

TECL²¹

DET MUREDE HUS



Byggeri for Milliarder
Bella Center
27. april - 2. maj 1993

DET MUREDE HUS

Projektering

Arkitekter: Tegnestuen Vindrosen

- Steen Østergaard og Flemming Østergaard, arkitekt MAA

Konstruktioner: Lektor, rådgivende ingeniør - Ole Vanggaard, FRI

El og akustik: MOGENS BALSLEV Rådgivende Ingeniører A/S

Koordinering

MURO - Murerfagets Oplysningsråd

Udgivet af
Forlaget Tegl
Peblinge Dossering 36
2200 København N
Telefon 35 37 25 00
April 1993
Redaktion: Susanne Ulrik
Tilrettelægning: Annelise Ploug
Sats: HovSats A/S, København
Tryk: Bogtrykkeriet, Skive
ISBN: 87 88925 16 1

Indhold

- 5 Om Det Murede Hus
- 6 Forudsætninger
- 8 Musikhus ved Holmstrup Efterskole
- 10 Det Murede Hus som digital model
- 12 Elementerne i udstillingshuset
- 21 El-installationer i vægge
- 22 Belysning
- 23 Akustik

En speciel tak til:

Arbejdsmarkedsstyrelsen

Teknisk Skole Slagelse

Håndværkerhøjskolen i Haslev

Københavns Tekniske Skole, Murerfagskolen

AMU Center København, Glostrup Afdeling

AMU Center Vest- og Sydsjælland

Det murerarbejde, der er blevet udført af murerfagskolerne i forbindelse med efteruddannelseskurserne har været en forudsætning for opførelsen af Det Murede Hus. Samtidig er der skabt basis for nyudvikling af murerfagets efteruddannelser.

Byggeriets Uddannelsesfond og KAB's Almennyttige Fond har støttet opførelsen af Det Murede Hus

Nykredits Fond har ydet støtte til opførelsen af Musikhuset i Holmstrup og Det Murede Hus.

De organisationer, der har støttet projektet:

Murerforbundet i Danmark,

Murerfagets Fællesudvalg,

Murersvendenes Fagforening

afdeling 18 og 25,

BYGs murersektion,

SiD og

Kalk- og Teglværksforeningen af 1893

har på forbilledlig vis inspireret til et godt samarbejde om den utraditionelle og krævende opgave.

Murværkscentret i Hasselager har bidraget med idéer og gode råd ved udviklingen af det armerede murværk.

Kunstakademiets Arkiteksskoles Datacenter har stået for datamodel og program til beregning af glastilskæring.

Om Det Murede Hus

Det murede hus har i Danmark en lang og stolt tradition. Alligevel bruges murstenen i dag næsten udelukkende til at skjule de bærende konstruktioner med en skal, som kun har til formål at give et udtryk af murværk.

Murværk har mistet terræn i forhold til beton og lette konstruktioner. Pris og byggetid har fået skylden selv om undersøgelser og beregninger viser, at det murede hus kan tage denne konkurrence op. Murstenen kan anvendes i langt højere grad end tilfældet er i dag til opbygning af samtlige konstruktioner i et hus.

De krumme former synes i dag uopnåelige. Trods teknisk kunnen og faglig dygtighed er det som om byggeriet inden for de sidste mange år har mistet lysten til mangfoldighed og til at arbejde med murede rumlige konstruktioner. Dette gælder i særlig høj grad boligbyggeriet.

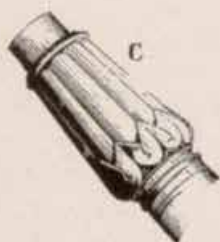
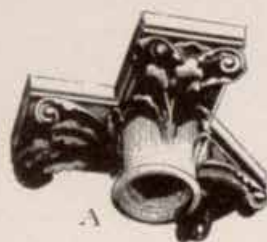
Det murede hus står over for en renæssance - ikke kun fordi vi alle synes, det er det kønneste og det der holder bedst, men i høj grad fordi det murede hus også er et sundt hus og et økologisk rigtigt hus - væggene kan ånde og holde på varmen - murstenene kan genanvendes osv.

Det Murede Hus på udstillingen Byggeri for Milliarder viser nogle af de mange muligheder, som tegl giver. Vi har valgt at koncentrere os om rumlige murede konstruktioner - og viser eksempler på både traditionelt opmurede og industrielt fremstillede konstruktioner.

Det er ikke et færdigt hus - men en illustration af muligheder. Vi håber at teglværker, håndværkere, arkitekter, ingeniører og bygherrer vil tage udfordringen op.



Forudsætninger



Murværk er et materiale, der i stort omfang har været brugt til bærende konstruktioner. Det har været som vægge og kupler og i hvælv som etageadskillelser. Murværk som en opbygning af enkelte sten med mørtelfuger har evnen til at optage tryk, men kan kun optage ubetydelige trækkræfter. Derfor har den konstruktive anvendelse af murværk været domineret af konstruktioner, der kan optage tryk.

At disse egenskaber ikke udnyttes i dagens murværk er kun alt for velkendt. Murværket i vores byer er ofte kun en overflade. Dog en overflade, der kan have stor holdbarhed og skønhed.

Arkitekter, ingeniører og håndværkere kan beklage denne »forarmelse« af murværket, men man bør gøre sig klart, at det ikke er et nyt fænomen i bygningshistorien.

Romerne lagde grundlaget til de store kuppelkonstruktioner - til murede rumlige konstruktioner, ville mange vel sige, men i virkeligheden anvendte romerne oftest kun murværket til det, vi i dag ville kalde en permanent forskalling af det egentlige konstruktionsmateriale, nemlig betonen.

Kendskabet til anvendelsen af beton forsvandt stort set med Romerrigets fald og blev først genoplivet i 1700-tallets slutning. Fra den mellemliggende tid har vi den store murværkstradition.

Støbejernets almene tilgængelighed i 1800-tallet og især anvendelsen af jernbetonen i vores århundrede trængte langsomt

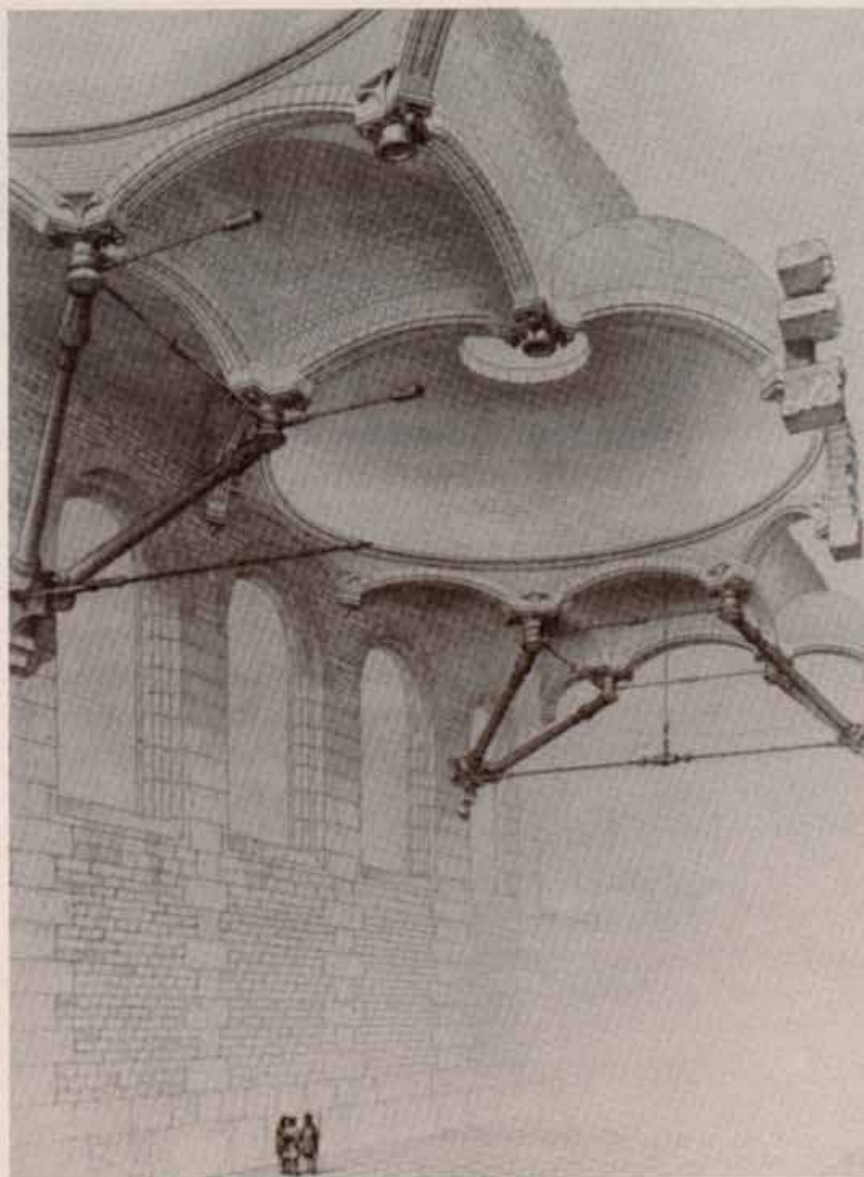
murværket tilbage fra byggeriet.

Arkitekten Viollet-le-Duc (1814 - 1879) er antagelig den første, der har argumenteret for konstruktioner hvor murværk og jern virker sammen. Han påpeger både de statiske og de arkitektoniske anvendelser af dette. På det tidspunkt var bærende konstruktioner af støbejern med murværksfacader den gængse konstruktionsform.

Her i landet er J.D. Herholdts Universitetsbibliotek i Fiolstræde i København (1861) et af de smukkeste eksempler på denne teknik. Murværket er imidlertid her kun en indhylning af jernkonstruktionen, og der er ikke uddraget nogen værdi af deres samvirken. Bygninger, hvori jern og murværk bruges sammen har helt anderledes muligheder.

Viollet-le-Duc skriver: » ... men det følger ikke, at vi skal imitere de former, de (gotikkens bygmestre) fulgte, former som er beundringsværdige, når der kun er tale om murværk, men meningsløse når jern og murværk er benyttet samtidigt. Havde den middelalderlige arkitekt haft adgang til produkterne fra vores metalfabrikker, så ville de helt sikkert, med deres logiske og subtile intelligens, have anvendt andre former. « (Discourses, XII)

Den diskussion om udtryksformer for murværk i samvirken med jern, er næsten nutidig. Viollet-le-Duc illustrerede sine tanker i projekter. Projektet til »Markedshallen« er det mest kendte og illustrative bud på en



ny arkitektur, som kommer af en konstruktiv samvirken mellem jern og murværk. Projektet er stadig et provokerende vidnesbyrd om en arkitektur, som udspringer fra den materialemæssige tyngde i murværket og lethed fra jernet.

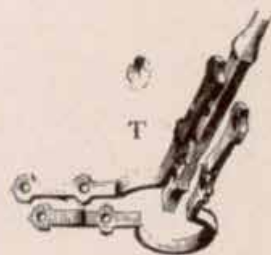
Med Det Murede Hus ønsker vi at vise, at moderne stål og murværk kan skabe mange nye rationelle, murede konstruktioner.

Armering i kupler anbragt efter en nøje rumlig statisk EDB-beregning tillader en minimering af konstruktionerne.

Mange særlige og usædvanlige kompositkonstruktioner f.eks. stålkonstruktioner i samvirke med forspændte teglflager antyder nye bærende komponenter. Armeret murværk i vægge synes at kunne kombinere håndværkets fleksibilitet med det rationelle elementbyggeri, samtidig med at der opnås sunde, monolitiske bygningskonstruktioner.

Det Murede Hus er et udbud af muligheder, bundet sammen af en arkitektonisk glæde ved at lege med overflade, form og farve i dette ældgamle materiale som nutidig bærende konstruktion. Et samspil mellem arkitektur og konstruktion.

Viollet le Duc's
projekt til
»Markedshallen«



Musikhus ved Holmstrup Efterskole

Musikhuset ved Holmstrup Efterskole er resultatet af flere års teoretiske og praktiske øvelser med muring af kupler og hvælv.

At opføre kupler og hvælv kræver forståelse for form, konstruktion, statik og opmuringsteknik. Det er en viden og erfaring, som hverken arkitekter, ingeniører eller murere umiddelbart er i besiddelse af.

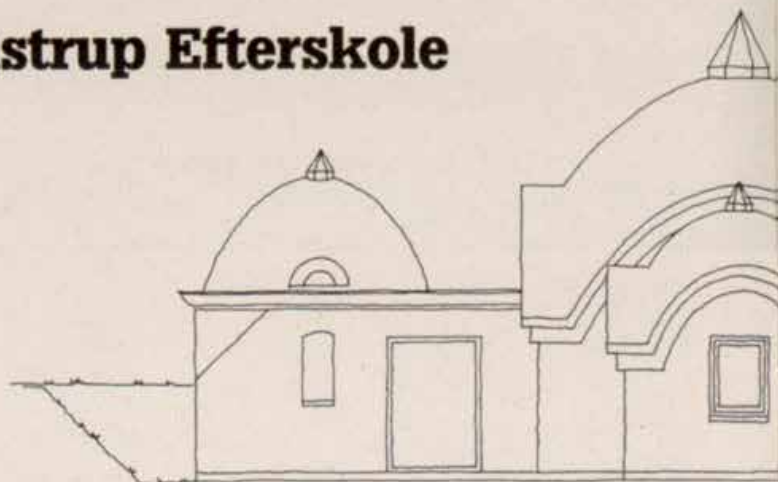
I samarbejde med Teknisk Skole i Slagelse og Murerforbundets Afdeling 18 i Slagelse har Tegnestuen Vindrosen gennemført en række mindre øvelser, hvis hovedformål var at afprøve og indøve den nubiske mureteknik.



Opmuring af hvælv på Teknisk Skole i Slagelse

Resultaterne af disse forsøg var så gode både teknisk, praktisk og tidsmæssigt, at alle i branchen fandt det relevant at vise resultaterne i udstillingssammenhæng.

En forudsætning var dog at teknikken kunne afprøves i forbindelse med et større byggeri.

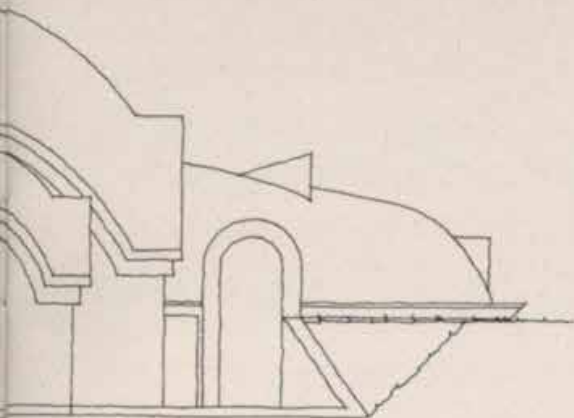


Tegnestuen Vindrosen var på det tidspunkt i 1991 i gang med projekteringen af et musikhus for Arbejderbevægelsens Efterskole i Holmstrup. Tegnestuen benyttede lejligheden til at foreslå skolens bestyrelse og ansatte et musikhus, der var lidt ud over det sædvanlige. Da også Teknisk Skole og Murerforbundet i Slagelse, Byggeriets Arbejdsgivere, Arbejdsmarkedsnævnet og Arbejdsmarkedsstyrelsen var positivt indstillede, blev det besluttet at udføre det usædvanlige projekt.

Efteruddannelse for murere

Opførelsen af musikhuset er gennemført som et efteruddannelseskursus for murere. 16 murersvende har på 4 uger opmuret de væsentligste rumlige konstruktioner: skjoldbuer, kupler og hvælv.

Desuden har Mørkøv Murerforretning været involveret, ligesom Rockwool, Dansk SystemMørtel, Wewers Teglværker og Poul



Thoft Simonsen har deltaget i udviklingen og sponsoreret materialer. Fiberbetonarbejdet er udført af Entreprenør Otto Christensen og Kaj Sørensen. Rådgivende ingeniør var Ole Vanggaard.

Massivt murværk

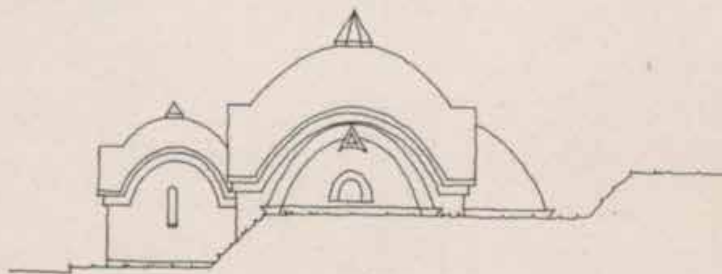
Musikhusets kupler og hvælv er opført i massivt murværk - henholdsvis i halv- og helstens tykkelse.

Til beskyttelse mod vejr og vind er konstruktionerne isoleret udvendigt med Rockwool, som herefter er pudset med fiberbeton - en teknik, som her er afprøvet for første gang og på trods af begyndervanskeligheder tegner meget lovende.

Det vil herefter være muligt at opbygge vejrbestandige og isolerede - frit formede dobbeltkrumme, murede konstruktioner som tag.



Kuplen afdækkes med Rockwool, der pudses med fiberbeton.



Det Murede Hus som digital model

Som led i arbejdet med at samle det murede hus er der fremstillet en digital model af bygningen.

Det kan være vanskeligt at opfatte de mange forskellige rumlige former, der er repræsenteret i huset ud fra todimensionale afbildninger.

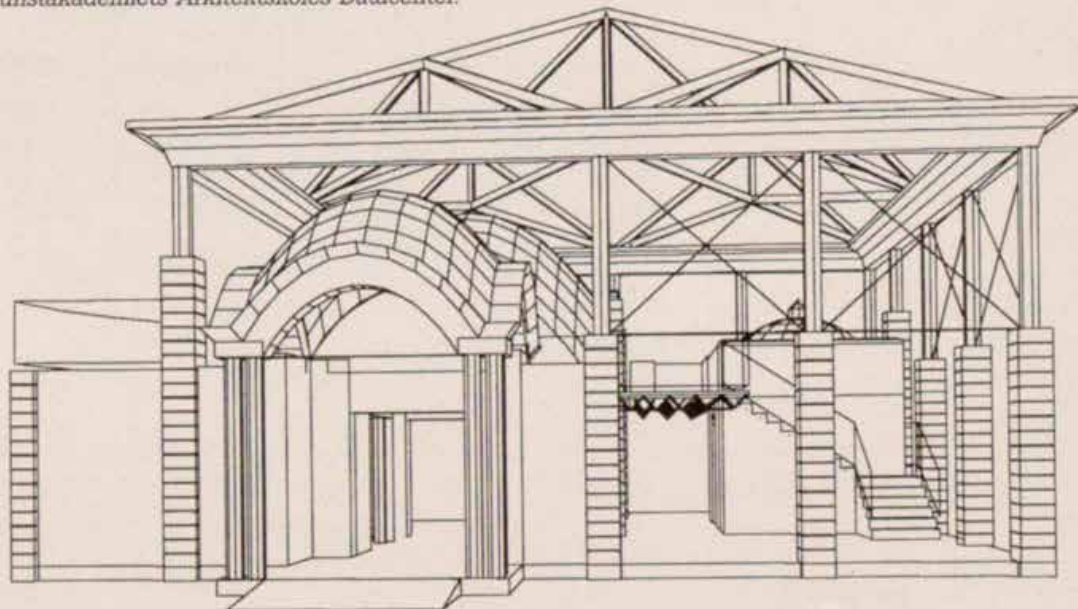
Derfor blev det besluttet at fremstille en digital model til hjælp ved fremstilling af elementerne og ved opstilling af huset i Bella Center.

Modellen benyttes til:

- skitsering af »en rumlig tidsplan«, hvor samlingsprocessen skildres i rumlige tegninger dag for dag.
- udtegnning af planer, opstalter, lodrette snit og rumlige afbildninger.
- fremstilling af tur gennem huset i form af billedserie/film

Der er anvendt Autocad og 3dstudio.

Datamodellen er opbygget af Bjarne Rüdiger, Kunstakademiets Arkitektskoles Datacenter.

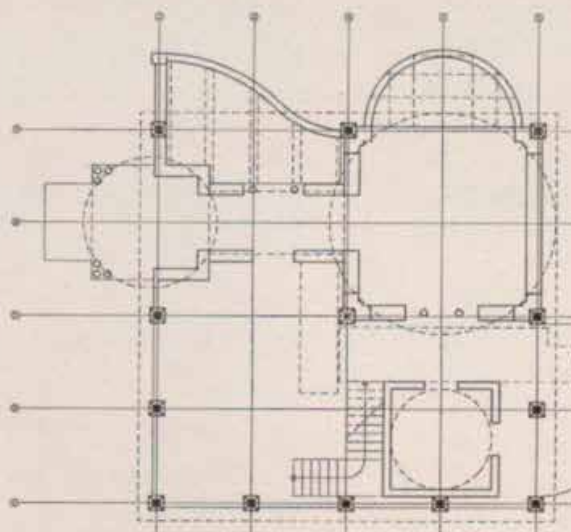


Opbygning af den digitale model

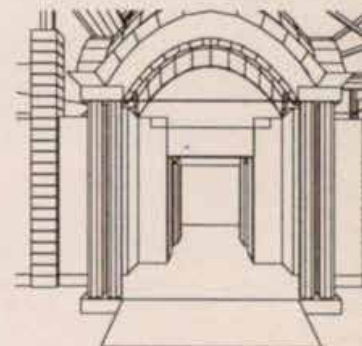
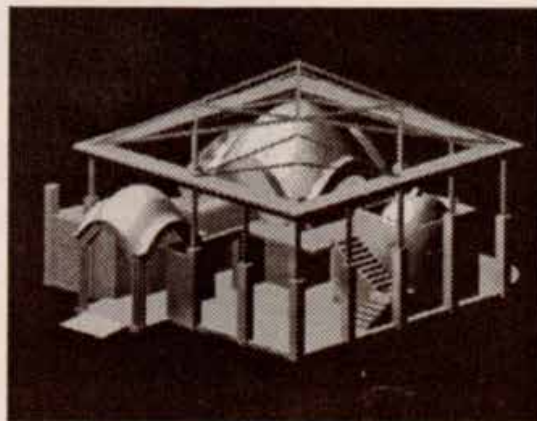
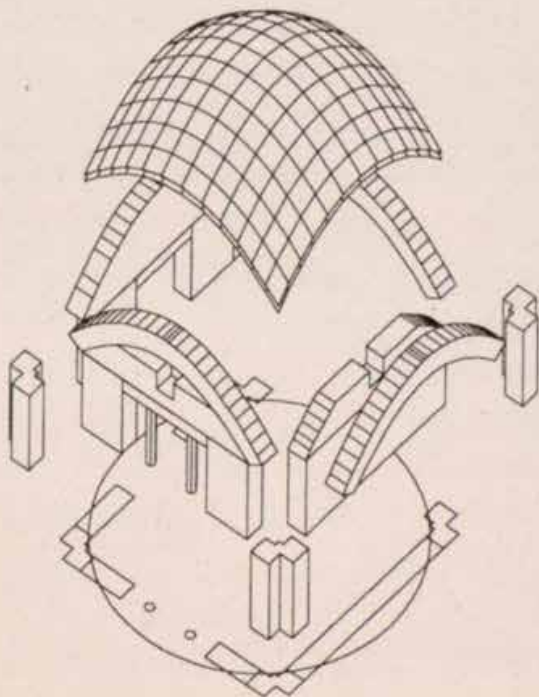
Det har været ønsket, at man fra modellen kan udtrække de ønskede afbildninger eller »tilstande«.

Den digitale model er derfor opbygget af elementer (blokke) svarende til de enkelte elementtyper, søjler, dæk, hvælv etc.

Alle blokke er knyttet til planen og kan successivt afbildes i forskellige detaljeringsgrader. Ved at benytte en opdelt lagstruktur er det desuden muligt at fjerne dele samlet: alle mure, alle hvælv m.v.



Ved at sortere bygningsdele i forskellige lag er det hurtigt at overføre modellen til et program, hvor husets materialer og lysforhold kan afbildes.



Elementerne i udstillingshuset

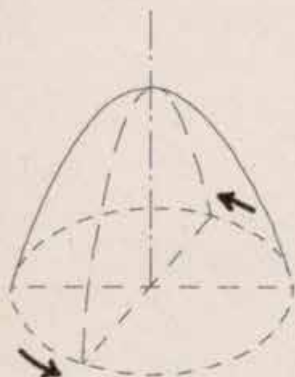
Præsentation af forudsætninger, idé og geometri bag de nye konstruktioner i Det Murede Hus.

Kupler

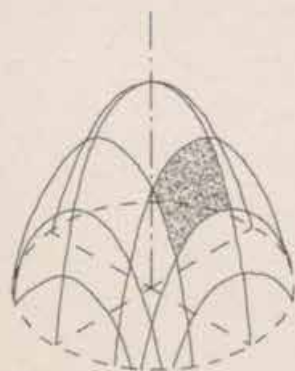
Til fastlæggelse af kuplernes geometri er anvendt en omdrejningsparabel. Det er en form, der statisk effektivt optager jævne trykpåvirkninger. Årsagen til den specielle interesse vi har i omdrejningsparablen, ligger imidlertid i, at den både er en rotationsflade og en translationsflade.

Et omdrejningslegeme opstår, når parablen roteres om en lodret akse gennem toppunktet. Translationsfladen opstår, når parablen i en translatorisk bevægelse forskydes på en anden parabel vinkelret på den første. Parablen er den eneste kurve, der danner rumlige flader med denne egenskab.

Når skallerne opmures, benyttes fladens egenskaber som omdrejningslegeme, og når fladen skal dækkes med isolering, kan en udskæring af skråt afskårne firkanter dække fladen, fordi den er en translationsflade.



Rotation



Translation

Den nubiske metode

Udstillingshusets 3 kupler og hvælvet mellem indgangskuppel og hovedkuppel er opmuret efter den nubiske metode, der er flere tusinde år gammel. Den er udviklet og anvendt i den arabiske verdens ørkenområder.

Kunsten at bygge kupler og hvælv stammer fra Mesopotamien og det gamle Egypten. Det er tørre, varme egne, hvor der ikke vokser træer. Så hvis træ overhovedet kunne skaffes, var det for kostbart at bruge til husbygning. Derfor måtte både tag og vægge konstrueres af det for hånden værende byggemateriale, nemlig soltørrede ler-mursten.

Vi kan alle se, at kupler og hvælv bliver stående, og at de er i stand til at modstå forskellige påvirkninger - når først de er opmuret - murstenene trykker mod hinanden og fører kræfterne ned i mure eller søjler, vel at mærke hvis kuplens form er korrekt. Det er straks sværere at forestille sig en konstruktion, som bliver stående under selve opmuringen, uden at murstenene støttes med en underliggende forskalling.

Den nubiske metode kræver ikke understøtninger/afstivninger - der mures så at sige ud i den blå luft.



Kuppelpasseren i brug.

Enkle hjælpemidler

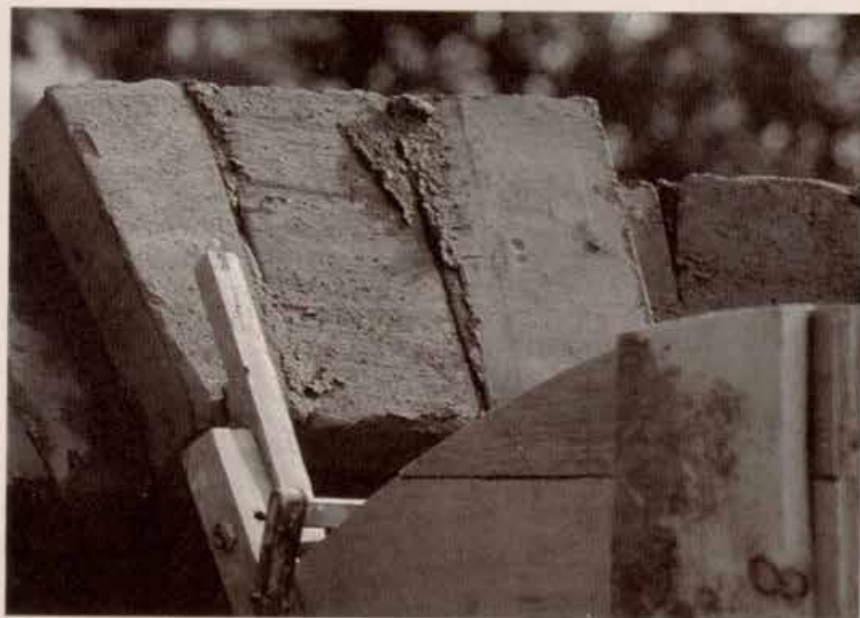
Fordelen ved metoden er indlysende. Der skal ikke bruges tid og materialer til at opbygge og nedtage en kompliceret afstivning. Det er et arbejde, som gør opmuringen dyrere og vanskeligere og måske en af hovedårsagerne til, at kupler og hvælv ikke anvendes i dag.

Erfaringerne med den nubiske teknik er lovende. Det viser sig, at når først den i øvrigt simple teknik er lært, kan 1 m^2 kuppeloverflade mures ligeså hurtigt som 1 m^2 "almindelig væg".

Kuplens form og den enkelte murstens placering er forudsætningen for et godt resultat. Dette kan sikres ved nogle forholdsvis simple hjælpemidler.

Opmuring af kupler

Opmuringen kræver, at hvert enkelt skifte følger formen og at hvert enkelt sten placeres rigtigt. Ved opmuring af kupler anvendes en "kuppelpasser", som i sin simpleste form består af en snor, fastholdt i kuplens centrum og om murerens håndled, herved sikres en korrekt cirkulær form - kupler, som er parabelformede, kræver en kuppelpasser udformet som en parabel, der kan dreje om parablens omdrejningsakse.





Opmuring af hvælv, Holmstrup.

Opmuring af hvælv

Opmuring af hvælv kræver, at der udspændes snore i hvælvets form og retning. På den måde kan form og retning styres under opmuringen.

Krydshvælv

Det skal i øvrigt bemærkes, at de kapper, der mures mellem krydsbuerne i det så velkendte krydshvælv, er muret helt uden hjælpemidler, altså helt på fri hånd, hvorimod krydsbuerne er muret på stilladsbuer/for-skalling.

Krydshvælv, Fyrendal Kirke, Sjælland.



Form og opmuringsteknik

Den egyptiske arkitekt Hassan Fathy (1900 - 1989) har medvirket til, at metoden er blevet genopdaget. Han har brugt den i mange bygninger fortrinsvis i den arabiske og afrikanske verden og derigennem bevirket, at den er blevet kendt.

Hassan Fathy skriver i bogen: "Architecture for the poor" om sit møde med den nubiske murer:

»Det er bemærkelsesværdigt, at disse håndværkere arbejder i overensstemmelse med de statiske love og videnskaben om materialernes egenskaber med en ekstraordinær intuitiv forståelse. Soltørrede lersten kan ligesom almindeligt murværk ikke modstå træk og bøjning, så hvælvene udføres i en para-

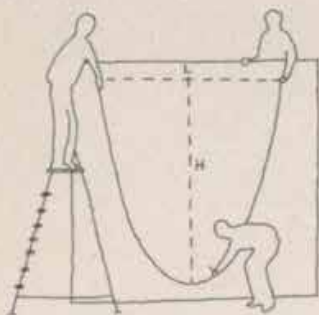
belform. Dette eliminerer al bøjning og tillader at materialet kun arbejder under tryk - dette kombineret med en særlig opmuringsteknik gør, at nubierne kan opbygge hvælv uden brug af understøtning«.

Tryklinien skal ligge inden i murværket, hvis tryklinien "falder" udenfor vil konstruktionen kollapse. Der er flere måder, hvorpå dette kan sikres:

- konstruktionstykkelsen kan øges
- tryklinien kan fastholdes ved indførelse af trækoptagende konstruktionsdele
- tryklinien kan ved hjælp af "vægtforøgelse" holdes på plads
- murværket kan afstives med stræbepiller o.l.

New Gouna, Egypten. Hassan Fathy 1945.





Den simpleste metode er at give kuplen eller hvælvet en form, som følger tryklinien, hvilket for hvælv, der kun er belastet med egenvægten, er en hængeparabel. Formen fremkommer ved ophængning af en kæde i to punkter. Kædens form danner en træklinie. Ved at vende formen, fås en korrekt tryklinie.

Alle kupler og hvælv i musikhuset i Holmstrup er hængeparabler. Udstillingshusets kupler og hvælv er rene parabler.

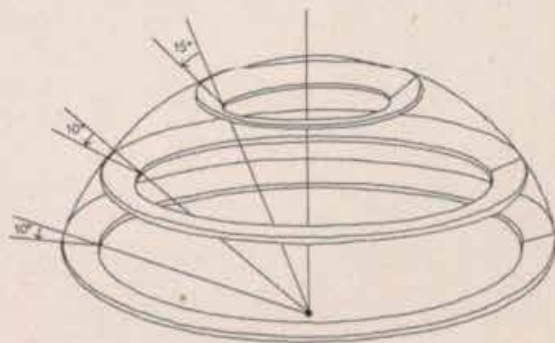
I en kuppel vil der være kræfter i to retninger, hvorfor kædelinien ikke umiddelbart er den optimale form. Endvidere vil lasten i en kuppel med cirkulær grundflade ikke passe til kædelinien, fordi afstanden mellem kæderne er for stor ved periferien og bliver til nul i toppunktet. Lastfordelingsarealet er derfor ikke jævnt men som et "lagkagestykke". Endvidere understøttes kuplen ikke hele vejen rundt på en plan cirkel men af buer i lodrette vægge, som ikke kan optage vandrette, udadrettede tryk.

De paraboliske kupler er, på trods heraf, gode til at optage kræfterne, og det er muligt at danne et statisk system, hvor der hovedsagelig virker trykkræfter. På grund af de lodrette vægunderstøtninger, vil det være nødvendigt at optage trækkræfter diagonalt over hjørnet. Der er her indlagt armeringsjern i de vandrette fuger, som "binder" kuplen sammen. På den måde er der gennem en statisk beregning og en moderne armering skabt et sikkert alternativ til ydre støttekonstruktioner.

Opmuringsteknik

Opmuring af kupler og hvælv kan principielt foregå på tre forskellige måder:

- 1: Stenene kan udkrages** - opmuring med vandrette skifter, dette giver en kraftig fortanding.
- 2: Stenene kan opmures med radiale placerede sten** - skifterne "peger" alle mod centrum, dette giver ingen fortanding. Opmuringen kræver en underliggende forskalling/afstivning.
- 3: Stenene kan opmures med hældende skifter**, hvert enkelt skifte hælder en bestemt vinkel "bagud" i forhold til radius - for hvælvenes vedkommende "skråtstilles" skifterne. Opmuringen giver en svag fortanding, stenenes indbyrdes friktion betyder at stenen bliver hængende. Der kræves ingen forskalling. Samtlige hvælv og kupler i både musikhuset og udstillingshuset er opmuret efter denne teknik.

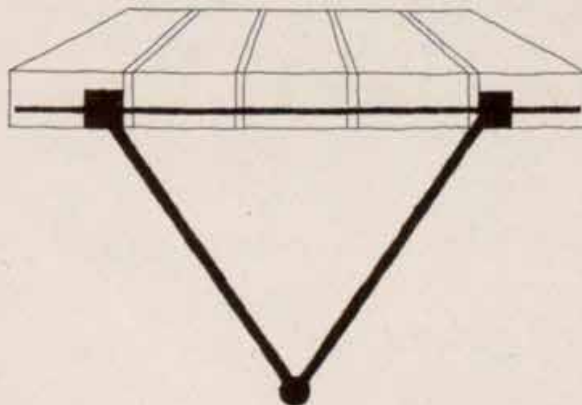


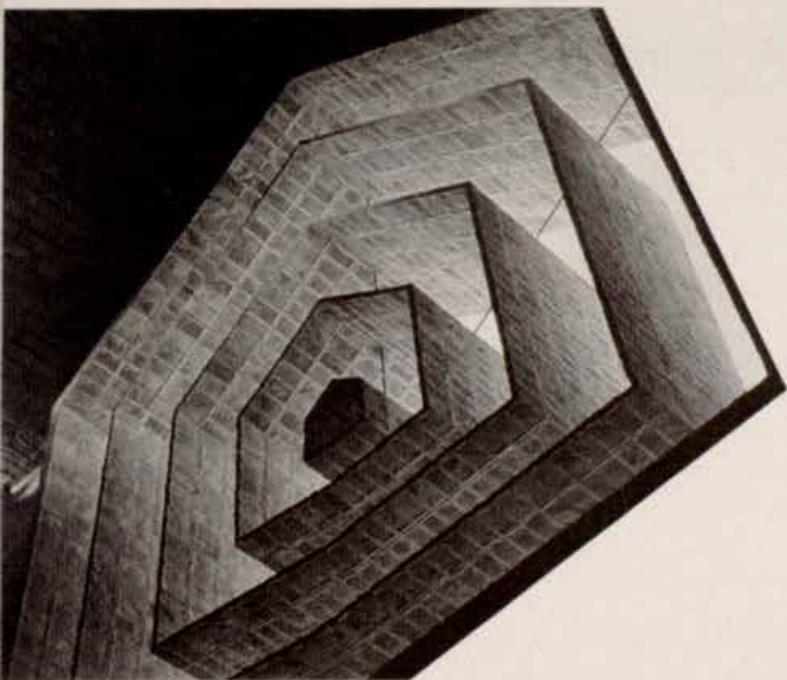
Gitterdækket

Ved at sammensætte murede konstruktioner med bærende stålkonstruktioner opstår en række nye og interessante anvendelsesmuligheder.

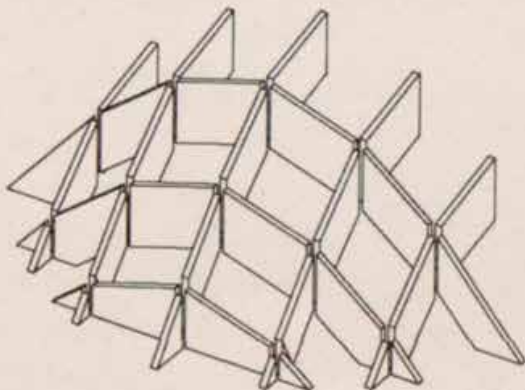
I Det Murede Hus er gangbroerne en kompositetekonstruktion af et trekantet stål-gitterrør og en forspændt teglplade. Teglpladen, som udgør dækket, er en murtegløverligger. Det er en illustration af en nutidig integreret tegl- og stålkonstruktion. En konstruktion, der kun er mulig som en samvirken af svejste stålkonstruktioner, forspændt armering og sammenstøbninger med mørtel af meget høj styrke.

Har dette konstruktionsprincip muligheder som etageadskillelse? Er det interessant »på hovedet«, som et hult dækelement med et blotlagt teglloft? Det er nogle af de spørgsmål, vi har ønsket at rejse med denne konstruktionsdel.





Lysindtag i kirke, Durazno, Uruguay, 1968, Dieste.



Translationsristen

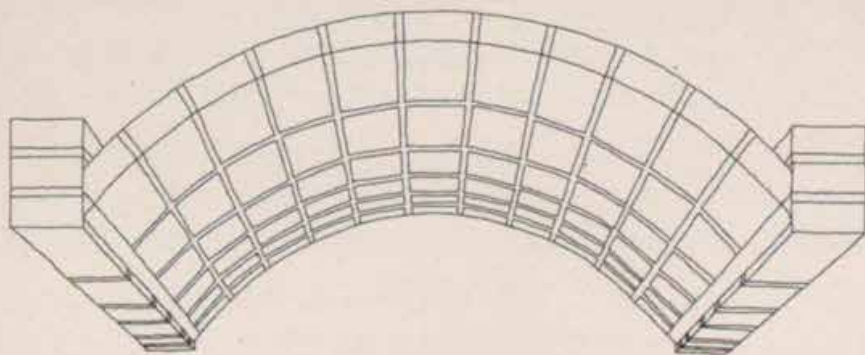
Forspændte murværksflager, udført som meget brede stålteglbjælker er i virkeligheden et nyt teglprodukt. Med de nuværende forspændingsfaciliteter, kan de kun fremstilles i bredder op til 600 mm eller 6 sten. Der er dog næppe nogle tekniske hindringer for at fremstille dem i større bredder, hvis der viser sig et behov.

Den sydamerikanske arkitekt Eladio Dieste har på dramatisk måde vist brugen af teglflager i nutidigt byggeri i Uruguay.

I Det Murede Hus har vi valgt at lade en apside overdække af en rist udført af sammenstøbte teglflager. Risten er krummet således, at den følger hovedkuppelens paraboliske form. En parabelformet høj, slank bue med murstensens tykkelse på 55 mm, og en højde fra 480 til 600 mm er flyttet på en bue af samme type, men vinkelret herpå. Den geometriske form, som herved opstår er en translationsform, deraf navnet »translationsristen«.

Den særlige egenskab ved translationsformen er, at de firkantede felter som dannes af over- og undersiderne er plane, derfor vil risten kunne dækkes med plant facetterede glasflader.

Translationsristen er beklædt med plane firkantede plader af hærdet glas. Geometrien af glasset er fastlagt ved hjælp af et udfoldningsprogram udviklet af arkitekt Timme Hansen, Kunstakademiets Arkitektskoles Datacenter. EDB-udviklingen er støttet af Nordisk Ministerråd.



Teglstenshvælv

Le Corbusier har en af de smukkeste anvendelser af det cylindrisk buede teglstenshvælv, hvor stenene ligger på fladen.

Mange andre arkitekter, heriblandt Mogens Lassen har i Danmark benyttet denne forms rumskabende mulighed.

Det er vanskeligt at anvende hvælvkonstruktioner i kombination med moderne materialer, blandt andet fordi opmuringen kræver forskalling og kantbjælker og ofte midlertidige understøtninger. Blandt andet derfor har vi vist et fabriksfremstillet teglhvælv. Den måde, Randers Tegl arbejder på med armerede og forspændte teglelementer, viste sig også at være velegnet til hvælvede teglelementer.

I Det Murede Hus er der anvendt specialfremstillede, glaserede mursten, i en omhyggeligt planlagt samvirken med akustiske og lystekniske muligheder.

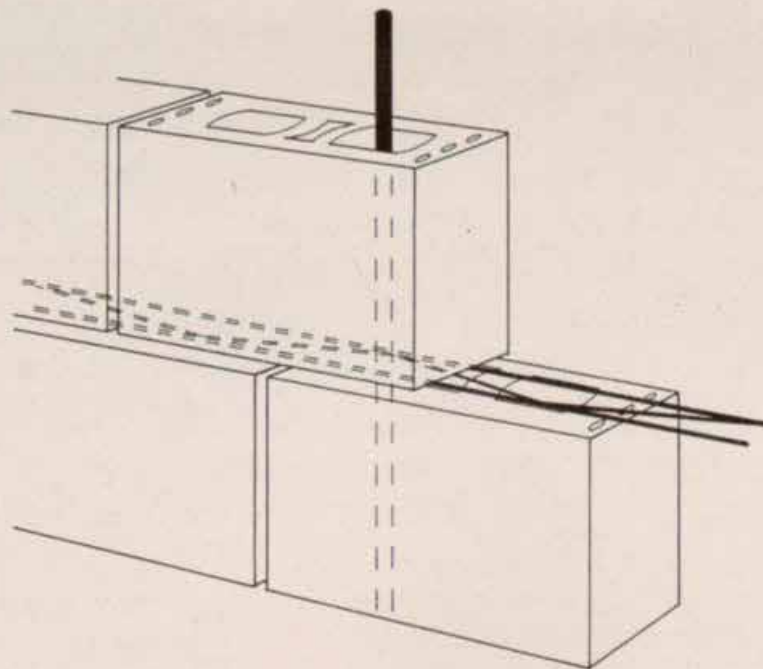
Vi mener det er en konstruktionstype, som rigtigt udviklet vil være et kærligt tilskud til de fantasiløse etagedæk af beton. Et konstruktionselement hvor der er god økonomi i at betale lidt ekstra.

Anvendelse af den cylindriske form til teglelementer, er ikke bundet til det cirkulære hvælv. Mange andre former er mulige, og ofte vil den krumme form kunne udnyttes statisk. En moderne EDB-beregning er nødvendig for at optimere armeringsforbruget og kontrollere styrken.

Til gesimselementer er udført specielle krumme elementer med samme teknik.

Udbygning til
sommerhus på Møn.





Det armerede murværk

Bloksten af tegl med huller til armering er blevet udviklet de senere år. Ved Sønderborg er gennemført et forsøgsbyggeri med en teglblok i bagmuren.

Med anvendelse af vandret armering, f.eks. i form af en »stigearmering« er det muligt at få den murede skive til at optage egentlige skivekræfter. De armerede, murede skiver vil, sammen med filligrandæk eller pladsstøbte dæk, kunne genetablere det monolitiske betonhus' kvaliteter, samtidig med at murværkets fleksibilitet kan bevares. Den meromkostning, der i mange tilfælde er tale om i forhold til elementbyggeri, vil måske opvejes af stærkt forbedrede statiske kvaliteter.

På udstillingen har vi ikke haft mulighed for at vise det armerede murværks statiske egenskaber. Vi har valgt at anvende armeringen i murede vægelementer, opmuret på værksted og sammenmuret på stedet til en monolitisk bygning. Vi har valgt at vise rumligt komplicerede mure, som ville være dyre at fremstille som elementer, som uden større vanskeligheder kan mures.

Det armerede murværk kan måske på længere sigt kombinere det murede byggeris fleksibilitet med elementbyggeriets rationalitet og uafhængighed af vejret. Mange flere forsøg og overvejelser er nødvendige før denne påstand kan prøves. Vi håber at Det Murede Hus er en begyndelse.

El-installationer i vægge

En del af de mursten, som anvendes i bygningens vægge, er en nyudviklet type, som tilgodeser let fremføring af tekniske installationer i væggene.

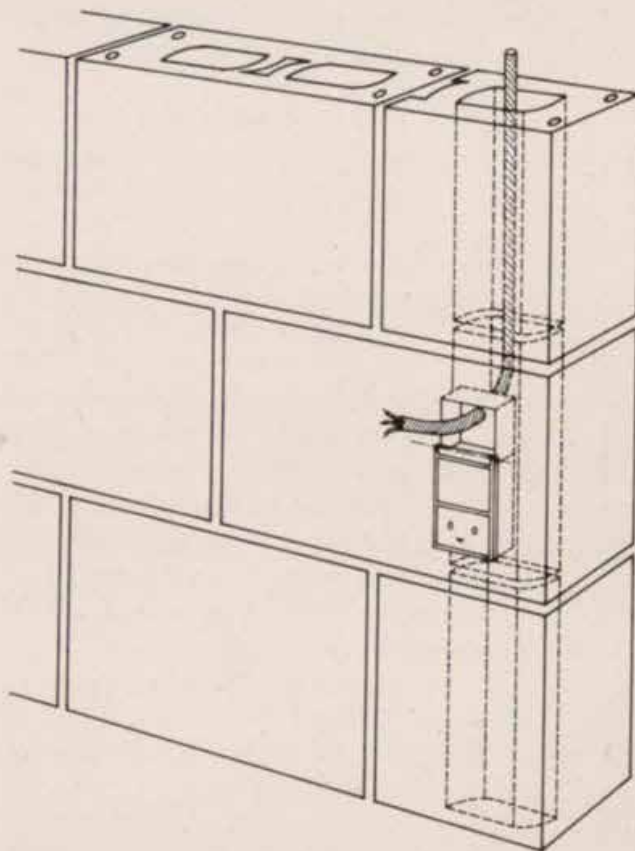
Murstenene er udført med huller, som kan placeres lodret over hinanden, når en væg mures op.

Ud over at give mulighed for indmuring af jern til forstærkning af væggen tilgodeser dette fremføring af tekniske installationer som el-kabler og rør.

Hvor der er behov for en afbryder for lys-installationen skæres der et hul i væggen ud for et af de lodrette huller og en el-dåse indmures.

Det er således enkelt at udføre lodretgående, skjulte installationer i denne type mursten - også efter at huset er bygget færdigt.

Vandret fremføring udføres på traditionel vis ved at skære riller i murstenene - eller ved fremføring skjult over et nedhængt loft.



El-dåsen indmures i et hul, som skæres i murstenen ud for det lodretgående installationshul.

Belysning

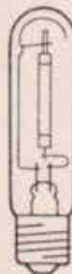
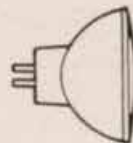
Det Murede Hus er med sine staldhvælv og kupler et meget utraditionelt hus at udføre og installere belysning i.

Mange delkomponenter i bygningen repræsenterer gamle byggeteknikker, men betragtes i denne sammenhæng alligevel som både mulige og sandsynlige komponenter i fremtidens byggeri.

Ønsket med Det Murede Hus er blandt andet at demonstrere, hvordan moderne installationsformer kan indpasses i konstruktionerne. Derfor er der i forbindelse med belysningens udformning anvendt nogle af de nyeste komponenter - såvel lyskilder som armaturer - inden for moderne belysningsteknik.

Hensigten har været at udforme et belysningsanlæg, hvor lyset fremhæver bygningens spændende arkitektur, uden i sig selv at være dominerende. Belysningen er derfor udformet så neutralt som muligt i forhold til arkitekturen. Samtidig er der tilstræbt en variation i belysningen, så de forskellige rum opleves forskelligt.

Det der gør et muret hus behageligt at opholde sig i er blandt andet dets mængde af små variationer, som vi med lyset forsøger at markere uden at dramatisere.



Lyskilder benyttet i udstillingshuset

Akustik

I Det Murede Hus har rummenes geometri gjort akustikken til en spændende udfordring.

De murede vægge og hvælv reflekterer lyd og det er akustikerens opgave at reducere rummets efterklangstid til et niveau, som passer til rummets formål.

Dette er gjort ved at erstatte en del af de reflekterende overflader med lydabsorberende hulsten. Hulstenens lydabsorberende egenskaber beror på resonanser i hulrummet bag hulstenen og i stenens huller. Dermed bliver absorptionen afhængig af lydens frekvens.

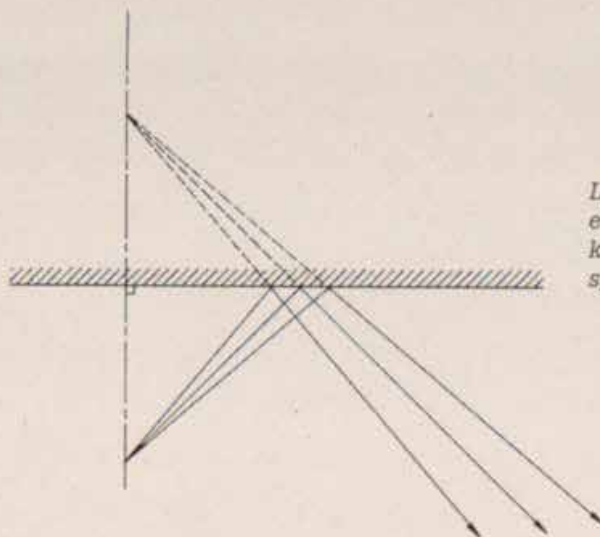
Når der ønskes en frekvensuafhængig lydabsorption, bør valget af hulsten ske med megen omtanke og eventuelt suppleres med andre lydabsorberende materialer.

I det store rum er kuplen formet som en parabol. Parabols brændpunkt ligger cirka en meter fra kuplens toppunkt. Denne særlige geometri bevirker, at lyden spredes jævnt i hele rummet.

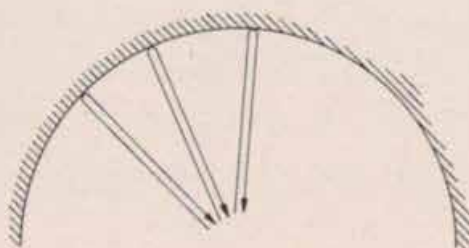
Gæsterne i Det Murede Hus vil opleve den modsatte effekt, nemlig lydkoncentration, ved at stille sig nær centrum for cirkelslaget i rummets apsis.

Loftet i det næststørste rum er udført som staldhvælv. De præfabrikerede hvælv er beklædt med hulsten.

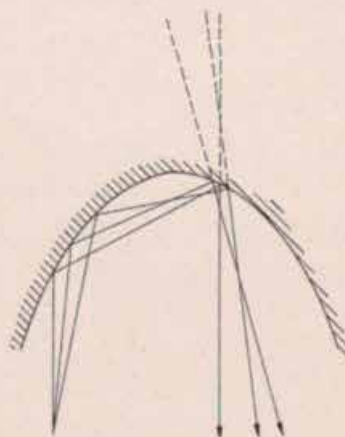
Med hulsten i både loft og vægge er muligheden for en optimal akustik i rummet inden for rækkevidde.



Lyd som reflekteres fra en plan flade, synes at komme fra lydkildens spejlingspunkt.



Lyden som reflekteres fra en krum flade kan koncentreres i et geometrisk brændpunkt.



Uden for brændpunktet spredes lyden.

