppbygging etter brann:

- Salong/publikumsarealer
- Hovedsceneområde
- Baksceneområde
- Utvendig og teknisk
- Bygn.messig beskrivelse

Spesielle konstruksjoner:

- Forsterkninger av tårnet
- Sidescene
- Baksceneåpning
- Bakscenekonstruksjon
- Takkonstruksjon over prøvesal
- Gulv i salong
- Gulv l. balkong

Åpning av Nationaltheatret

NATIONALTHEATRET

GJENOPPBYGGING ETTER BRANN

Grunnleggelse

Nationaltheatret i Oslo oppsto opprinnelig som et resultat av en brann i 1877 i det daværende Christiania Theater. Dette ble samtidig foranledningen til å realisere en trang til et nytt teater, "centralt beliggende, tidsmessig understyret og værdigt hovedstaden med de 80 000 indbyggere" som det så smukt heter. Det ble satt i gang aksjetegning for et nytt teater, og etter mange års slit kunne Nationaltheatret åpnes 1. september 1899.

Beskrivelse av teatret

Nationaltheatret er tegnet av arkitekt Henrik Bull og er oppført i tiden 1891-99.

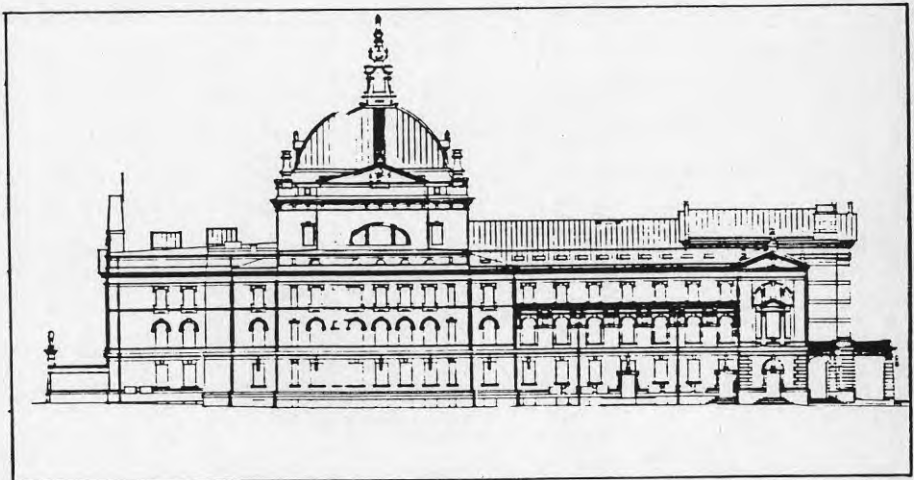
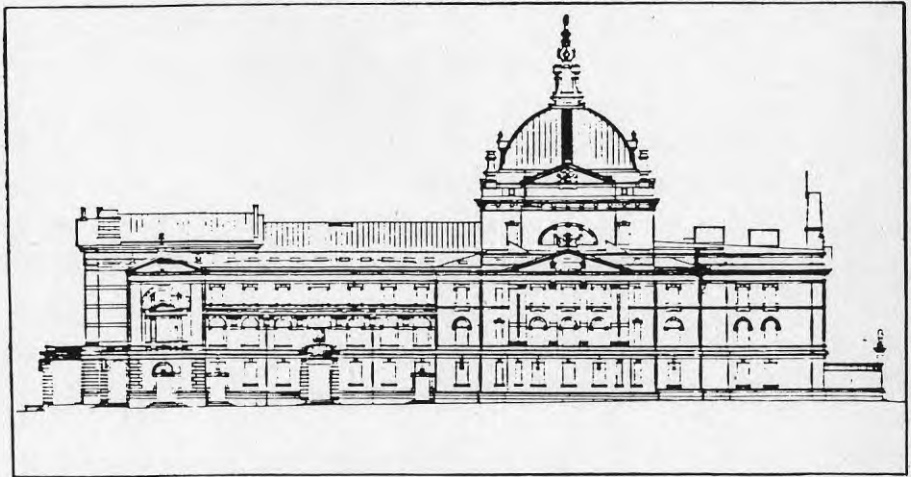
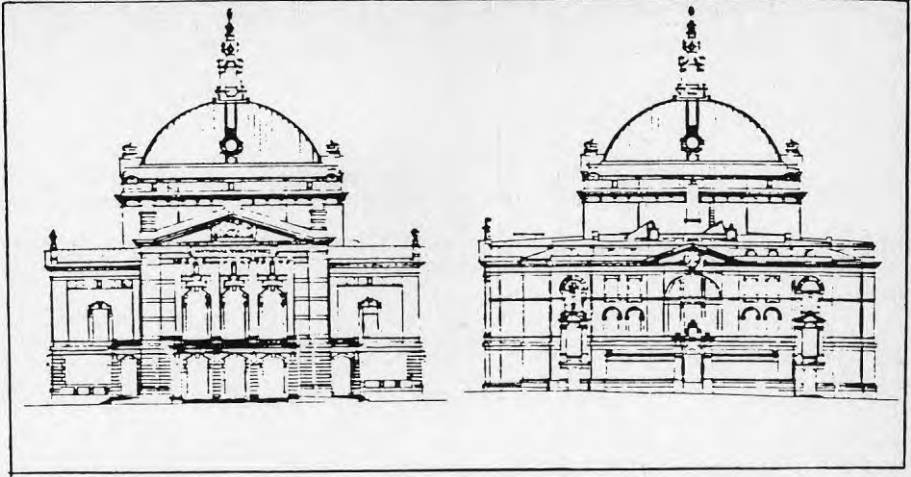
Som mange andre teatre på denne tid, ble teatret utformet som et typisk "titteskapsteater".

Salongen er bygget og dekorert i nyrokkostil. Teatret har en meget fin proporsjonering. Scenen var opprinnelig skrå med jevnt fall mot tilskuerne. Det ble spilt klassiske stykker med få skuespillere, og med begrenset bruk av kulisser, i det vesenlige flate, malte tepper som illuderte omgivelsene.

Sceneområdet og huset bakenfor scenen var lite, delvis på grunn av at tidens krav dengang teknisk, arbeidsmessig og personellmessig var av helt annen karakter enn i dag, men vesentlig på grunn av en svært anstrengt økonomi og etter datidens begreper gigantiske overskridelser kostnadsmessig.

Ombygginger

Opp gjennom tidene har teatret blitt endret og bygget om med den første omfattende ombygging i tredveårene. Scene-gulvet ble rettet fra skrått til vannrett plan ved at



sceneforkanten ble hevet og scenebakkant ble senket. Dette medførte et sprang på 60 cm mellom scenegulv og bakbygning. Det ble også installert en dreiescenekonstruksjon med diameter på ca. 14 m.

Senere er teatret bygget om flere ganger, blant annet er amfiscene bygget på toppen av teatret, hvor prøvesalen samt øvre del av salongens 2. rad (balkong) engang var. Samtidig har nye krav til lys og lyd tilført andre endringer og som sjelden har kunnet innpasses på en for teatrets arkitektur skånsom måte.

Skader

Ved den grunnvannssenkning som har foregått i Oslo sentrum, har også bygningen blitt påført tildels betydelige setningsskader som klart har bidratt til bygningens synlige forseemring og forfall. Setningene ble stoppet for noen år siden (1972) ved at bygget ble underpinnet med peler til fjell, samtidig med at visse nødvendige takreparasjoner/ forsterkninger ble utført.

Plass- og arbeidsforhold

Teatret har i hele tiden fra det ble bygget ikke fått noen utvidelser, og har således levet under økende vanskelige plassforhold og med særdeles lite tilfredsstillende arbeidsforhold. Antall ansatte har øket fra ca. 50 ved århundreskiftet til ca. 240 i dag. Teatret har derfor i mange år leiet lokaler ute på byen for i det hele tatt å kunne produsere frem forestillinger, for teatret har kort sagt hatt for lite areal, og de eksisterende arealer og arbeidsforhold spesielt i sceneområdet har vært for små og trange. Mange deler av teatret har hatt preg av slum.

Arkitektkonkurransen, brann og "kulturdebatt"

For blant annet å belyse teatrets utvidelsesmuligheter mot vest (bakover) ble det utlyst en arkitektkonkurransen i 1971. Arkitektene Kjell Lund og Nils Slaatto vant denne, og fikk i oppdrag å arbeide med planleggingen.

En lang programmeringsfase ble startet, og omtrent på samme tid som det første forprosjekt skulle offisielt fremlegges, brøt det ut brann på teatrets scene 8. oktober 1980.

Brannen begrenset seg til hovedsceneområdet hvor jern-
teppe, elektriske anlegg og snortrekk ble skadet.

Etter brannen intensiverte teatret, arkitektene og de øvrige planleggere sin prosjektering, idet en da regnet med at en snarlig gjenoppbygging/restaurering og utvidelse ville bli igangsatt, for derved å løse Nationaltheatrets økende problemer med den aldrende og forfalne bygning.

Dessverre skulle det ikke gå slik, bevilgningene uteble, og en fikk etter verste norske tradisjoner en lite fruktbringende og forvillende offentlig debatt hvor personangrep, mistenkeliggjørelse og usaklighet preget denne under skinn av å være en kulturdebatt.

Resultatet er blitt at hardt tiltenkt utvidelse er skjøvet ut i det uvisse, og at bygningen er "fredet", hvilket dog innebærer at store deler av innmaten kan forandres. Det er bevilget 50 mill. kr. til gjenoppbygging.

Gjenoppbygging etter brannen har et ambisiøst program som dog innebærer balansering på stram line økonomisk.

Programmet omfatter blant annet:

Salong/publikumsarealer:

- Nytt gulv i salong og 1. rad med nye stoler tilknyttet ventilasjonsanlegg

NATIONALTHEATRET

HOVEDSCENEN

GJENOPPBYGGING ETTER BRANN
OPPUSSING AV PUBLIKUMSAREAL

VED STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT

MEDVIRKENDE:

ARKITEKTER MNAL
LUND OG SLAATTO

BYGG:
BORRING OG ROGNERUD A.S.

DESIGN:
LARSEN OG ØDEGAARD A.S.

ELEKTRO:
SIV. ING. SV. BOLKESJØ

VVS:
ING. ERICHSEN OG HORGEN A.S.

SCENETEKN:
SIV. ING. M. ØLVECKZY

BYGGELEDER:
KÅRE HAGEN

HØVEDENTREPRENØR:
KR. STENSJUD & SØN A.S.

RØRLEGGER:
CHR. WISBECH A.S.

VENTILASJON:

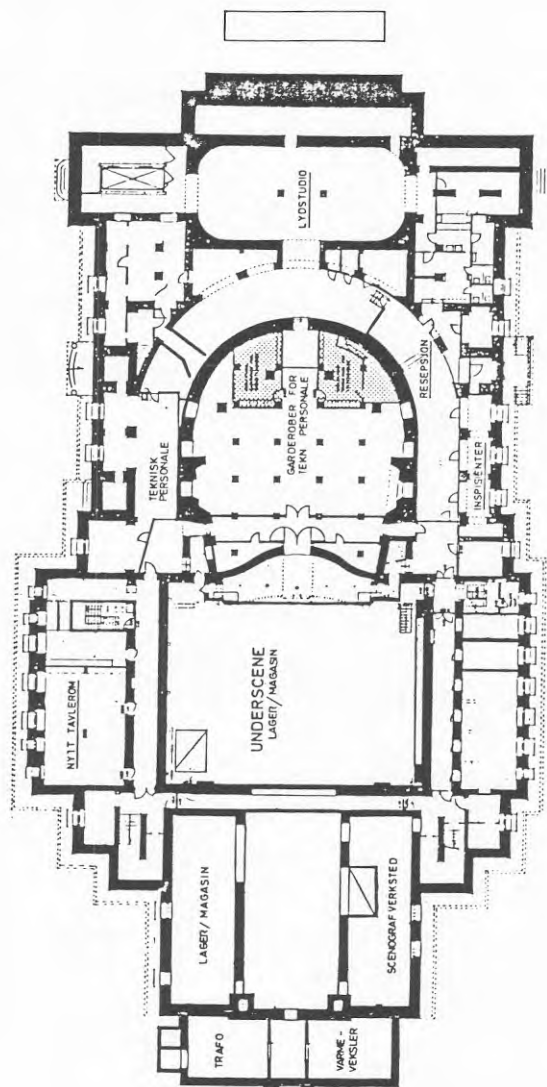
EL. ANLEGG:
ØKERN ELEKTRISKE A.S.

SCENETEKNIKK:
TREPTEL AG, WIESBADEN

- Flytting av lyslosje til 2. rad for å gjenopprette hovedadkomst i salongens midtakse
- Rengjøring, reparasjon og restaurering av vegger og tak i salong og losjer inklusiv vegg- og takmalerier, gull og perleborder
- I publikumsarealer for øvrig reparasjon og restaurering av alle flater, nye garderober, nye tepper overalt
- Restaurering av lysekrone i salong, nye lyskasterstativer
- Nye toaletter
- I kjeller under salong innredes nye garderober og for øvrig nyinnredninger/brannsikring i kjeller under publikumsdel.

Hovedsceneområde:

- I underscene fjernes eksist. stålkonstruksjoner for dreiescene, og arealet istandsettes til lager og magasin med løftebord til scenen.
Vanninnsig ved fundamenter hindres ved støping av nye betongvegger og nytt gulv med separat drenasje
- Nytt scenegulv inkl. løftebord til kjeller
- Nytt snorloft, gamle gitterdragere i klinknaglet konstruksjon skiftes til nye stålfagverk, og treplankegulv skiftes til gitterrister.
- Gallerier skiftes ut til nye konstruksjoner og i noe endret posisjon
- Manuelle snortrekk skiftes ut til computerstyrte elektriske snortrekk og punktheiser

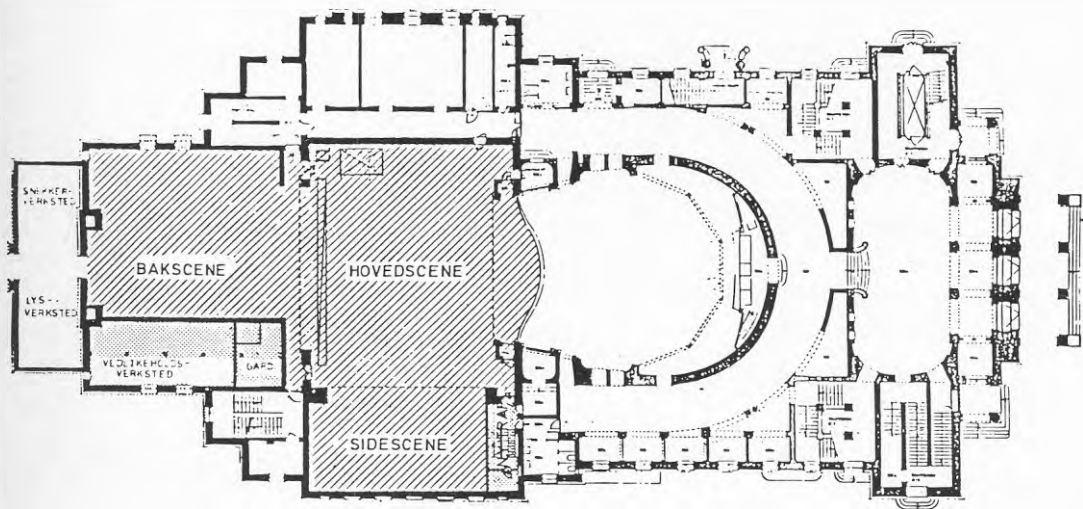


PLAN KJELLER

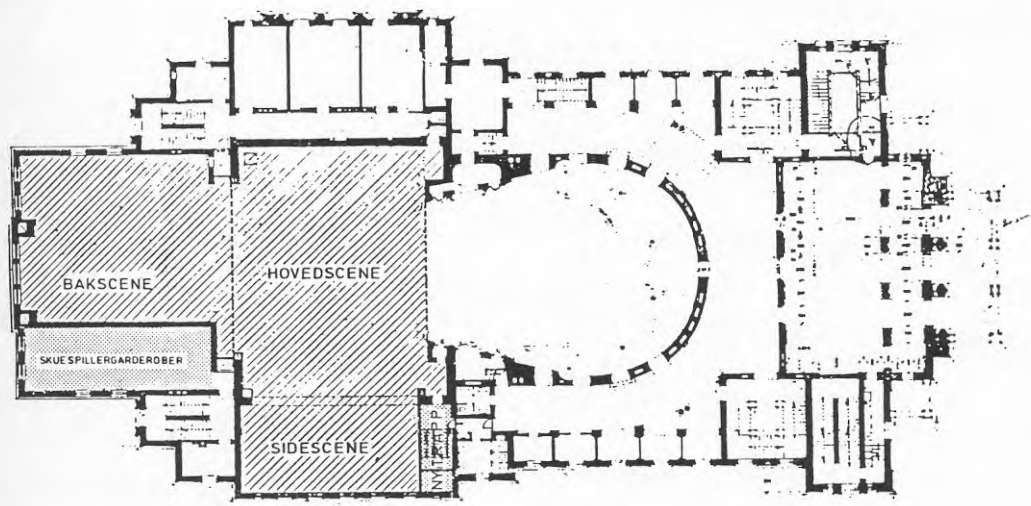
- 2 nye jerntepper installeres, ett mot salong, ett mot ny bakscene
- Nye lysbroer og scenelysanlegg for øvrig
- Nye røkluker og nytt sprinkleranlegg installeres
- Prosceniebue forsterkes med betongramme for å binde sammen tårn over bue
- Øvrige forskningsarbeider for å binde tårnet sammen, ved strekkbånd og ved fjellbolter
- Ny sidescene etableres mot Stortingsgaten
- Ny baksceneåpning lages
- Nye trapper mellom kjeller og hovedscene etableres
- Heis mellom scenegulv og gallerier etableres
- Fullstendig utskifting av elektriske/tekniske anlegg
- Nytt hovedtavlerom lages.

Baksceneområde:

- Ny bakscene etableres i nivå med nytt scenegulv ved riving av dekke over kjeller og støping av nytt dekke. Løftebord til kjeller installeres
- I sidesone av bakbygg etableres ved 3 messaninetasjer nye skuespillergarderobes samt frisøravdeling
- I sidesone ved bakscene etableres diverse vedlikeholdsverksteder



PLAN 1. ETG.



PLAN 2. ETG.

- Økonomigård bygges inn for snekker- og lysverksted
- Forsterkning av takkonstruksjon over møtesal
- I kjeller bygges ny varmesentral og ny trafo med utvendig nedføringssjakt, foruten nye lagerlokaler/scenograflokaler/verksteder.

Utvendig

Alle utvendige vegger, gesimser gjennomgås og utbedres, omtrekking av tak bakbygning.

Teknisk

- Oppvarming skiftes fra damp til varmtvann
- Nytt ventilasjonsanlegg for salong og bakbygning foruten diverse omlegginger for øvrig
- Sanitær - nye toaletter og nye opplegg/utskiftinger over vesentlige deler av bygningen, nytt sprinkleranlegg side-, hoved- og bakscene
- Ny hovedtavle, nye stigeledninger og nyanlegg og omlegginger i hele den del som berøres av arbeidene, nytt scenelys, nye opplegg for brann, nødllys, inspisientanlegg, høyttalere og mikrofoner.

Som en vil forstå omfatter arbeidene i forbindelse med gjenoppbyggingen etter brannen temmelig mye.

Bygningsmessig beskrivelse

I det etterfølgende vil jeg derfor konsentrere meg om noen få rene bygningsmessige konstruksjoner som kan ha litt almen interesse.

Først et par ord om teatrets bygningsmessige konstruksjoner.

Teatrets bygning er oppført med alle vegger i tegl, med gul tegl utvendig og med grunnmur utvendig i granitt. For øvrig er det brukt granitt i søyler og visse bånd og omramninger utvendig i fasadene. For endel gesimser høyt oppe er det benyttet granittimitasjoner! Endel av marmoren innvendig er likeledes imitasjon!

Teglveggene har tykkelse på inntil 80 cm som for hovedbærevegger for tårnet.

Hele bygningen hviler på en betongplate!!! som er i varierende tykkelse fra 50 cm til 1 m. Under bæreveggene og betongplaten er det opprinnelig brukt trepeler, enkelte steder treflåter. Den underpinning som skjedde i 1972 er gjort med skjøtbare stålpeler (75 og 90 mm massiv) til fjell, delvis under vegger (innslisset) og i hovedsak under betongplater nær bærevegger og limt til betongplate med epoxy. Underpinningen har virket!

Dekkene i teatret er alle utført som buer i tegl forsterket med stålbjelker. Selve teglbuerne er ofte spinkle og mellomrom mellom teglbuer og gulvpuss (ca. 3-6 cm) er som oftest fylt opp med koksgrus. (Det har forekommet at når gulvbelegget ble fjernet har arbeidene trått gjennom gulvpussen.) Ellers er en rekke dekkekonstruksjoner rene stålkonstruksjoner med armert pusslag. I øvrig er det mange finurlige konstruksjoner i teatret som det ikke er direkte lett å finne ut av. Tegninger av konstruktiv oppbygging finnes så å si ikke, så en er inne for overraskelser hvorenn en tar hull på noe eksisterende.

Forsterkninger av tårnet

Ved de setninger teatret har vært utsatt for, så ikke selve tårnet særlig betryggende ut med vegger som hadde glidd ut i forhold til hverandre, og med skremmende sprekker i hjørnene som resultat.

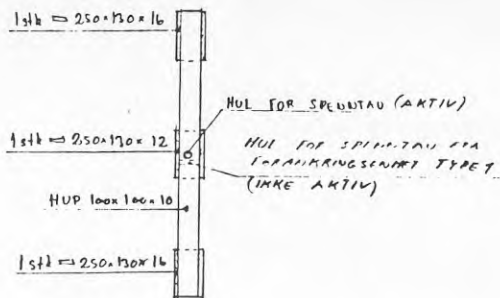
Det var derfor viktig å reparere dette/sikre dette, for å hindre en videre utvikling.

Dette er nå gjort ved følgende 3 tiltak foruten gjenpusning av alle sprekkdannelser:

- Sammenbinding av tårnet ved hjelp av strekkbånd i alle fire sider. Her hadde vi ønsket innslissede strekkbånd såvel på utvendig som på innvendig side av yttervegger. Dette ble imidlertid såvidt kostbart at vi måtte nøye oss med innslissede strekkbånd på innsiden. Dette er utført med oppspente kabler (Cona Single) som løper i plasthylse og med spesielt utformede festepunkter. For å unngå arbeider på synlig fasade er disse bånd lagt inn i høyde noe over 2. galleri i scenehuset.
- For de dårligste hjørner med størst oppsprekking er det i tillegg benyttet fjellbolter Ø25 i de lengder det har vært mulig å få boret inn.
- Rundt sceneåpning har en støpt en betongramme for å binde sammen tårnet på et svakt punkt. Selve bjelken i rammen virker som et strekkbånd, og hele rammen er støpt inntil og sammen med de eksisterende konstruksjoner.

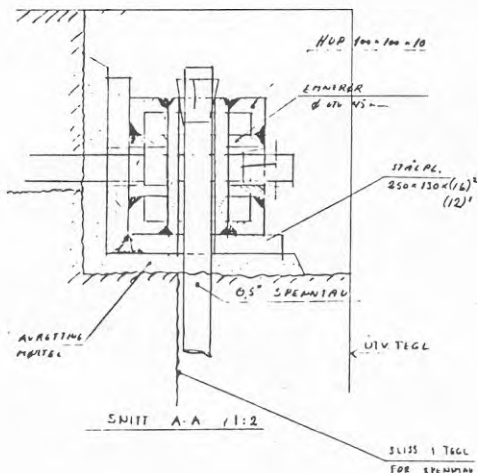
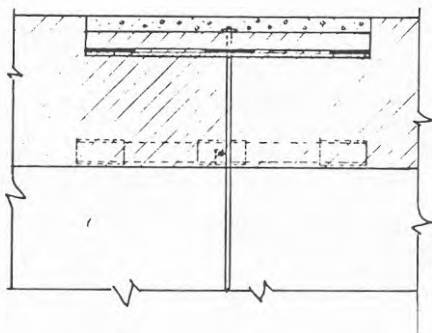
Sidescene

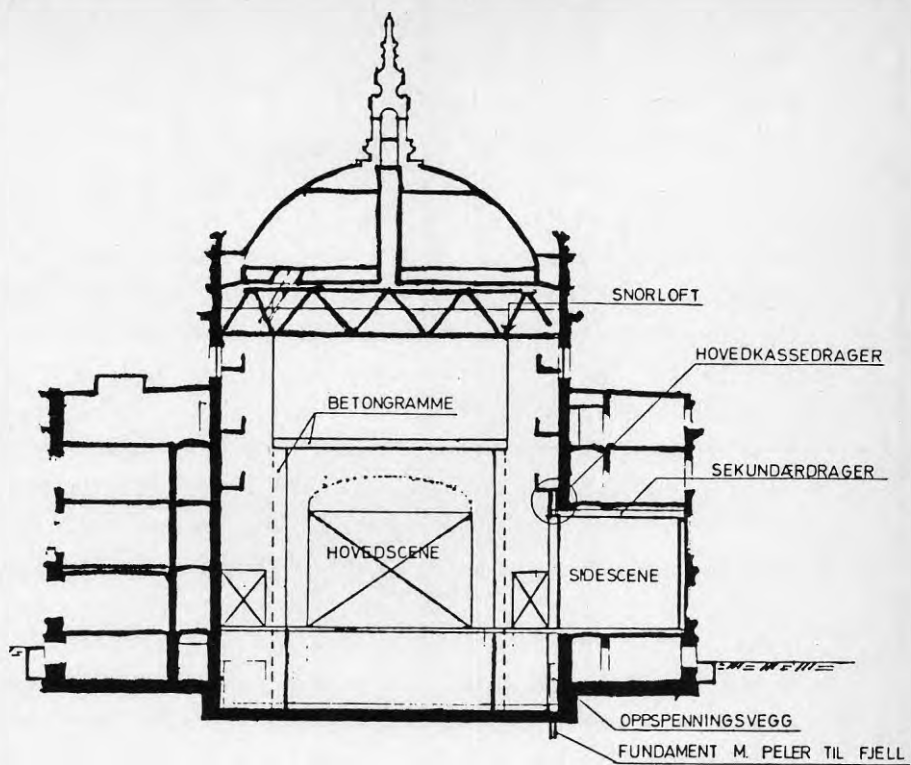
Sidescene er etablert ved at skuespillergarderobene i 2. etasje i sidebygning mot Stortingsgaten er revet, og at tårnets hovedbærevegg er gjennombrutt i 14 m lengde og 7 m høyde, og satt på en stor kassedrager i stål opplagt på 2



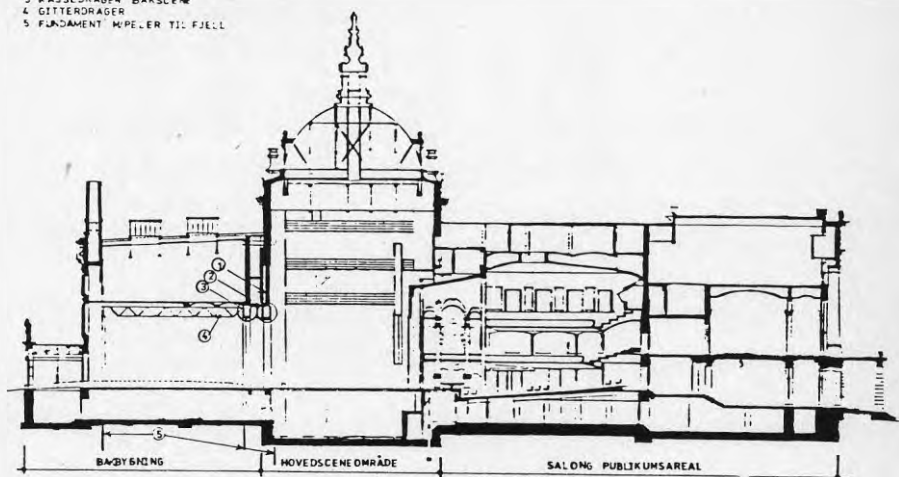
OPPRISS FOR ANKRINGSBETJENNING 1:20

TYPE 2





- 1 JERNTEPPE
- 2 KASSEDRAGER BAKSCENEÅPNING
- 3 KASSEDRAGER BAKSCENE
- 4 GITTERDRAGER
- 5 FUNDAMENT M. PELER TIL FJELL



store stålsøyler. Stålsøylene står så på store betongsøyler som er fundamentert nytt til fjell ved skjøtbare massive stålpeler. Mellom betongsøyler er støpt en vegg som ble armert for å kunne spenne opp den store kassedrager.

Metoden som er benyttet går i korthet ut på at etter den store kassedrager er lagt opp og oppspent til sin permanente nedbøyning, tres sekundærdragere gjennom kassedrager og gjennom hull i de 2 bærevegger til drager/søyler innenfor fasade mot Stortingsgaten. Deretter kiles sekundærdragere i hullene gjennom bærevegger, og løftes i ende mot Stortingsgaten og kiles, inntil også sekundærbjelker har fått sin riktige nedbøyning. Hele den permanente lastoverføring har da funnet sted, og spennkabler skal være spenningsløse. Deretter kan riving av dekker og bærevegger skje. En skal da teoretisk ikke få noen setninger, hvis en har regnet riktig og utførelsen er riktig.

Beregningsarbeidene er omfattende da en skal regne med såvel nedbøyninger og stukninger i alle konstruksjons-elementene inklusiv stukning i pelene før riktige deformasjoner og oppspenningskrefter kan fastslås. Og det hele er avhengig av om lastene fra huset er riktig anslått. Vurdering av vekten av de gamle konstruksjoner inklusiv teglens egenvekt er mildt sagt spennende, spesielt da en ikke er sikker på om det er hulrom i de 80 cm tykke hovedbærevegger eller ei. Selvfølgelig har en foretatt prøver i den grad dette er mulig, men det må innrømmes at det var med stor lettelse en kunne konstatere 0-mm setning ved den nitide kontroll som var etablert under og etter at arbeidene var utført.

Baksceneåpning

Denne følger i prinsipp samme metode som for sidescenen, bortsett fra at en her må ha en oppstemplingskonstruksjon først, da den store kassedrager og søyler ligger innenfor tårnets hovedbærevegg.

I skrivende stund er denne ikke ferdig.
Det er også her fundamentert nytt helt til fjell.

Bakscenekonstruksjon

For å etablere en bakscene må samtlige interne bærevegger fjernes. Dette gjøres ved at det legges inn fagverksdragere som spenner fra drager/søyler på innside av bakbyggs bakvegg fram til kassedrager på innside av den store kassedrager i baksceneåpning, og at en følger et tilsvarende oppspenningsprinsipp og lastoverføringsprinsipp som for sidescene/baksceneåpning før nåværende bærevegger rives.

Også her er det fundamentert nytt helt til fjell.

Takkonstruksjon over prøvesal

Takkonstruksjonen her består av store klinknaglede platedragere som p.g.a. utglidning av yttervegg grunnet setninger, nesten ikke hadde opplegg igjen på yttervegg. Her har en lagt nytt opplegg, og ved søyler på innside av yttervegg ført alle laster til fundamentene. Søylene som her er svært lange, er sikret mot utknekning ved kiling i dekkegjennomføringene samt boltinger til vegger.

Gulv i salong

Gulvet i salongen er endret ved at det i bakkant er løftet ca. 60 cm, mens det er beholdt på tidligere nivå i forkant for å gi bedre og riktigere siktforhold. Samtidig er midt-akseinngangen gjenopprettet.

Gulvet i salongen var i dårlig forfatning med store sprekker, samt at gulvkonstruksjonen har vært underdimensjonert fra starten av. Gulvkonstruksjonen har vært teglhvelv forsterket med stålbjelker, koksgrus og påstøp til søyler

i kjeller. Søylen i kjeller har vært rikelig dimensjonerte.

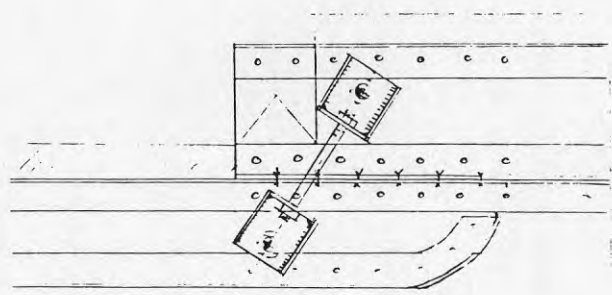
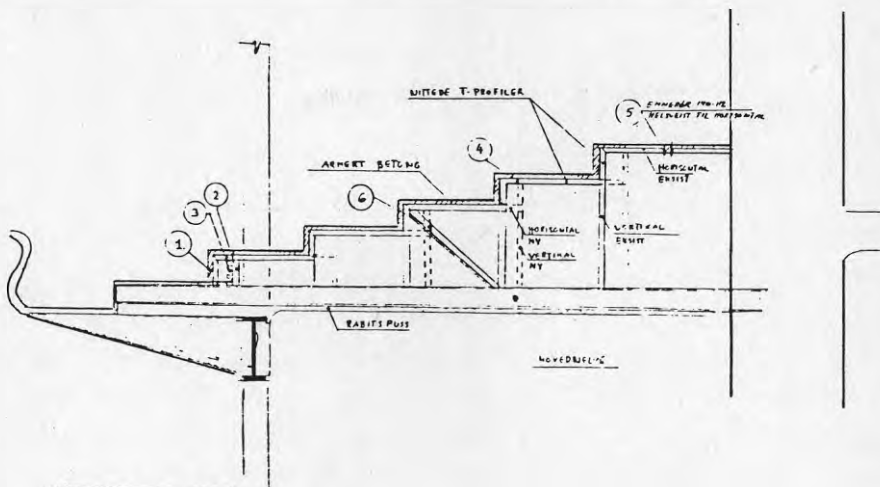
Hvor vi har fra 20 cm - 60 cm løfting av salonggulvet, har vi støpt dette ut med armert betong som selvbærende toveisplater med lastoverføring til eksisterende søyler, som har god nok kapasitet for den økede vekt. Hvor gulvet justeres fra 0 - 20 cm utføres justeringen også med betong armert hvor tykkelsen gir plass for dette. For å forsterke eksisterende gulv har en her satt opp ekstra stålsøyler under gulvets eksisterende ståldragere, for derved å dekke opp manglende beregningsmessig bæreevne. I tillegg er det lagt inn trykkbånd mellom søyler for å styrke selve dekkekonstruksjonene. Endel opprinnelige avstivende vegger har i tidligere tider blitt fjernet uten kompensasjon.

Gulv 1. balkong

Gulvet på 1. rad (balkong) har bestått av en 6 cm betongplate lagt på radiale stålfagverk med avtrappinger etter stolradene, og ført fram til hovedbærebjelke over søyler til salong, og i bakkant hvilende på salongens runde bakvegg. Gulvet på 1. rad er ombygget ved at det måtte gis bedre plass for 1ste stolrad som benyttes bl.a. ved kongeforestillinger, og dessuten et annet stigningsforhold for de øvrige stolrader.

Dette er løst ved at nye vertikaler i fagverk er sveiset inn i ny posisjon for stolradenes avtrapping, og deretter avkapping av de tidligere vertikaler. Trinnenenes forkanter har fått ventilasjonsinnblåsningsrister mellom de nye vertikaler. For selve balkongbrystningen/bredere 1ste stolrad har en på tilsvarende vis sveiset inn ny utkraging før en tok bort den gamle.

Hele dette arbeid var svært delikat, men er gått meget bra, og ny betong er støpt inntil den gamle uten vesentlige vansker.



Vi var svært redde for underliggende rabbitserte himlinger da det skulle rives og arbeides umiddelbart over disse, - men ved gode beskyttelsestiltak og nennsom arbeidsutførelse har disse kun fått beskjedne skader som har vært kurante å utbedre.

Åpning av det nyrestaurerte Nationaltheater

Av de mange arbeider som nå pågår i teatret har jeg kun berørt noen få, og de problemer dette har reist.

Så langt vi i dag har oversikt synes det som om vi skal klare å oppfylle det ambisiøse program for gjenoppbyggingen som er satt innenfor de 50 millioner, trass i de overraskelser som hele tiden har dukket opp, og som har måttet takles selv om det ikke har vært med i programmet.

Avslutningsvis har jeg lyst til å nevne ett forhold, nemlig at Nationaltheatret under hele tiden etter brannen har vært i drift. Amfiscenen har vært i drift kontinuerlig, og inntil vi startet på selve gjenoppbyggingen i hovedsceneområdet og salong, ble det spilt teater såvel på "Plattingen" og på "Branntomten".

Det er en stor prestasjon av Nationaltheatret, og når teatret innbyr til åpningsforestilling i april 1985, er jeg overbevist om at det blir med en førsteklasses forestilling, og i en teaterbygning som er like "centralt beliggende, mer tidsmæssigt utstyret og mer værdigt hovedstaden".

EKONOMISKA SYNPUNKTER PÅ TILLÄGGSISOLERING AV FASADER

Kerstin Kärnekull, SABO

Sammanfattning

Att tilläggsisolera hör till de mer omfattande ingreppen när det gäller att spara energi. Det blir vanligen inte aktuellt förrän man av andra skäl måste renovera fasaderna.

Byte av fasadmaterial måste bedömas med utgångspunkt från en ekonomisk bedömning, tex genom en nuvärdesanalys. Valet av kalkylränta ger dock olika resultat när det gäller vilket fasadmaterial som är ekonomiskt förmånligast.

För SABO-företagen är dock inte låga kostnader ett självändamål. Nöjda hyresgäster och en trivsamt miljö har också stor betydelse och måste med i bedömningen.

Innehåll

Sammanfattning

Tilläggsisolering av fasader

Bilaga

1. TILLÄGGSISOLERING AV FASADER

Varför tilläggsisolering

Riksdagen har ställt upp ett sparmål för perioden 78 - 88, som innebär att flerbostadshus ska använda 30% mindre energi. För att vi ska kunna nå detta resultat krävs en rad olika insatser - också av byggnadsteknisk art. Många hus har dåliga k-värden, särskilt de som byggts mellan 1930 och 1960. Genom tilläggsisolering kan energiåtgången minskas, samtidigt som andra åtgärder, tex sänkning av rumstemperaturen, också underlättas.

Att spara energi är också ett sätt att spara pengar för hyresgästerna. Genom de insatser som gjorts i SABO-företagen de senaste 5 åren har de totala uppvärmningskostnaderna blivit mer än 500 miljoner kronor lägre än de annars skulle varit .

Att enbart tilläggsisolera fasader är vanligen inte försvarbart som en enstaka åtgärd. Det är först när fasaderna behöver renoveras som det blir aktuellt att göra en tilläggsisolering. SABOs bostadsbestånd åldras (liksom alla andra) - medelåldern är 20 år och 220.000 lägenheter är byggda före 1960. Och fasaderna åldras självklart också. Men när behöver en fasad renoveras? Vad ligger i begreppet livslängd?

Vad påverkar livslängden?

Livslängden för en typ av fasad varierar inte bara med klimat, läge och den åverkan som fasaden utsätts för.

Den beror också på fastighetsförvaltarens och andras toleransnivå vare sig det handlar om att puts och tegel faller ner på de förbipasserande på trottoaren eller att fasaden inte uppfyller egna eller andras krav på utseende och representativitet. Ett annat skäl är naturligtvis att huset av andra orsaker behöver byggas om.

En olämplig lägenhetsfördelning (som i pensionsbostäder från 50-talet) eller dåliga stammar (som i bostadshus från 40-talet) kan vara den utlösande faktorn också för en fasadrenovering.

Inte bara ytskikt

En tilläggsisolering påverkar inte bara energihushållningen. Hur ska det nya ytskiktet se ut? Kommer husets ursprungliga karaktär att påverkas? Vad händer med alla övergångar till sockel, fönster, dörrar, balkonger, tak osv?

Är det överhuvudtaget lämpligt att tilläggsisolera utvändigt?

Kommer husets ursprungliga karaktär att påverkas?

Hur förändras stadsbilden? Får den förändras?

Inte bara investering

En kvm tilläggsisolering med tegel kan uppskattas till 600 kr, med puts 450 kr och med plåt 400 kr. Men samtidigt kostar en kvm med samma tegel $600 + x$ kr vid ett visst tillfälle och $600 - y$ kr vid ett annat. Inte bara materialet man väljer utan också upphandlingssituationen påverkar priset.

För att kunna bedöma en tilläggsisolering räcker det dessutom inte med anskaffningskostnader och hur de finansieras - underhållskostnaderna och driftskostnaderna (dvs kostnaderna för energin som läcker genom väggen) under brukstiden måste också med i bilden. Hur ofta måste den nya fasaden underhållas? Och när ska den i sin tur renoveras? Går den att renovera?

Gör en kalkyl

För att få ett grepp om skillnaderna i kostnader mellan olika möjliga och lämpliga åtgärder bör man alltså göra en kalkyl som tar med mer än själva investeringskostnaderna.

- En ekonomisk värdering innebär
- en nuvärdesberäkning av alternativen som hjälp att välja den mest ekonomiska lösningen över angiven livslängd.
 - en likviditetsberäkning för en bedömning av när en investering blir lönsam och behoven av utbetalning under livstiden.

Nuvärdesberäkningen

En nuvärdesberäkning går ut på att man tar hänsyn till alla kostnader under investeringens livslängd. Alla kostnader innebär investering +

driftskostnad + underhållskostnad = NUVÄRDE. Här fodras att man har god egen erfarenhet eller tillgång till annan kunskap om, livslängd, underhållsintervall och kostnader. Alla beräkningar baseras på beräkningar som tar hänsyn till ränta. Räntan är en kalkylränta och kan definieras som Avkastningskrav, eller låneränta - Inflation = Real kalkylränta

Det är omöjligt att veta vad inflationen kommer att bli i framtiden. Därför finns det anledning att räkna fram nuvärden vid olika kalkylräntor. Vi ska i exemplet nedan se hur pass valet av räntan påverkar valet av mest lönsam investering.

Val av nytt fasadmateriäl

Fastigheten är i stort behov av fasadrenovering och valet står mellan vanlig omputsning och tilläggsisolering med ytskikt av puts, tegel eller plåt. Vi ställer upp de fyra alternativen och räknar ut dem med tre olika kalkylräntor 1%, 4% och 10%. Nuvärdet av energibesparingen och underhållskostnaden räknas fram med hjälp av en nusumme-faktortabell och en diskonteringstabell.

Analys av resultatet

Som ni kan se av bilagan vinner alltid plåt-alternativet pga avsevärt mindre investering. Intressant är att ren omputsning vid hög kalkylränta kan vara ekonomiskt försvarbar. Vidare blir fasadtegel mer lönsamt vid låg kalkylränta = "hög inflation". Exemplet visar hur svårt det är att ge ett entydigt svar på det mest ekonomiska alternativet.

Likviditetsanalysen ger då svar på hur stor risk de olika alternativen innebär. Likviditetsberäkningen är helt kopplad till vilken typ av finansiering som erhålls. De nya underhållslånen medger båda energibidrag och räntebidrag = (6,95% / år mars -84).

Det handlar inte bara om pengar

Jag började med att peka på att tilläggsisolering blivit aktuellt därför att SABO-företagen sparar energi och jagar kostnader. Men huvudmålet för bostadsföretagen är varken låg energiförbrukning eller minimerade kostnader. Det är istället nöjda hyresgäster som trivs och vill bo kvar.

Låga kostnader är naturligtvis ett medel för detta. Ett bra rumsklimat ett annat. Men minst lika viktigt är att bostäderna och bostadsområdena är trivsamma. Och här spelar också husens

utseende, valet av fasadmateriel och hur detta underhålls en viktig roll.

I företagens långsiktiga planering av underhåll, energihushållning och ombyggnad är det första steget en inventering bl a i form av besiktningar som underlag för planering av olika åtgärder på kort och lång sikt.

I nästa steg måste bostadsföretaget ta ställning till en rad målfrågor - hur ska de olika bostadsområdena fungera? Vilka krav har man på miljön? Och naturligtvis också på fasaderna?

Först därefter är det rimligt att börja diskutera samordning av olika åtgärder och kostnader för olika alternativ. Programmet eller målen måste alltid komma före medlen.

Och för hus gäller samma sak som för människor - som man är klädd blir man hädd.

PRISER 1a/m ² brutto fasad 30 ÅRS LIVSLÄNGD	1 % x)			4 % x)			10 % x)					
	Tilläggsisolering 100 mm Mineralull	Tilläggsisolering 100 mm Mineralull	Tilläggsisolering 100 mm Mineralull	Plåt	Putts	Tegel	Plåt	Putts	Tegel	Plåt	Putts	Tegel
INVESTERING	250	400	450	600	250	400	450	600	250	400	450	600
ENERGIBIDRAG %	-	40	40	40	-	40	40	40	-	40	40	40
NETTOINVESTERING	250	360	410	560	250	360	410	560	250	360	410	560
ENERGIBESPARING 81 kwh/m ² år Nuvärde 30 år %	-	629	629	629	-	421	421	421	-	230	230	230
UNDERHÅLLSKOSTN PUTSLAGNING ÅR 15 PLÅTMÅLNING ÅR 20												
NUVÄRDE +	215	61	215	-	139	34	139	-	60	11	60	-
SA. NUVÄRDE (ÅR)	465	-208	-4	-69	389	-27	128	139	310	141	240	330
	4	①	③	②	4	①	②	③	③	①	②	4

x) Räntan anger real kalkylränta dvs avkastningsvärde - inflation

INVENTERING AV 220 KALKPUTSNINGAR UTFÖRDA 1960-80

Tekniska och antikvariska bedömningar.

Riksantikvarieämbetet, Vårdbyråns utvecklingssektion,
Henrik Kjellberg

Sammanfattning

Vid omputsning och avfärgning av äldre byggnader med kulturhistoriskt värde är det angeläget att ursprungliga material fortfarande kommer till användning. Till putsning av fasader användes förr alltid kalkbruk, till putsens avfärgning kalkfärg. Efter andra världskriget har emellertid putstekniken förändrats. Samtidigt har kunskaperna om äldre putsmetoder minskat varför vi idag många gånger vet alltför lite om hur kalkputsade fasader skall renoveras. Med anledning härav har byggnadsstyrelsen, fortifikationsförvaltningen och riksantikvarieämbetet inlett ett gemensamt utvecklingsprojekt om kalkputsningsfrågor. Projektets syfte är att förbättra kunskapen om material och metoder för vård av byggnadsminnesmärken, byggnadsminnen och kyrkor, som är skyddade enligt kulturminnesvårdens speciallagstiftning, liksom andra byggnader med kulturhistoriskt värde. I en första etapp av projektet har gjorts en inventering av ett större antal kalkputsningar och kalkavfärgningar. Resultatet redovisas i en särskild rapport: 1984:1, Inventering av 220 puts- och avfärgningsarbeten utförda 1960-80", som utgivits av riksantikvarieämbetet. I denna dokumentation till murverkssymposium redovisas de sammanfattande tekniska och antikvariska bedömningar, som gjorts av de utförda arbetena.

Innehåll

Sammanfattning

1. De inventerade arbetenas utförande
2. De inventerade arbetenas resultat
 - 2.1 Bedömningsgrunder
 - 2.2 Arbetenas hållbarhet
 - 2.3 Arbetenas omfattning och vidtagna ingrepp
 - 2.4 Arbetenas överensstämmelse med äldre putsutförande
 - 2.5 Putsens tekniska samverkan med underlaget och renoverbarhet
3. Forsknings- och utvecklingsbehov
 - 3.1 Målsättningsfrågor
 - 3.2 Historisk och teknikhistorisk forskning
 - 3.3 Teknisk forskning
 - 3.4 Utveckling av byggprocessen
 - 3.5 Forskningsställen

1. DE INVENTERADE ARBETENAS UTFÖRANDE

De inventerade kalkputsningarna och kalkavfärgningarna är fördelade över praktiskt taget hela landet. Antalet inventerade arbeten har dock varierat i olika landsdelar. Västkustregionen är inte representerad. Arbetena har utförts under skiftande klimat och på olika murverk. Inventeringen har inriktats på arbeten där enbart kalk använts som bindemedel. Emellertid ingår även putsarbeten där man också blandat cement i bruket men där det ändå förefallit möjligt att dra slutsatser om kalkens användbarhet. Knappt en tredjedel av arbetena har alltså utförts med kalkcementbruk i ett eller två skikt av putsen, företrädesvis i grundning och stockning. Volymproportionerna mellan kalk och cement har växlat från 12:1 till 1:4. Proportionerna mellan bindemedel och ballast har växlat från 1:1 i kalkbruk till 1:6 i kalkcementbruk. I regel har idag gängse proportioner mellan bindemedel och ballast använts. Bruken har varit platsblandade eller fabriksblandade, det senare har förekommit något oftare. Bruket har vanligen beretts av torrsläckt kalk, men även våtsläckt kalk har använts. Ett mindre antal arbeten har utförts med hydraulisk kalk. Regionala skillnader föreligger i utförandet. Avfärgningen har vanligen utförts med tre till fem strykningar med färg, som beretts på kalkmjölk. Det bör observeras att stora delar av arbetsutförandet och hantverket, som är av stor betydelse för arbetets resultat inte har dokumenterats i inventeringen.

2. DE INVENTERADE ARBETENAS UTFALL

2.1 Bedömningsgrunder

De inventerade arbetena bör givetvis bedömas med hänsyn till hur putsen har hållit. Med tanke på att arbetena har gällt äldre kyrkor, byggnadsminnesmärken och dylika byggnader bör emellertid arbetens också bedömas med hänsyn till hur byggnadernas kulturhistoriska värde har tagits tillvara. Särskilt bör uppmärksammas att byggnaderna har ett intresse som vittnesbörd om ett byggnadsskick för vilket kalk utgör ett viktigt material. Härvid bör observeras både byggnadsdelar med originalutförande sedan tillkomsttiden och byggnadsdelar med en typ av utförande som bevarats även om de partiellt har förnyats vid reparationer. En huvudprincip för vård av dessa byggnader är att deras värde som vittnesbörd om sin tids byggnadskonst skall tas tillvara. Uppföljande principer för putsningsarbeten innebär bl a att

- o Försiktighet skall iakttagas med ingrepp och förändringar; det minskar risken för förstörelse av såväl originaldelar som ett typiskt byggnadsutförande.

- o Putsen skall göras med en sådan sammansättning och ytstruktur att den så nära som möjligt överensstämmer med den puts som är typisk för byggnaden
- o Putsen skall utföras med sådant bindemedel och sammansättning att den naturliga nedbrytningen i första hand sker i putsen och inte i murverket; det minskar risken för förstörelse av originaldelar.
- o Putsen skall utföras så att den är reversibel, d v s lätt kan förnyas, utan att underlaget skadas; det minskar risken för förstörelse av originaldelar.
- o Arbetena skall planeras så att ett hänsynstagande till byggnadens kulturhistoriska värde underlättas (bland annat är det viktigt att skaffa sig kunskap om den byggnad det gäller).

Äldre kulturhistoriskt värdefulla byggnader, som ursprungligen har haft kalkputs och kalkfärg, bör enligt angivna principer också renoveras med dessa material. Dagens standardputs, baserad på kalkcement, är emellertid så stark och har sådana fuktegenskaper att ett känsligt murverk med tiden lätt bryts ned. Den är inte heller tillräckligt reversibel.

2.2 Arbetenas hållbarhet

Drygt en tredjedel av de inventerade byggnaderna uppvisar någon form av putsnedfall. Frånräknas skador som beror på andra omständigheter än bristande kvalitet hos arbetena uppvisar ca en femtedel av byggnaderna putsnedfall.

Putsnedfall, sammanlagt större än 5 m², förekommer på flera av byggnaderna i Skåne och på Gotland. I övriga Sverige förekommer endast enstaka större putsnedfall. Dessa putsnedfall är praktiskt taget alltid störande för byggnadernas utseende. Med hänsyn till byggnadernas bevarande kan det också vara allvarligt att stora delar av murverket blottlägges. De situationer där putsnedfall större än 5 m² har förekommit kännetecknas bland annat av att skadorna ofta:

- o har samband med utsatt läge
- o sitter högt uppe på byggnaden, t ex på kyrktorn
- o främst är orienterade mot söder eller väster
- o gäller
 - antingen putsnedfall genom vidhäftningsbrott mellan olika påslag, alternativt mot murliv
 - eller putsnedfall, som synes vara kraftig successiv vittring.

Putsnedfall, mindre än 5 m^2 , förekommer över hela landet även om vissa regioner, t ex Stockholm, har mycket få puts-skador. Betydelsen av dessa skador skiftar beroende på hur pass iögonenfallande och lätta att reparera de är. En situation men mindre putsnedfall kännetecknas bl a av att skadan ofta:

- o sitter lågt på byggnaden, t ex vid sockeln
- o kan vara orienterad mot alla väderstreck
- o har samband med fukt som sugits upp kapillärt i murverket och putsen eller stänkt upp från marken.

Sammanfattat visar de inventerade putsarbetena:

- o att exempel på hållbara kalkputsningar finns i alla regioner
- o att arbeten med skador också finns i alla regioner.

Slutsatserna av inventeringen är:

- o att kalkputs - nu som förr - är en möjlig putstyp i de flesta sammanhang
- o att skadorna som regel förefaller bero på felaktigt arbetsutförande; detta kan i sin tur bero på bristande kunskaper eller bristande planering och omsorg
- o att förhållandena bör kunna förbättras genom informations- och utvecklingsinsatser.

Knappt hälften av de inventerade kalkmålningsarbetena har olika anmärkningar. Dessa rör skador som vittring och dylikt men också till stor del andra förhållanden som skäckig färg, smutsning m m. Vittrad målning är relativt vanlig högt upp på byggnaden liksom vid sockeln. Bedömningen av målningsarbetena har sannolikt varit mer subjektiv än bedömningen av putsningsarbetena. En jämnt tonad vittring, som uppkommer med åren, uppfattas ofta som naturlig och hörande till miljön, t ex när det gäller en gammal kyrka. Snabbt uppstående vittring uppfattas däremot i regel som en skada. Jämfört med kalkputsningsarbetena har alltså kalkmålningsarbetena fler anmärkningar. Emellertid finns det även välbevarade arbeten i alla distrikt. Också kalkmålning är därför en möjlig teknik i de flesta sammanhang under förutsättning att arbetena utföres på ett riktigt sätt.

Det bör framhållas att de inventerade arbetena inte utgör ett statistiskt urval av de kalkputsningar som utförts sedan 1960. Slutsatser på statistisk grundval går därför inte att dra av inventeringens resultat.

2.3 Arbetenas omfattning och vidtagna ingrepp

Det är svårt att avgöra om man gjort större ingrepp i samband med arbetena än vad som varit önskvärt ur antikvarisk synpunkt, t ex om man gjort vidlyftiga omputsningar och bytt ut äldre puts i onödan.

Arbetenas omfattning har varierat. Flertalet arbeten har avsett putsreparationer men även många hela omputsningar har utförts. Ett fåtal arbeten har gällt enbart avfärgningar. Förslagshandlingar och arbetsbeskrivningar m m har emellertid inte visat vilka bedömningar som lett fram till den ena eller andra avgränsningen. Därför verkar det sannolikt att frågan om begränsning av arbetena för att undvika ingrepp i historiskt intressanta byggnadsdelar rönt ganska lite intresse. Anledningarna härtill kan vara flera. De generella kunskaperna om äldre puts är små. Systematiska historiska översikter och inventeringar om puts saknas, liksom "normer" för när och hur putsarbeten skall begränsas och befintlig puts bevaras. Generella rutiner för kunskapsinhämtning, planering och projektering i det enskilda fallet är ej utvecklade. Var och en agerar i hög grad utifrån sina personliga kunskaper och åsikter.

2.4 Arbetenas överensstämmelse med äldre putsutförande

De inventerade putsningarna och avfärgningarna har man i första hand sökt ge ett traditionellt utförande genom att just kalkanvänts som bindemedel och att utseendet på äldre puts efterliknats. Den framställning av kalk efter äldre metoder, som ägt rum på Gotland, har haft stor betydelse för att kalk kommit till användning.

Redan en allmän jämförelse visar emellertid att överensstämmelsen mellan de inventerade putserna och äldre putser är ganska begränsad. Förr fanns en rik provkarta på olika putsutföranden, som skiftat från plats till plats, från en tid till en annan. Nu tillämpas ett bekräftat antal utföranden på praktiskt taget samma sätt över hela landet. Bakgrunden till den bristande överensstämmelsen med äldre putsteknik vid renoveringar är den omvandling som skett inom byggandet, framför allt efter andra världskriget. I samband med denna har den tidigare tekniken liksom kunskapen om denna till stor del försvunnit. I dag är det därför ofta svårt att nära efterlikna utförandet hos en äldre puts. Många gånger är vi också osäkra om vilken överensstämmelse som skall eftersträvas.

2.5 Putsens tekniska samverkan med underlaget och renoveringsegenskaper

De inventerade arbetena företer självklart skador på både puts och färg. Däremot finns inga rapporter om att putsen, t ex genom att vara för stark eller tät, medfört skador på murverket. Arbetena har emellertid

endast besiktigats okulärt och utan att uppmärksamheten särskilt inriktats på skador i underlaget. Flertalet arbeten har också låg ålder, varför man ännu inte kan dra bestämda slutsatser.

3. FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSBEHOV

Kalkmålad kalkputs är ett krav vid renovering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader. De inventerade arbetena visar också att kalkputs är tekniskt möjligt. Samtidigt visar emellertid de skador som förekommit att det finns ett stort behov av forsknings- och utvecklingsinsatser.

3.1 Målsättningsfrågor

Vilken målsättning som skall gälla för behandling av putsen på äldre byggnader behöver fortlöpande diskuteras med utgångspunkt från kulturminnesvårdens allmänna principer för byggnadsvård samt förbättrade historiska och tekniska kunskaper. En grundläggande fråga som behöver preciseras är vilka krav på beständighet som kan ställas och hur man bedömer putsskador i den enskilda situationen.

3.2 Historisk och teknikhistorisk forskning

Utökade historiska och teknikhistoriska kunskaper behövs för att man bättre skall kunna bedöma vilken puts som har sådant historiskt värde att den bör bevaras liksom för att bestämma vilken överensstämmelse med äldre putser som bör eftersträvas. Forskningen bör ske såväl i särskilda projekt som i kontinuerlig verksamhet. Ett önskvärt projekt är en sammanställning av viktigare äldre nordeuropeisk bygglitteratur som behandlar puts. En systematisk insamling av putsprover och uppgifter från löpande restaureringar skulle på sikt ge oss en bättre uppfattning om hur putsen utförts genom tiderna i olika regioner inom landet.

3.3 Teknisk forskning

En allmän vidgning av de tekniska kunskaperna är angelägen. Ett huvudmål är att åstadkomma en puts som är hållbar men inte medför skador på underlaget. Viktiga frågor att studera är exempelvis:

- o Kalkputsens tekniska funktion generellt, hur den klarar påfrestningar, vad som gynnar karbonatiseringsprocessen m m.
- o Egenskaper hos olika typer av kalkputs, effekten av tillsatser som cement, luftporbildande medel, nöthår m m.
- o Preciserade värden på putsens styrka med tanke på dess egen hållbarhet samt murverkets beskaffenhet, metoder för att bestämma lämplig styrka på putsen i den enskilda situationen m m.

- o Äldre och moderna arbetsmetoder och hantverksförfaranden, bedömning av underlag, förarbeten och rengöring av underlag, var och hur bruket tillreds, hur putsen anbringas, efterbehandlingar m m.
- o Skadetyper, skadeorsaker, skadornas betydelse för byggnadens bevarande respektive utseende.

3.4 Utveckling av byggprocessen

Byggprocessens utformning har avgörande betydelse för att putsarbeten skall kunna genomföras på ett tekniskt och antikvariskt lämpligt sätt. Det finns ett stort behov att förbättra dagens planeringsmetoder. Bl a bör studeras:

- o förberedande åtgärder som teknisk och historisk kunskapsinhämtning och värdering inför en putsreovering
- o projekteringens utförande
- o upphandlingens uppläggning med hänsyn bl a till att arbetena kan behöva modifieras under arbetenas gång samt krav på kompetens hos byggmästare och arbetsledare
- o teknisk kontroll av arbetena
- o den antikvariska uppföljningen
- o behovet av relationshandlingar.

3.5 Forskningsställen

Den erforderliga forskningen och utvecklingen kan utföras vid såväl myndigheter som tekniska högskolor och motsvarande forskningsinstitutioner. Utvecklingsinsatser bör ske även på ett praktiskt plan. En myndighetsuppgift är att sammanfatta de råd och anvisningar om utförande av kalkputsarbeten, som man idag - om än bara grovt - kan ange. Viss teknisk forskning kan knytas till redan påbörjade projekt vid högskola. Andra insatser bör göras av de konsulter, som har speciell sakkunskap inom området. Kalktillverkningen på Gotland utgör en lämplig station för praktiska försök. Erfarenheterna från övriga nordiska länder bör tas tillvara.

Särskilda satsningar bör göras i de delar av landet där de inventerade arbetena uppvisat flera stora putsnedfall. Dessa satsningar bör utgå från en fördjupad analys av de lokala skadeorsakerna. Ibland kan klimatet ha varit speciellt ogynnsamt. Även arbetenas administration behöver studeras, t ex vilken betydelse det kan ha haft att arbetena utförts som beredskapsarbeten. Man bör uppmärksamma de goda exempel på reoveringar som finns inom varje område. (Regionala utvecklingsprojekt har nu också börjat förberedas med anledning av de inventerade arbetenas resultat. I några reoveringar, som gjorts efter inventeringen, har även prövats vissa förändringar i det tekniska utförandet.)

ET STØRRE DANSK MURET RENOVERINGSPROJEKT I VIBORG

Murermester Erik F. Qvist

Sammenfatning:

Oplæg til filmen "Et skalmuringsprojekt i Viborg" omhandlende skalmuring og tagudskiftning på 10 boligblokke udført i totalentreprise af Erik F. Qvist A/S for Erhvervsrådets Boligselskab.

Indhold:

Beskrivelse af det oprindelige byggeri på opførelsestidspunktet.

Byggeriets tilstand før renoveringen.

Boligselskabets undersøgelse, vurdering og beslutning om renovering.

Entreprenørens undersøgelser og projektering.

Renoveringsprojektets omfang.

Løbende styring og information af beboerne.

Det endelige resultat.

Filmen.

Beskrivelse af det oprindelige byggeri på opførelsestidspunktet:

KLOSTERVÆNGET, VIBORG.

Beliggenhed: Middagshøjvej.
 Bygherre: Erhvervsrådets Boligselskab
 Arkitekter: Fritz og Jens Madsen
 Ingeniører: Wilcken & Wulff (bærende konstruktioner) og Nørgaard-Nielsen (installationer).

Byggeriet påbegyndt i 1955 og afsluttet i 1956.
 Byggeriet består af ialt 154 lejligheder fordelt i 10 blokke, hvoraf hovedparten er i 3 etager og resten i 2 etager.

Samlet lejlighedsareal: 10.276 m².
 Gennemsnitlig lejlighedsstørrelse: 66 m²
 Husdybde: 8,63 m.

Til bebyggelsen hører endvidere fælles varmecentral med centralvaskeri samt en del garager.
 Udover sikringsrum under 3 af blokkene findes ingen kældre.
 Pulterrum samt cykelrum m.m. er placeret i udhuse mellem blokkene.
 Dette byggeri er det første etageboligbyggeri herhjemme, hvor man konsekvent har anvendt præfabrikerede betonelementer til alle bærende konstruktioner.
 Bortset fra fundamenter og tilstøbninger af fuger har man således helt undgået betonstøbning på byggepladsen.

Elementerne i de bærende tværvægge er af 15 cm uarmeret beton. Bredden er med enkelte undtagelser 120 cm, og højden svarende til etagehøjden. Alle etageplader er 4,20 m i længden og 1,20 m i bredden. Elementerne er fremstillet som ribbeplader med nedadvendte ribber.

Facaderne består af et betonelement 4 cm tykt, forstærket med ribber langs kanten og langs vinduesåbninger. Når denne plade, der spænder fra tværvæg til tværvæg og fra etage til etage, er monteret opsættes indvendig 60 cm bredde "Svedex-elementer", bestående af to 5 mm hårde fiberplader, udstøbt med klinkerbeton. På bagsiden er påklæbet 5 cm mineraluldmatte.
 Til elementmontagen har været anvendt en meget enkel og let portalkran.

Byggeriets tilstand før reoveringen:

Bebyggelsens udseende giver indtryk af bygninger i et meget stærkt og escalerende forfald samtidig med at forøgede gener fra indtrængende vand, utætheder og dårlig isolation har bragt lejlighedernes komfort på et uacceptabelt niveau, selvom Boligselskabet har ofret store beløb på løbende vedligeholdelse.

Byggeriet bærer præg af at være opført på et tidspunkt, hvor kendskab til beton-teknologi og elementbyggeri var yderst beskedent i forhold til den viden som er til rådighed idag.

Udvendige facader og gavlelementer er forvitrede og nedbrudte i en sådan grad, at det ikke er muligt at foretage nogen form for reparation, imprægnering eller overfladebehandling med varig virkning, ligesom uheldige konstruktive detaljer umuliggør en fuldstændig tæthed omkring elementsamlingerne.

En laboratoriemæssig undersøgelse på Teknologisk Institut har godtgjort følgende forhold: Carbonatiseringsfronten er beliggende bag armeringsjernene. Betonens vand/cement forhold har været for stort. Unøjagtig placering af armering og bøjler. For stort flintindhold i betonen. Forceret hårdning.

Boligselskabets undersøgelse, vurdering og beslutning om reovering.

Konklusionen af de foretagne undersøgelser med hensyn til bygningernes fremtidige vedligeholdelse var, at såfremt der ikke indenfor en meget nær fremtid blev foretaget en effektiv ændring af bygningernes facadeelementer, måtte man være indstillet på, at afdelingen ville være kondemnabel indenfor en meget kort årrække, idet ikke alene de kendte gener ville forøges væsentligt, men også bygningernes stabilitet ville bringes i fare.

Overfor disse klare kendsgerninger foretog repræsentanter for Boligselskabet besigtigelse af andre facaderenoveringsprojekter i landet med udgangspunkt i omstående "Krav til klimaskærm" og "Mulige Løsninger".

Krav til klimaskærm:

Vedligeholdelsesvenlig.
 Æstetisk.
 Modstandsdygtig overfor fysiske og kemiske påvirkninger.
 Modstandsdygtig overfor vejrlig.
 Gennemprøvet konstruktion.
 Økonomisk på lang sigt.

Mulige løsninger:

Stålplader.
 Eternit
 Teglelementer.
 Kunststofbeklædning.
 Isolering og armeret puds.

Boligselskabets bestyrelse besluttede herefter i enighed, at vælge løsningen med opførelse af ½ stens skalmur med mellemliggende isolering.

Entreprenørens undersøgelser og projektering:

I forbindelse med Boligselskabets vurderinger lavede entreprenøren i samarbejde med arkitekt og ingeniører økonomiske modeller for forskellige løsninger. Disse modeller har senere dannet grundlag for egentlige kontraktforhandlinger mellem totalentreprenøren og Boligselskabet.

Forhandlingerne mandede ud i en aftale, hvorved Erik F. Qvist A/S skulle udføre arbejdet i totalentreprise ved anvendelse af lokale arkitekt-, ingeniør- og håndværksfirmaer.

Projekteringen foregik således under ledelse af totalentreprenøren på grundlag af udførte undersøgelser og med basis i afgivne overslag, samtidig med at totalentreprenøren til de projekterende videregav den erfaring og ekspertise som virksomheden har oparbejdet under løsningen af tilsvarende opgaver.

Renoveringsprojektets omfang:1. Murerarbejde.

Støbning af fundament.
 Ændring ved lyskasse.
 Opsætning af ½ stens skalmur.
 100 mm isolering.
 Sålbænke.
 Efterreparationer.
 Stillads.

2. Tømmerarbejde:

Ændring af tagudhæng.
Tagbeklædning udskiftes.
Skralderumsdøre udskiftes.
Udskiftning af vinduer samt terras-
sedøre (færdig malet).
Lysninger ved vinduer og døre.

3. Malerarbejde:

Indvendig eftergåelse.

4. Blikkenslagerarbejde:

Tagrender og nedløb.
Ændring af udluftning.

5. Elarbejde:

Ændring af installation ved ind-
gangsdøre samt kældernedgange.
Nye lamper (energibesparende).

6. Anlægsgartner:

Retablering af flise- og plante-
arealer.

Løbende styring og information af beboerne:

Inden projektets endelige igangsætning indkaldte Boligselskabet sammen med totalentreprenøren samtlige beboere til et orienteringsmøde, hvor alle relevante detaljer vedrørende byggeriet og dets gennemførelse blev beskrevet og forklaret. Samtidig nedsatte beboerne et byggeudvalg med det formål at varetage kommunikationen mellem byggeledelsen og beboerne under byggeriet.

Samtlige arbejdsoperationer blev løbende koordineret og kontrolleret af totalentreprenøren.

Til de ugentlige byggemøder var foruden samtlige implicerede parter en repræsentant for Boligselskabet.

Det endelige resultat:

Der er ingen tvivl om, at den valgte løsning ved renovering med tegl har

skabt et miljø og en fremtidssikret facadebeklædning der også i tiden fremover vil være et aktiv både for beboerne og omgivelserne.

Filmen: Under byggeriet er der løbende optaget film af renoveringsprojektets detaljer og helheder for efterfølgende at delagtiggøre andre i noget af det erfaringsmateriale, som er opnået ved gennemførelse af dette renoveringsprojekt.

FASADRENOVERING MED TEGEL

Den svenska metoden.

Sune Carlsson

Sammanfattning

Sedan länge har fasader, som behövt renoveras, försetts med ett nytt fasadskikt av tegel. Syftet har varit att förena minskade underhållskostnader med förbättrat utseende. Efter 70-talets energikriser tillkom intresset att förbättra ytterväggens värmeisolering. Villkoren för statliga subventioner till energisparande åtgärder har påverkat även den byggtekniska utformningen. Bestämda krav måste inrymmas i bestämda kostnadsramar.

Omfattningen av fasadrenoveringar är nu så betydande, att den till avsevärd del har kompenserat bortfallet av efterfrågan på tegel p g a det kraftigt minskade nybyggandet.

Innehåll

1. ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR
 - 1.1 Kombination renovering/isolering
 - 1.2 Statliga stödåtgärder
 - 1.3 Ombyggnadskostnader
2. BYGGTEKNISK UTFORMNING
 - 2.1 Tegelformat
 - 2.2 Murbruk
 - 2.3 Isolermaterial
 - 2.4 Upplag
 - 2.5 Kramling
 - 2.6 Muröppningar
 - 2.7 Dilatationsfogar
 - 2.8 Armering
 - 2.9 Kompletteringsdetaljer
3. PROJEKTERING

1. ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 Kombinationen renovering/isolering.

Fastighetsägarens intresse av renovering varierar med flera olika faktorer: ägarform, byggnadens skick, omgivande miljö, värmeklausul i hyreskontrakt etc.

Gemensamt för flertalet objekt är det samtidiga behovet av en mer eller mindre omfattande reparation av fasaden och en förbättring av värmeisoleringen. Därmed kan återbetalning av investeringen hämtas ur två källor - inbesparade underhålls- och värmekostnader.

1.2 Statliga stödåtgärder.

Efter energikriserna på 70-talet har staten på olika sätt stimulerat energisparåtgärder. För bostadsbyggnad har subventionerade räntor och direkta bidrag varit de viktigaste morötterna. Det är alltså inte de fastighetsekonomiska villkoren som har satt gränserna för åtgärdernas lönsamhet utan i stor utsträckning den samhällsekonomiska.

1.3 Ombyggnadskostnader.

Det har, liksom vid nybyggnad, visat sig att de statliga lånereglerna i hög grad styr de åtgärder man önskar göra. Det gäller inte minst materialvalet. Samtidigt har de fastställda schablonbeloppen i lånesystemet inverkat på storleken av entreprenörernas anbud. Marginalerna är små och det finns inte utrymme för alltför exklusiva utformningar.

Det finns alltså ett starkt krav på att använda optimala byggtekniska lösningar. Dessutom måste relativt höga estetiska krav tillgodoses. Den nya fasaden ska ju resultera i en förbättring.

2. BYGGTEKNISK UTFORMNING

2.1 Tegelformat.

Svensk standard omfattar fyra tegelformat (fig. 2.1, 2.2). Traditionellt har beklädnadsteglet dominerat fasadrenoveringar. Under 70-talets senare del prövades modulteglet, som ger 87 mm väggjocklek. Det visade sig, att olägenheterna av den större väggjockleken och tyngden mer än väl uppvägdes av statiska och ekonomiska fördelar. Användning av modulteglet har stadigt ökat och dominerar nu vid renovering av flerfamiljshus.

Kostnaden för tegel + murbruk + arbetslön blir 10-20 % lägre vid användning av tegel 287x87x87 jämfört med beklädnadstegel.

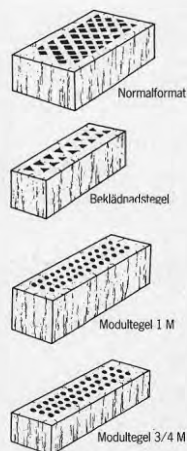


Fig 2.1

Format	Byggmått	Vägg-tjocklek	Antal/m ²	Torrbruk kg/m ²	Tunghet kN/m ²		
					Tegeldensitet	1,3	1,5
250 × 120 × 62	260 × 75	120	55	65	1,68	1,92	2,16
250 × 60 × 62	260 × 75	60	55	30	0,84	0,96	1,08
287 × 87 × 87	300 × 100	87	35	40	1,22	1,39	1,57
287 × 87 × 62	300 × 75	87	47	50	1,22	1,39	1,57
			Inkl. normalt spill	Rikt värden	Avser murverket enl. SBN 22:11 Densitet för hål-tegel är vanligen 1,3 och 1,5		

Fig 2.2

Någon praktisk begränsning av murverkets höjd föreligger inte. Under 1983 har t ex några 11 våningar höga bostadshus i Jönköping murats upp med modultegel och med upplag endast på sockeln.

2.2 Murbruk

Några särregler för murbruk och dess hantering gäller inte vid renovering. Murbrukskvalitet B är i flertalet fall lämpligt men till starkt sugande tegel kan C-bruk ge bättre vidhäftning.

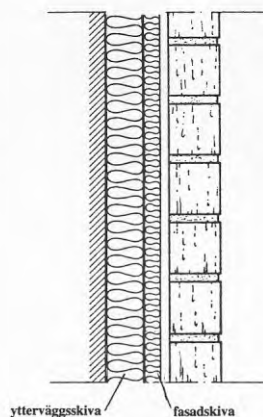
Av estetiska skäl är färgat bruk ganska vanligt förekommande. Urkratsning och efterfogning är olämpligt, i synnerhet på skalmurar av 60 mm tegel men även på 87 mm modultegel.

2.3 Isolerematerial

För tilläggsisolering användes så gott som alltid mineralull. Rätt monterad synes mineralullen fungera väl även som fuktspärr.

I gynnsam klimatzon förekommer ibland genomgående lätt mineralull, som förses med papper på en sida som vindskydd. En mer gedigen men dyrare konstruktion är lätt mineralull närmast den gamla väggen och tung mineralull ytterst (fig 2.3). Detta utförande fyller väl byggnormens funktionskrav.

Generellt minimikrav på isoleringens tjocklek är 80-100 mm. Vid tvåskiktsalternativet är 70 mm lätt och 30 mm tung mineralull lämpliga proportioner.

Fig 2.3
Isolering

2.4 Upplag

Under lång tid användes galvaniserade vinkelstål som upplag. Med ökad isolering och vägg-tjocklek har emellertid kraven på infästningarnas horisontalkraft vuxit och konstruktionen har förkastats.

I samband med att modulteglet prövades på 70-talet konstruerades en platsgjuten betongbalk, som vilar på

i grundmuren ingjutna, snedställda dubbar av stål (fig 2.4). Under förutsättning att den befintliga grundens betong är av någorlunda god kvalitet (min K150), tillåtes en last på 10 kN per dubb. Även på de förut nämnda 11-våningshusen har denna upplagsvariant i princip använts.

För närvarande pågår utveckling av ett prefabricerat upplag av denna typ. Den består av korta balksektioner (0,3 m) med tvärsnitt liknande den platsgjutna balken. Sektionerna monteras med avstånd efter aktuell last och på sektionerna placeras en kedja av armerade tegelskift varefter påmurningen kan börja.

En annan förtillverkad variant består av ett armerat tegelskift eller en betongplanka med ingjutna eller omslutande konsoler. Med vissa förbehåll kan den användas även under marknivå.

En tredje variant utgöres av en rostskyddsbehandlad profil av stålplåt. Lasten från murverket överföres av diagonala stag till infästningarna i stommen. I svaga stommateriale kan den vertikala lasten tas upp på en vinkelskena, som vilar i ett fräst spår i väggen. Plåtbalken är också ett bra komplement för avlastningar, t ex över stora öppningar i murverket.

När de förtillverkade upplagen ska användas, måste infästningarna ägnas stor uppmärksamhet. Om stommaterialets hållfasthet inte är känd, måste provbelastning utföras på platsen.

2.5 Kramling

Vid nybyggnad har eftermonterade förankringar alltmer kommit att ersätta ingjutna kramlor. För att inte hindra montering av isolering och skada denna, bör förankringens rörliga led sitta utanför isoleringen. Samma sak gäller vid fasadrenovering.

Fast inspända kramlor kan ofta användas utan risk för utmattningsbrott men för att slippa göra infästningarna exakt efter blivande liggfog, föredrar man en ledad kramla med förskjutbar bygel i inmurningsändan.

Tätheten i kramlingen bestäms i första hand av aktuell vindlast. Det är lämpligt att använda kramlorna även för att fixera isoleringen mot stommen. Då bör

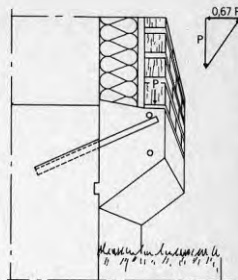


Fig 2.4
Betongbalk

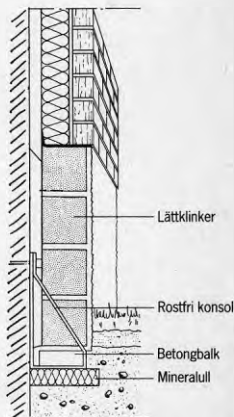


Fig 2.5
Konsolbalk

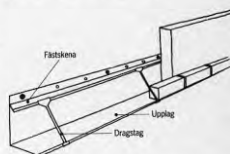


Fig 2.6
Plåtbalk



Fig 2.7
Kramlor

tätheten vara ca 3 st pr m². En 60 mm skalmur måste förankras med 4 kramlor pr m². Materialet i förankringarna bör vara rostfritt syrafast stål.

2.6 Muröppningar.

Överbyggnad av muröppningar skiljer sig inte från tekniken vid nybyggnad. Förspända armerade tegelskift eller kvarsittande plåtform med rostskyddat bistål i första liggfogen fungerar båda bra.

Inklädnad av smygarna vid öppningar kan ske med inmurning i smygen eller med intäckning av lackerad plåt. Plåtklädseln kan bli ett positivt bidrag till färgsättningen medan inmurningen ger ett mera gediget intryck.

2.7 Dilatationsfogar.

Även beträffande dilatationsfogar gäller samma principer som vid nybyggnad. Avståndet mellan vertikala fogar kan variera mellan 15 och 25 m som max, varvid murstensmaterial, muröppningar, fasadveck mm utgör variabler, som bestämmer fogarnas placering. Det är viktigt att se till att inte murverket låses fast vertikalt, t ex mellan balkongplattor.

2.8 Armering

Armering för vertikala eller horisontala laster är sällan aktuellt vid fasadrenovering, förutom i balkar över öppningar. Sprickarmering kan i vissa fall rekommenderas, t ex strax över upplag och under resp. över fönsterrader. Svaga murverkspartier och "murverkskonsoler" kan också kräva armering. Armering med oskyddat kamstål bör undvikas. Ett bra alternativ är rostskyddsbehandlat bistål.

2.9 Kompletteringsdetaljer.

Plåtgarneringar, infästning av belysningar, skyltar etc. måste ägnas förnuftig omsorg. Illa utförda detaljer kan leda till besvärliga skador på murverk och andra byggnadsdelar.

3. PROJEKTERING

Den första åtgärden i ett projekt är en besiktning på platsen. Avvikelser och förändringar i förhållande till befintliga ritningar är vanliga. Stommens beskaffenhet måste kontrolleras och detaljer i fasaden - skyltar o dyl - måste noteras. Andra underhålls- och reparationsarbeten, som kan utföras samtidigt bör inventeras.

En fasadrenovering ska behandlas som en ombyggnad, ej som en reparation. Materialval, utformning, färgsättning etc ska vara väl genomtänkt. Improviserade problemlösningar under byggandets gång ska i möjligaste mån undvikas.

EKSEMPLER PÅ BYGGETEKNISKE FEJL OG MANGLER INDENFOR DET MUREDE BYGGERI.

C. Falk

Sammenfatning

Hovedtemaet for dette Nordiske Murværkssymposium er "Bygga beständigt", men en af betingelserne for at kunne leve op til dette krav er, at man har kendskab til, hvor der er problemer, hvis kravene til en bygnings bestandighed skal tilfredsstilles. Derfor er titlet på dette indlæg "Eksempler på byggetekniske fejl og mangler indenfor det murede byggeri". Et led i arbejdet for at fremme bygningers bestandighed er den aktivitet, der i øjeblikket er i gang i alle de nordiske lande vedrørende indførelse af kvalitetsstyring i alle former for byggeri, men for at kunne indføre og gøre en indsats for kvalitetsstyring er det bl.a. også nødvendigt at vide, hvor der skal sættes ind, hvis man skal undgå unødvendige vedligeholdelses- og reparationsudgifter.

Det er selvsagt ikke muligt i løbet af 20 minutter at komme ind på alle problemer i forbindelse med udførelse af bestandigt, muret byggeri, selv om det kun er teglbyggeri, der vil blive omtalt i dette indlæg; men baseret på Kalk- og Teglværkslaboratoriets erfaringer vil en del af de oftest konstaterede "fejl og mangler" blive gennemgået udfra tegninger og farvelsbilleder, som det ikke vil være muligt at gengive i dette manuskript; men i efterfølgende oversigt er nævnt en række stikord, der henviser til, hvad der vil blive omtalt vedrørende såvel konstruktioner som skadernes art, årsag og virkning.

1 MURKRONER OG SÅLBÆNKE

- 1.1 Fremspring
- 1.2 Vandnåse
- 1.3 Samlinger
- 1.4 Fald
- 1.5 Forhold ved false
- 1.6 Varmeudvidelse
- 1.7 Fugeproblemer
- 1.8 Tagudhæng

2 REVNEDANNELSER

- 2.1 Varme
- 2.2 Fugt
- 2.3 Forskellige materialer

3 SKADER PÅ MØRTEL OG STEN

- 3.1 Mangel på bindemiddel
- 3.2 Manglende fugekomprimering
- 3.3 Manglende udhæng
- 3.4 Ukorrekt afsyring
- 3.5 Frost
- 3.6 Kalkspringere

4 OVERFLADEBEHANDLING (MALING, KALK OG PUDS)

- 4.1 Diffusion
- 4.2 Underlag
- 4.3 Udførelse
- 4.4 Tidspunkt

5 MISFARVNINGER (HERUNDER UDBLOMSTRINGER)

- 5.1 Snavs
- 5.2 Bindemiddel { støbevand
frisk murværk og regn
afsyring
- 5.3 Salte

6 FUGT

- 6.1 Fugefyldning
- 6.2 Kuldebroer
- 6.3 Spildmørtel
- 6.4 Bindere
- 6.5 Papindlæg ved { sokkel
muråbninger
søjler
forskudte tagflader

7 AFSLUTNING

- 7.1 Hvis konstruktionerne er udformet under hensyn-
tagen til de klimatiske forhold
- 7.2 hvis der leveres gode materialer,
- 7.3 og hvis byggeriet er håndværksmæssigt korrekt
udført,

så siger erfaringerne, at udgifterne er minimale til reparationer og vedligeholdelse, når der er tale om muret byggeri.

RATIONELL MURNINGSMETOD

Sammanfattning

Detta projekt avser att förverkliga de idélösningar som framkommit i ett tidigare BFR-projekt (81098-5). Syftet är att förändra hela murningsarbetet från leverans av material till färdig tegelfasad, så att muraren erhåller en bättre arbetsituation och byggentreprenören en rationellare produktionsteknik.

Ulf Gauffin

INNEHÅLL

Sammanfattning

1. Rationell murningsmetod
- 1.2 Bakgrund

2. Transport och hantering av tegel
- 2.1 Konstaterade problem
- 2.2 Problemlösning

3. Transport, hantering och beredning av murbruk
- 3.1 Konstaterade problem
- 3.2 Problemlösning

4. Transport av murare och material utefter en fasad
- 4.1 Konstaterade problem
- 4.2 Problemlösning

1. RATIONELL MURNINGSMETOD

1.2 Bakgrund

Byggergonomilaboratoriet (BEL) är en forskargrupp vid Tekniska Högskolan i Stockholm. BEL är ingen forskargrupp i traditionell högskolemening. Verksamheten bearbetar problemställningar med ett ergonomiskt betraktelsesätt. Resultaten skall vara av sådan karaktär att de inom en begränsad tid går att omsätta i praktiken. Vi hanterar inte ergonomin på ett konventionellt sätt, utan använder ergonomin som en modell för att utföra produktions-tekniska förändringar. Inom denna modell kan man ha en rad olika motiv och skäl för att vilja åstadkomma en produktions-teknisk förändring. Vilket skäl som är incitamentet är mindre viktigt. Kärnpunkten är att man bearbetar samtliga faktorer som förväntas inverka på resultatet. Om man inte går tillväga på detta sätt finns det risk för det gamla ordspråket, "Liten tuva välter ofta ett stort lass", bekräftas.

Med ergonomin som modell har vi gett oss på att förändra fasad-tegelmurningstekniken. Pågående projekt har föregåtts av ett BFR-projekt. I projektet "disikerades" befintlig murningsteknik och de kringarbeten som erfordras för att erhålla en färdig tegelfasad. Detta gav till resultat en "lista" på vilka moment som motiverade en förändring. Sammanfattningsvis kan sägas att villkoret för att erhålla optimala produktionsförhållanden, måste hela produktionsförloppet förändras, från hantering av material tills dess tegelstenen är på plats. Med resultatet från BFR-projektet ansökte vi, tillsammans med Allmän Byggservice AB och Linden-Alimak AB, om medel för realiserande av framkomna idèer hos Arbetarskyddsfonden (ASF). Medel beviljades enl. ansökan och fn. har projektet kommit så långt att vi står i begrepp att testa hela systemet på ett byggobjekt. Det kan låta ambitiöst att kalla våra resultat för ett system, men det är vad det egentligen handlar om. Nämligen ett sätt att hantera, transportera material och murare under sådana betingelser att man erhåller optimala produktionsförhållanden. Mer renodlat består systemet i: Transport och hantering av tegel. Beredning, transport och hantering av murbruk. Applicering av murbruk och tegel. Transport av material och murare utefter en fasad. Anslutande fasadarbeten.

Hela systemet beskrivs enklast steg för steg och i den ordning som de olika momenten kommer in.

2. TRANSPORT OCH HANTERING AV TEGEL

2.1 Konstaterade problem

Till att börja med kan man konstatera att manuell hantering av tegelpallar är ett tungt arbete. Till detta kommer, att det underlag och de nivåskillnader som teglet hanteras över, inte är optimalt för manuellt transportarbete. Ett annat problem som har diskuterats i många år, är att tegelpallens höjd sällan korresponderar till den höjd som murningsarbetet utförs på. Önskemålet har varit en anordning som kan höja tegelpallen vartefter tegel plockas av tegelpallen.

2.2 Problemlösning

Detta har vi löst genom att tillsammans med WEELU AB ta fram ett transportfordon som går under arbetsnamnet Byggmoped. Utgångspunkten var att ta fram ett fordon som har samma åtkomlighet och framkomlighet som en tegelkärra. Samtidigt skall den ha tillräcklig effekt så att den kan köras med full last (300 kg) uppför en landgång och på en byggnadsställning.

Den åkbara trehjuliga Byggmopeden drivs med en förbränningsmotor som i sin tur driver en hydraulpump. Denna driver lyftgaffelns hydraulcylindrar samt en hydraulmotor. Den senare är monterad på det bakre styrhjulet. Manövreringen (fram och back samt hastighet) av Byggmopeden sker med ett handvridreglage monterat på styrhandtaget. Detta reglage går automatiskt i neutralläge när handtaget släpps. Samtidigt bromsas fordonet med drivhjulet. Lyftgaffeln manövreras med två separata reglagespakar. För att kunna ta en tegelpall med lyftgafflarna från ett växelflak/lastbilsflak där pallarna står tätt intill varandra, kan gafflarna manövreras framför de främre hjulen. Genom ett länkarmsystem lyfts pallen bakåt och uppåt så att lasten hamnar bakom de främre hjulen. Detta för att erhålla en god stabilitet samt att tegelpallen skall hamma fritt från underlaget.

En viktig faktor för en entreprenör att införskaffa olika hjälpmedel är den förväntade utnyttjningsgraden. Därför har vi försett Byggmopeden med kompletterande utrustning så att långt material, (virke, rör etc), skivformatmaterial (gips och spånskivor etc) även skall kunna transporteras på Byggmopeden. Vidare är Byggmopeden försedd med en kopplingsanordning så att det går att koppla och dra en fyrhjulsvagn efter fordonet. Lyftgafflarna är på intet sätt "öronmärkta" för hantering av enbart tegelpallar. Med användande av byggbranschens vanligaste lastpall, tegelpallen, kan man hantera mattrullar, köksinredningar, takpappersrullar osv. Härutöver har vi begränsat Byggmopedens bredd till 850 mm för att kunna möjliggöra transporter inne i huskroppen. För att klara inomhustransporter kan motorn drivas med gasol. Byggmopeden är inte avsedd att konkurrera med andra transportsätt utan ersätta de tunga manuelle transportererna.

För att kunna höja tegelpallen vartefter teglet plockas av har vi tillsammans med Hörby Bruk AB tagit fram en fyrhjulsvagn med höj- och sänkbara lyftgafflar.

Syftet är att tegelpallen ställs på gafflarna och höjs med en handwinch efter behov. För att utnyttja vagnen maximalt är det tänkt att vagn och tegel skall dras på ställningen och utefter fasaden vartefter murning framskrider. Detta ställer krav på en lättdriven konstruktion och enkelhet vid manövrering. För att åstadkomma detta är vagnen försedd med två stora gummi-hjul som tar upp huvuddelen av lasten. De bakre hjulen är sk. länkhjul. Detta gör att vagnen med last, kräver mindre utrymme för manövrering än en konventionell tegelkärra. Kärran dessutom med ett och samma handtag skjutas eller dras på underlaget.

Maxlasten är 300 kg. I likhet med Byggmopeden kan denna vagn användas för andra ändamål än att hantera tegelpallar.

Med dessa två hjälpmedel kan teglet lossas från ett leveransfordon och transportera med lätthet på mark samt underlätta hantering på en ställning och vid murningsarbetet. De tunga manuelle transportererna är därmed underlättade högst väsentligt.

3. TRANSPORT, HANTERING OCH BEREDNING AV MURBRUK

3.1 Konstaterade problem

I likhet med manuelle tegeltransporter är manuelle murbrukstransporter ett tungt arbete. Till detta kommer även transportunderlagets betydelse för den fysiologiska arbetsbelastningen. Ett annat tekniskt problem, företrädesvis under sommarhalvåret, är att murbruket styvnar till i kärnan varför det inte är ovanligt att man tillsätter vatten i efterhand och rör om murbruket för att erhålla lämplig konsistens och smidighet. Under vinterhalvåret uppstår problem med för låg temperatur i murbruket. Den konventionella uppställningen av tegel och bruk innebär ständiga böj- och vridbelastningar på murarens rygg. Man skall även ha klart för sig, att dessa onödiga rörelser kostar även arbetstid och oförmånlig kroppsbelastning, som under längre tid (en dag) sänker produktiviteten. Vidare orsakar dessa ryggbelastningar utslagning av den enskilde från murningsarbetet. I de fall, vilket är det vanligaste, man använder ett halvöppet hanteringssystem för torrbruk erhålles dammproblem vid beredning av murbruk.

3.2 Problemlösning

I detta system, som ABS utvecklat, använder vi oss av torrbruk. Detta dammande material hanteras i ett slutet system allt ifrån leverans till byggarbetsplatsen tills ett färdigt bruk erhållits. Detta går till så att torrbruket levereras med en specialbil till arbetsplatsen. Materialet blåses med tryckluft upp i en silor. I botten på silorn sitter en mindre behållare, sändare med en ventil som öppnar och stänger flödet från silorn. Efter det att sändaren är fylld med torrbruk transporteras materialet i en 3"slang upp på ställningen. Transporten sker med hjälp av tryckluft. Torrmaterialen hamnar på ställningen i en behållare med en matarskruv i botten. När materialnivån nått en viss nedre nivå startar automatiskt upptransport av nytt material. Blandningen av torrbruk och vatten sker i en sk kontinuerlig blandare där blandningstiden är några sekunder. Rätt mängd vatten styrs automatiskt till ett förinställt värde. Det färdigblandade bruket släpps ned i en behållare med omrörare. I botten på behållaren sitter en matarskruv och en pump. Den senare pumpar bruket ut i en slang i vars ände sitter ett munstycke med anordning för start och stopp av murbruksflöde. Beredningen av murbruk sker automatiskt och i den takt murningen framskrider. Genom att bruket står under ständig omrörning och att dess volym har begränsats, har alltid murare ett "färskt" murbruk att mura med.

Med det tidigare nämnda munstycket "sprintsas" murbruk ut på teglet. Genom att murbruket är lättformat kan man inom vida gränser få den form på murbrukssträngen man önskar. Vidare kan murbruket portioneras ut och formas så exakt att man inte erhåller något "överskottsbruk" på teglets baksida. Detta är positivt ur två aspekter. Den första är att man inte behöver riskera att överskottsbruk orsakar vatten och fuktskador pga att dräneringshålen i de första skiften sätts igen, eller att vatten leds via överskottsbruket in i bakomliggande material. Den andra positiva effekten är ren materialbesparing.

Stötfogen kan åstadkommas på ett flertal olika sätt. Vi har provat en rad olika tekniker och testat dessa med avseende på täthet mot vatten. Den metod som givit de bästa resultaten, är att man lägger på ett "överskott" av bruk i liggfogen. När man sedan trycker teglet i bruket pressas "överskottet" ut på teglets framsida. Detta skrapas av med en slev och läggs vid stenens koppssida, och pressas upp till stötfog när nästa sten läggs. Med stor sannolikhet kommer varje murare att utveckla sin egen teknik. Längden på den brukssträng man kan lägga ut vid varje tillfälle är beroende av teglets vattensugande förmåga, mängden vatten kvarhållande medel i bruket, luftfuktighet och lufttemperaturen. I övrigt har brukets vidhäftande egenskaper varit föremål för särskild uppmärksamhet samt dess uppträdande vid den tryckförhöjning som uppstår vid pumpning och slitage egenskaper gentemot pumpdelen.

4. TRANSPORT AV MURARE OCH MATERIAL UTEFTER EN FASAD

4.1 Konstaterade problem

Den för fasadtegelmurning dominerande ställningstypen idag, är rörställningen med ställningsplan om intervallerna om ca 1,5 m. Denna typ av ställning tvingar muraren att arbeta i mycket oförmånliga arbetsställningar. Allt ifrån böjda ryggar och sträckta armar. Lägg därtill många situationer där ryggen även måste vridas i kombination med böjning. Dessa förhållanden har gett till resultat en överfrekvens av skador i rygg och axlar hos murare. Ett annat arbete som belastar kroppen oförmånligt är ställningsbyggnad. Idealet är att åstadkomma en arbetssituation där individer kan utföra arbete utan ensidiga rörelser samt att nå material och utföra arbetet utan att överbelasta enskilda muskler och kroppsdelar.

4.2 Problemlösning

För att eliminera ovanstående problem, upprättades en kravlista på en optimal fasadställning för fasadarbeten. Kortfattat innehöll kravlistan följande moment, utan prioritet.

1. Höj- och sänkbart plant arbetsplan.
2. Lägsta höjd över markplan 0,5 m.
3. Arbetsplanet skall kunna anpassas till fasadens form.
4. Möjlighet att kunna bygga ut arbetsplanet så att murning kan ske runt ett hörn.
5. Arbetsplattformen skall kunna ändras i längd genom teleskopering.
6. Så långt möjligt bygga på standardkomponenter.

7. Ge skydd mot nederbörd och vind.
8. Stor yta på plattformen så att material (tegel, isolering och tegelbalkar) som förbrukas mellan två raster kan lagras på plattformen.
9. Mobil
10. Maxlast 1600 kg.

Resultatet av Linden-Alimaks arbete blev en tvåmastad klätterställning vars master är identiska med Linden-Alimaks välkända hissmast som finns i stort antal ute på byggförråden. Ställningens "teleskoperingsförmåga", inkl. möjlighet att fälla ut gångbryggan, att längden kan varieras mellan ca 6 m till ca 14,0 m. Maxlängden har valts med avseende på rekommenderat avstånd mellan dilatationsfogar i murverket. Vidare kan man på ställningens framsida bygga ut plattformen med teleskoperande sektion som når max 2 m ut från plattformens framkant. Vidare kan dessa sektioner användas för att bygga plattformen runt ett hörn. Utbyggnadsdelarna kan belastas med max 200 kg. Plattformens lägsta höjd över markplanet lyckades bantas till 350 mm. Detta innebär att fasadarbetet, i de flesta fall, kan påbörjas direkt från klätterställningen utan att ställa upp en provisorisk ställning. För att kunna utföra arbete under dåliga väderleksförhållanden har plattformen försetts med ett tak. Dess framkant kan justeras så att ställningen kan passera en takfot eller dylikt. Någonting som saknas vid alla typer av byggnadsarbeten är utrymmen. Därför har man låtit plattformen få maximal bredd utan att minska på möjligheten att transportera plattformen på allmän väg. Bredden stannar vid ca 2200 mm. Klätterställningens maxlast blev 1600 kg. En av svårigheterna var att kombinera den låga höjden från markplan med kravet på att ställningen skall vara mobil. Detta har lösts genom att bygga särskilda hjulbalkar, som efter det att ställning kommit på plats kan, dras undan. Hjulbalkarna frikopplas när ställningstornen tar mark och plattformen börjar höja sig. Vid förflyttning av ställningen förfärs på samma sätt fast omvänt, nämligen: 1. Plattformen stannas ca 1 m över marken. 2. Hjulbalkarna körs in under plattformen. 3. Plattformen sänks mot hjulbalkarna. 4. När plattformen "fastnar" på balkarna fortsätter drivmotorerna att höja masterna så att dessa går fritt från marken. 5. Därefter kopplas ställningen till ett dragfordon och dras till nästa uppställningsplats. Om man har behov av ytterligare plattformslängder kan man seriemontera flera stycken plattformar och utnyttja masterna gemensamt för resp. plattform. Det kommer att finnas möjlighet att på valfri mast montera en separat hiss med egen drivning. Ställningens maximala mastlängd utan stagning, med motvikter, är 18 m vid transport och med denna mastlängd får underlaget luta högst 5°.

Ett argument mot att använda klätterställningar i stället för en konventionell rörställning är att man från rörställningen kan utföra takfotsarbeten (plåtbeslagning, målning osv) och samtidigt utgör ställningen ett skyddsräcke för takarbeten. Detta är ett mycket tungt vägande skäl för att använda rörställningen eftersom den kan användas för flera arbetsmoment, om än under tveksamma förhållanden för den enskilde yrkesmannen. Av nämnda skäl har BEL tillsammans med Arbetsolycksfallsgruppen (AO) vid KTH bla tagit fram ett skyddsräckessystem som kan användas under husets stomuppbbyggnad. Förutom skyddsräckesfunktionen kan man enkelt montera balkar, i ett ingjutningsgods eller svetsad

hållare. Balkarna bär en styv aluminiumlandgång. Bredden på denna är ca 600 mm och med 6 m mellan upplagen, klarar den en last av ca 300 kg. Med en sådan "landgång" med skyddsräcken runt takfoten kan man klara de flesta takfotsarbetet utan en rörställning. Detta räckes och landgångssystem kan man även använda vid framtida renoveringsarbeten på tak och/eller takfot.

BEHANDLING AV BRUK PÅ ARBETSPLATSEN

Risto Katajisto

Sammanfattning

För murnings- och putsarbeten håller beredning och behandling av bruk på arbetsplatsen att mekaniseras. Utvecklingsarbetet gäller både torr- och våtbruk. I föredraget presenteras behandling av torrbruk på arbetsplatsen vid användning av konventionella säckar, storsäckar och leveranser i lösvikt samt olika blandnings- och transportanläggningar för torrbruk. Också den nuvarande behandlingen av våtbruk presenteras kort i föredraget.

Innehåll

Sammanfattning	1
1. Arbetskrafts- och kvalitetsfaktorer har berett väg för industriellt tillverkade bruk	2
2. Behandling av säckat torrbruk på arbetsplatsen	3
3. Behandling av bruk i storsäckar	4
4. Behandling av lösa torrbruk	6
5. Behandling av våtbruk	8

1 ARBETSKRAFTS- OCH KVALITETSAKTORER HAR BERETT VÄG FÖR INDUSTRIELLT TILLVERKADE BRUK

Murnings- och putsarbetenas relativa andel vid husbyggandet har under de senaste åren ökat kraftigt inte bara i Finland utan också i de övriga nordiska länderna. I synnerhet i Finland har detta tagit sig uttryck i att försäljningen av tegel, olika slags block och industriellt tillverkat bruk snabbt har ökat. Då arbetets produktivitet i fråga om murade konstruktioner har varit bara ca hälften av arbetets produktivitet i fråga om motsvarande betongelementkonstruktioner har trycket på utveckling av arbetsmetoderna varit stort. Till detta har också bidragit att kvalitetsfaktorer fått en allt större betydelse vid byggandet och att medelstorleken för byggprojekten blivit mindre. Fastän arbetet på byggplatserna blivit mera hantverksbetonat än tidigare borde vinterarbetets andel av hela byggnadsarbetet kunna bibehållas på nuvarande nivå så att inte den redan nu rätt stora säsongarbetslösheten skulle förvärras.

Byggarbetsplatserna måste också i framtiden tävla med industrin och serviceyrkena om den lediga arbetskraften. För att få folk att först och främst skaffa sig yrkesutbildning och därefter söka sig till byggnadsarbeten måste arbetsförhållandena vara konkurrenskraftiga och lockande trots de rådande yttre förhållandena. Därför borde speciellt arbetshygieniska och ergonomiska faktorer ännu kunna förbättras.

Tillverkning och behandling av olika slags bruk är ett av de tyngsta arbetsmomenten på ett bygge. Det oaktat tillverkas hos oss fortfarande mer än hälften av allt bruk direkt på byggplatsen, varvid som råmaterial används sand och murcement, sistnämnd vanligtvis i 40 kg:s säckar. Arbetet är såväl fysiskt tungt som dammigt.

Såväl arbetskrafts- som kvalitetsfaktorer har under de senaste åren snabbt berett väg för industriellt tillverkat bruk. I synnerhet har användningen av torrbruk ökat snabbt. Också användningen av industriellt tillverkat våtbruk har ökat främst tack vare den nya tillstatstekniken. Industriellt tillverkat bruk har också gjort det möjligt att utveckla en ny transportteknik på arbetsplatsen från brukblandningsstationen till arbetsställena med hjälp av olika pumpar och tryckluftanläggningar. Industriellt tillverkat, homogent bruk har å andra sidan gjort det möjligt att utveckla också murningstekniken. Speciellt vid murning av block är användningen av murningskälke för utbredandet av bruk redan helt allmän och också nödvändig bl.a. för att murningen av strängfogar skall lyckas. Vid limning av sk. limbara block breds limmet ut så gott som enbart med hjälp av limkälke. Användningen av båda dessa tekniker har möjliggjort en sk. brukfri vertikalfog mellan blocken.

Bild 1.



Vid murning av block använder man murningskälke för att utbreda bruk. Vertikalfogarna är brukfria.

I fråga om murning av tegel håller man som bäst på med försök att breda ut bruket på tegelraden antingen med murningskälke, pump eller med en speciell för detta ändamål konstruerad brukutbredningsmaskin.

2 BEHANDLING AV SÄCKADE TORRBRUK PÅ ARBETSPLATSEN

Användningen av torrbruk blev allmän i Europa redan på 60-talet. I Finland kördes den första torrbruksfabriken i gång år 1969. Hos oss varierar leveranssätten för torrbruk allt från 4 kg:s miniförpackningar för små reparationsarbeten i hemmen. Den vanligaste leveransformen är i 40 kg:s pappersäcker, som kan köpas praktiskt taget överallt i affärer som säljer byggmaterial.

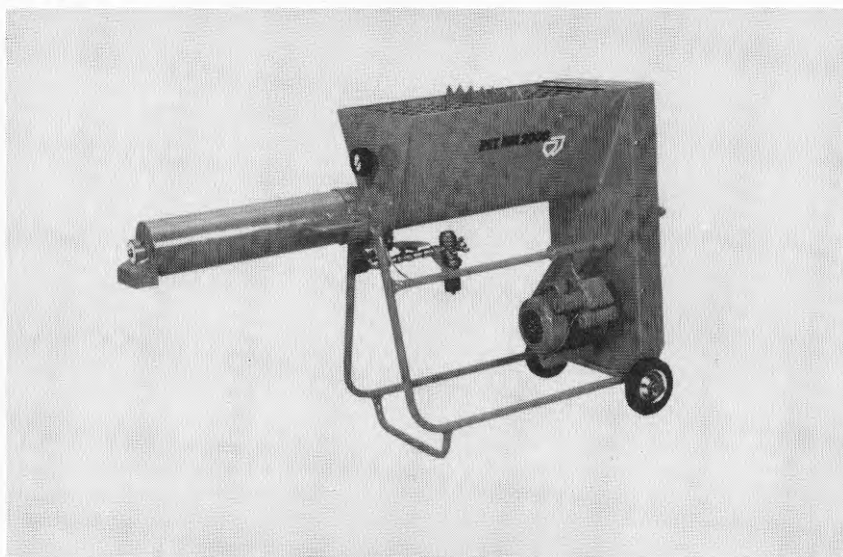
Ännu i dag är den vanligaste blandartypen en ordinär satsblandare som fylls genom att antingen hälla eller skyffla bruket direkt från säcken. Mycket ofta - t.ex. i fråga om renoveringsarbeten - är blandaren inne i byggnaden vid arbetsstället, dit säckarna transporteras med hissar och skottkärror. Från en separat belägen blandarstation förs bruket till arbetsstället med kärror eller lyftkranskärl.

Följande skede var att ansluta en putsbrukspump till en satsblandare, vilken kombination möjliggjorde övergången till maskinell putsning.

En nyare teknik representerar de kontinuerliga skrubblandarna, som på 70-talet togs i användning i Tyskland. Skrubblandaren blandar kontinuerligt vatten i torrbruket, som rinner ner från ovanstående tratt.

Vattenmängden kan på förhand regleras med hjälp av vattendoseringsautomatik så att brukets önskade konistens bibehålls oförändrad. Också till denna blandartyp kan anslutas en pump för transport av putsbruk till arbetsstället.

Bild 2.



Skrubblandare med vattenautomat för säckade torrbruk.

Fördelarna med säckleveranser är att anläggningarna är billiga och att transporten från ett arbetsställe till ett annat på arbetsplatsen går lätt. Vintertid kan t.ex. brukberedningen ske inomhus, där den lättare kan hållas varm. En av metodens största nackdelar är att arbetet är tungt vare sig bruket hälls i blandaren direkt från säck eller skyfflas med spade. Ett annat problem är att bruket dammar när säckarna öppnas och när blandaren fylls.

3 BEHANDLING AV BRUK I STORSÄCKAR

I Finland har användningen av storsäckar för engångsbruk ökat snabbt i motsats till vad fallet är i Central-europa. Försök har också gjorts att ta storsäckarna i retur till fabriken, men med dåligt resultat. Frakt-kostnaderna för retursäckarna är rätt höga och dessutom är rengöringen av säckarna före följande användning besvärligt. I Sverige har man för ca ett år sedan gått in för att försöka med sk. retursäck, men jag har ännu inte hört hur detta försök utfallit.

Storsäcken erbjuder en komplett maskinell transport- och förflyttningsteknik till relativt låga investeringskostnader. Också transporten av bruk i 1 tons säckar från fabriken till arbetsplatsen kan ske med billigare biltyper, dvs. med vanliga flakbilar. Då med samma transport i vissa fall ännu kan kombineras transport av tegel och block medför detta ytterligare konstnadsbesparningar.

Det vanligaste sättet att tömma en storsäck är fortfarande att skyffla bruket direkt från säcken till satsblandaren.

En nyare teknik på arbetsplatsen representerar 3 tons storsäckssilon, dit säckarna lyfts med billyftkran. Ett bett i silon skär upp säckbotten. Storsäckssilon utrustas vanligtvis med kontinuerlig skrubblandare och vattenautomat. Ifall silon på byggplatsen är belägen nära körvägen kan säckarna lyftas i silon med bilkran eller med arbetsplatsens egen lyftkran. I det senare fallet kan storsäckarna uppbevaras på marken bredvid silon om man bara ser till att de vintertid inte fryser fast vid varandra eller vid marken. Säckarna som sådana är fuktbeständiga. Ett annat alternativ är att placera storsäckssilon och blandaren i någon våning inne i bygget eller på en ställning utanför trapphuset, varvid arbetsplatsens egen lyftkran måste användas för påfyllningen. Härvid kan med samma silo och till den anslutna blandaren samtidigt tillverkas bruk för flera våningar genom att använda matarrör nedåt. Vintertid kan silon jämte blandare och vattenautomat enklast skyddas med presenningar och elvärmare varvid bruk kan tillverkas ännu vid -20°C .

En retursäck av svensk modell placeras på en ställning i anslutning till blandaren varvid bruket rinner från säcken direkt till satsblandaren.

I anslutning till storsäckssilon är det möjligt att ansluta en pneumatisk torrtransport av bruket till olika våningar i bygget till ett eller flera arbetslag. Till silon ansluts då en separat mataranordning, flux-anordning, med kompressorer, dessutom måste vid arbetsstället i andra ändan av utblåsningsslangen finnas en mottagningstratt med filter. Till mottagningstratten kan ytterligare anslutas sats- eller kontinuerlig blandare samt en brukpump för putsarbeten. Fördelen med denna metod är att torrbrukslangarna jämte tryckluftanläggningar inte alls behöver skyddas mot köld och våtbrukslangarna vid arbetsställena är korta.

En fördel med storsäckar är deras goda väderbeständighet på arbetsplatsen jämfört med 40 kg:s pappersäckar. Vid användningen av storsäckar kan också dammproblemet elimineras genom användning av kontinuerlig blandare tillsammans med silon. Då brukberedningskapaciteten med kontinuerlig blandare är ca 30-50 l/min färdigt bruk, räcker den också väl till för ett stort arbetslag. Med en brukpump av ordinär typ kan man vid användandet av detta system pumpa putsbruk ca 100 m horisontellt och ca 40 m vertikalt.

Bild 3.



Storsäck och storsäcksilo med skrubblandare och vattenautomat på markytan.

4 BEHANDLING AV LÖSA TORRBRUK

Första behandlingsform i fråga om lösa torrbruk kan anses i Finland i början av 70-talet vara 1,3 tons kapslarna, vartill sedan kom 8 tons skruvsilor. En flackbil med lyftkran transporterade fulla kapslar till byggsplatsen och samtidigt samlade upp de tomma kapslarna och förde dem tillbaka till fabriken för påfyllning. Skruvsilor fylldes på arbetsplatsen med lösbruk, som transporterades från brukfabriken till arbetsplatsen med en vanlig trågtransportbil. Ännu större än dessa vad kapaciteten beträffar är de containern som används i Centraleuropa och vilkas nyttovolymer är 8-20 ton. Till den kan anslutas en kontinuerlig blandare eller en tryckluftanordning för transport av bruket till användningsstället. Då containern är tom

fylls den antingen pneumatiskt från en tryckbehållarbil eller också byts den ut mot en full behållare med hjälp av specialtransportmedel.

Bild 4.



Container med skruvblandare och vattenautomat.

I stället för containers har man i Finland börjat använda ca 40 tons storsilor, som i allmänhet fylls med 30 ton per gång. En annan möjlighet att komplettera brukleveranserna till arbetsplatsen är att använda storsilon som trasportsilo, varvid bilen då den hämtar en silo till arbetsplatsen tar den tomma silon till fabriken för påfyllnad. Detta betyder i allmänhet att det måste finnas plats för två silor på arbetsplatsen, dessutom måste man i samband med bytet flytta blandaren och eventuella transportanordningar för bruket till den nya silon.

Bild 5.



Storsilo med skrubblandare och vattenautomat.

Storsilon utrustas vanligtvis på arbetsplatsen med kontinuerlig skrubblandare samt vattenautomat. Bruket kan också i detta fall - då det är fråga om putsbruk - pumpas direkt på väggen eller också transporteras pneumatiskt från storsilon till arbetssället. Denna teknik används dock ännu inte i Finland. För vinterbruk bygges i nedre delen av silon runt blandaren ett tillfälligt väderskydd, som möjliggör brukberedning också vid hård köld.

5 BEHANDLING AV VÅTBRUK

Industriell tillverkning av våtbruk inleddes i form av kalkbruk i Finland redan i början av 1900-talet. Det vanligaste transportsättet för kalkbruk till arbetsplatsen är numera en vanlig trågtransportbil eller blandarbil, från vilken bruket kan hällas direkt på plast på marken eller i en mottagarsilo.

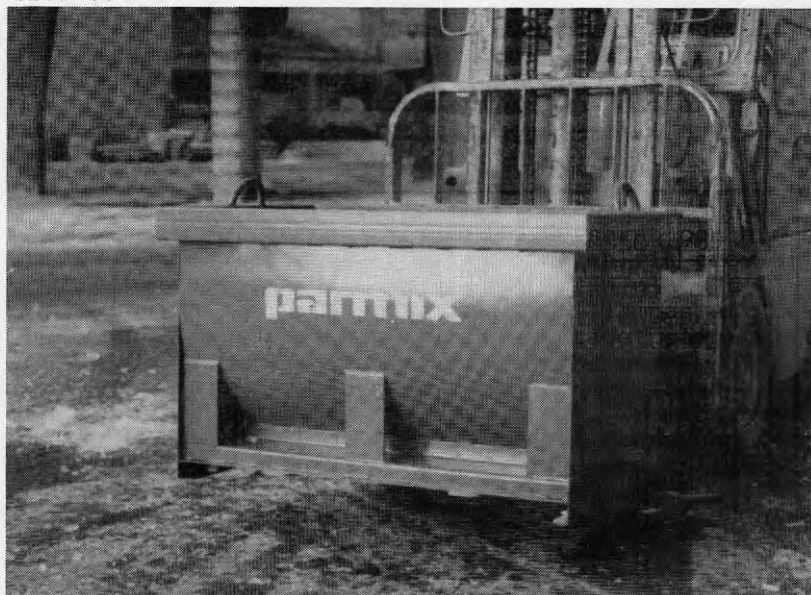
Också kalkcementbruk beredes numera industriellt, varvid cementen tillsätts redan på fabriken. Med retarderande tillsatsmedel kan ett dylikt kalkcementbruk användas på arbetsplatsen upp till två dagar. Den nyaste

tekniken på våtbruksidan representerar ett cementbruk med retarderande tillsatsmedel, som också det kan hållas användbart på arbetsplatsen i två dagar. Sålunda kan bruket levereras till arbetsplatsen varannan dag, vilket minskar transportkostnaderna.

På arbetsplatsen är en rotertransportbil bekvämare att använda för då kan bruket fördelas i flera behållare på arbetsplatsen. Många fabriker ger service också åt småkonsumenter, varvid kalkbruket redan på fabriken kan sättas i baljor och tunnor som kunden tillhandahåller. Vått bruk kan på fabriken också packas i 40 kg:s plastsäckar.

Till arbetsplatsen levererat våtbruk, som inte genast används, måste skyddas så att det inte torkar, blir vått eller utsätts för frost. Bruket förvaras bäst på en sval och fuktig plats. För att förhindra att det fryser kan mottagningsficka vintertid värmeisolerar eller också kan man bygga ett skydd kring den av presenningar. Vid hård köld är de skäl att där också ha någon form av uppvärmningsmöjligheter. I Centraleuropa har man vid behandlingen av våtbruk som mottagningsbehållare använt $0,3 \text{ m}^3$:s stålkärl, som dessutom kan användas som transportkärl för bruket. I Finland har dylika kärl använts i försökssyfte.

Bild 6.



Stålkärl, $0,3 \text{ m}^3$, för transporter och behandling av våtbruk.

MURÖPPNINGAR - ÖVERBYGGNADSSYSTEM

Leif Bergquist

Sammanfattning

Redovisningen omfattar ett antal kompletterande anordningar, som prövats under senare år vid uppförande av fönsterbalkar mm. Vidare redovisas exempel på användning av förtillverkade murstensbalkar och något om projektering av välvda överbyggnader.

Innehåll

Sammanfattning

1. Allmänt om överbyggnader
2. Valvbågsform och vattenavledare
3. Syrafast samverkansarmering
4. Förtillverkade murstensbalkar
5. Välvda överbyggnader

1. ALLMÄNT OM ÖVERBYGGNADER

Öppningar i murverk kan byggas över på ett flertal olika sätt. Vanligen ingår överbyggnaden som en del av en större väggkonstruktion och kan därför inte alltid iaktas som en separat konstruktionsdel. Överbyggnader kan indelas efter sitt statiska funktionssätt som balkar eller valv (bågar), men det verkliga funktionssättet är dock sällan renodlat.

Som komplement till de välkända metoderna att överbrygga öppningar, slagna valv, raka valv, spännarmerade skift osv, skall här diskuteras några varianter och utvecklingar som på senare år vunnit tillämpning i Sverige. Tyngdpunkten ligger givetvis på skalmursbygandet, men med den ökande reparations- och ombyggnadsverksamheten följer även krav på lösningar anpassade till äldre väggtyper.

2. VALVBÅGSFORM OCH VATTENAVLEDARE

Sedan några år finns på marknaden en produkt, som på ett enkelt sätt förenar uppgiften att tjänstgöra som formbräda vid murningsarbetet med uppgiften att avleda inträngande regnvatten. En väl ytbelagd förzinkad stålplåt bockas till en profil, som ger den styvhet nog att bära en påmurning av tegel eller kalksandsten. Vid större öppningar behöver profilen stämmas upp med ca 1 m mellanrum. Valvbågsformen fungerar således som en väderbeständig kvarsittande form och är bockad på ett sådant sätt att den fångar upp och leder ut det regnvatten, som eventuellt rinner utefter skalmurens baksida.

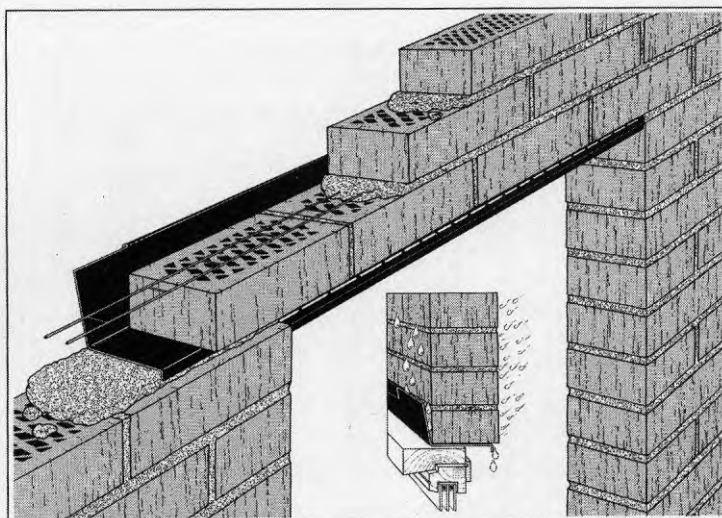


Fig 2.1 Murma valvbågsform, Bi-stålsarmering

Produkten, kallad Murma valvbågsform, lancerades till en början för användning till oarmerade raka valv. För att bättre kunna möta olika krav kombineras plåten nu vanligen med en armerad överbyggnad. Det typgodkända Murma-systemet innefattar korrosionsskyddade armeringsstegar av Bi-stål. Konstruktionen får därmed ett utförande, som gör den godkänd i miljöklass M 3 enligt rostskyddsnormen.

Valvbågsformen förekommer även i en del varianter. Det finns t ex profiler avpassade för innerväggar av olika tjocklekar och för väggar som skall putsas resp fogas. Vidare finns ett komplement för rullskiftsupplag, där det krävs en anordning för att ta upp höjdskillnaden mellan rullskiftet och angränsande liggskift.

Användning av valvbågsformen medger murning med önskad förbandstyp utan avbrott i fogmönstret. Man kan använda hålsten även i första skiftet över öppningen, eftersom den kvarsittande formen tjänstgör som täckplåt. Detta ger förutsättningar för bibehållen god vidhäftning och man undviker eventuella problem med färgskiftningar mellan massivtegel och håltegel.

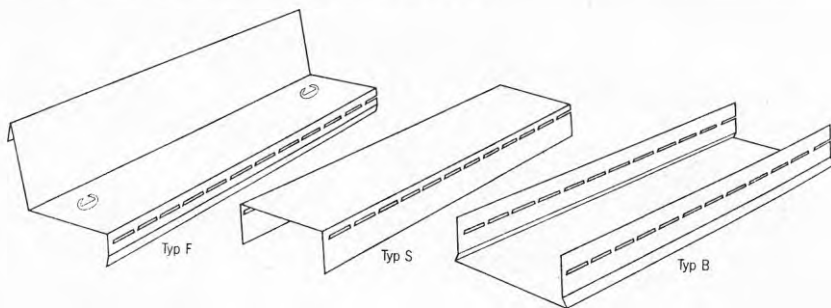


Fig 2.2 Olika typer av valvbågsform

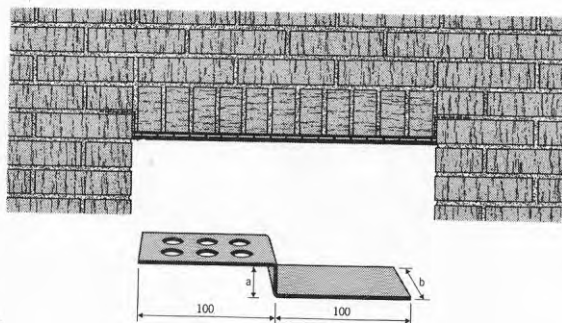


Fig 2.3 Rullskiftsupplag

3. SYRAFAST SAMVERKANSARMERING

Riksbyggen redovisar i ett tekniskt meddelande från januari 1984 olika skador vid murade överbyggnader. Bland dessa finner man horisontell sprickbildning mellan de undre skiften. Sprickbildningen anses företrädesvis ha följande orsaker:

- o Vid platsmurade tegelbalkar har lösarmeringen haft för dåligt täckskikt och korroderat med rostsprängning som följd
- o Vid prefabricerade murstensskift har påmurningen skett på frusna och nedisade balkar
- o De förtillverkade skiften har stämpats upp allt för kraftigt, vilket har förorsakat "släppor" mellan den monterade och den påmurade delen vid borttagningen av stämpan.

För att komma till rätta med detta har Riksbyggen sedan 1976 prövat en metod med en syrafast armeringsstege. Denna består av två längsgående $\varnothing 5$ med förankringsbyglar $\varnothing 3$, som skjuter in i stötfogarna och binder samman murverket vertikalt. Ett stort antal tegelbalkar med över 6 m spännvidd har utförts med vad som kan bedömas säker funktion och till gynnsamt pris.

För närvarande utvecklas denna idé av Gryts bruk. Patent har sökts för en armeringsanordning med samma principiella utformning, men med byglarna rörliga utefter längsjärnen. Avsikten är att armeringsstegen därmed lättare skall kunna anpassas till varierande stendimensioner och olika förbandstyper. När detta skrivs (februari 1984) planeras en provning vid Chalmers med patentsökta armeringsstegen.

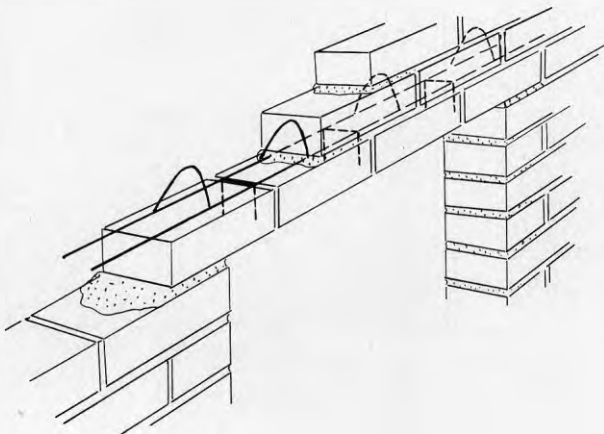


Fig 3.1 Syrafast samverkansarmering

4. FÖRTILLVERKADE MURSTENSBALKAR

Förtillverkade tegel- och kalksandstensskift är ingen nyhet på marknaden. Spännarmerade skift, tillverkade av Sköldinge Byggelement och Lomma Element, är välkända produkter sedan decennier och har vunnit stor tillämpning tack vare de rationaliserings- och kvalitetsvinster man kunnat göra. I det följande skall uppmärksamheten riktas på några produkter och tekniska lösningar, som ligger något utanför standardproduktionens ram.

För många projektörer är det ett önskemål att få till stånd mer varierade och uttrycksfulla väggytor än de släta fasader med löpskift, som har varit gängse förekommande. En möjlighet att bibehålla halvstens skalmur och ändå åstadkomma en fasad med relief är att utnyttja förtillverkade balkar med lämplig "utkragande" profil och erforderliga upphängningsanordningar. Även kompletterande detaljer som fönsterunderstycken kan med framgång förtillverkas.

Upphängning eller infästning av fasadbalkar kan göras på ett flertal sätt, varav några visas i det följande. Kravet på beständighet hos infästningarna är högt och regelmässigt utförs dessa i rostfritt (syrafast) stål. I vissa fall, som i det visade alternativet med ingjutning, kan fasadbalkarna som en ytterligare rationaliseringsåtgärd förses med en i förväg applicerad isolering. För att skydda mot nedsmutsning vid betonggjutningen kan elementen levereras försedda med en skyddsplast.

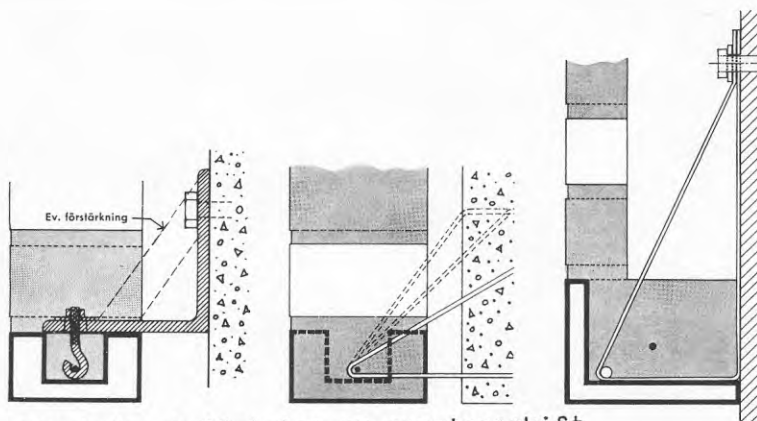


Fig 4.1 Infästning av murstensskift

Ett exempel på monterade fasadelement i mursten är höga rullskift över öppningar eller fönsterband, där rullskiftet utöver sin bärande funktion har uppgiften att bidra till mönstereffekten i fasaden.

Även för ombyggnadsverksamhet kan förtillverkning av murstensdetaljer bli aktuell. Ombyggnad av takfriser och tegelvalv är exempel, där elementtekniken visat sig vara den bäst framkomliga vägen till ett lyckat resultat.

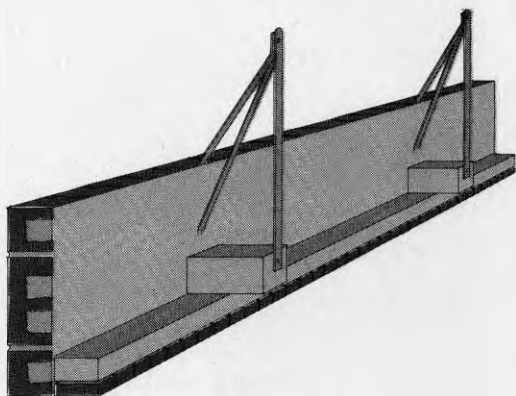


Fig 4.2 Förtillverkad fasadstensbalk över fönsterband

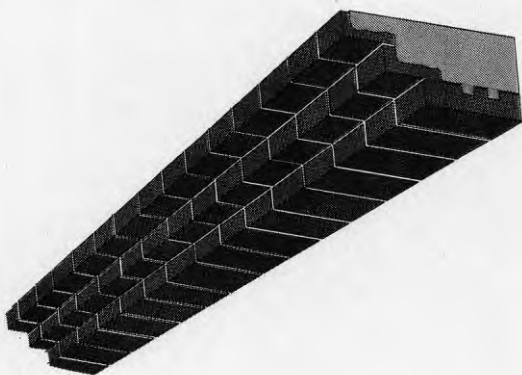


Fig 4.3 Förtillverkad takfris



Fig 4.4 Förtillverkad fönsterbåge

5. VÄLVD A ÖVERBYGGNADER

På senare tid har allt oftare välvda fönsteröppningar fått ge liv åt nya murstensfasader. Speciellt har detta gällt förvaltningsbyggnader och liknande. Om trenden består kommer flera konstruktörer att få kalkylera på kraftspelet i och kring murstensvalv. Tyvärr saknas ett helt tillämbart bestämmelseunderlag. I tidskriften Tegel 1/83 lämnas dock några riktlinjer för kontrollräkning av välvda konstruktioner. För valv med måttlig spännvidd och med utbredd last eller punktlast inom vissa gränser torde den redovisade beräkningsmetoden kunna accepteras.

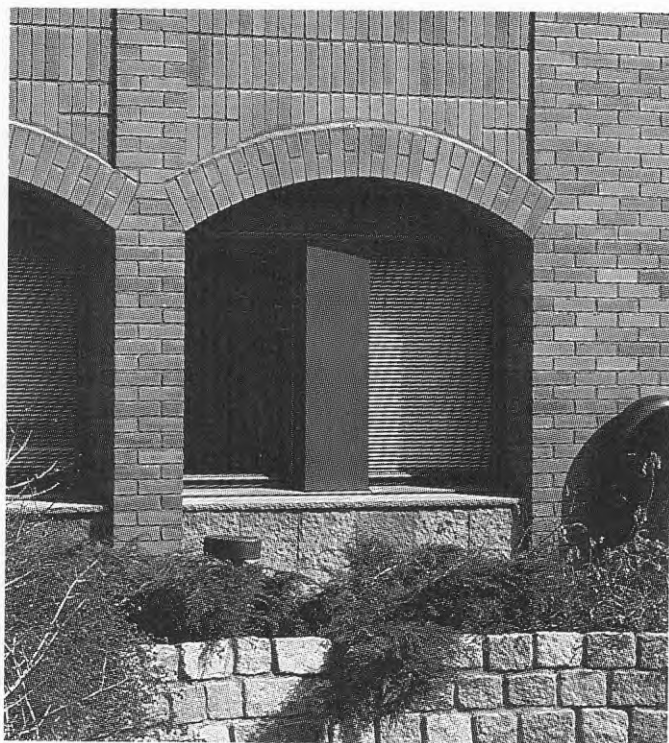


Fig 5.1

KONSTRUKTIONSDETALJER FOR DET MUREDE BYGGERI

Fleming Nielsen, arkitekt M.A.A.

Som bekendt har tegl været det foretrukne byggemateriale i Danmark i snart 1.000 år. Det er naturligvis på grund af teglets medfødte kvaliteter såsom en meget smidig tilpasningsevne til opgaver af næsten enhver art, stor bestandighed over for bl.a. vejrliget, æstetiske kvaliteter i form af en smuk patinering osv.

Anvendelsen af tegl er gennem århundrederne blevet tilpasset opgaverne, og anvendelsen bundet i en gennem årene gradvis udviklet tradition.

Man kunne måske derfor forledes til at tro, at der ikke kunne være noget stort behov for at udsende konstruktionstegninger for et område, der er så traditionsbundet. Men tegl's anvendelse er i dag ikke helt problemfri, hvilket ikke skyldes teglet, men de nye sammenbygningsformer og sammenbygning med nye materialer, hvor tegl i dag finder anvendelse. Ikke mindst de senere års skærpede krav til vore bygningers varmeisolering har nødvendiggjort, at mange traditionelle konstruktioner har måttet tages op til fornyet vurdering.

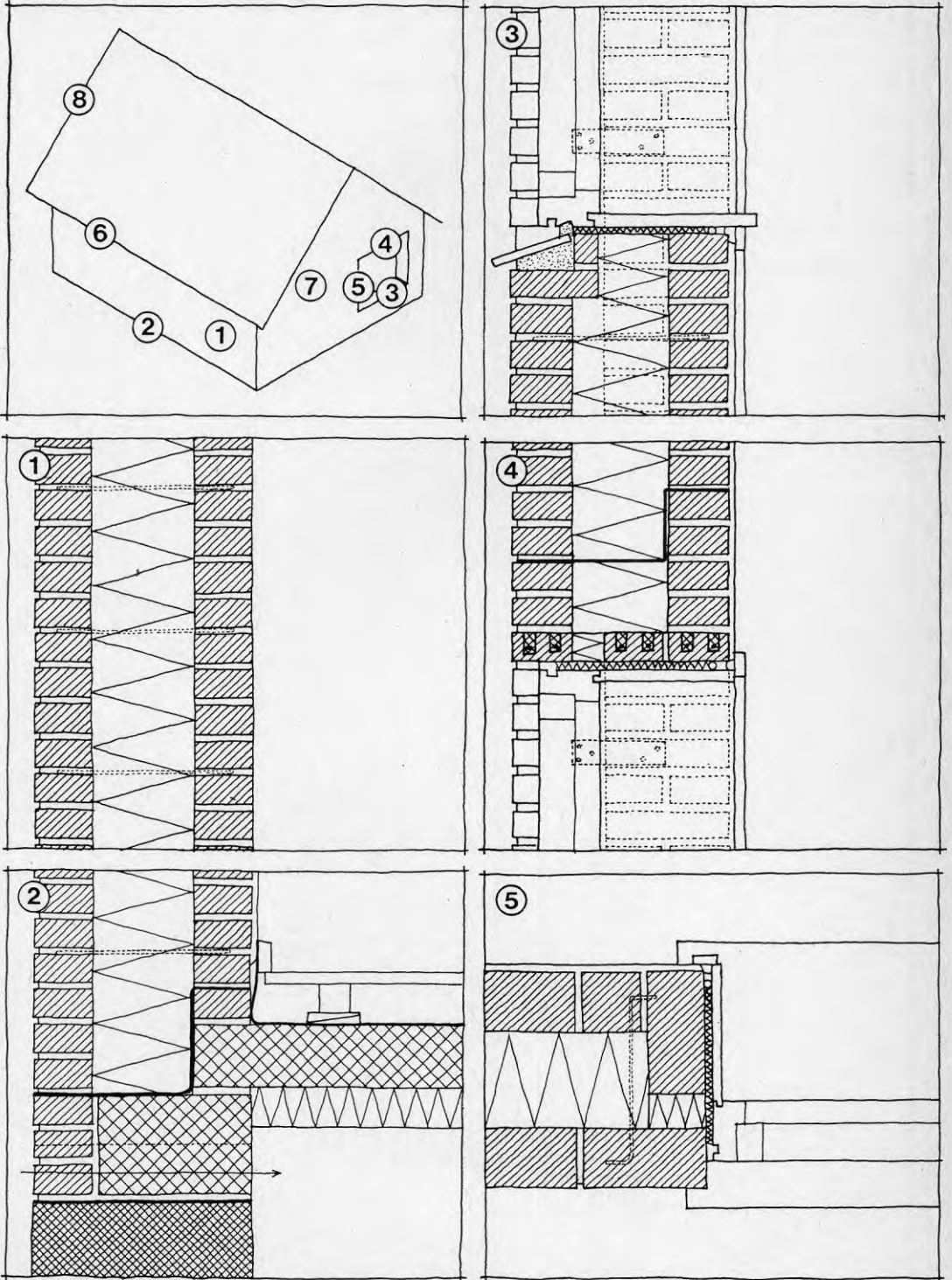
Vor viden om tegls anvendelse er i dag ganske betydelig - og vi kan også udtale os ret præcist om mere utraditionelle anvendelsesformer for tegl. Men det er jo ikke tilstrækkeligt, at en snævrere kreds sidder inde med denne viden - det er den, der i praksis anvender de murede konstruktioner, som skal være i besiddelse af viden. Ellers risikerer vi, at der syndes mod reglerne. Mange eksempler på byggesjusk er ikke sjusk i ordets e-

gentlige betydning, men manglende viden, og vel at mærke eksisterende viden. Meget byggesjusk udføres i den bedste mening.

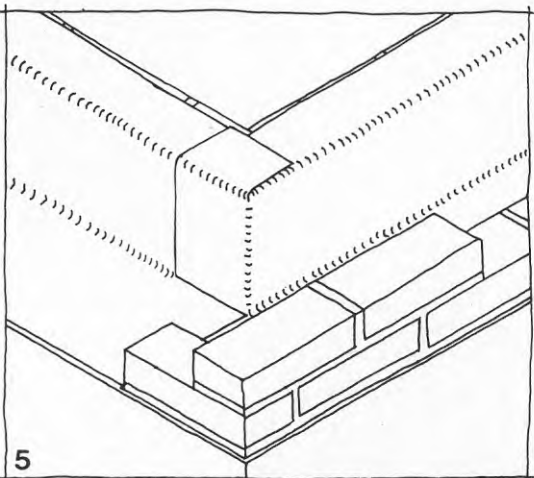
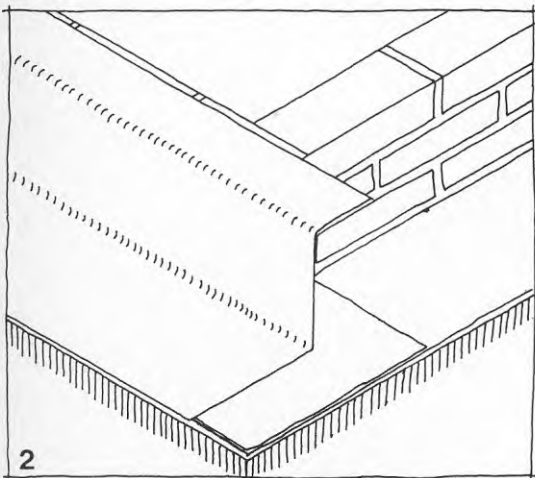
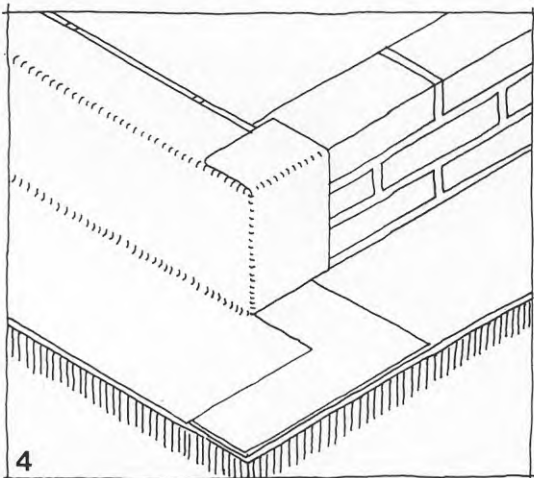
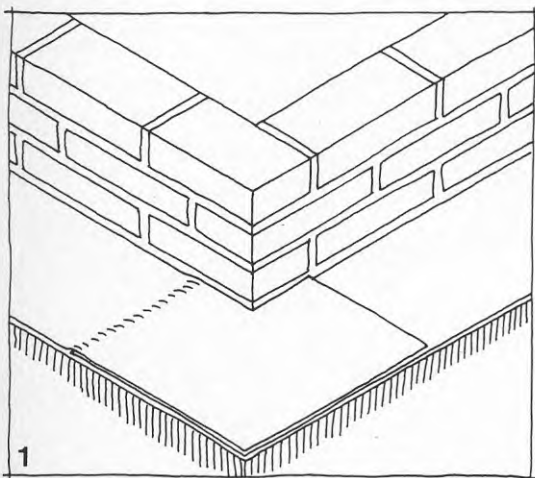
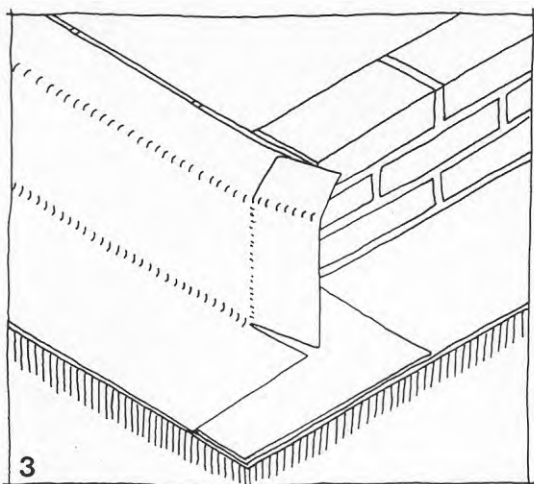
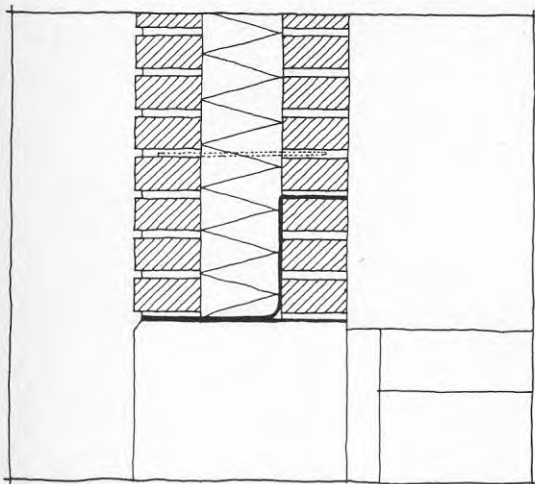
Murerfagets Oplysningsråd - sammenslutningen af det danske, murede byggeris organisationer - udøver propaganda for tegls rette anvendelse. Det sker gennem udgivelse af bøger og byggeblade, udsendelse af et tidsskrift, foredragsvirksomhed, rådgivning osv. Det sidste initiativ er udsendelse af et hæfte med en række konstruktionsdetaljer for det murede byggeri.

Hele denne indsats er et bevidt arbejde på at højne kvaliteten og på at tilpasse det murede byggeri til dagens krav.

Eksempler på konstruktionsdetaljer



Eksempler på konstruktionsdetaljer



LÄTTKLINKERBLOCK OVAN MARK

EN NORDISK UTBLICK

B Hermansson

Sammanfattning

Lättklinkerblock är i jämförelse med tegel, autoklaverad lättbetong och betongblock en ung produkt på nordisk byggmarknad.

Rapporten utgör en sammanställning av inlägg från fyra nordiska Leca-producenter och presenterar produktion, volymer och användningsområden.

Lättklinkerblock tillverkas av s k undergraderad lättklinkerbetong, kännetecknad av hög porositet, låg fukt-känslighet och god mekanisk hållfasthet. Densiteten kan varieras efter behov inom intervallet 500-1300 kg/m³. Det vanligaste densitetsområdet i Norden är 550-800 kg/m³.

Murverk av lättklinkerblock har sina givna avsättningsområden i konstruktioner ovan och under mark inom lantbruket och i andra byggnader med hög fuktproduktion. Under senare år har avsättningen starkt ökat som putsbärare i de numera helt "kalla klimatskärmarna".

Innehåll

1. Produktion av Lecablokke
Lemvigh-Müller & Munck A/S, Danmark
2. Leca Lättklinkerblock i Norge
A/S Norsk Leca
3. Användning och utveckling av lättklinkerblock i Finland
OY Lohja AB
4. Leca Lättklinkerblock i Sverige
AB Svensk Leca

Produktion af Leca-blokke i Danmark Per Julsøe

I dette indlæg vil jeg især beskæftige mig med nogle af de faktorer i støbeprocessen af Leca-blokke, der er af betydning for blokkenes styrke og rumvægt.

Doseringen bør ske fra tilstrækkeligt store overdækkede siloer ved hjælp af volumetrisk udmåling af de to sorteringer Leca-aerter og Leca-grus i et forhold, så der er ca dobbelt så mange liter Leca-aerter som Leca-grus.

Leca'en forvandes på vejen til blandemaskinen - gerne med så meget vand, at der slet ikke skal tilsættes noget i blanderen. For at undgå cementklumper skal den forvandede Leca blandes ca 30 sek, før cementen tilsættes. Cementen, der vejes, er afhængig af produktionsanlægget, men vil som regel begynde med blandingsforhold, der efter rumfang ligger på 1 del cement:10 Leca, og slutter med 1 del cement:20 Leca, hvilket svarer til en cementmængde på 170 kg ned til 85 kg cement pr m³ udstøbt komprimerede blokke.

Efter cementtilsætningen skal blandetiden holdes konstant og være mindst 3 min og helst 5 min. Blandingen skal indeholde så meget vand, at blokkene, når de kommer ud af maskinen, skal vise svage striber i cementslammet på siden af blokken. Det er for styrken vigtigt, at blandingen ikke er tør. Dette er så meget værre, hvis blandetiden på grund af for lille blandekapacitet bliver under de anbefalede 3 min, da blandingen i så fald vil være passende våd, når den lige tømmes ud af blandemaskinen, men bliver for tør, inden den er opbrugt.

Blandingen sendes ofte af et transportbånd til blokmaskinen. Der advares imod, at båndet bruges som en slags "mellem-silo" - det vil sige står stille med en blanding på båndet, hvilket tørrer betonen. Hvor blanderen anbringes over blokmaskinen, skal man igen være opmærksom på, at blanderen slynger materialet skævt ud, så midten af oplukket skal være drejet i forhold til midten af blokmaskinen.

Fylldningen af formen volder problemer, især når der fyldes under vibration, så bagkanten af blokken får mere materiale end forkanten. Her er forsøgt meget. Der kan prøves med en indlagt løs plade i fyldekassen, således at materialet skrider bedre frem i forkanten - risten i fyldekassen kan varieres i hastighed og i slag, fyldekassen kan køre opad i blokkens forkant - for blot at nævne nogle muligheder. Det sker stadig, at nye blokforme leveres for lave, så der ikke er den tilstrækkelige Leca-betonmængde til, at blokken komprimeres hårdt nok.

Blokmaskinerne bør have kraftige ensrettede vibratorer. Det har ofte været en god forbedring at øge diameteren

på vibratormotoren i samråd med maskin-leverandøren, - at en god vibration så ikke bagefter skal kvæles af et for højt formtryk eller stempeltryk er en selvfølge. Blokkene skal vibreres på plads og ikke trykkes. Hvis stempeltrykket har stået for højt, kan det ses på blok-kens side, da den får et lidt blankere udseende i den øverste tredjedel af blokken.

Braedderne bør udskiftes i tide, inden de bliver bløde og flossede. Kun hårde plader forplanter vibrationen til Leca-betonen og formen, så en effektiv komprimering kan finde sted.

Det er min erfaring, at man som kontrol på styrken kan veje de friskstøbte blokke lige ved maskinen. Rumvaegten eller densiteten skal være mindst 750 kg/m³, hvilket svarer til, at en 11 cm Leca-blok med en længde på 49 cm og højde 19 cm ikke må veje mindre end 7,7 kg. På en af de store blokfabrikker udføres der vejning af hvert bræt, der kommer ud af maskinen. Konstateres det, at vægten er for lav, tippes de friske blokke ned på et transportbånd, der fører betonen tilbage igen til blanderen.

Der er også grund til at nævne, at efterbehandlingen betyder noget for styrken. Blokkene bør - for at sikre de bedst mulige hærdningsbetingelser - være tildækkede med plastfolie for at holde på fugten og varmen. Hvor man benytter sig af reolkamre, bør kamrene lukkes for enderne for at undgå gennemtraek og dermed udtørring.

Til slut skal jeg gøre opmærksom på, at der ved brug af vandcementblanderen, hvor vand og cement blandes for sig og derefter løber ned i Leca'en, er nået besparelse i cementforbruget, uden at dette har medført reduktion af styrken.

Det er mit håb, at jeg med dette korte indlaege har kunnet pege på nogle af de faktorer, som har betydning for især styrken og rumvaegten, så det må lykkes også i fremtiden at opfylde de krav, der stilles ved produktionen af Leca-blokke.

Leca-fordelingen 1983 i Danmark

Blokke	280.000 m ³
Elementfabrikker - vægge)
- daek- og tagplader)	100.000 m ³
Skorstene)
Faerdingbetonfabrikker	15.000 m ³
Løs Leca	<u>200.000 m³</u>
Totalt	595.000 m ³ =====

Leca lettklinkerblokk i Norge Stein Tosterud

I 1983 ble det i Norge oppmurt 600.000 m³ Leca lettklinkerblokker og i tillegg ca 40.000 m³ lettklinker-elementer til pipe.

Leta lettklinkerblokker i Norge har en rekke bruksområder:

Hus med kjellerløsning har lange tradisjoner i Norge, og mer enn 60% av alle kjelleryttervegger i småhus utføres som Leca murverk. Slike kjellere har høy bruksverdi og tas ofte i bruk som trimrom, hobbyrom, peisestue o.l. I tillegg til murte yttervegger benyttes Leca blokker også til innvendige bæreegger og skillevegger i kjelleren.

Norsk Leca har utviklet en komplett produktløsning for kjeller. Blokker til mursåler, kjellervinduer, ventiler, puss, dremsplater o.a kan leveres sammen med murblokkene.

Egen innsats er for de fleste en nødvendig del av egenkapitalen til egen bolig. Norsk Leca driver utstrakt informasjonsvirksomhet og opplæring for selvbyggere.

Leca Isoblokk er et tilleggsisolert blokkprodukt for murverk der det stilles store krav til varmeisolasjonsevne. I 1983 ble det oppmurt 30.000 m³ Leca Isoblokk i Norge. Blokkene er anvendt i bolighus, husdyrrom i landbruksbygg og i institusjonsbygg. Deler av industribygg er også oppført i Leca Isoblokk. Denne blokktypen har gitt murverk av lettklinkerblokker en ny status i norsk byggeskikk.

I den profesjonelle byggeverksamhet kan Leca lettklinkerblokker omtales som ett av basismaterialene. Nesten enhver byggeplass benytter Leca blokker til enkelte konstruksjoner. Brannskillevegger, lydisolerende og lydabsorberende vegger, skillevegger i våtrom, faststøpte blokker til betong som varmeisolasjon og utfyllingsvegger i betong bæresystemer er godt kjente bruksområder.

Murverk av Leca lettklinkerblokker har et stort potensiale i Norge. En begrensende faktor er imidlertid mangelen på faglaerte murere.

Produksjonen skjer ved 8 fabrikker fordelt rundt i landet, og salget skjer gjennom ca 500 byggevareforretninger.

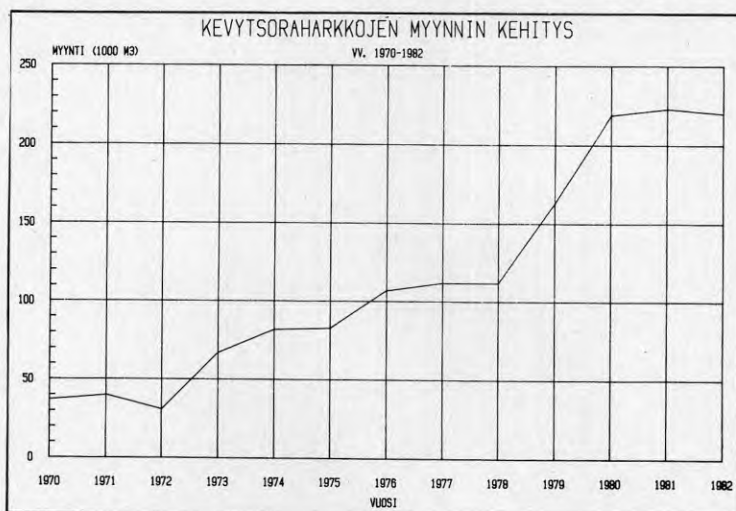
Användning och utveckling av lättklinkerblock i Finland

Markku Laine

1. Tillverkningsmängder

Användning av lättklinkerblock har ökat kraftigt från 1970-talet. (Fig 1.) Detta beror på deras allt större åtgång i småhusens grunder. År 1983 framställde 12 tillverkare 230.000 m³ lättklinkerblock.

Fig 1. Utvecklingen i användningen av lättklinkerblock



2. Användningsområden

Det största användningsområdet med 75% andel av lättklinkerblock är låga grundmurar och källarväggar i egnahems- och radhus. Utöver detta används block i lantbruk, fritidsbostäder och i vånings- affärshus för mellanväggar. Tillsammans cirka 90% av lättklinkerblock används i grunder medan andra bruksområden utgör en andel av 10%.

Marknadsdelen i grunder är:

- småhus litet över 50%
- radhus 10-20%
- lantbruksbyggnader 25%
- sommarstugor 50%

3. Utvecklingsaktivitet

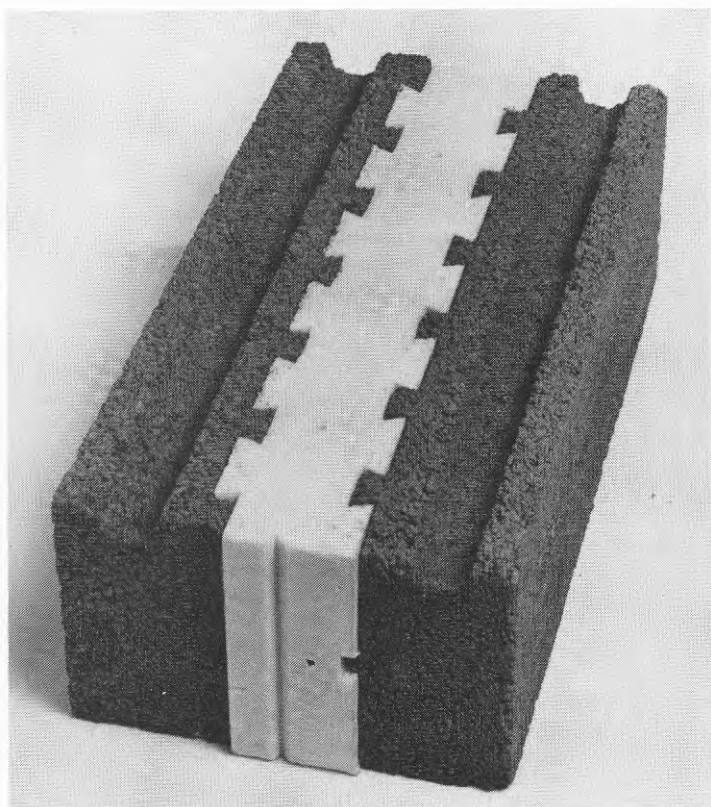
De viktigaste utvecklingsobjekten i blockbranschen i dag är:

Utveckling av lättklinkerblockkonstruktioner ovan mark. Oy Lohja Ab har utvecklat ett nytt värmeisolerat Leca-Term-block, som har K-värde 0,25 (Fig 2).

Förnyandet av myndighetsbestämmelser och standarder.

Utbildningen av konstruktörer med hjälp av blockhandbok publicerad år 1983.

Fig 2. Leca-Term-block, värmeisolering med polyuretanskiva



Leca lättklinkerblock i Sverige Bill Hermansson

Under 1983 avsattes 270.000 m³ Leca block på den svenska byggmarknaden, vilket utgör ca 55 % av den totala blockvolymen.

Lättklinkerblocken har under de senaste åren kunnat behålla och t o m öka sina marknadsandelar. Anledningarna kan vara många, men en av de främsta är ökat putsat byggande i kombination med ökad värmeisolering, vilket ger en "kall" putsbärare. Lättklinkermurverken med traditionell eller måttligt hydrofoberad puts klarar erfarenhetsmässigt de krav man kan ställa på en dylik fasad.

Användningen av lättklinkermurverk har också ökat som innerväggar i industribyggnader och offentliga byggnader, där man utnyttjar begrepp som ljudabsorption, brandskydd och inte minst estetik. Sist men inte minst avsätts block till platta på mark, torpar- och källargrunder samt i mindre omfattning till lanbruket på grund av byggnadsstopp.

Ökningen av lättklinkerblock till putsade fasader har givit oss anledning att titta närmare på blockens funktion i jämförelse med andra traditionella lösningar. I ett examensarbete X3:73 LTH författat av Björk och Kronvall beskrevs och redovisades slagregnsförsök på tegel- och kalksandstensmurverk före och efter silikonbehandling. Examensarbetet gav impulsen att jämföra oputsade och putsade Leca murverk med samma tjocklek som redovisade tegelmurverk. Tabellen nedan visar vattenupptagningen för några väggar. Arbetet utfördes av Statens Provningsanstalt i Lund med samma utrustning, som använts vid examensarbetet.

Tab 1. Vattenupptagning

Väggutförande	Vattenupptagning i kg efter 7 h
Kanik valsat och hårdbränt fulltegel b=12 cm*	16
Leca finblock b=12 cm	11
Leca normalblock b=12 cm	9,5
Leca normalblock b=12 cm putsat med 8 mm Cementa Leca lättbruk	5

*resultat hämtat ur X3:73 LTH

Under de senare åren har en del mindre projekt utförts med glas- respektive nätärmerad cementputs på torrstaplade block.

STÄLLNINGAR, LYFTANLÄGGNINGAR OCH UPPVÄRMNINGSANORDNINGAR
VID MURNINGSARBETEN

Kalervo Orantie

Sammanfattning

Föredraget granskar vissa väsentliga faktorer som inverkar på lönsamheten vid murningar, då närmast ställningsmaterial, en bockställning som lämpar sig för småhusbyggplatser, en konsolställning, luftanläggningar och uppvärmningsanordningar för vintermurning. Föredraget grundar på forskningen "Utveckling av murningsteknik", vilken är gjord vid Statens tekniska forskningscentral. År 1984 kom en bockställning, som lämpar sig för småhusbyggplatser, ut på marknaden och en konsolställning av finskt fabrikat kommer ut på marknaden år 1984. Uppvärmningsmetoden är klar att omedelbart tas i bruk.

Innehåll

Sammanfattning

1. Murningsställningar
 - 1.1 Ställningsmaterial
 - 1.2 Bockställning
 - 1.3 Konsolställning
2. Luftanläggningar
3. Uppvärmningsanordningar

1 MURNINGSSTÄLLNINGAR

1.1 Ställningsmaterial

Det mest använda materialet för murningställen i Finland är varmförzinkat stål. Bruket av aluminiumställningen har ökat de senaste åren, fastän priset är nästan två gånger priset på ställningar. Fördelen med aluminiumställningen är dess lätthet, vilket gör att monteringen och demonteringen blir både lättare och snabbare.

Då man beaktar aluminiumställningen ekonomiskt, ligger den största vikten på murningobjektets karaktär. På byggplatser där ställningen behövs i stor utsträckning, såsom vid skalmurning av bostadshus av våningstyp, är inte aluminiumställningen ännu ekonomiskt lönsam. På platser där behovet av ställningsmaterial är ringa, såsom i radhus och höga mellanväggar, är däremot aluminiumställningen ekonomiskt lönsam.

Fastän aluminiumställningen inte är ekonomiskt lönsam vid skalmurning av bostadstyp, lönar det sig att använda aluminium av ergonomiska skäl i vissa tunga ställningsdelar, såsom arbetsplan.

1.2 Bockställning

I Finland har man utvecklat en ny, i höjddled reglerbar bockställning, närmast för småhus- och mellanväggmurning. Bockställningen passar också för ojämnare underlag, emedan fötterna kan regleras efter markens ojämnheter.

Bockställning består av arbetsbockar och ställningsplan (bild 1.1). Avståndet mellan arbetsbockarna är tre meter. Arbetsplanet lyfts med en spak. Arbetsplanets högsta höjd är två meter.



Bild 1.1. En ny finsk bockställning för småhus- och mellanväggmurning.

Då man vill höja arbetsplanet över två meter, monterar man ett ramelement på arbetsbockarna och på så sätt når man den önskade höjden.

För bockställningen har också planerats ett regnskydd som kan monteras både enkelt och snabbt och som eliminerar regnets skadliga inverkan vid murningen (bild 1.1).

Då man använder bockställningen i stället för den konventionella elementställningen, påskyndas monteringen och demonteringen avsevärt, vilket har en stor betydelse vid höjandet av murningsarbetets lönsamhet. Trots att bockställningen är snabb att montera och demontera, är priset sv ställningen inte högre i jämförelse med en motsvarande elementställning. Bockställningen produceras av den finska firman Mestarikone Oy.

1.3 Konsolställning

Med en konsolställning menar man en ställning, där man mellan vertikalstolpar av ställningen fäster arbetsplanet eller konsoler. Also här menar man de vertikalstolparna, som ligger vid väggen, som skall muras.

Konsolemas placeringshöjd jämfört med det egentliga arbetsplanet, ligger vid murningarbetet vanligtvis upp till en halv meter under det egentliga arbetsplanet eller på arbetsplanets höjd.

Med tanke på murningarbeten är fördelen med konsolen den, att arbetsställningen förbättras, emedan ca. 75 % av murningarbetet kan ske från konsolen som ligger under arbetsplanet.

Vidare möjliggör användningen av konsoler det, att man med en gång kan montera ställningen till den slutliga höjden, vilket medför att man kan undvika stegvis montering vilket inverkar på arbetets påbörjnings- och avslutningstider. Tillika underlättas monteringen av regnskydd betydligt.

I Finland är ställningarnas minimibredd 1,9 m i sådana fall, då arbetsplanet även används vid kärming. Ifall man kopplar ett eget arbetsplan, konsol, till arbetsställningen, kan man minska avståndet mellan vertikalstolparna till 1,3 m. Härvid finns det ännu plats att flytta material förbi de material som redan finns på plats. Då man använder en 0,6 m bredd konsol, bör hela ställningens bredd vara 1,9 m (bild 1.2).

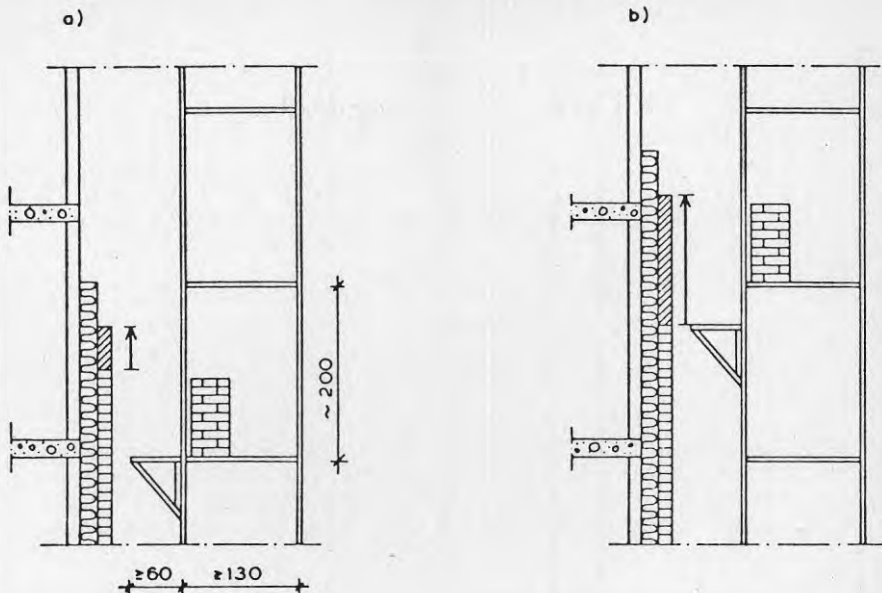


Bild 1.2. Konsolställningens minimibredd (cm) för konsolen och arbetsplanet.

2 LYFTANLÄGGNINGAR

Småhusproduktionens andel av bostadsbyggandet har under senaste år kraftigt ökat i Finland. Vid materialtransporter (murstenar, bruk) inom småhusproduktionen används allmänt traktorer med skopa vid radhusbyggen. Transporten av material vid småhusbyggen sker allmänt manuellt. Vertikaltransporter vid ett tvåvånings småhus är numera de mest problematiska, emedan det inte är ekonomiskt lönande att hålla en traktorskopa på en så här liten arbetsplats.

Det skulle vara lättast att sköta vertikaltransporterna vid ett småhus med lätta, markstödda lyftanläggningar, med vilka man också skulle kunna lyfta hela murstenrader upp på ställningen.

De senaste åren har det visserligen kommit ut några lyftanläggningar på marknaden, så som TUMAC SM 300, GEDA LIFT och STEINWEG SUPERLIFT, men de här motsvarar inte till alla delar de krav som ställs på lyft vid småhusbyggen. Av de presenterade lyftanläggningar är TUMAC SM 300 för tung. De övrigas lyftkapacitet är för liten.

Av de presenterade lyftanläggningarna skulle det troligtvis vara möjligt att konstruera med rätt så små förändringar en lyftanläggning som fyller kraven. I det följande uppräknas de viktigaste kraven som ställs på lyftanläggningen

- största lyftkapacitet 350 kg,
- vid murning av höga mellanväggar bör lyftanläggningen vara försedd med hjul,
- basenhetens vikt får inte mycket överstiga 100 kg och

- lyftanläggningen bör vara transportabel, t.ex. bärbar eller flyttbar med hjälp av tegelkärra.

3 UPPVÄRMNINGSANORDNINGAR

Vid vintermurning är det väsentligt att murstens vattenabsorption hinner minska brukets vattenhalt tillräckligt mycket innan det fryser så, att inte bruket skadas då det fryser och att det sålunda inte uppstår sättningar i den frusna muren då den tinar upp.

På arbetsplatsen finns det många alternativ att framställa bruk för vintermurning. I allmänhet är det inget problem att göra eller anskaffa varmt bruk till arbetsplatsen. Däremot är det problematiskt att hålla bruket varmt tillräckligt länge i brukbaljan.

Isoleringen av baljans sidor och botten visade sig inte i undersökningarna minska temperaturfallet. Däremot visade det sig att man med infrarödstrålare, med en effekt på ca. 3 kW, kunde hålla bruket tillräckligt varmt. Härvid riktades strålarna direkt i baljan från ca. 0,5 m (bild 3.1).

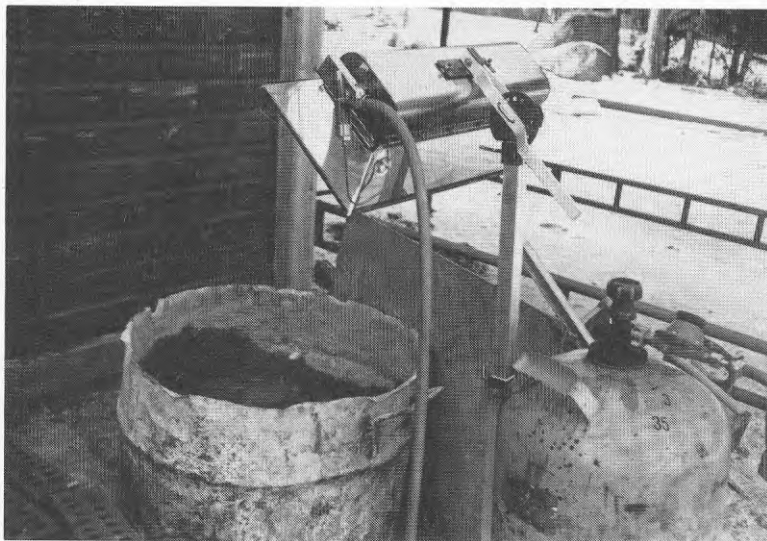


Bild 3.1 Infrarödstrålaren för att hålla bruket varmt i vintermurning.

I tabell 3.1 framgår temperaturutvecklingen i brukfogen hos en murad skalmur omedelbart efter murning.

Tabell 3.1 Temperaturutvecklingen i brukfogen då temperaturen i bruket i baljorna var +3 °C och +20 °C. MHT murstenar. Uttemperaturen ca. -10 °C.

Tid min	Brukfogens temperatur °C	
	Brukets temperatur +20 °C vid murning	Brukets temperatur +3 °C vid murning
1	6,7	-1,1
2		-1,1
3		-1,1
5	4,9	-1,4
10		-1,6
15	2,2	-1,8

Då brukets temperatur i baljan var +3 °C, sjönk brukfogens temperatur nästan omedelbart under -1 °C. Då brukets temperatur var +20 °C i baljan, höll sig brukfogen däremot tinad så länge att bruket vattenhalt hann minska tillräckligt.

Användningen av strålare höjer naturligtvis murningskonstnaderna en aning. Jämfört med de vunna fördelarna är dock utgifterna ganska ringa, emedan man i många fall kan undvika löneutgifter för väntetimmor och materialspill på grund av frysning, samt undvika sättningsrisker i den murade konstruktionen.

INDUSTRIHALLER I MURVERK

En veggkonstruksjon for konstruktivt murverk i høye, én-etasjes bygninger.

Bjørn N.Sandaker

Sammendrag

Som del av et større forskningsprosjekt som tar sikte på å utrede konstruksjonsprinsipper og detaljer for byggesystemer i murverk, er det studert en veggkonstruksjon som er utviklet i England for høye, vindbelastede vegger. Veggkonstruksjonen er utformet slik at den både har en lastbærende og en kledende funksjon, og inngår dermed som en integrert del av bygningens bæresystem. Konstruksjonssystemet er utviklet for bygninger av typen industrihaller, sportshaller, kirker og lagerbygninger.

Innhold

Sammendrag

1. Innledning
2. Konstruksjonssystemet
 - 2.1 Diafragmaveggen
 - 2.2 Generelle prinsipper
 - 2.3 Detaljering
 - 2.4 Varmeisolasjon og slagregnstetthet
 - 2.5 Noen forutsetninger for statisk beregning

1. INNLEDNING

Det er her tatt utgangspunkt i benevnelsen industrihaller, men som bygningstype er denne i prinsippet den samme som en lang rekke andre høye, én-etasje bygninger, som idrettshaller, kirker, landbruksbygg og lagerbygg. Det er ikke uvanlig at arkitektene ønsker seg en kledning av murverk i denne typen bygninger, ofte både utvendig og innvendig. Like vanlig er det at bæresystemet velges som søyler av betong eller stål, og søylene får som oppgave, i tillegg til å oppta taklastene, å støtte murverket mot vindkrefter.

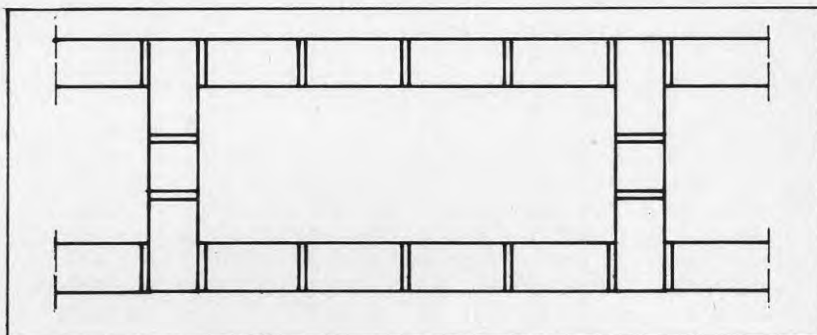
Enhver som har prosjektert et slikt bygg vet hvor vrien og unaturlig denne løsningen kan være. Senteravstanden mellom de bærende søylene velges av teknisk/økonomiske grunner ofte så stor at murverket ikke kan spenne imellom. Den vanlige nødløsningen blir da å forsyne bygningen med et sekundært bæresystem av søyler og rigler hvis eneste oppgave er å gi murverksvangene sidestøtte. Dette kan bli dyrt. I tillegg er det ofte tekniske problemer ved å koble forskjellige materialer, på grunn av deres ulike deformasjons- og temperaturutvidelsesegenskaper.

2. KONSTRUKSJONSSYSTEMET

2.1 Diafragmaveggen

For å sikre byggverk, hvor murverk skal anvendes, en best mulig totaløkonomi, er det viktig at de prosjekterende betrakter murverket også som et ingeniørmateriale. Det vil si at man søker å utnytte murverkets styrkeegenskaper til bæring av last.

I England har man gjennom en 15 års periode bygget mange bygg av nevnte type hvor murverket er brukt konstruktivt, og representerer bæresystem, utvendig og innvendig kledning i ett og samme materiale.



Figur 2.1 Plansnitt av veggkonstruksjonen

Veggkonstruksjonen som benyttes, består av to parallelle vanger sammenbundet av tverrgående, innvendige ribber i en viss avstand (engelsk: "diaphragm wall"). På denne måten former murverkets tverrsnitt et H-profil, hvor vangene virker som flenser, og de innvendige ribbene som steg. Denne veggkonstruksjonen vil ha en vertikal hovedspennretning, og kan dimensjoneres for å oppta både vindkrefter og trykkrefter fra takkonstruksjonen. Diafragmaveggen forutsetter også et stivt takplan, som kan ta imot krefter fra vindbelastningen på ytterveggen, og føre disse til vegger på tvers.

2.2 Generelle prinsipper

Mur-Sentret, Murbransjens forsknings- og informasjonskontor i Oslo, har sett nærmere på de generelle forutsetninger som ligger til grunn for dette konstruksjonssystemet. Dette er gjort som en del av et større forskningsprosjekt med tittel "Konstruksjonsprinsipper og detaljer for byggesystemer i mur", Prosjektet har dels vært finansiert av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF), og dels av den norske murbransjen selv.

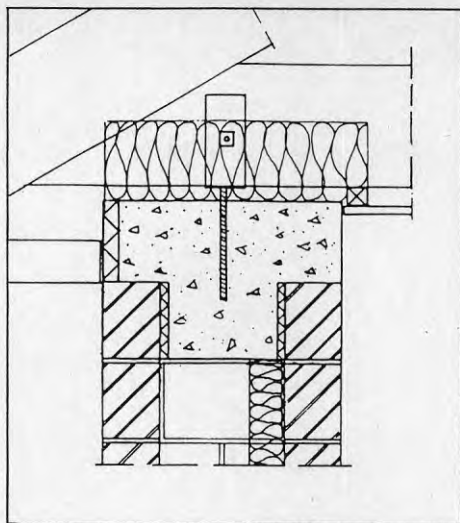
Det er videre foretatt en teoretisk studie av et "papirprosjekt", - en industrihall utført i lett-tegl (Poroton), på oppdrag fra Bratsberg Teglverk A/S, Lunde i Norge.

Generelt sett kan konstruksjonen utføres i flere typer murverk. Forutsetningen for å få til en økonomisk forsvarlig løsning er imidlertid at murmaterialet oppviser en rimelig grad av trykkfasthet og bøyestrekfasthet. Poroton vil i denne sammenheng være et velegnet materiale, ikke minst på grunn av den ikke ubetydelige varmeisolasjonsevne som materialet selv har. Varmetapet ved de gjennomgående ribbene vil her bli redusert til et minimum. Erfaringer fra England tyder på at diafragmaveggen blir mer økonomisk jo høyere den er, og vegg høyder rundt ti meter er oppført, uten at dette er ansett å være i nærheten av en øvre grense.

Veggdimensjonene vil selvfølgelig være avhengig av det murmaterialet som benyttes. Beregninger som er foretatt tyder på at en murkonstruksjon i lett-tegl kan oppføres i 7-8 meters høyde med en total veggtykkelse på 550-600 mm, og med en avstand mellom de innvendige ribbene på 1,8 m. Det ble her antatt en blokktykkelse på 140 mm, og en dimensjonerende vindlast på 1,28 kN/m².

2.3 Detaljering

Som nevnt er det naturlig å benytte en takkonstruksjon som kan etableres som en stiv skive for å overføre vindkrefter til tverrgående, vindavstivende vegger. En måte å overføre krefter fra veggen til takplanet, er å gå via en støpt bjelke langs toppen av murveggen (se prinsipptegning, fig.2.2). I tillegg til å tjene som et overgangsled, har toppbjelken andre funksjoner. Det ene er å gi motvekt mot evt. sugkrefter på takflaten, slik at taket ikke behøver å forankres nede i murverket. Det andre er at bjelken vil fordele den punktvis belastningen fra takbjelker, og påføre denne jevnt fordelt på ribber og vanger.

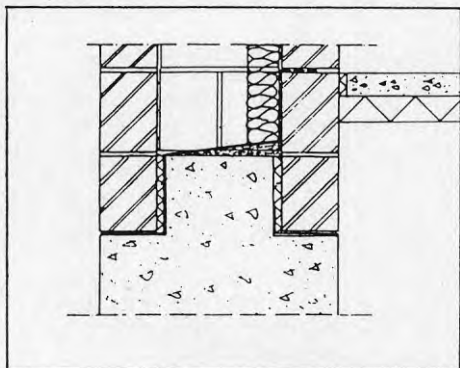


Figur 2.2 Støpt bjelke langs toppen av vegg

Ved plasstøping av toppbjelken kan man tenke seg å avslutte de innvendige ribbene noen skift under vangene, slik at en underkantforskalling for bjelken kan legges direkte på ribbene. Hvis spennet mellom ribbene blir for langt for forskallingsplatene, kan det mures inn bindetråder mellom vangene som ekstra understøttelse for forskallingen. Det er i prinsippet heller ikke noe i veien for å prefabrikere betongbjelkene i toppen, hvis man ellers forsikrer seg om at virkemåten blir den samme som for en kontinuerlig plassstøpt bjelke.

På hulromsiden av begge vangene bør det innlegges isolasjonsplater, både for å bryte en mulig kuldebro, og for at veggkonstruksjonen skal få anledning til å krumme seg noe uten at den "henger seg opp på" betongbjelken.

Overgangen til fundamentet kan utføres på lignende vis som i veggens topp. Fundamentet støpes med en knast som gir vegg en fortanning sideveis, og dermed skaper et opplagg (se prinsipptegning, fig.2.3).

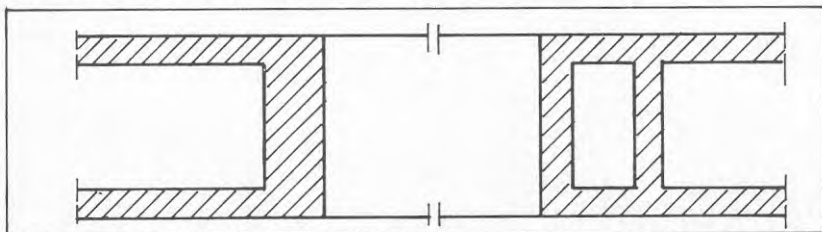


Figur 2.3 Detalj ved fundament

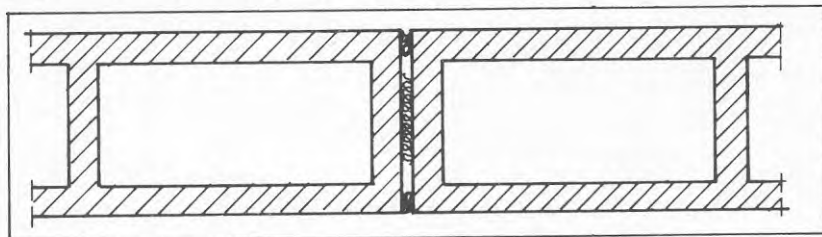
Denne veggkonstruksjonen vil, i motsetning til søylebygg i stål eller betong, gi spenninger i fundamentnivå som er jevnt fordelte og har en svært beskjeden størrelse. Dette innebærer at et enkelt stripefundament som oftest vil være tilstrekkelig til å oppta kreftene. Fundamentet må selvfølgelig dimensjoneres på vanlig måte etter byggegrunnens egenskaper og de opptredende krefter og momenter.

Store dør- og vindusåpninger i vegg kan skape høye, lokale spenninger i murverket. Vertikallasten som bæres over åpningen vil konsentreres og gi økede trykkspenninger omkring åpningene. Likeledes vil vindlasten på dør- eller vindusflatene overføres til murverket, og øke bøyespenningene i veggpartiene til siden for åpningene. Dette kan tas vare på ved å mure ekstra ribber, eller tykkere ribber (se fig.2.4).

Ved store bygg med lange fasader, vil det være nødvendig å dele opp vegg lengdene med bevegelsesfuger. Disse kan innpasses ved å mure doble ribber, en på hver side av fugen (se fig.2.5).



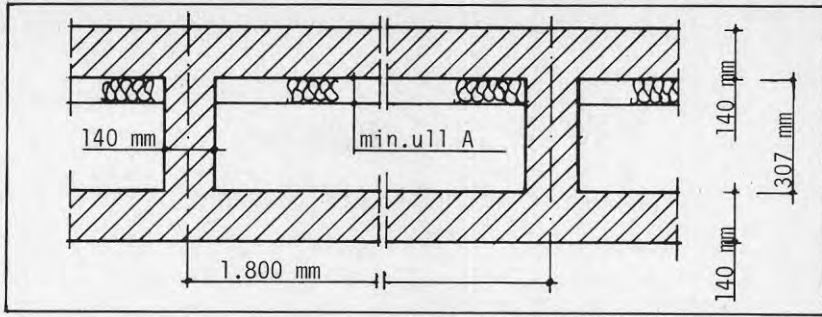
Figur 2.4 Forsterkninger ved større åpninger.



Figur 2.5 Bevegelsesfuge i diafragmavegg

2.4 Varmeisolasjon og slagregnstetthet.

På samme måte som stendere i en bindingsverksvegg, vil ribbene i diafragmaveggen representere snitt med dårlige isolasjonsegenskaper enn i vegg for øvrig. Men på grunn av at avstanden mellom ribbene normalt vil være relativt stor (størrelsesorden 1,5-2,0 m), vil deres andel av murverksflaten være liten. Ved beregning av k-verdier for vegg må imidlertid effekten av dette varmetapet tas hensyn til. Beregninger viser at tverrsnittet i fig.2.6, som er hentet fra det omtalte "papirprosjekt", og består av murverk av Poroton lett-tegl og 75 mm mineralull (type A) vil tilfredsstille et evt. forskriftmessig krav til k-verdi på $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figur 2.6 Beregningsmessig tverrsnitt for k-verdi

Man kan altså forvente å oppfylle byggeforskriftenes krav til k-verdi for denne typen bygninger, med en isolasjon i hulrommet av rimelig tykkelse.

En evt. fare for stripekondens vil det være vanskeligere å uttale seg om uten at konstruksjonen har vært prøvet i norsk klima. Observasjoner av diafragmavegger i England har imidlertid vært gjort i en årrekke, uten at man har kunnet registrere problemer med kondens. Dette bekreftes også av engelsk forskning (Building Research Establishment), som fastslår at kondenspunktet alltid vil ligge i kryssribben, og at kondens på innsiden av veggens derfor er svært usannsynlig.

Når det gjelder evt. fuktgjennomgang i kryssribbene på grunn av slagregn, er det igjen vanskelig å si noe absolutt. Vi har kun engelske erfaringer å støtte oss til, men til gjengjeld er de meget gode. Flere bygninger med denne konstruksjonstypen er beliggende i nord-vest England, som er spesielt slagregnsutsatt, og ingen av disse viser tegn på vanngjennomgang. Det antas at fuktighet som trenger inn, under normale forhold vil tørke ut før den når den innerste vangen. I denne sammenhengen er det positivt at veggkonstruksjonen er relativt tykk, slik at fuktigheten får en lengre vei å gå. Det må også bemerkes at engelske erfaringer er gjort med teglsteinsmurverk, og at disse ikke uten videre er overførbare til andre materialer. Som tidligere nevnt vil murmaterialets sugeevne bety svært mye, og for sterkt sugende stein- og blokkmaterialer bør det vurderes en overflatebehandling i form av pussing eller slemming. Konstruksjonstypen vil passe godt for fuget murverk av betonghullblokker og betongmurstein, og teglstein med lav til middels sugeevne. Ved vurdering av evt. overflatebehandling av bygg som utføres i lett-tegl, lettbetongblokker og sterkt sugende teglstein, bør også veggens totale tykkelse tas i betraktning, samt byggets beliggenhet.

2.5 Noen forutsetninger for statisk beregning.

For å bruke murverk på en teknisk/økonomisk optimal måte kreves, som for ethvert annet ingeniørmateriale, en forståelse av de grunnleggende materialeegenskaper. Mens murverk kan oppnå meget høye trykkfastheter, har murmaterialene samtidig relativt dårlige egenskaper ved bøyestrekkepåkjenninger.

Derfor er det viktig for en veggkonstruksjon som skal motstå bøyning at:

- tverrsnittet har et stort W/A-forhold (dvs. stor stivhet med minst mulig materialer)
- de stabiliserende gravitasjonskrefter (permanente laster) i veggen tas med i beregningen.

For en diafragmaveggkonstruksjon er det likeledes viktig at skjærkrefter kan overføres mellom steg og flenser, dvs. mellom innvendige ribber og vangene. Dette kan skje ved å mure ribbene i forband med vangene, eller ved å bruke egnede ståldybler for å etablere skjærforbindelsen.

Den statiske modell kan først antas ved å betrakte H-profilen som innspent i bunnen og med opplegg mot takflaten i topp (se fig. 2.7).

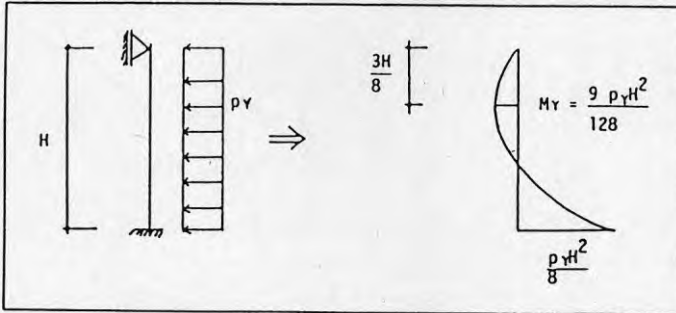
For å sjekke at veggprofilen i virkeligheten er fastholdt mot rotasjon i bunnen, kontrolleres den momentkapasiteten som trykkraften fra veggens egenlast gir bunnen, dvs. ved å se bort fra murverkets evne til å oppta strekkspenninger der (se fig.2.8).

Momentkapasiteten finnes ved å anta en rektangulær trykkspenningsblokk i bruddtilstanden. Momentarmen blir altså avstanden fra egenlastresultanten og til resultatanten i den trykkspenningsblokken som egenlasten vil gi i en situasjon med dreining om veggverrsnittets rand.

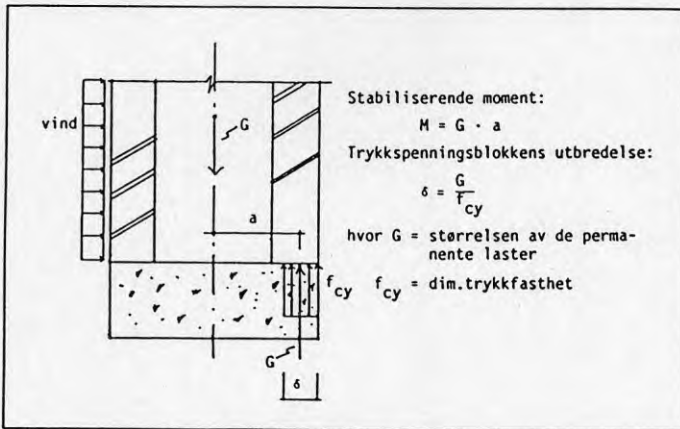
Hvis det stabiliserende moment er større enn det moment som tilsvarer full innspenning, anses veggen å være fullstendig fastholdt mot rotasjon i bunnen. Det vil si at en statisk modell basert på innspenning i bunn og fastholding i topp, legges til grunn for beregning av dimensjonerende krefter og momenter. Maksimumsmomentets størrelse og plassering vil dermed bli som vist i fig. 2.7.

Hvis det stabiliserende moment (momentkapasiteten) i bunnen ikke er så stort som det moment som tilsvarer full innspenning, regnes det med at veggen får en liten rotasjon. Veggen beregnes da for et momentdiagram med en viss grad av innspenning i bunnen (= det stabiliserende moment), (se fig.2.9).

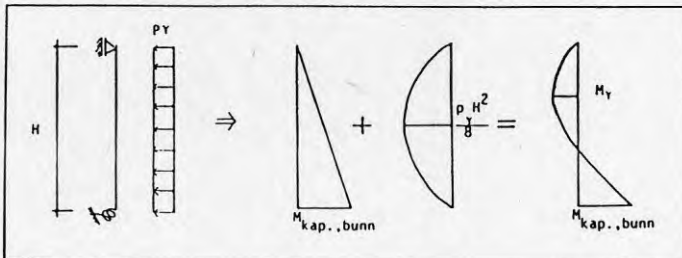
Tverrsnittet kan etter disse betraktninger kontrolleres på vanlig måte for moment, aksial- og skjærkraft osv., for å forsikre seg om at murverket er i stand til å oppta de krefter det blir påført.



Figur 2.7 Utgangsmodell for statisk beregning



Figur 2.8 Modell for det stabiliserende moment



Figur 2.9 Statisk modell for tilfeller uten full innspenning i bunn

LITTERATUR

W.G. Curtin, G.Shaw, J.K.Beck, W.A. Bray, 1982
Design of Brick Diaphragm Walls.

(The Brick Development Association) Berkshire, England.

W.G. Curtin, G.Shaw, J.K.Beck, W.A. Bray, 1982
Structural Masonry Designers' Manual (Granada)
s.291-307. London

B.N.Sandaker, 1983, Hallkonstruksjoner i murverk utført med
bærende diafragmavegger.
(Mur-Sentret). Arbeidsrapport nr.5/83. Oslo.

B.N. Sandaker, 1983, Bærende murverk i høye, én-etasjes bygninger.
(Mur-Sentret).
Mur nr.4/83, s.35-38, Oslo.

NY TEKNIK FÖR PUTSADE VÄGGAR

Mats Åhman
Ernström & co ab, Göteborg

Sammanfattning

Traditionella underlag för fasadputs i nyproduktion är tegel, lättbetong och betong. Dessa underlag är hårda (fasta). Vidhäftning krävs mellan puts och underlag.

Genom att i stället putsa på mineralull applicerad utanpå stommaterialet är inte längre putsen beroende av vidhäftning mot underlaget. Rörelser i stommen förs inte över till fasadputsens. Därmed är sprickrisken minimerad.

Systemet - Serporock Fasadsystem - utvecklades främst för tilläggsisolering av gamla putsade fasader men har även anpassats till nyproduktion. Ett 20-tal nyproduktionsobjekt finns utförda.

Väggarna blir tunnare vid jämförbara k-värden.

Innehåll

Sammanfattning

1. Traditionell putsteknik
 - 1.1 Vidhäftning
 - 1.2 Rörelser
 - 1.3 Värmeisolering
2. Fasadputs på mineralull i nyproduktion
 - 2.1 Uppbyggnad av Serporock Fasadsystem
 - 2.2 Rörelser i putsskiktet
 - 2.3 Värmeisolering
 - 2.4 Ljudisolering
 - 2.5 Brandegenskaper
 - 2.6 Fukt
 - 2.7 Väggtjocklekar och k-värden
3. Utförda objekt

1. TRADITIONELL PUTSTEKNIK

1.1 Vidhäftning

När puts appliceras på fasta underlag såsom tegel, lättbetong eller betong krävs vidhäftning mellan puts och underlag. Några kvantifierade krav på hur stor vidhäftningen skall vara finns inte. Det övergripande kravet är att putsen skall sitta kvar på väggen.

Under 50-talet putsades en hel del lättbetongväggar där man fick vidhäftningsbrott. Främsta orsaken till detta var att man putsade utan speciell grundning. Vi kan fortfarande se följderna av detta i de putsras som förekommer.

1.2 Rörelser

Väggar rör sig beroende på krympningar, krypningar, sättningar, belastningar, temperatur- och fuktförändringar etc. Då kalkcementbaserade putser har liten förmåga att ta upp drag-spänningar spricker putsen. Små sprickor i puts har normalt ingen betydelse för väggens funktion. Är sprickorna stora kan konsekvenserna dock bli förödande med vatten- och luftläckage, sönderfrysningar, missfärgningar, försämrad värmeisolering etc som följd.

Sprickor i puts uppträder ofta vid materialövergångar t ex vid bjälklagskanter och utfackningsväggar.

1.3 Värmeisolering

Kraven på ökad värmeisolering har gjort att homogena väggar har kompletterats med högvärdiga isoleringsmaterial. Utifrån sett har väggens principiella konstruktion varit: Tjockputs, putsbärare, mineralull, stomme.

Putsade väggar tenderar med traditionella putsbärare av murverk att bli alltför tjocka.

Den ökade värmeisoleringen ställer större krav än tidigare på frostbeständigheten hos putsen. Väggen kan närmast liknas vid en kallmur.

2.3 Värmeisolering

Värmeisolering av mineralull är av medelhård typ med densitet ca 100 kg/m^3 . Värmeledningsförmågan i Serporock är $0,038 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

För att klara kraven enligt Svensk Byggnorm krävs isolertjocklekar mellan 50 mm och 120 mm beroende på väggkonstruktionen i övrigt.

2.4 Ljudisolering

En 25 cm murad lättbetongvägg putsad på en sida har vid laboratoriemätning givit $I_a = 50 \text{ dB}$. Efter att samma vägg isolerats med Serporock (100 mm mineralull) var $I_a = 61 \text{ dB}$.

2.5 Brandegenskaper

Materialen i Serporock är obrännbara. I Statens Planverks typgodkännande för Serporock (307/80) anges att Serporock får användas i icke brandsäkra byggnader samt i sådana brandsäkra byggnader där ytterväggen för isoleringen uppfyller kraven enligt kapitel 37:423.

Några begränsningar i hushöjd eller antal våningar finns inte.

2.6 Fukt

Genom att Serporock består av oorganisk puts och mineralull är motståndet mot vattenångstransport litet. Innestängd byggfukt kan därför torka ur under relativt kort tid.

Putsen suger upp vatten vid regn. Eftersom mineralullen inte suger vatten kapilärt kan inte fukten tränga vidare genom mineralullen in i väggen. Fukten i putsen torkar snabbt ut igen genom avdunstning.

2.7 Väggtjocklekar och k-värden

Vid ett givet k-värde ger Serporock tunnare väggar än andra konstruktioner. I tabell 2.1 framgår tjockleken och k-värdet för några aktuella väggtyper.

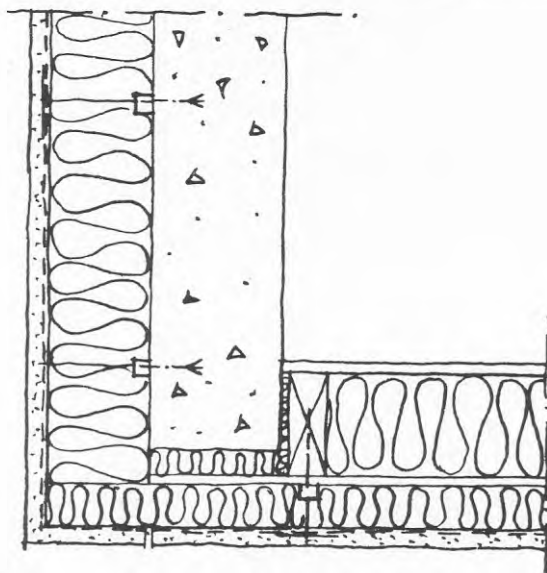
2. FASADPUTS PÅ MINERALULL I NYPRODUKTION

2.1 Uppbyggnad av Serporock Fasadsystem

Väggstommen dimensioneras för att bära aktuella laster. Stommen kan vara lättbetong, leca, betong eller träreglar. Serporock Fästelement och Rockwoolskivor i aktuell tjocklek monteras på stommen. Som putsbärare anbringas ett svetsat varmförzinkat trådnät av stål.

Putsen sprutas på i tre skikt till en tjocklek av 20 - 25 mm. Vikten är ca 40 kg/m².

Fig 2.1 Serporock - horisontalsektion gavelhörn (betong/trä)



Genom fästelementen är putsen rörligt infäst till stommen. Mätningar på fasader har visat (Elmarsson, LTH) att putsens temperatur varierar nära momentant med förändringar i solstrålning och lufttemperatur.

Temperaturvariationerna orsakar rörelser i putsskiktet eftersom putsen kan röra sig fritt. Några sprickframkallande spänningar uppkommer därför inte.

Putsen måste ges tillfälle att röra sig vid alla anslutningar, genomföringar, socklar, fönster, dörrar och dylikt.

Temperaturrörelse, ojämn temperaturfördelning tillsammans med praktiska erfarenheter har visat att vertikala och horisontella rörelsefogar skall anordnas med centrumavstånd högst 15 m.

Rörelsefogar behöver inte utföras vid utfacknings-

Tabell 2.1 k-värde och tjocklek för ytterväggar i nyproduktion med Serporock.



SERPOROCK NYPRODUKTION

YTTERVÄGGAR $k = k_{VÄRDE} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$
1984.03



$t_s = RW$ SERPOROCKSKIVA 349-00 [mm]

$t_1 = t_s + 20$ [mm]; $t_0 =$ INNERDEL AV VÄGG [mm]

$t_t = t_1 + t_0 =$ TOTAL VÄGGTJOCKLEK [mm]

NR	VÄGGTYP	A B C D				HÄNVISNING			
		$t_s =$	50	80	100		120		
		$t_1 =$	70	100	120		140		
		k	t_t	k	t_t	k	t_t	k	t_t
1	BÄRVÄGG AV BETONG $t_0 = 150$	—	—	—	0,29	RITN: 505, 601+605			
2	BÄRVÄGG AV BETONG + INVÄNDIG ISOLERING MELLAN REGLAR $t_0 = 208$	—	0,31	0,27	0,24	RITN: 505, 601+605			
3	BÄRVÄGG AV BETONG + INVÄNDIG ISOLERING MELLAN REGLAR $t_0 = 308$	—	—	—	0,16	"ELAK" norm RITN: 505, 601+605			
4	BÄRVÄGG AV TRÄ $t_0 = 142$	0,28	0,23	0,21	0,19	RITN: 501+506, 508, 509			
5	BÄRVÄGG AV TRÄ $t_0 = 192$	—	—	—	0,17	"ELAK" norm RITN: 501+506, 508, 509			
6	LÄTTVÄGG AV TRÄ $t_0 = 142$	0,25	0,21	0,19	0,18	RITN: 501+506, 508, 509			
7	LÄTTVÄGG AV TRÄ $t_0 = 192$	—	—	—	0,15	"ELAK" norm RITN: 501+506, 508, 509			
8	LÄTTVÄGG AV LECA $t_0 = 170$	—	0,33	0,28	0,25	RITN: 701, 702			
9	BÄRVÄGG AV LECA $t_0 = 220$	—	0,31	0,27	0,24	RITN: 701, 702			
10	LÄTTVÄGG AV LÄTT- BETONG $t_0 = 170$	—	0,31	0,27	0,24	RITN: 701, 702			
11	BÄRVÄGG AV LÄTT- BETONG $t_0 = 220$	—	0,29	0,25	0,22	RITN: 701, 702			

EXEMPEL. VÄLJ VÄGGTYP - 8^C. DEN HAR $k = 0,28 \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$
OCH $t_t = 290$ [mm]

3. UTFÖRDA OBJEKT

De första objekten med Serporock Fasadsystem i nyproduktion utfördes 1979. Sedan dess har ett 20-tal projekt gjorts. Resultatet är gott för de utförda objekten.

GARDELEIREN I OSLO

Et storprosjekt i tegl.

Per Georg Sverdrup

Sammendrag

Gardeleiren er et stort prosjekt - ikke bare i tegl - ikke minst i areal- i penger og i tid.

Prosjektet har mange og spesielle løsninger - i hoveddisposisjon og vedrørende de ulike bygg og anlegg. Bygningene er i utpreget grad prosjektert etter funksjonelle og organisasjonsmessige forhold. Det er lagt en klar 100-årsfilosofi for levetid for funksjons og materialbruk. Prosjektet burde egne seg som forskningsprosjekt for tegl og teglbruk.

Innhold:

Historikk

H.M. Kongens Garde
Husebyleiren

Den nye Gardeleir

Materialvalget

Bruk av tegl

Tekstein
Fliser og flisebelagte gulv
Utvendig belegning

Konklusjon

GARDELEIREN - ET STORPROSJEKT I TEGL

H.M. Kongens Garde skriver sin historie tilbake til 1. november 1856. Denne dagen kom et kompani på 100 frivillige som var vervet for 2 år til Stockholm for å gjøre vakttjeneste ved Stockholm Slott.

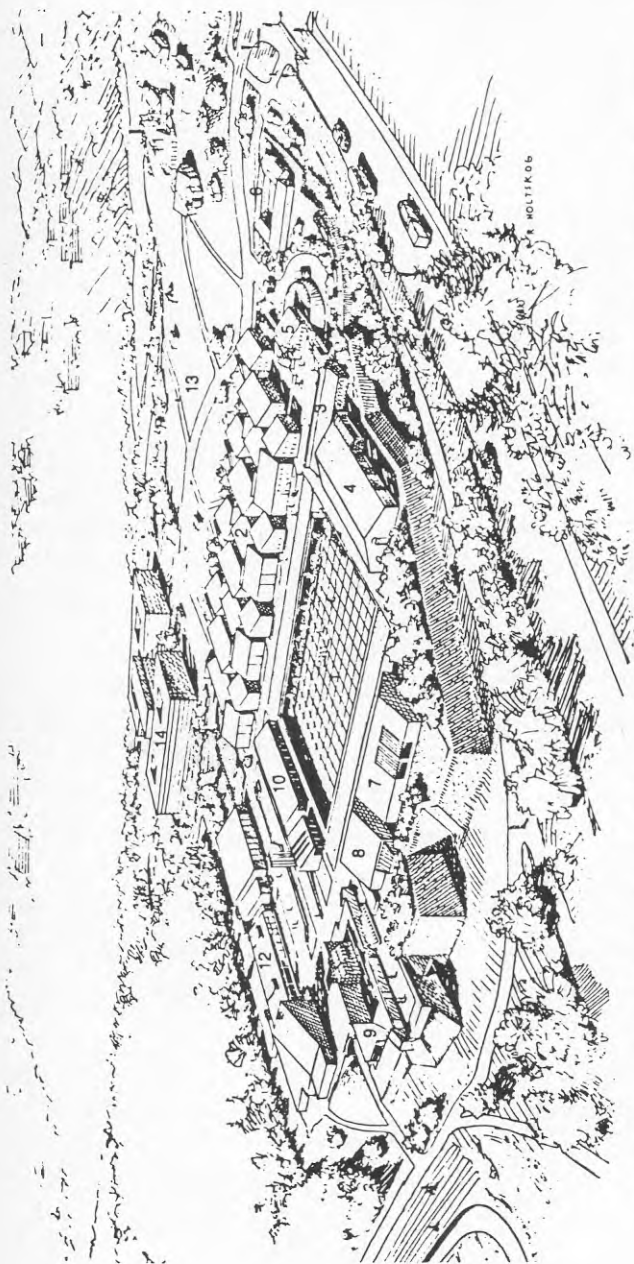
Stockholmstiden var rik og interessant, kompaniet utviklet seg videre til bl.a. å virke som 3-årig underoffisersskole - foruten at det heter seg at det var de norske gardistene som lærte stockholmerne å gå på ski.

I 1888 ble Garden flyttet til Kristiania (Oslo), og fra 1913 har Garden vært oppsatt med utskrevne vernepliktige mannskaper.

To av Gardens kompanier kom aktivt med i krigen i 1940, blant annet i kampene ved Midtskogen og ved Lundehøgda. Denne innsatsen var av avgjørende betydning for at Konge og Regjering ikke falt i tyskernes hender.

H.M. Kongens garde har alltid vært, og er en eliteavdeling innen det norske forsvar. Den er organisert som en feltbataljon med tjeneste lik våre andre stående avdelinger. Avdelingen har i tillegg en rekke funksjoner som f.eks. vakttjenesten ved Slottet, Skaugum, Bygdø Kongsgård og Akershus Festning, og er ved parader og oppstillinger den ytre ramme ved mange høytidelige handlinger i vårt konstitusjonelle liv. Den representerer også ofte ved internasjonale engasjementer som Military Tattoos og annet.

Utover disse funksjoner er jo Garden støttepilar i mange andre samfunnsmessige engasjementer som større idrettsarrangementer. Holmenkollen-rennene er f.eks. utenkelige uten Garden som har vært med helt fra begynnelsen. Av andre ting kan nevnes at Gardens svømmeskole har lært over 25 000 barn å svømme i de vel 20 år denne har vært i virksomhet.



Ekserseerplassen (1) danner med et areal på ca 6000 m², sentrum i leiren. Mannskapskasernen (2) dominerer bygningsmassen over belonjokket. Administrasjonsbygg (3), undervisningsbygg (4) og vakt arrest (5) avgrensar leiren i nord. Sykestuen (6) er ulørt med alium og adkomst uterifa. Forvaltningsbygg (7) og musikkbygg (8) ligger mot øst, og messebygget (9) markerer vollens avslutning. Eksersehallen (10) ligger syd for ekserseerplassen. Garasjer og verksteder ligger på nedre plan mellom kjørebane og ekserseerplass.

Belaisforeningen (11) som ligger nord-vest for leiren, gruppert rundt tre tår, overleveres i disse dager.

-Gardesenterei- (12) skal etter planene inneholde idretts- og frilidsanlegg, men hverken dette eller parkeringshuset (13), planlagt for 800 biler i to plan under terreng, er formelt vedtatt ennå. Planene vil trolig bli revidert noe. Parkeringen er også planlagt, å skulle beljene publikum og Forsvarsbygget (14).

Leiren er prosjektert under en gruppekontrakt med Borring og Rognerud A/s som prosjekteringsledere. Arkitekter er F.S. Platou A/s, byggeteknisk konsulent: Borring og Rognerud A/s, VVS-konsulent: Erichsen & Horgen, elektrokonsulent: Borring & Rognerud A/s og landskapsarkitekt: Knut Fosså/Morten Grindaker. Entreprenør for leiren er A/s Høyer Ellefsen, og Forsvarets bygningsstjeneste er byggherre.

Husebyleiren i Oslo ble tatt i bruk av Garden i 1945, - en leir som var bygd for det tyske luftvåpen under krigen. Allerede i 1946 ble det fremmet planer om bygging av ny leir for H.M. Kongens Garde. I 1967 ble det endelig vedtatt at nytt standkvarter, på grunn av Gardens spesielle oppdrag og tilknytning, måtte ligge på samme sted, - foruten at den eksisterende leir ble benevnt i "kondemnabel tilstand". I 1976 ble så endelig styringsgruppe oppnevnt for å legge fram forprosjekt for en nye Gardeleir, og prosjekteringsgruppe ble engasjert sept. 76.

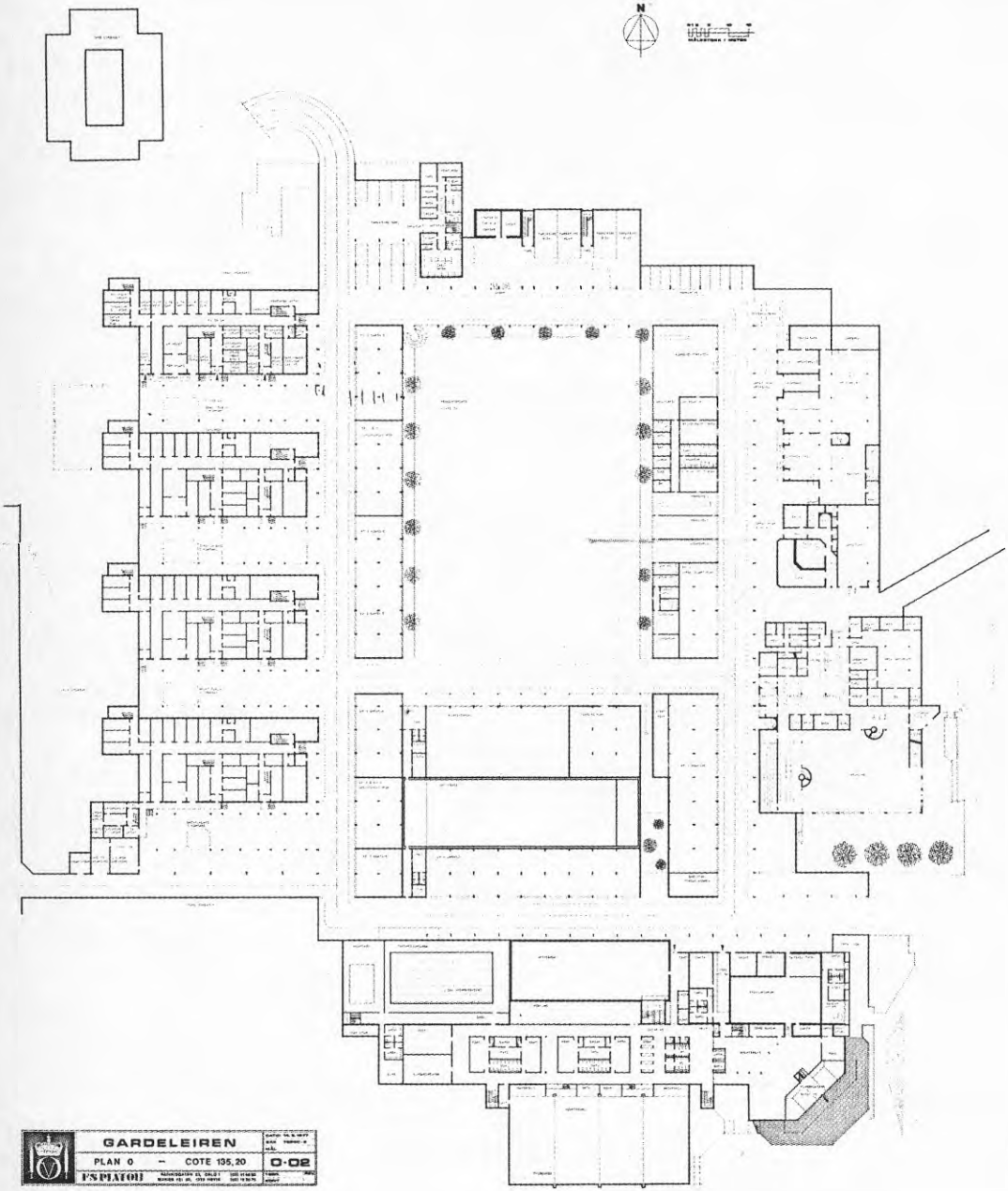
Prosjekteringsgruppen har bestått av F.S. Platou A/S som arkitekter, Morten Grindaker som landskapsarkitekt, Erichsen & Horgen for VVS-teknikk samt Borring og Rognerud for prosjekteringsledelse, bygg og elektro. Forsvarets Bygningstjeneste ble satt til å lede planlegging og senere utbygging.

12 arbeidsgrupper fra Forsvaret ble nedsatt og deres funksjonsforslag ble levert nov. 76. I mars 77 ble forprosjektet levert og revidert forprosjekt juni 77, - før prosjektet gikk inn i en semi-dvaletilstand mens budsjett, tempo m.v. ble vurdert på høyeste hold.

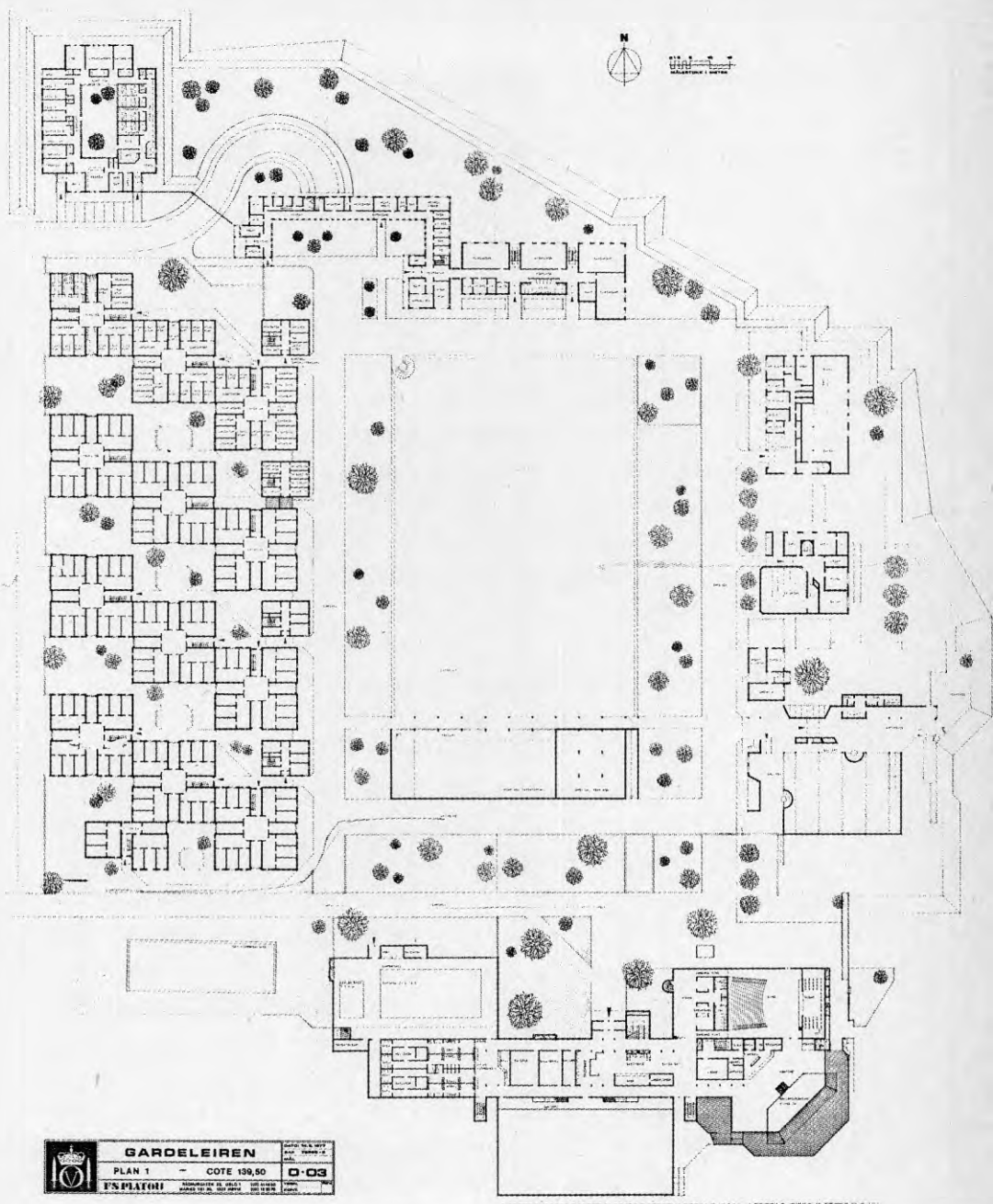
Høsten 1979 ble så første spadestikket tatt for Befalsforlegningen som ble innviet av H.M. Kongen i Juni 1981. I januar 1981 ble så arbeidet med selve den nye leiren igangsatt. Denne overleveres endelig til H.M.K.G. i juni 1985, men allerede juni 1984 tar H.M.K.G. i bruk mannskapskaserne, mannskapsmesse, teknisk bygg og vakt og arrest.

For velferds- og idrettsbygget - "Gardesenteret" er endelig fremdrift ikke vedtatt, men vi håper dette kan igangsettes høsten 85 og med ferdigstilling 87. Det store underjordiske Parkeringshus for 800 biler som også inngår i prosjektet, - må en regne med først kan stå ferdig i 90-årene.

I hele byggeperioden fra den gamle leir ble revet (årskiftet 80/81) har H.M.K.G. benyttet endel av den gamle leiren for ett vaktkompani. Denne delen av tidligere leir har vært utskilt som egen provisorisk leir, som ikke har



	GARDELEIREN	Scale: 1:500
	PLAN 0 - COTE 195,20	0-02
F.S. PIATONI	Architectural Firm	Address: ...



	GARDELEIREN		<small>PROJETO: 10.000</small> <small>CONCEBIDO: 10.000</small> <small>CONSTRUÍDO: 10.000</small>
	PLAN 1 FS PLANO I	COTE 130,50	0-03

vært berørt av byggearbeidet. Resten av H.M.K.G. har vært forlagt midlertidig til 2 andre militærforlegninger på Østlandet.

Den nye Gardeleir er et stort prosjekt og med mange spesielle krav som ikke kunne løses konvensjonelt.

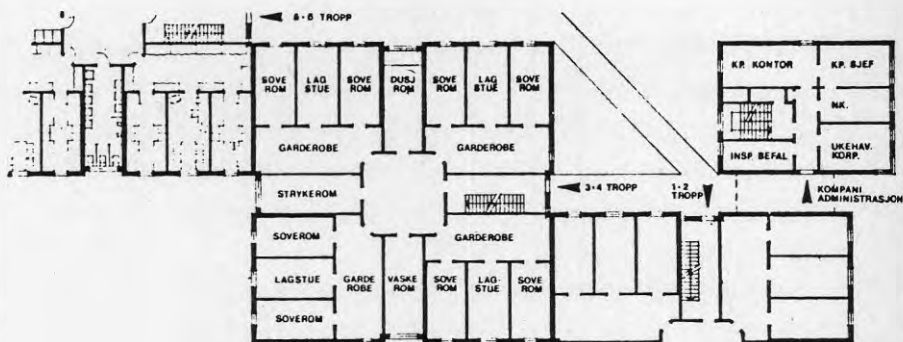
Leiren skulle ligge akkurat der den gamle lå, - foruten at det var fattet reguleringsmessige vedtak som begrenset bebyggelsens areal over terreng til ca. halvdelen av det areal som måtte bygges for å oppfylle de funksjonelle krav. Videre var det lagt begrensning på bygningers høyde til 2 etasjer over terreng. Det var videre klart at H.M.K.G. måtte kunne disponere gamle bygninger for minimum et vaktkompani mens man bygget, d.v.s. tomtearealet var i realiteten mindre enn det den gamle leir hadde.

Det ble derfor klart at en måtte få en meget kompakt løsning, og at ca. halvparten av programmets m² måtte løses "under terreng".

Reiser til Sverige, Danmark, Finland og Vest-Tyskland ga mange fine impulser for nye leirer med hensyn til funksjoner og detaljer, men ikke for vår hovedproblematikk. Heldigvis fikk en også sett endel by-kaserneanlegg fra 1700-tallet, og disse imponerte med sin kompakthet, med arrangement av bygninger omkring ekserserplassen.

Hovedløsningen for selve Indre leir ble derfor en toplansløsning rundt en sentral ekserserplass, hvor nedre plan ble lagt under et stort betonglokk avgrenset med en gressbevokst volldannelse, - derved skapende "nytt terreng" en etasje opp.

Dette nedre plan ble da utnyttet til gater, garasjer/verksteder samt lagre, mens en på øvre plan plasserte selve bygningene som en "småhusbebyggelse" på maks. 2 etasjer. Mellom husene på øvre plan satset en på parkmessig behandling av betonglokket med gress og beplantninger inkl. trær med kun hellebelagte gangveier mellom bygningene.



Ved utformingen av kompanikasernene er det lagt stor vekt på trivsel og samhold i lag og tropp. Det er ikke brukt større areal enn i tradisjonelle kaserner. Likevel er det oppnådd en nesten oppsiktsvekkende praktisk og trivselskapende løsning. I stedet for plasskrevende korridor midt i bygningen, har man funnet fram til en «stjernelesning». Innenfor hver troppsforgrening, med lagene gruppert rundt, slik tegningen viser. I samsvar med mandatet har utgangspunktet vært 4 mann på rommet, og lag-seksjonen i bygningen er oppdelt i to soverom à 4 mann og med en felles lagstue i midten. Utenfor disse rommene har soldatene felles garderobe. Dusjrom, vaskerom, toaletter og strykerom er gruppert mellom disse lagsseksjonene. Lagstuene har inntak både for radio og TV, og i underetasjen er det grovpusserom m.v. og plass for avdelingsutstyret som i en fart kan lastes fra ramper og direkte på biler på det underjordiske veinett.

Til hver kaserne er det et tilbygg for kp-administrasjonen. Bygningene skal få rød teglstein-fasade.

Kompanikasernene var et spesielt problem idet disse lett kunne bli ruvende kolosser. Løsningen her fant en ved å organisere disse nøye etter kompanienes organisasjon ved lags- og troppsenheter, og å skille disse ut i bygningsenheter. En typisk kompanikaserne består derfor nå av 3 "kuber" à 2 tropper i to etasjer samt en liten bygning i to etasjer for kompaniadministrasjonen. Kubene er innbyrdes forskutt i plan, slik at en kompanikaserne fremstår som 4 småhus med separate innganger.

I en kube er troppen samlet på en etasje, idet 4 lag à 8 mann har sine forlegningsrom (2 soverom à 4, lagsstue, garderobe) i kvadratets hjørner, og med dusjrom, strykerom, vaskerom, inngang i korsets armer fra en sentral hall. Planløsningen svarer også på gardistenes "skiftarbeiderproblemer" m.h.t. støy, søvn m.v.

Mellom småhusene er det atrier med beplantninger som blir gardistenes lokale haver.

I underetasjene (under lokket henger disse hus sammen), er disse utnyttet for kompanienes/troppenes lagre og vedlikeholdsrom m.v. På nedre plan har en også egne kompanioppstillingsplasser, hvorfra ut/innlasting av materiell ved ramper kan foregå direkte på kjøretøyene.

På tilsvarende måte har også de andre "hus" i leiren fått sin individuelle utforming etter nøye studier av funksjonelle forhold og organisasjon.

Ved lokkløsningen har en fått all kjøretrafikk bort fra terrenget. Miljøet under lokket har en studert spesielt m.h.t. kvalitet på luft, lys, lyd. Det er her benyttet kombinasjoner av friskluft og lys via "hull" i lokket og ut mot ekserserplass, utblåsing av brukt luft, eksosavtrekk i kjørebane (som øvre del av et kulvertanlegg som ligger under kjøreveiene), lydempning etc.

Ved full uttrykning av alle kjøretøyer samtidig er luftkvaliteten beregnet å være normal igjen etter ca. ett kvarter.

De forskjellige øvrige bygg som inngår i indre leir, er Administrasjonsbygg, Undervisningsbygg, Vakt/Arrest, Sykestue, Forvaltningsbygg, Musikkbygg, Mannskapsmesse med Sentralkjøkken, Ekserserhall, Innendørs skytebane for skyting med skarp ammunisjon, Bilverksted, forskjellige Vedlikeholdsverksteder, Bensinstasjon, Garasjer for militære kjøretøyer samt de mer sivile kjøretøyer. Garden benytter foruten Teknisk bygg- og kulvertanlegget.

For Gardesentret inngår Velferds- og fritidslokaler, Svømmehall, Idrettshall, Miniatyrskyttebane.

Befalsforlegningen inneholder befalsmesse m/sine ulike lokaler som også benyttes i stor grad for representasjonsøyemed samt ca. 80 hybler for befal.

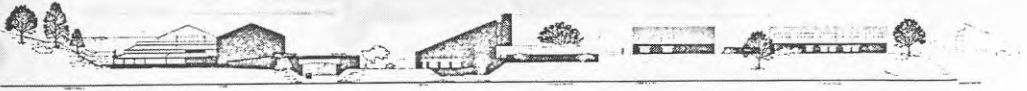
I prosjektet inngår også underjordisk Parkeringshus i to plan for ca. 800 biler for Forsvarsbygget (Overkommando og Forsvarsdepartement) samt for gardistenes sivile biler. Av idrettsanlegg utendørs er bibeholdt Gardens utendørs svømmeanlegg, samt at det inngår et idrettsstadion samt en asfaltert ballspillplass.

Planene omfatter en betydelig terreng- og vegetasjonsmessig opprusting av hele området rundt, - som er et ettertraktet rekreasjons/sportsområde med lysløyper, ballspill-sletter m.v.

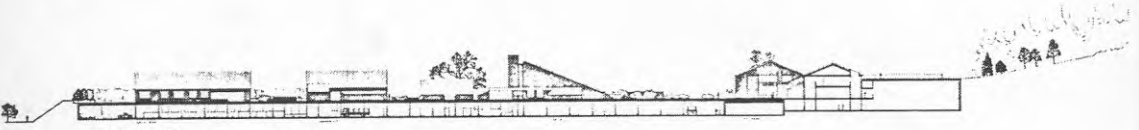
Materialvalget for den nye Gardeleir har en ansett som svært viktig, og det er gledelig at dette er forstått selv om investeringskostnadene derved blir høyere.

En ny Gardeleir, i det omfang prosjektet har, må forventes å få en meget lang levetid som vil strekke seg over flere generasjoner. Leiren vil derved bli et fast punkt i landskapet, og vil sette sitt preg på området såvel estetisk som miljømessig.

Leiren vil som militærleir bli utsatt for hard bruk og derved stor slitasje. (Kravet om infanteribetong rund baut er derfor ikke fremmed.)



FASADE ØST



SNITT MOT ØST



FASADE VEST



SNITT MOT VEST



FASADE NORD

	GARDELEIREN	Arkitektfirma AS
	SNITT og FASADER	0-05
	INPLAHOI	1:100

1:100
 1:200
 1:500
 1:1000
 1:2000
 1:5000
 1:10000

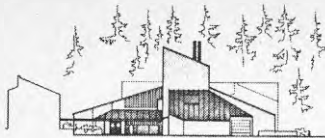
De estetiske, miljømessige og slitasjemessige/vedlikeholdsmessige hensyn må nødvendigvis veie tungt ved valg av materialer for en slik leir. Helst bør en søke å finne fram til materialer som forener hensynet til disse kvaliteter og som samtidig er økonomisk akseptable.

I forprosjektet la vi en 100-års filosofi til grunn for valg av materialer, noe som vi bestemt tror er riktig for prosjekter av denne karakter. Vi tror for øvrig at levetid for de fleste bygninger bør ha en varighetsfilosofi som går langt utover 20 - 30 årsaspektet som dessverre har vært så vanlig i etterkrigstiden. Vi tror det økonomisk ikke er gjennomførbart å fornye bygningsmassen etter 20 - 30 år, og vi tror ikke det vil bli mulig i fremtiden heller.

For Gardeleiren har en derfor tatt sikte på å bruke robuste materialer som samtidig kan være estetiske og miljøfremmende. Spesielt er dette vurdert å være viktig for fasader over terreng samt for taktekkingsmaterialet. Tegl er det materiale som brukes i fasader, enten som skallmur (hulmur) eller som forblending. Det vil medgå i alt ca. 2.5 mill. murstein. Takflatene er tekket med krum teglstein.

Konstruksjoner for øvrig er for det øvrige vesentlig armert betong. Betong er også brukt i fasader utvendig under terreng samt innvendig i rom hvor dette er hensiktsmessig. Innvendige vegger i betong vil stå ubehandlet, blir malt, pusset, flisebelagt eller trukket med glassfiberstrie o.l., alt etter rommenes bruk. Hvor fleksibilitet i romutforming kreves, er skillevegger i materialer som tillater flytting/ominnredning.

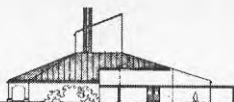
Gulvene er i alt vesentlig i betong og får slitesterke gulvbelegg alt etter rommenes brukskrav. Fliser og tegl benyttes for store deler. Vinduer, dører, himlinger og innredning er søkt standardisert, men samtidig avpasset de rom og bygninger hvor de skal være. Kravet til kvalitet vedlikeholdsmessig har også her vært avgjørende for valg.



FASADE MOT SYD



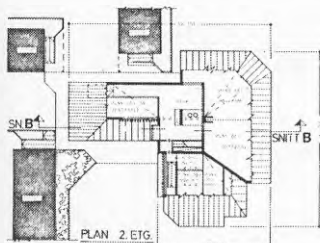
FASADE MOT ØST



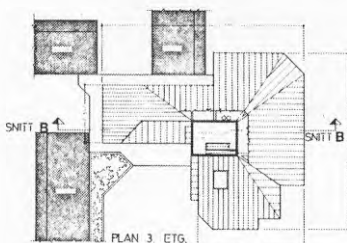
FASADE MOT NORD



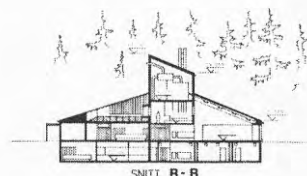
FASADE MOT VEST



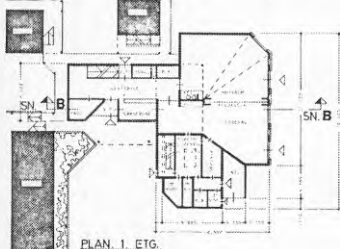
PLAN 2. ETG.



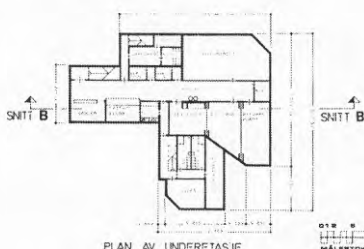
PLAN 3. ETG.



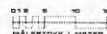
SNITT B-B



PLAN 1. ETG.



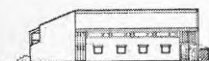
PLAN AV UNDERETASJE



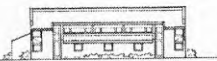
MÅLESTYCKE I METR



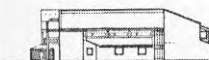
GARDELEIREN FOTTEGEMISSE I BEFALMSFORLEGNING G-07



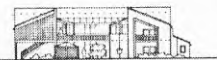
FASADE SIDE 2



FASADE SIDE 3

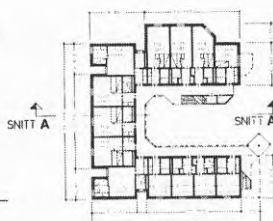


FASADE SIDE 1

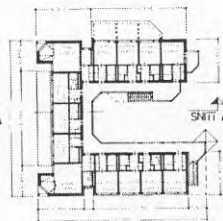


FASADE SIDE 4

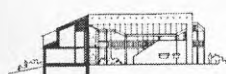
TYPIKKE FASADER



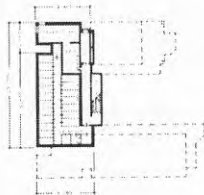
TYPISK PLAN 1. ETG.



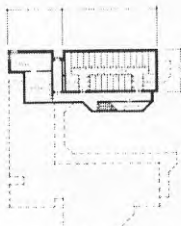
TYPISK PLAN 2. ETG.



SNITT A-A



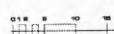
KJELLERPLAN HUS C



KJELLERPLAN HUS B



KJELLERPLAN HUS A



MÅLESTYCKE I METR



GARDELEIREN FOTTEGEMISSE I BEFALMSFORLEGNING G-DB

Utvendig på kjøreveier er det asfalt eller betongstein. For plasser og gangveier innen anlegget benyttes både betongstein og såkalt "gresstein" som spesielt for gangveiene er attraktivt, idet den tillater gress å vokse gjennom steinen, slik at de grønne arealer ikke brytes for sterkt.

Ekserserplassen er i sin helhet lagt med betongstein, og i mønster (bånd og kvadrater) som også anses som hensiktsmessig i eksersersammenheng.

Spesielt må nevnes "det grønne lokket". Her er jorddybdene over betongen ekstremt små. Plener og beplantninger gjøres mulig ved at det installeres et dryppvanningsanlegg i selve vekstlaget hvor vann + gjødning tilføres fra et utlagt rørsystem med huller som sikrer alle deler de vann- og gjødningsmengder som kreves for et "grønt lokk". Systemet er tidligere velkjent fra moderne gartnerier, men har i liten grad vært benyttet i stor skala på "betonglokk". Systemet har ingen mekanisk bevegelige deler og er derved meget driftssikkert.

Bruk av tegl i det omfang en her har satsset på, stiller en rekke krav til valg av typer og tekniske løsninger samt ikke minst til den håndverksmessige utførelse.

Når det skal mures 2,5 mill. stein innenfor den tidsramme og bygningsmessige fremdriftsløsning vi har, er det helt vesentlig at det kan mures året rundt, såvel sommer som vinter.

Den teglstein som velges må være murevennlig, og steinen må være frostbestandig. Mørtelen må tilsvarende ha samme egenskaper, og eventuelle tilsetningsstoffer må ikke ha uheldige bivirkninger.

Farge og brenningsgrad på steinen må være uniform for hele teglleveransen ettersom dette har betydning for ovennevnte, samt ikke minst for det utseende en ønsker såvel for det enkelte bygg og ikke minst for helheten.

Valg av stein og muremåte var ikke lett. Vi har i to omganger oppført flere prøvemurer for å teste disse forhold. Leveransen av stein og kravet om uniform, farge og brenning ble løst ved at all stein også av praktiske og pris-messige årsaker ble levert samtidig, slik at vi har et sentrallager av stein, hvorfra det hentes til byggeplass etter behov. Jeg er ikke i tvil om at dette har spart oss for endel problemer.

Utvendig og også enkelte steder innvendig, er det brukt løperforbandt med varierte sprang, med fylte fuger avtrukket i liv med steinen. For det siste har vi fått endel kritikk, og det skal innrømmes at det har tatt tid før en har funnet fram til riktig måte og grad av avtrekking for at resultatet skal bli jevnt. En del steder har vi måttet gyve løs med direkte utbedringer. Saltutslagene bør også nevnes, da disse sammen med den valgte muremåte gir et temmelig trist inntrykk i noe for lang tid. Saltutslagene vaskes selvfølgelig bort av vær og vind, dog synes det å ta lengre tid enn vi hadde regnet med. I et anlegg av denne dimensjon og hvor det hele henger fysisk sammen, er de tekniske løsninger av stor betydning, spesielt for opplegg, fuger og gesimsers utforming.

Et spesielt problem en har i et slikt prosjekt, hvor betongarbeider og murearbeider pågår hånd i hånd, er at fersk betong krymper/svinner, mens teglen ikke har denne egenskap. Dette kan lett gi uheldige virkninger hvis dette ikke er tatt hensyn til ved f.eks. opplegg.

For utvendig tegl har vi hatt noen smertefulle erfaringer når det gjelder brystninger/blomsterkasser og avdekking av disse. Dessverre er vår konklusjon at i Norge må disse ha avdekning med beslag eller skifer, - de teglavdekninger vi har forsøkt etter alskens råd fra ekspertisen har ikke holdt mål.

For innvendig tegl benyttet vi endel $\frac{1}{2}$ steins vegger også som bærende vegger i befalsforlegningen. Dette ga en hel del problemer spesielt når installasjonsfolkene skulle ha

sine slisser og utsparinger. Et annet problem vi har fått er oppsprekking i forbindelse med kombinasjonen plattendecker og ovenpåliggende tegl ved opplegg ved øverste plattendecke. Årsakene til dette har vi ikke helt funnet ut av, men vi forsøker nå å forankre det ovenforliggende murverk spesielt.

Ellers kan en enkelte spesielle steder se eksempler på hvor viktig fuge/oppleggssproblematikken er når betongelementer introduseres i større teglvegger/flater.

Vedrørende taksteinen har en også her valgt tegl av miljømessige og utseendemessige hensyn. Dette er gledelig, men å få slikt valg gjennom i framtiden anser jeg som meget vanskelig, da teglstein er dyrt og møter en stadig hardere konkurranse fra mer vedlikeholdsvennlige materialer som i utgangspunktet også er billigere, og som utseendemessig nærmer seg teglen faretruende.

I øvrig kan sies om takene og deres detaljering at vi fikk en ordentlig gjennomkjøring på Befalsforlegningen med sine mange og tildels vanskelige takdetaljer. For indre leir er problemene mindre, da flatene her er betydelig renere i sine detaljer.

Fliser og flisbelagt gulv er av betydelig omfang i Gardeleiren. Spesielt har flisbelagte gulv i våtrom og dertilhørende membran/epoxy-problematikk vært et gjennomgående tema som en kunne bruke mye tid på. Det har vi dessverre måttet gjøre i prosjektet, og jeg føler meg lite fristet til å involvere meg nå. Her synes det i hvertfall at det er masse av arbeidsoppgaver for fagmiljøet for å komme fram til gode standardiserte løsninger særlig nå etter at epoxy begynner å bli et "stygt ord".

Utvendig belegning i Gardeleiren er foruten asfalt i stor grad betongstein av ulike slag inkl. gresstein og gammel gatestein for enkelte mindre områder. Kvalitet, utseende, frostbestandighet har en selvfølgelig her også måttet teste og vurdere, da de flater som belegges, vil i meget stor grad sette sitt preg på totalbildet av Gardeleiren. Spesielt har lokket og dets bekledning krevet en meget omhyggelig integrert planlegging med medvirkning fra alle fagfelt.

Gardeleiren er et storprosjekt i tegl, hvor teglbruk og tegldetaljer finnes i nær sagt de fleste bruksområder. Det skulle derfor ha vært interessant, og jeg tror lærerikt, om prosjektet kunne følges opp i en forskningsmessig sammenheng. Dette får være litt utfordring til tegl-miljøet og til Forsvarets Bygningstjeneste, og vi stiller gjerne opp i en slik sammenheng.

Vel, Gardeleiren er et storprosjekt, ikke bare i tegl, det er stort hvordan man enn ser det - i areal - i penger - i tid.

A gi et noenlunde riktig bilde av prosjektet er vanskelig på noen få sider, eller noen tildelte minutter.

Men Gardeleiren er der allerede nå - og vil være der om 100 år - og sist men ikke minst - hver 11. juni er det Gardens dag, og da er leiren åpen for alle besøkende.

Og vi tror - den vil bli et besøk verdt!

VÄRMEKAPACITETENS VÄRDE HOS MURVERK

professor Lars-Erik Larsson, avd för husbyggnadsteknik,
Chalmers Tekniska Högskola

Sammanfattning

Värmekapacitetens värde vid murverk består i den tunga konstruktionens förmåga att dämpa amplituden hos temperatursvängningar inomhus samt minska extra energiförluster på grund av dessa vid uppvärmning eller kylning av rumsluften. Temperatursvängningarnas amplitud av t ex solstrålning är större vid lätt konstruktion eller vid stor fönsterarea. Murverkens goda värmekapacitet har en positiv inverkan vid större fönsterareor, vars fördelar därigenom bättre kan utnyttjas och komfortkraven lättare uppfyllas. Den utgör en utjämnande säkerhetsfaktor om verkningsgraden hos uppvärmningsanläggningen försämras med tiden, eller om termostatregleringen är mindre effektiv. Även om storleksordningen av erhållna numeriska värden på värmekapacitetens inverkan kan förefalla blygsam, är denna en faktor att räkna med till murverkens fördel.

Innehåll

Sammanfattning

- 1 Inledning
- 2 Periodiska temperatursvängningar av solstrålning
- 3 Extra energiförluster av temperatursvängningar inomhus
- 4 Beräkning för en villabyggnad vid alternativa utföranden
- 5 Slutsatser

Litteratur

1 INLEDNING

Problemet behandlades i en artikel till föregående nordiska murverkssymposium [1] för en villabyggnad med olika tyngd hos konstruktionerna. Beräkning hade skett med hjälp av ett datorprogram [2], [3]. Synpunkter på problemet framfördes också i generalrapport 4, Väggens energibalans [4], [5]. I föreliggande artikel behandlas samma problem något annorlunda. En analytiskt exakt teori för beräkning av sinusformade temperatursvängningar i väggar, golv och tak av flerskiktsskonstruktion samt motsvarande rumstemperaturer har uppställts och programmerats för beräkning med dator [6], [7]. Temperatursvängningarna och de extra energiförlusterna har beräknats för en 1-plans villabyggnad med olika alternativa utföranden och fönsterareor.

2 PERIODISKA TEMPERATURSVÄNGNINGAR
AV SOLINSTRÅLNING

För att klargöra problemet antas att inomhustemperaturen är termostatreglerad, och att inom- och utomhustemperaturerna är θ_i resp θ_u under dygnet. Vi antar att den oreglerade innetemperaturens dygnsvariation θ_i är sinusformad som en följd av effektvariationen hos t_{ex} solinstrålningen. Effekten av solinstrålning genom fönster antas variera sinusformat mellan kl 06 och 18 med maximal effekt E Watt kl 12 räknat på hela fönsterarean. I verkligheten erhålles en oregelbunden variation, men för att förenkla beräkningen omräknas denna till motsvarande sinuskurva, vilket är en approximation. Vi antar att variationen är periodisk och uppträder flera dagar efter varandra, se FIG. 1.

Beräkningen förenklas om effekten enligt FIG. 1 uppdelas på två fall varav det ena dynamiskt och det andra approximativt stationärt. Amplituden i Fall I och Fall II är hälften av maximal effekt. Fall I är en sinusformad svängning. Under inverkan av värmeflödesvariationen enligt detta fall uppkommer temperatursvängningar på resp innerytor som beror på de olika byggnadsdelarnas uppbyggnad. Fall II ger approximativt konstant energitillförsel dygnet runt av solinstrålning under dagen genom fönster.

Infallande absorberat värmeflöde per m^2 ytteryta av solbelyst fasad antages ge en s_k ekvivalent temperaturvariation på ytterytan i analogi med effektvariationen enligt FIG. 1. Maximal temperatur antages $\theta_e = 40^\circ C$. Temperaturvariationen på ytterytan kan på samma sätt som effektvariationen uppdelas på dynamiskt och stationärt fall med halva amplituder.

3 EXTRA ENERGIFÖRLUSTER AV TEMPERATURSVÄNGNINGAR INOMHUS

Effekten av solinstrålning i medeltal under dygnet betecknas S Watt, och medeldygnseffekten av hushållsel, varmvatten och personvärme betecknas H Watt. Om lägenhetens transmissionsfaktor betecknas U Watt/°C erhålles, om byggnadens värmeanläggning ej är påkopplad, under dygnet i medeltal innetemperaturen

$$\theta_i = \frac{H+S}{U} + \theta_u \quad \dots (1)$$

För att klargöra om extra energiförluster kan förekomma på grund av temperatursvängningar antas att inomhustemperaturen θ_i kan skrivas

$$\theta_i = \theta_m + \Delta\theta \sin \frac{2\pi}{T} (t - \psi) \quad \dots (2)$$

där θ_m är medeltemperaturen inomhus, T perioden i h, t och ψ tiden resp fasförskjutningen i h och $\Delta\theta$ temperaturamplituden, se FIG. 2.

Temperaturen θ_1 och θ_2 i FIG. 2 betecknar den lägsta resp högsta temperatur, som får förekomma inomhus. Antag t ex att temperaturen inomhus skall vara lägst $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ och högst $\theta_2 = 26^\circ\text{C}$ samt att den svängande temperatursvängningens amplitud är $\Delta\theta = +3^\circ\text{C}$. Antag att en temperaturvåg vid ett tillfälle, då radiatorerna ej är tagna i bruk, ger övertemperaturer över $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$. Om och när temperaturen inom samma "oreglerade temperaturvåg" är lägre än 20°C , måste radiatorerna tillkopplas. Om $\theta_1 - \Delta\theta \leq \theta_{m2} \leq \theta_1$ erhålles en extra energiförlust motsvarande arean A_1 ovanför θ_1 -linjen i FIG. 2. Om $\theta_1 \leq \theta_{m3} < \theta_1 + \Delta\theta$ ligger motsvarande area A_1 under θ_1 -linjen. Störst blir energiförlusten för $\theta_{m2} = \theta_{m3} = \theta_1$. För $\theta_{m2} = \theta_1 - \Delta\theta$ eller $\theta_{m3} = \theta_1 + \Delta\theta$ erhålles ingen extra energiförlust.

Om temperaturerna inomhus utan radiatorvärme ligger lägre än 20°C vid medeltemperatur θ_{m1} enligt FIG. 2 blir erforderlig radiatorvärme för att uppnå temperatur $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$ motsvarande mindre vid temperatursvängningens vågtoppar jämfört med vågdalarna och en energiutjämning kan ske genom termostatreglering. Temperatursvängningarna kan då ej inverka på energiförbrukningen. En större värmekapacitet kan ej utnyttjas för att nedbringa energiförbrukningen. Dock krävs något mindre effekt vid mindre amplitud hos svängningen.

Vid den högsta tillåtna temperaturen $\theta_2 = 26^\circ\text{C}$ måste en viss energimängd motsvarande ytorna A_2 och A_3 , se FIG. 2, bortventileras. Fallet med kylbehov inom intervallet $\theta_m = \theta_2 + \Delta\theta$ kan behandlas analogt med förhållandena vid uppvärmning inom intervallet $\theta_m = \theta_1 + \Delta\theta$.

I FIG. 2 motsvarar areorna A_1 , A_2 och A_3 de energimängder som behöver tillföras eller bortventileras för att temperaturerna θ_1 resp θ_2 skall bibehållas. Om amplituden är tillräckligt stor kan under samma dygn

värme behöva bortventileras under dagen och tillförs under natten. Ju mindre amplituden är desto mindre blir energiförlusterna. Man kan också tänka sig att längre tidsperioder har betydelse, om t ex solen dominerat flera dygn i sträck och därefter mulet väder rått vid periodiska längre tidsvariationer.

Areorna A_1 , A_2 och A_3 kan beräknas numeriskt för olika placering av medeltemperaturen θ_m i förhållande till $\theta_1 + \Delta\theta$ och $\theta_2 + \Delta\theta$ enligt FIG. 2 och anges i FIG. 3 i gradtimmar per soldygn. Egentligen är de räta linjerna i trianglarna i FIG. 3, approximativa, men den exakt beräknade kurvan ansluter sig i verkligheten nära till de räta linjerna. Resonemanget förutsätter att termostatregleringen är perfekt dvs att värme- resp kylsystemet slår till och från exakt vid temperaturerna θ_1 och θ_2 . Om regleringen på grund av bristfälligheter i systemet ej är så perfekt, eller om den sker manuellt kan den reglerade inomhustemperaturen antas variera inom intervallen $\theta_1 + \alpha$ eller $\theta_2 + \alpha$, och det extra värmeförbrukningstalet ΔQ gradtimmar per soldygn åskådliggöres av de trapetsformade diagrammen i FIG. 3. Höjden i resp diagram har beräknats till $T \cdot \Delta\theta / \pi$, där T är perioden och $\Delta\theta$ temperatursvängningens amplitud beräknad enligt [7].

Nästa fråga är hur många soldygn under eldningssäsongen, eller vid kylning under hela året, man skall räkna med och hur de placeras i förhållande till ΔQ -diagrammen i FIG. 3. Som bekant är alla soliga dagar ej helt klara. För att ta hänsyn till detta har beräkning av ekvivalent antal soldygn skett utgående från [8]. Molnigheten under året vid observationsperiod 1931-60 finns sammanställd för några platser i landet.

Molnigheten anges i grader 0-9 varvid 0 betecknar helklart och 8, 9 helmulet. Man får bestämma sig för att beräkna ekvivalent antal soldygn uppskattningsvis enligt någon vald modell. Antag, att 0,1 räknas helklart och 2-6 halvklart samt 7-9 helmulet. Halvklara dagar räknas med halva värdet och adderas till antalet helklara dagar. I [8] anges molnigheten för olika utetemperaturer inom intervall som i allmänhet är 2°C . Sammanställning av antalet soldygn per eldningssäsong resp per helår för Torslanda, Göteborg inom de olika intervallen framgår av FIG. 3. Dels har medelvärden, dels övre 10-percentil av antalet soldygn beräknats. De olika soldygnen är fördelade inom intervallet -8°C till $+25^\circ\text{C}$.

Den exakta värmeförlusten på grund av en temperatursvängning kan nu beräknas, om triangeln eller trapetsset enligt FIG. 3 placeras in med centrum vid den balanserade utetemperatur θ_u som beräknas enligt ekv. (1). För de olika temperaturintervallen multipliceras antalet soldygn med motsvarande ordinator i triangeln eller parallelltrapetsset och summeras. På så sätt erhålles den extra värmeförbrukningen ΔQ gradtimmar. Den extra värmeförlusten ΔV erhålles om ΔQ multipliceras med transmissionsfaktorn U .

4 BERÄKNING FÖR EN VILLABYGGNAD VID ALTERNATIVA UTFÖRANDEN

Byggnaden som är en 1-plans villa belägen i Kungälv [9], har byggnadsytan $9,30 \text{ m} \times 20,00 \text{ m} = 186 \text{ m}^2$ och lägenhetsytan $136,4 \text{ m}^2$. Invändig höjd är $2,4 \text{ m}$ och volym 327 m^3 inkl innerväggar, skåp mm. Byggnaden är orienterad med långfasader mot SV och NO. Den bedöms vara tät och ha en infiltration om ca $0,1$ luftomsättning per timma. Den styrda ventilationen sätts till $0,5$ luftomsättningar per timma.

Fönstren, som är av typ 3-glas, har ett mörker k-värde på $1,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$ och transmissionen $0,72$. Totala fönsterarean är fördelad på de olika väderstrecken med 62% av arean i SV, 5% i NV, 20% i NO och 13% i SO.

Fem olika alternativa utföranden A,B,C,D,E har studerats. Alternativerna A och B är med tung byggnadsstomme och golvplatta på mark. I alternativ A är ytterväggar och tak av betong med utvändigt värmeisolering av uretancellplast och innerväggar av betong. I alternativ B är ytterväggen en invändigt putsad mineralullsisolerad kanalmur av $1/2$ -stens tegel, och innerväggarna utgöres av putsade 1 -stens tegelväggar. Taket är av utvändigt värmeisolerad betongplatta som i alt. A.

Alternativen D och E är med lätt byggnadsstomme och lätt golvbjälklag över ett kryputrymme. Fasadväggarna är av mineralullsisolerad träregelstomme med gipsplattbeklädnad på in- och utsida. I alternativ D är fasadbeklädnaden av trapetskorrugerad plåt utanför 5 cm luftspalt, och i alternativ E utgöres den av ett $1/2$ -stens fasadtegelskal. Taket är värmeisolerat med mineralull mellan träreglar och med takpanel av trä. Innerväggarna är gipsplatteväggar på träreglar.

Alternativ C är ett medeltungt alternativ med ytterväggar och tak av 20 cm lättbetong med utvändigt värmeisolering av uretancellplast. Innerväggarna är av 20 cm lättbetong och golvet av utbredd, värmeisolerad bottenplatta på mark. Sammanfattningsvis kan de olika alternativen klassificeras enligt TAB. 1.

TABELL 1 Klassificering av undersökta alternativ

Alt. A, B	Tung stomme, platta på mark
Alt. C	Medeltung stomme, platta på mark
Alt. D, E	Lätt stomme, lätt bjälklag över kryputrymme, alt. E med utvändigt fasadtegelbeklädnad.

Tre olika fall 1, 2 och 3 med varierande fönsterarea har undersökts. Fall 2 svarar mot normenlig fönsterarea. I Fall 1 är den mindre och i Fall 3 större.

Fasadväggens area varierar beroende på fönsterarean, se TAB. 2. Tak- och golvarean är 136,4 m² och totala innerytan hos innerväggarna 120 m² i samtliga fall, varvid ytorna på båda sidor om innerväggarna ingår vid beräkning av temperaturamplitud och fasförskjutning hos rumsluften.

Max. amplitud f_{dyn} hos instrålat flöde och instrålad medeleffekt S av solinstrålning under en klar dag har bestämts utifrån ett särskilt datorprogram [10] och anges i TAB. 2. Värdena gäller i medeltal under eldnings-säsongen. Balanserad utetemperatur θ_u har beräknats enligt ekv. (1) och anges också i TAB. 2 liksom transmissionsfaktorn U W/°C, som bestämts för normenlig värmeisolering hos olika byggnadsdelar och hänsyn till ventilationen 0,5 luftoms/h. Antalet soldygn beräknat med hjälp av [8] anges för motsvarande aktuella utom-hustemperaturer å diagram i FIG. 3.

TABELL 2 Fönsterarea, fasadarea, effektamplitud f_{dyn} och instrålad medeleffekt S av solinstrålning, balanserad utetemperatur θ_u samt transmissionsfaktorn U för de olika fallen 1, 2 och 3.

Fall	Area (m ²)		f_{dyn} W	S W	θ_u °C	U W/°C
	Fönster	Fasad				
1	17,5	137,4	2500	1590	$\theta_i - 10$	200
2	27,9	127,0	4000	2550	$\theta_i - 14$	214
3	41,8	113,1	6000	3820	$\theta_i - 18$	214

Undersökningsresultatet sammanfattas i TAB. 3, varav framgår temperaturamplituder inomhus samt extra årliga energiförluster vid periodiska temperatursvängningar av solinstrålning för de olika alternativa utförandena hos den normenligt värmeisolerade 1-plans villan.

5 SLUTSATSER

Beräkningen har skett för tung, medeltung och lätt konstruktion och för några olika fönsterareor. Extra energiförluster har beräknats vid dels uppvärmning, dels kylning av byggnaden, varvid medräknats soldygn under eldnings-säsongen resp hela året. Energiförluster anges för såväl effektiv som ineffektiv termostatreglering, se TAB. 3. Slutsatserna sammanfattas i följande punkter.

1) Den tyngre konstruktionens goda värmekapacitet innebär en avsevärd minskning av temperatursvängningarnas amplitud under soliga dygn och bidrar till jämnare inomhusklimat, dvs ökad komfort. Vid noggrann dimensionering av uppvärmningsanläggningen för den lägsta utetemperaturen kan erforderlig uppvärmningseffekt reduceras något på grund av den mindre amplituden. Om anläggningens verkningsgrad försämras med tiden, kan

den högre värmekapaciteten och mindre amplituden vara en utjämnande säkerhetsfaktor.

TABELL 3 Extra årliga energiförluster i medeltal av dynamiska temperatursvängningar vid uppvärmning resp kylning av den studerade 1-plans villabyggnaden, samt temperaturamplituden i medeltal under eldningssäsongen ett klart medelsoldygn för alternativa utföranden och fönsterareor vid effektiv ($\alpha=1^{\circ}\text{C}$) och ineffektiv ($\alpha=4^{\circ}\text{C}$) termostatregering.

Alt. konstr.-typ x)	Fall fönsterarea % av golvarea	Temp.-ampl. $^{\circ}\text{C}$	Extra energiförlust kWh			
			Uppvärmning		Kylning ^{xxx)}	
			$\alpha=1$	$\alpha=4$	$\alpha=1$	$\alpha=4$
A,B	1 9,4%	+1,1	21	61	27	76
C		+2,2	67	137	84	171
D,E		+3,2	106	221	132	276
A,B	2 15,0% ^{xx)}	+1,8	45	114	56	143
C		+3,6	133	272	167	340
D,E		+5,2	246	447	308	558
A,B	3 22,5%	+2,8	92	200	116	251
C		+5,5	270	481	337	602
D,E		+8,0	514	822	642	1027

x) A, B är tung, C är medeltung och D, E är lätt konstruktion.

xx) Normenlig fönsterarea.

xxx) Vid kylning har medräknats soldygn under hela året medan vid uppvärmning endast under eldnings-säsongen.

2) Hög värmekapacitet innebär obetydliga extra energiförluster vid periodiska temperatursvängningar även om termostatregeringen är mindre effektiv. Jämförelse mellan normala tunga och lätta konstruktionsutföranden visar att temperaturamplituden hos den tunga byggnaden är 1/3-del och den extra energiförlusten ca 20 å 25% jämfört med den lätta byggnaden. Vid medeltung konstruktion, dvs lättbetong i väggar och tak, blir motsvarande tal 2/3-delar resp ca 60%.

3) Den tunga konstruktionen och högre värmekapaciteten är effektiv vid större fönsterareor. När fönsterarean ökar, erhålles större temperaturamplituder och större extra energiförluster. I exemplet, se TAB. 3, erhålles för tung konstruktion och 22,5% fönsterarea (fall 3) ungefär samma amplitud och energiförluster som för lätt konstruktion och 9,4% fönsterarea (fall 1). Komfortkravet uppfylles hos den tyngre konstruktionen även vid större fönstereor.

4) Vid kylning av övre temperaturgränsen med kylaggregat blir, på samma sätt som vid uppvärmning av byggnaden, de extra energiförlusterna mindre för tung konstruktion. Värmekapaciteten ökar i betydelse vid kylning, eftersom antalet soldygn att räkna med är större än vid uppvärmning, och eftersom energipriset per kWh också är högre.

5) Vid lätt konstruktion jämfördes effektiviteten hos ett fasadtegelskal med en plåtbeklädnad i fasaden. Undersökningen visade på en liten reduktion av inomhustemperaturens amplitud (ca 5%).

LITTERATUR

- [1] Niittymäki, S, Salokangas, R, 1981, Massivitetens betydelse i bostädernas energihushållning. 4. nordiska murverkssymposiet. Esbo, Finland.
- [2] Aittomäki, A, 1971, A model for calculating heat balance of room and building. Statens tekniska forskningsanstalt. Publikation 168. Helsingfors.
- [3] Aittomäki, A, Kalena, T, 1976, TASE: Datorprogram för beräkning av byggnadernas värmebalans. Statens tekn. forskningsanstalt, VVS-tekniska laboratoriet. Kompendium 160 s. (på finska). Otnäs, Finland.
- [4] Nevander, L E, 1981, Väggens energibalans. Generalrapport 4. 4. nordiska murverkssymposiet. Esbo, Finland.
- [5] Johannesson, G, 1981, Active Heat Capacity. Institutionen för byggnadsteknik, Tekniska Högskolan i Lund. Rapport TVBH-1003. Lund.
- [6] Granholm, Hj, 1971, Värmefflöde genom enkla och sammansatta väggar under inverkan av periodiskt variabel temperatur. Chalmers Tekniska Högskolas handlingar, nr 333. Göteborg.
- [7] Larsson, L-E, 1984, Lufttemperaturens variation inom ett utrymme genererad av periodiska, sinusformade värmefflödesvariationer och yttre temperatursvängningar. Avd för husbyggnadsteknik. Chalmers Tekniska Högskola. Rapport 561. Göteborg.
- [8] Taesler, R, 1972, Klimatdata för Sverige. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Stockholm.
- [9] Pettersson, R, 1983, Lågenergihus genom utnyttjande av solvärme och värmeåtervinning. Avd för husbyggnadsteknik. Chalmers Tekniska Högskola. Rapport 538. Göteborg.
- [10] Jagemar, L, Larsson, L, 1981, Sol- och värmekapacitet. Ett datorprogram i BASIC för dygnsvis beräkning av värmelagringsmöjligheter i byggnadstommen med hänsyn till fönstrens area och orientering. Avd för husbyggnadsteknik. Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbete. Rapport 488. Göteborg.

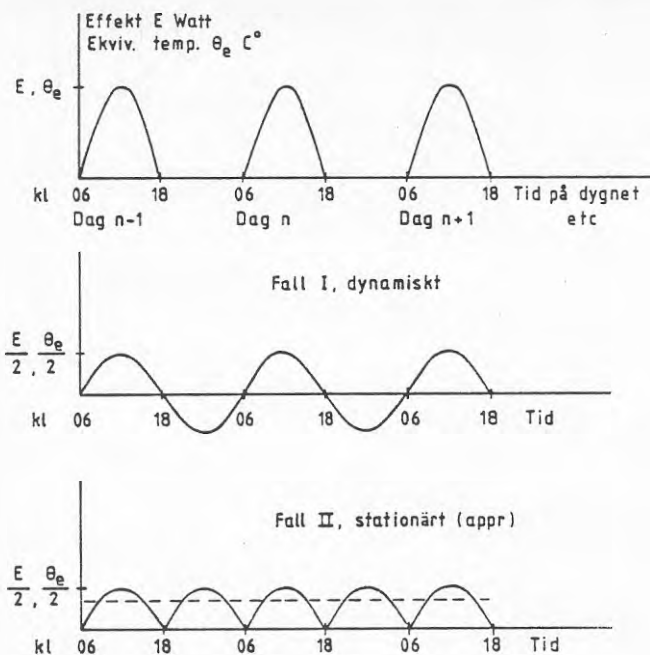


FIG. 1 Uppdelning av periodiskt varierande effekt och ekvivalent utetemperatur av solstrålning på dynamisk (Fall I) och stationär (Fall II) del.

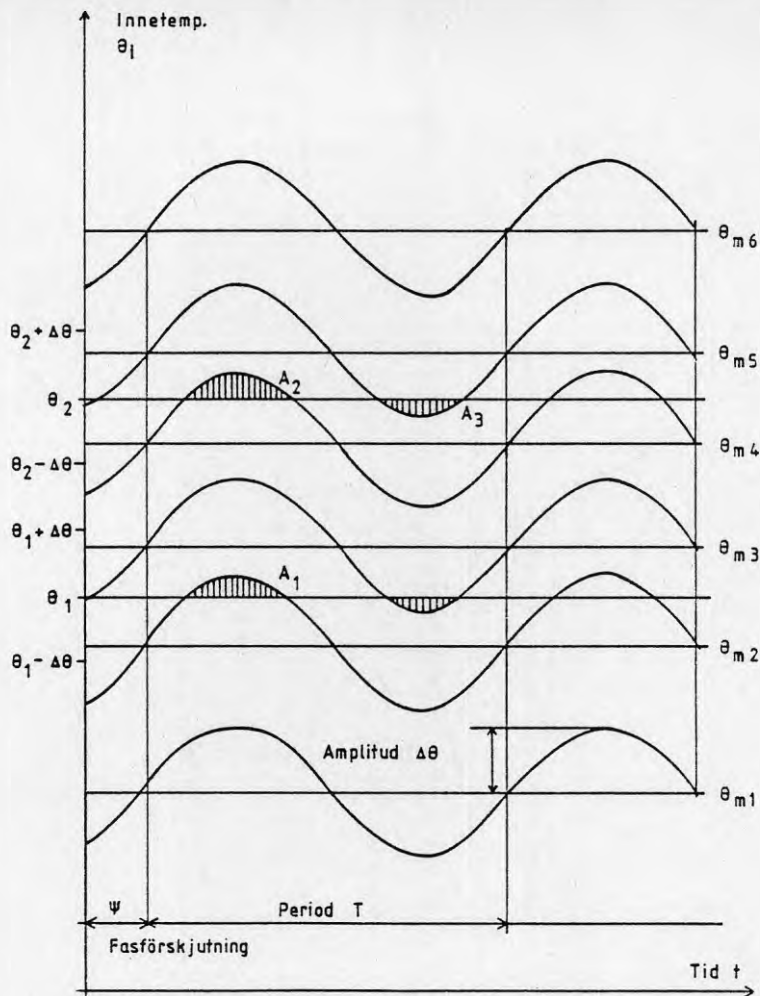


FIG. 2 Den oreglerade innetemperaturens variation vid olika nivåer kring lägsta resp högsta tillåtna innetemperaturer θ_1 och θ_2 . Extra energiförluster av temperatursvängningarna motsvaras av areorna A_1 , A_2 resp A_3 gradh/soldygn.

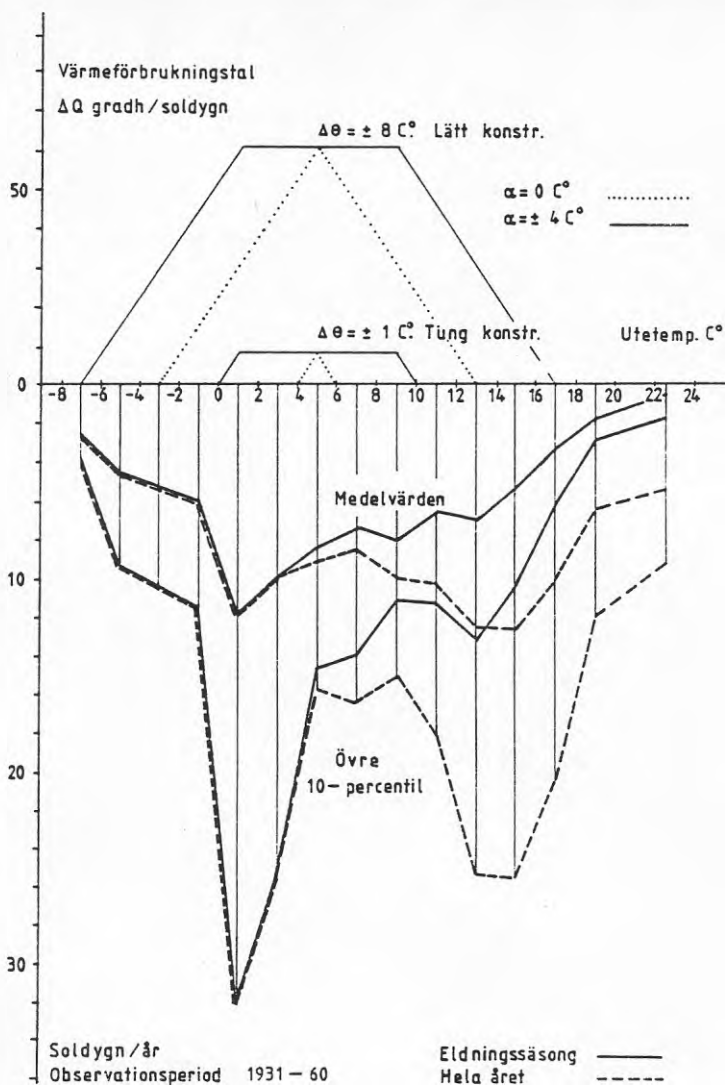


FIG. 3 Det extra värmeförbrukningstalet ΔQ per eldningssäsong resp helt år erhålles genom att multiplicera ordinatorna inom trianglarna eller parallelltrapetsen ovan axeln för utetemperaturer (motsvarar areorna A_1 , A_2 eller A_3 i FIG. 2) med antalet soldygn per år och temperaturintervall (2°C -intervall) och summera. $\Delta\theta$ anger temperatursvängningarnas amplitud och α termostatregleringens effektivitet.

ÄR MURVERK BESTÄNDIGA?

Gabor Kalmar

Sammanfattning

Frågan om beständighet bör preciseras och formuleras rätt. Termerna beständighet och hårdighet betecknar ett materials motståndsförmåga mot någon slags nedbrytning. Hårdighet är en egenskap som kan vara för handen i varierande grad. Hårdigheten kan uttryckas genom mätbara indikatorer. För att bedöma ett materials långtidsuppförande måste miljön för materialet beskrivas med alla nedbrytningsfaktorer och deras variationer i tid. Några exempel från praktiken belyser faktorerna som påverkar murverkets beständighet. Säkerhetsbestämmelser sätter krav på beständighet på bärande konstruktioner. Svaret på frågan om murverkets beständighet kan ges genom jämförelse mellan olika material. Några erfarenheter från XOU-undersökningen.

Innehåll

Sammanfattning

1. Inledning
2. Begreppsapparat
3. Vad avgör ett murverks beständighet?
4. Hur ställer man krav på beständighet?
5. Är murverk beständiga?

1 INLEDNING

Vi tekniker och utredare blir ofta irriterade på att få frågor som inte är precisa och t o m ofta är felformulerade. Förutsättningen för att ställa en kvalificerad fråga är, att man har klart för sig vad man vill veta och därmed hur man önskar få svaret formulerat.

Om jag t ex ställer frågan: "Är murverk beständiga?", kan svaret bli ganska varierande.

Förutsatt att jag anser att pyramiderna egentligen är ett slags murverk så kan jag säga:

- Ja, de har några tusen år på nacken, men de står ju fortfarande

Det finns också andra antika byggnader, ofta murverk, som i relation till sin ålder fortfarande är i gott skick. Å andra sidan finns det murverk som inte har så hög ålder, kanske 10-15 år, ibland inte ens så mycket, som ser ganska eländiga ut, så

Eftersom det är jag själv som ställer frågan om murverks beständighet, så bör jag också kunna formulera svaret, fast svaret kan ändå aldrig bli entydigt på frågan så som jag ställde den. Jag måste precisera frågan bättre.

För att kunna ställa frågan rätt bör jag först och främst definiera vad jag menar med beständighet.

Dessutom måste man precisera vad det är man tänker på när man talar om murverk. Själva begreppet murverk är allt för omfattande. Det kan bestå av olika material med skiftande egenskaper, ha olika funktioner, stå i olika miljöer eller ha olika former.

2 BEGREPPSAPPARAT

När det gäller terminologin i ämnesområdet byggmaterials och byggnadsdelars åldrande kan man tyvärr bara konstatera att enhetliga definitioner saknas. Ett förhållandevis stort antal termer finns i omlopp. Dessa används ofta med varierande betydelser. En diskussion om begrepp och terminologi går att återfinna i tidskriften Byggvarunytt nr 1/1984 (Långtidsegenskaper hos material och byggnadsdelar, Christer Sjöström).

Det som återges här är en sammanfattning med några exemplifieringar från murverksområdet.

Termen *beständighet* används för att beteckna ett materials motståndsförmåga mot någon slags nedbrytning. I TNCs Betongtekniska ordlista står t ex följande: "beständig i hög grad motståndskraftig, även vid långvarig påverkan; ordet används i denna betydelse som efterled i sammansättningar, t ex frostbeständig, fuktbeständig".

Vill man uttrycka ett materials motståndskraft mot någonting i en varierande omfattning kan uttrycket *hårdighet* användas. Som

exempelvis enligt TNCs färg och lacktekniska ordlista: "Hårdighet är en egenskap som kan vara för handen i varierande grad, i hög grad motståndskraftig benämns företrädesvis beständig, i lägre grad motståndskraftig benämns tålig".

Ett material kan t ex ha större eller mindre alkaliehärdighet. Är alkaliehärdigheten mycket stor så är det korrekt att använda begreppet alkaliebeständig. Eller, man skulle kunna säga att ett frostbeständigt material har stor frosthärdighet.

Hårdighet kan alltså i det sammanhanget ses som ett materials motståndsförmåga mot nedbrytningsfaktorer som materialet utsätts för vid avsedd användning i en konstruktion. Begreppets anonymitet kan brytas genom att man använder sig av någon eller några mätbara indikationer och genom att man beskriver miljön som materialet är utsatt för.

Jag vill belysa de olika begreppen genom att diskutera ett praktiskt exempel.

I RA 83 står under rubriken "Kvalitetskrav på färdigt murverk":

"Uttrycket frostbeständighet förbehålls vanligen materialens förmåga att i praktiken motstå klimatiska påfrestningar.

Uttrycket frostresistens hänförs till provning av mursten enligt SIS 22 01 11.

Någon exakt överensstämmelse kan inte påräknas mellan frostresistens enligt standarden och frostbeständighet i praktiken."

Enligt definitionen har murstenen frostresistens om den har förmåga att motstå 25 nedfrysningar med mellankommande upptiningar utan frostsador vid provning enligt standarden. Man kan då säga att stenen är frostbeständig i provningsmiljön, i laboratoriet.

Man kan också utnyttja den standardiserade metoden för att uttrycka frosthärdighet. I det fallet skall man ange antalet frostcykler som materialet, (murstenen), uthärdar utan frostsada, (mätetal). Som miljö gäller även här laboratorie- och provningsförhållanden. När det gäller den praktiska frosthärdigheten kan den bedömas endast kvalitativt med hjälp av härdigheten vid provningen. De egenskaper som innefattas i begreppet härdighet för de studerade materialet varierar med användningstiden. Figur 1 visar några hypotetiska kurvor som beskriver detta. Funktionen kan kallas *egenskap över tid*. Med hjälp av funktioner över alla betydelsefulla och kända fakta kan ett materials livslängd i en viss användning bedömas och underhållet planeras. Forskningen om materials och byggnadsdelars åldrande och långtidsuppförande syftar just till att fastställa och ange värden på de egenskaper som bestämmer och förklarar funktionen "*egenskap över tid*". I verkligheten representeras ett materials långtidsuppförande av flera liknande kurvor beroende på hur många egenskaper som utvärderats.



Fig 1

En sammanfattande beskrivning av begreppsapparaten redovisas i figur 2.

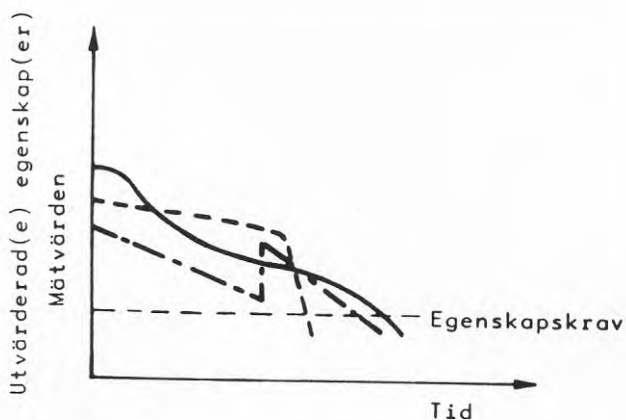


Fig 2

För att bedöma ett materials långtidsuppförande är det nödvändigt att miljön som materialet utsätts för beskrivs. Det är viktigt att känna till alla nedbrytningsfaktorer och deras variationer i tid.

Givetvis kan förändringen av nedbrytningsfaktorernas intensitet i tiden i de flesta fall inte exakt förutses. Däremot går det när det t ex gäller väderlek att genom erfarenhetsdata beskriva förändringarna med något slags typvärde.

3. VAD AVGÖR ETT MURVERKS BESTÄNDIGHET?

Efter den här allmänna genomgången av begreppsapparaten vill jag konkretisera de olika termerna för murverk.

Att mura med stenblock, som man staplat på varandra, med eller i början utan murbruk mellan stenarna, är en av de äldsta sätten att åstadkomma mänskliga byggnadsverk. Man kan hitta sådana lämningar av verk som härstammar från urminnestider. I Egypten "murade" man inte bara pyramider utan även andra byggnadsverk, t ex fördämningsdammarna. I närheten av Helwan vid Wadi el Garavi hittade man resterna av en fördämning. Dammen var ca 12 m hög och längden vid dammkronan var 110 m och vid grunden 85 m. Dammen bestod av två parallella murar som stod 39 m från varandra. Murarna var 25 cm breda och hade murats utan murbruk av huggna kalkstens-

block. Rummet mellan murarna hade man fyllt med fyllningsmassa av sten. Att dammen var kortlivad berodde inte på murarna utan på en feldimensionering. Det kunde man konstatera när man undersökt resterna. Dammen byggdes 3 000 år före Kristus och resterna finns fortfarande kvar.

I Indien finns rester av murade byggnadsverk vilkas ålder uppskattas till 5-6 000 år. I städerna Mohenjodaro och Harrapa hittade man bl a resterna av ett avloppssystem. Till systemet hörde också samlingsbrunnar av murverk. Murverken bestod av brända lertegel murade med kalkbruk. Det går att hämta exempel från vilken historisk epok som helst när det gäller murade konstruktioner som trots att de är gamla än idag närmast står intakta.

Murverk används i stor utsträckning även i dagens byggande med skiftande funktioner och av skiftande material. Vilken livslängd, den tekniska eller den estetiska, som blir styrande beror i första hand på murverkens funktion. För en skalmur t ex är det antagligen de estetiska kraven som är avgörande. Får man t ex kalkutfällningar eller annan missfärgning på ytan måste det åtgärdas. Vid svårare fall kan man t o m få byta ut hela skalmuren, även om den tekniskt sett skulle fungera. Livslängden kan bedömas olika för ett bärande murverk eller för en utfackningsvägg.

Givetvis måste den tekniska livslängden vara längst. Rasar en skalmur av tekniska orsaker kan den inte heller vara estetiskt tilltalande.

En detaljerad kännedom av användningsmiljön är, som tidigare påpekades, mycket viktig när det gäller livslängdsbedömningar hos murverk.

Murverkets inre (mikro-)miljö utgörs av de olika komponenter som ingår i murverket. Murstenen är omgiven av åtminstone 3-4 sidor av murbruk; murbruket avgränsas av murstenen. Hos putsade murverk är putsen också en miljöfaktor för stenen, etc. Oftast räcker det inte med att man har kännedom om de ingående materialens egenskaper för sig själva. Man måste veta hur dessa olika material med olika egenskaper, (el härdighet), fungerar tillsammans i den yttre (makro-)miljön.

Jag vill i samband med detta nämna ett exempel med lättbetong. Det gäller så kallad blå, skifferbaserad lättbetong, som inte tillverkas längre. Stenen hade bra egenskaper som försäkrade bra härdighet, även om den var utsatt för hårda klimatpåfrestningar. Stenen murades ofta med ett slags tunnfogbruk som också var testat och godkänt. Murverk med denna sten och med detta bruk fungerade tillfredsställande om det yttre klimatet var relativt torrt. Om murverket däremot utsattes för fukt - som särskilt ofta förekom hos t ex grundmurar - blev det inom kort totalförstört. Den blå lättbetongen innehåller nämligen sulfater vilka genom fukt urlakades och koncentrerades i murbruket som inte var sulfatresistent. Bruket svällde och förvandlades till en smet utan hållfasthet. Murverk av denna typ blev i fuktig miljö oanvändbara efter en mycket kort tid. Alla de ingående materialen hade till synes goda egenskaper. Stenen fungerade bra med andra sulfatbeständiga bruk. Bruket fyllde sin funktion utan problem tillsammans med t ex vid lättbetong; men tillsammans med blå lättbetong var det helt olämpligt i en fuktig miljö.

Ett annat exempel: Ett putsat murverks frostbeständighet kan mer eller mindre bero på fuktfördelningen i väggens yttre skikt. Man kan ha ingående kunskaper, såväl om putsens som om väggmaterialets egenskaper, men beroende på materialkombinationen kan man ändå få helt olika resultat. Kenneth Sandin jämför i sitt arbete: "Putsens inverkan på fasadens fuktbalans", en tegel- och en lättbetongmur. Båda materialen, tegel och lättbetong, har i stort sett samma kapillärsugning. Om man däremot sätter puts på dessa material reduceras vattenuppsugningen mycket kraftigt hos tegel men betydligt mindre hos lättbetong. Orsaken är att tegel är ett grovporigt material med låg sugkraft samtidigt som putsen är ett finporigt material som dels har högre sugkraft, dels relativt stort flödesmotstånd. Som följd härav reduceras vattenupptagningen kraftigt. Lättbetongen däremot är ett finporigt material med stor sugkraft, vilket medför att vattenupptagningen reduceras mindre.

Vad jag vill understryka med dessa exempel är hur viktigt det är att man kan beskriva den fullständiga miljön för alla komponenter.

Även den yttre (makro-)miljön måste beskrivas ingående. Som redan påpekades kan man ej exakt förutse hur de olika nedbrytningsfaktorernas variationer sker i tiden. Med hjälp av insamling och statistisk bearbetning av miljödata kan vissa typer av t ex väderlek förutsägas. Givetvis kan oväntade extrema väderlekstyper inträffa. En sådan väderlekstyp inträffade vintern 1980.

Den mest påfrestande klimattypen när det gäller fasader är stora nederbördsmängder vid plusgrader som följs av snabba nedkylningar till köldgrader. Vintern 1980 hade man i Göteborgstrakten under oktober-december månad 34 passager mellan plus- och minusgrader, som i de flesta fall hade föregåtts av kraftiga nederbörder. Fasadmaterial som hade fuktats av regn, i de flesta fall slagregn, blev nedfrysta i ytskiktet flera gånger utan att materialet hade någon chans att torka ut. Värme och regn, därefter kalla perioder som följde tätt efter varandra "pumpade" liksom in fukten i fasadmaterialet. Fukthalten i materialets ytskikt blev så hög att det vid köldgrader inträffade frostsador.

I Boråstrakten förekom under vintern 1980 t ex ett ovanligt stort antal frostsador, inte bara på lättbetongfasader med relativt låga volymvikter, utan även på tegelfasader. I de flesta fall var teglet sådant som hade deklarerats som frostresistent och hade stått oskadat under åtskilliga år.

Vid livslängdsbedömningar kan det vara viktigt att veta hur ofta en liknande extrem väderleksperiod kan förekomma. Är det sällan, kanske bara vart femtonde år, bör man inte ta hänsyn till det. Men om det förekommer oftare så är det nödvändigt att man räknar med det. Hur långa perioder mellan de extrema belastningarna man kan acceptera utan att ta hänsyn till det, bör avgöras ekonomiskt. Tätheten mellan de extrema väderleksförhållandena kan uppskattas statistiskt.

Det finns en annan typ av miljöförändringar som är mycket svårare att uppskatta i förväg. Jag tänker på de långsiktiga förändringarna av miljön. T ex nedsmutsning av luft och nederbörd. Det är allmänt känt att konstverk eller murar av vissa stenmaterial som stått oskadda i flera hundra år inte sällan plötsligt blivit an-gripna och förstörda i dagens industrimiljö.

För att sammanfattningsvis kunna bedöma ett murverks beständighet eller enklare uttryckt; kunna uppskatta dess livslängd behövs omfattande kunskaper om ett stort antal parametrar.

Kunskaperna kan hämtas från laboratorieprovningar, praktiska försök och från verkligheten genom insamlingar av erfarenhetsdata.

Materialets grundläggande fysikaliska och kemiska data kan i de flesta fall bestämmas i laboratorier. Miljödata kan samlas in under längre perioder och utvärderas genom statistisk bearbetning.

Känner man till materialegenskaper och miljöfaktorer kan eventuellt accelererade åldringsprovningar utföras vilka ger en bra komplettering.

Det är två saker som jag vill rikta uppmärksamheten på. Det ena är att finna samband mellan laboratorieprovningar och verkligheten. I dagens praktik är fallet inte alltid så. Ofta undersöks materialegenskaper i laboratorier utan att man följer upp vad dessa betyder under praktisk användning. Sambandet mellan de bestämda materialegenskaperna och materialets långtidsuppförande är inte alltid klart. Praktiska erfarenheter hur olika murverk uppför sig på fältet i olika miljöer bör samlas in och jämföras med laboratorieprovningarnas resultat.

Det andra som är betydelsefullt är att det inte är tillräckligt att utföra provningar på enstaka komponenter. Kombinationer motsvarande verkligheten måste testas tillsammans.

4. HUR STÄLLER MAN KRAV PÅ BESTÄNDIGHET?

Svenska byggnormer är ganska konkreta när det gäller statisk belastning eller bärförmåga. Man ställer krav på vissa materialegenskaper.

För murverk står det t ex under allmänna krav: "Ett murverk skall anordnas så att det får erforderlig bärförmåga med hänsyn till vertikala och horisontella laster samt med hänsyn till avsedd funktion erforderlig täthet och sprickfrihet".

Det står också:

"Materialet till ett murverk som påverkas av utomhusklimatet skall vara motståndskraftigt mot frost".

Givetvis finns det samband mellan dessa krav och beständigheten. Fyller man kraven enl SBN påverkas också beständigheten. Något konkret krav på beständighet nämns dock först i SBN80 under "Allmänna bestämmelser för bärande konstruktioner". Där står nämligen under 21:4: "Byggnadsdelar, produkter och material i bärande konstruktioner skall vara **beständiga eller skyddas och underhållas**, så att kraven om säkerhet mot brott och om nedböjningar, sprickor m m uppfylls under byggnadens användningstid vid förväntade miljöpåverkningar".

Beständighet nämndes även i tidigare bestämmelser t ex i SBN75, men formuleringen där var inte lika tydlig. (SBN75 22:1 "Allmänna

krav på Byggnadskonstruktioner).

Tiden då byggnadsdelen exponeras anges i allmänhet till 50 år om inte särskilda omständigheter motiverar annat.

De citerade bestämmelserna gäller för bärande konstruktioner. För t ex en skalmur finns ej några beständighetskrav. Enl SBN80 finns följande krav för skalmur:

Den skall dimensioneras för egen tyngd och vindlast och så skall kramlorna som förankrar muren dimensioneras för temperaturrelater och vindlast.

Jag vill ställa frågan: Finns det någon anledning att ställa flera mer detaljerade beständighetskrav inte bara för bärande, utan även för andra t ex självbärande - eller utfackningsverk etc.

Om svaret är ja; vilket krav kan ställas då? Hur kan man beskriva nedbrytningsfaktorer? Kan man ställa kvantitativa krav eller måste vi nöja oss med kvalitativa? Går det överhuvudtaget att vara lika konkret som för lastantagande eller för bestämning av bärförmågan? Jag tror att vi har klara forskningsbehov i området. Innan man på bestämmelseväg kan ställa krav på beständigheten måste man öka kunskapsnivån om hur materialegenskaper och nedbrytningsfaktorer förändrar sig i en konstruktion under dess livslängd.

5. ÄR MURVERK BESTÄNDIGA?

Efter att ha försökt förklara begreppsapparaten och tagit upp några praktiska exempel återstår "bara" (!) att besvara frågan.

Tyvärr kan svaret på frågan i den här formen fortfarande inte bli entydigt. Frågan måste preciseras.

1. - Vilken funktion har murverket i frågan? Är den bärande, en utfackningsvägg eller en skalmur etc?
2. - Vilka material ingår i muren? Tegel, natursten, lättbetong, kalksandsten etc? Finns ytskydd, (regnkappa), på muren? Är den putsad? Är de ingående materialens åldringsegenskaper kända?
3. - Vad är det för miljö som muren skall stå i och hur länge? Vilka nedbrytningsfaktorer kan belasta väggen? Deras tidsförlopp.

Svaren på frågan kan ges i relation till något annat fasadmateriäl. Jag menar att om det t ex vore så att fasader med träskivor skulle hålla under hundra år, skulle man kunna säga att t ex fasadtegel jämfört med träskivor inte är beständiga.

Bygghörsningsinstitutet har gjort en undersökning om extraordnärt underhåll i bostadsbeståndet. Där jämförs bl a olika fasadmateriäl.

Av ett slumpmässigt urval omfattande 716 hus, från populationen bostadshus med byggnadsår 1955-79, har 661 undersökts. I undersökningen ingick även olika fasadmateriäl. Fördelningen mellan de olika fasadmateriälerna redovisas i fig 3. Staplarna visar att såväl murverk, (putsade), som tegel förekommer i stor andel.

Utredningen visar (se figur 4), att behovet av investeringsmedel för extraordnärt underhåll för väggar är jämförelsevis ganska stora vid de undersökta småhusen och flerbostadshusen.

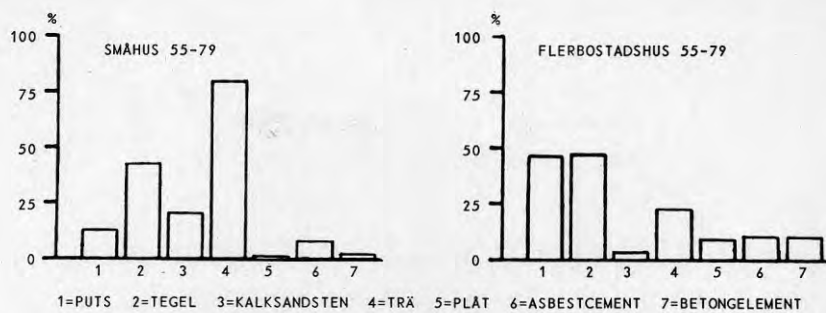


Fig 3

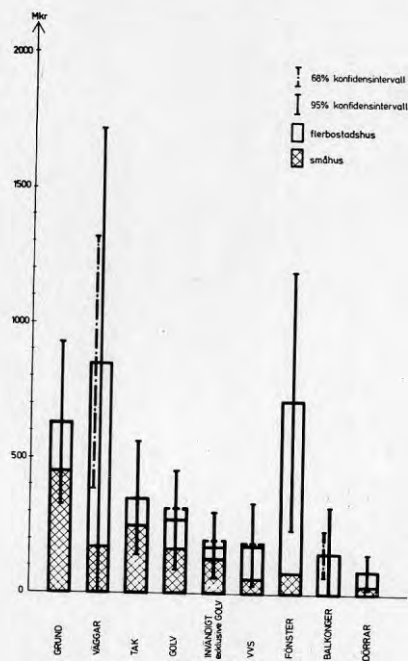


Fig 4

Enligt undersökningen observerades följande skador.

Putsade ytterväggar

Putsskadorna består framför allt av lossnad puts eller bom och konstruktionssprickor. Frostsador, sättningssprickor och putsningsprickor förekommer också. Det är huvudsakligen flerbostadshus som drabbats. Ca 15 % av de putsade flerbostadshusen har åtgärdats 1979-81 och 20 % behöver åtgärdas.

Oputsade murverk

Skadetyperna är konstruktionssprickor, frostsador, sättningssprickor och i mindre omfattning förekommer vattenläckage och ras av skalmur. Murverksfasaderna har låg procentuell andel skador.

Några fler svar på den ställda frågan kan jag för tillfället inte ge.

FROSTBESTÄNDIGHET AV PUTSADE SKALMURAR

Reijo Ylä-Mattila

Sammanfattning

Ändringar i byggnadssätt, bl.a. ökad värmeisolering och höga fasader utan takrännor ställer större fordringar på väderbeständighet än tidigare, och den traditionella kalkcementputsens funktion kan i svåra väderleksförhållanden vara otillförlitlig. I en forskning som utförts vid statens tekniska forskningscentral visade det sig att kalkcementputsens frostbeständighet var otillförlitlig, men med poröst cementbruk fick man goda resultat. Användning av poröst cementbruk som putsbruk är dock en ny tillämpning av denna bruktyp och sålunda bör dess beteende säkras med provningar i praktiken.

Innehåll

Sammanfattning

1. Påfrestningar förosakade av frost
2. Provning av putsens frostbeständighet
3. Putsmaterialens kombinerbarhet
- 3.1 Putsens fria krympning vid torkning
- 3.2 Materialens formförändringar vid frysning
4. Slutsatser

1 PÅFRESTNINGAR FÖROSAKADE AV FROST

Frostskadorna förosakas vanligtvis av samverkan mellan tre klimatologiska faktorer: regn som fyller materialets porer, ofta förekommande temperaturförändringar på båda sidorna av fryspunkten, och minimitemperatur. Under slagregn blir de höga väggarnas övre delar fuktigast och sålunda är de även känsligare för påfrestningar förosakade av frost. Putsen skadas i allmänhet först i slutputsen och om mycket vatten tränger in i väggen, t.ex. på skadade ställen i hängrännor eller stuprör, lossnar putsen helt.

I en väl värmeisolerad skalmur är väderlekspåfrestningarna på putsen större än i gamla massiva väggar. På grund av god värmeisolering är värmemängden som passerar genom väggen inom en viss tid mindre, varför skalmurens temperatur är lägre och känsligare för variationer i uteluftens temperatur. Mindre värmemängd och lägre temperatur förosakar även långsammare torkning efter fuktningen. På grund av slagregn och övriga fuktkällor blir vattenhalten lättare kritisk med avseende på frysning än i en massiv vägg. Fuktningen som förosakas av slagregn förstärks ytterligare av det moderna byggsättet som inte använder takrännor. Slagregnen är kraftigast på hösten. Eftersom vattnet i en massiv vägg fryser först då uteluftens temperatur sjunker tillräckligt lågt, kan väggen torka litet då regnet redan kommer som snö och inte mera väter väggen.

2 PROVNING AV PUTSENS FROSTBESTÄNDIGHET

Vid frostbeständighetsprovningarna undersöktes de i Finland vanligen använda kalkcementputserna. Till provningarna deltog även treskiktsputs som tillverkats av poröst cementbruk. Först använde man som provstycke murstenar på vilkas löpyta man putsade treskiktsputsen. Provstyckena förvarades 3 månader i konditionerat rum (+20°C 70 % RH). Provstyckena nedfrysades och upptinades sedan 25 gånger enligt SFS 2803. Efter frostprovningen inspekterades skadorna visuellt.

En del av kalkcementputserna blev skadade och skadorna förekom i allmänhet i kalkcementbruket KS 50/50. Även putsbruk med större kalkhalt provades och som ett av slutputsen användes rent kalkbruk. Dessa bruk söndersmulades eller lossnade i hela skikt. Porösa kalkcementputser behöll sig utan skador frostbeständighetsprovningen. Av de putser som förblivit hela i frostbeständighetsprovningen tillverkades stora provstycken för frostprovningarna.

De stora provstyckena var ca 0,5 m² stora. Vid tre månaders ålder nedfrysades och upptinades provväggarna 25 gånger. Väggarna vättes alltid före nedfrysningen och under nedfrysningen sjönk temperaturen till -20°C.

Tabell 2.1 Treskiktsputsens sammanfattning

Grovgrundning	Grovputs	Slutputs	Obs
KC 20/80/450	KC 35/65/500	KC 50/50/600	
KC 20/80/450	KC 35/65/500	KC 50/50/600	porös
KC 20/80/450	KC 50/50/600	KC 50/50/600	porös
C 100/300	C 100/600	C 100/600	porös

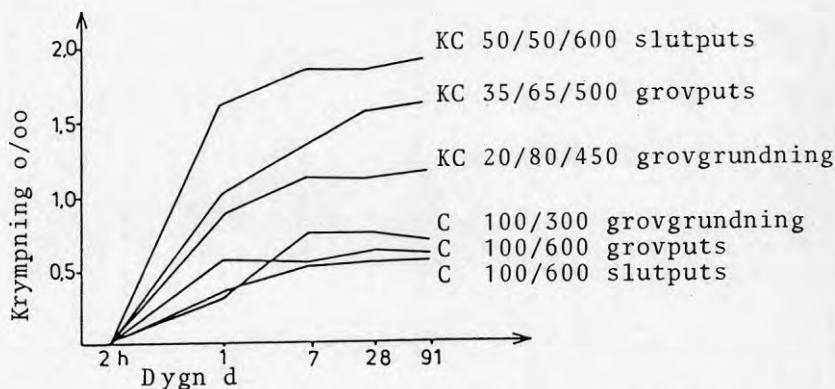
Alla kalkcementputserna blev skadade. Skadorna uppstod så att slutputsen KS 50/50 lossnade delvis och sprack. Även i grovputsen KS 50/50 kunde man märka lindrig söndermuling på ytan där putsbruket skadats. De porösa cementbruken bestod utan skador under frostprovnigen.

3 PUTSMATERIALENS KOMBINERBARHET

3.1 Brukens fria krympning vid torkning

Färskt bruk krymper avsevärt då vattnet sugs i underlaget och krympningen är desto större ju större brukets vattenhalt är. Grovgrundningen är lättflytande och putsbruket mycket trögflytande. Därför var dessa bruks krympningar i början mycket stora, till och med över 10 o/oo. Stor krympning leder lätt till sprickning. Vid glättring stängs dock sprickorna. Sprickorna som uppstår efter förstynning och glättring förblir däremot synliga. Krympning förosakar inte heller störande spänningar i bruket, eftersom bindemedlet ännu inte har hårdnat.

De porösa kalkcementbrukens krympningar vid torkning varierade beroende på proportioneringen från 1 till 2 o/oo. Krympningen var desto större ju större kalkhalten i bindemedlet var. I porösa cementbruk varierade krympningarna vid torkning från 0,5 till 0,7 o/oo varför deras krympningar vid torkning var mindre än kalkcementbrukens (figur 3.1).

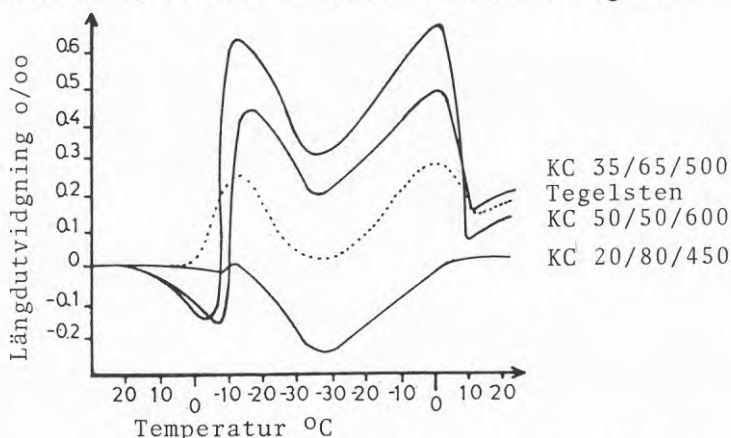


Figur 3.1 Brukens fria krympning vid torkning

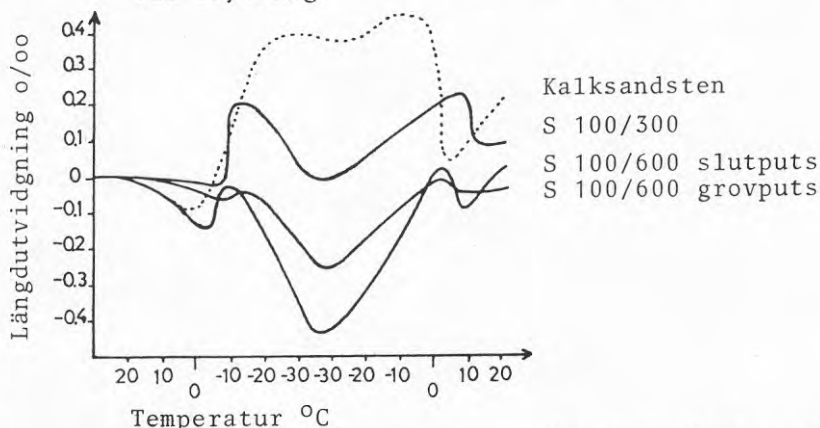
I putsen är dock bruket fast vid underlagt vilket delvis hindrar krympning. Spänningar uppstår i bruket då det hårdnande bruket krymper. Om spänningarna överskrider brukets draghållfasthet spricker bruket. Dessutom kan de vid gränsfall lossna från varandra eller från underlaget om vidhäftningen är dålig. Man kan därför genom att vata underlaget och med hårdning fördröja torkning och begränsa sprickbildning.

3.2 Materialens formförändringar vid frysning

De hårdnade brukens och murstenars fria längdutvidgning uppmättes vid +20 - -30°C då materialen var våta. När temperaturen sjönk till 0°C krympte materialen i allmänhet. Frysning av vattnet i porerna efter ca -4°C förorsakade svällning. När vattnet frös och temperaturen sjönk vidare till -30°C krympte materialen. När temperaturen började stiga svällde materialet först, och svällningen var litet större än under nedfrysningen. När porvattnet började smälta, krympte materialen. Ju mera vatten som kan frysa finns i porerna och ju sprödare materialet är desto större blir formförändringarna.



Figur 3.2 Porösa kalkcementbruks längdutvidgning vid frysning



Figur 3.3 Porösa cementbruks längdutvidgning vid frysning.

I porös kalkcementputs var den största skillnaden mellan grovgrundningen och grovputsen. Skillnaderna mellan grovputsen och slutputsen var däremot små (figur 3.2). Vid frostprovningen skadades eller lossnade dock ytskiktet, fastän lossnandet på basen av formförändringsegenskaperna kunde även ha skett mellan grovputsen och grovgrundningen. Detta kan delvis ha påverkats av grovputsens större hållfasthet, vidhäftning och frostbeständighet.

Skillnaderna mellan porösa cementbruk var totalt något mindre än hos kalkcementbruk. I grovgrundningen förorsakade nedfrysningen svällning, men i grovputsen och putsbruket var svällning förorsakad av frysning så liten att putserna praktiskt taget var krympta inom hela temperaturmellanrummet (figur 3.3).

Tegelstenens formförändring följer ganska noga formförändringarna i porösa cementputsers grovgrundning. Kalksandstenens formförändring var större än tegelstenens.

4 SLUTSATSER

Genom att beakta skalmurens byggnadsfysikalisk funktion och variationerna i uteluftens temperatur under frostsäsongen är det uppenbart att frostprovningens 25 cykler inte ger en tillräcklig bild av putsens frostbeständighet. Skillnaderna mellan putserna hållfastheter var dock tydliga. Alla kalkcementputserna blev skadade och skadorna uppstod i kalkcementbruket KS 50/50 eller i bruk vars kalkhalt var större. Endast de provstycken som tillverkats av poröst cementbruk bestod utan skador. Resultaten hänvisade tydligt till de porösa cementbrukens lämplighet som puts i skalmur. Dessutom verkade dessa bruks kombinerbarhet vara lämplig på basen av mätningarna av fri krympning vid torkning och av formförändring vid frysning.

Poröst cementbruk är en ny produkt och dess lämplighet borde säkras i praktiken, bl.a. därför att på grund av provningsmetoden kunde man inte utreda hur vattnet som på grund av diffusionen passerar väggen inverkar på putsens hållbarhet. Osäkerhet förorsakas även det att mycket poröst cementbruk har dålig vidhäftningsförmåga om underlagets sugning drar vattnet bort från bruket för snabbt. Det finns dock goda förutsättningar för produktutvecklingen att skapa ett poröst och väl vidhäftande bruk, bl.a. genom att optimera lufthalten, luftporfördelningen och proportioneringen i de olika putsskikten.

KORROSIONSFRÅGOR I SAMBAND MED MURVERK

Civilingenjör Sven-Olof Björk och tekn dr Arne Cajdert

Sammanfattning

Rapporten beskriver olika former av korrosion vid infästningar och armering av murverk. Vidare redovisas indelning i miljöklasser och klimatklasser enligt olika normer. Till sist anges förslag till regler för bedömning av korrosionsmiljö i konstruktioner samt godtagna korrosionsskydd vid fasadinfästning, och för minsta täcksikt i armerat murverk.

Innehåll

Sammanfattning

1. Kraven på beständighet
2. Korrosionens uppkomst
 - 2.1 Atmosfärisk korrosion
 - 2.2 Korrosion på en inbyggd konstruktion
 - 2.3 Kontaktkorrosion
3. Miljöklasser
4. Infästning av skalmurar och fasadbeklädnader
 - 4.1 Godtagbart korrosionsskydd i olika miljöklasser
 - 4.2 Bedömning av korrosionsmiljö i aktuell konstruktion
5. Armerat murverk
 - 5.1 Bakgrund
 - 5.2 Förslag till godtagna minsta täcksikt i horisontalled
 - 5.3 Orsaker till armeringskorrosion
6. Referenser

1. Kraven på beständighet

Material i bärande konstruktioner skall enligt bestämmelserna vara beständiga eller skyddas och underhållas så att säkerhetskraven uppfylls under byggnadens användningstid. Dessa krav gör att man alltid måste beakta eventuella korrosionsproblem.

För murverk måste miljöns inverkan på såväl bruk, mursten, armering som infästningar beaktas. I det följande kommer i första hand korrosionsfrågor i anslutning till armerat murverk och förankring av skalmurar att närmare behandlas.

Det moderna byggandet kännetecknas av ökad användning av speciella bär- och fästelement. I murverk har t ex valvslagning ersatts med armerat murverk, tvärförband av mursten i skalmurar med kramlor av metall etc. De speciella bär- och fästelementen är oftast dolda. Det gör att upptäckten av begynnande korrosion fördröjs. Konsekvenserna av korrosionen kan därför bli allvarligare än vid en tidig upptäckt. Det är därför viktigt att ägna säkerhetsfrågorna i samband med korrosion en ökad uppmärksamhet.

Flera skadefall på senare tid, såväl i Sverige som i utlandet, har visat att den praxis som tillämpats inte varit tillfredsställande. I anslutning till arbetet med en ny murverksnorm anpassad till de nya säkerhetsnormerna och till ett arbete med godkännanderegler för infästningar har det varit aktuellt att ompröva de regler, som gällt i Sverige för infästningar och armering i murverk med hänsyn till risken för korrosion.

2. Korrosionens uppkomst

Korrosionen kan i princip uppträda på tre sätt:

2.1 Atmosfärisk korrosion

I vilken utsträckning en byggnad är utsatt för korrosion beror till stor del på hur förorenad den omgivande atmosfären är. Aggressiva komponenter i fuktig atmosfär medför den kraftigaste korrosionspåverkan. Dessa komponenter är primärt svavel från brinnande kol, olja och gas samt klor.

Man brukar skilja mellan korrosionsmiljöer sådana som

- lantluft med litet antal korrosiva substanser
- stadsluft med högt SO₂-innehåll
- industriatmosfär med extremt högt SO₂-innehåll
- kustatmosfär med hög halt av kloridjoner

Var kan korrosion uppträda? Det är ofta ett mycket komplext fenomen. Det är delvis inte möjligt att förutsäga hur korrosiv luften på en viss plats kommer att bli, särskilt inte i ett längre perspektiv. Speciellt värmeverk och industrier kan förändra förhållandena på ett mycket märkbart sätt. Man måste därför vid bedömningar räkna med en säkerhetsfaktor, som skall beakta inte förutsebar korrosion.

2.2 Korrosion på en inbyggd konstruktion

Förutom de faktorer, som härrör sig från den yttre atmosfären, kan problematiska förhållanden i en byggnadskonstruktion förorsaka kondensation. Som exempel kan nämnas kondensation i spalter vid dåligt ventilerade skalmurar, vid kaviteter i isoleringen och på undersidan av tak.

Under svåra förhållanden kan sådan kondensation bli mycket korrosiv genom att den drar till sig aggressiva komponenter från omgivande isolering, impregnering, byggnadsmaterial etc. Denna korrosion är förutsebar och kräver speciell bedömning när man skall välja lämpligt material för tex infästningar.

2.3 Kontaktkorrosion

Förutom ovannämnda korrosion, som uppträder till följd av externa influenser, kan s.k. lokala celler förorsakade av infästningarna själva uppstå.

3. Miljöklasser

Miljöns olika inverkan på korrosionen har i stålbyggnadsbestämmelserna (rostskyddsnorm StBK-N2, utgåva 2) medfört en uppdelning i miljöklasser på följande sätt:

Miljöklass	Aggressivitet	Miljöexempel
M0	Ingen	Inomhus i torr luft, t ex i uppvärmd lokal
M1	Obetydlig	Inomhus i luft med växlande temperatur och fuktighet samt obetydliga halter luftföroreningar, t ex i ej uppvärmd lokal
M2	Måttlig	Inomhus vid måttlig fuktpåverkan och måttliga halter luftföroreningar Utomhus i inlandet i luft med låga halter luftföroreningar, t ex i område utan större tätort
M3	Stor	Utomhus i luft med förhöjda halter aggressiva luftföroreningar, t ex i större tätort eller industriområde Över hav eller i närheten av kust dock inte i zon med saltvattenstänk
M4A	Mycket stor	Inomhus vid ständigt mycket hög luftfuktighet eller ständig kondens. I salt- eller sötvatten eller i jord
M4B	Mycket stor	Inomhus och utomhus i industriområde med höga halter aggressiva luftföroreningar, t ex vissa kemiska industrier som cellulosaindustrier, raffinaderier eller konstgödselabriker

I betongbestämmelserna (BBK 79 Band 2) definieras följande miljöklasser med hänsyn till armeringskorrosion:

- *Mycket armeringsaggressiv miljö*: konstruktionsdelar i kontakt med salt eller bräckt vatten.
- *Måttligt armeringsaggressiv miljö*: konstruktionsdelar i sötvatten eller inomhus vid hög relativ luftfuktighet; oskyddade ytor utomhus som lutar mer än 30° såsom oisolerade tak, pelare och väggar; oisolerade och dränerade källarmurar, kulvertar och liknande under tänkbar tillfällig grundvattenyta.
- *Obetydligt armeringsaggressiv miljö*: konstruktionsdelar inomhus i bostadshus, kontor och andra byggnader med hög luftfuktighet endast kort tid per år.

I bestämmelserna för träkonstruktioner (SBN 1980 i kapitel 27) görs en indelning i klimatklasser på detta sätt:

Klimatets inverkan på träkonstruktioner godtas beaktad genom att konstruktionerna hänförs till klimatklasser enligt följande. För de olika klimatklasserna gäller i allmänhet olika krav med avseende på beständighet samt olika värden på tillåtna påkänningar m.m. Där inte annat anges inkluderas klimatklass 0 i klimatklass 1.

Till *klimatklass 0* hänförs följande konstruktioner:

- konstruktioner inomhus i varaktigt uppvärmda byggnader utan luftfuktning.

Till *klimatklass 1* hänförs följande konstruktioner:

- vindsbjälklag och takstolar i kalla men ventilerade vindsutrymmen över varaktigt uppvärmda lokaler
- ytterväggar i varaktigt uppvärmda byggnader skyddade av ventilerad, tät beklädnad.

Till *klimatklass 2* hänförs följande konstruktioner:

- konstruktioner i icke varaktigt uppvärmda men ventilerade byggnader eller lokaler med icke fuktalstrande verksamhet eller lagring, t.ex. fritidshus, kallgarage, kallförråd, ekonomibygnader och kryputrymmen
- yttertakpaneler
- byggnadsställningar, gjutformar och liknande provisoriska konstruktioner.

Till *klimatklass 3* hänförs följande konstruktioner:

- för våta oskyddade konstruktioner, förutom byggnadsställningar, gjutformar och liknande provisoriska konstruktioner (jfr klimatklass 2)
- konstruktioner i direkt kontakt med mark.

4. Infästning av skalmurar och fasadbeklädnader

4.1 Godtagbart korrosionsskydd i olika miljöklasser

Vid infästning med stålexpander (i stomme av betong eller murverk) gäller enligt SBN Godkännanderegler 1977:1 "Expanderande fästdon" följande:

Tabell 2. Exempel på godtagbart korrosionsskydd för fästdon

Miljöklass enligt StBK-N4	Säkerhetsklass 1 "Mindre allvarlig"	Säkerhetsklass 2 "Allvarlig"
M 0	—	—
M 1	Fe/Zn 12	Fe/Zn 25
M 2	Fe/Zn 25	Fe/Zn 45
M 3	Fe/Zn 45 ^{a)}	Syrafast ^{b)}
M 4	Syrafast	Syrafast

a) Ej lämpligt för svår industriatmosfär.

b) Med syrafast kvalitet avses skruv av stål inom grupp A4 enligt standard ISO/DIS 3506.2 för normering av rostfria stål för skruv- och mutter tillverkning.

Angivet korrosionsskydd avser förzinkning med utförande och kontroll enligt svensk standard SMS 3191 och SMS 1709 "Elektrolytisk zinkbeläggning på gängade ståldetaljer" respektive SMS 3192 "Varmförzinkning av utvändigt gängade ståldetaljer".

Vid infästning i trästomme ges SBN 1980 avsnitt 27:12 följande exempel på godtagbart korrosionsskydd:

I tabell 27:12 b redovisas exempel på godtaget minimiskydd för spik, skruv och andra förbindare av stål i klimatklasserna 0—3 och i kemiskt rötskyddade träkonstruktioner.

Tabell 27:12 b. Exempel på godtaget minimiskydd för spik, skruv och andra förbindare av stål.

Klimatklass	Spik	Skruv	Andra förbindare av stål	
			Godstjocklek ≤ 5 mm	Godstjocklek > 5 mm
0	Obehandlad	Obehandlad	Obehandlad	Obehandlad
1 och 2	Obehandlad	Obehandlad	Zn 25 ^{a)}	Zn 25 ^{a)}
3 och i kemiskt rötskyddat virke	Zn 50 ^{b)}	Fe/Zn 45 ^{c)}	Zn 50 ^{b)}	Zn 70 ^{d)}

^{a)} Förzinkning med zinksikt på minst 25 µm, svarande mot klass G 90 enligt ASTM A525-71.

^{b)} Varmförzinkning klass D enligt SMS 2950.

^{c)} Varmförzinkning klass 4 enligt SMS 3192.

^{d)} Varmförzinkning klass A enligt SMS 2950.

Vid infästning av skalmurar med murkramlor o d gäller följande text i SBN 1980, avsnitt 24:54,:

Med hänsyn till korrosion godtas som material till kramlor SIS stål 2340 och 2343. För skalmurar med höjd över marken mindre än 6 m godtas även SIS stål 1300 med förzinkning minst 50 μm . Exempel på godtagna kramlor återfinns i SIS 35 01 05.

4.2 Bedömning av korrosionsskydd i aktuell konstruktion

Miljön kring en infästningsdetalj innanför skalmuren eller fasadbeklädnaden kan vara gynnsammare än utanför, beroende på graden av ventilation och fuktpåverkan. I anslutning till planverkets arbete med godkännanderegler för murkramlor och andra infästningar föreslås följande exempel på godtagbart korrosionsskydd för ett par huvudtyper av fasadsystem.

Exempel på godtagbart korrosionsskydd vid fasadinfästning

①	②	Fasadhöjd		Miljö-respektive klimatklass
		$\leq 6 \text{ m}$	$> 6 \text{ m}$	
	1	Fe/Zn 25	Fe/Zn 45	M2 (1--2)
	2	Zn 50	Syrafast ^{x)}	
	1	Fe/Zn 45	Syrafast ^{x)}	M3 (3)
	2	Zn 50	Syrafast ^{x)}	

Fasadhöjd $\leq 6 \text{ m}$ = säkerhetsklass 1
 $> 6 \text{ m}$ = säkerhetsklass 2

x) stål 2340 eller 2343

Angivna miljöklasser är en bedömning av den ogynnsammaste "inre" miljön, d v s den som råder inne i konstruktionen, kring den aktuella konstruktionsdetaljen.

Med ventilerad luftspalt bakom fasadbeklädnaden (skalmur eller dylikt) kan fuktmiljön innanför isoleringen antas vara relativt gynnsam. Risken för galvanisk korrosion mellan t ex förzinkat fästdon och syrafast kramla kan då bedömas vara liten. För effektiv ventilation krävs minst 40 mm spaltbredd.

För fästdonet godtas korrosionsskydd motsvarande miljöklass M2 respektive klimatklass 1-2, vid en yttre miljö av högst M3.

Utan luftspalt bakom fasadbeklädnaden, t ex vid olika typer av tilläggsisoleringsystem med puts direkt på värmeisolering, kan ett sämre fuktklimat befaras innanför isoleringen. Kombination av olika material för infästningen bör då undvikas. Fästdonet godtas med korrosionsskydd enligt miljöklass M3 respektive klimatklass 3.

I svår industriatmosfär (miljöklass M4) godtas endast syrafasta infästningar.

Ovan angivna regler kan modifieras efter särskild utredning av fuktmiljön i aktuell konstruktion.

5. Armerat murverk

5.1 Bakgrund

Nyare undersökningar /1-4/ och inträffade skadefall har gett anledning till en omprövning av hittills gällande krav på korrosionsskydd för armering i murverk. Enligt SBN 1980 avsnitt 24:33 godtas ett utvändigt täckande murbruksskikt av 30 mm som korrosionsskydd för vanligt armeringsstål. Vid pågående arbete med revidering av murverksnormen avses att införa en indelning av murverk i miljöklasser motsvarande de i BBK angivna, och skärpa kraven på armeringens korrosionsskydd.

I det följande redovisas aktuellt förslag till godtagna täckskikt vid olika miljöklasser och stålqualiteter. Vidare görs en genomgång av korrosionsproblematiken och olika sätt att skydda armeringen mot angrepp.

5.2 Förslag till godtagna minsta täckskikt i horisontalled

Miljöklass	Täckskikt, mm				
		ob	fz	sf	
1	Obetydligt armeringsaggressiv miljö	15	15	10	ob = obehandlat stål kval Ks 40
2	Måttligt armeringsaggressiv miljö	50	30	15	fz = förzinkat stål min Fe/Zn 45
3	Mycket armeringsaggressiv miljö	-	-	15	sf = rostfritt, syrafast stål kval 2340 eller 2343

a) Skalmurar: Murbruk kval A, minsta stenhållfasthet 35 MPa

Blockväggar ovan mark: Minst 15 mm cementbaserad puts

Exempel på miljöklasser för olika murverkskonstruktioner:

Miljöklass	Konstruktionstyp
1 (M0-M1)	Innerväggar; inre skal i dubbelmurar; blockväggs varma insida
2 (M2)	Fasader i relativt skyddat läge eller med min 15 mm puts; källarväggar
3 (M3-M4)	Fasader utsatta för slagregn ; ytter- och innerväggar i aggressiv industriatmosfär

a) ungefär motsvarande miljöklasser enligt Rostskyddsnorm (StBK-N4)

b) speciellt i Skåne och längs västkusten

5.3 Orsaker till armeringskorrosion. Möjliga motåtgärder

Normalt kolstål rostar i närvaro av fukt och syre, dvs i vanlig byggnadsmiljö. Rosten utgörs av oxider med en volym sju gånger den metall, som bildats av. Denna volymökning leder naturligt nog till rostsprängning och skador på omgivande material.

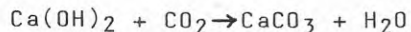
Armeringen måste på något sätt skyddas mot korrosionsangrepp. De tre förekommande metoderna är:

- 1) Inbäddning i en alkalisk matrix (betong eller bruk)

Om täckskiktet är tillräckligt stort, bildas i den alkaliska miljön en olöslig oxidfilm på stålytan, som förhindrar vidare reaktion. Med betong av god kvalitet är normal ca 15 mm täckskikt ett tillräckligt skydd. Murbruk, som för att vara arbetbart kräver ett mycket högre vattencementtal än betong och därmed blir porösare, fordrar upp till 50 a 100 mm täckskikt, beroende på täthet och arbetsutförande.

Den skyddande, alkaliska miljö som murbruket avses utgöra, försuras så småningom genom karbonatisering, vilken förr eller senare medför rostangrepp.

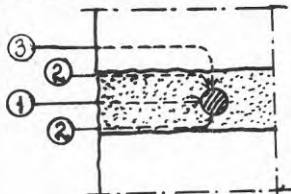
Karbonatisering är reaktionen mellan atmosfärisk koldioxid, i närvaro av fukt, och det alkaliska bruket eller betongen och kan kemiskt skrivas



Luftens kolsyra omvandlar sålunda kalciumhydroxiden till kalciumkarbonat. Under denna process faller brukets pH-värde från ca 12-13 (alkaliskt) till 7-8 (neutralt).

Karbonatiseringen går långsammare, ju fuktigare murverket är. När karbonatiseringsfronten väl nått fram till stålet, ökar dock korrosionshastigheten med ökad fukthalt.

CO₂-angreppet kan ske längs olika vägar:



- 1) direkt genom det täckande bruksskiktet
- 2) via mikrosprickor mellan bruk och sten och därifrån vertikalt till stålet
- 3) genom porösa murstenar

Karbonatiseringshastigheten beror bl a på täckskiktet, cementhalten och porositeten. Enligt Moore /4/ är normalt murbruk mestadels genomkarbonatiserat inom en 10-årsperiod.

Korrosionsskyddet ökas genom att använda täta och tillräckligt hållfasta murmaterial. Kropp och Hilsdorf /3/ rekommenderar min 40 mm täckskikt, cementbruk med proportionerna cement: sant 1;2.5 till 1:3 volymdelar, vattencementtal högst 0,75 samt minsta stenhållfasthet 28 MPa.

Kloridjoner från havsatmosfär, avisningssalt etc kan initiera korrosion även i okarbonatiserat bruk. Kloridhaltiga tillsatsmedel, t ex kalciumklorid, får därför inte förekomma i murbruk.

2) Rostskyddsbehandling

Genom förzinkning (galvanisering) kan armeringsstål korrosionsskyddas för en begränsad period. Engelska undersökningar /4/ har visat en zinkförlust i utvändigt exponerade bruksfogar motsvarande ca 2-5 µm per år. En varmförzinkning med 50 µm skulle alltså klara sig ca 10-25 år, beroende på miljön.

Epoxibehandlad bistålsarmering för murverk har typgodkänts (nr 2461/82). Täcksiktsskravet har därvid satts till 15 mm.

3) Rostfri, syrafast armering

De austenitiska syrafasta stålen SIS 2340 och SIS 2343 är mycket beständiga. Till skillnad från ytbehandlade stål kan syrafast armering klippas och bockas utan risk för skador på rostskyddet.

Austenitiskt stål 2333 däremot är känsligare för punktfrätning i t ex salthaltig atmosfär, emedan det saknar molybden. Stål 2333 godtas därför inte för inmurning eller ingjutning. För konstruktionsdelar, som är åtkomliga för inspektion, t ex i stålbalkonger, kan det däremot accepteras.

6. Referenser

- /1/ de Vekey, R C, 1982, Durability of Reinforced Masonry (Sixth International Brick Masonry Conference, Rome).
- /2/ Kropp, J, Hilsdorf, H K, 1979, Evaluation of Corrosion Resistance of Reinforcement Embedded in Masonry Joints (Fifth International Brick Masonry Conference Washington)
- /3/ Kropp, J, Hilsdorf, H K, 1982, Corrosion control in Reinforced Masonry (Sixth International Brick Masonry Conference, Rome).
- /4/ Moore, J F A, 1981, The performance of cavity wall ties. Building Research Establishment, Current Paper 3/81, Garston, Great Britain.

NYA PUTS- OCH MURBRUK FÖR REPARATION AV GAMLA
NATURSTENS- OCH TEGELBYGGNADER

Thorborg Perander

Sammanfattning

Sanerings- och reparationsbruk bör klara av mycket större påfrestningar än bruk för nya murkonstruktioner. Med hjälp av undersökningar gällande olika kalktyper, hydrauliska bindemedel, kalksläckningsmetoder, speciella tillsatsmedel och arbetsteknik, har några puts- och mursaneringsbruk utvecklats. I rapporten behandlas några av brukens fysikaliska egenskaper, som grund för deras lämpbarhet som saneringsbruk. Några av bruken är även testade på ett par konkreta objekt på fältet.

Innehåll

Sammanfattning

1. Bakgrund
2. Några problem med restaureringsbruk
3. Kort projektpresentation
4. Laboratorieundersökningar
 - 4.1 Bindemedlet och släckningsprocessen
 - 4.2 Tillsatsmedel
 - 4.3 Brukens porositet och hållfasthet
 - 4.4 Brukens frostbeständighet
5. Diskussion

1. BAKGRUND

Intresset för att bevara de kulturhistoriska byggnaderna har kraftigt ökat efter 1960-talet. Materialen och metoderna vid restaureringsarbeten är nästan desamma som vid nybygge, men resultaten av dessa restaureringsarbeten har ofta varit otillfredsställande och t.o.m. lett till allvarliga skador.

Då cement som bindemedel delvis eller helt under 1900-talet ersatt kalken, har kalkbruken fått ge vika för hårdare cementbruk. Därför har även forskningen om kalk och kalkbruk under det senaste seklet varit minimal.

2. NÅGRA PROBLEM MED RESTAURERINGSBRUK

Restaureringsbruk bör fungera under mycket svåra förhållanden. Byggnadsdelar, vilka är kalla och utsatta för regn och frost, utgör de svåraste påfrestningar på brukens beständighet. Under dessa förhållanden skall både det färskta och det hårdnade bruket ha en god vidhäftning till naturstensytan, till tegel med ofta varierande porositet och till det gamla murbruket, vars yta kan vara hård eller söndervittrad.

Vid användning av alltför cementhaltiga restaureringsbruk, kan den totala fukthalten i muren bli högre än före restaureringsingreppet. Detta har i vissa fall lett till frostvittring i de gamla kalkbruken.

Krympning och sprickbildning kan förekomma, då intill ett kraftigt sugande kalkbruk används ett cementhaltigt repareringsbruk. Kalkbruket suger i sig bruksvattnet, cementbruket torkar ut för snabbt - det uppstår sprickor i bruket och vidhäftningen till det gamla bruket blir bristfällig. En effektiv vattning före och efter murning minskar riskerna till sprickbildning.

3. KORT PROJEKTPRESENTATION

För att få fram alternativa lösningar till de konventionella mur- och putsbruken, har ca. hundra olika kalk-, kalkcement-, bruk med kalk och flygaska och hydrauliska kalkbruk, alla med och utan tillsatsmedel utvecklats och testats i laboratoriet och på fältet. Projektet finansieras av Finlands Akademi, Oy Partek Ab och Oy Lohja Ab samt VTT. Andra medverkande är museiverket och byggnadsstyrelsen. Projektet startade 1981 och avslutas vid årskiftet 1984 - 85.

Bruksvattenhalten, lufthalten, täthet och utbredningsmått har testats på alla färskta bruk. De 90-dygns gamla bruksprismornas tryck- och böjdraghållfasthet, jämviktsfukthalt, täthet, vattenupptagning, skenbar porositet, vattensugningshastighet, samt några bruks längd- och fuktutvidgning uppmättes. Alla bruk har testats som putsbruk med en frosttest. De luftporbildande medlens inverkan på brukens porositet och brukens mikrostruktur i allmänhet har undersökts med mikroskopiska tunnslipsundersökningar /1/.

4. LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

4.1 Bindemedlet och släckningsprocessen

Kalkbruken är gjorda av olika kalksorter, med varierande kalksläckningsprocesser. Andra bindemedel, såsom hydrauliska kalker, berrmjöl och flygaska har undersökts som ersättare för portlandcementen.

Kalkbruk gjort på våt släckt kalk visade inte några större avvikelser från motsvarande med torrsläckt kalk. Ett kalkbruk, med självsläckt kalk (kalken övertäckt med sand; släckningen varade i 1 mån.), hade många egenskaper som var bättre än kalkbruk gjorda på torrsläckt byggkalk eller gravkalk. Bruket krympte ej, då det användes som putsbruk, det var lätt att bearbeta och vidhäftningen till ett vått svagtsugande underlag var lika bra som till ett torrt och sugande. Detta kalkbruk hade också en mycket bättre frostbeständighet än de andra kalkbruken, vilka efter några cykler i frosttesten vittrade helt.

4.2 Tillsatsmedel

En av de viktigaste egenskaperna, förutom vidhäftning och krympfrihet, är beständighet mot frostpåverkan. I laboratorieundersökningarna hade det framgått, att kalk- och kalkcementbruk med lägre cementhalt (KC 65/35) utan luftporbildande medel inte klarade frosttesten. Därför testades några olika luftporbildande medel och olika halter av dem i både rena kalkbruk, i kalk-flygaska och i kalkcementbruk.

De luftporbildande medlen var baserade på

- 1 etoxylerad fettalkohol
- 2 laurylsulfat
- 3 glykoletersulfonat
- 4 vört (jäst i 1 dygn)

4.3 Brukens porositet och hållfasthet

Det färskas brukets lufthalt har en dålig korrelation till de hårdnade brukens vattenuptagning (vattenuptagning är ett indirekt mått på brukets öppna porositet). I bruken med luftporbildande medel är lufthalten i färskt bruk hög, men vattensugningen av samma storleksordning som i bruk utan luftporbildare. Däremot har kalkbruken en högre vattensugning än kalkflygaskabruk med luftporbildare (Fig. 1). Här bör noteras, att höga lufthalter i bruket vanligtvis leder till sämre vidhäftning.

Förkortningar i figurerna:

- | | |
|----------|--|
| KB | bruk med kalk och berrmjöl |
| K | kalkbruk (K/450) |
| KF | bruk med kalk och flygaska (KF 65/35/450) |
| KC | kalkcementbruk (KC 65/35/450) |
| 1 | siffran anger typ av tillsatsmedel |
| dol-fil. | en del av sanden är ersatt med dolomitfiller |

Vattensugning vikts-% —————
Lufthalt volym-% - - - - -

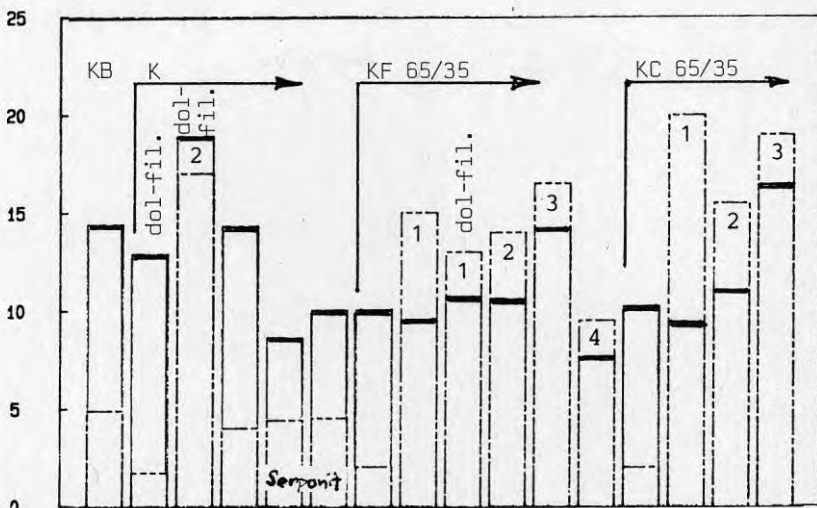


Fig. 1. Brukens lufthalt och vattensugning.

Brukens porositet kan även jämföras genom att bestämma vattensugningen under normaltryck (NTP) och under tryck (2666 N/m^2), då skillnaden kan anses för brukets skyddsporhalt. I fig. 2 är brukens vattenuppsugningar uppmätta med de båda metoderna uppritade som stolpdigram.

Vattensugning (NTP) vikts-% 1) —————
Vattensugning (2666 N/m^2) vikts-% 2) - - - - -

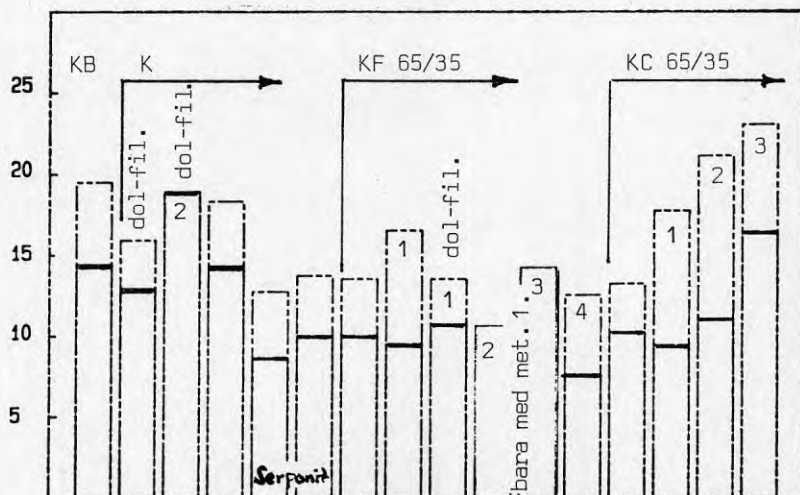


Fig. 2. Brukens vattensugning och "skyddsporhalt".

Ur fig. 2 framgår, att luftporbildare ger "skyddsporer" i KC-bruk, men mindre i K- och KF-bruk.

Skillnaderna i de olika brukens hållfasthet, framgår ur fig. 3, med tryck- och böjdraghållfastheterna som stolpdiagram.

Tryckhållfasthet MN/m²
Böjdraghållfasthet MN/m² //

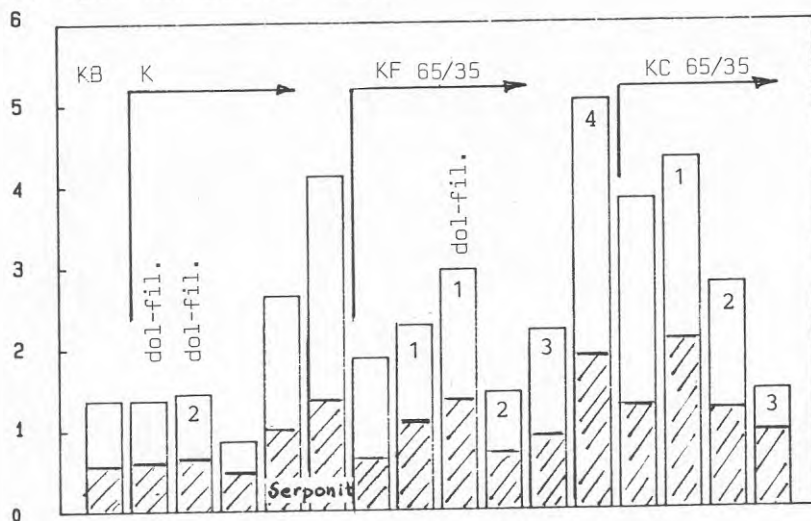


Fig. 3. Brukens tryck- och böjdraghållfasthet efter 3 månader i 70 % r.f.

KF-bruket med vört som tillsatsmedel har fått den högsta hållfastheten. KC-bruken har ungefär samma hållfasthet som Serponit-bruken och de rena kalkbruken har den lägsta hållfastheten. Förhållandet mellan böjdrag- och tryckhållfastheten är i samtliga bruk kring 0,4.

4.4 Brukens frostbeständighet

Kalkbruket med flygaska och vört som tillsatsmedel hade den bästa frostbeständigheten i laboratorietesten (15 frys- och upptiningscykler). Likaså klarade sig KC-bruket med luftporbildarna 1 och 2 utan skador. Några små skador fick putsskikten gjorda på Serponit hydrauliskt K-bruk fin och KF-bruken med luftporbildare hade varierande frostbeständighet.

5. DISKUSSION

Först efter det resultaten från fältförsöken är tillgängliga kan några slutsatser dras av de olika brukens lämpbarhet som restaureringsbruk. I detta skede verkar det självsläckta kalkbruket, KF-bruket med vört som tillsatsmedel och några KF-bruk med luftporbildare vara mest lovande för fortsatta undersökningar.

6. LITTERATUR

- /1/ Perander, T., Råman, T., Durability of ancient mortars as a basis for development of new repair mortars. The report will be published at the third international conference on the durability of building materials and components, August 12 - 15, 1984, Espoo, Finland.

TEGL- OG KALKSANDSTENSMURVÆRKS VOLUMENBESTANDIGHED

Erik Kjær

Sammenfatning

For at undersøge tegl- og kalksandstensmurværks volumenbestandighed blev der på Kalk- og Teglværkslaboratoriet opmuret 5 vægge i kalkcementmørtel, KC 50/50/750. Der blev anvendt 1 type teglsten (gul mangehulsten) og 4 typer kalksandsten.

Ud over en bestemmelse af murstenenes minutsugning, nettodensitet og vandoptagelse blev der foretaget en undersøgelse af stenenes temperaturudvidelseskoefficient og volumenændring som følge af fugtvariationer. Ligeledes blev der ud over en bestemmelse af mørtlens styrke og densitet foretaget en undersøgelse af mørtlens volumenændring som følge af fugtvariationer. Efter 3 års lagring i prøvehal bestemtes væggenes temperaturudvidelseskoefficient og volumenændring som følge af fugtvariationer. Endvidere er vandindholdet i tilsvarende kalksandstensvægge placeret udendørs undersøgt efter perioder med tørvejr for at prøve at bestemme de i praksis forekomne minimumsvandindhold.

Af målingerne kan det ses, at selv om der er stor forskel på teglstens og kalksandstens volumenændring som følge af fugtvariationer fra tør tilstand til højt vandindhold, viste forskellene sig ikke i samme grad ved væggene, idet de efter lagring 3 år indendørs havde et vist vandindhold, og idet det især var ved variationer ved lave vandindhold, at der skete store volumenændringer i kalksandstenene. Målingerne viste endvidere, at vandindholdet i udendørs kalksandstensmurværk næppe når ned på samme niveau som i indendørs kalksandstensmurværk, hvorfor udendørs murværk ikke når særlig langt ned af den stejle del af kurverne for sammenhængen mellem volumenændring og vandindhold (se fig. 3.1). I et forsøg på at nedsætte kalksandstensmurværks volumenændring som følge af variationer i vandindhold er det nødvendigt at fokusere på kalksandstenenes volumenændringer i "brugsområdet" vandindholdsmæssigt.

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning

1. Materialer
 - 1.1 Mursten
 - 1.2 Mørtel
2. Vægge
3. Vandindhold i udendørs kalksandstensmurværk

1 MATERIALER

1.1 Mursten

I forsøgene indgik 1 type teglsten - gul, mangelsten - og 4 typer kalksandsten. For kalksandstenenes vedkommende blev der foretaget undersøgelse af de sandtyper, der var anvendt ved fremstillingen af kalksandstenene. Sandet undersøgte for kornstørrelsesfordeling, kalkindhold og indhold af "opløselig kiselsyre". Endvidere blev kalksandstenenes indhold af calciumhydroxid, calciumkarbonat og "opløselig kiselsyre" undersøgt. Ud over disse undersøgelser blev murstenenes minutsugning, nettodensitet og vandoptagelse bestemt. Middeltal for 10 enkeltregistreringer er gengivet i tabel 1.1.

Tabel 1.1 Murstenenes minutsugning, nettodensitet og vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring.

Stentype		Minutsugning kg/m ²	Nettodensitet kg/m ³	Vandoptagelse vægt%
Teglsten	T	5,5	1791	18,2
Kalksandsten	K1	1,2	1880	11,8
-	K2	1,2	1764	14,6
-	K3	1,2	1874	13,2
-	K4	1,1	1829	13,1

Der foretoges desuden en undersøgelse af murstenenes temperaturudvidelseskoefficient og murstenenes volumenændring som følge af fugtvariationer.

Temperaturkoefficienten forsøgte bestemt ved måling af stenenes længde, efter at de havde opnået et ligevægtsvandindhold ved 20°C og 60% RF, og efter at de var blevet indpakket i plastfolie, således at vandindholdet holdtes konstant. Længdemålingerne blev foretaget i en måleurstander, som ved hver måling blev kalibreret ved måling af længden af en invarstang holdt ved konstant temperatur. På hver stens kopender var der fastlimet målesæder. Forsøgsresultaterne er gengivet i fig. 1.1. Som det ses, sker der et svind i kalksandstenene i løbet af forsøgsperioden, som varede flere måneder, hvorfor det ikke er muligt at angive en temperaturudvidelseskoefficient. Svindet kan måske skyldes en omdannelse af det i stenene værende calciumhydroxid til calciumkarbonat. Murstenenes volumenændring som følge af fugtvariationer blev bestemt med de samme sten som før, efter at de blev tørret til konstant vægt ved 110°C, inden de lagredes i luft ved 20°C og 95% RF i 96 døgn. I løbet af denne periode målte såvel stenenes vandoptagelse som længdeændring flere gange. Længdeændringen blev målt med samme måleapparat som før. Efter 96 døgn blev stenene lagret i vand i 28 døgn, og i denne periode målte såvel vand-

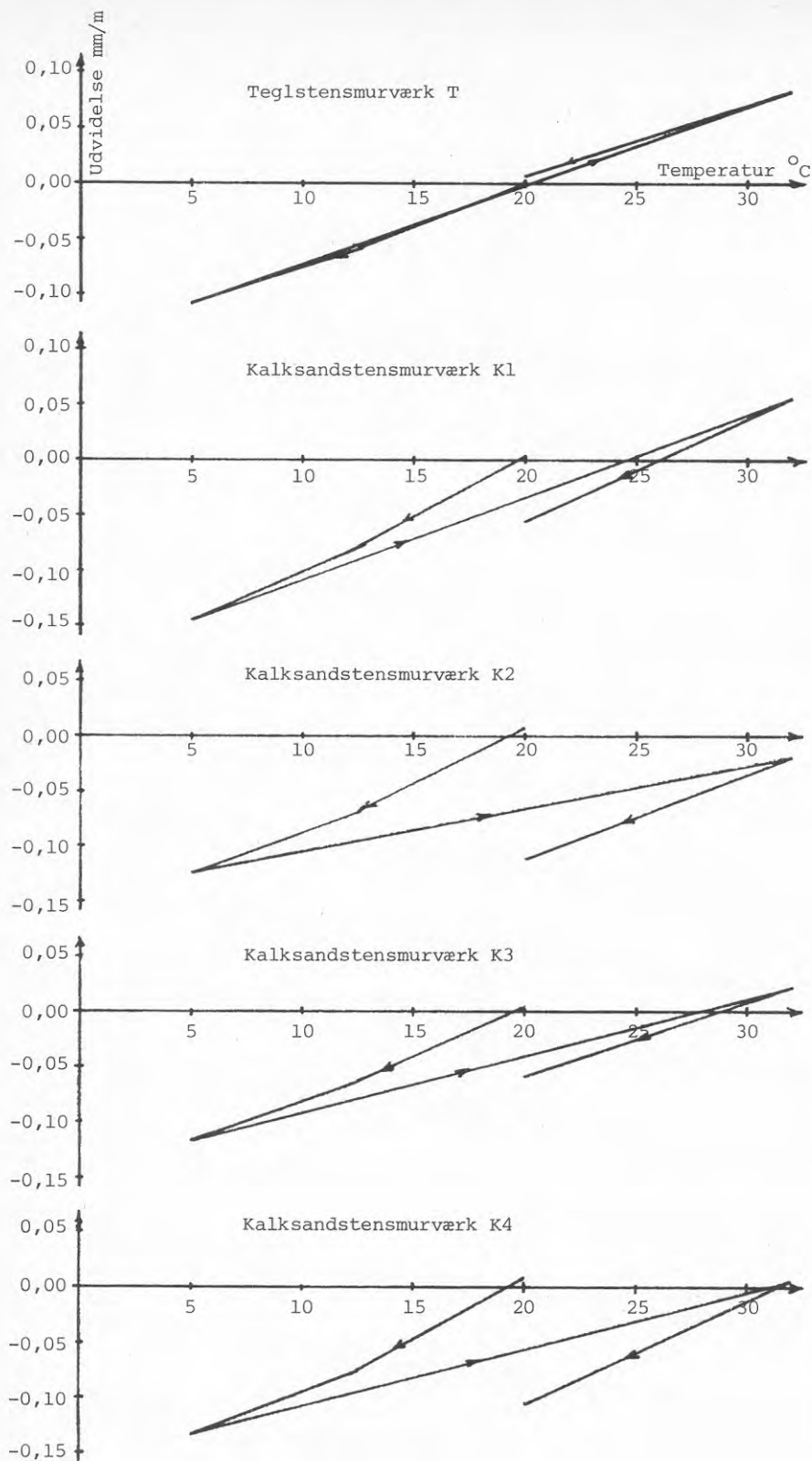


Fig. 1.1 Murstenenes længdeændringer som følge af temperaturvariationer.

optagelse som længdeændring flere gange. Måleresultaterne er optegnet på fig. 1.2.

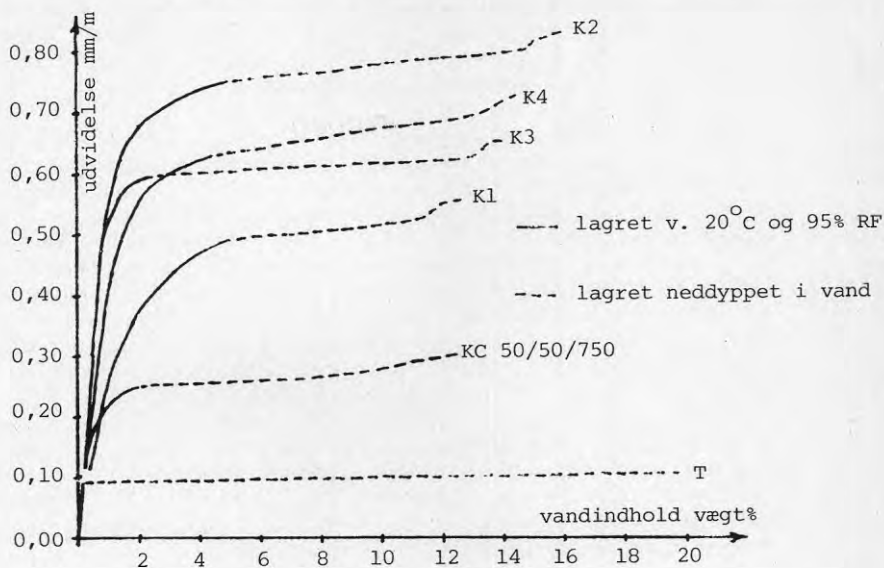


Fig. 1.2 Murstenenes og mørtlens længdeændringer som følge af fugtvariationer.

1.2 Mørtel

I forsøgene indgik 1 type mørtel, nemlig KC 50/50/750. Kalken var hydratkalk, og cementen var almindelig portlandcement. Af mørtelblandingerne udtoges delportioner til fremstilling af 2·2·12 cm mørtelstænger. Efter 28 døgns lagring i klimarum ved 20°C og 60% RF foretoges dels en styrkebestemmelse dels en densitetsbestemmelse. Forsøgsresultaterne er angivet i tabel 2.1.

Tabel 2.1 Muremørtlens styrke og densitet.

Mørteltype	Bøjnings- trækstyrke MN/m ²	Trykstyrke MN/m ²	Netto- densitet kg/m ³
KC 50/50/750	2,0	5,2	1816

Mørtlens volumenændring som følge af fugtvariationer blev bestemt for 2·2·12 cm mørtelstænger med målesæder fastlimet til endefladerne. Fremgangsmåden var den samme som for murstenene. Måleresultaterne er optegnet på fig. 1.2.

2 VÆGGE

Der blev fremstillet en væg af hver murstenstype. Væggene var 22 skifter høje og 6 sten lange. Efter opmuringen blev de lagret ca. 3 år i laboratoriets prøvehal, inden de anbragtes i et klimarum.

I hver væg fastgjordes 6 målepunkter, således at der var 3 vandrette og 2 lodrette målelængder på 500 mm. Efter anbringelsen i klimarummet blev hver væg overtrukket med en plastpose, således at fordampning af vand fra væggene blev undgået, mens disse udsattes for varierende temperaturpåvirkninger. Som kontrol af dette blev de før hver måling vejjet. Ved forskellige temperaturer mellem 18°C og $36,5^{\circ}\text{C}$ blev der, efter at temperaturen var holdt konstant i mindst 1 uge, foretaget 3 gennemmålinger af de 5 målelængder ved hver væg for at registrere længdeændringen som følge af temperaturvariationen. Målingerne, som blev foretaget med et måleapparat udført i invarstål, viste, at man ikke som ved stenene fik et blivende svind i kalksandstensmurværket i løbet af måleperioden. Ud fra de foretagne målinger kan temperaturudvidelseskoefficient for væggene beregnes til følgende:

Teglstensvæg T	:	$5,9 \cdot 10^{-3}$	mm/m
Kalksandstensvæg K1	:	$8,6 \cdot 10^{-3}$	-
-	:	K2: $8,3 \cdot 10^{-3}$	-
-	:	K3: $6,8 \cdot 10^{-3}$	-
-	:	K4: $7,2 \cdot 10^{-3}$	-

Der blev endvidere foretaget gennemmålinger af målelængderne ved forskellige vandindhold i væggene, som blev opnået ved at overdouche disse med vand. Også her gik der mindst 1 uge efter vandtilførslen, inden målingerne blev foretaget. I fig. 2.1 er måleresultaterne optegnet.

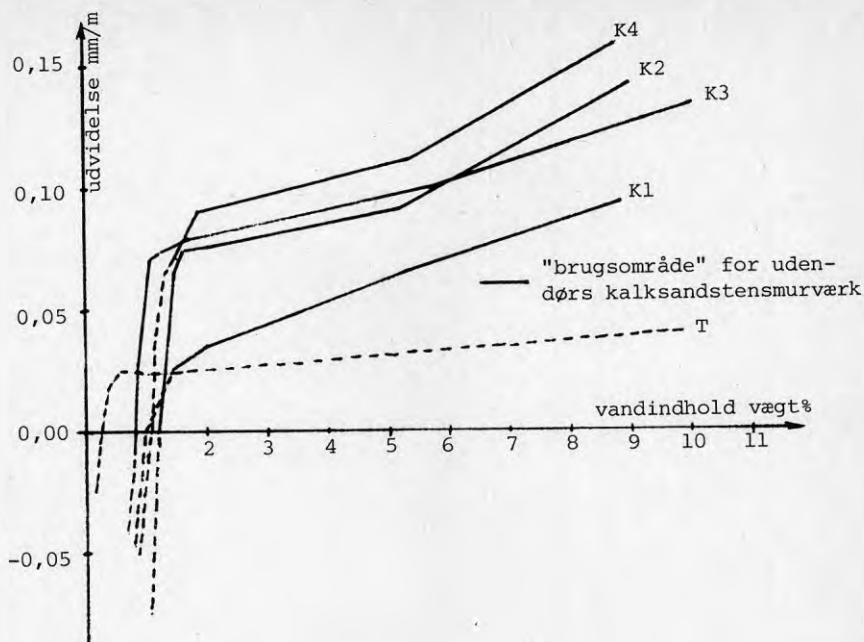


Fig. 2.1 Murværks længdændringer som følge af fugtvariationer.

3 VANDINDHOLD I UDENDØRS KALKSANDSTENSMURVÆRK

I et forsøg på at bestemme et minimumsvandindhold i udendørs kalksandstensmurværk foretoges en bestemmelse af vandindholdet i murstensstykker udtaget ad flere omgange fra tilsvarende vægge placeret udendørs, som dem der anbragtes i klimarummet. Stykkerne blev udtaget efter lang tids tørvej. Der blev registreret følgende minimumsvandindhold:

Kalksandstensvæg K1:	1,4	vægt%
-	K2:	1,2 -
-	K3:	0,8 -
-	K4:	1,4 -

I fig. 2.1 er "brugsområdet" vandindholdsmæssigt angivet på kurverne.

RESULTATER AF FORSØG MED FORSKELLIGE MØRTELTYPER I
RELATION TIL MURVÆRKETS STYRKE

Jens Østergaard

Sammenfatning

Følgende resultater stammer fra styrkeforsøg udført på Kalk- og Teglværkslaboratoriet. I forsøget indgik 174 stk. 6 skifter høje 1-stens piller fordelt på 22 stentyper og 7 mørteltyper.

Forsøgsresultaterne viser, at murværks bæreevne kun i mindre omfang kan øges ved at anvende en mørtel med større trykstyrke. Dette gælder dog ikke ved anvendelse af mørtler med lille trykstyrke.

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning

1. Mørtler
2. Mursten
3. Murværkspiller

1 MØRTLER

De anvendte mørtler var kalkmørtel K 100/1200, kalk-cementmørtel, KC 60/40/850, KC 50/50/750 og KC 20/80/550 samt murcementmørtel M 100/900, M 100/600 og M 100/400.

Mørtelsandets sigtekurve lå inden for de nordiske grænsekurver for mørtelsand.

Af hver mørtelblanding fremstilledes 20·20·120 mm stænger efter Nordisk Pudskomités regler. Stængerne lagredes 7 døgn i vandmættet luft og 21 døgn i klimarum ved 20°C og 65% relativ fugtighed.

Mørtelstængernes densitet, bøjningstrækstyrke og trykstyrke bestemtes efter endt lagring og er indført i tabel 1.1.

Tabel 1.1 Mørtelstængernes densitet, bøjningstrækstyrke og trykstyrke.

Mørteltype	Mørtel-gruppe i DS 414	Densitet kg/m ³	Bøjnings-trækstyrke MPa	Trykstyrke MPa
K 100/1200	1	1830	0,7	1,0
KC 60/40/850	2	1890	1,7	4,0
M 100/900	2	1695	2,5	7,2
KC 50/50/750	3	1913	2,3	6,2
M 100/600	3	1772	4,0	12,2
KC 20/80/550	4	1998	4,8	22,0
M 100/400	4	1889	5,3	17,4

2 MURSTEN

De anvendte murstens type, hulareal, nettodensitet, vandoptagelse, minutsugning og stenklasse fremgår af tabel 2.1.

Tabel 2.1 Murstenenes egenskaber.

Stentype	Hul-	Netto-	Teglmas- sens vand- optagelse ved 2 døgn vandlagring	Stenenes		Sten- klasse
	areal	densi- tet		minut- sugning	tryk- styrke	
	%	kg/m ³	rumprocent	kg/m ²	MPa	MPa
a Røde, blødstrøgne	0	1860	17,2	2,5	12,6	10
b Røde, blødstrøgne	0	1670	25,1	4,3	9,3	7
c Gule, blødstrøgne	0	1875	15,3	4,1	9,7	7
d Røde, blødstrøgne	0	1919	17,4	1,5	28,7	22
e Røde, blødstrøgne	0	1882	18,7	2,2	29,2	22
f Gule, blødstrøgne	0	1739	27,2	3,0	28,1	22
g Gule, blødstrøgne	0	1788	25,1	2,7	27,7	22
h Gule, blødstrøgne	0	1793	26,7	3,0	57,7	45
i Gule, strengpressede	24	1907	24,7	3,3	52,8	45
k Gule, strengpressede	21	1778	29,4	4,3	39,2	37
l Gule, strengpressede	12	1842	26,7	3,8	53,6	45
m Gule, strengpressede	9	1673	33,1	4,1	24,0	22
n Gule, strengpressede	25	1837	23,1	2,8	39,1	37
o Gule, strengpressede	26	1891	24,3	3,3	35,8	30
p Gule, strengpressede	35	1748	29,0	1,7	45,7	45
q Røde, strengpressede	24	1976	18,2	3,3	35,8	30
r Røde, strengpressede	30	1952	20,5	2,8	37,6	37
s Gule, strengpressede	35	1860	29,7	3,5	32,0	30
t Røde, strengpressede	31	1921	21,9	1,2	40,6	37
u Røde, strengpressede	27	2035	16,9	1,3	53,8	45
v Gule, strengpressede	31	2027	18,3	1,4	69,7	45
x Kalksandsten	0	1910	21,7	1,3	25,6	22

3 MURVÆRKSPILLER

Der fremstilledes 174 stk. 6 skifter høje l-stens piller som vist på fig. 3.1. Pillerne lagredes frit i laboratoriet i 28 døgn før prøvningen.

Ved prøvningen belastedes pillerne centralt med en jævnt voksende last svarende til en spændingsøgning på 0,5 MPa pr. minut. Pillernes brudlast (middeltal for 3 ens piller) er indført i tabel 3.1. Endvidere er forholdet mellem mørtelstængernes trykstyrke og pillernes trykstyrke afbildet grafisk på fig. 3.2-3.5.

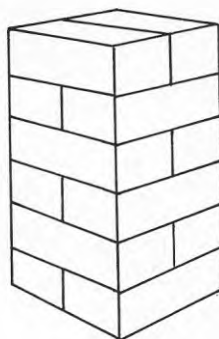


Fig. 3.1

Tabel 3.1 Pillernes middelstyrke i MPa fordelt på mørteltyper.

Murstenenes		M ø r t e l t y p e						
type	tryk- styrke MPa	K 100	KC 60/40	M 100/900	KC 50/50	M 100/600	KC 20/80	M 100/400
a	12,6	4,1			7,8			
b	9,3	3,3	5,2		5,7		6,2	
c	9,7	2,9		6,1	5,1	6,0	7,4	
d	28,7				13,7			
e	29,2				10,6		15,8	
f	28,1		11,0		12,9		16,0	15,9
g	27,7	5,1		10,2	12,5	13,6	16,4	
h	57,7				15,2	15,5	19,5	17,0
i	52,8				11,4			
k	39,2				10,4			
l	53,6				13,9		21,6	
m	24,0				9,5		13,0	
n	39,1				10,2		16,8	
o	45,3				10,7		20,4	
p	45,7				7,8		15,4	
q	35,8				10,5		18,1	
r	37,6				8,5			
s	32,0				10,3			
t	40,6				9,3		17,5	
u	53,8				11,2		18,7	
v	69,7				12,1		19,2	
x	25,6	5,5			10,7	8,3	13,1	10,0

De angivne pillestyrker er middeltal for 3 ens piller.

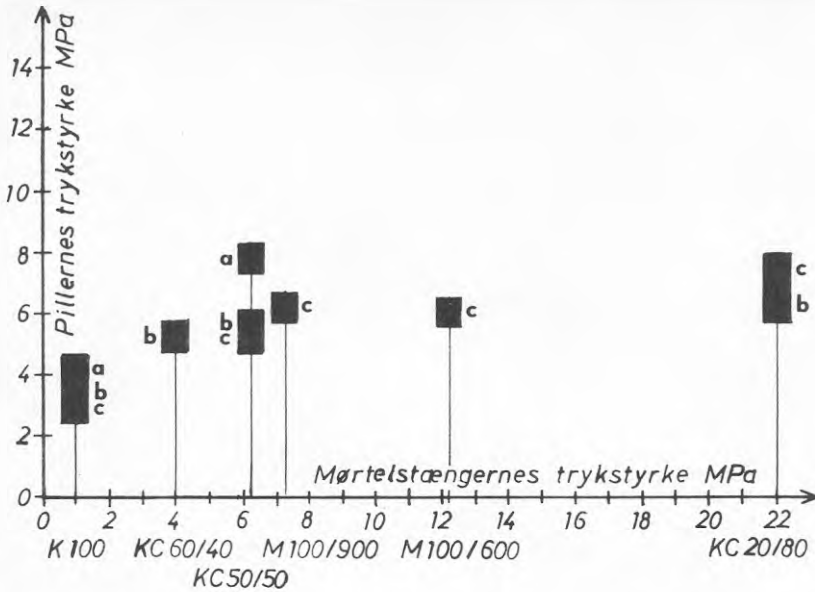


Fig. 3.2 Forholdet mellem mørtelstængernes trykstyrke og pillernes trykstyrke.
Massive sten type a, b og c (trykstyrke 9,3-12,6 MPa).

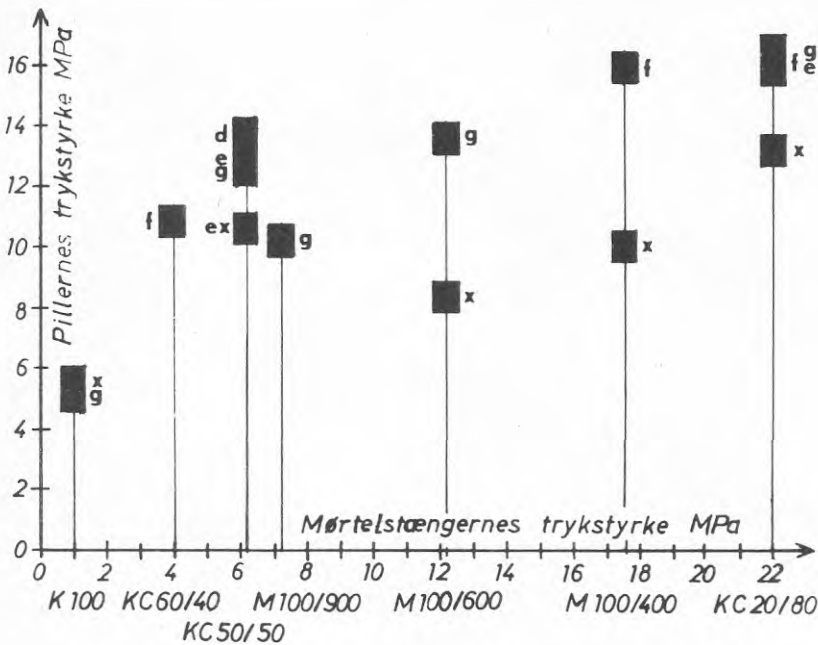


Fig. 3.3 Forholdet mellem mørtelstængernes trykstyrke og pillernes trykstyrke.
Massive sten type d, e, f, g og x (trykstyrke 25,6-29,2 MPa).

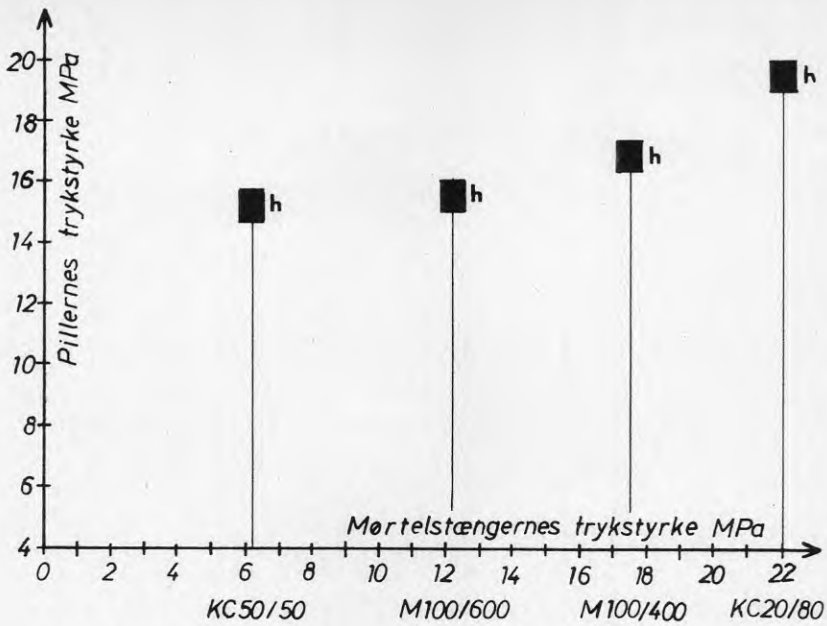


Fig. 3.4 Forholdet mellem mørtelstængernes trykstyrke og pillernes trykstyrke.
Massive sten type h (trykstyrke 57,7 MPa).

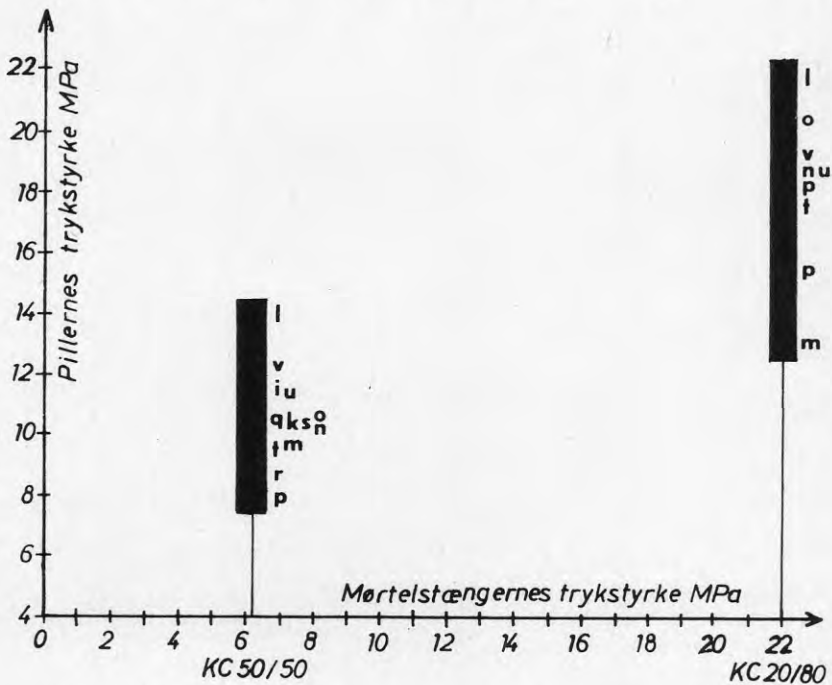


Fig. 3.5 Forholdet mellem mørtelstængernes trykstyrke og pillernes trykstyrke.
Hulsten type i-v (trykstyrke 24,0-69,7 MPa).

BRANDRISKER - UTVÄNDIGT TILLÄGGSISOLERADE FASADER

Experiment i fullskala

Julia Ondrus

Sammanfattning

I en serie fullskaleförsök utsätts olika tilläggsisoleringsystem för utvändig flamma från en reell lägenhetsbrand. Ökad risk för brandspridning via fönster och utefter fasaden studeras. Resultaten från fullskaleförsöken ger underlag för funktionsbaserade krav, differentierade med hänsyn till byggnadens ändamål och utformning samt möjligheterna till brandsläckning.

Innehåll

Sammanfattning

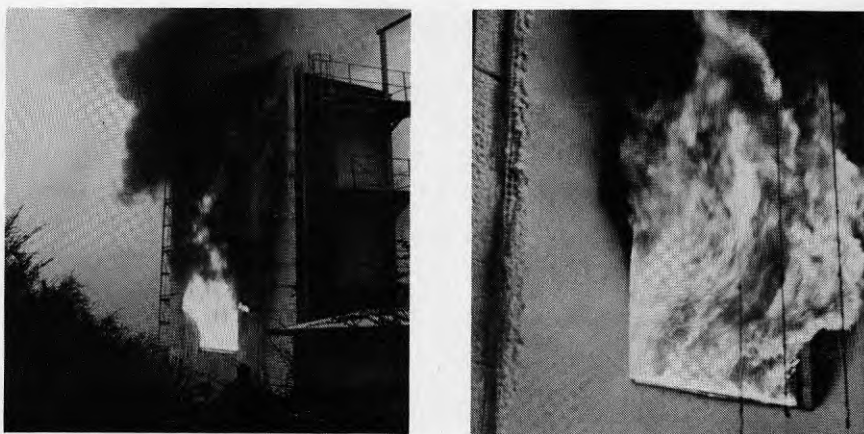
1. Ökad brandrisk
2. Riskkomponenter
3. Försöksserie
 - 3.1 Den dimensionerande branden
 - 3.2 Försökshuset
 - 3.3 Tilläggsisolering
4. Resultat
 - 4.1 Bedömning
 - 4.2 Slutsatser

1. ÖKAD BRANDRISK

De flesta hus byggda före 1960 är i dagens läge i behov av fasadrenovering. Eftersom väggarnas värmemotstånd i äldre fastigheter är lågt, är förbättring av deras värmeekonomi genom utvändigt tilläggsisolering en lämplig energibesparande åtgärd i samband med renovering.

Den hittills utbredda tekniken är mineralullsisolering och en ny typ av fasadmaterial t ex plåt. En stor del av det bygnadsbestånd som är i behov av renovering, har dock putsade fasader. För att kunna bevara de gamla byggnadernas utseende är flera olika system för tilläggsisolering - oftast cellplast - och puts under utveckling. En gammal fasad med t ex puts på tegel eller lättbetong bidrar vanligtvis inte till brandspridningen. Då fasaden tilläggsisoleras, tillförs den nya komponenter av olika material och konstruktioner, vilket kan ge en ökad risk för brandspridning.

P g a ändrad materialsammansättning i den lösa inredningen utvecklar en lägenhetsbrand idag intensivare värme än för 10-20 år sedan. Försöksbränder visar att brandbelastning av syntetiska material, som är karakteristiska för modern inredning, kan kraftigt öka den termiska påverkan mot fasaden. Detta beror dels på ökad massfrigöring, dels på att plasterna kräver större mängd syre för fullständig förbränning. Resultatet blir att förbränningen av energirika brandgaser sker till stor del utanför fasaden.



Figur 1.1 En verklig lägenhetsbrand där den lösa inredningen består av syntetiska material kan simuleras i försöksanläggningen vid Byggnadstekniskt brandskydd, Lunds tekniska högskola

2. RISKKOMponenter

I samband med utvändigt tilläggsisolerade fasader kan följande brandrisker definieras:

- a) Brandens tillväxt genom ytflamspridning, dvs att själva fasadbeklädnaden deltar i branden.

- b) Brandspridning inuti konstruktionen, t ex genom förbränning av isolering, reglar, vindskydd o d, eller genom luftspalt.
- c) Nedfall av delar av den utvändiga tilläggsisoleringen.

Förhållandevis omfattande skador på fasaden kan accepteras vid en brand, men däremot inte spridning av branden från lägenhet till lägenhet under en med hänsyn till brandkårens insatstid föreskriven tid.

Brännbara fasadmateriäls bidrag till brandspridning är beroende av ett antal materialkaraktärstikör:

- antändlighet
- flamspridningsbenägenhet
- förbränningsintensitet mm.

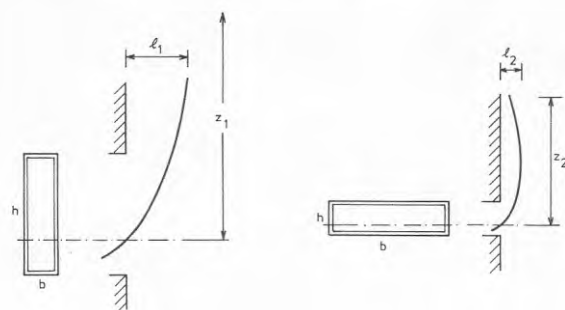
Dessa egenskaper varierar med grad och varaktighet av termisk påverkan. Speciellt vertikala flamspridningshastigheten hos vissa plastmaterial är beroende av "förvärmning". För t ex polymetylmetakrylat, PMMA, har experimentellt och teoretiskt visats [A C Fernandez-Pello] att spridningshastigheten efter föruppvärmning med 13 kW/m^2 (en genom lägenhetsbrand mätlig fasadpåverkan) var 17 ggr högre än utan yttre strålningspåverkan.

3. FÖRSÖKSSERIE

3.1 Den dimensionerande branden

I fullskaleförsöken utsätts provfasaden för en termisk påverkan på säkra sidan som samtidigt är representativ för verkliga lägenhetsbränder, där komponenter av syntetiska material ingår. Brandbelastningens storlek i försöksbranden motsvarar den brandbelastning, som finns i 80% av observerade fall i ett vardagsrum (enligt svensk brandbelastningsstatistik) och är ca 110 MJ/m^2 omslutningsyta. Försöksbranden simulerar en fullt utvecklad lägenhetsbrand under 10 minuter.

Fönsteröppningens geometri bestämmer flammans utseende.



Figur 3.1 För en hög och smal fönsteröppning kommer flammans att bli längre (z_1) och befinna sig på ett längre avstånd från fasadytan (l_1). För en bred och låg fönsteröppning blir flammans kortare (z_2) och går närmare fasadytan (l_2)

Bred och låg fönsteröppning ger en flamma med en större påfrestning på fasaden strax ovanför fönstret.

3.2 Försökshuset

Försöksbyggnaden är utförd i lättbetong på bärande stomme av stål. Den är i tre våningar och består egentligen av tre på varandra staplade rum, det nedersta sk brandrum, se figur 1.1.

3.3 Tilläggsisolering

Tio fullskaleförsök har genomförts med tilläggsisolering av följande principiell uppbyggnad:

Alternativ 1: Isolering av mineralull + träreglar + beklädnad av plåt

Alternativ 2: Isolering av mineralull + relativt tjockt putsskikt

Alternativ 3: Isolering av cellplast + relativt tunt putsskikt

Tabell 3.1 Tilläggsisoleringssystem i fullskaleförsöken

1. Korrugal		<ul style="list-style-type: none"> - 95 mm mineralull Rockwool, densitet 40 kg/m³ mellan horisontella träreglar 95 x 50 mm - fabriksklistrat svärantändligt papper - 20 mm luftspält - profilerad aluminiumplåt TRP 20 fastsatt med skruv och hylsa
2. G + R		<ul style="list-style-type: none"> - 100 mm glasull Gullfiber, densitet 60 kg/m³ - 50 x 50 x 2 mm metallnät fastsatt med lättbetongspik - 30 mm isolerande puts Rhodipor, densitet 350 kg/m³ - 8 mm ytputs, densitet 1800 kg/m³
3. ISPO - 1		<ul style="list-style-type: none"> - klistrerbruk av cement med organiska tillsatser - 100 mm expanderad styrencellplast Sundolitt, densitet 20 kg/m³ - glassidennät - 4 mm armeringskikt av klistrerbruk - 3-4 mm konsthartspots - akrylharts
4. Varmotex		<ul style="list-style-type: none"> - 80 mm strängsprutad styrencellplast Roofmate / Dow Chemical/, densitet 32 kg/m³ - fästeelement av metall samt glas - 19 x 19 x 1,05 mm metallnät fastsatt i isoleringen - 7 mm glasfiberarmerad cementputs + putsfärg
5. Cementa		<ul style="list-style-type: none"> - 60 mm uretancellplast Rectisol, densitet 35 kg/m³ fastsatt med klippspik och bricka - glasfibernät - 8 mm utjämningsbruk - organiskt med 30% cement - 2 mm putsfärg, bindemedel vinyli
6. ISO - FIN		<ul style="list-style-type: none"> - 100 mm expanderad styrencellplast Sundolitt och Beolitt, båda av densitet 20 kg/m³ - infästningspluggar - 19 x 19 x 1,05 mm metallnät fastsatt i isoleringen - 6 mm glasfiberarmerad cementputs + putsfärg
7. tm		<ul style="list-style-type: none"> - 100 mm tm-kombi/80 mm mineralull Rockwool, densitet 30 kg + 20 mm tråull, densitet 350 kg/m³ - infästning med expander, vinkel och sprint - 25 x 25 x 1,0 mm metallnät - 10 mm gruvgrundning + 10 mm gruvputs - 8 mm ytputs
8. Ahlsell		<ul style="list-style-type: none"> - 95 mm mineralull Gullfiber 3028, densitet 22 kg/m³ mellan horisontella och vertikala träreglar 95 x 50 mm - asfaltpapp AC 150/200 häftad mot reglarna - profilerad stålplåt TH 30; avskärning av luftspält under fönstren i 1:a och 2:a våningen
9. Termofasad		<ul style="list-style-type: none"> - 60 mm uretancellplast Purisol, densitet 35kg/m³ fastsatt med pluggspik och bricka - 2 - 3 mm grundputs - plastbelagd glasfiberväv } Decor-Cem puts, - 2 + 3 mm utstockning } bindemedel akrylat - 2 mm ytputs } 5%
10. ISPO - 2		<ul style="list-style-type: none"> - Klistrerbruk av cement med organiska tillsatser - 60 mm expanderad styrencellplast av tysk fabrikat, densitet 20 kg/m³ - glassidennät - 4 mm armeringskikt av klistrerbruk - 3 - 4 mm konsthartspots - akrylharts

4. RESULTAT

4.1 Bedömning

Bedömningen sker med hjälp av dels visuella observationer och fotografiering, dels uppmätta temperaturer utanför fasaden och inuti isoleringen, samt uppmätt strålning och värmefflöde mot fasaden. Observationer och mätresultat redovisas i delrapporter. De preliminära provningskriterierna innehåller följande:

1. Inga nedfall av stora fasaddelar.
2. Ytflamspridning och brandspridning inuti väggen begränsad till underkant av fönstret i 3:e våningen.
3. Ingen brandspridning till lägenheten ovanför brandhärden via fönster.

Risk för brandspridning inuti isoleringen förekom inom alternativ 1 (se kapitel 3.3) i vertikala träreglar samt i ett av de provade systemen inom alternativ 3. Dock finns inom alternativ 3 system, där risken för brandspridning inuti isoleringen är försumbar.

Brandspridning till lägenheten ovanför brandhärden kan ske genom att alla fönsterrutor spricker. Om och i vilken grad värmetillskott från brännbara komponenter i tilläggsisoleringen påskyndar denna process återstår att undersöka.

4.2 Slutsatser

Generellt kan konstateras att den konstruktiva utformningen hos ett tilläggsisoleringssystem är från brandsynpunkt viktigare än brandegenskaper hos de ingående materialen. En bedömning av brandrisker genom provning av hela konstruktionen så som den används i praktiken, måste därför vara avgörande.

Provning kan i framtiden ske antingen i fullskala eller i laboratorieskala enligt en provningsmetod som för närvarande utvecklas vid Statens provningsanstalt i Borås.

Mildare krav kommer att ställas för hus t o m 4 våningar samt hus t o m 8 våningar som är åtkomliga för brandsläckning utifrån. Strängare krav kommer att ställas för hus mellan 5 och 8 våningar som inte är åtkomliga för brandsläckning utifrån samt för hus över 8 våningar och vårdanläggningar.

BRANDRISKER - UTVÄNDIGT TILLÄGGSISOLERADE FASADER

LITTERATUR

Adamsson, B, Backman, HE, 1975, Glas i Hus. (Esselte Studium AB), Lund.

Holman, JP, 1976, Heat Transfer. (Southern Methodist University - McGraw-Hill Book Company), USA.

Elmarsson, B, 1979, Puts på tilläggsisolering. (Statens råd för byggnadsforskning, T5, Stockholm.

Ondrus, J, 1979, Brandrisker - utvändigt tilläggsisolerade fasader, försöksprogram. (Byggnadstekniskt brandskydd, LTH), IR80-1, Lund

Ondrus, J, 1980-84, Brandrisker - utvändigt tilläggsisolerade fasader, delrapporter. (Byggnadstekniskt brandskydd, LTH), Lund.

Yokoi, S, 1960, Study on the Prevention of Fire Spread Caused by Hot Upward Current. (Building Research Institute), No. 34, Tokyo.

SOU 1978:30, Brand inomhus, betänkande av brandriskutredningen, (Bostadsdepartementet), Stockholm.

Fernandez-Pello, AC, 1977, Upward Laminar Flame Spread Under the Influence of Externally Applied Thermal Radiation. (Combustion Science and Technology), Vol. 17, p. 87-98.

PUTSADE FASADER

Teori och praktik

Kenneth Sandin

Sammanfattning

I rapporten diskuteras hur olika faktorer kan påverka putsens egenskaper vid praktisk användning. Två pågående laboratorieundersökningar beskrivs och med hjälp av vissa delresultat exemplifieras hur putsens egenskaper kan variera. Putsbruk, som enligt tillverkarna skall ha en lufthalt 10-15 %, visar sig kunna få lufthalter mellan 2 och 40 % vid praktisk användning. Vidare visas att underlagets sugförmåga har en avgörande betydelse för putskvaliteten.

Innehåll

Sammanfattning

- 1 INLEDNING
2. LUFTHALT I FÄRSKT BRUK
 - 2.1 Allmänt
 - 2.2 Laborariemätningar
 - 2.3 Diskussion av resultaten
3. PUTSKVALITET I PRAKTIKEN
 - 3.1 Allmänt
 - 3.2 Laborariemätningar
 - 3.3 Diskussion av resultaten

1 INLEDNING

Vid en inventering av dagens puts-kunnande, vilken redovisas i Sandin (1983), framkom en mängd oklarheter och frågeställningar. En sådan frågeställning var "putsers egenskaper i praktiken". Samma frågeställning är ofta aktuell vid skadeanalyser. Om putser hade samma egenskaper i praktiken, som de har enligt provningsrapporter, skulle många skador aldrig inträffa. Som ett exempel på detta kan nämnas ett skadefall där putsen frosts-kadades mycket snabbt. En mätning av det färska brukets lufthalt visade att lufthalten var 1-2 %. Enligt materialtillverkaren innehöll bindemedlet luftporbildande tillsatsmedel, vilket enligt laboratorieundersökningar ger lufthalten 10-15 %. Varför blev lufthalten i praktiken så mycket lägre?

Vid ett annat skadefall frosts-kadades en puts av ett B-bruk (KC 35/65/550) snabbt. Murverket bestod av lättklinkerblock. Efter första vintern hade en stor del av putsen vittrat bort helt och hållet. Ett intressant faktum var att vittringen skedde enbart där underlaget bestod av lättklinkerblock. Den puts som satt på fogarna mellan blocken var oskadad! Varför fick man så stor skillnad i putsens egenskaper när underlaget bestod av block respektive fog?

För att försöka besvara ovanstående frågeställningar startades två laboratorieundersökningar, inom ramen för den BFR-finansierade putsforskningen vid LTH. I den ena undersökningen studeras hur lufthalten i det färska bruket påverkas av olika faktorer. I den andra undersökningen studeras hur olika faktorer påverkar den hårdnade putsens "kvalitet". I båda undersökningarna används uteslutande fabriksblandat torrbruk från olika tillverkare.

Någon fullständig redovisning av undersökningarna kan inte göras här, eftersom undersökningarna fortfarande pågår. De hittills erhållna resultaten är dock så pass intressanta, att en redovisning av vissa iakttagelser kan vara motiverad.

2 LUFTHALT I FÄRSKT BRUK

2.1 Allmänt

I Sverige anses allmänt att lufthalten i ett färskt putsbruk skall vara 10-20 % för att frostbeständigheten skall bli tillfredsställande. I vissa andra länder är man däremot tveksam till att använda luftporbildande tillsatser. Orsaken till detta är främst risken för att vidhäftningen skall bli sämre. Frågan om man skall ha en hög lufthalt eller inte diskuteras inte här.

Enligt HusAMA 83 uppfyller brukstyp C (KC 50/50/650) eller starkare bruk frostbeständighetskravet, om lufthalten i det färska bruket är minst 15 %. Svagare bruk anses inte helt frostbeständiga även om lufthalten är 15 %. Enligt andra källor anses dock frostbeständigheten förbättras för alla bruk om lufthalten är 10-20 %. I marknadsföringen för olika produkter framhålls ibland att den aktuella putsen innehåller luftporbildande tillsatser, för att förbättra frostbeständigheten. Detta gäller även kalkbruk.

2.2 Laboratoriemätningar

De mätningar som redovisas här avser enbart lufthalt i färskt bruk, som behandlats på olika sätt. Undersökningar av porernas utseende och fördelning pågår för närvarande.

Variabler som studerats är bland annat:

Brukstyp:	3 st KC-bruk 2 st K-bruk 1 st K_h -bruk
Blandningssätt:	Laboratorieblandare Frifallsblandare Snabblandare
Blandningstid:	3 min - 4 tim
Appliceringsmetod:	För hand Skruvpump + sprutning
Putsunderlag:	Sugande Icke sugande

I FIG. 2:1 redovisas erhållna lufthalter direkt efter "normal" blandning och "normal" vattenhalt. Med "normal" blandning avses 8 min i frifallsblandare, 3 min i snabblandare och enligt bindemedelsnormerna vid normblandning. Med normal vattenhalt avses den vattenmängd som anges på säcken.

I FIG. 2:2 redovisas blandningstidens inverkan på lufthalten för två brukstyper. För att bibehålla "samma" konsistens under hela blandningstiden erfordrades ytterligare vattentillsats i vissa fall.

I FIG. 2:3 redovisas lufthaltens förändring under de olika momenten vid sprutapplicering. Fallet "sprutning med lågt tryck och bearbetning" motsvarar normal applicering och brädrivning. Fallet "sprutning med högt tryck" motsvarar applicering av en ytputs som inte skall bearbetas.

I FIG. 2:4 redovisas vattenhaltens inverkan på lufthalten vid normenlig blandning. 0-värdet avser vattenhalt enligt säcken. Härfter ökades eller minskades vattenhalten stegvis med 0.5 kg vatten per 25 kg torrbruk. Den tidigare erhållna konsistensen fick avgöra om vattenhalten skulle ökas eller minskas.

2.3 Diskussion av resultaten

De visade exemplen visar att lufthalten vid praktisk användning, hos de i Sverige vanligaste torrbruken, kan variera mycket kraftigt.

Vid normalblandning med snabblandare och sprutapplicering kan luftinblandningen praktiskt taget försvinna helt. Med tanke på detta är HusAMA:s påstående "Med dagens bruksbindemedel, som alla innehåller luftporbildande medel, kan man räkna med att putsen blir frostbeständig", mycket tveksamt. Även om fabrikanterna uppger att deras produkter innehåller luftporbildande medel, så är detta ingen garanti för att den färdiga putsen innehåller några luftporer, utöver den vanliga porositeten.

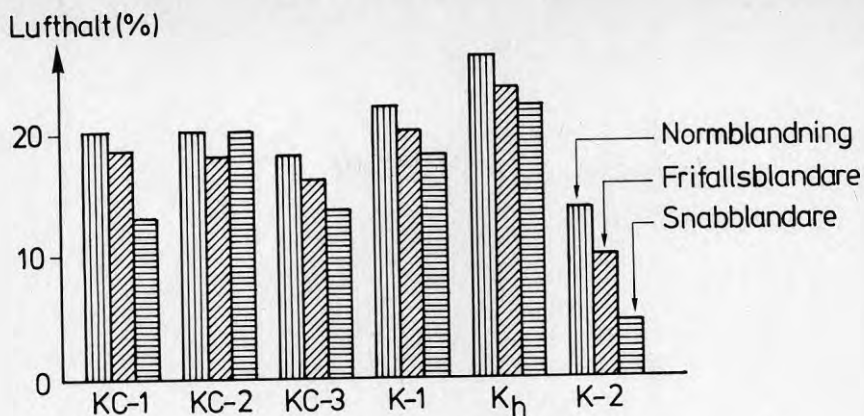


FIG. 2:1 Lufthalten vid "normal" blandning.

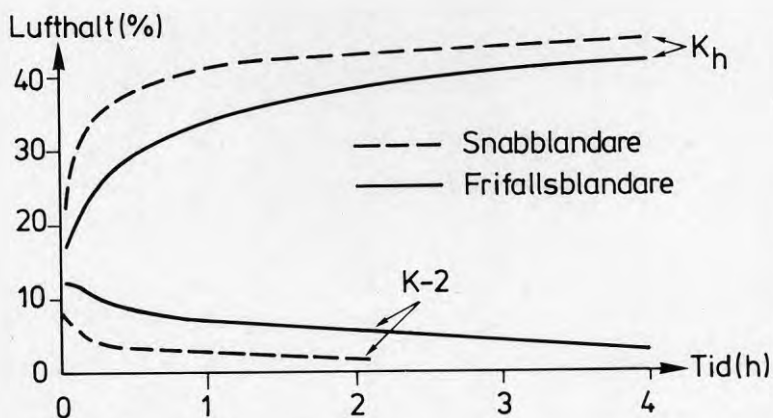


FIG. 2:2 Lufthalten vid varierande blandningstid.

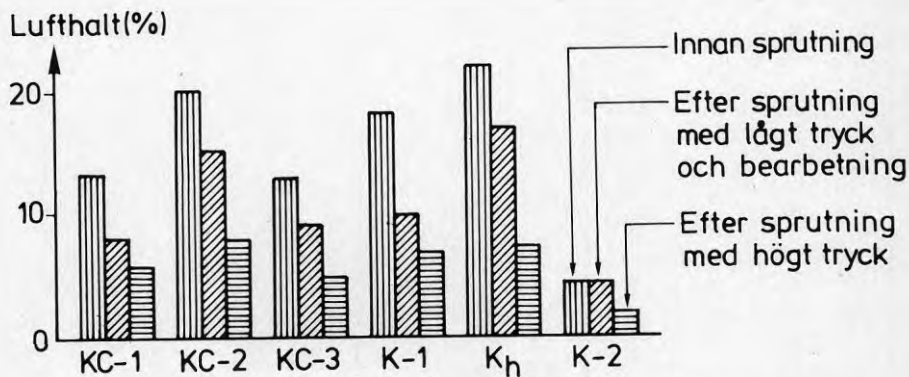


FIG. 2:3 Lufthalten vid olika moment under sprutapplicering.

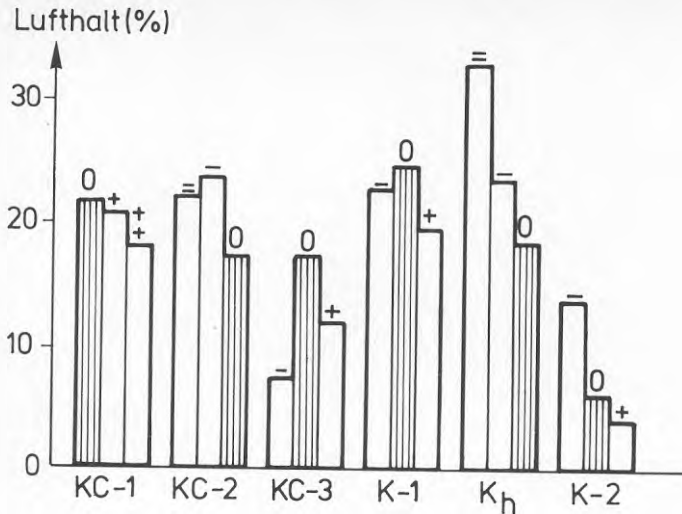


FIG. 2:4 Lufthalten vid olika vattenhalt
 o = vattenhalt enligt säcken
 +(-) = ökande (minskande) vattenhalt.

Tar man dessutom hänsyn till att behandlingen av bruk på arbetsplatsen kan variera kraftigt blir situationen ännu värre. Olika murare vill ha olika vattenhalt och med hänsyn till varierande putsningsintensitet kan blandningstiden variera kraftigt. Beaktas alla variationer som kan förekomma på en arbetsplats så kommer lufthalterna i de undersökta bruken att ligga i intervallet 2 - 40 %!

För att förbättra förhållandena finns i princip två olika metoder. Den ena metoden innebär att tillverkarna av torrbruk och bindemedel lämnar ordentliga anvisningar om hur produkterna skall behandlas. Härigenom skulle de flesta produkterna få en väsentligt högre lufthalt. I de produkter som inte får en tillfredsställande lufthalt vid någon "praktisk behandling" måste helt enkelt andra och bättre luftporbildare användas.

3 PUTSKVALITET I PRAKTIKEN

3.1 Allmänt

Vid bedömningen av olika putser utgår man i allmänhet från laboratorieundersökningar där proverna framställts under ideala förhållanden. Vid praktisk användning kan dock förhållandena variera kraftigt. En faktor som ofta diskuteras i samband med kalkputser är klimatet under härdningen. En annan faktor, som sällan nämns men som enligt skadefallet i inledningen kan ha stor betydelse, är underlagets sugförmåga.

Ur praktisk synvinkel innebär en god puts kvalitet att putsen skall fungera på avsett sätt. Ur strikt vetenskaplig synvinkel är det svårt att definiera och kvantifiera puts kvalitet. Ofta används hållfasthet och elasticitetsmodul som mått på puts kvaliteten. Till en viss del kan detta vara riktigt. Man får dock inte generalisera

och påstå att en hög hållfasthet är likvärdigt med en god puts-kvalitet. Hållfastheten hos en puts är nämligen av mindre in-tresse. Vid en analys av olika faktorerers inverkan på ett visst bruk kan dock hållfastheten ge en vägledning om hur kvaliteten påverkas. Genom att kombinera hållfasthetsmätningar med andra provningar, till exempel frostbeständighet och porstrukturana-lyser, bör man kunna få en hyfsad uppfattning om putskvaliteten.

3.2 Laboratoriemätningar

Av praktiska skäl var det nödvändigt att begränsa både antalet provningsmetoder och antalet studerade faktorer, som kunde tänkas påverka putskvaliteten.

De kvalitetspåverkande faktorer som studerats är

Bruktstyp:	1 st KC-bruk
(Torrbruk)	2 st K-bruk
	1 st K_h -bruk
Underlag:	Sugande
	Icke sugande
Härdnings-	20°C 65 % RF
klimat:	20°C 90 - 95 % RF
	5°C 80 - 85 % RF
Härdnings-	1 mån
tid:	3 mån (ej färdigt)
	1 år (ej färdigt)

De provningar som utförts är

Tryckhållfasthet
Böjdraghållfasthet
Elasticitetsmodul
Porositet - densitet
Saltvittringstest

Samtliga prover putsades för hand och fick under härdningen sitta kvar på underlaget (autoklaverad lättbetong). Innan provningen avlägsnades putsen och torkades i 60°C.

Vid saltvittringstesten utsätts proverna för ett "expanderande" salt, natriumsulfat. De från början torra proverna får suga upp saltlösningen, varefter proverna torkas. Vid uttorkningen försvinner vattnet medan saltet stannar kvar i provet. Proceduren upprepas cykliskt, varvid salthalten succesivt ökar. Varje gång saltlösningen sugts upp i provet kommer det i provet befintliga saltet att expandera och ge "ett inre tryck". Resultatet av detta blir en vittring av provet. Genom att väga provet efter varje cykel kan man få en uppfattning om vittringshastigheten. I början sker en viktsökning eftersom saltupptagningen är större än vittringen. Saltvittringstesten är mycket vanlig i samband med studier av stenkonserveringsmetoder. Ursprungligen används metoden till frostbeständighetsprovningar.

I FIG. 3:1-2 redovisas E-modul och tryckhållfasthet för de olika putserna på sugande underlag, vid varierande härdningsklimat och tid. Den relativt låga E-modulen för K-1 vid 1 månads lagring i

20°C, 95 % RF torde bero på inre sprickor i provkropparna.

I FIG. 3:3 visas underlagets inverkan på tryckhållfasthet och porositet.

I FIG. 3:4 redovisas viktsförändringen under saltvittringstesten för de olika putserna på sugande underlag efter 1 månads lagring i 20°C, 65 % RF.

I FIG. 3:5 visas inverkan av underlagets sugförmåga på nedbrytningen under saltvittringstestet för det hydrauliska kalkbruket.

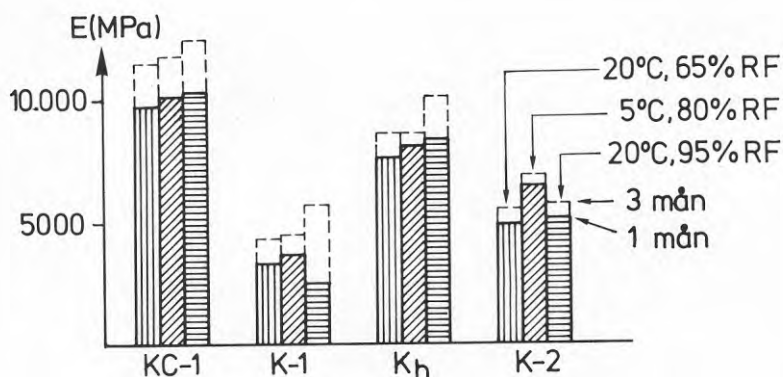


FIG. 3:1 E-modul vid olika ålder och härdningsklimat. Sugande underlag.

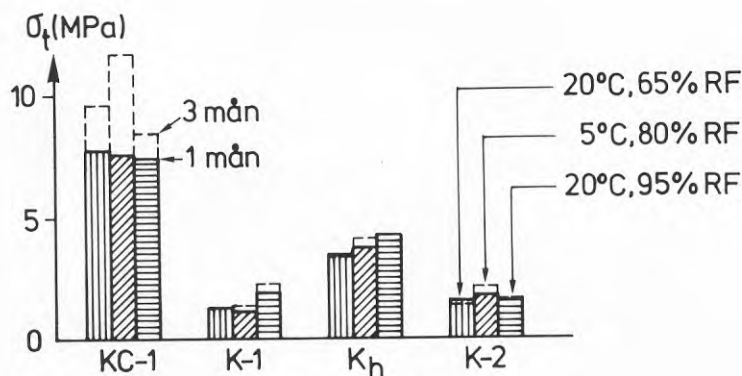


FIG. 3:2 Tryckhållfasthet vid olika ålder och härdningsklimat. Sugande underlag.

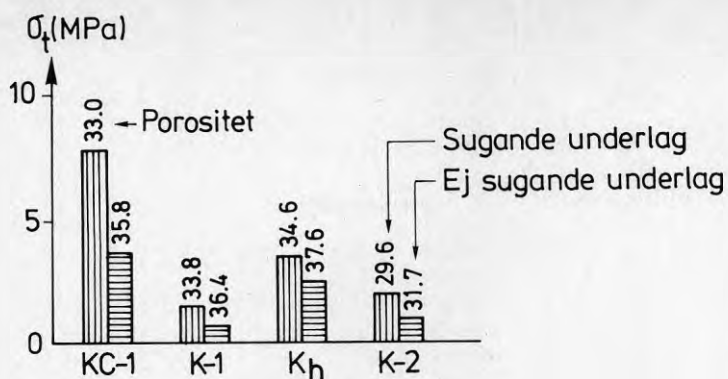


FIG. 3:3 Tryckhållfasthet vid sugande respektive icke sugande underlag. 1 månads lagring i 20°C och 65 % RF.

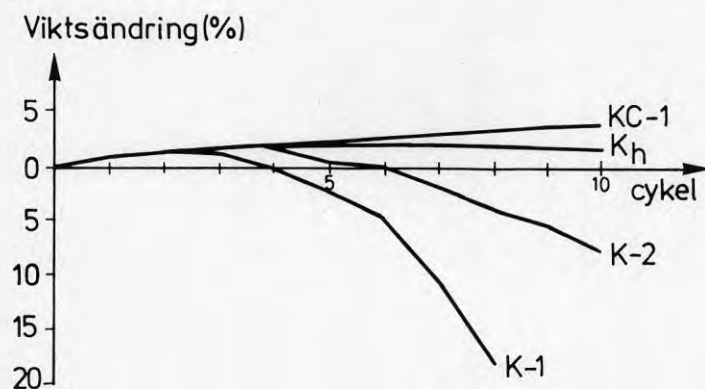


FIG. 3:4 Viktsförändring under saltvittringstest. Sugande underlag, 1 månads lagring i 20°C, 65 % RF.

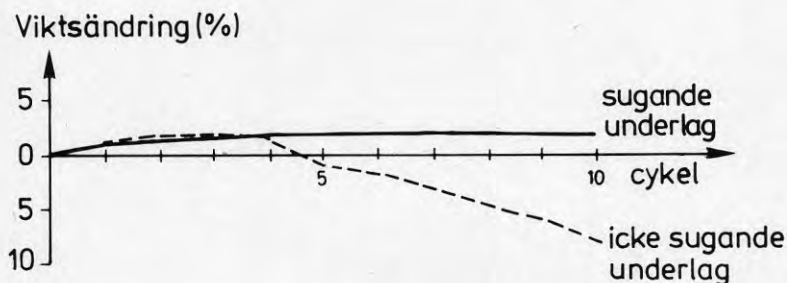


FIG. 3:5 Viktsförändring under saltvittringstest. Hydrauliskt kalkbruk, 1 månads lagring i 20°C, 65 % RF.

3.3 Diskussion av resultaten

De redovisade exemplen visar att underlagets sugförmåga är helt avgörande för putsens "kvalitet". Ett icke sugande underlag ger en puts med låg hållfasthet och dålig vittringsbeständighet. Jämfört med underlagets inverkan är de andra undersökta faktorerna marginella.

Orsaken till att underlagets sugförmåga har så stor inverkan på putskvaliteten är att putsens fuktinnehåll vid hårdnandet är olika. Detta medför i sin tur att porförhållandena blir olika i den slutliga putsen. På ett icke sugande underlag hårdnar putsen med ett större fuktöverskott än på ett sugande underlag. Enligt FIG. 3:3 blir porositeten cirka 10 % större (2-3 procentenheter) i putser på icke sugande underlag. Detta medförde en minskning av hållfastheten till cirka hälften. Det är alltså inte bara porvolymens storlek som påverkar förhållandena. Varierande porstruktur torde ha en väsentligt större inverkan.

Resultaten kan tolkas så att vattenhalten i det färska bruket har en avgörande betydelse för putsens kvalitet på icke sugande underlag. En låg vattenhalt bör ge en förbättring av putskvaliteten på icke sugande underlag. Enligt HusAMA skall vatten tillsättas så att bruket får en lämplig styvhet. Att i praktiken uppfylla detta är dock svårt, om man skall beakta både murarens önskemål och resultaten från utförda undersökningar. Förhållandena kompliceras ytterligare av att på sugande underlag bör man ha en relativt hög vattenhalt för att få god vidhäftning. Begreppet "lämplig styvhet" är alltså inget entydigt begrepp, utan kan variera kraftigt från fall till fall.

LITTERATUR

HusAMA 83, 1983. Stockholm.

Sandin, K, 1983. Puts- och ytskiktsproblem. Avdelningen för Byggnadsmateriallära, LTH. Rapport TVBM-3013. Lund.

SKALMURENS VATTENTÄTHET

Pentti Vähäkallio

Sammanfattning

Slutrapport om skalmurens vattentäthetsprovningar i Helsingfors Tekniska Högskola för jämförande av skilda mursten och murbruk i laboratorieförhållanden med arbetskraft från praktiken. Resultaten var i allmänhet tämligen negativa. Konstruktionsprinciper och reparationsmöjligheter vidrörs på grund av erfarenheter i praktiken.

Innehåll

Sammanfattning

Inledning

Utförda provningar

Resultat

Slutsatser

Konstruktionsprinciper

Tabell 1. Egenskaper av använda bruk

Tabell 2. Egenskaper av murstenar

Tabell 3. Provväggar

Reparationsmöjligheter

Tabell 4. Provresultat

Forskingens fortsättning

INLEDNING

Murade väggars regntäthetsprovningar i Helsingfors Tekniska Högskola har tidigare presenterats på 4. Nordiska Murverkssymposiet i Esbo, Finland, 1981 /1/ samt på 6. Internationale Mauerwerkskonferenz 1 Rom 1982 /2/. Båda provserier gjordes med olika tegelsten och murbruk. Arbetet fortsattes med en tredje serie av olika kalksandstenar och med olika murbruk och efterfogning. I det följande har man givit data om alla tre serier.

UTFÖRDA PROVNINGAR

Provningssystemet var detsamma som har används i tidigare serierna och är skildrad i /1,2/. I tabell 1 är samlade de alla använda murbruken, bruk från nr IV hör till kalksandstensen. I tabell 2 är på motsvarande sätt samlade använda murstenar, sten med beteckning från G till M är kalksandstenar. Tabell 3 ger väggarnas sammansättning och data, vägg från nr 10 till nr 19 är kalksandstenväggar. Alla väggar provades två gånger, först utan vind eller övertryck och sedan efter uttorkning med 17 m/s vind eller 200 Pa övertryck samtidigt med bevattningen 20 mm/h under 24 timmar.

RESULTAT

Väggarnas viktökning efter 1, 6, 12 och 24 timmar är angiven i tabell 4, vilken också innefattar den mängd vatten i kg, som har gått genom väggen i båda provningar. Övertryck har haft något större inverkan i viktökningen hos kalksandstenväggar än hos tegelstenväggar. Övertryck vid provning ger mycket större vattengenomgång än provning utan övertryck. Spridning i alla resultat är stor också vid systerprovkroppar, i synnerhet i vattengenomgång.

SLUTSATSER

- det finns icke helt täta murade halvstensväggar
- ingen sten eller bruk kan ge utan vidare täthet
- arbetsteknik och -utförande är viktigare än material
- vintryck har dominerande effekt på vattengenomgång
- till stenet passande murbruk ger goda resultat
- efterfogning kan också ge god täthet
- vattengenomgång är inte en följd av viktökningen

KONSTRUKTIONSPRINCIPER

Viktigaste regeln är anordnandet av ingående vattens utkommande utan skadliga inverknings innanför väggen. Luftspalt skall användas mot lätt innervägg. Vattnet får inte uppdämmas i luftspaltet t.e. på en brandspår av mineralull. Vid höga gavel utan öppningar borde vattnets utgångsanordningar också användas t.e. vid var tredje våning. Vattenutledande plåtar eller bitumenmattor eller dylikt skall skarvas vattentät i tvärriktningen. Murningen bör utföras med helt fyllda fogar. Avloppsrör av plast i stötfogar borde överskrida väggnivån med 15 - 25 mm /3/.

TABELL 1. Egenskaper av använda bruk.

Nr.	Beteckning, sammansättning	Densit. kg/m ³	f _{bd} MN/m ²	f _c MN/m ²	MO-tal	Luft- halt%
I	M 100/600 byggplats	2075	3,6	13,2	22	13
II	M 100/600 torrbruk	2005	1,3	7,6	16	11
III	S 100 special- torrbruk	1860	0,6	2,9	15	15
IV	M 100/500As torrbruk	1750	1,6	6,0	13	23
V	ML 52As svart	1790	1,3	4,7	12	23
VI	KS 50/50/600	2080	0,4	1,4	18	7
VII	Kvartsbruk	1950	2,2	9,4	10	13
VIII	Efterfogning gul	2140	3,4	18,4	styv	10
IX	Efterfogning svart	2120	2,5	14,7	styv	18
X	Efterfogning kvarts	2070	3,2	15,9	styv	19

TABELL 2. Egenskaper av murstenar.

Sten	Stentyp, mått l x b x h mm ³	Densit. kg/m ³	Sugning kg/m ² min	Sugförm. vikt%	Per. völ%	f _{c2} MN/m ²
A	Håltegel RT 265 x 128 x 58	1500	0,9	4,8	11	45
B	Håltegel NRT 265 x 128 x 73	1440	0,7	5,2	11	45
C	Håltegel 270 x 130 x 75	1280	5,8	20,0	34	25
D	Håltegel HRT 257 x 123 x 57	1520	2,8	12,8	24	45
E	Fulltegel HRT 257 x 123 x 57	1740	2,9	14,5	26	55
F	Modultegel MRT 282 x 88 x 82	1340	2,2	11,4	22	35
G	Kalksandsten NKH-L 270 x 131 x 75 gul	1690	1,0	14,9	24	15
H	Kalksandsten NKH-L 271 x 136 x 75 grå	1730	1,1	13,9	25	15
J	Kalksandsten NKH 271 x 133 x 75	1815	0,7	13,0	24	20
K	Kalksandsten NKH 270 x 131 x 75 kvarts	1705	2,2	15,5	27	20
L	Kalksandsten Rustika 271 x 95 x 75	1615	1,6	18,1	30	15
M	Kalksandsten Kartano 270 x 130 x 75 svart-röd	1825	1,2	12,7	23	15

anm. NKH = kalksandsten -L = rakhuggen
 Rustika = rundhuggen Kartano = borstad
 ML 52As = Lohja Oy:s färgbruk

TABELL 3. Provväggar.

Nummer	STEN	BRUK	Fog mm	Väggens mått			Vågrätt regn	
				L x H x D	mm ³	l/h	mm/h	
1	1a	A	I	20	1120 x 1445 x 128	36	22,4	
	1b				1125 x 1440 x 128			
2	2a	B	I	15	1130 x 1530 x 128	36	20,8	
	2b				1125 x 1540 x 128			
3	3a	C	I	15	1120 x 1555 x 130	36	20,7	
	3b				1120 x 1545 x 130			
4	4a	D	II	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	
	4b				1075 x 1510 x 123			
5	5a	E	II	15	1096 x 1508 x 123	36	21,8	
	5b				1080 x 1508 x 123			
6	6a	F	II	15	1170 x 1558 x 85	36	19,8	
	6b				1175 x 1561 x 85			
7	7a	D	III	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	
	7b				1075 x 1510 x 123			
8	8a	E	III	15	1080 x 1510 x 123	36	22,1	
	8b				1080 x 1510 x 123			
9	9a	F	III	15	1170 x 1565 x 85	36	19,7	
	9b				1175 x 1565 x 85			
10		J	I	15	1135 x 1540 x 130	36	20,6	
11	11a	H	IV+IX	15	1127 x 1538 x 136		20	
	11b				1123 x 1544 x 136			
12	12a	G	IV+VIII	15	1126 x 1541 x 131		20	
	12b				1129 x 1535 x 131			
13	13a	M	V	15	1128 x 1544 x 130		20	
	13b				1130 x 1526 x 130			
14	14a	K	VI	15	1126 x 1530 x 131		20	
	14b				1128 x 1535 x 131			
15	15a	K	VII+X	15	1126 x 1540 x 131		20	
	15b				1128 x 1541 x 131			
16	16a	J	VI	15	1132 x 1538 x 130		20	
	16b				1126 x 1537 x 130			
17	17a	L	VII	15	1125 x 1537 x 95		20	
	17b				1122 x 1537 x 95			
18		J	III	15	1130 x 1530 x 130	36	20,8	
19		H	VII	15	1130 x 1530 x 136	36	20,8	

REPARATIONSMÖJLIGHETER

Dåligt murad vägg utan avloppsanordningar kan inte göras vattentät utan risk för frostsador med utvändiga bestrykningsmedel. Goda resultat kan nås med öppnandet av väggens i fråga varande uppdämningställe i korta sträckor, i vågrätt riktning högst 3 sten och i lovrätt riktning 2-3 stenar, för montering av avloppsplåt i korta stycken med upphöjda tvärskarvar.

TABELL 4. Provresultat.

Vägg- nr.	Väggens viktökning efter ang.tid. (kg)								Vattengenom- gång(kg)	
	Prov utan vind.				Prov med 17 m/s vind = 200 Pa.				utan	med
	1h	6h	12h	24h	1h	6h	12h	24h	vind. 24h	vind. 24h
1a	9	21	25	27	13	22	26	27	115	385
1b	4	11	13	24	9	18	21	26	20	121
2a	6	14	20	24	7	15	22	24	13	76
2b	4	14	18	22	7	15	19	22	13	72
3a	34	61	63	64	36	63	64	64	23	442
3b	33	63	67	67	36	65	66	66	25	266
4a	14	26	30	33	20	33	37	37	16	71
4b	15	33	35	36	18	34	36	37	63	113
5a	19	44	51	52	22	45	49	51	63	149
5b	24	44	47	49	24	46	50	51	8	176
6a	14	24	26	28	18	27	30	30	39	187
6b	13	28	29	30	17	27	30	30	36	144
7a	15	32	36	40	22	37	42	42	12	62
7b	15	32	36	39	20	36	39	39	14	28
8a	21	42	45	47	25	41	45	48	10	18
8b	20	44	47	50	28	49	52	52	27	69
9a	15	28	31	32	17	29	33	33	17	83
9b	16	29	32	33	16	29	31	32	48	171
10	9	24	38	45	13	29	38	46	15	43
11a	11	33	38	40	12	29	35	38	-	86
11b	11	37	40	42	17	32	38	42	-	97
12a	13	31	40	44	15	27	37	42	17	54
12b	13	36	36	39	9	23	29	33	42	58
13a	11	18	19	21	16	23	27	30	52	100
13b	9	19	23	25	12	23	28	35	32	105
14a	7	15	20	24	14	34	38	42	88	152
14b	7	13	19	20	20	34	37	41	33	89
15a	14	23	27	28	21	36	39	40	88	127
15b	15	25	26	26	15	33	36	37	56	190
16a	13	29	41	43	10	28	38	38	23	89
16b	13	27	34	42	14	32	40	40	25	85
17a	15	32	32	32	20	35	37	38	68	213
17b	15	31	32	34	18	27	30	32	30	234
18	7	22	31	40	8	22	31	40	-	23
19	19	51	54	55	19	51	56	58	50	163

Forskningsens fortsättning

Bestrykningmedels användning fordrar tämligen vidsträckt och långvarig forskning i olika klima för utredning risker och man har gjort några förberedande åtgärder för att få i stånd forskningen i fråga.

Litteraturförteckning

- /1/ Pentti Vähäkallio: Provingar on skalmurens vattentäthet. 4. Nordiska Murverkssymposiet, Esbo, Finland 1981 sid. 531 - 539.
- /2/ Pentti Vähäkallio: Wasserdurchlässigkeitsversuche von Zweischalenmauerwerk mit Wärmeisolierung. 6. Internationale Mauerwerkskonferenz, Rom 1982 sid. 1533 - 1541.
- /3/ Pentti Vähäkallio, Markku Laine: Toimiva tiilijulkisivu (fungerande tegelfasad) Tidskrift Rakennustaito 6,7/1983 8 sidor.

DIMENSIONERING AV MURVERKSKONSTRUKTIONER

Synpunkter på revidering av finska normer

Pekka Sipari
Markku Laine

Sammanfattning

Före revidering av finska murverksnormer har det gjorts en omfattande förundersökning. I samband med förundersökningen kartlades murverkets användningsändamål, och bristen hos nuvarande normer utreddes genom förfrågningar. Enligt utredningen i Finland har murverk använts som bärande konstruktion huvudsakligen i låga byggnader. I högre byggnader har murverk använts i icke bärande fasader på grund av arkitektoniska synpunkter. I de nuvarande normer finns det också alltför mycket tabeller eller siffror och delvis är normerna svårbegripliga. Murverks användningsändamål är alltså inte många, och därför bör normer och dimensioneringsregler vara få och så enkla som möjligt. Ett förslag till nya finska murverksnorm har gjorts enligt de huvudprinciper, som har framlagts i litteraturen. Avsikten var att genom noggrann granskning av de vanligaste materialens egenskaper samt undersökning av litteraturen välja de lämpligaste och enklaste dimensioneringsreglerna.

Innehåll

Sammanfattning

1. Materialegenskaper och säkerhetsfaktorer
 - 1.1 Karakteristisk hållfasthet för murverk
 - 1.2 Säkerhetsfaktorer för murverk
 - 1.3 Deformationsegenskaper
2. Bärande väggar
 - 2.1 Excentricitet
 - 2.2 Dimensionering
3. Sidbelastade väggar
 - 3.1 Böjningskapasitet
 - 3.2 Dimensionering

1. MATERIALEGENSKAPER OCH SÄKERHETSFAKTORER

1.1 Karakteristisk hållfasthet för murverk

Efter granskning av tidigare undersökningar och litteratur har för murverkets karakteristiska tryckhållfasthet rekommenderats de värden, som anges i tabell 1.

Tabell 1. Föreslagna karakteristiska tryckhållfasthetsvärden f_k (MN/m²) för olika murstens- och murbrukskombinationer.

Murstenarnas karakteristiska tryckhållfasthet MN/m ²	M u r b r u k		
	I KS 20/80 M 100/600	II KS 35/65	III KS 50/50
10	5	4	3
20	7	6	5
30	9	8	6
40	11	9	7

För den karakteristiska böjdraghållfastheten, f_{kx} , har föreslagits följande värden:

$$f_{kx} \text{ är } 0,25 \text{ MN/m}^2 \text{ i vertikal riktning} \\ 0,75 \text{ MN/m}^2 \text{ i horisontal riktning}$$

När man dimensionerar konstruktionen med hänsyn till sidobelastning kan den karakteristiska skjuvhållfastheten, f_{vk} , beräknas ur formeln

$$f_{vk} = 0,2 \text{ MN/m}^2 + 0,5 \sigma_n \leq 1,0 \text{ MN/m}^2.$$

(σ_n är den med belastnings säkerhetsfaktor multiplicerad permanent vertikal tryckspänning)

1.2 Säkerhetsfaktorer för murverk

För säkerhetsfaktorer har det rekommenderats bara två värden, 2,0 i konstruktionsklass I och 2,5 i konstruktionsklass II. I normerna kan uppställas fordringar för konstruktionsklasserna med hänsyn till kvalitetskontroll av arbete, mursten och murbruk samt måttavvikelser.

1.3 Deformationsegenskaper

Enligt finska forskningsresultat är elasticitetmodulen (sekant-

modulen) $600 \dots 1500 \times f_k$, där f_k är den karakteristiska tryckhållfastheten. Om man vill använda enhetliga värden för alla murstens- och murbrukskombinationer, kan de beräknas ur den approximativa formeln

$$E_c \text{ är } 800 f_k.$$

Vid beräkning av deformation orsakad av långtidsbelastningar bör krypning beaktas, och krypningsfaktorn är 0,75 för murverk av tegel och 1,5 för murverk av kalksandsten.

Temperaturdeformationen kan beräknas med temperaturkoefficienterna $6 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ för tegelmurverk och $8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ för kalksandstensmurverk.

Krympningen och fuktutvidgningar har bestämts med kontrollprovningar och det kan beräknas, att både krympningen och fuktutvidgningen är ca. 0,1 mm/m för murverk av tegel och 0,2 mm/m för murverk av kalksandsten.

2. BÄRANDE VÄGGAR

2.1 Excentricitet

Utan noggrannare beräkningar kan excentriciteten hos vertikala belastningar bestämmas på följande sätt:

- på stödytor av horisontella konstruktioner verkar belastningen på stödytans tredjedelspunkt,
- på stödytor av oavbrutna horisontella konstruktioner antas belastningarna från båda sidor av väggen fördelas så, att de separat verkar på de två tredjedelspunkterna på stödytan,
- på den nedre sidan av väggen antas belastningen vara jämnt fördelad på hela stödytan.

Den excentricitet som förorsakas av sidobelastning kan beräknas ur formeln e_w är M_d/N_d , där M_d är den dimensionerande böjningsmomentet och N_d är den dimensionerande vertikallastningen (Vanligen kan M_d beräknas ur $M_d = g_d \cdot H^2/16$.)

Initialexcentriciteten kan beräknas ur $e_a = 0,05 t + 0,002 H$, i vilken t är vägg tjockleken och H är vägghöjden. Initial-excentriciteten ingår i kapacitetens reduktionsfaktor i figur 2.1.

Konstruktionens tryckkapacitet beräknas med hjälp av dimensioneringsexcentriciteten:

$$e_d = 0,6 e_1 + 0,4 e_2 + e_w \geq 0,05 t + e_w,$$

där e_1 och e_2 är ändornas excentriciteter ($|e_1| > |e_2|$), e_w är

excentriciteten orsakad av sidobelastning och t är vägg-
tjocklek.

2.2 Dimensionering

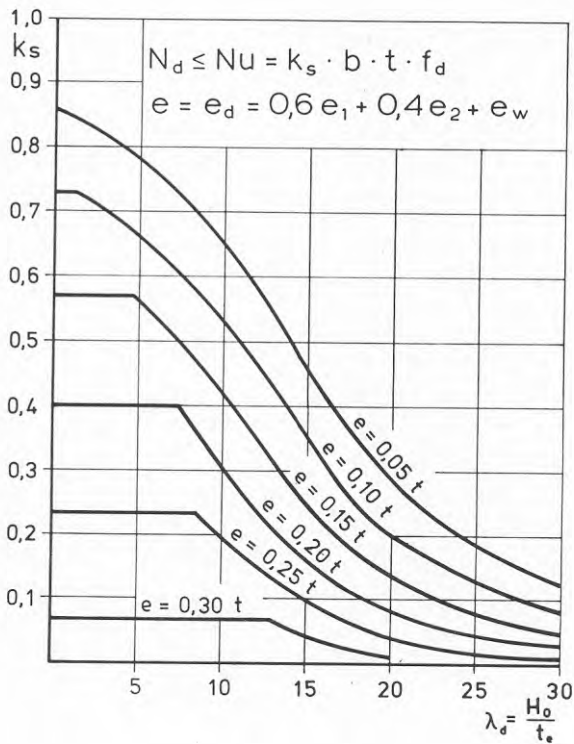
Tryckkapaciteten beräknas ur formeln:

$$N_u = k_s \cdot A \cdot f_d,$$

där N_u är tryckkapacitet

A sektionensyta

k_s kapacitetens reduktionsfaktor från figur 2.1.



Figur 2.1. Kapacitetens reduktionsfaktor.

4. SIDOBELASTADE VÄGGAR

4.1 Böjningskapacitet

När väggen är sidobelastad genom vindtryck, kan böjningskapaciteten beräknas ur formeln

$$M_u = (f_{xd} + \sigma_n) \cdot W \quad \text{i vertikal riktning och}$$

$$M_u = f_{xd} \cdot W \quad \text{i horisontal riktning}$$

i vilka M_u är böjningskapaciteten

f_{xd} dimensioneringsböjdraghållfastheten i betraktad riktning

σ_n den med belastningssäkerhetsfaktor multiplicerade permanenta vertikala tryckspänningen

W böjstyvhet

4.2 Dimensionering

När väggen är huvudsakligen sidobelastad kan böjningsmomenten beräknas enligt elasticitetsteori eller enligt brottlinje analogi. Väggarna dimensioneras så att böjningsmomenten orsakade av dimensionerande sidobelastningar inte överstiger böjningskapaciteten i den betraktade riktningen. För normer kan färdiga dimensionerings tabeller beräknas för de vanligaste last- och stödförhållandena.

DE NYE DANSKE MURVÆRKS NORMER

Oversigt over de væsentligste afsnit vedrørende dimensionering af murværkskonstruktioner.

Henry Høffding Knutsson

Sammenfatning

Den nye danske norm baserer sine dimensioneringsformler på murværkets basisstyrker, der er murværkets trykstyrke og bøjningstrækstyrker bestemt på små prøvelegemer. Dimensionering af trykpåvirkede konstruktioner baseres på lastens excentricitet. Dimensionering af horisontalt belastet murværk sker enten på grundlag af buevirkning eller ved formel beregning ved hjælp af brudlinieteori. Ved forskydningspåvirket murværk forudsættes forskydningsspændingen at være ensformig fordelt over den trykpåvirkede del af tværsnittet.

Indhold

- 1 Indledning
- 2 Basisstyrker
- 3 Trykpåvirkede konstruktioner
- 4 Bestemmelse af excentriciteter
 - 4.1 Excentriciteter vinkelret på murens plan
 - 4.2 Excentriciteter i murens plan
- 5 Tværbelastede konstruktioner
 - 5.1 Buevirkning
 - 5.2 Bøjningsvirkning
- 6 Forskydningspåvirkede konstruktioner
 - 6.1 Forskydning parallel med liggefugen
 - 6.2 Forskydning vinkelret på liggefugen

Eksempler

1 INDLEDNING

Alle danske konstruktionsnormer har i de sidste fem år været underkastet en revision. Denne revision er gennemført for at kunne indføre det sikkerhedssystem, som er udarbejdet af Nordisk Komite for Bygningsbestemmelser og beskrevet i NKB-rapport nr. 35, Retningslinier for Last- og Sikkerhedsbestemmelser for bærende konstruktioner.

Ved revisionen af konstruktionsnormerne har man benyttet lejligheden til at harmonisere de forskellige normer indbyrdes. Herved er der indført memotekniske klassebetegnelser som fx skærpet, normal, lempet - høj, normal, lav etc. i stedet for A, B, C - I, II, III - c, b, a. Endvidere er alle symboler blevet bragt i overensstemmelse med de internationale angivet i ISO 3898. Endelig er alle konstruktionsnormerne redigeret med samme kapiteloverskrifter:

- 1 Indledning
- 2 Forundersøgelser
- 3 Materialer
- 4 Laster
- 5 Sikkerhed
- 6 Beregning og konstruktion
- 7 Udførelse
- 8 Kontrol
- 9 Særlige forhold
- 10 Tilknyttede standarder

Den nye norm for murværkskonstruktioner, DS 414, 3. udgave 1984, omfatter murværk af mursten og murværk af blokke. I det følgende gennemgås hovedsagelig de afsnit, der vedrører beregning af murværk.

2 BASISSTYRKER

Når det drejer sig om murværk er det egentlig ikke stenes, blokkenes eller mørtlens styrke, som er afgørende, men derimod murværkets styrke. Murværkets styrke bestemmes med udgangspunkt i nogle små murede prøvelegemer, hvorpå man kan bestemme eller kontrollere murværkets styrke på samme måde, som man bestemmer betonstyrken på cylindre (eller terninger).

For murværk af mursten bestemmes *trykstyrken* f_{c6} på små prøvelegemer, som er

- 1 sten x 1 sten x 6 skifter

opført med de aktuelle sten med den ønskede mørtel. Samtidig bestemmes murværkets *bøjningstrækstyrker* i liggefugerne f_{t1} og i studsfugerne f_{ts} på prøvelegemer, der er henholdsvis

2 sten x 1/2 sten x 10 skifter og

4 sten x 1/2 sten x 4 skifter

For murværk af blokke bestemmes trykstyrken f_{c3} på prøvelegemer bestående af 3 blokke muret oven på hinanden, medens bøjningstrækstyrkerne bestemmes på prøvelegemer

2 bloklængder x 1 blokbredde x 6 skifter og

3 bloklængder x 1 blokbredde x 4 skifter

De således bestemte styrker kaldes basisstyrker, og de anvendes som grundlag ved dimensionering af murværket.

I normen er angivet basisstyrker for det normalt anvendte murværk, således at basisstyrkerne ikke kræves kontrolleret. Basisstyrkerne for murværk afhænger dog af flere faktorer, og der er derfor åbnet mulighed for at lade mursten typeprøve med normmørtler og derefter anvende større styrker ved dimensioneringen, hvis murstenene iøvrigt er underkastet kontrol.

Ved anvendelse af materialer, der afviger fra de, som er beskrevet i normen fx nye mursten eller bloktyper, nye bindemidler, tilsætningsstoffer til mørtel eller sand med afvigende kornkurve skal egnetheden være dokumenteret, bl.a. ved at basisstyrkerne er bestemt.

3 TRYKPÅVIRKEDE KONSTRUKTIONER

Ved bestemmelse af bæreevnen af trykpåvirkede konstruktioner skal der tages hensyn til optrædende momenter og excentriciteter og deres indflydelse på murens udknækning.

I normens vejledning er angivet, at for konstruktioner med fast knudepunktsfigur kan bæreevnen bestemmes som

$$R_{sd} = k_s k_t f_{cnd} A_c$$

hvor k_s er søjlefaktoren

$$k_s = \frac{1}{1 + \frac{f_{cnd}}{E_{od}} \pi^2 \left(\frac{l_s}{i_c} \right)^2}$$

E_{od} er den regningsmæssige begyndelseselasticitetsmodul

f_{cnd} er murværkets regningsmæssige basistrykstyrke

k_t er en reduktionsfaktor for tynde mure

$$\begin{aligned} k_t &= 0.6 \text{ for massive mure med } t \leq 90 \text{ mm} \\ &= 0.8 \text{ for massive mure med } 90 < t \leq 125 \text{ mm} \\ &= 0.9 \text{ for massive mure med } 125 < t \leq 175 \text{ mm} \\ &= 0.9 \text{ for hule mure} \\ &= 1.0 \text{ for massive mure med } t > 175 \text{ mm} \end{aligned}$$

l_s er søjlelængden

$i_c = \sqrt{I_c/A_c}$ er inertiradius for den trykpåvirkede del af tværsnittet

I_c er inertimomentet for den trykpåvirkede del af tværsnittet

A_c er tværsnitsarealet for den trykpåvirkede del af tværsnittet

For et rektangulært tværsnit eller et tværsnit, som kan omregnes til et ækvivalent rektangulært tværsnit, findes den trykpåvirkede del af:

$$A_c = b_e(t_d - 2e_t)$$

og

$$\left(\frac{l_s}{i_c}\right)^2 = 12 \left(\frac{l_s}{t_s - 2e_t}\right)^2$$

hvor

b_e er tværsnittets effektive bredde (se afsnit 4)

e_t er resulterende excentricitet i tykkelsesretningen (se afsnit 4)

t_d er den regningsmæssige murtykkelse

t_s er den regningsmæssige søjletykkelse

4 BESTEMMELSE AF EXCENTRICITETER

Ved dimensionering af murværk skal der ifølge afsnit 3 tages hensyn til mulige excentriciteter. Det vil sige, at der foruden de geometriske forhold tages hensyn til indspændingsgraden for dæk/bjælker, til udførelsestolerancer, temperaturdifferencer etc.

4.1 Excentriciteter vinkelret på murens plan

For konstruktioner i flere etager med fast knudepunktsfigur regnes ikke med ophobning af excentriciteter vinkelret på muren ned gennem etagerne. Det betyder, at excentriciteterne bestemmes for hver enkel etage, idet excentriciteten forneden normalt sættes lig nul. Excentriciteten er ikke nul forneden, fx når muren foroven er

belastet fra den ene side, og muren fornedet hviler på et dæk fra den modsatte side.

4.2 Excentriciteter i murens plan

For vægge, der er påvirket af horisontale laster i sin egen plan, bestemmes den effektive bredde som

$$b_e = b - 2e_b$$

hvor

$$e_b = \frac{M_{hd}}{N_d} + e_N$$

M_{hd} er det regningsmæssige moment i væggenes plan i det betragtede snit

N_d er den regningsmæssige normalkraft i det betragtede snit

e_N er normalkraftens excentricitet målt i væggens plan

5 TVÆRBELASTEDE KONSTRUKTIONER

I tværpåvirkede konstruktioner kan bæreevnebestemmelsen baseres på buevirkning eller bøjningsvirkning. I tilfælde, hvor der samtidig optræder søjlevirkning, skal bæreevnen eftervises som for trykpåvirkede konstruktioner.

5.1 Buevirkning

Det skal eftervises, at buetrykket og buereaktionerne kan optages. Ved tryk i studsfulger bør buetrykket ikke forudsættes større end $0.5 f_{cn}$.

5.2 Bøjningsvirkning

For vægfelter understøttet på flere sider kan bæreevnen for horisontal last formelt bestemmes på basis af brudlinieteorien for et anisotrop materiale med bøjnings-trækstyrkerne f_{t1} og f_{ts} .

6 FORSKYDNINGSPÅVIRKEDE KONSTRUKTIONER

Forskydningsspændinger parallelle med liggefuger må kun tages i regning, hvor der i tværsnittet ikke samtidigt optræder normaltrækspændinger.

6.1 Forskydning parallel med liggefuger

Det skal eftervises, at den regningsmæssige forskydningskraft V_d parallelt med liggefugerne opfylder følgende betingelse:

$$V_d \leq \mu N_{cd} + c A_c$$

hvor

μ er den regningsmæssige friktionskoefficient

c er den regningsmæssige kohæsion

N_{cd} er den regningsmæssige normaltrykskraft i liggefugen

A_c er det regningsmæssige tværsnitsareal med trykspænding

Forskydningskraften V_c tillades herved højst at antage værdien: $0.6 \text{ MPa} \cdot A_c$.

6.2 Forskydning vinkelret på liggefuger

Forskydningsstyrken vinkelret på liggefugerne bestemmes som forskydningsstyrken alene af stenene eller blokkene i det snit, som passerer det størst mulige antal studs-fuger. Følgende betingelse skal være opfyldt:

$$V_d \leq k_m f_c A'$$

hvor

$$k_m = \begin{cases} 0.07 & \text{for tegl} \\ 0.20 & \text{for letbeton} \end{cases}$$

f_c er stenklasse eller blokkklasse i MPa

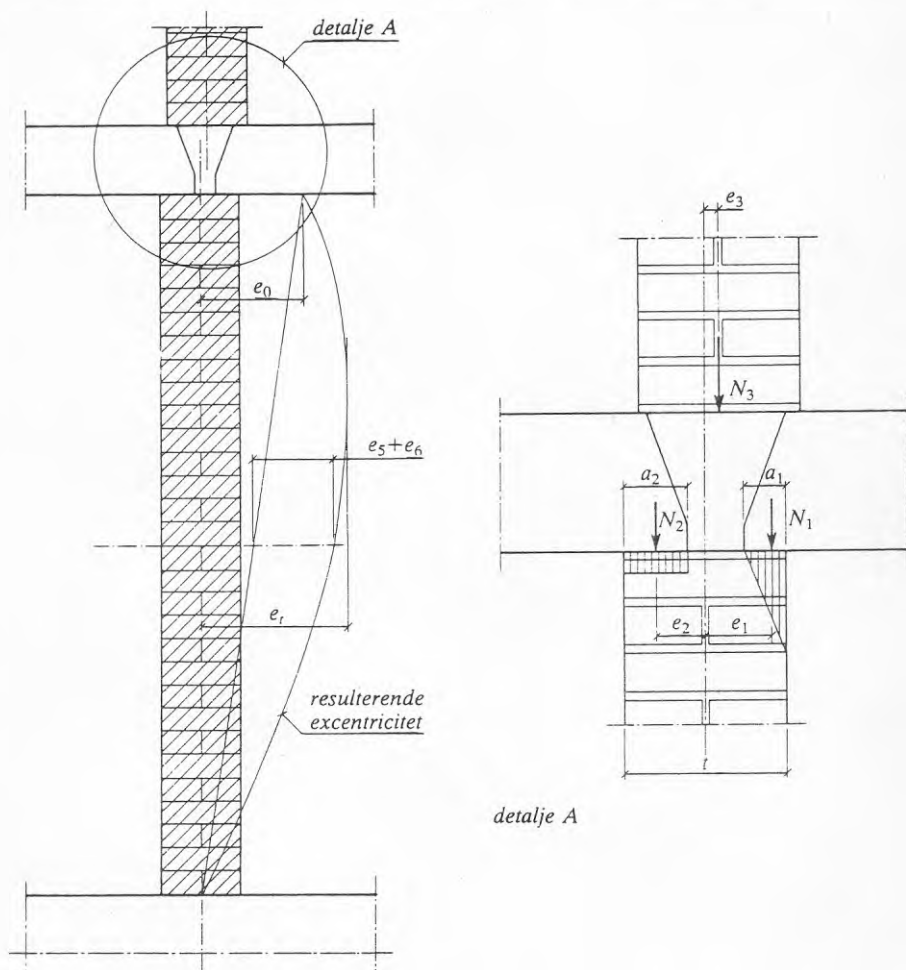
A' er stenenes eller blokkenes tværsnitsareal

Forskydningskraften V_d tillades herved højst at antage værdien: $0.8 \text{ MPa} \cdot A'$

Eksempel 1: Excentriciteter fra frit oplagte dæk eller bjælker.

Ved undersøgelse af bæreevnen af trykpåvirket murværk i konstruktioner med fast knudepunktfigur kan bestemmelsen af faktisk forekommende excentriciteter begrænses til bestemmelse af de i vederlagene optrædende excentriciteter samt den største excentricitet i konstruktionens midterste trediedel.

I det almindeligt forekommende tilfælde, hvor excentriciteten fornedes i konstruktionen kan sættes lig nul, er i det følgende vist eksempler på, hvorledes de resulterende excentriciteter kan bestemmes.



Idet dækkene forudsættes at være simpelt understøttede, a_2 er den foreskrevne vederlagsdybde og a_1 den minimalt tilladelige, findes når $N_1 \geq N_2$:

$$e_1 = \frac{t}{2} - \frac{1}{3} a_1$$

$$e_2 = \frac{t}{2} - \frac{1}{2} a_2$$

Der er anvendt følgende betegnelser:

e_0 er den resulterende excentricitet for lasten øverst på væggen

e_1 og e_2 er excentriciteter for normalkræfter fra dæk eller bjælker, der hviler direkte på væggen. Afhængigt af, hvad der er ugunstigst, regnes kræfterne angribende enten i vederlagsfladernes trediedelspunkter svarende til trekantformet spændingsfordeling med største spænding langs væggenes kant eller i vederlagsfladernes midtpunkt svarende til ensformig spændingsfordeling

e_3 er excentricitet fra mulig forskydning af tyngdepunktet for væggen eller søjlen i overliggende etage

e_3 er 15 mm for normal kontrol og 10 mm for skærpet kontrol,

e_4 er excentricitet fra indspændingen af dæk eller bjælker der ikke er gennemgående

e_4 er her 0 mm

e_5 er excentricitet stammende fra den betragtede vægkonstruktions mulige afvigelse fra den plane form

e_5 er 10 mm

e_6 er excentricitet hidrørende fra eventuel tværpåvirkning, fx vindlast, jordtryk og temperaturdifferencer

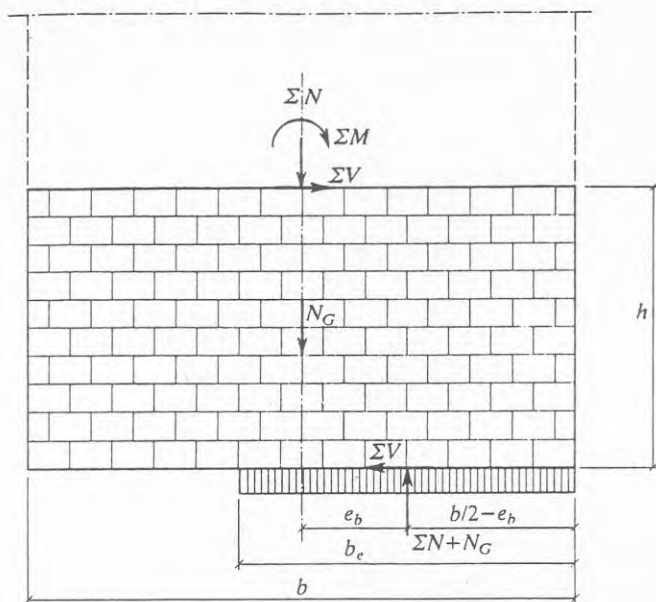
Den største excentricitet foroven i væggen er:

$$e_0 = \frac{1}{N_1 + N_2 + N_3} (e_1 N_1 - e_2 N_2 + e_3 N_3) + e_4$$

Den største excentricitet på den midterste trediedel af væggen bliver da:

$$e_t = \frac{2}{3} e_0 + e_5 + e_6$$

Eksempel 2: Skivevirkning. Horizontal last



Figur A 2. Skivevirkning på væg.

$$e_b = \frac{\Sigma V \cdot h + \Sigma M}{\Sigma N + N_G}$$

$$b_e = 2 \left(\frac{b}{2} - e_b \right) = (b - 2e_b)$$

$$t_e = (t - 2e_t), \text{ jf eksempel 1}$$

MÄNSKLIG BYGGNADSKONST I GÅR, I DAG, I MORGON

En tegelbetraktelse från Göteborgs horisont

Professor Johannes Olivegren, Arkitektursektionen Chalmers tekniska högskola, Göteborg

SAMMANFATTNING

Medeltidens och industrialismens samhällen speglade av tegelmurens förändring.

Tegelförnyelse genom nationalromantiken i början av 1900-talet och kyrkobyggandet i Sverige 1960-70.

Några Göteborgska egenheter inom tegelbyggandet samt tre "distrikt" inom Göteborg där man inom gångavstånd kan studera tegelbyggandets utveckling från Kronhuset i mitten av 1600-talet till dagens flerbostadshus vid Linnégatan. Dessutom nämns några tegelbyggnadsklenoder i Göteborg.

Till slut berörs några av teglets och tegelindustrins motigheter och möjligheter samt kunniga arkitekters och konstnärers roll för tegelbyggandets framtid.

INNEHÅLL

Medeltid
Industrialism
Tegelförnyelse
Göteborgs egenart
Motigheter och möjligheter
Relief och bilder

FOTO

Jaan Tomasson
Ulf Sjöstedt
Sven Desaix



*Från Gamla Elvsborgs fästning
Mitten av 1300-talet*

MEDELTID

Det finns mycket att begrundas i en medeltida tegelmur.

Varje sten är en unik individ, med sin egenart i form, färg och egenskaper att åldras. Trots att individerna är så olika bildar de tillsammans en gemenskap, en helhet. Ingen enkel, direkt summa av delar. Helheten är förmer än delarna.

Stenarna har med fogens hjälp anpassat sig till varandra. Fogen är följsam, hänsynsfull mot individernas egenheter. Varje sten har makt och myndighet att vara efter sin egenart - och att tala i gemenskap!

En ganska bra metafor för ett mänskligt samhälle - med sina unika individer sammanhållna av **hänsyn, omtanke, frihet från tvång, möjlighet att utvecklas efter sin egenart och att åldras i olikhet och gemenskap**. Begrepp som också är karaktäristiska för byggnader som är mänskliga.

Det är ett okonstlat och innerligt budskap i denna alldagliga tegelmur som fått sina kvaliteter genom naturens försorg och människans hantering. Tegelmurens "paradisiska" tillvaro. Ungefär som de tidiga människornas.

Våra ögon gör ständigt nya upptäckter. Våra händer vill känna efter, uppleva de olika skrovligheterna, vassheterna och mjukheterna. Våra sinnen finner både inspiration och ro.

INDUSTRIALISM

Det finns också mycket att begrunda i en industrialistisk tegelmur.

Industrialismen förändrar i grunden människans och tegelmurens värld. Med hjälp av maskinerna och kemin försöker människan bemästra naturen, betvinga den. De egenartade individerna är inte önskvärda. Tegelstenarna bör vara identiska i form och färg och helst oföränderliga år efter år. Fogarna utgör standardiserad lagerhylla.

Summan av delarna är inte förmer än delarna. Endast ett tegelstenslager. Inget samhälle med självständiga individer. Däremot hanterlig metervara!

Våra händer erfar ingen större anledning att känna på tegelmuren. Våra ögon leter förgäves efter stimulans och variation. Så förblir våra händer överksammas och våra ögon tröttnar. Innerligheten och sinnligheten har förtvinat.

Visst går det att uppnå estetiska effekter med hjälp av metervara, av massa.

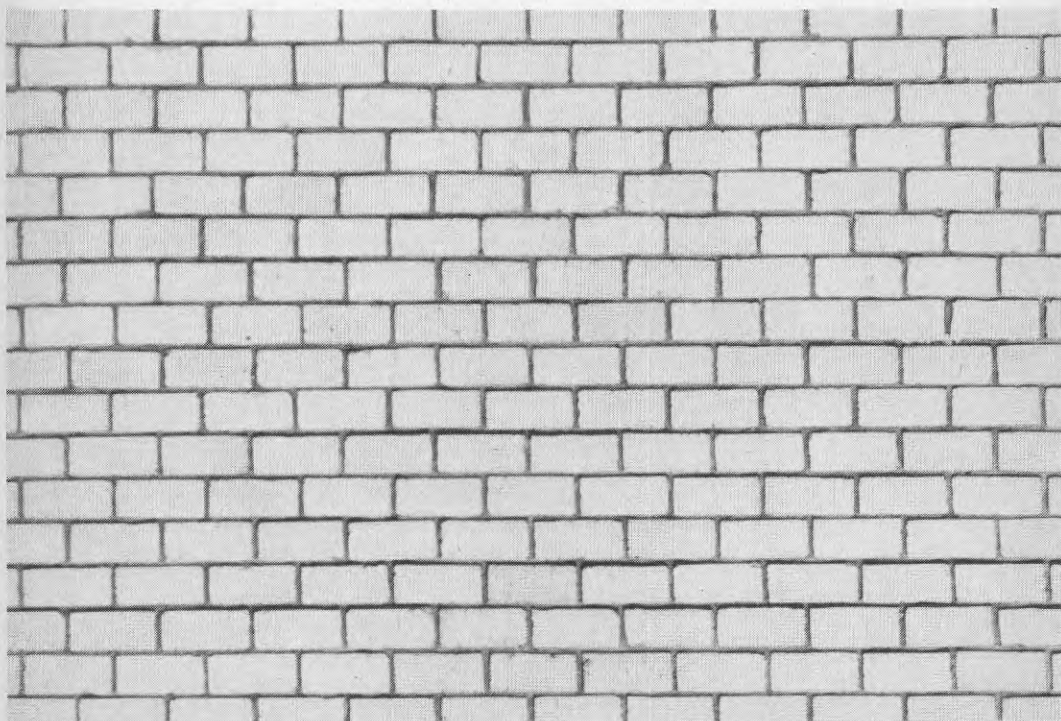
Industrialismen behandlade även husen som metervara. Och metervaran prånglades ut över stad och land.

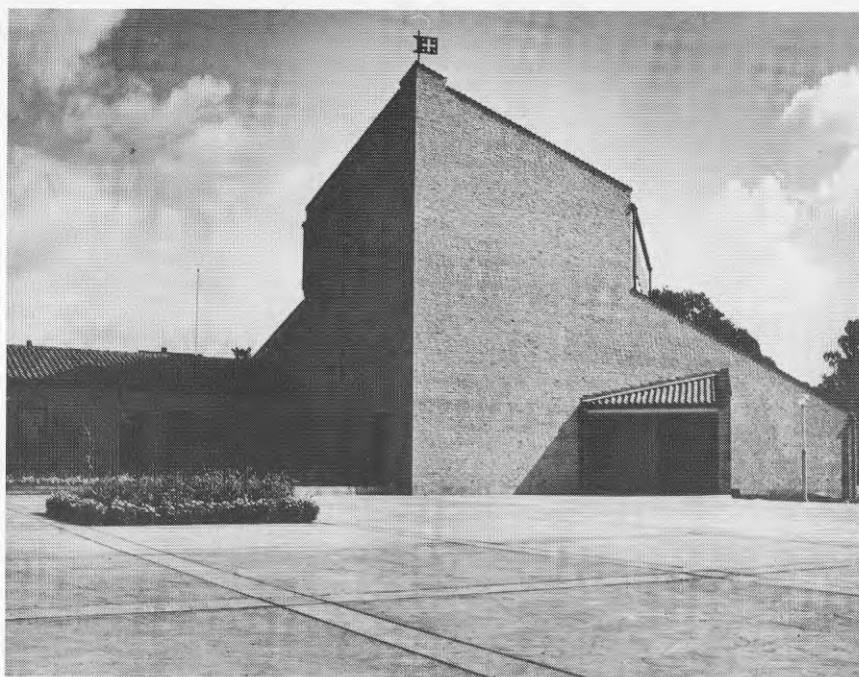
Industrialismens väsen var att sönderdela, att massproducera delarna och att lagra dem. Marknadens att transportera och försälja dem. Hopsättningen resulterade oftast i en summa av delar. Inget mer.

Det industrialistiska byggandet nådde sin kulmen i vårt land under 1960- och 1970-talen. Då kunde vi också tydligt iaktta en av industrialismens paradoxala egenskaper: Att skapa överflöd och samtidigt armod.

Vi fick gott om bostadsrum, men de flesta hade lådans torftiga form. Vi fick gott om nya hus, men med mekaniskt lika gestaltning. Vi fick gott om nya stadsdelar, men med ett ensidigt "sovstadsliv".

*Väggdetalj Vasastaden,
Göteborg*





Elinebergskyrkan, Hälsingborg, 1965
Ark: Johannes Olivegren



Elinebergskyrkan

TEGELFÖRNYELSE

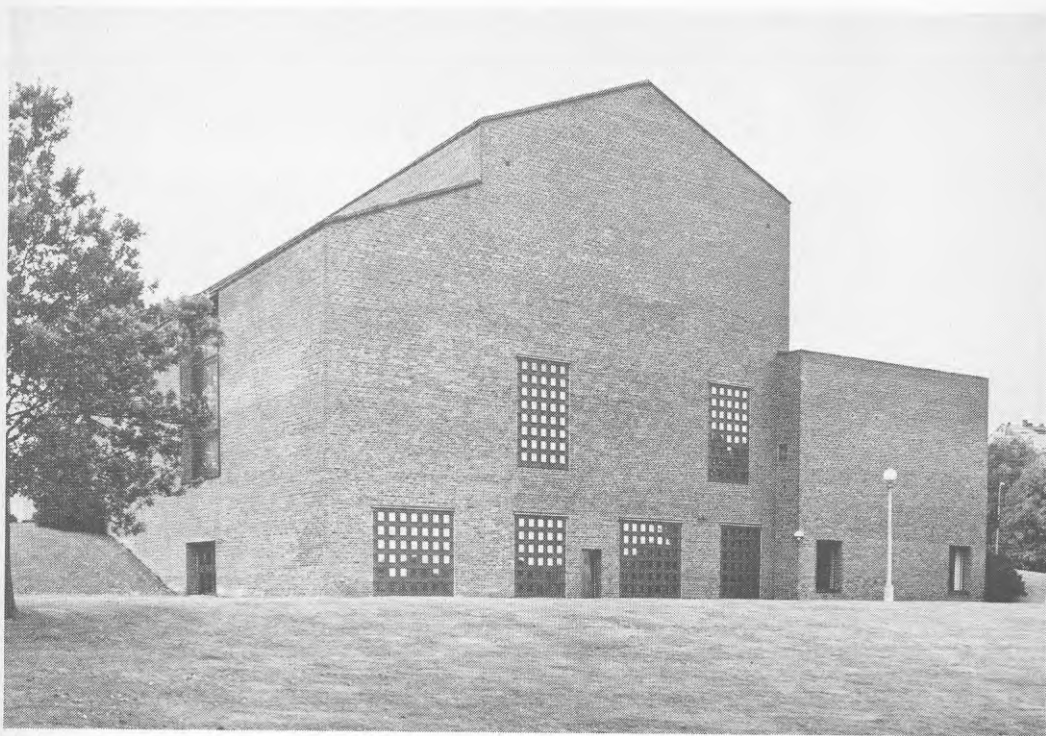
Mitt under det industrialistiska byggandets kulmen i Sverige, under 1960- och 1970-talen, inträffade en av vårt lands stora kyrkobyggnadsepoker. Byggnadsmaterialet framför andra blev tegel. Tegel i golv, väggar och tak. Ute och inne. Tegel med hög

kvalitet och stor variationsrikedom i form, färg och dimensioner. Teglets mångsidighet fick en rejäl renässans. Även handslaget tegel och särskilt bearbetade stenar förekom. De främsta monumenten blev Celsings och Lewerentz kyrkor.

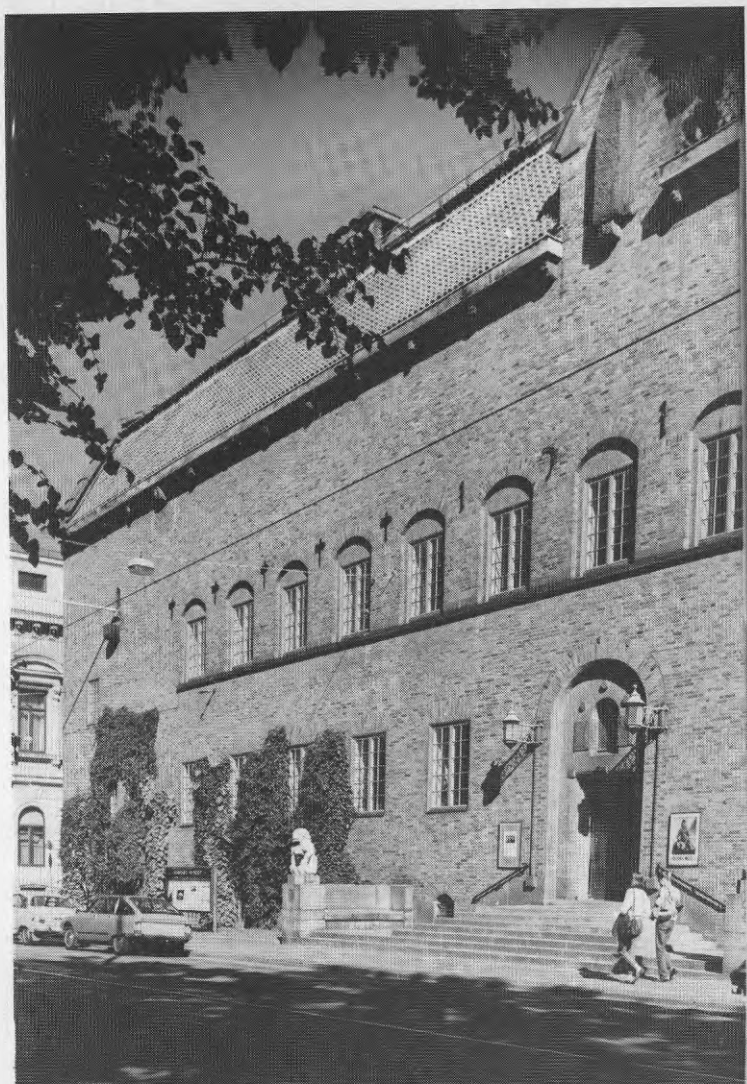
En likartad företeelse inträffade när nationalromantiken blommade upp i början av 1900-talet. Den kulminerade i vårt lands mest magnifika tegelbyggnadsverk, Stockholms Stadshus av Ragnar Östberg, 1911-1923. Engelbrektskyrkan och Lärkstaden i Stockholm och Röhsska Konstslöjdmuseet i Göteborg är andra högklassiska exempel.

De precisa förbländerteglen motades tillbaka av nationalromantikens rustika tegelsyn. Nationalromantiken blev en betydelsefull återupplivningsperiod i tegelbyggnadskonstens historia och för tegelmaterialets överlevnad.

Kyrkobyggandet under 60- och 70-talen fick en motsvarande effekt. Teglet aktualiserades som ett artikulationsrikt byggnadsmaterial. Försöken att betvinga teglets naturliga variationer upphörde delvis. Industrialismen fick backa åtminstone när det gällde kyrkorna och vissa mera betydande byggnader. Det var ingen tillfällighet. Det finns inget jämbördigt, beständigt byggnadsmaterial som till rimliga kostnader ger arkitekterna motsvarande gestaltningsmöjligheter och byggherrarna underhållsfriare byggnader.



*Härlanda kyrka, Härlandaparken 1958
Ark: Peter Celsing*



*Röhsska Konstslöjdmuseet 1912-16
Ark: Carl Westman*

Tegelstenens begränsade format tillåter stor formvariation. Teglet kan fungera som bärande element, kan kragas ut och valvslås. Krökta och dubbelkrökta former i väggar och valv är möjliga. Material- och färegenskaperna ger en levande och varierad väggyta som inte kräver ytterligare behandling eller dekoration. Med ett enda tegelstensformat går det att "dikta byggnader" som knappast med något annat byggnadsmaterial. Teglet går också att glasera och specialbehandla dekorativt och skulpturellt. Allt detta utgör bokstäverna i ett formspråk som utvecklats åtminstone sedan Babyloniens dagar.

GÖTEBORGSK EGENART

Göteborg har en egenartad tegelbyggnadshistoria som tyvärr ej närmare utforskats eller beskrivits ännu.

Stadens äldsta hus, Kronhuset 1643-55, är ett mäktigt byggnadsverk i rött tegel. Sedan är de förnämsta byggnaderna i gult tegel. Var det orsakat av holländarnas inflytande? "Hur många hundratusentals tegel ha ej seglats hitöver från Holland för att bilda svenska hus! Ätminstone har denna trafik varit livlig under 1700-talet mellan Holland och Sveriges västkust, framförallt Göteborg skriver fil lic Arvid Baeckström i en artikel "Om 1700-talets holländska klinkert" i tidskriften TEGEL okt 1919. Teglet togs bl a som återlast av de skepp som fraktade svenska exportprodukter som trä, tjära, järn m m till kontinentens hamnar. Tegel från Flensburg tycks också ha varit vanligt.



*Ostindiska Huset, Norra Hamngatan 12 1950-60
Ark: B W Carlberg och Carl Härleman
(Även Kristine kyrka och Norra Hamngatan 14 finns med)*



Ostindiska Huset

Eller, var det arkitektdynastin Carlberg, gestaltarna av stadens förnämsta byggnader under mer än hundra år, från början av 1700-talet till 1814, som utövade inflytande på tegelvalet. Ostindiska huset 1650-60, ritades av B W Carlberg och följdes av andra "ansenliga", byggnader i gult tegel. Sonen C W Carlberg som skapade Domkyrkan i början av 1800-talet, var förtjust i den gula parisiska sandstenen. Det gula teglet, med en fog som smetats ut över stenen så att ojämnheter utjämnas, var en av Carlbergs idéer för att på svensk botten få det eftertraktade parisiska sandstensutseendet. Vi finner denna tradition än idag bl a på "Gamle Port" vid Vallgatan och Konstmuseet vid Götaplatsen. I skapelsen av det senare medverkade bl a Sigfrid Eriksson som i början av 1900-talet hade restaurerat Domkyrkan. Alltnog här finns många utvecklingsspår att följa för intresserade forskare.

För den som till fots önskar besiktiga tegelbyggandets utveckling i Göteborg kan tre "distrikt" utpekas:

Trakterna kring **Götaplatsen**, **Kungsportsavenyen** och **Heden** kan uppvisa de flesta av tegelbyggandets "stilarter" under 1900-talet.

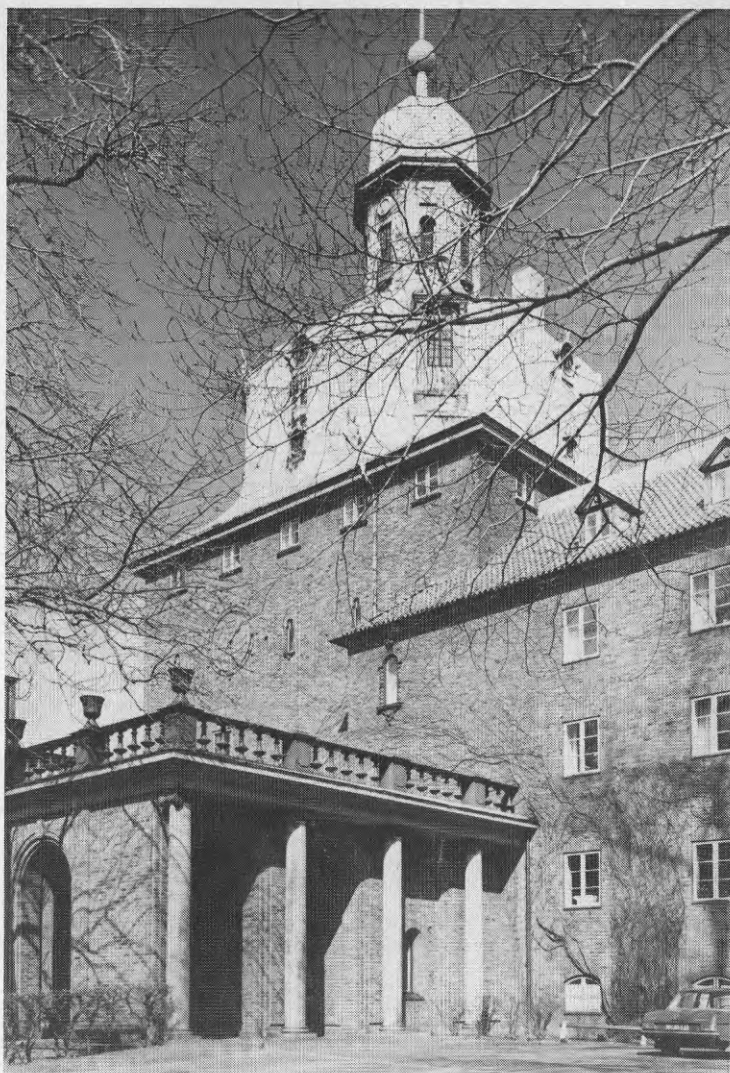
I **staden inom Vallgraven** finns först och främst de äldre tegelbyggnadsperioderna samt de som tillkommit från 1970-talet bl a kv Härbärgen (Citypassagen). Där gjordes försök att visa hur två gula tegelsorter, fem olika tegelförband och fyra olika fogfärger och fönsterfärger samt dekorativa murningar kunde ge innerstaden de rikare variationer som erfordras, till rimlig kostnad. Det var också en protest mot den industrialistiska metervarans tröstlöshet. Det gav ordentligt eko och kom att påverka flera av de efterföljande tegelbyggnaderna i staden.

Utefter **Linnégatan** pågår och har under de senaste åren uppförts flera intressanta och diskuterade tegelbyggnader som i form och färg anknuter till sekelskiftets arkitektur och till omgivande byggnader.

Göteborg har enligt mitt tycke flera **tegelbyggnadsklenoder** bl. a.:
Kronhuset, Ostindiska huset, Gamla Stadsbiblioteket, Masthuggskyrkan, Röhsska Konstslöjdmuseet, Broströmska stiftelsen Kungsladugård, Carlanderska sjukhemmet, Konstmuseet, Konserthuset och Härlanda kyrka.



Broströmska Stiftelsen, Kungsladugård 1925
 Ark: Andrew Persson



Carlanderska sjukhemmet 1925
Ark: Arvid Bjerke



Medicinska Fakultetets Bibliotek 1962
Ark:Klas Anshelm

MOTIGHETER OCH MÖJLIGHETER

Teglet och tegelindustrin har i något mer än ett halvsekel mötts av en rad förödmjukelser och förintelsehot. Den övriga byggnadsmaterialindustrin gör sitt bästa för att konkurrera ut tegelmaterialet. Arkitektoniska modeväxlingar ställer nya krav på teglets utseende. Teglet är tungt och därmed dyrt att transportera. Nya väggkonstruktionsmetoder kan vara okunnigt utformade och utförda ur tegelsynpunkt. För Göteborgs del tillkommer att vårt västkustklimat innebär att det "regnar horisontellt" och ganska duktigt från väst och sydväst.

Tegelindustrin har följsamt experimenterat med sin produktion för att tillfredsställa bl a nya estetiska krav. Ibland har det resulterat i mindre lyckade tillsatser, lerblandningar och "ytbehandlingar".

För tegelindustrin gäller det att gå vidare med aktiv forskning och materialutveckling. Sveriges tegelindustriförening har bl a genom tidskriften TEGEL gjort betydelsefulla insatser. För arkitekter gäller att inte överge teglet i kritiska situationer. Det vore att överge ett av vårt yrkes bästa bundsförvanter när det gäller arkitektonisk gestaltning. Det har varken vi eller våra medmänniskor råd med.

Inte heller skall vi glömma att många nya "underhållsfria" byggnadsmaterial sett dagens ljus under det senaste halvseket och att de i nästan samtliga fall inte hållit vad de lovat! Då har vi ofta haft teglet att falla tillbaka på. Det är ett av våra mest beständiga byggnadsmaterial. Det åldras vackert. Många äldre tegelfasader har tvättats rena och står lika fräscha som när de byggdes för åtskilliga år sedan.

"Den som inte skapar sig en framtid har ingen" sägs det. Även teglets framtid måste skapas. Av kunniga yrkesmän och beställare. Arkitektdynastin Carlberg m fl bidrog till att Göteborg fick en särpräglad byggnadskonst i tegel. Och var skulle nordisk tegelbyggnadskonst vara i dag utan Alvar Aalto? Han inspirerade flera generationers arkitekter att åter skapa byggnader i tegel efter 30-talets "bannlysning". Aalto blev för tegelbruken vad Ingemar Stenmark blev för skidfabriken ELAN.



Angered Centrum 1978
Ark: White Ark.AB



Flerfamiljshus i Torpa, Östra Gbg 1948
Ark: N.E.Eriksson, E.Ragndal



Röhsska Konstslöjdmuseet 1912-16

RELIEF OCH BILDER

På Röhsska Konstslöjdmuseets fasad har en stor mängd enstaka, dekorerade tegelstenar murats in. Det keramiska materialet ger med relativt enkla medel stora möjligheter till reliefer, bilder och skulpturala effekter.

Konstnärerna Lillemor Petersson och Gunnar Larsson hade i samarbete med Bohus tegelbruk i Munkedal en glädjefylld och inspirerande utställning på Röhsska Museet vid årsskiftet 83/84 med titeln "TEGEL - som vi ser det". I den fina lilla utställningskatalogen har de bl a skrivit:

Det behändiga formatet en tegelsten har, den generösa mängden av dem på tegelbruket, ger en väldig lust att skapa något, dels i den enda stenen, dels i kombinationer till större ytor och former.

— Väggar, pelare, valv.

Det går att med olika formade tegel berika huskroppen, väggen eller det fristående murverket med små detaljer, stora reliefer eller med ett register av moduler för varierade ytor.

En mjukare böjning av väggen, en vågrörelse eller ett formspel.

Tegelhus, tegelväggar måste inte alltid vara så fyrkantiga, kännas så hårda. I den mjuka leran har vi möjlighet att forma runt eller kantigt, litet eller stort.

För konstnären innebär det också möjlighet att medverka i ett tidigt stadium av byggplaneringen, antingen bidraget är ett enskilt konstverk eller mer allmänt miljögestaltande.

Den konstnärliga insatsen inmurad som en del av huset, väggen.

— Den hör till —

Några bilder från konstnärernas arbeten bl a från fasaderna på Bohusläns Museum, får avsluta denna tegelbetraktelse i hopp om att fler arkitekter och konstnärer måtte fördjupa sig i teglets möjligheter och fortsatta utveckling. **Det finns ännu många tegelbyggnadsklenoder som väntar på att få bli skapade.**



*Kvinnohuvud, Detalj av relief: "Bohuslän" Bohusläns museum, Uddevalla 1983
Konstnär: Lillemor Petersson*



*Detalj av relief: "Bohuslän" Bohusläns museum, Uddevalla 1983
Konstnär: Lillemor Peterson*

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
821161-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Tegelinustrins Centralkontor AB, Stockholm.**

R113:1984

ISBN 91-540-4165-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704113

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distributionsgrupp:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 60 kr exkl moms