BLOKMUR-
MURBLOK

Det beklædte blokmurværks enkle natur og arkitektoniske potentiale

Hæfte 1

Erhvervs Ph.d.-afhandling af Nini Leimand
Center for industriel arkitektur
Kunstakademiets arkitektskole 2008
Wienerberger a/s

Maxit a/s

BLOKMUR - MURBLOK

Det beklædte blokmurværks enkle natur og arkitektoniske potentiale

Hæfte 1

Erhvervs Ph.d.-afhandling af Nini Leimand
Center for industriel arkitektur
Kunstakademiets Arkitektskole 2008
Wienerberger a/s
Maxit a/s

Hæfte 1
Blokmur – Murblok,
det beklædte blokmurværks enkle natur og arkitektoniske potentiale
Nini Leimand

Afhandlingen er udfærdiget som afslutning på ErhvervsPhD-stipendium, finansieret af Wienerberger a/s, Maxit a/s og Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Virksomhedsvejledere i Wienerberger: Ing. Gert Christensen, Produktchef for Porotherm og Dipl.Ing. Michael Kogler, Internationel Produktchef for Teglblokke.
Virksomhedsvejleder i Maxit: Bjarne Jensen, Salgs- og Produktchef for mørtler og Dipl.Ing. Thomas Hör, Produktchef for Maxits overfladebehandlinger.
Arkitektskolevejleder: Professor, arkitekt phd Anne Beim, Kunstakademiets Arkitektskole

Afhandlingen er afleveret til bedømmelse 4. marts 2008 på Kunstakademiets Arkitektskole i overensstemmelse med retningslinjerne for ErhvervsPhd-ordningen.

Er ophavsretten til en illustration forkert angivet eller krænket kan indehaveren af ophavsretten henvende sig til Kunstakademiets Arkitektskole og blive honoreret efter normal praksis.

Tilrettelægning: Arkitekt Bertelsen v/ Jens Bertelsen og www.linej.dk

Billede på omslag hæfte 1: Dan Hoffman, Recording Wall, 1991. Fra bogen Architecture Studio - Cranbrook Academy of Art 1986 – 1993, Rizzoli International Publications, Inc., 1994, p. 170.

Billeder på omslag hæfte 2: Dan Hoffman, Recording Wall, 1991. Fra bogen Architecture Studio - Cranbrook Academy of Art 1986 – 1993, Rizzoli International Publications, Inc., 1994, p. 171.

Billeder på omslag hæfte 3: Forsidefoto, Anne Beim. Bagsidefoto: Nini Leimand.

Tryk: Vester Kopi

ISBN: 978-87-7830-165-9

© Nini Leimand

BLOKMUR - MURBLOK

Forord 5

Indledning 7

Blokmurværk 20

Fænomenet blokmurværk 20

Murværkets opbygning gennem tiden 22

Blokmurværkets rumdannende natur 36

Blokmurværkets arkaiske natur 36

Blokmurværkets plastiske natur 38

Blokmurværket som eksponeret system 43

To primære tilgange til fænomenet murværk 47

Blokmurværkets enkelhed 88

Homogen versus opdelt 88

At tænke med blokmurværket 92

Blokmurværkets enkle udførelse 94

Hierarki af betydning 95

Blokmurværkets Beklædning 128

Beskyttelse og udtryk 128

Overfladebehandling 129

Blokmurværkets beklædning 132

Fletmurværk af blokke og mursten 133

Blokmurværkets arkitektoniske potentiale 156

Konklusion 156

Sammenfatning 161

Summary 163

Ordforklaring 165

Bibliografi 168

Appendix A 172

Appendix B 175

Forord

Der huserer en vandrehistorie på Kunstakademiets arkitektskole om en stakkels afgænger, der i ramme alvor bedyrede: *"bygningen skal opføres i puds"*. Man kan høre forsamlingen fnise højlydt, men mon ikke det er et faktum, at en del arkitektstuderende og lærere betragter byggeteknik som et nødvendigt onde, og at dette aspekt kun sjældent er en integreret del af projektets tilblivelsesproces? Omvendt kender man også den naive studerende og akademiske/teoretiske lærers modsætning. En, der ved alt om byggeteknik eller tror at vide alt, dvs. ukritisk håndhæver en masse regler og dogmer uden at afsøge nye muligheder og materialer, endsige ikke har forståelse for helheden.

Denne afhandling udspringer af et engagement i byggeteknik. Et konkret enfamiliehus projekteret af og til undertegnede opført i massivt blokmurværk, danner det egentlige, konkrete afsæt. Men også en tro på, at byggeteknikken hele tiden skal udfordres, og at det foregår i en kontinuerlig udveksling med arkitekturen, med refleksionen over hvordan og hvorfor. Og i dette tilfælde altså i dialog med blokmurværkets natur.

> *"This is the paradox of architecture: although 'space' is its first and highest objective, architecture occupies itself with 'non-space', with the material limiting the space, which influences the space outwards as well as inwards. Architecture obtains its memoria, its spatial power and its character from this material. This notion makes it easy for me to understand construction not only as a question of technique or technology, but as 'tekhne' (Greek: art, craft), as the urge to create, which needs the presence of an artistic or creative, human expression of will or intent, which is the starting point for the creation of every artifact. 'Understanding' construction means to grasp it intellectually after grasping it materially, with all our senses."* [1]

Jeg har ønsket at studere blokmurværket; i en konkret forstand at blive klogere på dets historie, bloktyper, konstruktionsformer, samlinger og overfladebehandlinger. Men samtidig også overveje og reflektere over de særkender, blokmurværket har, de muligheder det giver og dets endnu uudnyttede potentialer. Ud fra en arkitektonisk synsvinkel.

Afhandlingen som helhed henvender sig til arkitekter, konstruktører, ingeniører, udførende, studerende samt til andre, som måtte have interesse i denne særegne byggeskik. Dele af tegningsmaterialet er tænkt som en art anvisning eller inspiration til brug ved tegnebordet. Afhandlingen tager således udgangspunkt i problemstillinger, der generelt melder sig i forbindelse med den arkitektoniske tilblivelsesproces.

1 Constructing Architecture – Materials Processes Structures – a handbook, 2005, Andrea Deplazes (ED.)The importance of the material, Andrea Deplazes, p.19.

Afhandlingen er udarbejdet inden for rammerne af et ErhvervsPhD stipendiat. Den overordnede målsætning med ErhvervsPhD ordningen er, at kandidaten skal formidle mellem teori og praksis.

Parallelt med afhandlingen er der som en obligatorisk del af en ErhvervsPhD blevet produceret en Intern Erhvervsrapport. Denne har til formål at redegøre for, hvorledes afhandlingens indhøstede viden kan indlejres i virksomhederne bag dette forskningsprojekt.

I overensstemmelse med hensigterne bag ErhvervsPhD ordningen er afhandlingen blevet udarbejdet på henholdsvis Kunstakademiets Arkitektskole i Center for Industriel Arkitektur, Cinark, ledet af min hovedvejleder Professor, Arkitekt maa, Ph.d Anne Beim, samt i teknisk afdeling i Wienerberger a/s, med Ing. Gert Christensen, Produktchef for Porotherm som bivejleder. Maxit a/s har ligeledes indgået som erhvervspart med Bjarne Jensen, Salgs- og Produktchef for mørtler som bivejleder.

Fem måneder midtvejs i projektet stod jeg "i lære" hos min hovedvejleder i Wienerberger AG i Wien, Dipl.Ing. Michael Kogler, Internationel Produktchef for Teglblokke. Her indgik jeg desuden i Wienerbergers centrale udviklings- og produkttekniske afdeling ledet af DI Dr. Gottfried Stimmeder. Ligeledes tog jeg kortvarigt ophold i Maxits centrale udviklingsafdeling i Breisach og Merdingen i Sydtyskland, hvor min hovedvejleder Dipl.Ing.Thomas Hör er Produktchef for Maxits overfladebehandlinger. I forbindelse med dette ophold studerede jeg produktionssteder, tekniske fagbiblioteker, byggepladser samt færdige byggerier i blokmurværk. Desuden forelagde jeg mit projekt for et forsknings- og prøvningsinstitut med speciale i mineralske byggematerialer ved Sursee i Schweiz.[2]

2 p+f Sursee (Prüf- und Forschungsinstitut), Institutsleiter Ruedi Räss, dipl.Ing. ETH/MSCE.

Indledning

Afhandlingens hypotese og intentioner

Afhandlingen retter sin opmærksomhed mod en enkel og ukompliceret byggemåde, det homogene blokmurværk. Den overordnede hypotese i afhandlingen er, at blokmurværket - ud over de oplagte indeklimatiske og udførelsesmæssige fortrin - desuden synes at bære på et særegent arkitektonisk, rumdannende og tektonisk potentiale. Intentionen er med dette arbejde at undersøge, indkredse og udfolde dette potentiale.

Anfægtelsen er baseret på en skepsis overfor en ellers tiltagende kompleksitet i opbygningen af moderne ydervægskonstruktioner. Der argumenteres for, at denne kompleksitet ikke blot har bygningsfysiske faldgruber indbygget i sig, men ydermere synes disse sammensatte og dermed komplicerede løsninger ofte at virke hæmmende frem for frisættende for det endelige arkitektoniske udsagn. Følgende citat udpeger dette paradoks:

> *"Det komplekse er afgørende forskelligt fra det komplicerede. Det komplicerede klarer sig udmærket uden at være komplekst og omvendt optræder det komplekse gerne uden at være kompliceret – endda med store fordele".*[3]

En af afhandlingens underhypoteser er, at netop blokmurværkets enkle natur synes at danne et særegent udgangspunkt for en mere intuitiv arkitektonisk tilblivelsesproces. Modsat de elementbaserede ydermurssystemer spores i blokmurværket en stor formmæssig frihed; en mere plastisk og organisk måde at generere rum på. Der synes at være en udpræget korporlighed forbundet med det homogene blokmurværk og samtidig en fordring om en inddækning af denne porøse bygningskonstruktion – altså en massiv bygningskrop afhængig af en ganske tynd beklædning. Dette udgør et interessant forhold som afhandlingen søger at udfolde.

Der gøres endvidere rede for, hvordan man alle dage har haft varierende teknologiske og materialemæssige muligheder og dermed vekslende syn på begrebet 'enkelhed' i relation til ydermuren og dennes overflade. Udvalgte teoridannelser indenfor afhandlingens genstandsfelt fremlægges og anvendes analytisk. Jeg argumenter for, at vores nutidige opfattelse er betinget af den historiske situation, og jeg ønsker med et udblik til andre bygningskulturer at skabe grundlaget for en mere nuanceret forståelse og anvendelse af blokmurværket i fremtiden.

Der hvor opfattelsen af enkelhed har været determinerende, er i spørgsmålet om den eksponerede eller ikke eksponerede blok. Jeg hæfter mig ved, at det først er med lagdelingen af den moderne ydermur, at interessen for

3 Christiansen, Karl, Dodekáthlos – om arkitekturens tektonik, Aalborg Universitetsforlag, 2004.

den monolitiske og eksponerede blok skabes. Jeg påviser bygningsfysiske og arkitektoniske fordele ved netop det faktum, at det porøse blokmurværk skal beklædes.

Spørgsmål som der i særlig grad har været fokuseret på er: Hvad er det særlige blokken kan, og hvordan kan det komme til udtryk? Hvilke begrænsninger og muligheder udspringer af blokmurværket som bærende homogen konstruktion og rumlig afgrænsning?

Struktur og indhold

Undersøgelsen falder i 3 dele, opdelt i tilsvarende 3 hæfter.

Første del (hæfte 1) opstiller nogle værktøjer i form af begrebsdannelser samt faktuelt/praktisk baggrundsstof til indkredsning af blokmurværkets særlige natur. Grundlæggende er det en diskussion af den gængse praksis baseret på den lagdelte ydermur overfor den homogene men beklædte blokmur. Her beskrives blokmurværkets rumdannende potentiale set i forhold til det gængse montagebyggeri. Desuden diskuteres skiftende tiders syn på forholdet mellem den bærende konstruktion og dennes beklædning. Hæfte 1 afsluttes med en diskussion af og konklusion på blokmurværkets arkitektoniske potentiale.

Anden del (hæfte 2) udgør en faktuel teknisk gennemgang af diverse bloktyper. Her redegøres for den enkelte bloktypes råmaterialer og produktion, blokkens anvendelse, typiske formater samt bygningsfysiske egenskaber. Med henblik på at skabe et overblik over de forskellige bloktyper indeholder hæfte 2 desuden et skema til sammenligning af deres målbare egenskaber. Dernæst følger et kort efterskrift, der opsummerer og perspektiverer diskussionen for og imod den ene bloktype frem for den anden. Der redegøres kronologisk for udvalgte bloktypers historik. Afslutningsvis gennemgås mørtelpudstyper beregnet på overflade-behandling af blokmurværk samt pudsteknikker.

Tredje del fungerer som en art "arkitektonisk refleksion" over afhandlingens forskningsmæssige iagttagelser, og har til formål at sætte et eksempel for en blokmurværkspraksis. Dette udmønter sig dels i en serie af knudepunktsprincipper. Dernæst peges der på en familie af konstruktionstypologier, som eksemplificeres ved hjælp af referencer til eksisterende byggerier i blokmurværk.

Hæfte 1 rummer således en udlægning af den arkitektoniske begrebsverden og diskussion af arkitektoniske fordele og ulemper forbundet med blokmurværket. Hæfte 2 henvender sig primært til den projekterende, der ønsker at orientere sig om hvilke bloktyper der findes og disses fordele og ulemper. Hæfte 3 søger at kvalificere blokmurværkets møde med tyngdeloven, vejrliget og beboeren.

Det er tilstræbt, at hvert hæfte kan fungere som en helhed i sig, men samtidig er det ambitionen, at de der definerer sig selv som henholdsvis praktikere eller teoretikere vil finde anledning til at forcere disse formelle skel og veksle mellem hæfterne.

Appendix C i hæfte 3 *Nøkkerosevej 55* redegør i tegning og fotografier for eget hus bygget i homogene teglblokke i 2004.

Metode

> *"It's not about the block but all the relations around and in connection with the block".*[4]

Studiet tager udgangspunkt i en empirisk relateret 'arkitektonisk' metode, hvor dataindsamling, analyse og tolkning overlapper hinanden og forståelsen successivt bygges op. Projektets tilgang bærer præg af indhøstede erfaringer fra praksis parallelt med lærergerning på Kunstakademiets Arkitektskole. Afhandlingen reflekterer desuden de spørgsmål og overvejelser, som opstod i forbindelse med projekteringen af eget hus i blokmurværk. Eftersom ErhvervsPhD ordningens erklærede mål er at formidle mellem teori og praksis, er projektet udviklet ud fra en fremgangsmåde svarende til rammerne omkring et arkitektonisk udviklingsarbejde.[5] Denne forskningsmetode opererer netop i vekselstrømmen mellem det konkrete tegnede eller byggede og så det abstrakte eller teoretiske/tænkte.[6] Læsning af teori og tegninger, sammenholdt med registrering af konstruktionstypologier i praksis, betyder at flere optikker, har været i spil på samme tid. Det har forekommet hensigtsmæssigt i bestræbelsen på at frembringe ny erkendelse om blokmurværket og hæve det fra blot at være en pragmatisk konstruktionsform til at udgøre et særegent arkitektonisk afsæt. I projektets afsluttende fase er den viden, de forskellige optikker har opdyrket, søgt inddelt i en teoretisk del (hæfte 1) og en praksis del (hæfte 2 + 3). Det er i princippet ikke muligt at dele verden op på den måde, og også i konflikt med min grundlæggende forståelse af teknik og arkitektur som værende uadskillelige dele. Men det er fundet nødvendigt i bestræbelsen på, at afhandlingen forhåbentlig vil finde vej til de projekterendes tegnebord.

Sværhedsgraden ved denne metodik ligger blandt andet i, at det er uendelig vanskeligt at analysere endsige forholde sig kritisk til sit eget arbejde. At bo i ens eget forskningsprojekt skaber utvivlsomt mange blinde vinkler. Men forcen ved dette udgangspunkt kan i bedste fald være, at projektet fra starten har haft en forudsætning for at gå både i dybden og i bredden med sine undersøgelser.

---

4 David Leatherbarrow, Masterclass KA, januar 2007.

5 Arkitektonisk udviklingsarbejde er en blandt flere forskningskategorier i KA regi: *Systematisk udviklingsvirksomhed med henblik på at erhverve ny viden, at udvikle ny erkendelse og forbedre eksisterende materialer, processer, teknikker eller systemer. Udviklingen og afprøvningen bygger på en kombination af stringente, registrerende metoder, sansning og kunstnerisk indsigt. Arbejdet gennemføres med en afsluttende reflekterende proces, der kan formidles og bidrage til metode- og erkendelsesudvikling.*

6 Arkitektonisk, også kaldet Kunstnerisk Udviklingsarbejde, er en forholdsvis ny forskningsdefinition. Inden for dette felt er følgende titler udført: Arkitekturens dynamiske formdannelser, AAA (1998), Claus Peder Pedersen; Murstenens Ornamentale Vilje, KA (2001), Thomas Bo Jensen; En Ny Natur - 9 arkitektoniske tilstande mellem flydende og fast, KA (2002), Anders Abraham; Materialeæstetik – en undersøgelse af krydsfiners æstetiske potentialer, AAA (2002), Anders Gammelgaard Nielsen.

Fremgangsmåde og projektforløb

I projektforløbets start har jeg arbejdet med et hold 2. årsstuderende fra Kunstakademiets Arkitektskole i forsøget på at indkredse deres umiddelbare forståelse af blokmurværket. Denne forståelse blev dernæst udfordret parallelt med at de projekterede og opførte 70kvm blokmurværk på skolens område. Workshoppen varede i alt 3 uger.

Fig. 1

Feltstudier er foretaget og referencer hentet i nogen af de områder i Centraleuropa, hvor den homogene teglblok er særligt udbredt og klimaet delvist sammenligneligt med det danske. Foruden Tyskland og Østrig har særligt den schweiziske arkitektur budt på interessante eksempler på blokmurværkets anvendelse. Afhandlingen indeholder også nyere svenske samt danske eksempler.

Indtryk fra ovennævnte feltstudier er løbende søgt fastholdt og udviklet i tegninger. Tegningsarbejdet har fungeret som et redskab til at afsøge og kommentere blokmurværkets særlige natur. Desuden har tegningen som medie fungeret som en god kommunikationsform i bestræbelsen på at udveksle viden med diverse fagfolk inden for byggebranchen på tværs af sprog og uddannelsesmæssig baggrund.

Murværkscenteret under Teknologisk Institut i Århus har stået for at udarbejde en lang række elementære knudepunktsdetaljer baseret på porotonblokken. Disse CAD tegninger har man siden december 2007 kunnet downloade på www.mur-tag.dk. Løsningsforslagene tager afsæt i en dansk murværkspraksis, anbefalingerne i SBI's anvisninger og de overholder selvsagt Dansk Standard og samtlige Bygningsreglementskrav. Jeg har haft et stort fagligt udbytte af at deltage i følgegruppen bag dette arbejde. Afhandlingens knudepunktsprincipper står på skuldrene af denne yderst anvendelige men udmattende opremsning af de gængse muligheder som det hører sig til i en manual.

Dagsordenen med afhandlingens knudepunktsdetaljer er en anden. Med en arkitekts optik søger jeg at tegne omridset af en række karakteristika affødt af blokmurværket med henblik på at udfordre dette materiale og udfolde dets potentiale.

Afhandlingens teoretiske afsæt

Øvelsen er gået på at gøre teoridannelser inden for afhandlingens emne operationelle og kvalificerende for praksis. Ligeledes er kun inddraget et udvalg af teoridannelser, som netop synes særligt relevante for de problemstillinger, projekteringen af blokmurværk konfronterer. De teoretikere, som afhandlingen forholder sig til, er alt overvejende uddannet som arkitekter.

Projektet er baseret på etablerede paradigmer i den teknisk-naturvidenskabelige forskningstradition, som anvendes på Institut for Arkitekturens Tek-

nologi, KA, hvor arkitektoniske begreber, betragtningsmåder og metoder er grundlaget for beskrivelsen og bearbejdningen af det teknologiske fagområde.

Teoretisk knytter projektet sig til en tektonisk baseret arkitekturforståelse. Anne Beim udfolder og diskuterer i bogen *Tektoniske Visioner i Arkitektur* (2004) de mange udlægninger af begrebet tektonik (Se appendix B). Termen har udbredt anvendelse i eksisterende arkitektonisk sprogbrug og refererer ofte primært til bygningskonstruktioners æstetiske problemstillinger. Men termen anvendes også til at beskrive materielle egenskaber og intentioner i en given konstruktionsløsning.[7] Den tektoniske videnskabstradition inden for arkitekturforskningen fokuserer på forholdet mellem arkitektonisk vilje, formprincipper, byggeteknologi og konstruktiv struktur – og behandler disse parametre ud fra en helhedsbetragtning. Det er en arkitekturopfattelse, som således prioriterer interrelationer højt uden dermed at afskrive en relativ kompleksitet. Overvejelser omkring materialer og konstruktive principper betragtes som en integreret del af arbejdet med rummet og formen – af arkitekturen.

Den tyske arkitekt Gottfried Semper (1803-1897) er mere eller mindre blevet udnævnt til at have formuleret den moderne forståelse af tektonik, og hans arkitekturteorier har tilføjet termen ny betydning.[8] Sempers teoridannelse spiller en gennemgående rolle for nærværende afhandling (Se appendix A).

Det centrale bogværk af Professor Kenneth Frampton, *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in the Nineteenth and Twentieth Century Architecture* (1994), udgør desuden et væsentligt afsæt for en fornyet diskussion af arkitekturens fremadrettede og påtrængende behov for integritet.

Ny teoridannelse inden for feltet videreført af Ass. Prof. Gevork Hartoonian, Prof. David Leatherbarrow og Lektor Mari Hvattum, danner desuden grundlaget for projektets begrebsapparat. I en dansk kontekst er det udgivelser som *Murstenens Ornamentale Vilje* af Thomas Bo Jensen (2002), *Facaden – Teori og Praksis* ved Institut for Arkitekturens Teknologi, KA (2003), samt *Detaljer,* Arkitekturtidskriftet B (2005) som har haft betydning for afhandlingens diskussioner. (se Bibliografi).

Et forbillede for afhandlingen er desuden tekster af arkitekt og professor på ETH[9] i Zürich Andrea Deplazes (1960-). I hans lærebog *Constructing Architecture – Materials Processes Structures – a handbook* (2005) fremstår koblingen mellem teori og praksis stærkt ansporende.

7 Beim, Anne, Tektoniske Visioner i Arkitekturen, 2004, p. 45. Bogen er baseret på Beims afhandling Tectonic Visions in Architecture, 1999.

8 Beim, Anne, Tektoniske Visioner i Arkitekturen, 2004, p. 49.

9 Die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ist eine technisch-naturwissenschaftliche Universität.

Eksisterende forskning

Kort efter at nærværende forskningsprojekt blev bevilget udkom *Building with Large Clay Blocks* (Hugues, Greilich & Peter, 2004) i forlaget Birkhäusers serie kaldet *Detail Practice*. På sin vis var det en desillusionerende oplevelse at stå med en dugfrisk eksempelsamling i hånden, som på mange måder indeholdt den viden, denne afhandling var sat i verden for at indfange. Omvendt var det et godt tegn på, at blokmurværket er relevant at beskæftige sig med på linie med samme series temabøger om stål, glas, beton, puds mm.

I 1992 udkom publikationen *Den hule mur – et udviklingsprojekt* (Beim, Dahl & Sørensen) udarbejdet for Murerfagets Udviklingsråd (nu benævnt Murerfagets Oplysningsråd, MURO) af Institut for Byggeteknik (i dag Institut for Arkitekturens Teknologi) på Kunstakademiets Arkitektskole. Dette skete på baggrund af det uomgængelige faktum, at murerfaget gennem lang tid havde tabt terræn til fordel for betonelementkonstruktioner samt det lette byggeri.

Rapporten søgte at afdække de bagvedliggende årsager til det moderne murværks problemer i Danmark såvel som i Nordeuropa for siden at pege på 5 mulige udviklingsveje samt nødvendigheden af at udvikle og afprøve nye produkter og konstruktionstyper. Mange af rapportens anvisninger er blevet taget op i forsøgs- og udviklingsbyggerier,[10] men den forskning og det udviklingsarbejde rapporten efterspurgte er endnu langt fra blevet realiseret.

Blandt de 5 mulige udviklingsveje som *Den Hule Mur* pegede på, stod den homogene blokmur baseret på poroton blokken centralt. Tidsskriftet TEGL, som udgives af MURO, har siden næret begejstret tillid til, at her var langt om længe et optimeret, rationelt teglprodukt med potentiale til at tilbageerobre en betydelig del af det tabte terræn.

I *Den Hule Mur* indbefatter fænomenet *murværk* udelukkende byggesten af tegl. I publikationen *Bärande murverk i modern arkitektur* (Schultz & Månsson, 1994) behandles derimod murværk baseret på tegl, letklinkerbeton, letbeton m.m. på lige fod. Forfatterne tager klar stilling til fordel for anvendelsen af murede konstruktioner i dagens byggeri.[11] Ligesom forfatterne bag *Den Hule Mur* opererer Schultz & Månsson med et ufravigeligt helhedsyn, alt imens de går til stoffets delaspekter. Således møder de det bærende murværk med fokus på konstruktion, bygningsfysik, bæredygtighed, økonomi og æstetik for derefter at se nøje til helheden.[12]

> *"I helheten ryms även frågor som vi inom byggsektorn ännu idag, trots omfattande forskning, inte förmår beskriva teorierna för. Därför är det viktigt att också se empiriskt på frågorna. Att se till helheten är därfor inte minst att se till det praktiska utförandet och erfarenheter från förvaltningen".*

10 Beim, Dahl og Sørensen, Homogen Mur – et udviklingsbyggeri, Mølletorvet Slagelse, København, 1997, Etape 3, Bygherrer KAB/Fællesforeningen Slagelse, 1995.
11 Schultz, Olov & Magnus Månsson, Bärende murverk i moderne arkitektur, Stockholm, 1994.
12 Ibid., p.11.

I 1987 udkom kunsthistorikeren Sixten Ringboms bog *Stone, Style and Thruth – The Vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910*, som omhandler de holdninger til naturstensfacader der prægede arkitektfaget i Norden i denne periode. Det er ikke en byggeteknisk indfaldsvinkel, men derimod en skildring af en idealistisk diskussion omhandlende arkitekturens sande væsen og dens manifestationer i periodens facadearkitektur.[13]

Ingeniør og senior forsker Tomas Gustavsson behandler i sin licentiat afhandling *Moderna Murverk* (2002) mere specifikt spørgsmålet om den økonomiske rentabilitet samt spørgsmål om bæredygtighed hvad angår bærende murværk.[14] Gustavsson udgiver desuden i nær fremtid en publikation med titlen *Tegeldetaljer* hvis tilblivelse jeg har haft stor glæde af at følge.

Blokmurværkets kraftcenter

Til trods for at 70% af alt tæt-lav boligbyggeri samt enfamilehuse i eksempelvis Tyskland de seneste snart halvtreds år er blevet opført i homogene blokmure, har det danske marked først nu åbnet sig for denne konstruktionsform. Venerationen for normalmurstenen og blankt murværk har betydet, at homogene teglblokke i storblokformat hidtid har haft svære udviklingsvilkår i Danmark.

Fig. 2

I løbet af de tre år dette projekt har været under udarbejdelse er der dog sket et markant fremskridt for eksempelvis de homogene teglblokke, som går under typebetegnelsen 'Poroton'. Det skyldes flere ting. Højkonjunkturen har medført lange ventetider på byggematerialer produceret her i landet. Porotonblokkene produceres blandt andet lige syd for den danske grænse i Tyskland, hvor der i samme tidsrum har været stilstand i byggebranchen. Manglende beskæftigelse blandt håndværkere har også betydet at mange har søgt til Danmark. Med dem introduceres for os nye men for dem velkendte produkter så som Porotonblokken. Som en anden vigtig omstændighed spores en fornyet interesse for et sundt indeklima hvilket har ledt til en tiltagende interesse for blokmurværk i tegl. En tredje faktor er at Wienerberger a/s, som var først med udbredelsen af poroton blokken i Danmark, i juli 2006 etablerede en teknisk rådgivningsafdeling.

Forskningsprojektets ambition

Det er blevet en vanskelig udfordring for de projekterende at fastholde kvalitetsbevidste tektoniske helhedsløsninger i takt med, at de tekniske

13 Ringbom, Sixten, Stone, style and truth the vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, Helsinki, 1987, p.12. *"The main topic of the present study is not, however, building techniques. Within the limits indicated I have aimed at giving an account of the history of an idea, the notion of stone construction as the answer to the demand for truth in architecture, its ramifications in contemporary applied geology, and its manifestations in the facade architecture of the period. In addition, I have also tried to apply what has been called the "iconology of materials".*

14 Gustavsson, Tomas, Moderna Murverk – Licentiatrapport, Rapport TVBK-1023, Lund , 2002.

normer til stadighed splitter bygningens bestanddele op i et utal af hver for sig optimerede enkeltdele.

Endvidere er der bred enighed om, at de mange arbejdsgange på byggepladsen og den ulogiske opsplitning af entrepriser repræsenterer en uhensigtsmæssig kompleksitet, som fordyrer byggeriet og truer kvaliteten.

Nye behov og problemer søges generelt løst gennem tilføjelse af nye 'lag' i stedet for en egentlig innovativ indsats, der anskuer problemet i sin helhed og på baggrund heraf også søger grundlæggende andre og evt. nye løsninger. Set på den baggrund synes det homogene blokmurværk at indebære muligheden for en ny måde at tænke på. En mulighed for at forenkle og forene i stedet for at komplicere og fragmentere.

Projektet udforsker det homogene blokmurværks arkitektoniske potentiale. Grundlaget er de særlige egenskaber og principper, der knytter sig til murblokken. Det drejer sig med andre ord om at fremdrage og udpege muligheder, som er specifikke for blokmurværket på baggrund af en forudgående kortlægning af dets særlige kvaliteter og karakter i forhold til en arkitektonisk gestaltning.

Ambitionen er at bibringe blokmurværket som byggeprincip ny betydning og ny arkitektonisk anvendelse ved at hæve det fra blot at være et pragmatisk konstruktionssystem til et særegent arkitektonisk afsæt.

Afgrænsning af feltet

Projektet har sit udgangspunkt i den porøse teglblok, og knudepunktsdetaljerne i hæfte 3 baserer sig således udelukkende på denne særlige bloktype. Betegnelsen *Blokmurværk* inkluderer vel at mærke hele familien af mineralske, isolerende, homogene blokke. Afhandlingens hæfte 2 gennemgår som sagt hver og en af disse blokke men afholder sig fra at tage stilling til den ene frem for den anden. Derimod tager afhandlingen generelt parti til fordel for de tunge monolitiske vægkonstruktioner i opposition til de lette lagdelte.

Der foretages en for afhandlingens fokus afgørende distinktion mellem ubehandlet, synligt blokmurværk og beklædt eller overfladebehandlet ikke synligt blokmurværk. Afhandlingen beskæftiger sig hovedsageligt med blokmurværk beregnet på beklædning.

Blokmurværk i isolerende blokke har i kraft af deres porøse opbygning en begrænset anvendelse i byggerier over 2½ etage. Således indgår de primært i enfamiliehuse, rækkehuse, tæt-lav bebyggelser og institutionsbyggerier. Når man syd for grænsen bygger helt op til ni etager i eksempelvis porotonblokken anvender man en type med en optimeret trykstyrke og isolerende perlitefyldte kanaler.[15]

Fig. 3

15 Etagebyggeri i teglblokke, Afgangsprojekt fra Odense Teknikum forår 2007, Peder Kroman Jørgensen.

Indenfor de seneste 5-7 år er det atter blevet populært at anvende de såkaldte UFI systemer[16] hvor der udenpå den bærende konstruktion klæbes et lag isoleringsmateriale som udstyres med en armeret underpuds og et tyndt lag dekorationspuds. Det er grundet UFI systemets lagdelte karakter udenfor afhandlingens ramme at beskrive det nærmere. Desuden opsættes udvendig facadeisolering i disse år på snart sagt en hvilken som helst underliggende konstruktion og har som sådan ikke nogen specifik relation til blokmurværk.

16 UFI: Udvendig Facade Isolering, (WärmeDämVerbundSystem).

FASE 1 - INDIVIDUELLE FORSLAG

FASE 2 - GRUPPEFORSLAG

FASE 3 - ENDELIGT FORSLAG

WORKSHOP - AFDELING 10

BLOKMU

FORMGIVNING OG OPMURING AF E

FASE 4 - FORBEREDELSE AF BYGGERI
FÆRDIGGØRELSE
FØRSTE BYGGEDAG
ANDEN BYGGEDAG
2. ÅR - 21.11.05 TIL 16.12.05
JRVÆRK
50 KVM UDENDØRS OPHOLDSRUM
WIENBERGER A/S
MAXIT A/S

Fig 1

Indledning

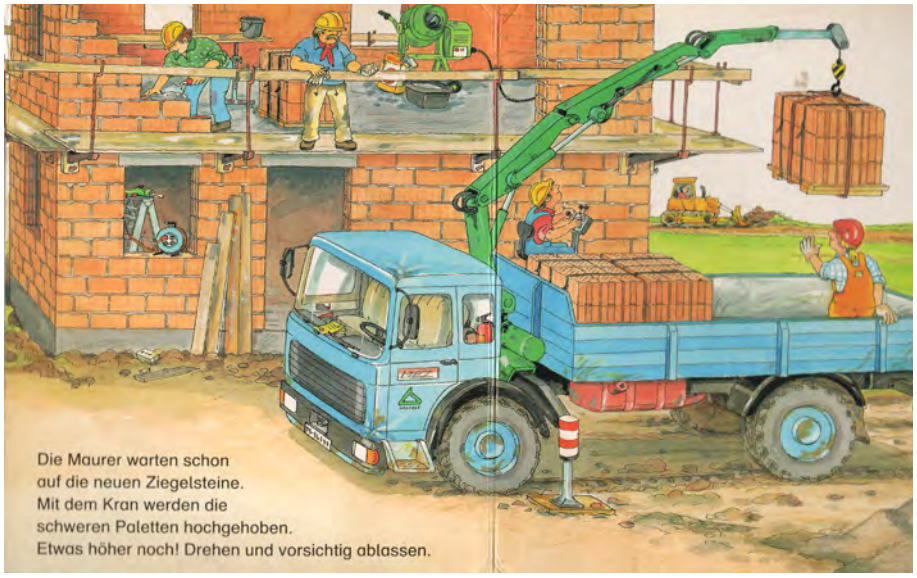


Fig 2a

Fig 2b

Fig 1. I projektforløbets start (december 2005) arbejdede jeg med et hold 2. års studerende fra Kunstakademiets Arkitektskole i forsøget på at indkredse deres umiddelbare forståelse af blokmurværket. Denne forståelse blev dernæst udfordret parallelt med at de projekterede og på tre dage opførte 70kvm blokmurværk på skolens område. Workshoppen varede i alt 3 uger. Den her viste planche er lavet af de studerende.

Fig 2a-b. Fra billedbogen "Was passiert auf der Baustelle?". Bemærk stilladset der er fastgjort via blokmurværket til etagedækket. Det er gængs praksis i Tyskland og Østrig.

Fig 3. 8 etagers boligbyggeri i poroton blokke. I kraft af blokkens porøse opbygning egner den sig fortrinsvis til byggerier på omkring 2½ etage. Når man syd for grænsen bygger helt op til ni etager i eksempelvis poroton blokken, anvender man en type med en optimeret trykstyrke og isolerende perlitefyldte kanaler. Eller man udstyrer blokmurværket med et udvendigt lag facadeisolering.

Blokmurværk

Fænomenet blokmurværk

Murværk er en bygningsdel bestående af byggesten, som bliver forbundet med hinanden ved hjælp af mørtel og fungerer derfor som en sammenhængende enhed.[17] Murværksnormen skelner mellem murede konstruktioner udført som massive mure, hule mure med stenbindere, murede formure i kombinationsvægge, hule mure med trådbindere eller skalmure.[18]

Med blokmurværk menes i denne afhandling; 'massivt murværk opført i mineralsk baserede homogene blokke af en størrelse som generelt kan håndteres med to hænder'. De homogene blokke er netop karakteriseret ved, at materialestrukturen er ensartet i sin opbygning og gennemgående i murens næsten fulde bredde. Blokkens bygningsfysiske egenskaber optræder således i en jævnt fordelt skala gennem ydervæggen. En mur udført i blokmurværk i homogene blokke benævnes også 'monomur' i henhold til dens monolitiske opbygning. [19]

Fig. 4-5

Ligeledes inkluderer blokmurværket de indvendige skillevægge som oplagt også udføres i mineralske blokke. Disse er smallere og længere men har samme højde som ydervægsblokkene. Dette betyder at skillevæg og ydervæg kan mures sammen i forbandt. Den mest almindelige løsning er dog, at murbindere i form af fladstål mures ind i hvert skifte i ydermuren ud for det sted hvor der efterfølgende skal mures en indervæg op. Disse tværskillevægge har stor betydning for blokmurværkets samlede stabilitet. Desuden bidrager de betydeligt med deres masse i forhold til at regulere indeklimaet.

Lette vægge opbygget i stålregler eller lægter med et eller to lag gipsplader er ellers blevet den gængse løsning. Dog spores der en tendens til, at man atter opfører de vægge, der afgrænser vådrummene i mineralske blokke. Årsagen er den store fugtpåvirkning fra vådrummet, som blokmurværket evner at optage og afgive igen. Lette skillevægge bidrager derimod ikke som regulerende faktor til indeklimaet.[20]

17 DS 414, Norm for Murværkskonstruktioner, Charlottenlund, 2005.

18 Ibid p.31, kap.6.1.

19 Monolitisk = Som hugget ud i én sten; ensartet. Ene-sten. Gyldendals Fremmedordbog, 1989.

20 Murværk i boligens våde rum skaber det bedste indeklima. Det viser ny undersøgelse fra Danmarks Tekniske Universitet. Et fælles nordisk forskningsprojekt har nu givet svaret på, hvilke egenskaber ved murværk, der gør, at det modtager fugten, så skimmelsvampe og mikroorganismer får sværere ved at gro: "Fugt er nok den væsentligste årsag til problemer i indeklimaet. Derfor kan det være en god ide at tage toppen af luftens fugtighed så effektivt som muligt," siger bygningsfysiker, lektor ph.d. Carsten Rode fra BYG•DTU på Danmarks Tekniske Universitet.
I det fælles nordiske forskningsprojekt måler man forskellige materialers evne til at optage og afgive vanddamp. "Mursten er et meget porøst materiale, og porerne er forholdsvis store. Det betyder, at materialet er åbent, så det let optager vanddamp fra luften, men også at vandet hurtigt kan

For at kunne imødekomme de mange krav til ydervæggen i ét og samme materiale, balancerer den homogene blok mellem på den ene side at være tilstrækkelig porøs og dermed fyldt med stillestående luft til at den både isolerer effektivt mod varmens vandring samt evner at optage og afgive fugten fra bygningens rum. På den anden side må blokken have en densitet der udstyrer den med en tilstrækkelig trykstyrke samt gerne en varmeakkumulerende evne.

Fig. 6

De homogene blokkes porøse materialestruktur betyder, at de skal overfladebehandles udvendigt for at kunne modstå vejr og vind og indvendigt for at kunne sikre lufttætheden. Den gængse løsning er, at tilføre en overfladebehandling af pudsemørtel ud- som indvendigt. Men det er også oplagt at arbejde med en egentlig beklædning af blokmurværket. (jf. kapitlet Blokmurværkets Beklædning).

De tre hovedgrupper indenfor familien af isolerende blokke er tegl-, porebeton- og letklinkerbetonblokke (jf. hæfte 2 om *Bloktyper og Overfladebehandlinger*). Alle tre bloktyper fås til traditionel opmuring med kalkcementmørtel, men tegl- og porebetonblokkene fremstilles i dag så målfaste, at de kan limes op i en 1mm tynd lejefuge bestående af limmørtel. Teglblokkene er desuden udstyret med fer og not hvorved blokkene låses til hinanden uden brug af limmørtel i studsfugerne. Letklinkerbetonblokken fås derimod i en stabelbar udgave[21], hvor alene oversidens fer og undersidens not fastholder blokkene til hinanden helt uden brug af mørtel af nogen art. Dette er indtil videre det tætteste man kommer på princippet bag legoklodsen. Ved at minimere eller helt undgå mørtel i leje- og studsfugerne reducerer man en væsentlig kuldebro og man opnår en bemærkelsesværdig materialemæssig ensartethed i det samlede murværk.

Ákos Moravánszky afgrænser i sin anerkendte artikel *The Pathos of Masonry* sin forståelse af begrebet murværk på følgende måde:

> *"By 'masonry' I understand a structure, the surface of which remains visible and which derives its effect from this surface regardless whether it is built of stone, bricks or other blocks."*[22]

I så fald er overfladebehandlet eller beklædt blokmurværk i følge Ákos Moravánszky ikke murværk? Og dog – det er tilsyneladende stadig murværk selvom det er pudset eller på anden måde beklædt indvendigt? Men modsat teglstenen har porotonblokken aldrig haft nogen ambitioner om at melde sig som blank mur i facaden endsige interiørt.

---

komme ud igen. Mursten kan sagtens tåle at opsuge fugt midlertidigt. Mikroorganismer kan ikke gro i materialet, og det kan hverken udvide sig eller svinde ved fugtpåvirkninger. Nogen mener, at hvis vi bruger fugtabsorberende materialer kan vi måske styre indeklimaet i en sådan grad, at vi kan undvære ventilationsanlægget."

21 DSM blokken, svensk produkt, Det stabelbare Murverk.

22 Detail, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Mauerwerk, 1/2, München, 2002, artikel, The Pathos of Masonry, Ákos Moravánszky.

Porotonblokken er baseret på et oprindelig svensk patent fra 1958 ejet af Sven Fernhof, ingeniør fra Malmø.[23] Den produceres nu i 16 lande og indgår med 60% af bygningsmassen i mange centraleuropæiske lande. Men det er netop bygningskulturer med et langt mere ukompliceret syn på beklædningsaspektet. På disse kanter fremhæves netop blokmurværket som værende en ideel bærer af beklædningstyper af enhver observans.

Hvert land anvender teglblokken lidt på hver sin måde. Forskellene er ikke radikale, men nok til at man generelt finder anledning til at sætte sit eget præg på den regionale produktudvikling af blokkene. Forskellene er naturligvis også en afspejling af nuancerne i de forskellige landes bygningsreglementer. Teglblokken fungerer som en slags *Golem* som man kan omforme og udvikle efter behov.[24]

Den monolitiske konstruktionsmåde bliver generelt foretrukket i Central-, Syd- og Østeuropa, store dele af Latinamerika, Nord- og Centralafrika og Asien – hvor den bærende væg bliver udført i teglblokke der pudses på begge sider. I Nordvesteuropa og de Britiske Øer ligesom i Nord Amerika, Sydafrika og Australien er den lagdelte konstruktionsmetode typisk – her udføres de bærende ydervægge i tegl, beton, kalksten eller trærammer, som tilføres et termisk isolerende lag. Facaden beklædes dernæst med facadetegl eller et andet materiale såsom træ, metal eller glas.

Murværkets opbygning gennem tiden

Tegl, cement og natursten har alle dage haft en varierende rolle i opbygningen af ydermuren. Bevidstheden om eksempelvis teglstenens omskiftelige rolle historisk set kan måske gøre det lidt lettere at forholde sig til den transformation, som det traditionelle danske murværk befinder sig i ved årtusindskiftet.[25]

I en del af Romerrigets storhedstid optrådte teglstenen som blivende forskalling og overflade i betonstøbte konstruktioner. Man brændte til dette formål kvadratiske og trekantede byggetegl med sider op til 60 cm.

Fig. 7

Men Romerne byggede også videre på grækernes monumenter, og hvor det tidligere var den monolitiske stenopbygning, man arbejdede med, blev naturstenen nu brugt i langt højere grad som beklædning til forskønnelse af murværket, der nu blev opfattet som et banalt konstruktionsmateriale. Man sagde om kejser Augustus (63 f.v.t.-14 e.v.t) at han indtog en by af ler og efterlod den i marmor. Beklædningen blev sammenmuret med murværket eller var en integreret, indstøbt del af den romerske beton.[26]

I det meste af Europa anvendtes de såkaldte kassemure i kirker, klostre, slotte, herregårde og forsvarsanlæg helt op til 1500-tallet. Kassemure bestod

23 www.poroton.com.

24 Golem (hebraisk): i jødisk sagn og mystik en menneskefigur af ler, som den indviede ved hjælp af magiske trylleformler kan indblæse liv. Lademanns Leksikon 1973.

25 Dahl, Torben (ed.), Facaden – Teori og Praksis, Kunstakademiets Arkitektskole, 2003, p. 85.

26 Facaden – teori og praksis. Redaktion Torben Dahl. Peter Sørensen, p.73.

af en gigantisk opmuret hulmur i natursten som blev udfyldt med skærver og cement. Stammen af ordet 'konstrukt' (latin: 'struere') betød udfyldning af et hult mellemrum. Etymologien bag ordet 'wall' vidner om dette. Det stammer fra det latinske 'vallum', hvilket betyder en fæstningsvold.[27] Først i renæssancen blev de massive murede ydervægge med anvendelse af den modulære mursten hele vejen gennem ydervæggen almindelig.

I 1500-tallet var det almindelig praksis at beklæde murstensmure med marmor efter de samt resten af bygningen i det store hele var færdige, men den italienske rennaissance arkitekt Sebastiano Serlio (1475-1554)[28] holdt fast ved, at mure af sten og mursten skulle bygges integralt og samtidigt. På denne måde blev muren strukturelt integreret, men når de blev bygget hver for sig var stenen en tynd skal, en unødvendig appliqué.[29]

Fig. 8

Serlio havde meget at sige både om konstruktion og beklædning. Ligesom mange, der kom efter ham, byggede hans teori på den menneskelige krop.

> *"Disse spørgsmål kræver stor flid og meget talent, fordi murstenene er bygningens kød, og stenene er de knogler, der støtter den; hvis disse to ting ikke er bundet godt sammen, så vil de med tiden slå fejl (…)".*[30]

I perioder er murstenen blevet anvendt af mangel på bedre. I Berlin i starten af 1800-tallet var den røde mursten det eneste tilgængelige 'ægte' materiale. Natursten til beklædning kunne i denne periode ikke fås i tilstrækkelige mængder. Den tyske arkitekt Karl Friedrich Schinkel (1781-1841) måtte tage udgangspunkt i denne mursten og hans berømte Backsteinrohbau byggerier, i særdeleshed Berliner Bauakademie (1835) blev vigtige modeller for teglarkitekturen andre steder.[31]

Fig. 9

Massivt murværk (1150-1920)

Denne form for murværk har været anvendt i dansk byggeri gennem skiftende stilarter med forskellige stenstørrelser, overfladebehandlinger og

---

27 The Pathos of Masonry. 2002 Detail ½. Ákos Moravánszky. *"Semper stresses that the root of the word "construct" (Latin: "struere") meant the filling out of hollow intermediate spaces. This was also the form of construction used for fortifications. The etymology of the word "wall" is evidence of this. It comes from the Latin "vallum", meaning a rampart. Wall construction, therefore, originally implied the filling out of fortifications; (...)".*

28 Sebastiano Serlio, italiensk maler, arkitekt og teoretiker. Serlios mest berømte værk er hans 7 bøger om arkitektur, udgivet samlet under titlen Tutte l'opere d'architettura et prospettiva, Venedig, 1619, (red. Lise Bek & Henrik Oxvig, Rumanalyser, 1997, p.391).

29 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, En kort historie om facadebeklædning, Edward Ford, p.149.

30 Serlio, Sebastiano, Sebastiano Serlio on Architecture, New Haven: Yale, 1996, p.372.

31 Stone, Style and Truth – The Vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, 1987, Sixten Ringbom, p.17.

beklædninger i næsten 800 år. Husets højde og belastning bestemte væggens tykkelse fra 1/1 sten til metertykkelse.

Hulmur med faste bindere (1875-1950)

Ønsket om materiale- og energibesparelse førte til opførelse af hule mure, hvor bæringen ikke krævede massivt murværk. Indførelsen af de faste binderkolonner kan betragtes som en både konstruktiv og bygningsfysisk optimering af murværket. Ved denne konstruktionsændring fik man minimeret materialeforbruget samt reduceret arbejdstidsforbruget. Desuden fik man skabt et hulrum mellem binderkolonnerne som man i slutningen af denne periode til tider udstyrede med et isoleringsmateriale. Binderkolonnen sørgede for at, tværstabiliteten var lige så høj som tilfældet var for den massive teglstensmur. Desuden repræsenterede binderkolonnerne et vist varmetab i positiv forstand, da det betød, at skalmuren sjældent blev så kold, at den blev opfugtet ud over hvad den let kunne afgive igen.

Hulmur med trådbindere og isoleringsmateriale (1940-)

Yderligere energisparekrav krævede adskillelse af for- og bagmur. Bagmuren alene blev bærende og hulmur i tegl blev derfor efterhånden forbeholdt det lave boligbyggeri. Det er dog først med Bygningsreglementet BR66, at isoleringsværdier for alvor kommer i fokus. Denne totale opdeling af ydermuren er skelsættende. Statisk betyder det, at ydermurens stabiliserende tværsnit med ét er reduceret med 2/3, og fordums empiriske viden om bærende murværk er ej længere tilstrækkeligt. Bygningsfysisk betyder det, at temperaturforskellen og dermed bevægelser mellem for- og bagmuren i de kolde måneder er ekstrem. Formuren bliver nemt opfugtet eftersom den ej længere nyder godt af fordums varmetab via binderkolonner.

Isolerende blokke i porebeton / tegl (1950-1970)

Med opfindelsen af gasbetonblokken i 1930'erne åbnede der sig en mulighed for atter at bygge gennemgående massive ydermure. Producenterne havde ikke forestillet sig blokkene anvendt ubehandlet, men i 1950'erne begyndte arkitekterne i stor stil at dyrke dette rå udtryk, fuldstændig blottet, uden finish, uden beklædning, uden håndværk men med mærkerne efter de processer, der skabte den.

Da den danske teglbranche i 50'erne måtte se i øjnene at den stolte teglsten var truet af en rationalitets dagsorden, der så ud til at være kommet for at blive, udviklede man den såkaldte T23 teglblok (29,5 x 23 x 12,1cm (lxbxh)) med henblik på parcelhusmarkedet. Den var, som porotonblokken, udstyret med forskudte lodrette kanaler, men uden isolerende luftporer.[32] Netop derfor var

32 Teglproduktion, kap.: Ydervægge af Teglblokke, 1956. *"Den danske teglindustri har igangsat en produktion af vægblokke, hvis bredde er lig vægtykkelsen. Produktionen af sådanne store blokke er igangsat på baggrund af resultatet af de mange undersøgelser vedrørende mulighederne for at nedsætte murerarbejdstiden ved at øge størrelsen på murstenene. Den teglblok, der formentlig får*

den istand til, at stå ubehandlet. Disse isolerende bloktyper havde deres udbredelse i slutningen af 1950'erne og ind i 1960'erne. Men 70'ernes oliekrise og den deraf følgende stramning af energikravene i bygningsreglementet satte for en tid en stopper for de homogene ydervægge i boliger.

Kombinationsmur med bærende bagmur i andet materiale end tegl (1960-)

Som konsekvens af adskillelsen mellem for- og bagmur udskiftedes bagmuren med mere rationelle bærende systemer i træ, stål eller beton/letbeton.
Det var især letbeton, som vandt markedsandele frem for tegl. Letbetonen blev udført i store blokstensformater og krævede derfor mindre arbejdstid på pladsen og udgjorde derfor et fordelagtigt alternativ til teglstenen.
Den havde også fordele hvad angik dens isoleringsevne. Formuren i tegl bevaredes på grund af tradition og gode vedligeholdelses-, holdbarheds- og patineringsegenskaber.

Men trådbindere kan kun optage temperaturbevægelser i den vertikale retning. Horisontale temperaturbevægelser optages derfor gennem inddeling i diverse murpartier som adskilles af en dilatationsfuge.

Beton-sandwich-element med teglskaller i formuren (1970-)

Industrialiseringen og udviklingen af montagebyggeriet eliminerede det murede håndværk på byggepladsen. Teglstenen udgøres i denne udgave ofte af en ganske tynd teglskal indstøbt i betonen.[33]

Ydermurens lagdeling er altså ikke et specielt moderne fænomen, men problemstillingen tilspidses – denne som så mange andre – med byggeriets begyndende industrialisering i det 19. århundredes anden halvdel. Der sker altså i denne periode en udvikling af forholdet mellem konstruktion og facade fra den udifferentierede bærende ydermur, over den bærende bagmur, hvorpå der hæftes ikke-bærende lag, til den ikke-bærende facade, der spænder fra etagedæk til etagedæk. Denne udvikling får vidtrækkende konsekvenser, fordi ydermurens lagdeling og udskillelsen af den bærende funktion indebærer en lang række valg. Valg, der traditionelt set ikke har været påtrængende, så længe en homogen konstruktion har tilgodeset alle hensyn. I denne nye situation er der ikke noget, der giver sig selv. Man må gøre sig klart, hvad det er, ydervæggen (facaden) skal kunne konstruktivt og rumligt, ligesom man må tage stilling til, hvordan facaden skal fremtræde stofligt og i sin detaljering.[34]

---

størst udbredelse, er ført på markedet under betegnelsen T23. Ydervæggens k-værdi kan derved bringes ned under 0,9 kcal/h m2 C".

33 Dahl, Torben og Peter Sørensen, Den hule mur – et udviklingsprojekt, København, 1992. p. 16.

34 Dahl, Torben (ed.), Facaden – teori og praksis, Kunstakademiets Arkitektskole, 2003, kap.: Facadens Lagdeling, Finn Selmer, p.20.

Blokmurværk

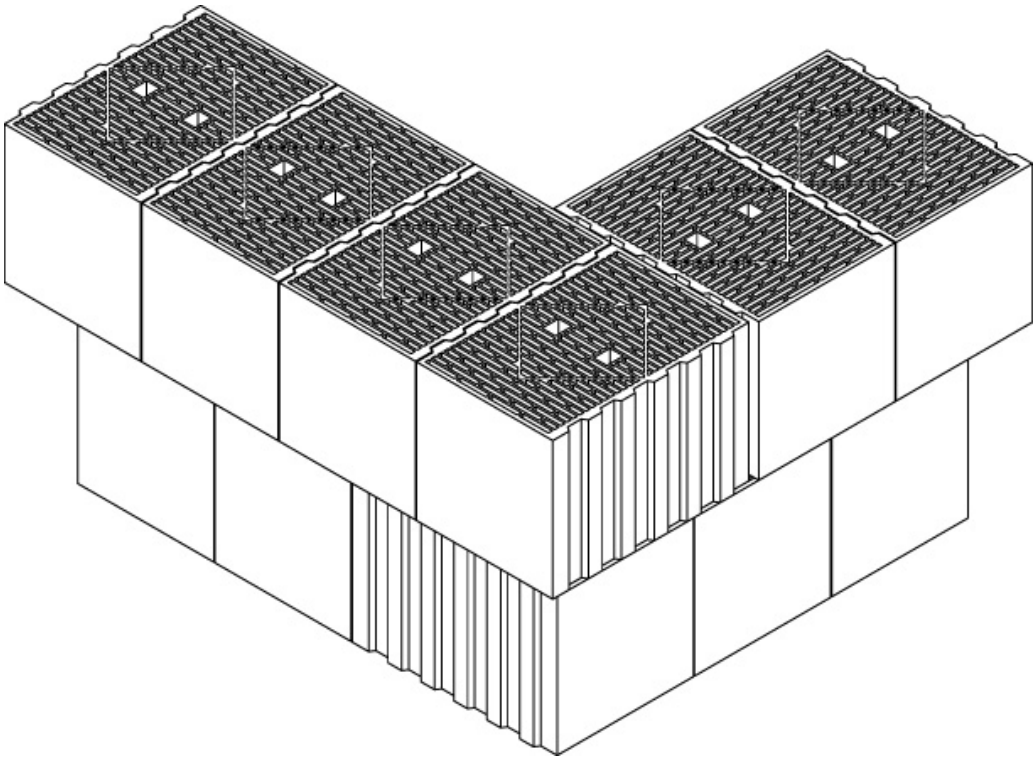


Fig.4. Hjørne i Poroton blokke. Den viste blok er 365mm tyk og 250mm bred. Hvilket vil sige at den er 1½ gang tykkere end den er bred. Det betyder at man ikke behøver at tildanne blokkene ved hjørnet eller indfører særlige startblokke. Man opnår automatisk et ½ stens løberforbandt. (Egen tegning).

Fig.5a. Indvendige skillevægge kan også med store fordele opbygges i samme materiale som ydermuren. Her ses to eksempler med henholdsvis poroton- og porebetonblokke. Skillevægsblokkene er smallere og længere, men de har samme højde som ydervægsblokkene. Man kan enten mure dem i forbandt med ydermuren eller indlægge murbindere i ydermuren klar til indmuring i skillevæggens limfuge. (Foto Anne Beim).

Fig.5a. Blokmurværk i porebeton blokke. (Foto www.hplush.dk).

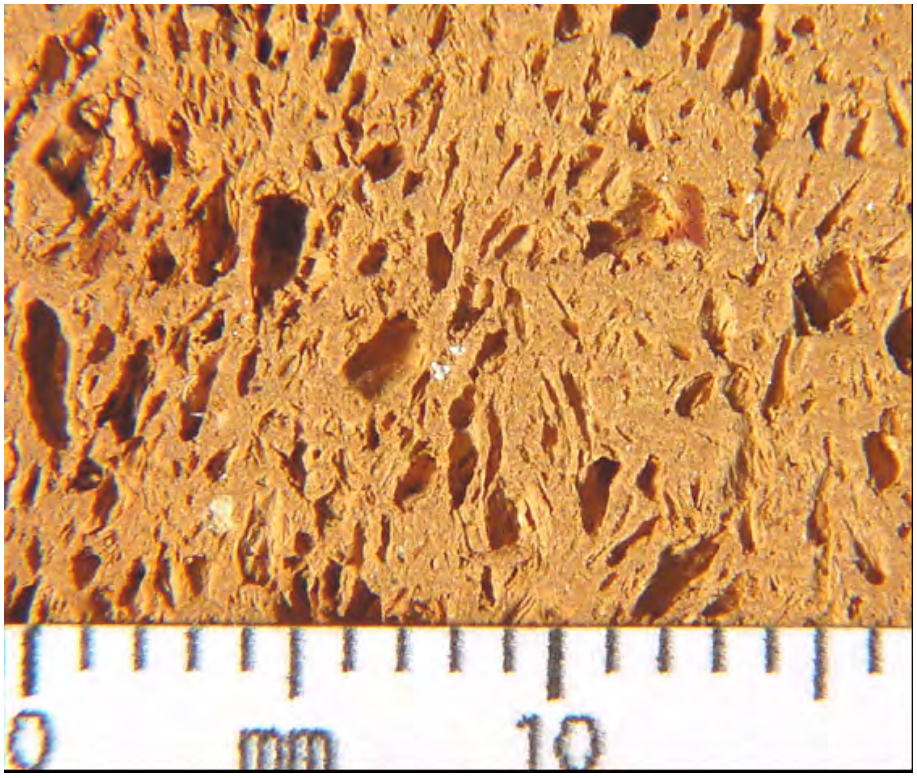


Fig. 6a. Teglblokkens porestruktur under mikroskop. (Foto www.poroton.com).

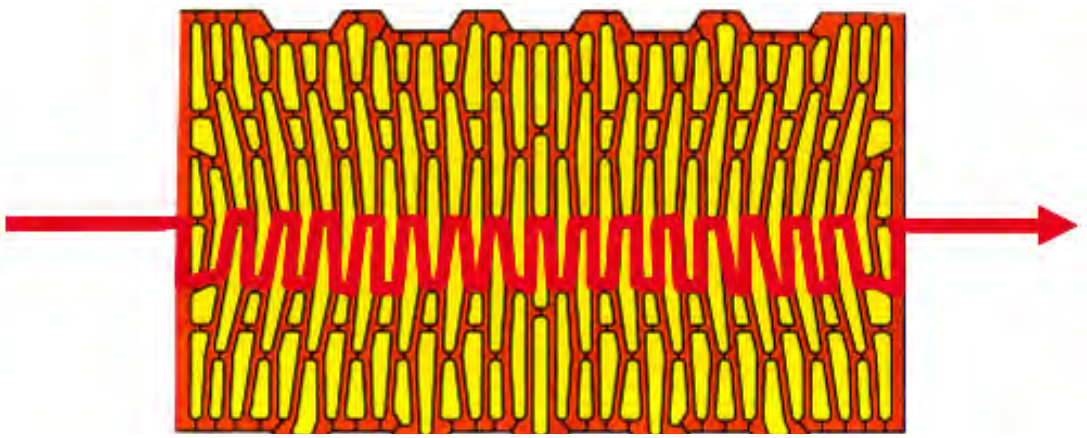


Fig. 6b. Her er angivet varmens lange vandring på tværs af teglblokkens forskudte kanaler. (Foto www.poroton.com).

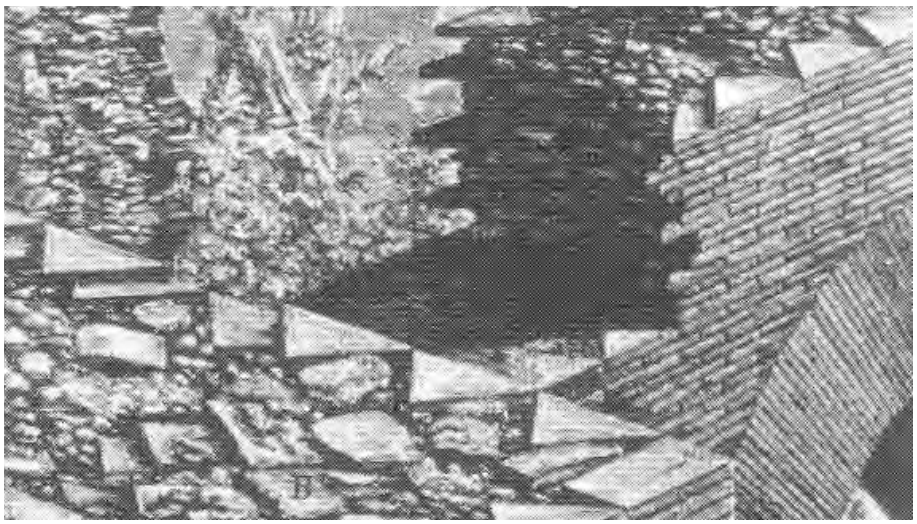


Fig. 7

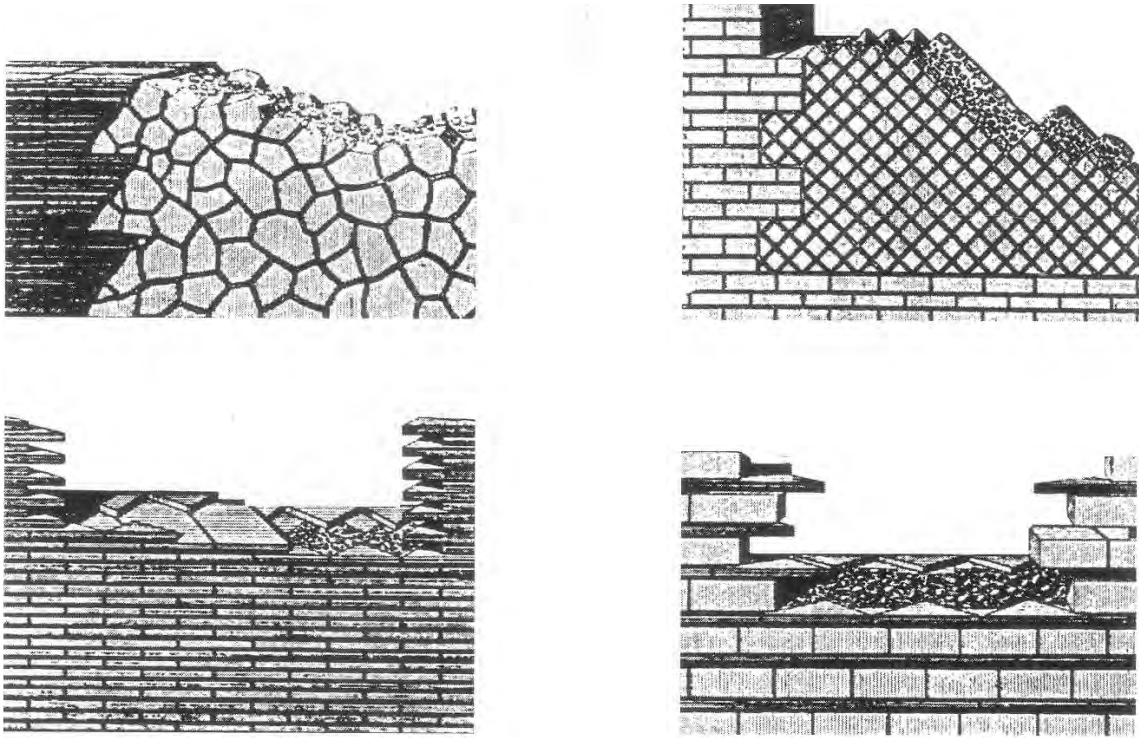


Fig. 7a

Fig. 7a. Romersk murværk. Radering udført af den italienske kunstner Giovanni Battista Piranesi (1720 - 1778). (Techtonica 15, Ceramica, p.22).

Fig. 7b. Eksempler på romersk murværk. I en del af Romerrigets storhedstid optrådte teglstenen som blivende forskalling og overflade i betonstøbte konstruktioner. Man brændte til dette formål kvadratiske og trekantede byggetegl med sider op til 60 cm. (Tegninger udført af Rondelet).

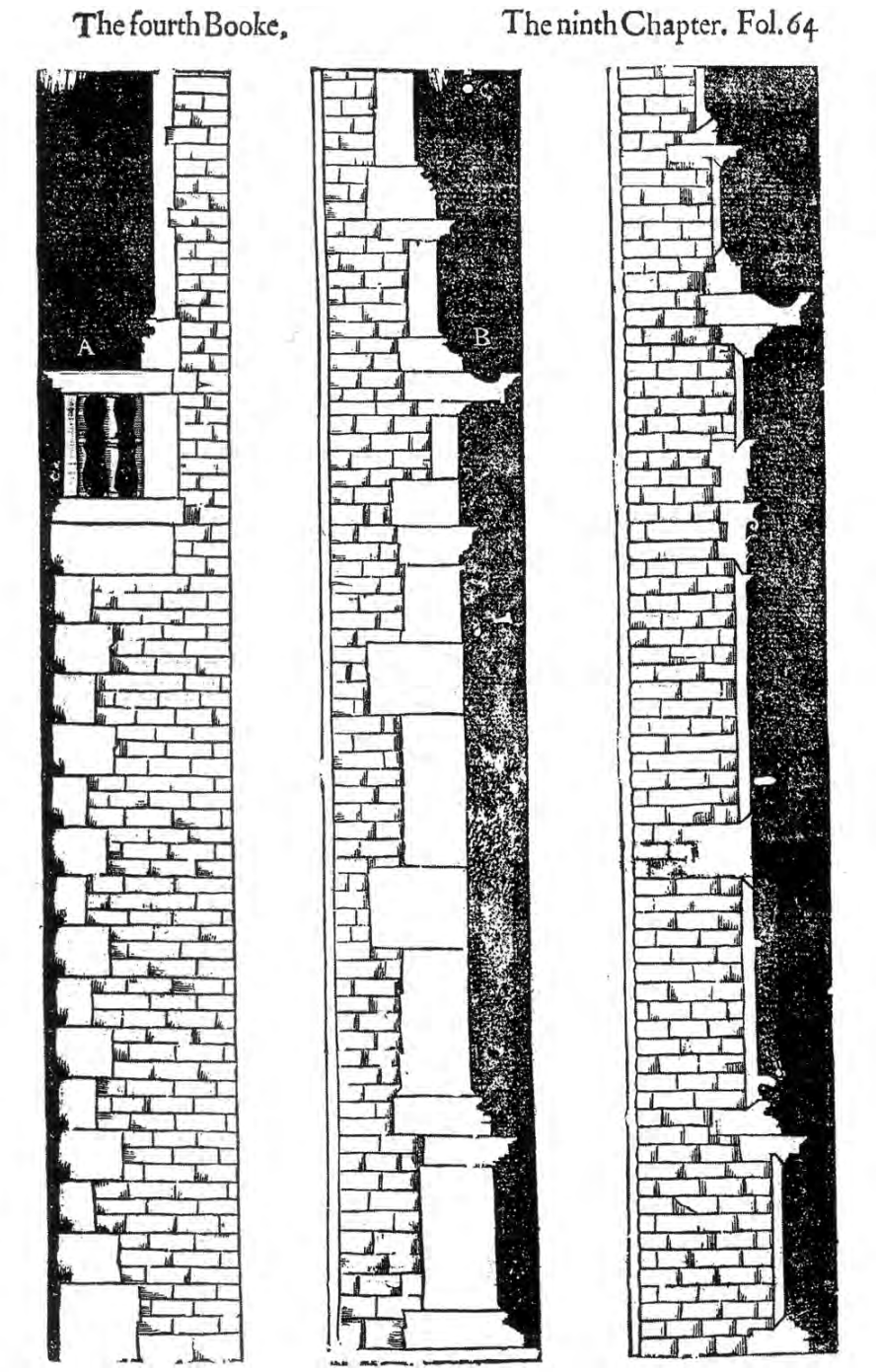


Fig. 8. Sebastiano Serlio, 'Om Mursten', illustration fra Serlios mest berømte værk bestående af 7 bøger om arkitektur, udgivet samlet under titlen *Tutte l'opere d'architettura et prospettiva*, Venedig, 1619.

Fig.9a. Fiskeredskabshuse er fra midten af 1800-tallet på Østbornholm. Denne sandsten findes i overfladen i strandkanten på Østbornholm. (Foto Niels Holger Larsen, fra bogen Naturstensbygninger - Historie og vedligeholdelse, 2001, p.58.)

Fig.9b. Myremalm findes i de midtjydske hedeområder. Det er dannet af sammenkittet jernholdigt sand, som har en brun farve. Nogle steder har myremalmen et så højt indhold af kvarts, at den kan tilhugges til bygningsbrug. Det brydes 15-25 cm underjordoverfladen og anvendes på lignende måde som kampesten. (Foto C. Birkmose, 1897, fra bogen Naturstensbygninger - Historie og vedligeholdelse, 2001, p.51.)

Blokmurværkets rumdannende natur

Blokmurværkets arkaiske natur

Set i lyset af murværkets førnævnte tidslinje må man konstatere, at det isolerende blokmurværk på sin vis genintroducerer fordums massive teglstensmur, dog i form af en monomur med ganske andre egenskaber. Den er så at sige ladet med arkaiske[35] træk. Dels i kraft af dens massivitet men i særdeleshed også på grund af det faktum, at denne byggeteknik baserer sig på så grundlæggende en teknik som stablingen.[36]

Blokmurværket hører til blandt de massive konstruktionsformer. De primære egenskaber forbundet med disse er, som benævnelsen antyder, tyngde og kompakthed, i kontrast til filigran konstruktioner og de ellers dominerende montagesystemer, som fastgøres med et væld af beslag.

Dets grundelement består af en tredimensionel mur opbygget i lag af sten eller modulære præfabrikerede materialer eller ved at udstøbe i en form et materiale, som bliver fast, når det tørrer. Samlingsprincippet for massive konstruktioner kan beskrives i kraft af støbe- og lagdelings/stablings teknikker.

Sidstnævnte henviser til vigtigheden af den tilsvarende arkitekturteori, som omhandler de massive konstruktioner – nemlig *stereotomien*. Stereotomien begrebsliggør kunsten at tildanne sten til målfaste former, således at alene stablingsteknikken og tyngdeloven i det ideelle tilfælde er tilstrækkeligt for bygningens stabilitet uden brug af andre materialer så som mørtel.[37] Stereotomien baserer sig på bærende murværk, uanset om materialet er sten eller ler. Begrebet kan ledes tilbage til græsk etymologi i form af *stereos* som betyder massiv, og *tomia* som betyder at udskære.

Blokmurværkets arkaiske islæt synes på en og samme tid at være dets styrke og dets svaghed. Styrke fordi det fremmaner mindelser om en ukunstlet og enkel byggemåde som vedbliver med at fascinere, en ontologisk[38] 'renhed'. Svaghed på grund af dets 'banale' karakter, dets fejring af tyngdeloven i kølvandet på modernisternes ihærdige forsøg på at ophæve netop denne i form af den 'frie facade'. Blokmurværkets tendens til at trække spor tilbage til en 'primitiv' fortid virker decideret hæmmende på nogle arkitekter.[39] Denne

35 Arkaisk = (archaikos) gammeldags om sprog eller stil; som stammer fra gammel tid, (…) arkaisk tid = i Oldtidens Grækenland tiden ca. 700-480 f.v.t. iflg. Gyldendals Fremmedordbog, 1989.

36 Når man stabler materiale, forlader min sig i den enkleste udgave alene på tyngdeloven.

37 Constructing Architecture – Materials Processes Structures – a handbook, 2005, Andrea Deplazes (ED.) Solid and filigree construction, Christoph Wieser, Andrea Deplazes.

38 Ontologi = idealistisk lære om det værende, om tilværelsens almene principper, iflg. Gyldendals Fremmedordbog, 1989.

39 Poroton blokken som produkt peger i sin nuværende form ikke kun tilbage historisk men i højeste grad frem, ved at være et højteknologisk produkt som rent materialemæssigt og strukturelt er

parallelle fascination og afstandtagen fra det historiske eller arkaiske er som bekendt ikke noget nyt fænomen, det er snarere et grundvilkår, man må forholde sig indgående til.

En af de for mig at se afgørende næringskilder til denne diskussion er tyskfødte Gottfried Semper (1803-79), udøvende arkitekt og arkitekturteoretiker. Mari Hvattums bog *Gottfried Semper and the Problem of Historicism* (2004) beskriver, som også titlen vidner om, at udgangspunktet for Sempers anfægtelse er hans samtids hovedløse omgang med historien. Problemstillingen er selvsagt i dag en helt anden. I modsætning til Historicismens endeløse brug af applikerede motiver består miseren nu snarere i en fattig form for underdetaljering, en skræk for at formgive og udtrykke mødet mellem bygningens mange dele. Byggeteknikken er paradoksalt nok blevet mere og mere kompliceret samtidig med at den 'intentionelle tektoniske detaljering' synes fraværende eller bare tilfældig.

Semper tager modsat andre 'modernister' afsæt i historien for så at sige at overskride den. I takt med at han var vidne til, at de traditionelle former for kunsthåndværk forsvandt, kortlagde Semper en teori, som integrerede urformerne med nye teknikker og materialer. Sempers koncept vedrørende det 'nye' er en central del af hans tankers rummelighed.

"At omdanne ældre former, skabt af en nødvendighed og tradition, i overensstemmelse med vores nye produktionsmåder", bliver Sempers motto hvad angår det tektoniske.

I bogen *Ontology of Construction – On Nihilism of Technology in Theories of Modern Architecture* (1994) pointerer Gevork Hartoonian, at Sempers forståelse af det 'nye', hvor syntesen og analysen går hånd i hånd, adskiller ham netop fra den generelle modernistiske afstandtagen fra historien.[40]

Semper revitaliserer så at sige stereotomi-begrebet i første halvdel af det 19. århundrede. Indenfor Sempers system af 4 grundlæggende teknologier, som er følgende: vævning af tekstiler, fremstilling af lertøj/keramik, trækonstruktioner (tektonik) og stenkonstruktioner (stereotomi), er stereotomien et arkaisk element (se appendix A). Stereotomi forudsætter ifølge Semper materialer som:

> *"tilbyder stor modstand mod knusning og udskridning i kraft af aggregaternes kompakte, tætte, homogene struktur. Sagt på en anden måde, så har de en betydende trykstyrke . Materialet kan bearbejdes til en hvilken som helst ønsket form ved at reducere eller fjerne dele af massen; og de kan stykkes sammen af ensartede dele for derved at skabe et stærkt system, hvorved deres trykstyrke er konstruktionens vigtigste princip".*[41]

---

meget avanceret.

40 Hartoonian, Gevork, Ontology of Construction. On Nihilism of Technology in Theories of Modern Architecture, 1994. p.20.

41 Semper, Gottfried, Style in the Technical and Tectonic Arts; or, Practical Aesthetics, (2 vols. Frankfurt am Main, 1860), Intro. + trans. Harry Francis Mallgrave, Getty Research Inst., 2004. p. 725. *Stereotomy works with "materials that strongly resist crushing and cracking because of their hard,*

Stereotomiens arkaiske funktion var at repræsentere jordens kompakte, blok-lignende opbygning.[42] Det isolerende blokmurværk er dybt forankret i denne stereotomiens teknologi, og de homogene blokke opfylder, på nær ét punkt, Sempers ovennævnte forudsætninger. Trods blokkenes markante størrelse og massive udtryk er de fyldt med isolerende luftporer hvorved trykstyrken er reduceret tilsvarende.

Fig. 10-12

Blokmurværkets plastiske natur

Blokmurværket baserer sig i princippet på etableringen af individuelle celler og grupper af rum, som bliver dannet ved at tilføje flere celler eller underdele de individuelle celler. I den simpleste udgave har alle væggene bærende og opdelende funktioner. Der er ikke noget strukturelt hierarki. Alle dele tenderer til at være lige vigtige.[43]

Når man rejser en væg som en del af et massivt byggesystem, skaber det direkte de interiøre rumligheder, eftersom de bærende og indesluttende funktioner er identiske. Som konsekvens af dette svarer omfanget af den strukturelle skal ofte til den endelige konstruktion, og kun en tynd indvendig og udvendig beklædning er nødvendig.

Bærende indervægge bliver på næste etage ubesværet til isolerende ydervægge, vindueslysninger skåret i alskens vinkler, skråt afskårne blokke tilpasset tagets hældning, blokmurværk, der tynder ud og bliver til enkeltstående søjler for igen at samle sig og blive til mur, vinduer og døre placeret alt fra helt inde til helt uden på muren, indvendig og udvendig puds der slutter helt op til karmpartierne uden fuge.

I den gængse kombinationsmur er kun den bageste vange påvirket af en lodret last. Denne last udgøres i Danmark ofte kun af et huldæk eller et let tag, der i en brudsituation ikke giver nogen betydelig stabiliserende lodret last. Danmark er tilsyneladende et af de eneste lande hvor man har reduceret den bærende bagmur til en tykkelse på bare 10cm.[44] I monomurens tilfælde kan vindkræfter optages i ydermurens fulde bredde og taget forankres solidt i blokmurværkets masse. Dens vægtykkelse svarer til tykkelsen på en traditionel hulmur, men den er væsentligt lettere og reducerer altså belastningen på fundamentet. På trods af den lavere vægt er monomuren markant stærkere, fordi hele ydervæggen er homogen. I praksis vil bæreevnen typisk kunne

thick, and homogeneous aggregate composition, and thus have significant compressive strength. When parts of the mass are removed what remains can be worked into any required shape and then reassembled – they come to serve as regular pieces in strong systems relying on compressive strength as the most critical constructional principle".

42 The Pathos of Masonry. 2002 Detail ½. Ákos Moravánszky. "The archaic function of stereotomy was to represent the "firm, block-like composition of the earth".

43 Constructing Architecture – Materials Processes Structures – a handbook, 2005, Andrea Deplazes (ED.) Solid and filigree construction, Christoph Wieser, Andrea Deplazes, p.14.

44 I Tyskland er der et mindstekrav om at bærende bagmure minimum skal udføres i 175mm.

øges 10-12 gange ved at bygge med massivt homogent blokmurværk, og den større styrke betyder, at der kan bygges væsentligt større vægfelter uden ekstra forstærkninger.[45]

Et traditionelt funderet etplans hus vil således uden videre kunne påføres en ekstra etage uden at konstruktionen skal forstærkes. Det betragtes oven i købet som en fordel hvis blokmurværket påføres betydelig last fra etagedæk og tagkonstruktioner.

Det homogene blokmurværks lave egenvægt betyder endvidere, at det er velegnet til udkragede karnapper og altaner som en direkte forlængelse af husets krop. I stedet for - som man ofte ser - påsatte, apterede bygningsdele i et andet materiale og med et helt andet udtryk.

Tværsnittet på blokkene er generelt symmetrisk, hvilket er ensbetydende med, at der ikke er nogen specifik inder- eller yderside på blokken. Alene beklædningens beskaffenhed skaber en eventuel forskel på inder- og ydersiden. Derudover er det muligt at placere blokkene vinkelret på hinanden og danne hjørner og forskydninger som et naturligt generisk potentiale indlejret i dette homogene byggeelement.

Det skaber grundlaget for en plastisk og organisk måde at akkumulere rum på. Vel skal fundamentet og dermed rendegraveren vende og skifte retning des flere afvigelser, der er fra de gængse fire hjørner. Men omvendt opnås alene i kraft af flere hjørnedannelser og forsætninger en øget stabilitet som betyder, at blokmurværket ikke er afhængig af indlagte stålsøjler, efterspænding mm. Fortanding i murværket imødekommer ikke bare de statiske fordringer, men skaber samtidig interessante rumlige virkninger, ude som inde. Blokmurværket opnår en betydelig stivhed ved indføring af hjørner og tværgående skillevægge.

Grundet blokmurværkets forankring i stereotomiens stablingsprincipper, spores i bygninger udført som monomur en oplagt tendens til dannelsen af sammenhængende flader. Vindues- og døråbninger opfattes ofte som skåret ud af blokmurværkets massiv. Jo bredere vinduesåbning, des mere svækkes murens bærende egenskaber. Det begrænser i princippet bredden på disse åbninger.[46] Det er klart, at man kan armere sig ud af problemstillingen, men da dette involverer indførelsen af stål og typisk også in situ beton, synes det langt mere oplagt at dyrke blokmurværkets homogene natur og om muligt begrænse sig til spænd på max. 3 meter.[47] Man kan naturligvis arbejde med en understøtning

45 Frit refereret efter oplæg 02.11.2007 fra ingeniør Poul Christiansen fra Teknologisk Institut, Murværks Centeret.

46 Der er en erfaringsbaseret holdning til, at det er relativt enkelt at lave nye åbninger i eksisterende blokmurværk. Gustavsson, Tomas, Moderna Murverk – Licentiatrapport, Rapport TVBK-1023, Lund, 2002. *"Massivmurade konstruktioner har speciella egenskaper i detta avseende. Å ena sidan kan de betecknas som tämligen oflexibla eftersom det kan vara komplicerat att göra stora förändringar av stommen. Å andra sidan är det i regel okomplicerat ta upp mindre öppningar, i storleksordningen upp till 2-3 m. Oftast låter detta sig göras i de flesta lägen, det finns betydligt färre punkter dit bärning måste koncentreras i jämförelse med t.ex. moderna pelar-balksystem."*

47 3 m er den gængse maksimale længde på diverse standard overliggere. Overstiger man denne spændvidde anvendes U-blokke som betonarmeres.

i form af søjler udført i blokke, men disse skal pga. sideværts vindpåvirkning efterspændes.[48] Indfører man store mængder stål som ekstra forstærkning i en ellers monolitisk opbygget mur, mimer man en af skalmurens helt store problemkomplekser, og så er bestræbelsen på at tilvejebringe en tektonisk sammenhæng faldet til jorden. Vil man udfordre tyngdeloven og kræfternes lodrette forløb, bør man slet og ret vælge et helt andet byggeprincip.

Blokken lægger i kraft af sin ortogonale form op til en deraf følgende ortogonal rumdannelse og gestaltning. Men det ses ofte, at blokkene tildannes så de kan etablere skrå vinkler.

Flere blokproducenter har endog udviklet blokke, der kan danne skrå 45/135 graders vinkler. Særlig raffineret er den franske producent Terreals kugleleds beslægtede teglblok. Kugleleddet er hult og forberedt til udstøbning af armeret beton. Terreals to-leddede blokke minder om det net som et ark glansbilleder indgår i. For at aktivere leddet skal man først hakke dele af 'vævet' væk.

Fig. 13-15

Bloktypernes højdemål kan med fordel bestemme den lodrette modulopbygning, i særdeleshed hvad angår de blokke, som ikke baserer sig på en liggefuge, der kan optage tolerancer. Porotonblokken er 250mm i højden modsat langt de fleste andre bloktyper på det danske marked, som har en højde på 200mm svarende til 3 skifter mursten. En porotonblok svarer således til en trinhøjde, to blokke er siddehøjde, tre blokke er bordhøjde, fire blokke skaber tilstrækkelig privathed som brystningshøjde i badeværelset, fem blokke er en god brystningshøjde bag ved køkkenbordet. Hvad angår det horisontale modul er det ikke på samme måde afgørende at tage udgangspunkt i blokkens breddemål, som også er 250mm. Blokkene tildannes let på pladsen.

I modsætning til byggerier baseret på etagehøje facade- og vægelementer muliggør blokkens begrænsede højde en oplagt tilpasningsmulighed til landskabets eventuelle varierede terrænkoter.

Fig. 16-17

Rumhøjde

Indførelsen af bagmurselementer har skabt en accept af meget begrænsede og fastlåste rumhøjder. Blokmurværket derimod sætter ingen begrænsning for rumhøjden. Det står frit for at tilføre et ekstra skifte.[49] Ligeledes kan blokmurværkets tagfodshøjde og hældning varieres uden videre. Øverste skifte mellem spærfødderne kan sågar afskæres skråt, så det følger tagets hældning uden at der skal monteres inddækningsbrædder.

Fig. 18-19

48 Det bør måske nævnes, at er man ude i at indføre stål i monomur baseret på teglblokke, behøver stålet ikke at være rustfrit eller på anden måde rustbeskyttet, eftersom der ikke kan trænge fugt ind gennem pudsen og der ikke, modsat betonbaserede blokke, findes restfugt i teglblokken.

49 Nutidens minimerede rumhøjder giver dårligere muligheder for at udnytte luftens egentermik.

Helvægselementer i opmurede teglblokke

Porotonblok-producenter har i flere omgange indgået i samarbejder med fabrikker, hvor man under kontrollerede forhold på fabrikken limer hele vægge op i poroton blokke. Disse elementer transporteres så til byggepladsen, hvor de bygges sammen. Sammenlignet med den traditionelle oplimning på pladsen har det tilsyneladende vist sig ikke at være rentabelt.

Fig. 20

Det peger på et interessant forhold mellem det tilsyneladende helt igennem rationelle, optimerede element, kontra blokken som enkeltvis og ved håndkraft skal bæres til og limes op i forbandt. Det elementbaserede byggeri er afhængig af en kran og pga. blandt andet personsikkerheden, er det strengt nødvendigt at montagen foregår i et på forhånd fastlagt mønster præget af en effektiv logistik.[50] En byggeplads baseret på blokmurværk minder snarere om en myretue, hvor der arbejdes over hele fladen samtidig. Her er ikke i samme grad problemer med entrepriser, der ikke kan komme til for hinanden eller omvendt må vente på hinanden.

I lande, hvor erfaringen med opbygningen og udførelsen af blokmurværket sidder på rygmarven, foreligger der kun sjældent projekteringstegninger af blokkenes vandrette forbandt; alene de lodrette skiftegange er på forhånd klarlagt. Reglen er, at der tages udgangspunkt i hjørner og vindues- og døråbninger, for derefter at justere forbandtet midtvejs der imellem. I en dansk kontekst maner dette faktum ofte til en form for skepsis. Vi er blevet vænnet til, at ethvert byggeri med respekt for sig selv indeholder et væld af elementer og komponenter som indgår med hver deres nummer og placering på tegning, som i beskrivelsen.

Helvægselementer i tegl

I Frankrig og i Spanien produceres også helvægselementer i ekstruderet tegl. Skillevægselementerne er i særdeleshed fascinerende i kraft af deres præcise overflade og ned til 40mm tykkelse. Ydervægselementerne er derimod tydeligvis beregnet på en kosmetisk overfladebehandling og er desuden udstyret med en isolerende kerne i polyurethan. Et af de kendteste eksempler på denne ydermursløsning, Hotel- og restaurationsskolen i Nivilliers i Frankrig (2000)[51], er netop kendt, fordi man i dette projekt har valgt at eksponere elementerne. Bygningen kommer lidt nemt omkring de klassiske problemstillinger vedrørende sandwich-elementers rigide udformning og dermed facadekompositoriske binding. Facaden består slet og ret af glaspartier, der lige som teglelementerne spænder fra gulv til loft. Teglelementerne afsluttes opadtil med en sløj detalje i form af en tynd aluminiums inddækning.

50 Elementbyggeriet kræver også en hel del efterbearbejdning efter endt montage i form af ud- og understøbning.

51 Hotel- og restaurationsskolen i Nivilliers i Frankrig (2000), Tectône Arkitekter, Paris. DETAIL 2001 4, p.664.

Fig. 21

Blokmurværket synes at være noget nær det tætteste, man kommer på oplevelsen af, at modellere noget op i ler i bygningsskala. Som sådan kan blokke blive tilført eller fjernet fra denne homogene vægkonstruktion frem til sent i byggeprocessen. Ligeledes er det et oplagt potentiale, at der på sigt ubesværet kan tilføjes fremtidige udbygninger i direkte forlængelse af det eksisterende blokmurværk. Der er som nævnt ingen egentlig yder- eller inderside på blokken og ydervæg konverteres uhindret til indervæg. Nye udsparinger i muren udføres enkelt med standard værktøj. Som forberedelse for forbandtmuring skæres der ubesværet ud i det eksisterende blokmurværk etc.

Fig. 22-24

Knudepunktsprincipperne i hæfte 3 afspejler et udvalg af de gestaltningsmæssige muligheder, som er forbundet med blokmurværkets homogene tværsnit:

- Blokmurværket kan ubesværet krage ud over den bærende sokkel.
- Vinduerne skal ikke formidle overgangen mellem en yder og en indervæg, men kan derimod placeres ganske frit i murens tværsnit.
- De forskellige overliggere kan anvendes og kombineres på mange forskellige måder afhængig af de varierende statiske og arkitektoniske fordringer.
- Blokmurværket kan forenes med en hvilken som helst type dæk.
- Det er ligetil at tildanne blokkene, hvilket eksempelvis lægger op til atypiske gestaltningsmuligheder ved eksempelvis vindueslysningerne, mellem spærene, ved gavlen mm.
- Altaner, smalle murkroner, tagkonstruktioner kan bære af på hele blokmurværkets tværsnit.
- Taget kan etableres, og vinduer og døre kan sættes i så snart blokmurværket er opstillet. Den endelige overfladebehandling eller beklædning kan ude som inde etableres på et senere tidspunkt.
- Tagkonstruktionen kan fastgøres til blokmurværket på flere forskellige fordelagtige måder.
- Mængden af stål kan - sammenlignet med andre konstruktionsformer -reduceres til et absolut minimum.
- Hvis man arbejder med et gennemgående skifte i betonarmerede U-blokke, kan man undlade skillevægge som tværafstivende element.

Billedhugger Jørgen Haugen Sørensen (1934-) udtaler i en portrætfilm (1996):

> *"at det særlige ved at arbejde i ler i modsætning til f.eks. marmor er, at afstanden mellem tanke og manifestation af denne er inderlig kort. Med stenhugning går der derimod møjsommelig lang tid førend resultatet foreligger. Det er som at male. Og det er aldeles ukompliceret at justere og ælte leret op igen."*[52]

Blokmurværket som eksponeret system

Der er noget helt andet på færde, ifald man arbejder med et eksponeret blokmurværk, hvor hver blok udtrykker sig som en klart afgrænset 'brik' i den samlede og færdige komposition. Gasbetonblokken indstiftede netop denne enestående mulighed. Disse facader og interiøre flader i ubehandlede betonblokke blev opfattet som essensen af stereotomiens patos. Det var begejstringen for det eksponerede system - disse synlige 'kvadre' gav på en meget radikal industriel måde mindelser om datidens naturstensbeklædte facader.[53]

I Danmark blev der fra 1950'erne til 70'erne, bygget mange banebrydende og radikale enfamiliehuse. Dansk Gasbeton Selskab udskrev år 1955 en arkitektkonkurrence med det formål at få udfoldet gasbetonblokkens arkitektoniske muligheder.[54]

Fig. 25-26

Der var noget næsten heroisk over denne epoke. Dette nye materiale begejstrede den ganske arkitektstand, som nu også fik råd til at bygge hus til sig selv i kraft af dette prisbillige produkt.

Blokmurværket appellerede selv sagt også stærkt til gør-det-selv folket og gør det stadig den dag i dag.

Fig. 27-28

Bo Bedre, som den gang var meget mere end blot et såkaldt 'livstilsmagasin', udviklede i 1968 "Årets Hus" i samarbejde med H+Hs[55] informationstjeneste.

I Danmark var også T23 teglblokken med i dette gode idealistiske selskab af ubehandlet, rationelt murværk. Elsebeth og Kjeld Ussing tegnede for DAB boligbebyggelsen, Kornvænget 41-53 i Ballerup baseret på denne nye blok.[56]

Fig. 29-30

Blandt de afgørende udenlandske pionerer indenfor det eksponerede blokmurværk står den hollandske arkitekt Herman Hertzberger (1932-). Han gjorde letklinkerblokken til sit adelsmærke og dyrkede blokkens strukturelle egenskaber.

---

52 www.haugen-sorensen.dk

53 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, Kap. En kort historie om facadebeklædning, Edward Ford, p.159.

54 Dansk Gasbeton Aktieselskab, 30 Gasbeton Huse, København, 1956.

55 H+H er en gasbeton producent som blev etableret helt tilbage i 1939.

56 Andre eksempler på denne stens anvendelse (T23) kan ses i Valby idrætspark.

Den Schweiziske arkitekt Mario Bottas (1943-) enfamiliehuse fra 70'erne fejrer blokkens geometriske strenghed. Det er vel at mærke en isoleret hulmur, han arbejder med, men betonblokkene er identiske og eksponerede inde som ude.

En anden jævnaldrende schweizisk arkitekt, Peter Zumthor (1943-), som man i øvrigt forbinder med en langt mere ekvilibristisk tone end den blokmurværkets eksponerede grovhed typisk frembyder, udførte tilbage i 1983 en skole i Churwalden i en hulmur i betonblokke i lighed med Bottas førnævnte legendariske enfamiliehuse.

Fig. 31-34

Ligeledes er der op igennem perioden interessante eksempler på kunstnere, der facineres at blokkens universelle kvaliteter; aktuelt set er bl.a. Elle Klarskov Jørgensen eksponent for dette felt. Hun har i de seneste år arbejdet med en art byggeklodser, som beskueren opfordres til at bygge/lege med.

I 2005 forestod Olafur Eliason en udstilling på Lund Kunsthal i Sverige. På et langt arbejdsbord lå et bjerg af hvide legoklodser.[57] Uimodståeligt uanset alder. Her kunne man sidde og bygge strukturer, monolitter og snyltere på andres efterladte artefakter.

Fig. 35-36

Det kræver mod og gode argumenter ikke at underordne sig dette modul hvad angår placeringen af vinduer og døre. Hvem kender ikke til studier af badeværelsesfliser der ikke går op med rummets dimensioner. Dette er en af sværhedsgraderne ved det eksponerede blokmurværk. Man er så at sige konstant mindet om rummets modulnet i form af blokkenes og ikke mindst fugernes markante rytme. Blokkens format var oprindeligt konsekvent lig med mindste modulenhed, 20x30cm. Blokkenes størrelse er så dominerende at vi fristes til at tælle os frem til blokkenes antal.[58]

Bloktegl til hulmur

I begyndelsen af 90'erne udvikler man, i blandt andet Danmark, en type af bloktegl med formatet 11x20x30 cm beregnet på hulmuren.[59] Blokkenes format indpasser sig efter normalmurværkets modulmål.[60] Med disse blokke genoptages murværkets rationaliseringsbestræbelser fra den store industrialisering efter 2. verdenskrig.[61]

Blokken som den eksempelvis er anvendt i Fåborg Kraftvarmeværk (1995) tegnet af tegnestuen Lundgaard & Tranberg, fremstår som en flise. Formatet harmonerer med denne skulpturelle bygning der stort set fremstår uden vinduesåbninger i murværket.

57 Der var ingen specialklodser kun 4´ere og 8'ere.

58 Professor David Leatherbarrow hævder at:*"System partly means: "No territorial obligations – the more systematic it becomes, the less it engages"*. Leatherbarrow mod- /sammenstiller endvidere følgende begreber: Technology >< place, Thin = industrialized, Thick = signifying. Masterclass KA, januar 2007.

59 I Tyskland har man en tilsvarende skalmursblok med produktnavnet GIMA.

60 Blokkens højde svarer til 3 normalskifter, og længden svarer til 1¼ sten.

61 Dahl og Wedebrunn, København murede huse i det 20. århundrede, København, 2000, p.139.

Fig. 37-38

I Jonstruphusene fra 1994, også tegnet af førnævnte tegnestue, er der ligeledes taget udgangspunkt i denne teglblok dog med en bagvedliggende bagmur i letbetonelementer. Det er en trempelkonstruktion, som giver husene 'høje pander' og dermed mulighed for en tilstrækkelig gentagelse af det store blokformat til at det formår at danne flade. Detaljeringen omkring tagfod, inddækninger og aftræk er gjort ekstra kraftige og markante for at harmonere med teglblokkens 'klodsede' format.

Denne form for blokmurværk synes ikke at være slået rigtig igennem i Danmark. Spørgsmålet er også hvad disse skalmurs teglblokke egentlig bidrager med?[62] De er sværere at producere, dels fordi det er vanskeligt at sikre en ensartet udtørring og blot de mindste ujævnheder i dens anseelige overflade virker skæmmende. Det er i princippet tanken, at hastigheden på opmuringsarbejdet forøges betragteligt pga. af blokkens størrelse, men omvendt træder eventuelle skævheder i fugen markant mere frem, hvorfor opmuringsarbejdet kræver større præcision.

Mange føler en art lettelse ved at sløre dette format i form af en maler- eller pudsbehandling, i særdeleshed hvad interiøret angår. Ola Wedebrunn beskriver, i sin afhandling om Materialernes Egenart og Sprog (2002), den italienske arkitekt Francesco Borrominis (1599-1667) opmærksomhed og bevidsthed om lerets mange muligheder. Murværk, ler og keramik var i hans optik et ideelt byggemateriale:[63]

> *"Det ville være meget godt, hvis en bygning kunne opføres uden fuger af et bagt materiale i ét eneste stykke, men fordi det er umuligt, ville i hvert fald brugen af materialer med en lille dimension minimere fugernes synlighed."*[64]

A. W. N. Pugin[65] (1812-1852) hævder ligeledes at: *"Large stones destroy proportion."* Han opponerede mod den gryende beundring af regularitet og pænhed i murværket, som kendetegnede hans samtid. Han understregede at de små formater og irregulariteten i stenene i ældre tiders murværk var langt mere optimalt set både fra et praktisk såvel som et æstetisk synspunkt. Videre påpegede han, at de uregelmæssige fuger netop ikke forstyrrer bygningens linjer og konturer.[66] Irregulariteten i blokmurværket i Jørn Utzons huse

---

62 Efterspørgslen på disse teglblokke har været begrænset og vanskelighederne forbundet med at producere dem har været så betragtelige, at det er spørgsmålet, hvor længe de vil være tilgængelige i en dansk udgave.

63 Wedebrunn, Ola, Materialernes Egenart og Sprog, København, 2002, p.75.

64 Borromino, Francesco, Relazione del Oratorio del padri Filipini, Rom, 1725, p.11.

65 Augustus Welby Northmore Pugin, (1812-1852) Pugin re-shaped 19th century Church architecture and became the most outstanding exponent of the Gothic Revival.

66 Ringbom, Sixten, Stone, Style and Truth – The Vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, 1987, p.14.

på Mallorca[67], og den udflydende fuge i samme nuance som sandstenene bevirker at murværket fremstår monokromt.

Fig. 39

I Danmark kan man groft sagt hævde, at det ubehandlede blokmurværk hovedsageligt har formået at appellere til arkitekter eller folk med et lille byggebudget. I Danmark forbinder man således storblokformatet med alt fra en ringeagtet selvbyggertradition via arkitekternes egne minimale men ofte radikale prøvehuse til Utzons arkaiske men banebrydende huse på Mallorca.

I dag lader det sig ikke længere gøre at anvende disse letbetonblokke ubehandlet. Deres isoleringsværdi er grundet bygningsreglementets stramninger forøget betragteligt siden 1950'erne, og deres porestruktur er nu så åben, at de på kort tid ville forvitre i ubehandlet tilstand.

Udvikling af isolerende blokke med vejrbestandig overflade

Oprindeligt var en af mine ambitioner med denne afhandling at undersøge mulighederne for at udvikle en tilstrækkelig isolerende, homogen blok med en vejrbestandig overflade. Det var vel en intention om at bringe den til ære og værdighed og så at sige redde den fra dens hensygnede tilværelse under pudslaget.

Ifald efterspørgslen var til stede, også udenfor Danmarks grænser, er der nok ingen tvivl om, at man i princippet ville kunne udvikle en sådan idealblok. Men sværhedsgraden består rent teknisk i, at et eller andet sted i blokkens tværsnit ville man være nødt til at indstifte en forskel mellem det porøse indre og det vejrbestandige ydre. Og netop dér er der en overhængende fare for at en skade vil opstå, fuldstændig som det ofte er tilfældet med de lagdelte konstruktioner.

Hvis man sætter sig for at udvikle en homogen blok med en vejrbestandig overflade, vil man udover ovennævnte materialetekniske problemstilling skulle håndtere det faktum, at blokkens format og mønsterdannelse vil få altafgørende betydning for bygningens færdige udtryk. Som det var tilfældet med den eksponerede gasbetonblok i dennes glansperiode i 1950'erne var blokkens format dikterende for facadens syntaks. Det bliver uvægerligt et system med få men ufravigelige regler.

En mulig vej at gå hvad angår det æstetiske udtryk knyttet til en sådan vejrbestandig teglblok ville være at arbejde med at sløre studsfugens takt, så at man alene vil opfatte den vandrette lagdeling. Teglblokken bliver som nævnt ekstruderet gennem et mundstykke, som bestemmer udformningen af blokkens lodrette indvendige kanalvægge, fortandingen i studsfugen samt rillerne på blokkens synlige sider. Rillernes funktion er blandt andet at etablere et optimalt vederlag for puds. Men med udgangspunkt i disse riller kunne man oplagt udvikle et sirligt lodret relief, som ville sløre den enkelte bloks format.

Fig. 40

67 Med Jørn Utzons første hus på Mallorca Can Lis (1974) indførte han hulmuren på denne spanske ø.

En anden mulighed ville være at udvikle en flad men lang blok, eller snarere et teglelement så langt, at man i facaden ikke ville bemærke, når disse teglelementer var betonarmeret og derfor undtagelsesvist tjente som overliggere over åbninger. I stedet for at overliggerelementet som vanligt ses som en afvigelse fra det egentlige murværk, er tanken omvendt at lade det samlede murværk mime overliggerens langstrakte karakter.

Under arbejdet med nærværende afhandling har min optik ændret sig fra denne søgen mod den ideelle utilslørede blok til en erkendelse af, at fratager man blokmurværket dets beklædning, så fratager man også dets iboende frihed og intuitive natur. Det homogene blokmurværk tilbyder den ideelle krop som underlag for en beklædning af enhver observans, og heri består dets arkitektonisk rumdannende og tektoniske force.

Påstanden er her, at det homogene, beklædte blokmurværk indebærer muligheden for en langt mere 'elastisk' og dynamisk konstruktionsform og rumdannelse sammenlignet med de fremherskende byggesystemer. Muligheder som naturligvis også traditionelt murværk besidder, men som det mister, så snart det bliver skalmur og dermed må underordne sig andre love og byggetekniske principper, som ikke synes naturlige for murværkskonstruktioner.

To primære tilgange til fænomenet murværk

Der synes at være to primære tilgange til murværkets rolle, som influerer på fænomenet blokmurværk. Den ene omhandler murværkets betydningsdannende overflade og dennes vidnesbyrd om håndens arbejde. Den anden tilgang er optaget af murværkets tredimensionelle lastbærende masse og rumdannende egenskab. Gasbeton- og T23blokkens førnævnte guldalder forenede disse to anskuelser. Men nutidens komfort- og energikrav betyder at disse to tilgange i princippet ikke kan forenes i én og samme blok.[68]

Alene det faktum, at afhandlingen har en blok af materialet tegl som case, betyder, at visse forventninger til netop denne fordring om det utilslørede og dermed eksponerede toner frem i mange sammenhænge. Anfægtelsen synes at bestå i at tegl er for godt et materiale til at 'gemme af vejen'. Meget af den nordiske litteratur af nyere dato, der er skrevet om murværk i tegl, efterspørger enstemmigt en direkte overensstemmelse mellem murens indhold og dens udtryk.[69] Begrebet 'ærlighed' presser sig på gang på gang, og en fordring om

68 Deplazes, Andrea (ED.) Constructing Architecture – Materials Processes Structures – a handbook, 2005, kap. Morphology, Katja, Dambacher, Christoph Elsener, David Leuthold, *"And owing to its strength, its massiveness, and its stability it presumably represents the same values of safety, security, durability, and continuity – in other words tradition – as well as discipline and simplicity always and everywhere".* p.43.

69 Schultz, Olov & Magnus Månsson, Bärende murverk i moderne arkitektur, Stockholm, 1994, *"Dagens delning mellan arkitektur och byggnadsteknik är ett stort problem. Det sitter i ryggmärgen att ett murverk ska vara bärande. När det inte är bärande blir detaljlösningarna ofta illusoriskt förvirrande och ger betraktaren en skeptisk inställning till vad byggnaden egentligen är. Genom att använda murverk som bärande så får vi en ärlighet i gestaltningen. (...) Bärande murverk ger också bättre gestaltningsförutsättningar – arkitektur och teknik återförenas till en sammanhän-*

aflæselighed i det færdige byggeri ses i kredsen af murværksentusiaster tilsyneladende som en absolut kvalitet i sig selv. Det er svært at være uenig i selve besyngelsen af det tektoniske, når det går op i en højere enhed. Men man kan ikke desto mindre nemt få den opfattelse, at netop denne helligholdelse af det blotlagte og for lægmand aflæselige er en blindgyde. Dette paradigme præger ikke på samme vis holdningerne til og dermed udviklingen af træ-, beton-, glas og stålkonstruktioner.

Måske er det bare en tvist om ord, men er det i grunden en ubetinget kvalitet, at det indre svarer overens med det ydre? Meget burde tale for, at der ingen rimelighed er i denne tvangsprægede fortælling. Indersiden og ydersiden af ydermuren skal jo netop løse to helt forskellige bygningsfysiske opgaver og de skal begå sig i forhold til to vidt forskellige skalaforhold: rummets og byens.

Bemærkelsesværdigt er det, at netop denne fascination af den nøgne, monolitiske konstruktion, eksponeret både indvendigt og udvendigt er et fænomen og en problemstilling, som først opstår umiddelbart efter indførelsen af det adskillende isolerende lag i 1930'erne. Det vil sige en stræben som er af ganske ny dato set i et historisk perspektiv. Le Corbusiers/Modernisternes polarisering af konstruktion/ nøgenhed/ sandhed på den ene side og beklædning/ maske/ løgnagtighed på den anden side lever ifølge Mari Hvattum stadig i samtidsdebatten.[70]

Begrebet 'ærlighed' indenfor arkitekturen blev første gang formuleret af Carlo Lodoli (1690-1761). Han levede som munk og arkitekturteoretiker i Venedig. Ifølge Lodoli måtte ingen af bygningens dele gøre sig ud for at være andet end det, det i virkeligheden var. Lodoli beskyldte Grækerne og Romerne for at have begået en usandhed, da de i deres stentempler reproducerede former, som henhørte til tømmerkonstruktioner.

> *"Why does not stone represent stone, wood represent wood, every material itself, and not some other material?'"*

Lodolis opråb blev ekkoet i adskillige 1900-tals arkitekturteoretikeres skrifter.[71] Men den fuldstændigt 'ærlige' bygning, i hvilken alting er blotlagt, intet er skjult, og alting er forklaret visuelt, er stort set ukendt både fra oldtiden og til den dag i dag. En bygning kan hverken fortælle eller vise os alting om sig selv. De bygninger, som vi synes gør det, skjuler lige så meget, som de afslører.[72]

---

gande enhet. (...) Murverket får också en mer dominerande roll som ger väggarna mer substans att formge – idag veckar vi ytskikt. Det gör arkitekturen begriplig, och att känna en byggnad är en viktig grund till att man kan tycka om den. Med bärande murverk skapas en förståelig byggnadsteknik som gör att brukaren får en positiv relation till den byggda miljön." p. 37+40.

70 Hvattum, Mari, Den nakne sannhet: et essay om ornamentikk og arkitektur, Byggekunst, Oslo, 2005, 87 årgang 04.

71 Stone, Style and Truth – The Vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, 1987, Sixten Ringbom, p.13.

72 Arkitekturtidsskrift B, No.54 Detaljer, København, 2005, kap. En kort historie om facadebeklæd-

Ikke desto mindre er denne tankefigur fortsat så automatiseret, at det kan være vanskeligt at få øje på egentlige alternativer. Hvattum og også Leatherbarrow hævder, at man skal tilbage til 1800 tallets arkitekturteoretiske diskurs for at finde de afgørende udsagn og få nuanceret denne problematik. Her peges der blandt andet på den engelske kunst- og arkitekturteoretiker John Ruskin (1819-1900) og Semper.

Fig. 41

Et århundrede efter Lodolis opråb forsvarer Gottfried Semper netop 'die Wandlung' - metamorfosen - som værende et af arkitekturhistoriens hovedtemaer. Forvandlingen fra et materiale til et andet hævede ifølge Semper arkitekturen fra sin materielle status til en kunstart for sig. Han afviser blankt den franske abbed M.-A. Laugiers (1713-69)[73] teorier om urhytten med dens eksponerede konstruktion som værende arkitekturens udgangspunkt og essens. Semper erklærer slet og ret arkitekturens konstruktive virkelighed som sekundær. En tilsyneladende lige så dogmatisk udmelding som Modernisternes, blot med omvendt fortegn.

Det som er vigtigt, skriver Semper, er derimod 'den ornamentale indhylning': væggens symbolske beklædning, sådan som den gennem årtusinder er blevet transformeret fra primitivt fletværk til mosaik- eller panelbeklædt overflade. Væggen for Semper er primært et ornamentalt minde om vævens rytmiske ordningsproces og først i anden række et konstruktivt, bærende element.[74] Semper mente slet og ret, at væven var bygningskunstens oprindelse. Ved arnen, der ifølge Semper både er hjemmet og samfundets faste kerne, forestillede han sig, at mennesket først afgrænsede rummet ved fletværk, ophængt væv og tæpper. Det var også tekstilet, der ifølge Semper senere blev transformeret til mønstre og forbandter i murværkets tektonik.

Det er interessant, at Sempers diskussion omkring forholdet mellem det ophængte tæppe og den beskyttende mur er orienteret fra bygningens inderside.[75]

> *"De ophængte tæpper vedblev med at være de egentlige vægge, den synlige afgrænsning af rummet. De ofte solide vægge bagved tæpperne var nødvendige på grund af aspekter, der ikke havde noget med skabelsen af selve rummet at gøre; de var nødvendige på grund af sikkerhed, deres bærende egenskab, for deres holdbarhed osv".*[76]

ning, Edward Ford, *"om det er Bibliotéque Sainte-Geneviéve eller Eames' hus,(…) Størstedelen af de bygninger, der synes at anvende blotlagte konstruktioner, gør det på en ufærdig måde. Under disse omstændigheder er det værd, at revurdere vores vurdering af den sene modernismes beklædning". p.170.*

73 Arkitekturteoretiker Marc-Antoine Laugier, Jesuitter præst og senere abbed, Hvattum, Mari, Gottfried Semper and Problem of Historicism, Cambridge, 2004, p. 35.

74 Hvattum, Mari, Den nakne sannhet: et essay om ornamentikk og arkitektur, Byggekunst, 2005, 87 årgang 04.

75 Hartoonian, Gevork, Ontology of Construction – On Nihilism of Technology in Theories of Modern Architecture, New York, 1994, p.22.

76 Semper, Gottfried, The Four Elements of Architecture, Cambridge, 1989, *"Hanging carpets*

"Men der hvor materialets natur ikke er tilfredsstillende, eller hvor man skal være opmærksom på dets ydre holdbarhed eller hvor de evige krav om komfort, varme, hygge etc. dikterer en indre beklædning for muren og de synlige konstruktionsdele (…) der opstår nødvendigheden, i dag som dengang, af at bevare murens oprindelige udtryk (…) Muren bør aldrig miste sin oprindelige mening som et rumligt hylster i kraft af det, der udtrykkes på den: Det er altid tilrådeligt at være opmærksom på tæppet som den første rumlige afgrænser', når man skal male muren".[77]

Få var som arkitekt og arkitekturskribent Adolf Loos (1870-1933), mere uinteresseret i strukturelt udtryk. Loos' legendariske tekst *Das Prinzip der Bekleidung* vidner om hans afsæt i Sempers teorier.

"The architect's general task is to provide a warm and livable space. He decides for this reason to spread out one carpet on the floor and to hang up four to form the four walls. But you cannot build a house out of carpets. Both the carpet on the floor and the tapestry on the wall require a structural frame to hold them in the correct place. To invent this frame is the architect's second task".[78]

I modsætning til Loos understreger Semper at vel er den underliggende konstruktion sekundær og beklædningen primær, men relationen disse imellem er væsentlig at mestre. Selvom beklædningen dækker den bagvedliggende konstruktion, må arkitekten nødvendigvis besidde en tilbundsgående forståelse for denne indre strukturs opbygning for at kunne etablere et gedigent vederlag for beklædningen.[79]

Semper opstiller en typologi over menneskets essentielle produktionsformer: vævning af tekstiler, fremstilling af lertøj/keramik, trækonstruktioner (tektonik) og stenkonstruktioner (stereotomi). Disse fire produktionsformer svarer til fire arkitektoniske delelementer: væggen, arnestedet, taget og bygningsbasen.[80] Produktionsformerne sporer Semper tilbage til fire forskel-

remained the true walls, the visible boundaries of space. The often solid walls behind them were necessary for reasons that had nothing to do with the creation of space; they were needed for security, for supporting a load, for their permanence, and so on." p. 104.

77 Ibid. p. 93.

78 Loos, Adolf, Spoken into the Void, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1982, p.66.

79 Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, Surface Architecture, Massachusetts, 2002, *"Cladding or dressing, for Semper, invites the spectator to participate in an atectonic "as if"; that is, the building appears as if it were built in other materials in another time. Although the building materials are not themselves represented, they must be understood and mastered in the process of construction; this is a necessary condition of their denial. No masking is possible if what lies behind the mask is false."* p.93.

80 Deplazes, Andrea (ED.), Constructing Architecture – Materials, processes, structures – a Hand

lige materialegrupper; de seje og bøjelige, de plastiske men formstabile efter hærdning, de elastiske stangformer og de kompakte trykstyrkebetonede.[81]

Men Semper interesserer sig i særdeleshed for, hvordan de forskellige teknologier udveksler indbyrdes. Han introducerer det avancerede begreb *Stoffwechsel* og påpeger blandt andet, at murværk kan henregnes til minimum to af de fire produktionsformer. Det har ikke bare sin berettigelse som bærende stereometrisk ophobning/stabling (jf. kapitlet *Blokmurværkets arkaiske natur*) men også som afgrænsende ornamenterende skal/skærmvæg med tekstile kvaliteter (en be-klædning).

Sempers stofvekselteori er alt andet end dogmatisk, snarere dybt nuanceret og progressiv. Denne teori giver os mulighed for at forstå, at blokmurværket bag en beklædning ikke er en undertrykt størrelse men en grundlæggende teknologi. Stereotomien er blot den groveste af disse teknologier. Ligeledes har skalmuren som sådan en klar berettigelse, og det fører ingen vegne blot at betragte den som en udvandet udgave af fordums massive teglmur.

Sempers observationer blev influeret af udgravninger fra Ninive, Assyriens hovedstad, som han så udstillet på Louvre i 1849. I hans øjne bekræftede de ruinøse mure hans teori om murværk som værende en overflade beklædning. Med andre ord var murens primære rolle den rumafgrænsende. Muren som strukturens lastbærende del var en forudsætning for beklædningens opretholdelse men spillede som sådan en underordnet rolle. Opdelingen i det tekstile og stereotomien forstærkes i det tyske (og i det danske) sprog hvor man skelner mellem to forskellige typer vægge; mellem *die Wand* (væggen), hvilket indikerer en skærmlignende opdeling, og *die Mauer* (muren), som hentyder til en massiv fortifikation.[82]

Det er ifølge Semper væggens fremtoning, overfladens vævede natur som bestemmer teknologien og ikke den anden vej rundt. Selv i dag er denne teori både provokerende og en kilde til inspiration i dens tilsyneladende venden op og ned på årsag og virkning.

---

book, 2005. Kap. The pathos of masonry, Ákos Moravánszky, *"No theoretical investigation has formulated more original ideas on the dual identity of masonry (and inspired even more) than Gottfried Semper's work "Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Ästhetik". The principles of Semper's system are based on a typology of human forms of production: the weaving of textiles, the making of pottery, tectonics (timber construction), and stereotomy (stone construction). These four types of production correspond to the four primal elements of architecture: wall, hearth, roof and substructure (earth filling, terrace). The ontological dimension of this division is important: the four elements are not formally defined; they could be seen as aspects of human existence".* p. 23.

81 Se appendix A.

82 Frampton, Kenneth, Studies in Tectonic Culture, Cambridge, 1995, p.5.

Blokmurværkets rumdannende natur

Fig.10

Fig.10-12. Stenbrud på Mallorca. Den bløde gule sandsten som Jørn Utzons huse på Mallorca er opført i, blev skåret i et lokalt stenbrud, som har været brugt i århundrede til al slags byggeri. Blokkene findes i tre standardstørrelser: 800x400 mm med en tykkelse på enten 100 eller 200 mm, og 400x400x200. Rundsaven, der saver klippestykket fra stenlaget, tilfører overfladen et levende næsten radialt mønster. (Foto Jørn Utzon, gengivet i bogen To Huse på Mallorca, J. Pardey, 2004, p.58).

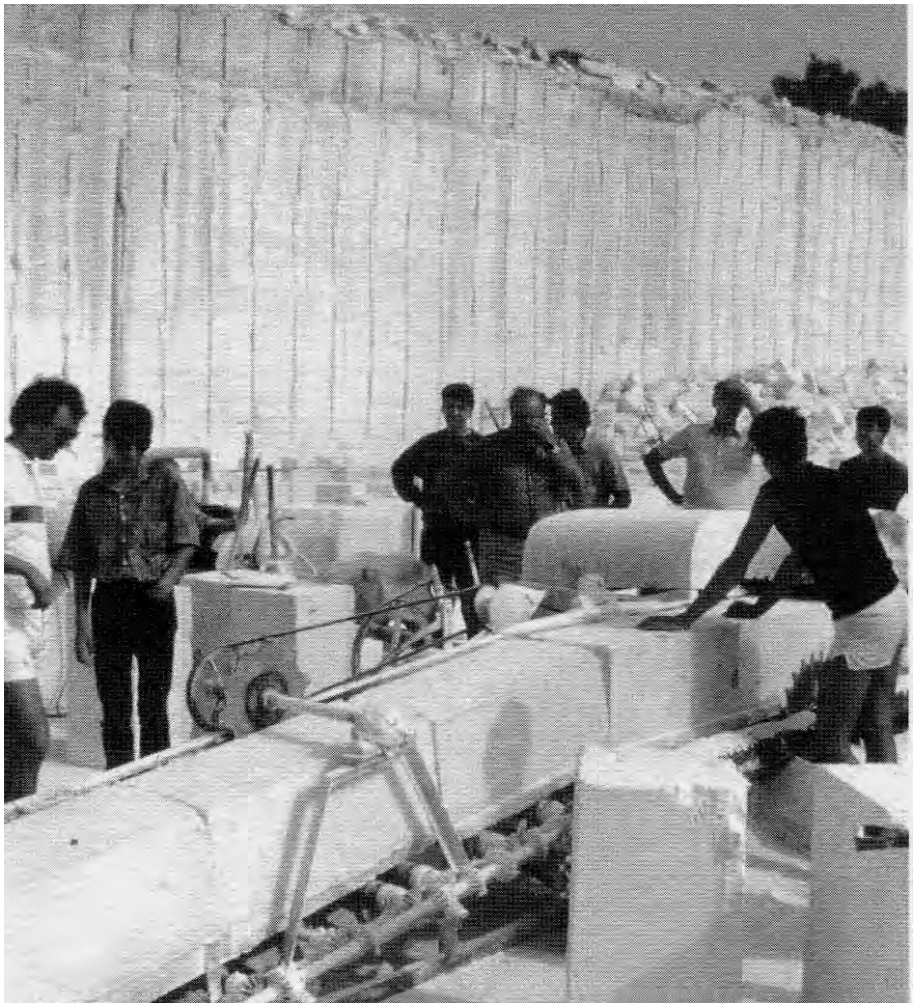


Fig.11

Fig.12

Fig.13.

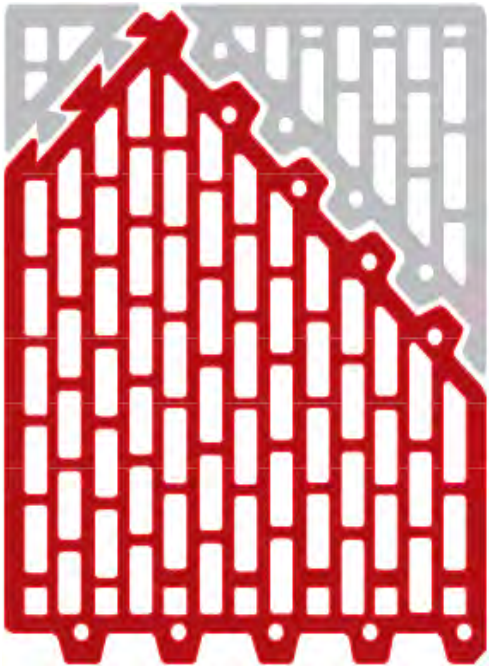


Fig.14.

Fig.13-14.Et udvalg af porotonblok producenternes 45/135 graders blok.

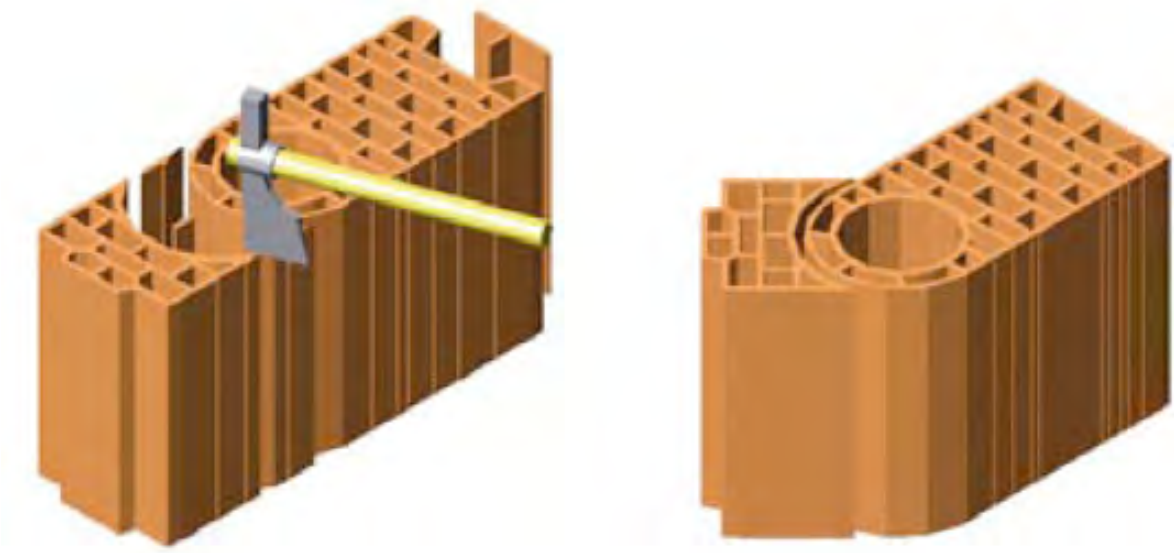


Fig.15. Terreals kugleledsblok kan drejes i en hvilken som helst vinkel. Kugleleddet er hult og forberedt til udstøbning af armeret beton. Terreals to-leddede blokke minder om det net som et ark glansbilleder indgår i. For at aktivere ledet skal man først hakke dele af 'vævet' væk. (Illustration www.terreal.com).

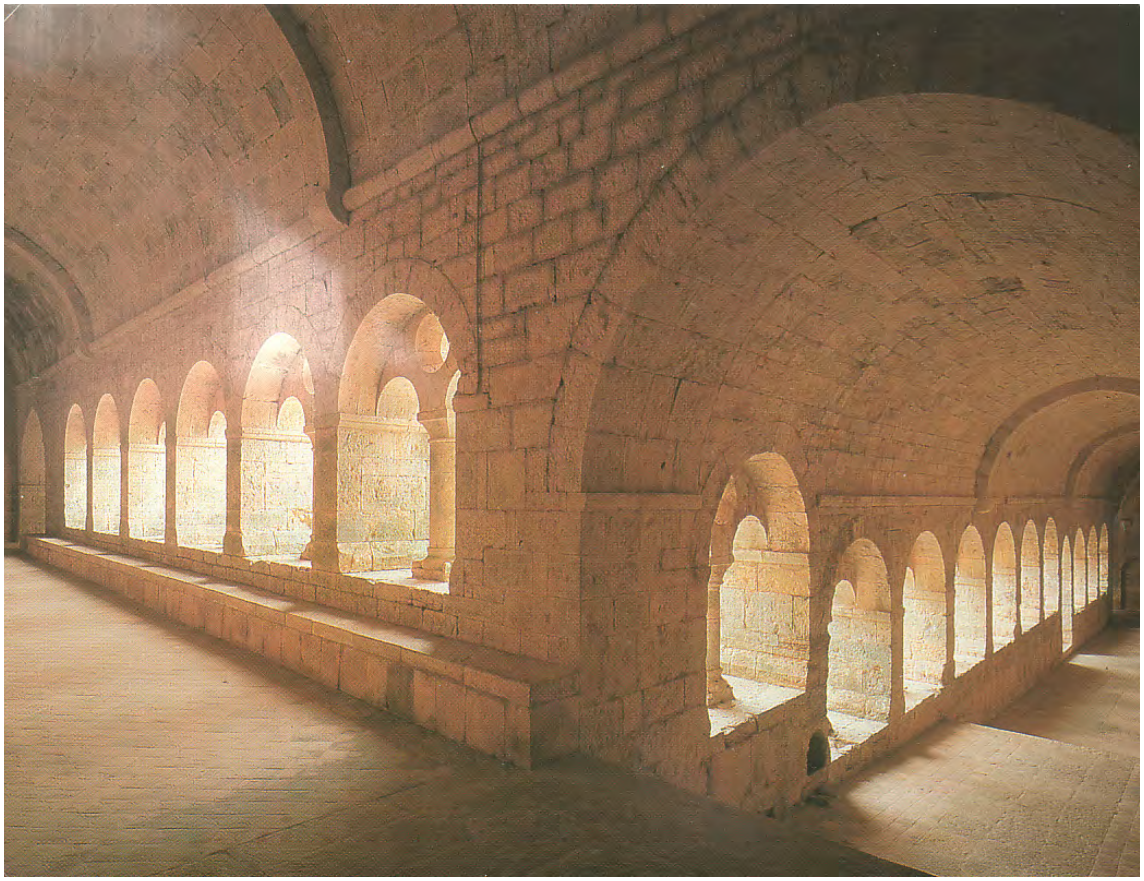


Fig.16

Fig.16-17. "Cistercienser Klosteret Le Thoronet" i Provence (1136-ca. 1200). Den stramme plan i kontrast til det varierede landskabelige snit. Blokmurværkets plasticitet synes åbenbar. (Foto fra bogen Cistercian Europe, Terryl N. Kinder, 2002, p.148-149)

Fig.17

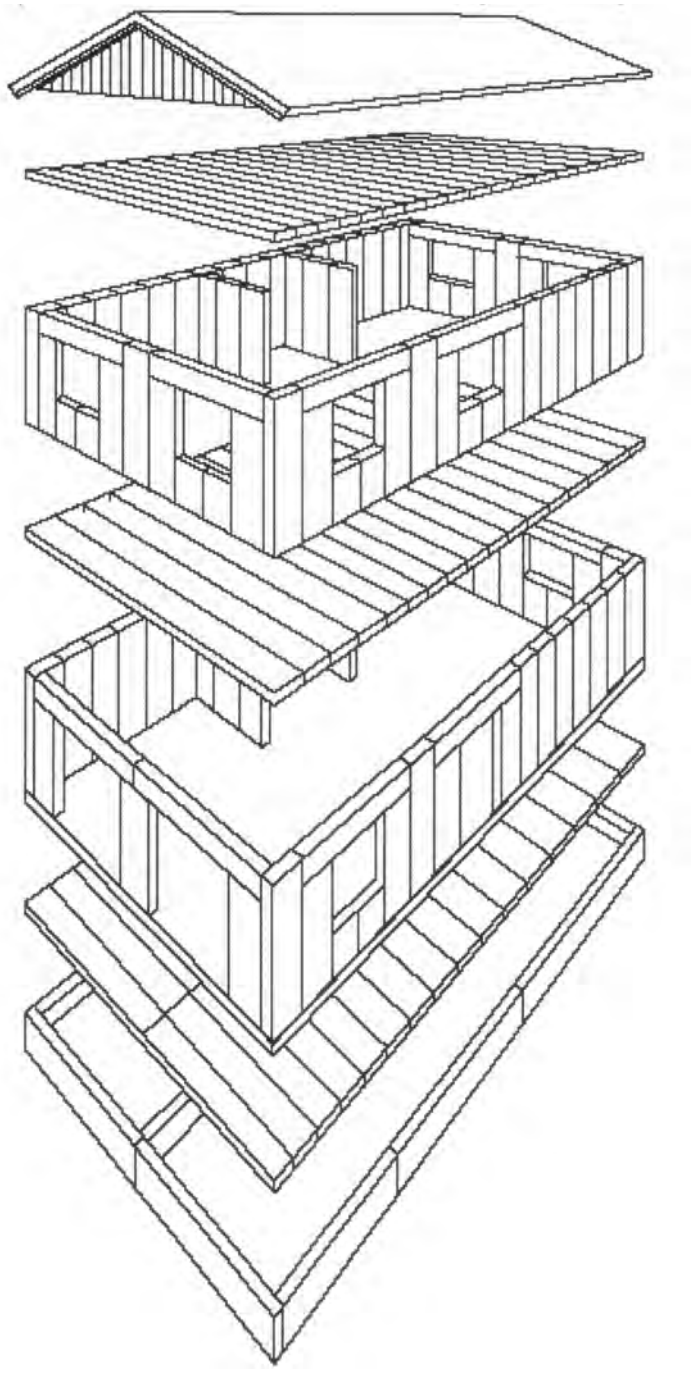


Fig.18. Hus i porebetonelementer. Indførelsen af bagmurselementer har været medvirkende til en generel accept af meget begrænsede og fastlåste rumhøjder. (Illustration fra "Moderna Murverk" – Licentiat rapport, Gustavsson, Tomas, 2002)

Fig. 19. Hus i porotonblokke. Blokmurværket fastlåser ikke rumhøjden. Det står frit for at tilføre et ekstra skifte. (Poroton brochure "Echt stark. Der echte Poroton").

Fig.20a

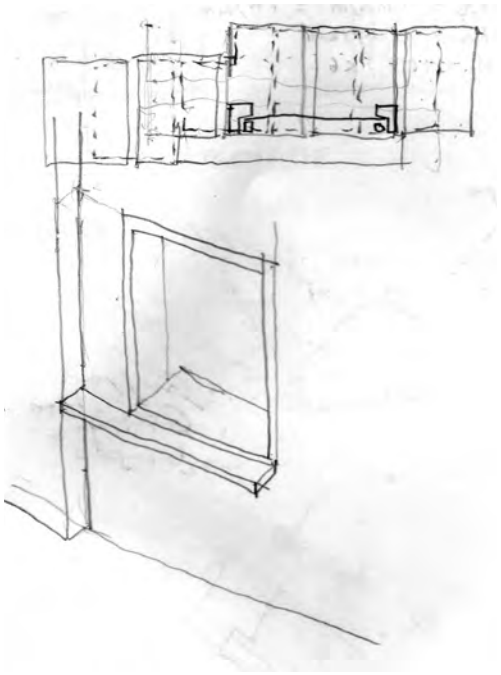
Fig.20b

Fig.20a. Med jævne mellemrum åbner – og lukker – fabrikker der producerer færdige vægelementer opbygget i blokke. (Detail, 2001.4, p. 671)

Fig.20b. Præfabrikerede teglvægge fra Carlsberg Mur søger at kombinere det fuldmurede byggeris uovertrufne fordele med montagebyggeriets hurtighed og økonomi. Robot-styret opmuring i kontrolleret miljø sikrer høj ensartet kvalitet. Men hvorfor ikke i stedet producere rumhøje ekstrudere teglelementer? (www.carlsbergmur.dk)

Fig.21. Franske helvægselementer i tegl. Hotel- og restaurationsskolen i Nivilliers i Frankrig (2000), Tectône Arkitekter, Paris. Facaden består af glaspartier, der lige som teglelementerne spænder fra gulv til loft. Det er fascinerende at ler lader sig ekstrudere i så store og præcise elementer. I dette byggeri afsluttes teglelementerne opadtil med en sløj detalje i form af en tynd aluminiums inddækning. (Detail, 2001.4, p. 666)

Fig.22. Tilbygning til enfamiliehus i de schweiziske alper udført i poroton blokke. Basen er beklædt med tilhuggede lokale natursten. Bemærk at der efter opmuring er fræset felter ud i blokmurværket omkring vinduerne med henblik på at indfælde skodder i murens overflade. Det minder om måden man fjerner materiale fra en lerklump med en lille høvl. (Eget foto)



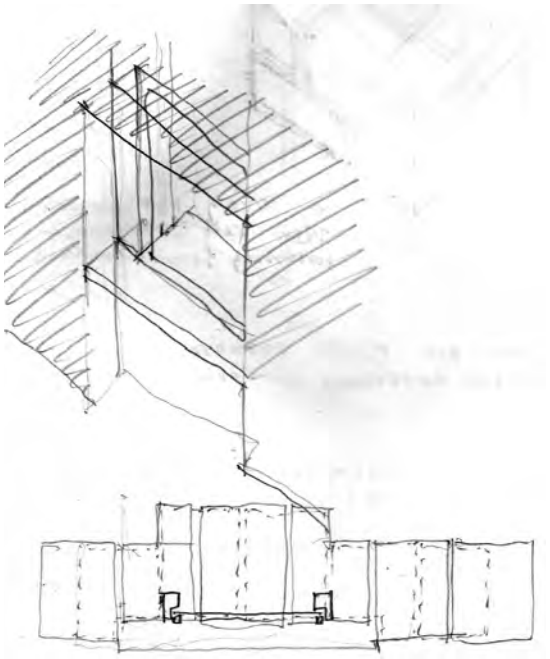


Fig.23 ***Fig.24***

Fig.23-24. Poroton blokkene er udstyret med fortandinger i studsfugen. Det lægger op til at forsætte blokkene indbyrdes svarende til takten af én eller flere not og fer. Det er klart at det lokalt giver en forøget varmetab. Det kan også betyde en mere omstændelig linjeføringen af fundamentet. Temaet er beslægtet med Per Kirbys 'transformatorer' i hans murstensskulpturer og byggerier.
Man kunne også tænke sig at arbejde med blokke med forskellig varmeledningsevne og dermed forskellig tykkelse. Man kunne oplagt indføre højisolerende, tykke blokke mod nord. Eller man kunne arbejde med højisolerende blokke optil skulderhøjde (1500mm) over gulv og dernæst indføre skifter af tyndere blokke i flugt med ydersiden. Det ville indvendigt efterlade en 'hylde' i selve ydermuren. (Egne tegninger).

Fig. 25. Dansk Gasbeton Selskab udskrev år 1955 en arkitektkonkurrence med det formål at få udfoldet gasbetonblokkens arkitektoniske muligheder. Her ses forsiden til den bog der efterfølgende blev udgivet omhandlende konkurrencens 30 bedste huse.

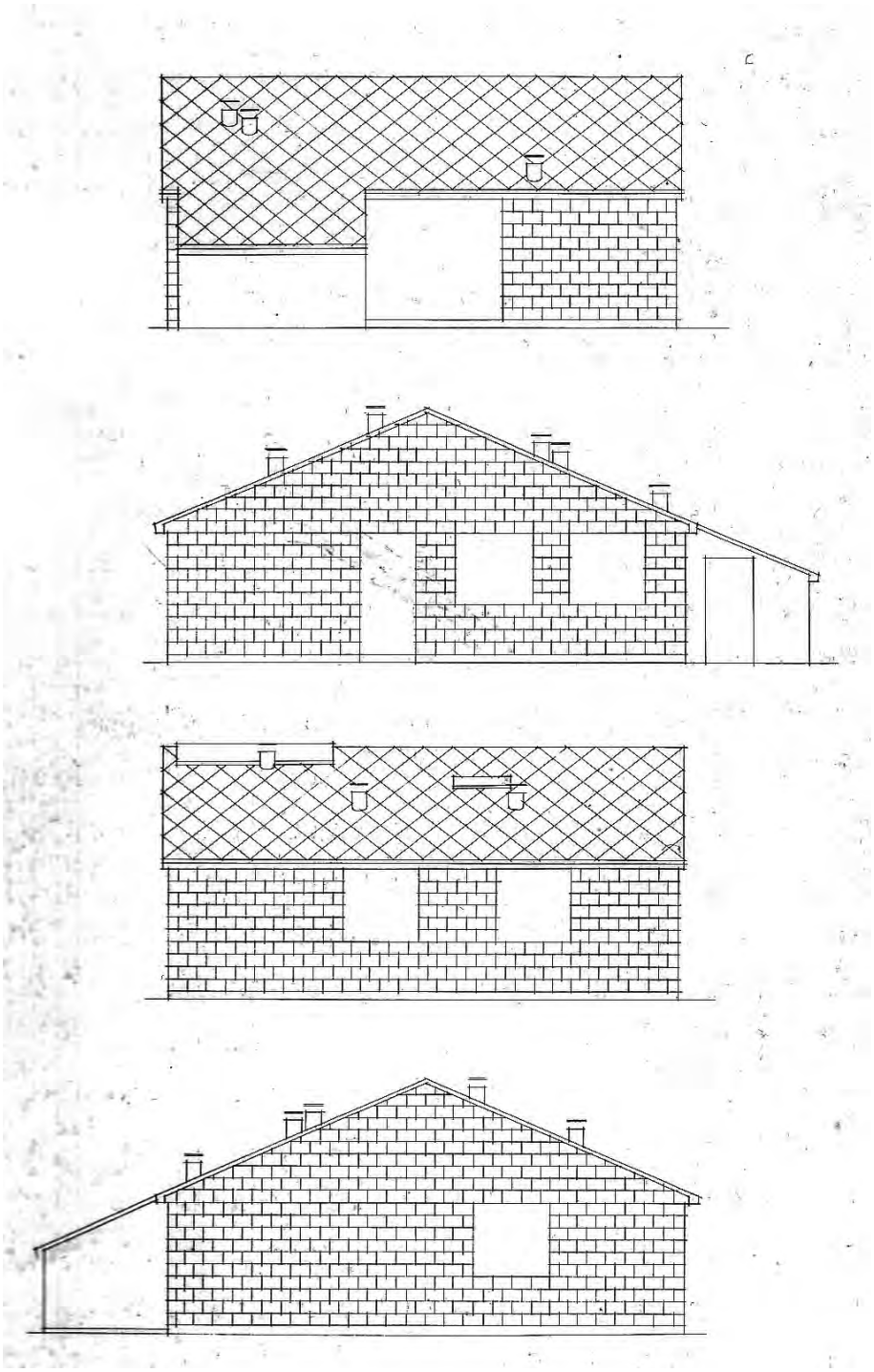


Fig.25a. I Danmark blev der fra 1950'erne til 70'erne, bygget mange banebrydende og radikale enfamiliehuse. Her ses tegningerne til Mogens Lassens 84 "Sorgenfrihuse" fra 1941. (Tegning gengivet i Lisbeth Balslev Jørgensens bog "Mogens Lassen", 1986, p. 144).

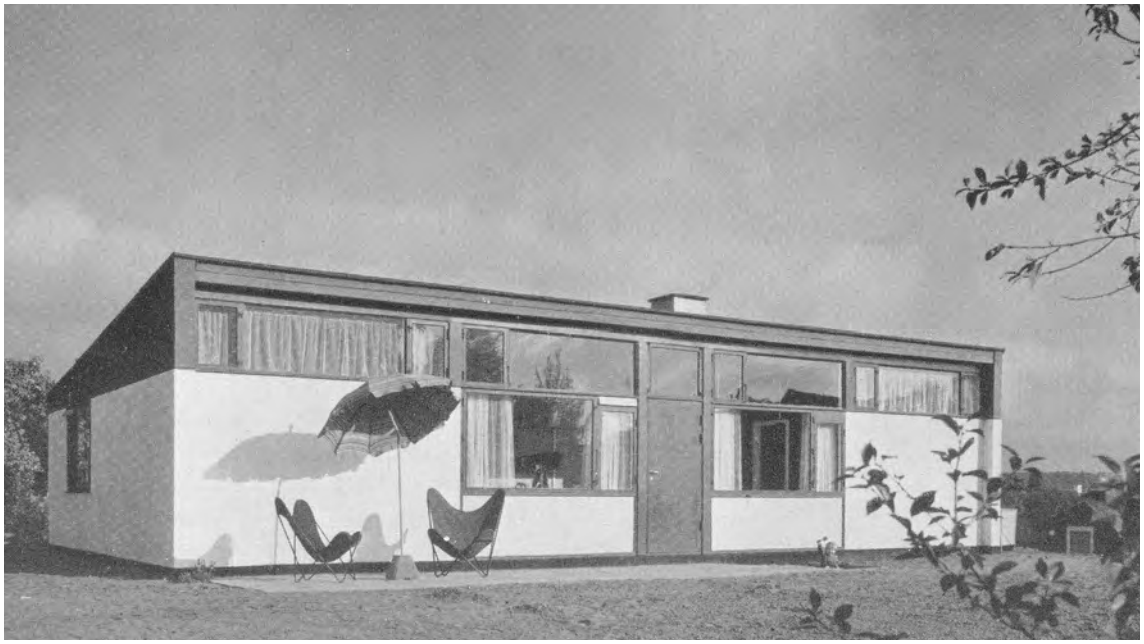


Fig.26a

Fig.26b

Fig.26a. Hus på Ravnholmvej i Lyngby tegnet af Ole Rasmussen, 1959. (Enfamiliehuset af idag, Helge Nissen, 1961, p. 48).

Fig.26b. Hus på Østre Pennehavevej i Rungsted tegnet af J. Boldsen, P. Thorsen & P.E.Thyrring, 1959. (Enfamiliehuset af idag, Helge Nissen, 1961, p. 66).

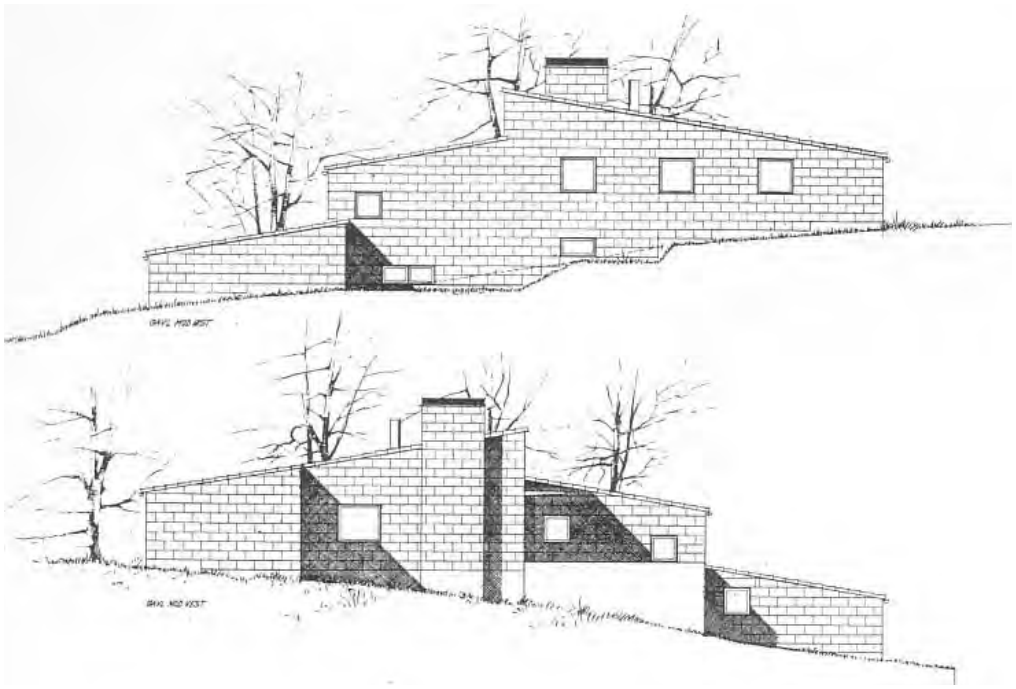
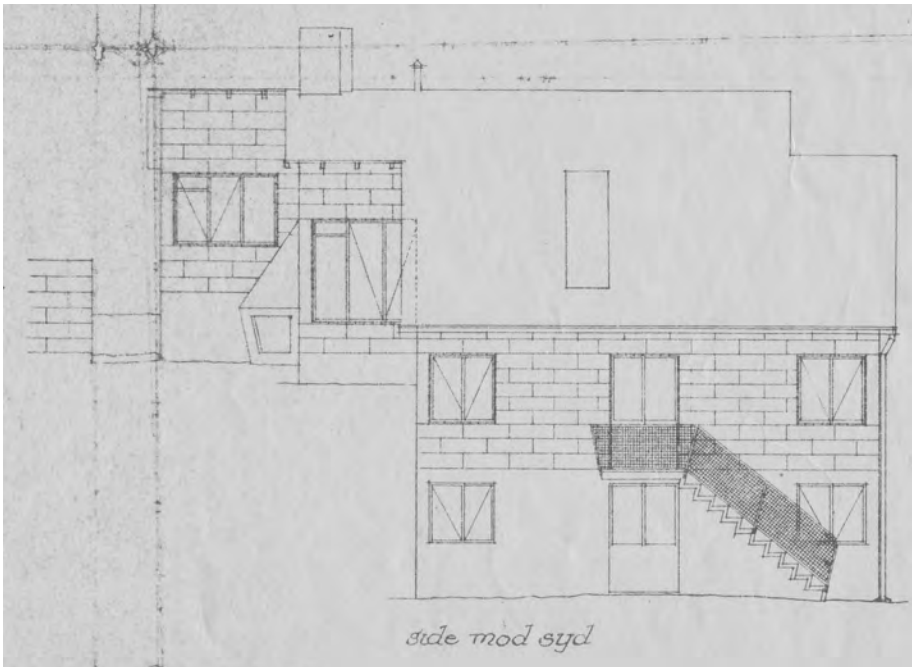


Fig.26c

Fig.26c. Hus på Soløsevej 12 i København tegnet af Mogens Lassen, 1953. (Tegning og foto gengivet i Lisbeth Balslev Jørgensens bog "Mogens Lassen", 1986, p. 159).



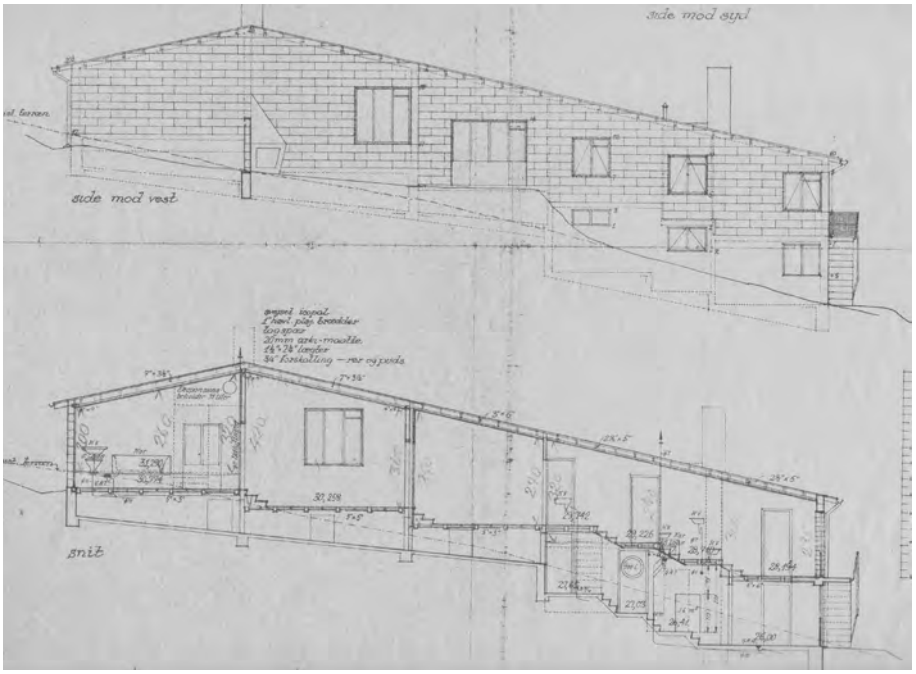


Fig.26d

Fig.26d. Poul Henningsens eget hus på Brogårdsvej 72 fra 1937. Huset er et markant udtryk for blokmurværkets evne til at føje sig til landskabet. P.H. har selv sagt om huset, at det forenede ulemperne ved det enetages hus med ulemperne ved det fleretages. (Originaltegninger fra Kunstbibliotekets tegningssamling).

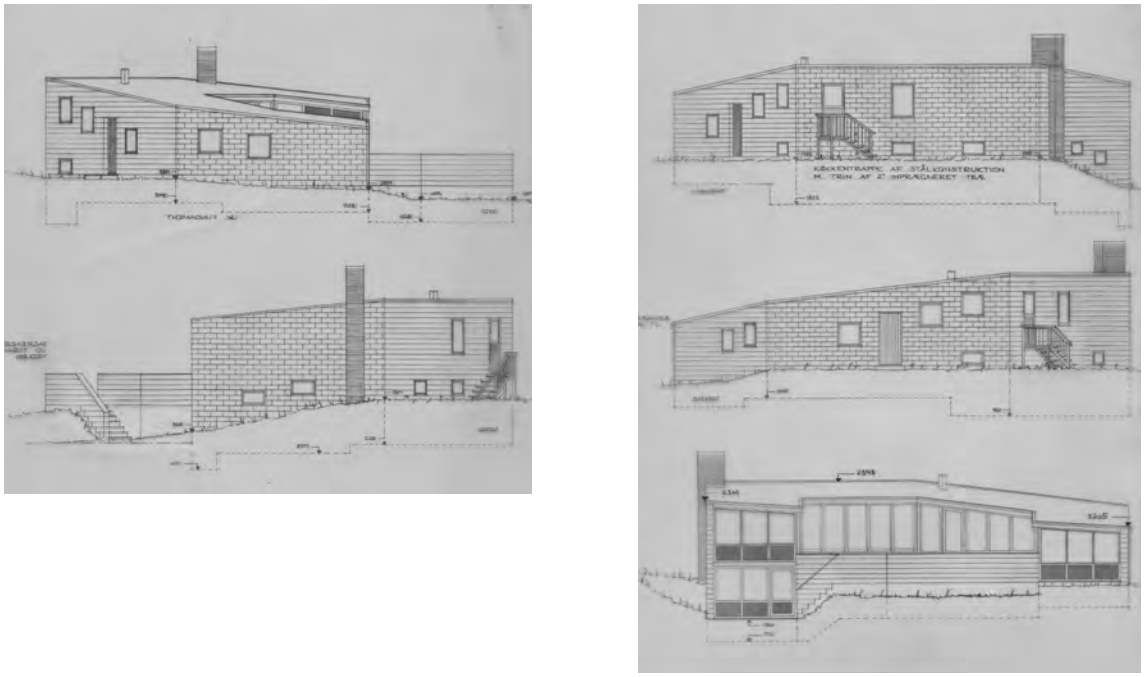


Fig.26e

Fig.26e.Hus på Grønnemose Allé i Gladsaxe tegnet af P.H, 1959. (Originaltegninger fra Kunstbibliotekets tegningssamling).

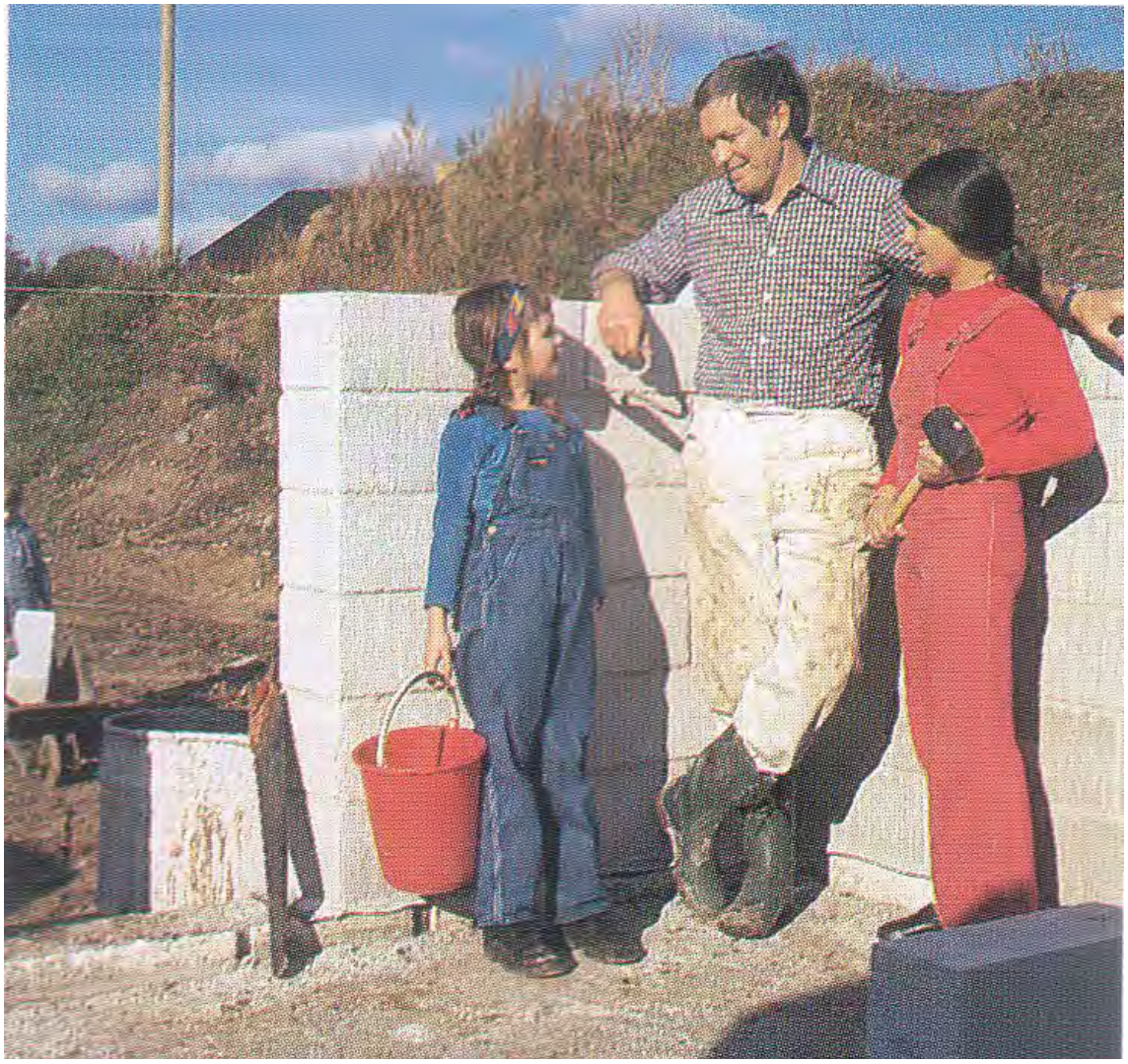


Fig.27. Gør-det-selv familie i 70'erne. (Arboe-Rasmussen, Claus, "Sten på Sten" H+H-Industri a/s, 1987, p. 29).

Fig.28. Bo Bedre udviklede i 1968 "Årets Hus" i samarbejde med H+Hs informationstjeneste. (Bo Bedre, 9: september, 1968, foto Mogens Steen Jacobsen).

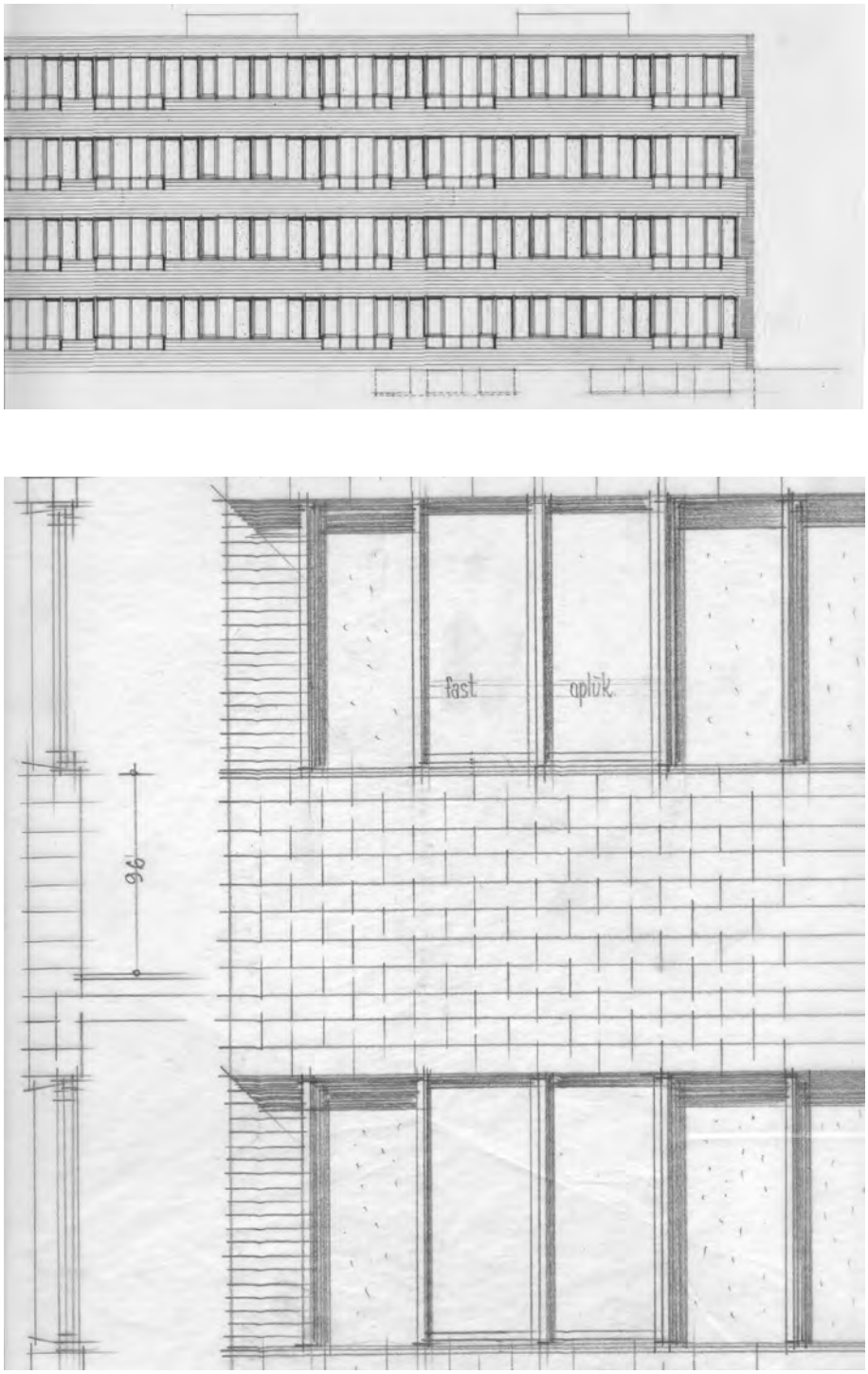


Fig.29. Elsebeth og Kjeld Ussing tegnede for DAB boligbebyggelsen, Kornvænget 41-53 i Ballerup baseret på denne nye T23 teglblok. (Originaltegninger fra Kunstbibliotekets tegningssamling).

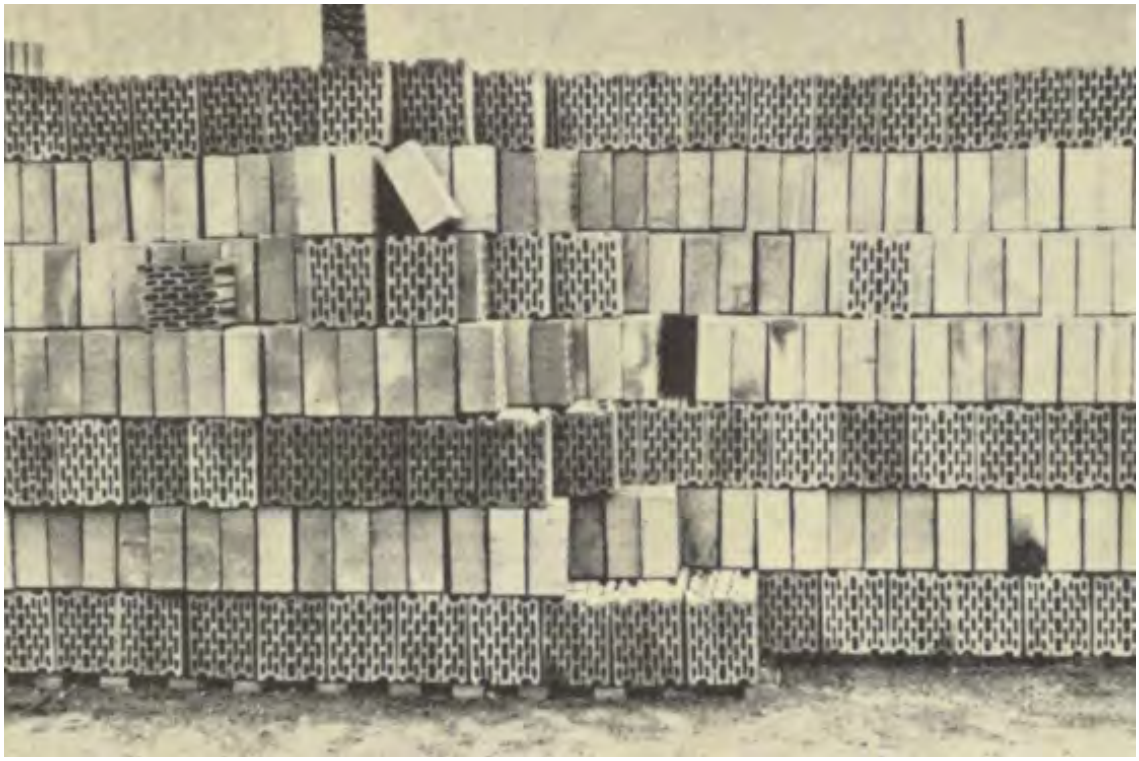


Fig.30. SBI udarbejder en rapport med titlen, Hvilken murstens- og blokstørrelse kræver mindst arbejdstid ved opmuringen. T23 teglblokken med forskudte lodrette kanaler men endnu uden isolerende luftporer bliver på baggrund af disse fremkomne resultater udviklet i samarbejde med arkitekten Bent Jensen og produceret i Danmark mhp. enfamiliehusmarkedet. Dens ydre måler 295(l)x230(b)x121(h)mm. Ydervæggens varmeledningsevne kunne med denne blok bringes ned på 0,9W/m K. Blokkens høje densitet betyder at den kan stå ubehandlet. (Teglpjece nr. 1, Teglindustriens Tekniske Tjeneste, 1960).

Fig.31a. Aulaen i Apollo skolen i Amsterdam tegnet af Herman Hertzberger, 1980. (Nakamura, Toshio, "Herman Hertzberger", A+U, Japan 1991).

Fig.31b. Kontorbygningen Centraal Beheer i Apeldoorn tegnet af Herman Hertzberger 1970–73. (Nakamura, Toshio, "Herman Hertzberger", A+U, Japan 1991).

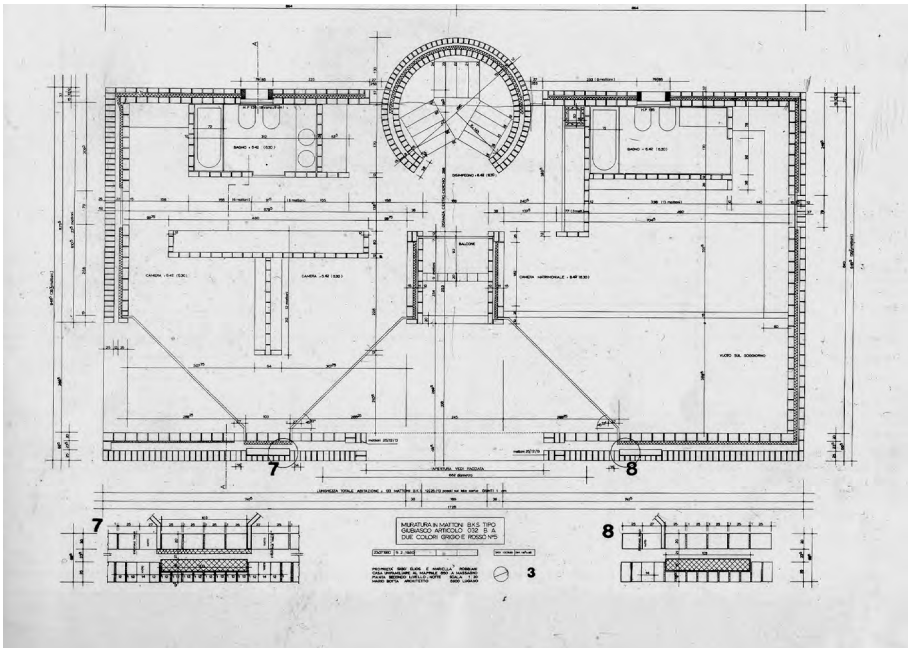


Fig.32

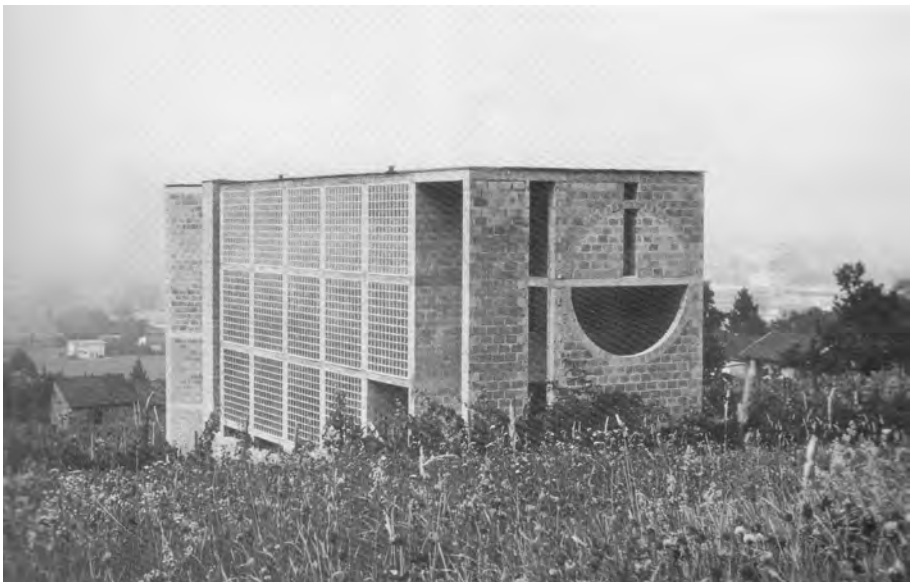


Fig.33

Fig.32. Casa Robbiani, plantegning af enfamiliehus tegnet af Mario Botta, 1980.

Fig.33. Cadenazzo, enfamiliehus tegnet af Mario Botta, 1971.

Fig.34. Skole i Churwalden, i Graubünden i Schweiz tegnet af Peter Zumthor, 1983. (Egne fotos).

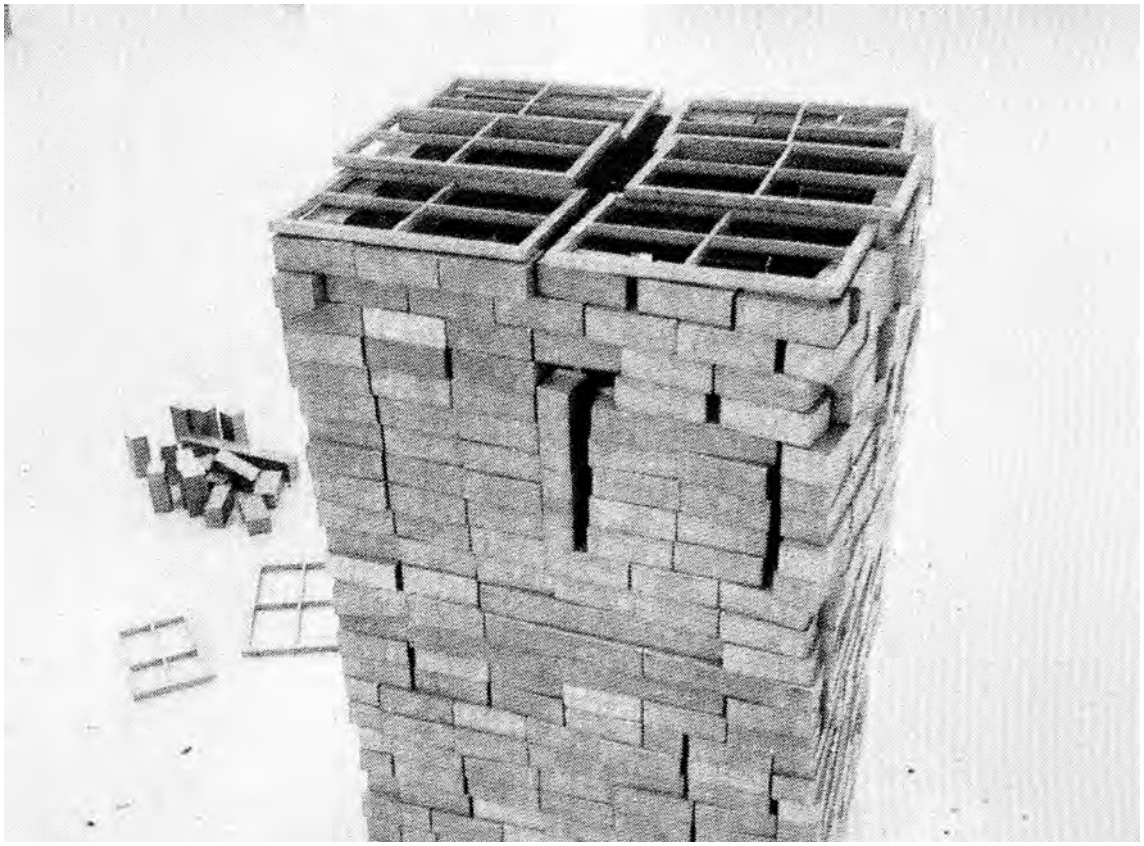


Fig.35. Kunstner Elle Klarskov Jørgensen. ”One Way Point“ (2001). Beskueren opfordres til at bygge/lege med en art byggeklodser og vindueselementer i aluminium. (”Elle Klarskov Jørgensen”, (ed.) Gilbert Hansen, 2005, p. 53).

Fig.36. På udstillingen "The light setup" (2005-2006) i Lunds kunsthal om kunstneren Olafur Eliasson arbejder fra 1997-2005, kunne den besøgende sidde ved et langt arbejdsbord og bygge strukturer, monolitter og snyltere af hvide LEGO klodser. (Eget foto).

Fig.37. Fåborg Kraftvarmeværk tegnet af tegnestuen Lundgaard & Tranberg, 1995. (Foto www.lundgaardtranberg.dk).

Fig.38. Jonstruphuse tegnet af tegnestuen Lundgaard & Tranberg, 1994. Det er en trempelkonstruktion, som giver husene 'høje pander' og dermed mulighed for en tilstrækkelig gentagelse af det store blokformat til at blokmurværket formår at danne flade. Detaljeringen omkring tagfod, inddækninger og aftræk er gjort ekstra kraftige og markante for at harmonere med teglblokkens 'klodsede' format. (Dahl og Wedebrunn, "Københavns murede huse i det 20. århundrede", 2000, p. 138).

Fig.39a

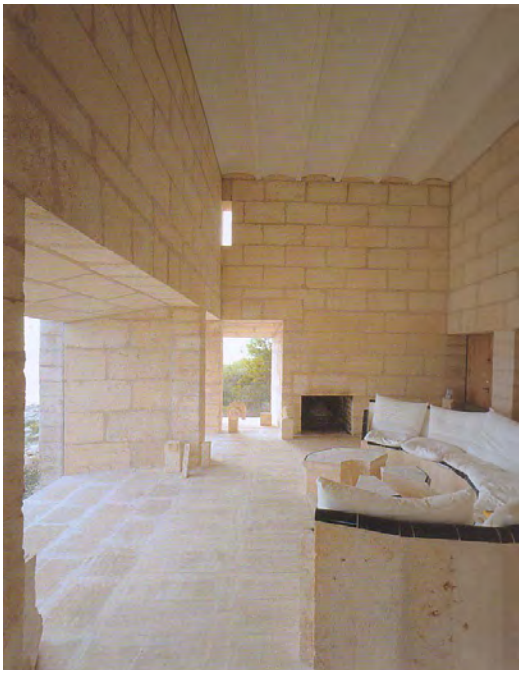


Fig.39b

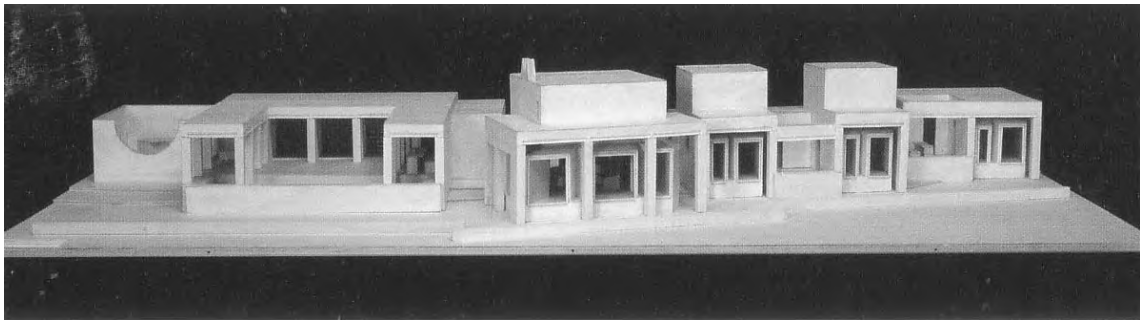


Fig.39c

Fig.39a. Dør fra Can Lis (1974), Jørn Utzons første hus på Mallorca. Man bruger små trækiler til at nivellere det nye skifte, og derefter endelig kalkmørtel til at fuge blokkene med. Dernæst hælder man en næsten flydende "mørtelsuppe" ned i de vertikale fuger. Mørtlen fordeler sig og fylder hulrummene ud. Irregulariteten i blokmurværket og den udflydende fuge i samme nuance som sandstenene bevirker, at murværket fremstår monokromt. (Foto Søren Kuhn).

Fig.39b. 'Sala' (stuen) i Can Lis. (Foto Søren Kuhn).

Fig.39c. Model af Can Lis. (Architekturmuseum der TU München. udført af J. Fink, M. Mastmann og B. Mühler).

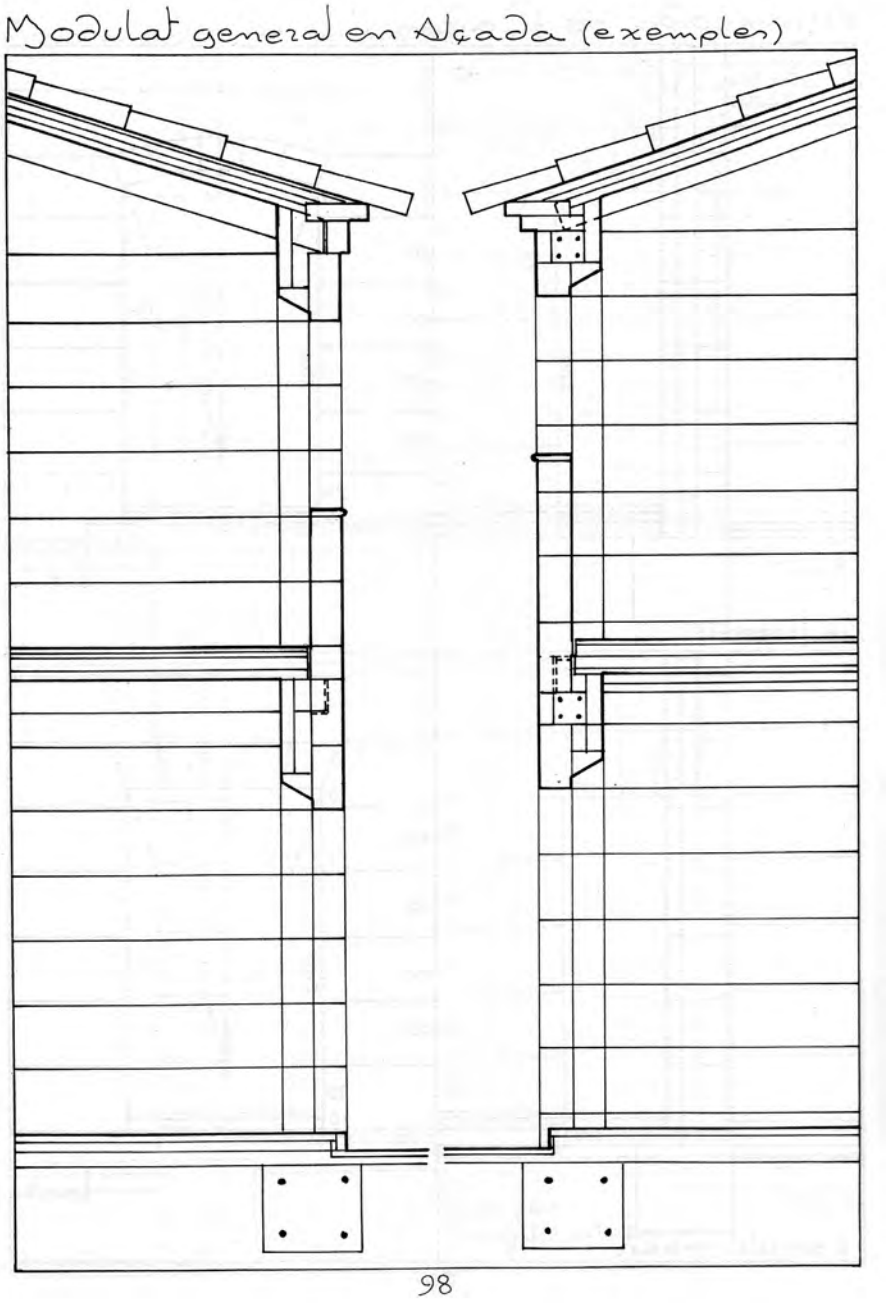


Fig 39d

Fig.39d. Tværsnit fra bogen "Construir en Mares" (1997), om traditionel Mallorcinsk byggeskik i sandsten.

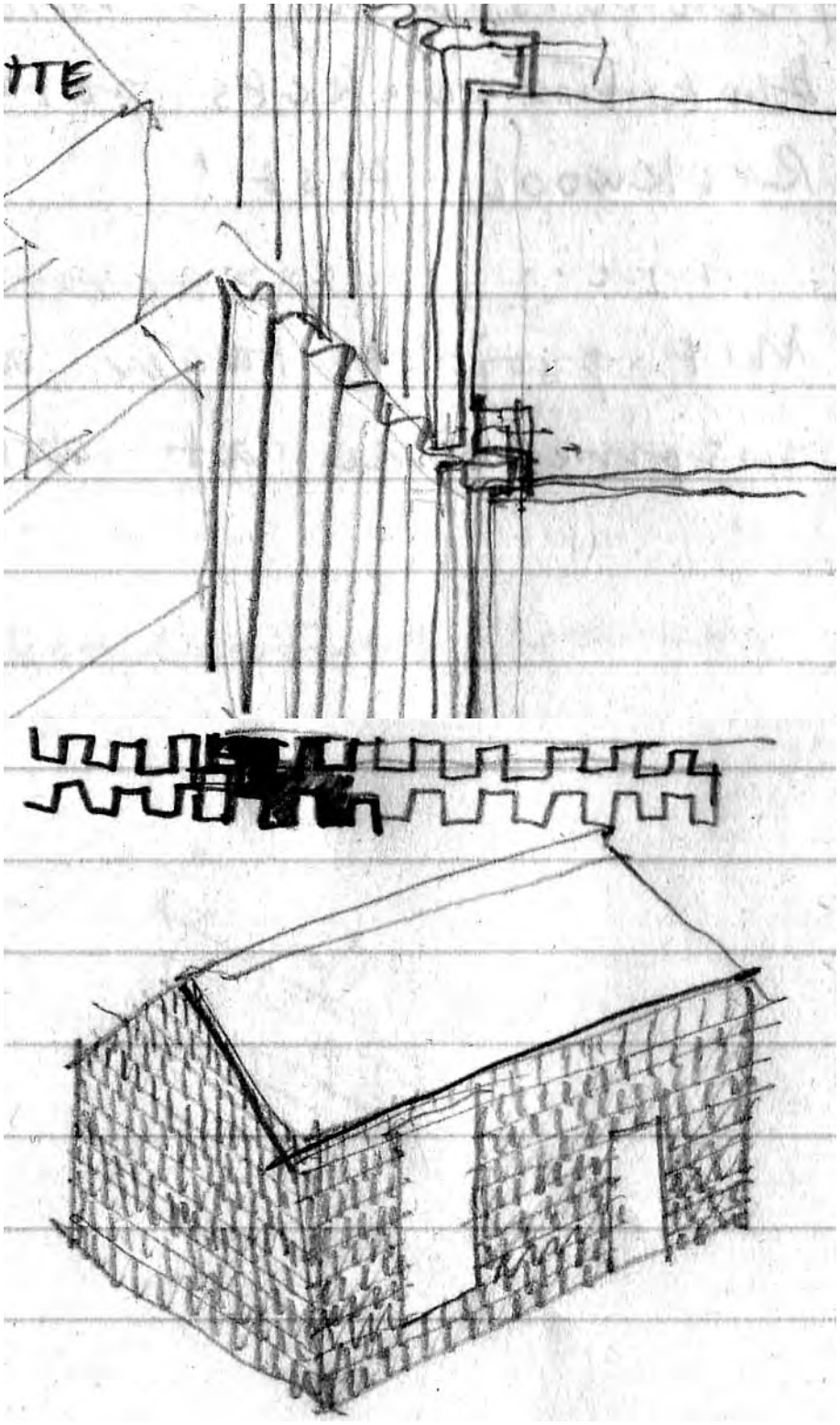


Fig. 40.

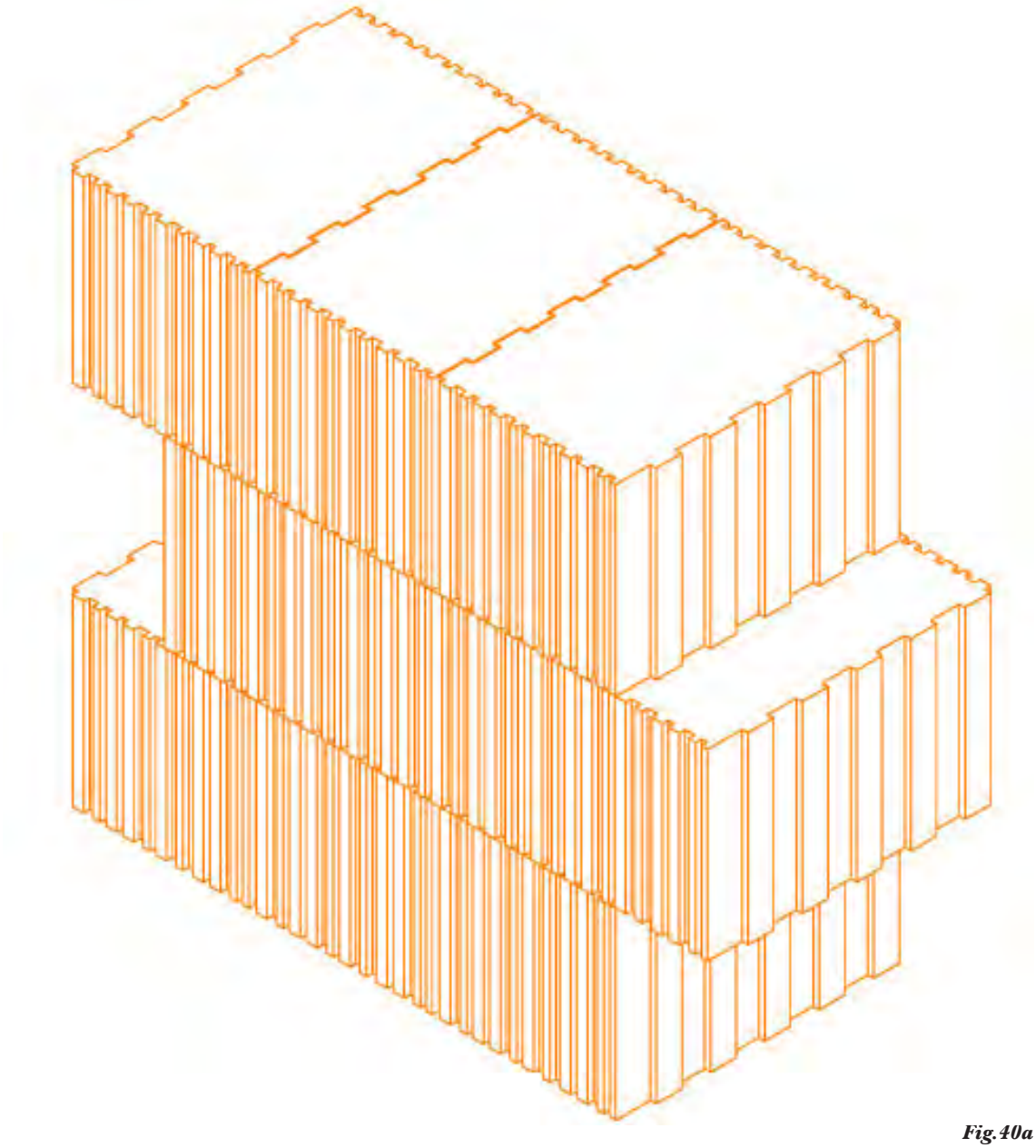


Fig. 40a

Fig. 40-40a. En mulig vej at gå ifald man vil udvikle en vejrbestandig teglblok ville være at arbejde med at sløre studsfugens takt, så at man alene vil opfatte den vandrette lagdeling. Teglblokken bliver som nævnt ekstruderet gennem et mundstykke, som bestemmer udformningen af blokkens lodrette indvendige kanalvægge, fortandingen i studsfugen samt rillerne på blokkens synlige sider. Med udgangspunkt i disse riller, kunne man oplagt udvikle et sirligt lodret relief, som ville sløre den enkelte bloks format. (Egne tegninger).

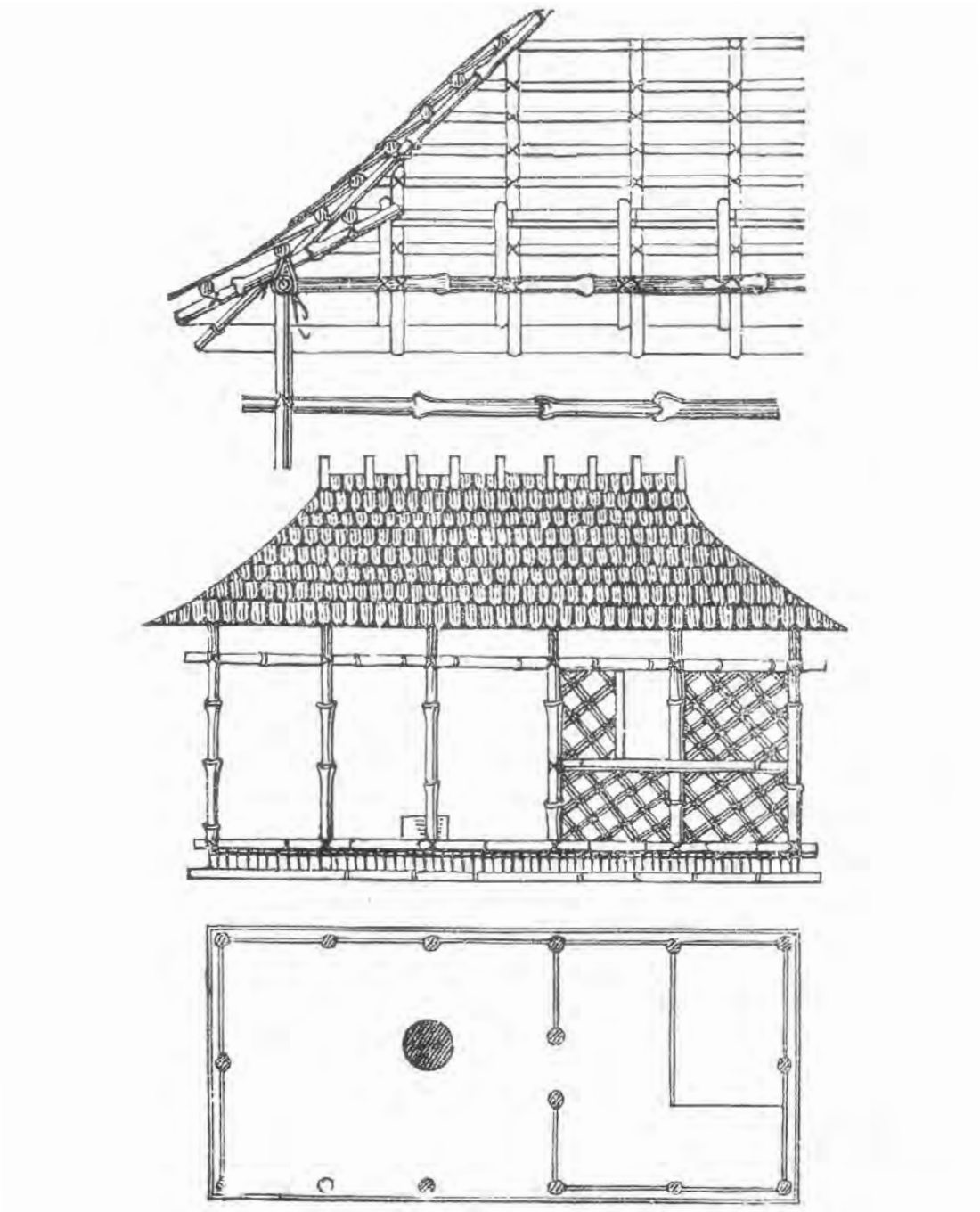


Fig.41a. Sempers caribiske hytte. (Gengivet i "Der Stil", (1878) vol.2, p.263).

Fig.41b. M.-A. Laugiers urhytte. (Gengivet i "Essai sur l'architecture" (1755).

Blokmurværkets enkelhed

Homogen versus opdelt

Historisk set sker der en stadig mere udtalt opdeling af facaden i forskellige uden på hinanden liggende lag, som hver for sig bliver stadig mere specialiserede.[83] Oprindeligt var kun et begrænset udvalg af materialer tilgængeligt lokalt, og sommetider var der bare ét materiale til at løse samtlige bygningsaspekter.

Hvis blot ét materiale anvendes, dominerer det selvsagt det arkitektoniske udsagn. Det monolitiske fremstår ofte med en stærkere fysisk tilstedeværelse, med en skulpturel effekt. I moderne arkitektur synes eksponeret højisoleret in situ støbt beton at fortolke begrebet 'monolit' i næsten bogstavelig forstand; bygningen virker, som om den er lavet ud af 'én sten', i dette tilfælde en kunstig frembragt sten.

Men fascination af den homogene konstruktionsmåde ses også indenfor massivtræskonstruktioner uden dampspærre, stampede lervægge i skarpskårne formationer, massive teglstensmure som vi kender dem fra før opdelingen af ydermuren samt det homogene blokmurværk.

Fig. 42-47

Valget af byggeteknik repræsenterer i vore dage ofte en særlig stræben efter en ontologisk forankring. Man må opfatte den aktuelle stræben efter en 'oprigtighed' indlejret i konstruktionen som en reaktion mod den dogmatiske opsplitning af ydermuren i selvstændige lag med hver deres specifikke egenskaber, som for alvor har sat dagsordenen siden oliekrisen i 1970'erne. Denne ændrede optik resulterede i en ny art byggegrammatik udelukkende baseret på målbare egenskaber. Man overså, og gør det stadig den dag i dag, vigtigheden af at se til helheden og den samlede konsekvens af denne (teknisk) teoretisk optimerede tilgang.[84]

Hvem kender ikke til fascinationen af den enkelhed, der kendetegner byggeteknikken under de sydlige himmelstrøg? Diverse isoleringsmaterialer har ganske vist også vundet indpas omkring Ækvator, og det forstår man, har man overnattet uden for sæsonen i de såkaldt 'varme lande'. Men begreber

83 Dahl, Torben, (ed.) Facaden – Teori og Praksis, Kunstakademiets Arkitektskole, 2003; kap. Facadens Lagdeling, Finn Selmer, p.15.

84 Mostafavi, Moshen, Architecture is not made with the Brain, London, 2005, kap. Lessons Learnt from Alison and Peter Smithson. Jonathan Sergison & Stephen Bates. "*This concept is dependent on a thorough coordination of each one of a building's constituent parts. The (pre-Renaissance) buildings cited by the Smithsons as the originators of 'the canon of Conglomerate Ordering' were free from the complexity of contemporary building regulations. It is more challenging, today, to achieve a sense of architectural wholeness. This interest in our work is perhaps a strategy for dealing with an ever more fragmented building industry.*" p.93.

som kuldebroer og lufttæthed er ikke relevante at tage højde for. Netop disse to begreber er nu altafgørende i en dansk sammenhæng. Det faktum, at løsningen på kuldebroer er at adskille, og løsningen på manglende lufttæthed er at tætne, peger på det grundlæggende paradoks, man som projekterende dagligt skal håndtere. Sammenbygning af inder- og ydervæg er slet og ret forbudt i Danmark – ikke desto mindre skal vi eftervise at ydervæggen i sin helhed er fuldstændig lufttæt. Fugeentreprisen er for længst etableret som et afgørende fag, som en direkte konsekvens af de mange dele som ydermuren generelt opbygges af. Producenter af varmevekslere praler af et optimalt indeklima – så længe vi afholder os fra at åbne vinduerne. Mineraluldsproducenterne har selvsagt kronede dage, og den tunge, bærende indervæg må vige pladsen til fordel for endnu tykkere lag af isolering i kombination med de lette pladsbesparende konstruktioner.

Måske burde vi balancere U-værdikravene med de fordele, som et tungt byggeri giver set ud fra et energisynspunkt? Mange har mødt mit projekt med spørgsmålet om, hvorvidt det homogene blokmurværk overhovedet kunne opfylde bygningsreglementets mindstekrav til ydermurens U-værdi? Disse specifikke krav er rent faktisk blevet lempet fra 0,30 til 0,40, og den bedst isolerende teglblok er nede på 0,25 (i en udgave med perlitefyldte kanaler på 0,18). Sådan kan man slå hinanden oven i hovedet med målbare fakta. Men hvad jeg finder mere interessant er, at netop dette spørgsmål vidner om, at troen på den lagdelte ydermurs overlegenhed efterhånden er så indgroet, at mange for længst har lært at leve med dens slagsider og ikke tror, det kan være anderledes.

Kompleksitetsgraden i det nyligt indførte tillæg til bygningsreglementet[85] synes at skabe endnu mere beskrivelsesarbejde for de projekterende. Med det indførte krav om en energirammeberegning på nyopført byggeri, hvor der medregnes et hav af parametre, er det blevet et ganske komplekst regnestykke. For at sikre sig en vis arkitektonisk frihed er det første sted, der sættes ind, ydermuren, som udstyres med en tyk dyne af mineraluld, for til gengæld at kunne operere med store glasarealer. Schultz & Månsson (1994) konstaterer følgende:

> *"vi bygger stadig efter følgende tankegang: yderst en regnskærm, dernæst en ventilationsspalte, en varmeisolerende måtte, en vindspærre, en bærende konstruktion, et fugt- og lufttæt lag og sluttelig en interiør overflade."*[86]

Producenter kappes om at tilbyde de mest avancerede og optimerede produkter. Vi vælger på hylderne og sammensætter disse specialprodukter og føler os på den sikre side. Mange problemer er opstået som følge af denne meget sammensatte byggeteknik. Også den "murede" ydervæg er nu ligeså problematisk og belastet af projekteringsfejl, byggefejl og af

85 BR 08.
86 Schultz, Olov & Magnus Månsson, Bärende murverk i moderne arkitektur, Stockholm, 1994, p.18.

bygningsfysiske svigt som det mindre traditionsrige betonbyggeri og de lette skeletkonstruktioner. Løsninger som disse er foreslået ud fra en snæver teknisk synsvinkel, uden tilstrækkelig undersøgelse og diskussion af de samlede konsekvenser for konstruktionernes bygningsfysiske kvalitet, brugsværdi og arkitektoniske udtryk. Hvad skalmuren angår, er det frem for alt dens vidneudsagn om håndens arbejde der berører en etisk og æstetisk streng (og legitimerer mange ting).[87] Anvendelsen af de mest eksklusive teglsten synes ligefrem at legitimere den mest mangelfulde detaljering. Alene teglstenen er så at sige garant for, at facaden fremstår taktil og med et stofligt nærvær.

> *"Den separerede 'moderne' formur/skalmur kan dårligt nok holde sig selv. Den er 'slap' og derfor dårligt egnet til at optage lodrette og vandrette belastninger. Kun med anvendelse af tyske patentbeslag af rustfrit stål, lodrette søjler og vandrette bjælker af stål, hårde kalkcementmørtler samt feltopdelinger med påtrængende dilatationsfuger fyldt med klæbrig fugemasse, er det muligt at holde det murede tapet oprejst."*[88]

I kapitlet *Facadens Lagdeling* i bogen *Facaden – teori og praksis* (2003) foretager arkitekt Finn Selmer en produktiv sondring mellem facaden opfattet som i biologisk forstand regulerende og facaden opfattet som i semiologisk forstand kommunikerende.

> *"Den regulerende facade har at gøre med en natur-menneske-relation, og dens eksistensberettigelse er formidling af strømme af stof og energi. Den kommunikerende facade derimod vedrører en menneske-menneske-relation og repræsenterer dermed en anden, supplerende synsvinkel. Dens domæne er formidling af informationsstrømme og de muligheder for betydningsudveksling, det indebærer."*[89]

Til trods for at bogens hovedtitel er Facaden (som betyder ydre, ansigt, en bygnings forside; noget blot udvendigt), så omhandler bogen og ditto Selmers

---

87 The Pathos of Masonry. 2002 Detail ½. Ákos Moravánszky. p. 33, "*Pathos is in vogue, despite a general suspicion that it is hollow; and in architecture, what could be more imbued with pathos than masonry? In masonry work, it is above all the element of "work" that strikes an ethical and aesthetic chord (and legitimates many things)".*

88 Den hule mur – et udviklingsprojekt, Anne Beim, Torben Dahl og Peter Sørensen, 1992. s.7 Gøsta Knudsen.

89 Titel mm hentet fra fodnote 83. p.16. *Medregner man atmosfæren med dens forskellige lag, er det alt i alt et meget stort antal lag (F'er), der skiller vores indre organer fra det tomme rums visse død. Hvad angår facadens regulerende egenskaber, er det en afgørende pointe, at lagdelingen ikke primært skyldes, at der er en stor forskel på A og B, men at der er forskel i flere henseender. Det er først og fremmest på den baggrund at man kan placere flere forskellige regulerende facader på en akse, der spænder fra det integrerede, hvor alle funktioner varetages af ét lag, til det differentierede, hvor forskellige lag varetager forskellige funktioner.*

kapitel hele ydervæggens tværsnit/opbygning. Set med den optik er det muligt at tale om den regulerende ydervæg overfor den kommunikerende ydervæg.

Det porøse blokmurværk udmærker sig netop ved at udgøre en regulerende buffer, og altså ikke en barriere, men det er samtidig afhængigt af, at der dertil adderes en ydre beskyttende (betydningsdannende og måske kommunikerende) facade. Ovenstående svarer til Sempers sondring mellem konstruktionens tekniske og symbolske aspekter.

De lette konstruktioner udmærker sig ved, at det bærende og afstivende element typisk udføres i stål eller træ, hvorimellem tykke lag af isolering placeres. Her opnår man en optimal U-værdi, men til gengæld er denne ydervægstype at betragte som bremse og ikke som buffer. Schultz & Månsson (1994) argumenterer for, at man bør opfatte ydervæggen som en buffer mellem indeklimaet og klimaet udenfor; en buffer som kan optage, lagre og afgive fugt og varme.

Blokmurværk i porøse, mineralske, homogene blokke indeholder meget få komponenter og kuldebros problematikken er selvsagt ikke relevant. Konstruktioner bestående af et meget lille antal materialer giver en enkel byggeteknik og enkle sammenbygningsdetaljer, hvilket er befordrende for en problemfri bygningsfysik og udførelse.[90]

Man kunne stille det spørgsmål, hvorfor mit fokus udelukkende er på ydervæggens beskaffenhed? Hvad med taget og terrændækket? Hvad terrændækket angår, forbinder vi jorden med opstigende fugt og kulde. Opmærksomheden på Radon har også bidraget til et udtalt ønske om at etablere en hel mængde af beskyttende lag mod undergrundens opstigende gasarter. Med undtagelse af den dybere liggende jordvarme har vi tilsyneladende ingen interesse i at udveksle 'strømme af stof' med undergrunden.

Og hvordan med taget, den såkaldte femte facade? Hvorfor ikke stille de samme fordringer om homogenitet i opbygningen af denne? Det altoverskyggende krav til taget er, at det skal være tæt så indtrængen af vand helt og aldeles undgås. Modsat monomurens stereotomi har tagværket med stangformers spænd og etablering af rammer, det tektoniske. Bjælker, spær, lægter på kryds og tværs oven på hinanden i et sindrigt hierarki. Tilsvarende ydermuren er det ej længere af statiske grunde at tagskivens tykkelse ved hver ny revision af bygningsreglementet øges, men derimod fordringen om at skabe plads til stadig tykkere lag af isoleringsmateriale.

90 Poroton er også velegnet til at isolere gamle huse indvendigt med.

At tænke med blokmurværket

Forskellen på den massive og den lagdelte ydermur er markant hvad angår de bygningsfysiske aspekter, men jeg vil i det følgende også argumentere for, at den arkitektoniske tilblivelsesproces er væsensforskellig disse to opbygningsmetoder indbyrdes.

Når man har med de mere komplekse og sammensatte konstruktioner at gøre, bruges meget af energien på at arrangere de forskellige lag og udslette sporene efter de komplicerede processer, der har genereret bygningen. Tankevækkende nok er denne tilgang ofte del af en strategi, der bestræber sig på at fremmane et minimalistisk formsprog i den færdige bygning. I moderne ydervægskonstruktioner er de utallige komponenter og materialer, som skal mødes og samles ofte svært forenelige størrelser. Men med den homogene blokmur arbejdes kun med ét materiale, så mødet eller samlingen bliver ændret fra at være et sammenstød til en sammenhæng.[91] Man kan fremsætte den påstand, at havde blokken ydermere været i besiddelse af en vejrbestandig overflade, så havde det for alvor været at betragte som en enkel og minimal byggemåde. Men netop fordi den efterfølgende skal beklædes, er det lige til at udtænke og udføre selve blokmurværket. Min påstand er, at man med blokmurværket som afsæt uhindret kan arbejde langt mere intuitivt med den arkitektoniske tilblivelsesproces sammenlignet med andre fremherskende byggesystemer.

Vi har i Danmark haft en internationalt berømmet tradition for Minimal arkitektur (ikke at forveksle med Minimalistisk arkitektur). Minimal arkitektur er resultat af en mangeårig udvikling, hvor arkitekten tænker i tektoniske helheder (samspil mellem kompositionens form/betydning og konstruktiv løsning), i at minimere arbejdsgange, forenkle konstruktionsprincipper og reducere materialeforbruget. Men begrebet enkelhed eller det ordinære, det ligefremme fortolkes og udlægges vidt forskelligt. Det opfattes ikke entydigt positivt. Faktisk har blokmurværket i visse kredse netop det imod sig, at det er for simpelt, for skrabet. Ofte er det ekstremt krævende at opnå en fuldkommen reduceret og enkel form. Det der ser billigt ud er det ikke altid.[92]

Fig. 48-50

91 Anne Beim, Torben Dahl og Peter Sørensen, TEGL 4, 1996 "Indlysende Enkelt".

92 Schittich, Christian (ed.), Einfach Bauen, DETAIL, München, 2005, kap. Einfach gut. Florian Musso. *„Der kleinstmögliche Einsatz an Geld ist nicht gleichbedeutend mit einer formal einfachen Lösung. Auch ist einfach nicht gleichbedeutend mit geringen Aufwand. Eine einfache Form kann ein qualitativ stärkeres Mittel sein als eine komplizierte. Was billig aussieht, ist es nicht immer."* p.16.

Arthur Rüegg skriver indledningsvist i bogen *Fenster.Fassade Annette Gigon / Mike Guyer* (Rüegg, Rehsteiner & Wirth,1998):

> *"Man må have for øje, at antallet af grundlæggende forskellige ydermurskonstruktioner er begrænset. Den der i dag vil forsøge sig med en klassificering af de konstruktive muligheder vil formodentlig søge at operere med rækkefølgen på de forskellige lag: det bærende lag, det isolerende lag, og det beskyttende lag. Dermed lader det traditionelle massivbyggeri sig opfatte på samme vilkår som dobbeltmurværket eller en specialiseret Hightech version.*
> *Alle arkitekter agerer indenfor en således fastlagt systematik. Man kan via valg af lagenes rækkefølge bestemme den optiske vægtning og ved hjælp af valg af materialer kontrollere den valgte konstruktions virkning."*[93]

Denne afhandlings genstandsfelt, monomuren opført af isolerende blokke, udmærker sig som sagt ved, at det bærende og det isolerende lag er integreret i ét og samme materiale. Var blokken ydermere i besiddelse af en vejrbestandig overflade ville man helt kunne undlade ovennævnte stillingtagen til lagenes rækkefølge og ydermuren ville kunne opføres i ét optimeret lag. Det lyder umiddelbart besnærende, nærmest heroisk, en universalblok.

Blokken skal overfladebehandles både indvendigt, men i særdeleshed udvendigt for at beskytte det porøse blokmurværk mod vejr og vind. Det betyder strengt taget at dette også er en lagdelt konstruktion. Den består af tre lag. En traditionel hulmur består også af tre lag. Den bærende bagmur, isolering, og skalmur. Mange foretrækker en glat overflade indvendigt hvorfor et fjerde lag af puds/spartling og maling også hører med til den gængse hulmursløsning.

Fig. 51-52

Der er en afgørende forskel på, om det er en homogen gennemgående struktur, 'finéret' (beklædt) med en beskyttende og signalerende overflade inde som ude. I dette tilfælde hersker der en direkte sammenhæng mellem stregen på papiret og så den homogene mur i al dens enkelhed. Eller vi har at gøre med en bærende bagmur, der kun udgør ca. ¼ af ydermurens samlede tykkelse, dernæst et isoleringsmateriale, der optager ca. halvdelen af den samlede tykkelse og yderst en betydningsdannende/signalerende væg foran.

Grundene til at beklæde konstruktioner er talløse og svære at tilbagevise, og ønskværdigheden af at tilpasse forskellige lag af håndværk og akkuratesse inden for bygningens hud, hvor en præcist udført indhylning ofte omhyller

93 Rüegg, Arthur, Jürg Rehsteiner & Toni Wirth, Fenster.Fassade, Annette Gigon / Mike Guyer, ETH Zürich, 1998, p. 5.

et groft samlet, men brugbart, indre system, er indlysende. Argumenterne for at blotlægge disse elementer – ideologisk renhed og økonomi gennem enkelhed – trækker sjældent det længste strå. [94] Ydermurens afgørende rolle som beskyttende mod vejr og vind kommer næppe nogensinde til debat. Derimod er dens evne til at mediere mellem privat og offentligt ret undervurderet aktuelt set. [95]

Efter indførelsen af curtain-wall princippet har det ikke rigtig været god tone at fremhæve og udvikle den tykke mur. Tre lags isoleringsglas kan byde på samme gode U-værdi som isolerende teglblokke. Det frisætter hidtil usete muligheder.

Med blokmurværket som udgangspunkt, finder lysets brydning sted hvor muren netop er gennemhullet. Argumentet med at tykke ydermure forhindrer dagslyset i at trænge ind er ikke gangbart. Tværtom kan dybe vinduesnicher reflektere og nuancere lyset på mangfoldige måder. Den kraftige og den spinkle ydermur har begge deres berettigelse, også gerne i samme projekt. Åbningerne i muren er det sted hvor bygningen afslører ydermurens tykkelse og til dels dens beskaffenhed.

Fig. 53

Enklere beregningsmetoder

Hulmurskonstruktioner bestående af bærende murværk er i dag sværere at beregne end stål-, træ- og betonkonstruktioner. Det, der i massivmurens og den sammenmurede hulmurs dage var empirisk viden hos branchens udøvende, er nu blevet uoverskueligt eller vanskeligt tilgængeligt beregningsstof beskrevet i hundredvis af sider i rådgivernes anvisninger.[96] Teglmurens muligheder for at gøre sig gældende er derfor blandt andet afhængig af, at den opnår større statiske anvendelsesmuligheder gennem udviklingen af mere enkle konstruktionsprincipper og dermed simplere dimensionerings- og beregningsmetoder.

Blokmurværkets enkle udførelse

Logistikken på byggepladsen er med udgangspunkt i blokmurværket uhyre enkel. Ydermuren kan oplagt udgøres af blot én entreprise. Enkelheden i denne byggeteknik kan også tænkes at forøge mulighederne for at ikke mindst mindre entreprenører kan være med i konkurrencen.

Fig. 54

94 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, København, 2005, kap. En kort historie om facadebeklædning, Edward Ford, p.170.

95 Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, Surface Architecture, Massachusetts, 2002, p.79.

96 Gennem de senere år er der på BYG·DTU udført tre ph.d.-projekter om murværk: Karsten Findsen: Elasticitet og styrke af tegl og mørtel, Lars Zenke Hansen: Stabilitet af vægge af murværk og beton, Lars German Hagsten: Plasticitetsteori for murværk.

Alle andre ydervægskonstruktioner baserer deres ydeevne på et indbygget isoleringsmateriale af en eller anden art. Fælles for samtlige de isoleringsmaterialer, der ind til videre findes på markedet er, at de ikke tåler at blive udsat for fugt i længere tid. Ergo er det alt afgørende at få færdiggjort klimaskærmen. Med blokmurværk er det faktisk muligt at flytte ind så snart lukningen i form af vinduer, døre og den indvendige pudsbehandling er udført. Med andre ord tager blokmurværket, med undtagelse af porebetonudgaven, ikke skade af at stå et stykke tid uden udvendig pudsbehandling eller anden beklædning.

Afdækning af blokmurværket er langt mere ukompliceret i forhold til konstruktioner, hvor der indgår et separat lag bestående af et isolerende materiale. I sidstnævnte tilfælde er det fatalt, ifald regnvand kommer i berøring med isoleringsmaterialet. Blokmurværk baseret på tegl eller letklinker bør heller ikke opfugtes under byggeperioden. Men skulle det ske, kan fugten uhindret diffundere ud gennem blokken.

Blokmurværket skal i lighed med alle andre byggesystemer efter endt opstilling gøres lufttæt. Men i blokmurværkets tilfælde er dette en meget enkel og effektiv procedure – blokmurværket pudses inde som ude. Det unikke ved den pudsede overflade er, at den er fugeløs og derfor fremstår som én sammenhængende flade.[97]

Hierarki af betydning

Det er afhandlingens påstand at det enkle byggetekniske udgangspunkt skaber så at sige afsættet for at dyrke og variere sammenbygningsdetaljerne. Denne byggetekniks enkelhed er bemærkelsesværdig – det synes nærmest primitivt. Som arkitekt kan man ikke gemme sig bag et kompliceret system, men blokmurværkets enkelhed synes ligefrem at tilskynde arkitekten til at fokusere på de afgørende karakteristika; såsom det rumlige forhold mellem inde og ude, mødet og udvekslingen med terrænet, syntaksen og udformningen af murens åbninger, mødet mellem facaden og taget, overvejelser omkring pudsens behandling og farve etc.

Fig. 55

En sådan tilgang er i familie med 'economy of means' strategien som et æstetisk redskab, som blandt andet kendes fra Alice og Peter Smithsons arbejder[98] – hvilket indebærer en beslutning om primært at bruge ressourcerne på de dele af bygningen, som beboerne rører ved. Dette byder

97 Det præfabrikerede, elementbaserede byggeri som dominerer arkitekturen i dag afføder en stor mængde af samlinger, fugemasser, forsejler mm.

98 Mostafavi, Moshen, Architecture is not made with the Brain, London, 2005, "*Ceilings were left as constructed and services were surface-mounted, but doors, window linings and spandrel panels were finished with British Columbian pine and beech-faced plywood panelling. Door linings and other frames were constructed out of solid timber, not built up from small-section stuff. This clarity offered a kind of calmness to the space",* p. 44.

på en radikal forståelse af rummet. Det skaber et hierarki af betydning og understreger, at visse dele er vigtigere end andre.[99]

Fig.56

Thomas Bo Jensen udlægger i sin afhandling med titlen *Murstenens Ornamentale Vilje* (2001) indledningsvist Ruskins teorier om ornamentet. Ruskin anvender i denne sammenhæng to modsatrettede begreber, som tilsammen udgør kompositionens vigtigeste virkemidler; *changefulness* overfor *monotony*. Vekselvirkningen imellem *changefulness* og *monotony* er i det hele taget gennemgående for Ruskins arkitekturteorier.[100]

> *"Monotony in certain measure, used in order to give value to change […] is an essential in architecture as in all other composition."*[101]

Fig. 57-58

Denne forståelse for forholdet mellem hvad man kunne kalde variation og ensartethed er subtil. Styrken i den nøgne flade på den ene side og modsat pragten i den rige dekoration er ikke halvt så udtalt hver for sig – de skylder kontrasten deres skønhed.

Ideelt set er fuger og samlinger til for at tjene den overordnede ide og for at fremme dens tilstedeværelse. Det er nødvendigt at beskæftige sig med, da en bygning som oftest består af utallige dele. Disse dele - alle med forskellige funktioner, materialer, former og størrelser - bør i bedste fald skabe et hele. Karakteren af deres endelige form bestemmer, hvorvidt bygningens detaljer giver indtryk af sammenhæng eller adskillelse, tæthed eller lethed, styrke eller skrøbelighed.[102]

Christian Schittich (1956-) kredser om selv samme problematik i bogen *Einfach Bauen* (2005) i serien *Im Detail*. Bogen gennemgår en række af små, overvejende økonomiske konstruktioner. Projekterne har det tilfælles, at de fokuserer på det minimale.[103] Schittich noterer sig, at det ofte sker, at bagom vidt forskelligartede bygninger står den samme arkitekt. En bygning med et meget komplekst ydre afløses typisk af et ekstremt nøgternt byggeri og vice versa. I bedste fald er det konteksten, der fordrer denne radikale forskel.

---

99 Leimand, Nini, Complexity of the Ordinary, abstract KA, 2006.

100 Jensen, Thomas Bo, Murstenens Ornamentale Vilje, København, 2002, p. 22.

101 Ruskin, John, The stones of Venice, New York, 1851, p. 195.

102 Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, On Weathering – The Life of Buildings in Time, Massachusetts, 1993. *Ultimately, joints and connections are there to serve the overall idea, and to enhance its presence. They have to be addressed, because a building consists of countless parts. These parts, all with different functions, materials, shapes and sizes, should ultimately form a whole. The nature of their final form decides whether the details of a building convey coherence or separation, tension or lightness, strength or fragility.* p.83

103 Schittich, Christian (ed.), Einfach Bauen, DETAIL, München, 2005, *„Dabei ist die formale, aus ästhetischen Bestrebungen resultierende Einfachheit nur selten auch in technischer oder ökonomischer Hinsicht tatsächlich einfach. Denn letztendlich ist die vollkommen reduzierte Form oft mit zusätzlicher Anstrengung zu erreichen“*, p. 9.

Men mere interessant forekommer det generelt, når de projekterende i hvert enkelt projekt formår at skabe konsistens og enkelhed som umærkeligt for et kort øjeblik afløses af accenter og raffinementer. [104]

Den franske tegnestue Lacaton & Vassal udviser også denne evne til at foretage nogle endog særdeles radikale prioriteringer. I en cafe i Museums Quartier i Wien i de gamle staldbygninger er tegnestuen som altid gået nøgternt til opgaven. Skillevægge er limet op i ubehandlede letklinkerblokke, men det hvælvede loft stråler i al sin magt og vælde beklædt med de sirligste kakler i et raffineret mønster. Her er økonomiseret med virkemidlerne, men des større synes oplevelsen af loftets ødselhed.

Fig. 59-60

Det ligger her lige for at sammenligne arkitektfaget med skrædderfaget. De fleste kan enes om, at et meget enkelt snit som grundlag for en beklædningsgenstand kræver et desto mere eksklusivt stykke stof. Hvorimod en undseelig metervarer typisk vinder gevaldigt ved at blive udsat for et utal af raffinerede snit, folder og stiklinger.

> *"Det er ikke så ligetil med detaljer. I realiteten har vi at gøre med et fænomen, der er mere kompliceret, end man går og forestiller sig. Skal man sige det kort, er det, som gør detaljen interessant, at den vedbliver at være placeret mellem marginalitet og uomgængelighed, mellem underordning og selvstændighed mellem ubetydelighed og betydningsfuldhed."* [105]

Blokmurværket søger i sin natur at danne flader. Vindues- og døråbninger får oplagt karakter af efterfølgende at være skåret ud af massen/fladen. Med Sempers tekstil reference in mente kan man oplagt opfatte hullet i muren som var det et hul i et stykke stof. Jævnfør al god skrædderlærdom bør dette hul kantes.

Fig. 61

Den italienske arkitekt Carlo A. Scarpa (1906-78) har angivet en vertikal linje pegende i den retning regnvandet vil løbe under hvert af de runde vinduer i Verona Bank. Denne linje demonstrerer regnvandets mulige effekt på bygningens overflade, alt imens den forsinker regnens effekt; et element - en virtuel dråbe er formet med henblik på netop at undgå de virkelige dråber – den fremviser det, den fjerner og forsinker det som den etablerer.[106]

Haus Wittgenstein, (1928) beliggende i Wien tegnet af filosoffen Ludwig Wittgenstein til sin søster, står som et radikalt eksempel på dette hierarki mellem flade og accent. Bygningen er opført i jernbeton med udfyldninger i blokmurværk, men denne sammensatte konstruktion er svøbt i et sammen-

104 Ibid p. 9.
105 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, kap. En indføring I det aktuelle detaljebegreb, Steen Hammershøy Andersen, p.1.
106 Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, On Weathering – The Life of Buildings in Time,

hængende lag af puds. Samtlige ud- og indvendige vægge fremstår således med en hvid pudset overflade. Vinduerne er udført som enorme dobbelte glasdøre i højformat, opbygget med jævnt fordelte lodrette glasbånd fastholdt af elegante stålprofiler. Disse dør- og vindueselementer er anvendt både i ydermuren, men også i de indvendige skillevægge. Det efterlader et stærkt indtryk af forholdet mellem den pudsede, fladedannende hvide mur, der umærkeligt folder uderum ind i den indre rumlighed i kontrast til de flimrende, forfinede dørpartier.[107] Der er som bekendt foretaget et væld af analyser af dette bygningsværk, men jeg vil i denne sammenhæng blot nævne *Die Poetik eines Mauervorsprungs* der, som titlen angiver, tilsyneladende udelukkende omhandler ét afgørende interiørt fremspring i muren i Haus Wittgenstein.[108] Men med dette undselige udgangspunkt får Turnovský påkaldt en opmærksomhed omkring murens og ikke-murens (åbningens) syntaks og de mange tilgange, Wittgenstein og andre har haft til netop dette forhold.

Fig. 62-63

Einar Dahle, arkitekt og professor på arkitekt- og designhøjskolen i Oslo har i en lang årrække dyrket blokmurværkets natur, som han beskriver på følgende måde:

> *"Murblokken er en trofast tjener. Rask å mure og rimelig enkel å få på plass i arbeidstegninger, skjema og detaljer. Liten nok, grå og firkantet. Litt oppblåst leire, men likevel grei. Kjenner sin plass i verden og i murverket. Den underordner seg de viktige beslutningene. Ru i overflaten, lett å pusse. Nøytral. Gleder seg over arkitektoniske virkemidler den inngår i; de viktige beslutninger om lys og skygge: Lys, ikke lys, lys, ikke lys, lys, ikke lys sa Louis Kahn og var nærmere sannheten enn han visste, for den grå blokken er ikke lys og representerer også den materien som nettopp ikke er lys, i motsetning til åpningene som er fulle av lys. Lys, ikke lys, lys.*
>
> *Men Kahn ville aldri ha spurt blokken: blokk hva vil du være? slik han spurte en enda mindre byggekloss. Og hvorfor spurte han ikke? Fordi han visste at blokken ingen vilje har. Den er underlagt din vilje som formende og handlende arkitekt. Den er like lydig i Afrika som i Mexico som i Norge. Den er klar til å ta i mot puss – det forsonende sjikt som skjuler sår og manglende utmurte stussfuger. Pussen kan være gjennomfarvet eller nøytral, slik at stemningens farver kan nå frem, helt frem til overflaten og menneskene den omgir.*

Massachusetts, 1993, p. 98.

107 Leitner, Bernhard, Das Wittgenstein Haus, Ostfildern-Ruit, 2000.

108 Turnovský, Jan, Die Poetik eines Mauervorsprungs, Braunschweig, 1987.

Sanseløst glad blir man når det funker. Når det som bygges blir kunst, byggekunst. Og blokken gleder seg og er stolt over å være tjener for en byggherre med suksess. Huset – arkitekturen – har vunnet over programmet, teknikken, økonomien, stedet og alle forskriftene, hindringene og blitt en romlig opplevelse som i sin tur nettopp støtter seg på de samme faktorer og en liten grå, firkantet murblokk som kan hugges, dyttes, støpes ut, armeres og gipses. Og så er den luftfylt, poret og opptrer også i isolert tilstand til glede for lommeboken og den bærekraftige tanke".[109]

Fig. 64

Hvad ville Semper have ment om de isolerende, homogene blokke og deres manglende evne til at stå ubehandlet? I bedste fald ville han prise blokkene som værende et optimalt underlag for beklædning af enhver observans. Netop dette forhold synes både at være blokkens fordel og ulempe. Ulempe, eftersom den ikke er så komplet og 'færdig', at den kan tåle at blive eksponeret. Fordel, eftersom blokken løser de mange bygningsfysiske fordringer i ét materiale og i ét element og kun lader tilbage at beslutte en karakterfuld beklædning.

109 Dahle, Einar, Fra samtale med en blokk eller konseptet om en enigmatisk (gådefuld) tilnærming, http://www.leca.no/?aid=9044463.

Blokmurværkets enkelhed

Fig. 42. På Stevns ses mange huse opmurede af skårne kridtsten fra klinten. Trods tykke lag af hvid kalk anes stenenes størrelse, som er væsentligt større end mursten. (Foto Arne Høi, 1999)

Fig. 43. Enfamiliehus i Fläsch i Schweiz tegnet af Bearth & Deplazes (2001). Huset er opført i in situ støbt isolerende beton med ydermure af ca. 500mm tykkelse. Det monolitiske fremstår ofte med en stærkere fysisk tilstedeværelse, med en skulpturel effekt. I moderne arkitektur synes eksponeret højisoleret in situ støbt beton at fortolke begrebet 'monolit' i næsten bogstavelig forstand; bygningen virker, som om den er lavet ud af 'én sten', i dette tilfælde en kunstig frembragt sten. (Eget foto)

Fig.44. Kapel i Vrin i Schweiz tegnet af Gion A. Caminada, (2003). Bygningen er opført i byggeklodser bestående af massivtræselementer. (Eget foto).

Fig. 45. Kapel i Batschuns i Østrig tegnet af Marte.Marte Architekten, (2001). Bygningen er opført i stampet ler. (Eget foto).

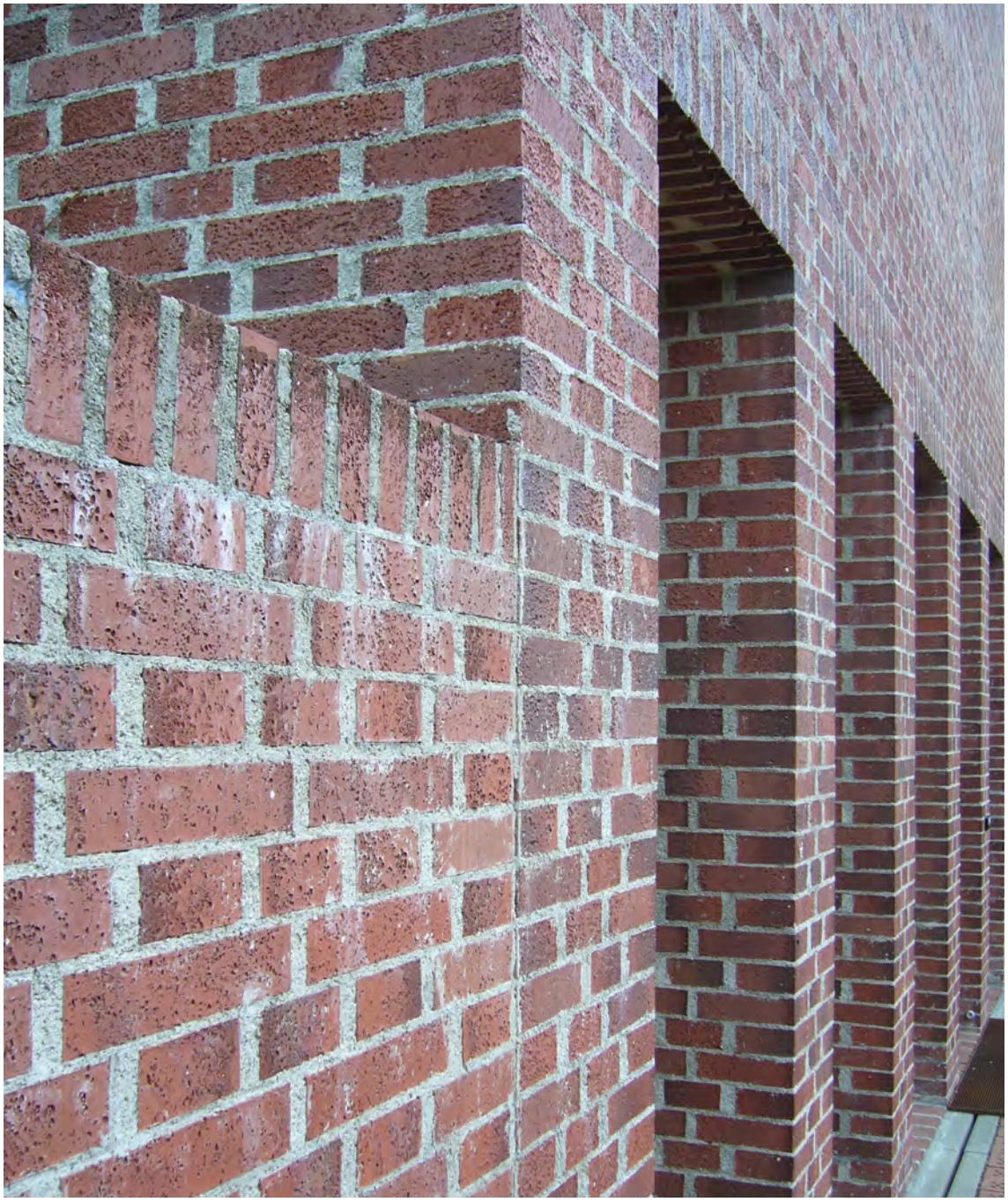


Fig. 46

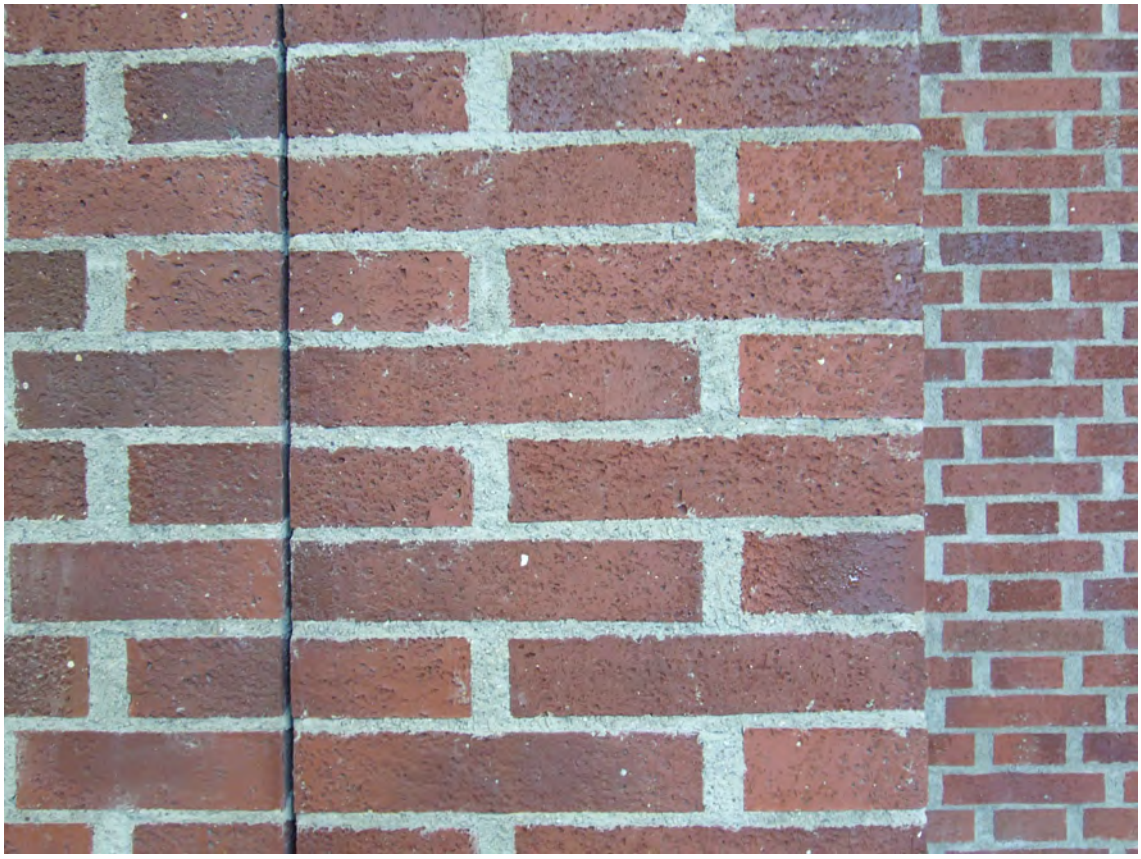


Fig. 47

Fig. 46-47. Galleri i Marktoberdorf i Tyskland, (2001). Bygningen er opført i en massiv teglstensmur. (Egne foto).

Fig. 48

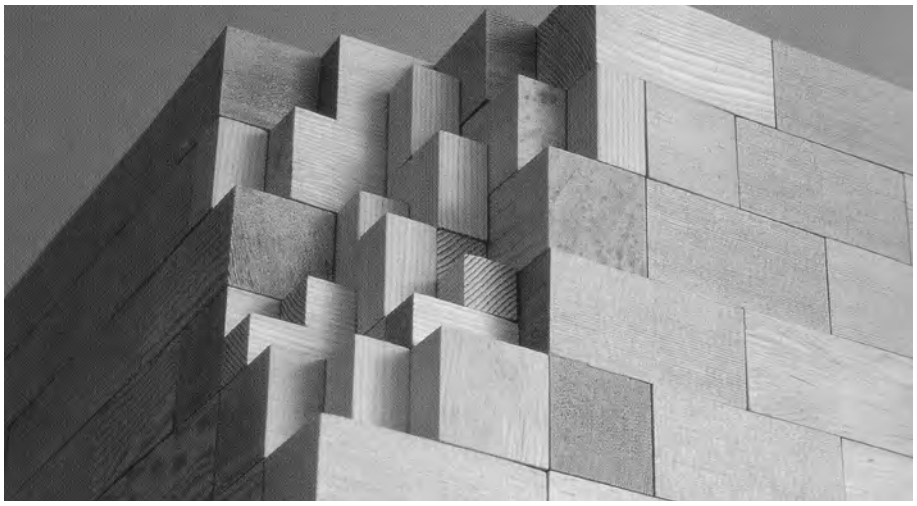


Fig. 49

Fig. 48. Klargøring af armeringsjern. Efter udstøbning ses ingen spor efter dette komplekse indre. (Sveriges Riksbank, its buildings, 1668-1976, p.60).

Fig. 49. Forstudie til den åbne idékonkurrence om skuespilhuset i København, udført af Jens Bertelsen & Niels Guttormsen (2001). Træklodser i form af ligesidede kuber, dobbeltkuber og kvarte kuber viser, hvor enkelt små parallelforskydninger åbner meget forskellige billedvirkninger.

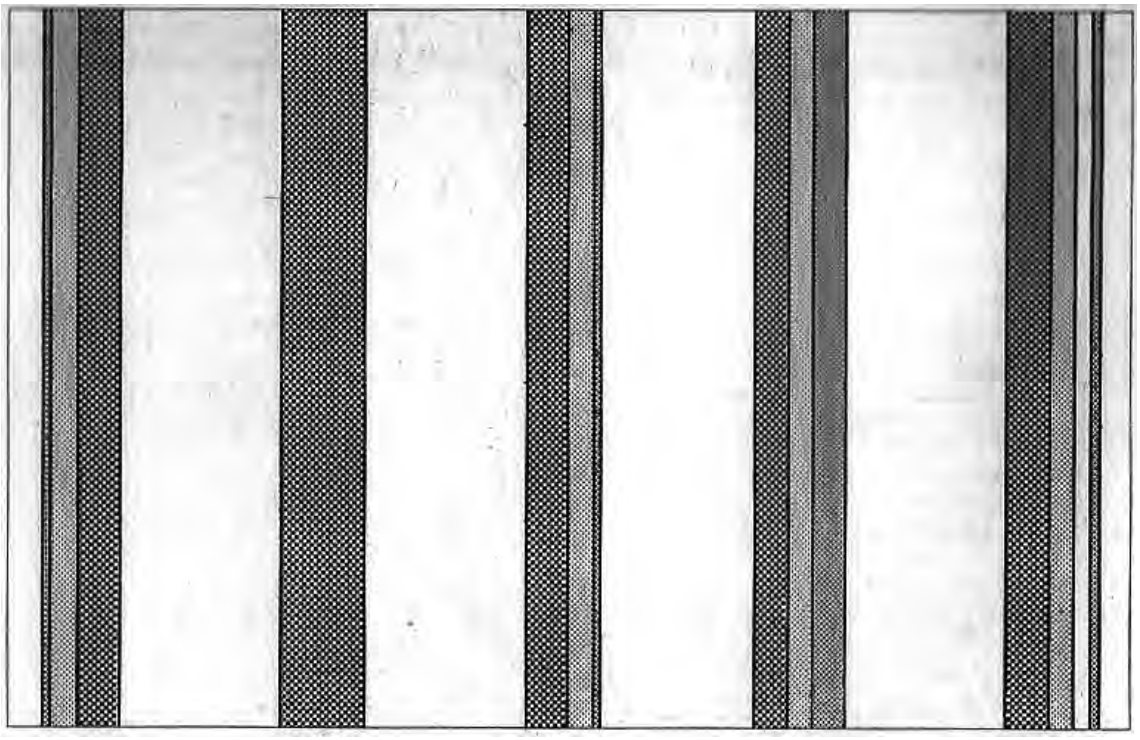


Fig.50. *"Man må have for øje, at antallet af grundlæggende forskellige ydermurskonstruktioner er begrænset. Den der i dag vil forsøge sig med en klassificering af de konstruktive muligheder vil formodentlig søge at operere med rækkefølgen på de forskellige lag: det bærende lag, det isolerende lag, og det beskyttende lag. Dermed lader det traditionelle massivbyggeri sig opfatte på samme vilkår som dobbeltmurværket eller en specialiseret Hightech version.*
Alle arkitekter agerer indenfor en således fastlagt systematik. Man kan via valg af lagenes rækkefølge bestemme den optiske vægtning og ved hjælp af valg af materialer kontrollere den valgte konstruktions virkning." Citat og illustration fra bogen Fenster. Fassade Annette Gigon / Mike Guyer (1998).

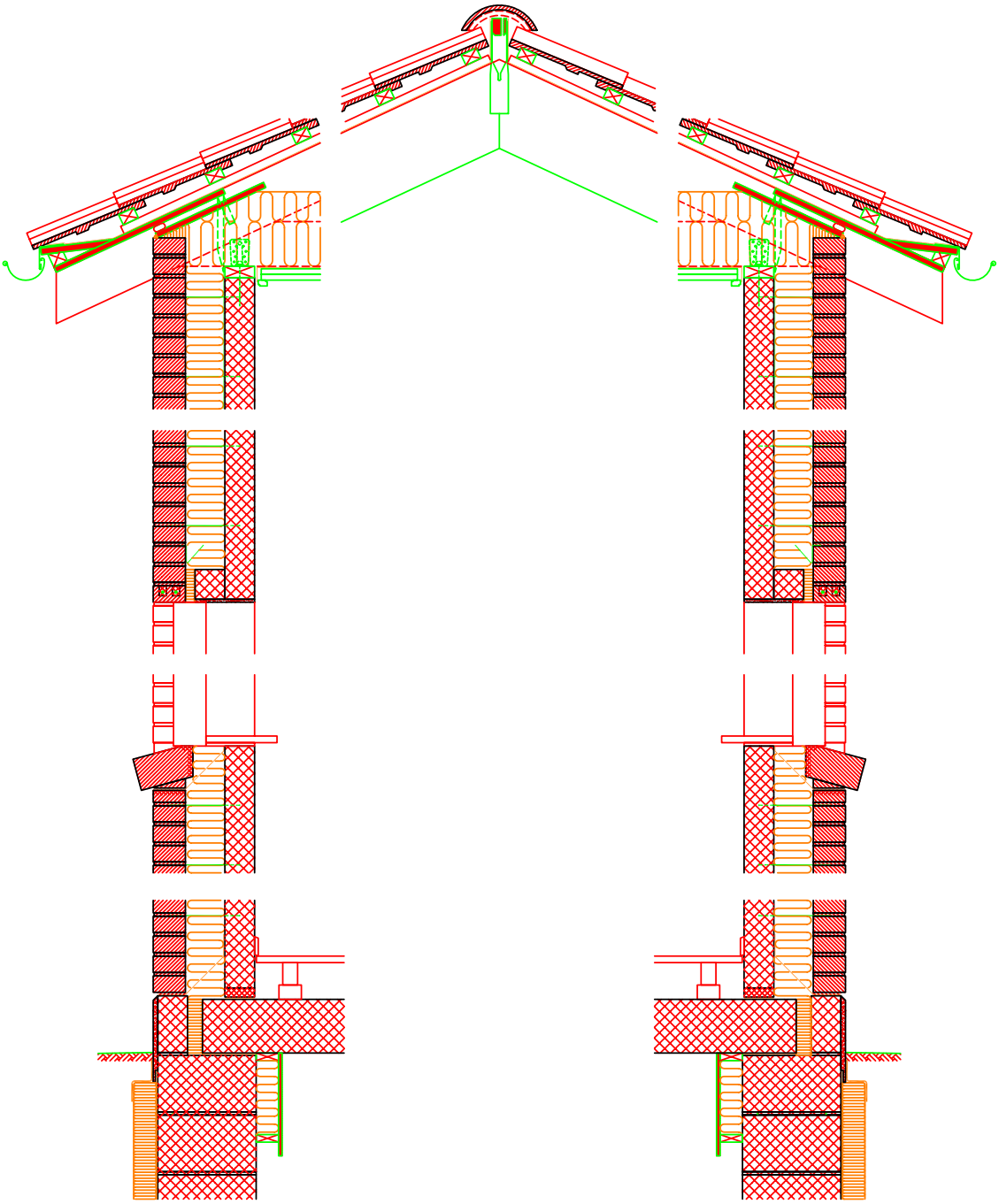


Fig.51. Tværsnit af skalmuret hus udarbejdet af mur&tag.

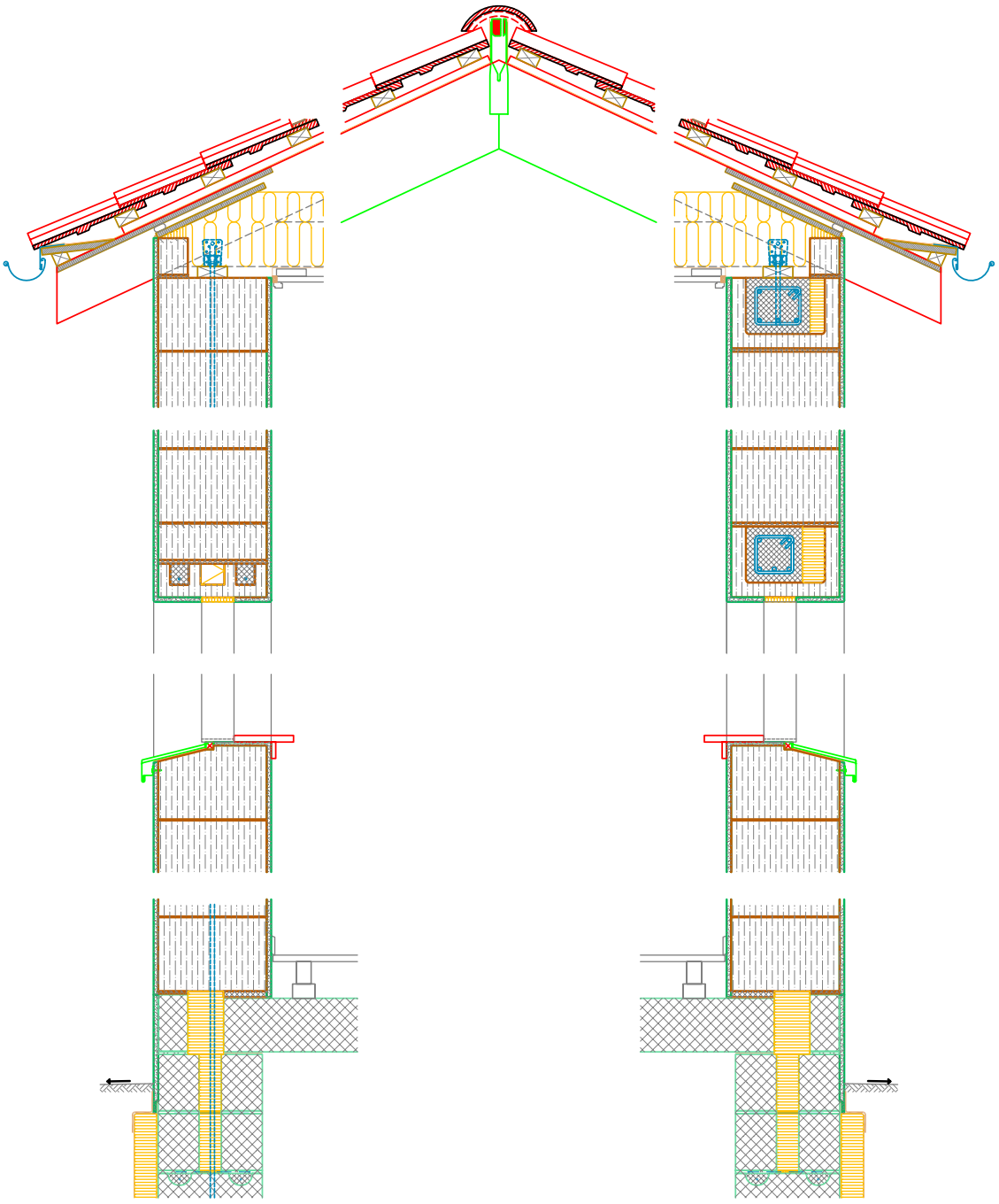


Fig.52. Tværsnit af hus i monomur. Den enkleste opbygning ses i snittets venstre ydermur. I højre side viser jeg en mere omstændelig løsning med betonarmerede U-blokke. (Egen tegning).

Fig.53a

Fig.53b

Fig.53a-b. Enfamiliehus i Löwersberg ved Kassel, tegnet af Reichel Architekten, 2007. Åbningerne i muren er accentueret ganske forskelligt. (www.unipor.de).

Fig.54a

Fig.54b

Fig.54a-b. På en byggeplads baseret på blokmurværk bemærker man straks hvor få materialetyper der er til stede på pladsen. Her ses ingen stålregler, gipsplader, dampspærre, mineraluld m.m.. Mængden af byggeaffald er forsvindende lille sammenlignet med tilsvarende lagdelt byggeri. (Egne foto).

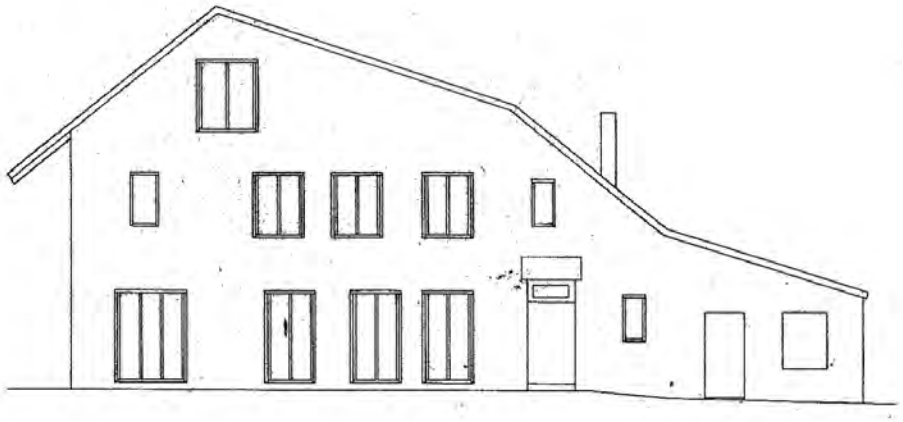


Fig.55a. Enfamiliehus i Kanton Zürich tegnet af Gigon & Guyer, 1994. Bemærk vinduernes næsten umærkelige indbyrdes forskydninger. Bygningen minder med sin organiske afskæring mod himlen om en strandet hval. Blokmurværket kan man efter endt opmuring tildanne med en alligatorsav. (Foto Christian Kerez, tegning gengivet i "Fenster.Fassade, Annette Gigon / Mike Guyer", A. Rüegg, J. Rehsteiner & T. Wirth, 1998, p. 30).

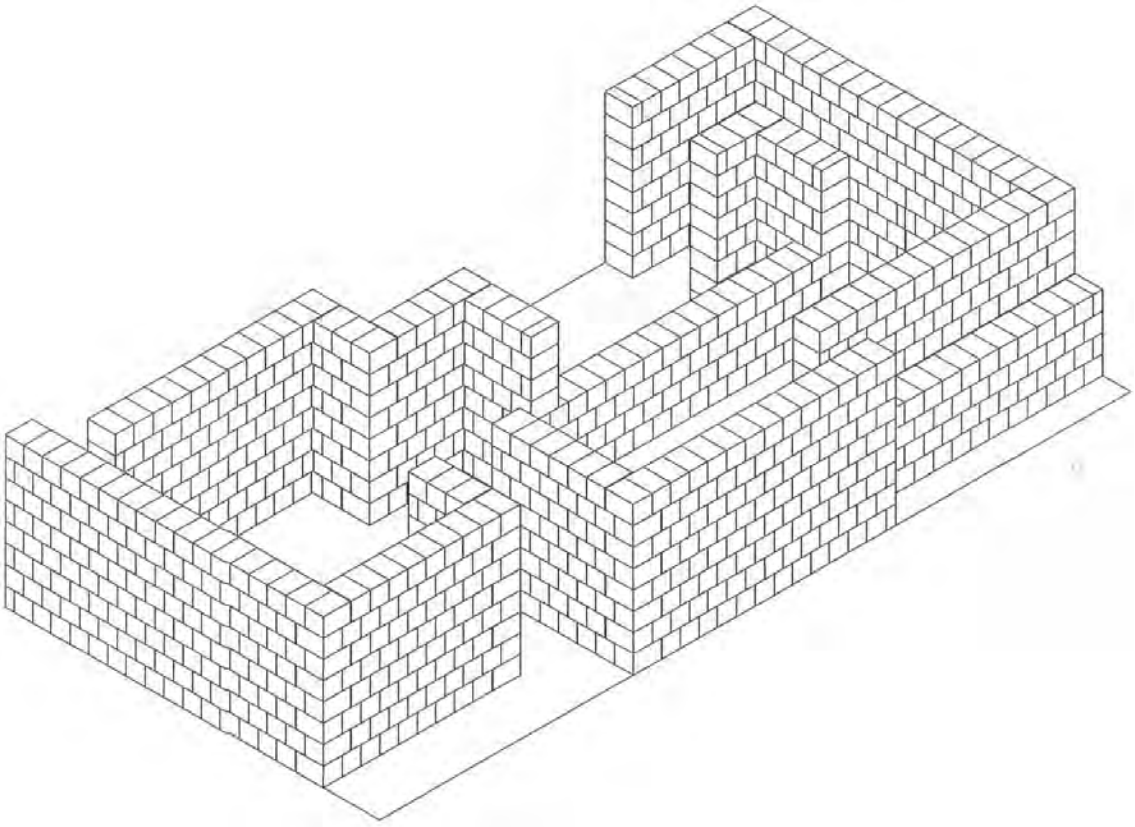


Fig.55b. Isometrisk tegning af blokmurværk udført af et hold 2. års studerende fra afd. 10 i forbindelse med workshop om blokmurværk på Kunstakademiets Arkitektskole.

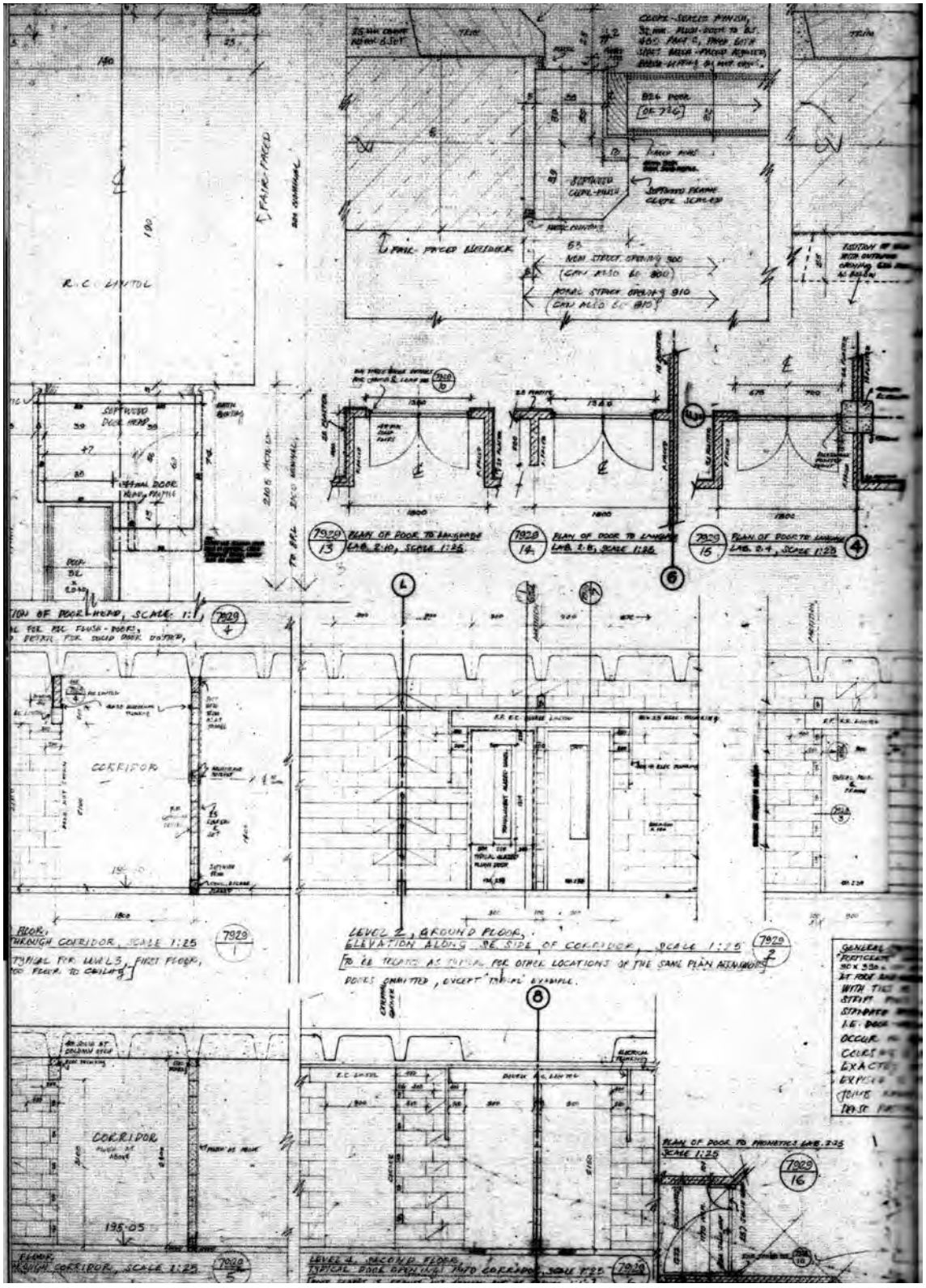
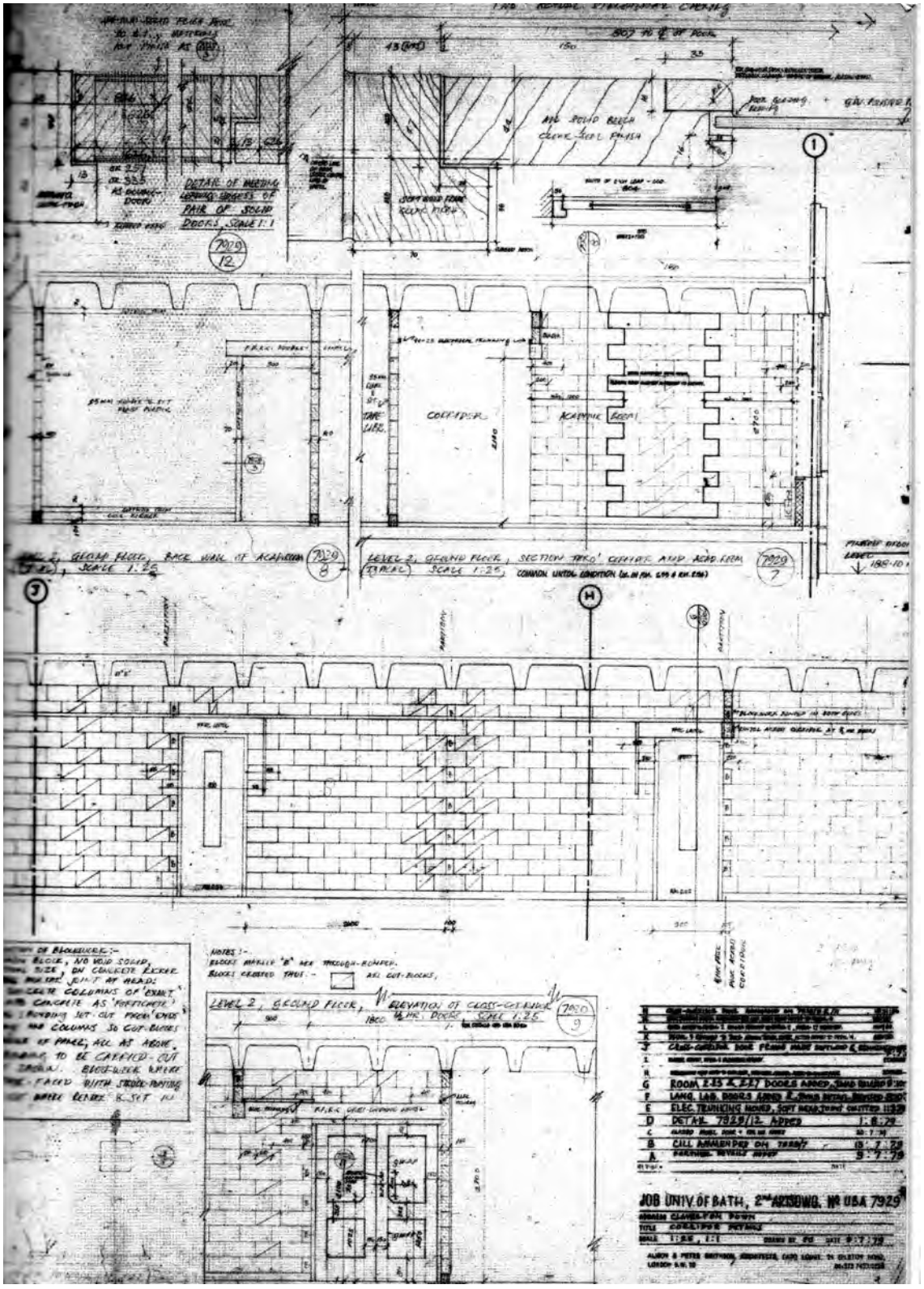


Fig. 56. Projekteringstegning til universitetet i Bath i England, opført af Alison og Peter Smithson, (1979). Betonlofter og vægge i betonblokke fremstår i deres rå ubehandlede



udgave. Men de elementer som beboeren rør ved er udført i eksklusive materialer. Døre og vindueselementer fremstår eksempelvis i massivt træ.
("Architecture is not made with the Brain", Moshen Mostafavi, 2005, p. 42-43).

Fig.57. Beboelseshus i Venedig tegnet af Cino Zucchi, (2003). Udvalgte vindues- og dørhuller er indrammet af indfældede kalkstensplader. (Detail.2002:1+2, p. 86-90)

Fig.58. Dette billede stammer fra Aldo Rossis bog L'architettura della citta, (1982). Det viser den smukke modstilling mellem fint snedkererede dørpartier udstyret med lag på lag af den blankeste oliemaling - indfældet i en undseelig pudset flade.

Fig.59. Café Una i Museumsquartier i Wien tegnet af Lacaton & Vassal, (2001). Caféen er indrettet i de tidligere kejserlige stalde. Skillevægge er limet op i ubehandlede letklinkerblokke, men det hvælvede loft stråler i al sin magt og vælde beklædt med de sirligste kakler i et raffineret mønster. Her er økonomiseret med virkemidlerne, men des større synes oplevelsen af loftets ødselhed. ("Moulding Assembling Designing – Ceramics in Architecture", A.Tardiveau, 2006, p. 129)

Fig. 60. Kunstmuseum i Vaduz i Liechtenstein tegnet af Morger & Degelo, (2000). Denne kompromisløse form for minimalisme har været bekostelig. Facaden er opbygget i blankpoleret in situ beton med tilslag af basalt. (Eget foto)

Fig. 61a. Inddækninger, nedløb, vinduer, døre m.m. får oplagt stor betydning som modspil til den ofte ensartede pudsede overflade. Øjnene søger automatisk mod disse kantninger af fladen eller murhuller. (Eget foto)

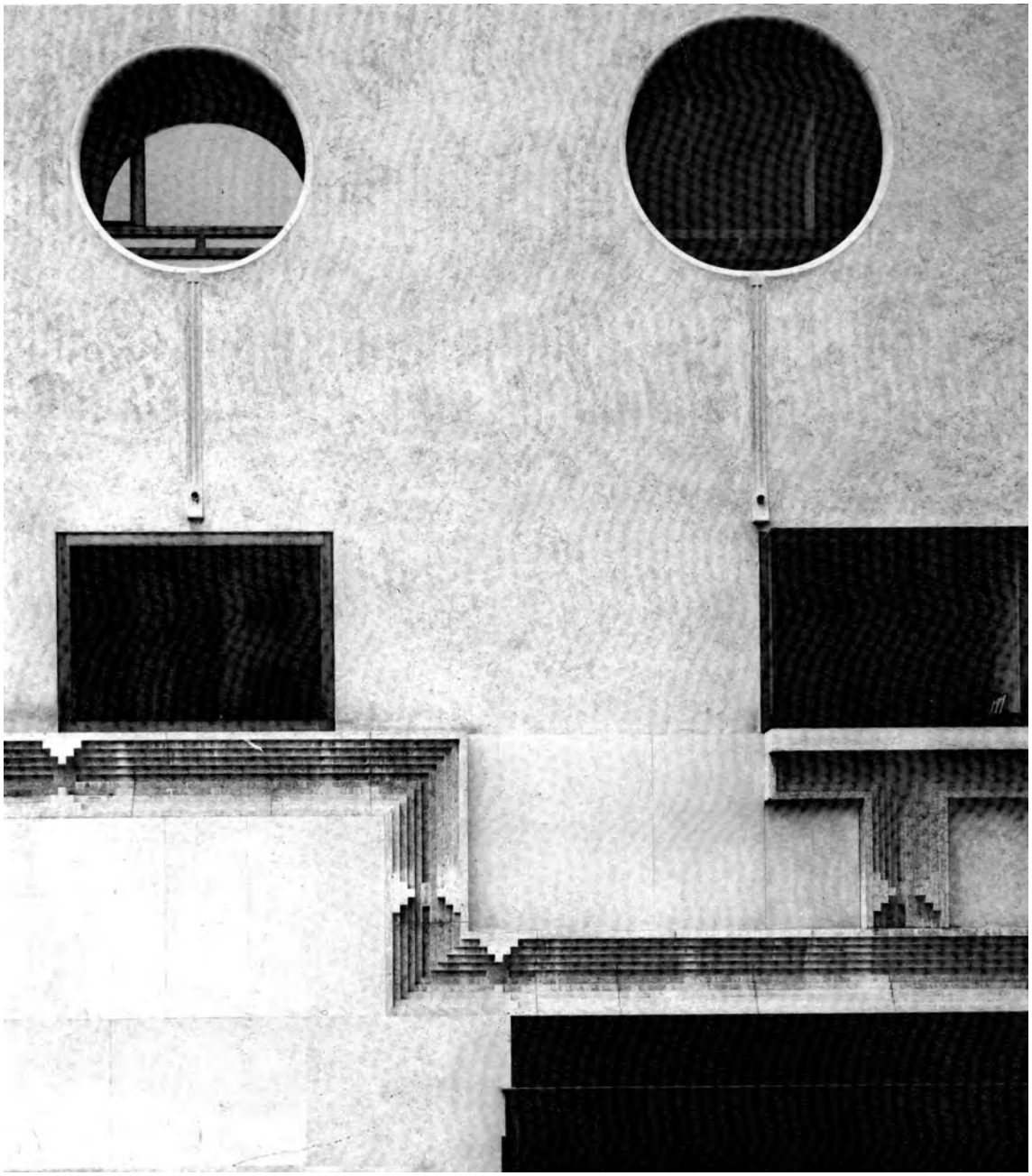


Fig. 61b. Banca Popolare i Verona tegnet af Carlo Scarpa, (1973). Scarpa har angivet en vertikal linje pegende i den retning regnvandet vil løbe under hvert af de runde vinduer i Verona Bank. Denne linje demonstrerer regnvandets mulige effekt på bygningens overflade, alt imens den forsinker regnens effekt; et element - en virtuel dråbe er formet med henblik på netop at undgå de virkelige dråber – den fremviser det, den fjerner og forsinker det som den etablerer. (Foto Ambrosi)

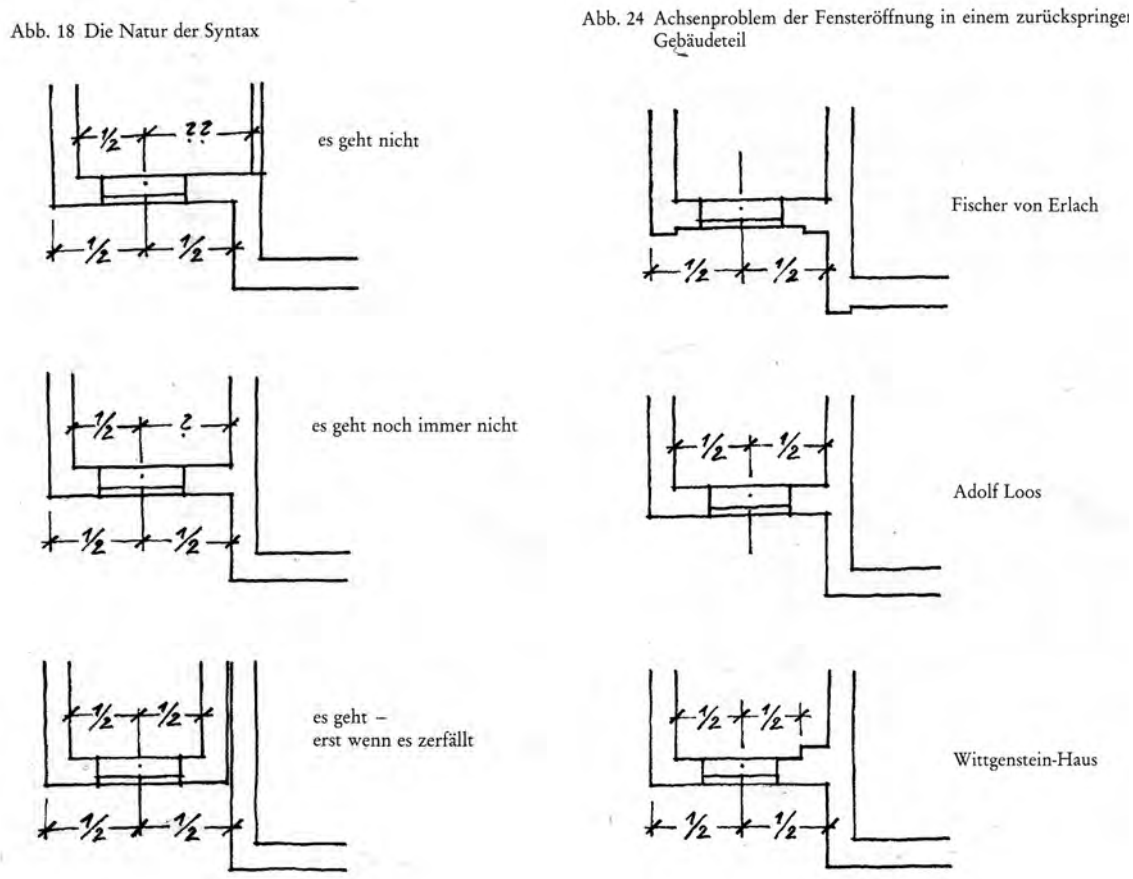


Fig. 62. Tegninger fra bogen "Die Poetik eines Mauervorsprung". (p. 33+70). Som titlen angiver, kredser bogen om ét afgørende interiørt fremspring i muren i Haus Wittgenstein. Wittgenstein studerer de forskellige løsningsmuligheder og forestiller sig hvordan andre ville angribe denne problemstilling vedrørende symmetri <> asymmetri.

Fig. 63. Haus Wittgenstein i Wien tegnet af filosoffen Ludwig Wittgenstein til sin søster, (1928). Bygningen står som et radikalt eksempel på hierarkiet mellem flade og accent. Vinduerne er udført som enorme dobbelte glasdøre i højformat, opbygget med jævnt fordelte lodrette glasbånd fastholdt af elegante stålprofiler. (Foto Bernhard Leitner, "Das Wittgenstein Haus", p. 117)

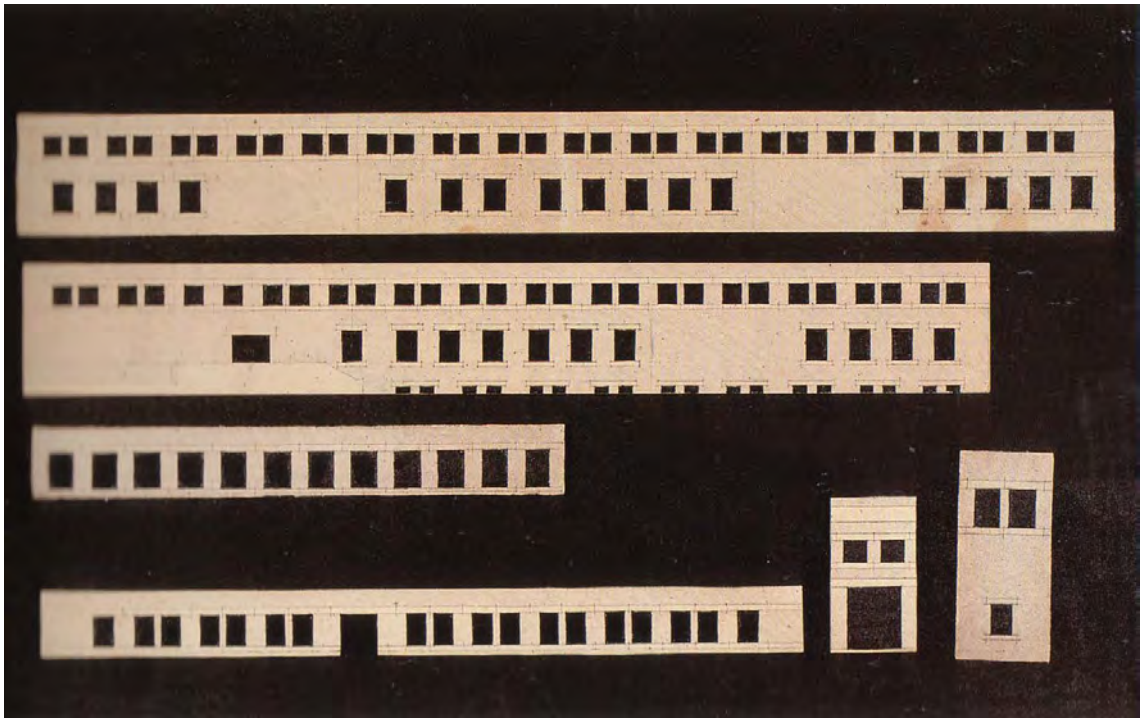


Fig. 64a

Fig. 64b

Fig. 64c

Fig. 64a. Facadestudier udført af Dom Hans van der Laan; den tilsyneladende stramme orden skrider ved nærmere eftersyn.

Fig. 64b. Finn Juhls eget hus på Kratvænget i Ordrup, 1942. Det er et karakterfuldt modspil mellem murflader og forskelligartede hulsætninger. (foto Ole Woldby)

Fig. 64c. Enfamilehus i Li Curt i Schweiz tegnet af Conradin Clavout, 2004. Der optræder kun to forskellige vinduesformater i denne facade. Åbningerne i den grove pudsede murflade er indrammet af en glattere puds. (2005.10, Detail p. 1109)

Blokmurværkets Beklædning

Beskyttelse og udtryk

Eftersom facadebeklædningen som et halv-autonomt element i ydervæggen er blevet en væsentlig og uundgåelig del af vor tids konstruktionsteknikker, er det forventeligt, at antydninger i retning af, hvordan man forener de teknologiske nødvendigheder med de betydningsdannende/symbolske, vil opstå gennem en genfortolkning og genoptagelse af Sempers tekstil- og beklædningsanalogier.[110]

En af de mest interessante tendenser i samtidens arkitektur er netop interessen for beklædningen og overfladens ornament. I særdeleshed gør det indtryk, når bestræbelserne går på at udforske selve udtryksregistret, som ligger latent i arkitekturens konkrete kropslighed og materiale. Selv de ornamentfjendtlige blandt modernisterne tyede jo i al diskretion til denne ur-menneskelige drift. Le Corbusiers rustikke forskallingsbrædder og Loos' forfinede anvendelse af marmor vidner om dette paradoks.

Ifølge Hvattum er det måske i forlængelse af denne type betydningsdannelse, at vi kan placere samtidens interesse for det ornamentale: ikke blot som en sproglig tilføjelse men som en væsentlig del af bygningens indlejrede betydningspotentiale.

> *"Set i det lys er hverken modernisternes striptease eller postmodernisternes maskeradebal længere interessante alternativer. I stedet kan vi atter begynde at udforske arkitekturens særegne formidlingsevne."*[111]

Mari Hvattum, Sixten Ringbom, Edward Ford m.fl. understreger at på trods af Sempers særlige interesse for yderbeklædning, må man tilstå, at arkitekten Otto Wagner (1841-191) havde ret, når han sagde at: *"[Semper] manglede modet til at færdiggøre sine teorier fra oven og nedefter og måtte lade sig nøje med en konstruktions symbolisme"*. Bortset fra nogle få isolerede projekter er meget få af Sempers arbejder eksempler på en virkelig oversættelse af beklædningsprincippet til et konstruktionssystem.[112] Sagt på en pæn måde var Semper ikke dogmatisk hvad angik hans egen praksis. Hans bygningsværker

110 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, kap. Knuder og beklædning: Gottfried Sempers teorier og Dan Hanganus murdesign, Myriam Blais, p.187.

111 Hvattum, Mari, Den nakne sannhet: et essay om ornamentikk og arkitektur, Byggekunst, Oslo, 2005, 87 årgang 04.

112 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, kap. En kort historie om facadebeklædning, Edward Ford, p.151.

langs Wiener Ringstrasse er en overdådig opvisning i staffage.[113]Det blev Wagners lod at udvikle ideen om yderbeklædningen til en form for konstruktionsmæssig virkelighed. Det var en byrde, han gladelig påtog sig, fordi han – ulig hovedparten af sine modernistiske samtidige – mente, at moderne konstruktion ikke var monolitisk men derimod lagdelt/ ikke massiv men 'fineret', og at den ikke var konstrueret samtidigt men derimod uafhængigt.[114]

Overfladebehandling

Overfladebehandlinger så som pudsning, kalkning og maling muliggør dekorative eller symbolske mønstre, hvorfra der ikke er noget stort spring til billede eller tekst, der udelukkende er kommunikerende. Dette frie ornament udgør en udtryksform, der ikke umiddelbart er forbundet med selve facadens fremstillingsprincip. Tilfældige kvaliteter (såsom udsmykning, farve eller brug af materialer) opfattes således som fremtoning, fordi de ikke hører til som en del af arkitekturens essens. Når vi står foran en pudset flade, uanset hvor perfekt denne er opbygget og pudsen er udført, er det ikke nødvendigvis murværk vi har med at gøre.

Idealet for Modernismens bygninger var, at de udover at være "hvide" skulle bestå af sammenhængende, plane og glatte flader. De skulle skjule den indre bærende struktur for derimod at understrege bygningens kontur, volumen og farve som noget absolut. Den hvide farve blev anset for at repræsentere ærlighed og pålidelighed. Hvidkalkningen forenede rig og fattig i lighed med brød og vand. Loos derimod anvendte den hvide puds på blandt andet hans Michaelerhaus i Wien ud fra argumentet om, at en hver by har sine egne karaktertræk – Wiens er den hvide puds. Hvidheden var i dette tilfælde et resultat af en lokal kultur og regional byggemåde, og ikke som for Le Corbusier, en smuk og objektiv arkitektonisk overfladebehandling /finish beregnet på enhver kontekst. [115]

Fig. 65

Loos' 'beklædningslov' var: *"[at] arbejde på en sådan måde, at det er umuligt at forveksle det beklædte materiale med dets beklædning"*. Loos brugte aldrig blotlagte befæstelser af Wagners slags, men stillede sig tilfreds med stødsamlinger, for at vise deres tykkelse, frem for at samle stenhjørnerne på gering.[116]

Loos' lov er, ligesom Ruskins *"Lamp of Truth"*, simpelthen en metodologi

113 Ringbom, Sixten, Stone, style and truth the vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, Helsinki, 1987, *Neither was Semper dogmatic in his architectural practice. The interiors of his Wiener Ringstrasse buildings abound in imitated materials prevailing practice was not easily reformed.* p. 20.

114 B Detaljer, Arkitekturtidsskrift No. 54, 2005, kap. *En kort historie om facadebeklædning,* Edward Ford, p.153.

115 Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, On Weathering – The Life of Buildings in Time, Massachusetts, 1993, p.76.

116 Loos, Adolf, Spoken into the Void, Cambridge, Mass.: MIT Press, (1921) 1982, p. 67.

til at undgå bedrag og ikke til at opnå strukturelle udtryk. Ruskin udarbejdede en veritable lære om arkitektonisk etik. Materialer kan behandles på forskellige vis, og bemaling af sten og træ er ifølge Ruskin ikke et bedrag, og god maling gør kun en bygning bedre. Ruskin stiller sig positiv til puds, som han sammenligner med gipsgrund på lærred. At dække mursten med puds og derefter male den er ligeledes helt legitimt.[117]

> *"But to cover brick with cement, and to divide this cement with joints that it may look like stone is to tell a falsehood; and is just as contemptible a procedure as the other is noble."*[118]

Hvidkalkning er ikke falsk, fordi den giver sig ikke ud for andet end det den er. Ligesom pudsen på en mur ikke opfattes som massivt, opfattes ifølge Ruskin stenbeklædning ikke som andet end mosaik i stor skala. Han mener, at arkitekturens sande farver er stenens farver, og at maling af vægge ikke er forkert. Men fordi maling kræver vedligeholdelse, har det ikke den samme arkitektoniske værdi som naturstens bestandige farver.[119] Ruskins essays skulle blive afgørende for 'den arkitektoniske sandheds' filosofi, sådan som den udviklede sig igennem den sidste halvdel af det 19. århundrede.[120]

Med inspiration fra Arts and Craft bevægelsen, den traditionelle byggeskik og med en nøgtern krystallinsk murstensarkitektur blev P.V. Jensen-Klint (1853-1930) fortaler for en fornyelse af arkitekturen og gav allerede i slutningen af det 19. århundrede udtryk for en praktisk og nøgtern holdning til arkitektur og materialernes egenart. I et "Raad til de Unge" fra 1919 sagde han: [121]

> *"Dyrk Murstenen, den røde eller den gullige hvide. Udnyt alle dens rige Muligheder; faa eller ingen Figursten. Kopier ikke Detailler, hvad enten de er græske eller gotiske. Dan dem selv af Stoffet. Tro ikke, at Puds er et Byggemateriale og le, naar Professoren siger, at "Oliefarve ogsaa er et Stof". Faar De engang Lov til at bygge et Hus af Rullestenskvadre, saa husk, at det er en Ædelsten, og bliver Jernbeton Byggemateriale saa rast ikke, før den nye Stil er funden. Thi Stilen er skabt af Stoffet og Tingen, af Tiden og Manden."*[122]

Jensen-Klint foragtede alt overvejende Nyklassicismens pudsede facader og han har en kontroversiel meningsudveksling med Professor Carl Petersen,

117 Wedebrunn, Ola, Materialernes Egenart og Sprog, København, 2002, p. 181.
118 Ringbom, Sixten, Stone, style and truth the vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, Helsinki, 1987, p.15.
119 Wedebrunn, Ola, Materialernes Egenart og Sprog, København, 2002. p. 181.
120 Ringbom, Sixten, Stone, style and truth the vogue for natural stone in Nordic architecture 1880-1910, Helsinki, 1987, p.16.
121 Wedebrunn, Ola, Materialernes Egenart og Sprog, København, 2002. p. 198.
122 Tidsskriftet Arkitekten, 1921, artiklen Gotik og Antik, P.V.Jensen Klint, p. 25-31.

som er identisk med den grinagtige Professor i ovenstående citat. Et tema i denne meningsudveksling er arkitekten C.F. Hansen hvis værker Jensen-Klint håner for blot at skjule de ægte materialer. Men historien er mere nuanceret end som så, påpeger Thomas Bo Jensen i Monografien om Jensen-Klint (2006).[123]

Udførelsen af puds

Et vellykket stykke pudsarbejde er et resultat af mange forhold; pudsunderlaget skal være så homogent som muligt, de forskellige lag, som pudsen opbygges af, tjener hver sit formål og er derfor komponeret af specifikke kemiske bestanddele samt tilslag.[124] Vejrforholdene spiller afgørende ind, og tidsintervaller hvad angår hærdning må overholdes strengt. Det kræver erfaring og håndelag. Succeskriteriet er typisk, at der ikke må efterlades det mindste spor af denne sammensatte proces, endsige spor af arbejdsfelter og 'stilladsgange' i den færdige overflade. Feltstørrelser, der er til at håndtere, er væsentlige at definere inden arbejdet påbegyndes. Det kunne være interessant at indtænke spor svarende til de profiler/brædder gipsen trækkes af i forhold til. Man kunne tænke sig, at man arbejdede med at trække lodrette spor i pudsen til optagelse af eventuelle revner. En art moderne fortolkning af kvadre-pudsen.

Fig. 66

Farver

Farven på en indfarvet eller bemalet puds kan være alt afgørende for en bygnings fremtræden – trods farvernes meget forskellige effekt koster de stort set det samme. I stedet for ved nybyggeri at anvende selv samme materialer som nabobygningernes kan en indfarvet puds i en farvenuance svarende til de omkringliggende bygninger skabe en interessant relation.

Fig. 67-68

Det er dog et begrænset udvalg af pigmenter, der kan anvendes i mineralske overfladebehandlinger. Lyse og kulørsvage farver byder sjældent på problemer, mens mørkere og mere kulørstærke farver kan være meget vanskelige. Dette skyldes, at malinger til puds ofte er baseret på naturlige råstoffer, som har lyse egenfarver, og der benyttes stadig naturligt forekommende pigmenter. Mineralske overfladebehandlinger er altid matte, da ballastmaterialet og pigmenterne reflekterer lyset til alle kanter.

Hvis man sammenligner en blank og en mat overflade med samme egen-

123 Thomas Bo Jensen udlægger forholdet mellem Jensen Klint og C.F.Hansen i monografien om P.V.Jensen-Klint, København, 2006, p.52 og p.68. Eksempelvis anerkender Jensen-Klint fængselsbygningen og Frue Kirkes kor *"hvor C.F. Hansens haarde kolde aand"* kommer fuldt frem. Omvendt skriver Petersen til Jensen-Klint, at hans lære om stoffets enhed mv. skam ikke er i modstrid med Hansens arkitektur. Petersen valgte at føre C.F. Hansen frem på Akademiet, frem for hans gamle lærermester, P.V. Jensen-Klint. Det tilgav Klint ham ikke.

124 Se hæfte 2. Bloktyper og Overfladebehandlinger.

farve, så vil farven opleves forskelligt. I direkte lys vil den blanke overflade blive mørkere end den matte. Hvis lyset er diffust, vil den blanke blive lysere, mens den matte forbliver uforandret. Når det gælder skyggevirkninger, vil noget lignende ske. På længere afstand vil alt smelte sammen til en helhed, og væggen vil virke mørkere. Denne effekt er meget afgørende for pudsoverflader, og kontraster mellem glattere og grovere pudsflader med samme egenfarve bruges ofte som facadeudsmykning.

Farver er ofte blevet benyttet til at vise sin status. Det er interessant at tænke sig, at den klassiske svenske Falu røde farve oprindeligt var de mindre bemidledes måde at efterligne teglets røde farve på.[125] Oprindeligt blev murede huse malet gule for at efterligne de sydlige breddegraders gullige sten eller gule tegl. Selv indfatninger, udsmykninger og detaljer blev udformet og farvesat i henhold til den murede traditions huse. Med tiden forsvandt dette bevidst imiterende, men gult har altid været en af de mest almindelige facadefarver.

Lignende traditioner opstod i Schweiz hvor bønder, der ikke havde råd til en stenbeklædning af deres bygninger, indfarvede pudsen med griseblod og lavede en art kvadreinddeling i pudsen.

Blokmurværkets beklædning

Den pudsede overfladebehandling er som nævnt den gængse. Ønsker man et pudset hus, synes den isolerende teglblok optimal, blandt andet fordi dens egenskaber som vederlag for puds er uovertrufne. En kold og dermed ofte våd skalmur er ikke noget optimalt underlag for puds.

Men på hvilke andre måder kan man beskytte blokmurværk opført i isolerende teglblokke? Først og fremmest skal blokmurværket gøres lufttæt. Det gøres oftest ved påføring af et tyndt lag mørtel, men man kan også forestille sig en behandling med kalk. En anden løsning er at klemme en vindspærre i form af tagpap fast bag en forskalling. Det vindtætte lag skal naturligvis være diffusionsåbent. Så snart dette vindtætte lag er etableret, kan man forestille sig flere mulige beklædningsløsninger:

Selvbærende uafhængig beklædning

Teglsten muret op foran blokmurværket, enten som selvbærende skærm[126] eller i form af et integralt fletmurværk hvor facadesten og bloksten arbejder sig ind i hinanden.

Fig. 69

125 Gustavsson, Tomas, Moderna Murverk – Licentiat rapport, Lund, 2002.

126 Den tyske arkitekt Heinz Bienefeld (1926-95) er særlig anerkendt for sine massivmurede kirkebyggerier. Men sidst i sit virke fik han opført en række byggerier udstyret med en selvbærende skalmur. Bienefeld havde følgende holdning til murværkets udtryk: *"If walls are not to express any of their own weight, if we cannot see their mass, if mass only suggests stability, then those are not walls for me. One cannot ignore the powerful impression of the loadbearing force."* Deplazes, Andrea (ED.) Constructing Architecture – Materials, Processes, Structures – a Handbook, Basel, 2005, kap. Morphology, Katja, Dambacher, Christoph Elsener, David Leuthold, p.46.

Direkte påført beklædning

Frostfri, diffusionsåbne kakler. Det er i praksis uundgåeligt, at der trænger vand ind bag en sådan direkte påført beklædning. Derfor er det langt at foretrække, at et eventuelt damptryk ikke kun har fugerne at diffundere ud via, men at selve beklædningen er diffusionsåben. Sol eller vandpåvirkning vil i modsat fald bevirke at kaklerne løsner sig. Desuden har det afgørende betydning for holdbarheden, at det bagvedliggende blokmurværk er opført i isolerende teglblokke og ikke en betonbaseret blok, eftersom teglblokken er fuldstændig formstabil.

Hvis prøvningerne på et nyligt patenteret teglprodukt, Letvægtstegl, bestående af en kombination af leca-tilslag og ler som bindemiddel falder ud som forventet, vil dette udgøre en meget lovende beklædningsløsning til blokmurværket.[127]

Fig. 70

Beklædning ophængt i skinnesystem / på forskalling

En beklædning skal ventileres enten i kraft af, at den i sig selv er diffusionsåben, eller fordi den bag om sig har et ventileret hulrum. Så længe denne regel overholdes, er der i princippet ingen grænser for hvilket pladematerialе man vil kunne beklæde blokmurværket med. Man kan tænke sig plader af metal, fiberbeton, natursten, glas eller træ. I forhold til en beklædning af træ er det værd at nævne, at man på den måde ville kunne undlade dampspærren, og dermed undgå alle dens risici.

Fig. 71

Fletmurværk af blokke og mursten

Blandt ovennævnte beklædningstyper har den integralt, sammenflettede mur, hvor facadesten og bloksten arbejder sig ind i hinanden i særdeleshed fanget min interesse i arbejdet med denne afhandling. Det skyldes hovedsageligt, at denne løsning indstifter en mulig vej, der forener det eksponerede murværks uomtvistelige forcer hvad angår vejrbestandighed og skønhed med blokmurværkets tredimensionelle lastbærende og akkumulerende masse. I kapitlet *To primære tilgange til fænomenet murværk* konstateres det, at nutidens komfort- og energikrav betyder, at den tilgang til murværket der fokuserer på dets synlige overflade og den tilgang der primært er optaget af dets tredimensionelle lastbærende masse i princippet

127 Patentet er udviklet og ejet af lektor, seniorforsker på CDF og Danmarks Designskole, Snorre L. Stephensen samt forsker og underviser på Industriel design, Danmarks Designskole, Peter Mackeprang. Det forventes, at Letvægtsteglets tal for fugttransmission vil ligge noget højere end for alm. teglprodukter. Hvad angår produktets vandoptag/vandafgivelse og dermed frost/tø bestandighed, bliver produktet efter al sandsynlighed klassificeret som tilhørende miljøklasse "aggressivt miljø" i den gældende murværksnorm. I øvrigt er der i skrivende stund indleveret en eksamensopgave på DTU, som bla. omhandler opklæbning af Letvægtstegl på hårde Rockwool batts.

ikke længere kan mødes i ét og samme projekt. Fletmurværket er en interessant undtagelse.

De schweiziske arkitekter Urs Burkard & Adrian Meyer + Partner er et eksempel på en tegnestue der i de senere år har arbejdet fokuseret med at udvikle dette flettede murværk.[128] Blandt andet har de i 1996 udført en skole i Gebenstorf i Schweiz, hvor ydervæggen alt i alt når op på hele 610mm.

Fig. 72

Ligeledes står Burkard & Meyer bag et boligbyggeri i fire etager i Baden (2000). Tegl hele vejen igennem, bortset fra det indvendige lag gipspuds. Men i modsætning til tidligere tiders massive ydermurskonstruktioner af lutter teglsten, er dette en sammenføjning af to yderst forskelligartede teglprodukter. Den velkendte facadetegl, hvis primære egenskaber og form ikke har ændret sig nævneværdigt i de sidste 4000 år i kombination med porotonblokken, som første gang blev sat i produktion i 1969 i Tyskland, født ud af en rationel og højteknologisk tankegang. Den flettede ydermur er altså massiv, men ikke homogen. Det er en sammenbygning af en porøs teglblok (400mm) og en traditionel teglsten (120mm). Blokke og facadesten er muret op samtidigt og disse sammenmures i hvert fjerde skifte, hvor facadestenene vender kopsiden udad og føjes ind i den bagvedliggende blokmur. [129]

Ud over de oplagte indeklimatiske fordele, forbundet med en sådan træg ydervægskonstruktion har denne opbygning den fordel, i modsætning til en konventionel skalmurskonstruktion med hulmursisolering, at det ikke er nødvendigt med dilatationsfuger. Det skyldes dels den tætte sammenfletning af teglblok og teglsten, dels at tegl er et keramisk produkt og fuldstændig formstabilt også efter opmuringen. Dette bidrager for alvor til, at bygningerne også fremtræder udadtil med et særegent homogent, monolitisk udtryk.

Fig.73-74

I stedet for at koble porotonblokke og teglsten sammen vandret kunne det også være interessant at arbejde med lodrette binderkolonner. Enten i form af en regulær sammenmuring eller i form af en selvbærende og stabil skalmur. Porotonblokken fås i mange forskellige tykkelser, og man kunne ved åbninger i muren eller med et fast interval indføre en smallere blok og dermed gøre plads til en indeliggende muret konsol. Alternativt kunne man pr. opmuret etage skære et lodret spor i blokmurværket og dernæst mure skalmuren op. Det åbner for uanede kombinationsmuligheder og mønsterdannelser i murværket. I stedet for indeliggende konsoller kunne stræbepillen måske ligefrem få en interessant renæssance?

---

128 Schittich, Christian (ed.), Einfach Bauen, DETAIL, München, 2005, kap. Massiv, Florian Musso. *Im Schulhaus Brühl in Gebenstorf von Burkhardt Meyer & Partner (1996) ist die Wand als Massivkonstruktion (»Kombi«-mauerwerk aus Verblendern, Leichthochlochziegeln und Luftzwischenräumen) einem verglasten Korridorbereich gegenübergestellt. Das Vokabular wird zur Verdeutlichung reduziert: leicht und schwer. Die Ziegelwand tritt massiv in Erscheinung. p.22.*

129 Med en Porotherm T10 365mm U-værdi 0,26 + en facadetegl 115mm = i alt 480mm U-værdi = 0,25. Alternativ Porotherm T8 425mm U-værdi 0,19 + en facadetegl 115mm = i alt 540 mm U-værdi = 0,18.

Man kunne også forestille sig, at denne kombinatorik blev anvendt til udvikling af etagehøje ydervægselementer.[130] I så fald kunne man betragte de lodrette konsoller, som en art 'lynlås', som mureren samlede elementerne med på pladsen. Altså - en skønsom kombination af fabriksfremstilling og håndværk. I bedste fald ville man ligefrem opnå, at netop samlingen af elementer fremstod som et raffinement og ikke - som det alt overvejende er tilfældet for sandwichelementbyggeriet - et nødvendigt onde.

Fig. 75

Det er for så vidt et eksklusivt stykke murværk, og det forudsætter grundighed fra de udførende. Det er eksempelvis afgørende vigtigt, at fugerne i facaden er helt tætte og fyldte for at undgå indtrængen af regnvand. Men omvendt synes denne opbygning at byde på en optimal ydervægskonstruktion, hvad angår samtlige bygningsfysiske egenskaber.

130 Ideen om poroton og teglsten integreret i et massivt teglelement er udviklet i samarbejde med Ole Vanggaard, Lektor og Akademiingeniør på Kunstakademiets arkitektskole i København, (2005).

Blokmurværkets beklædning

Fig. 65a

Fig. 65a-b. Villa Müller i Prag tegnet af Adolf Loos, 1930. (Walter Zednicek, Adolf Loos, p.163-168).

Fig. 65b

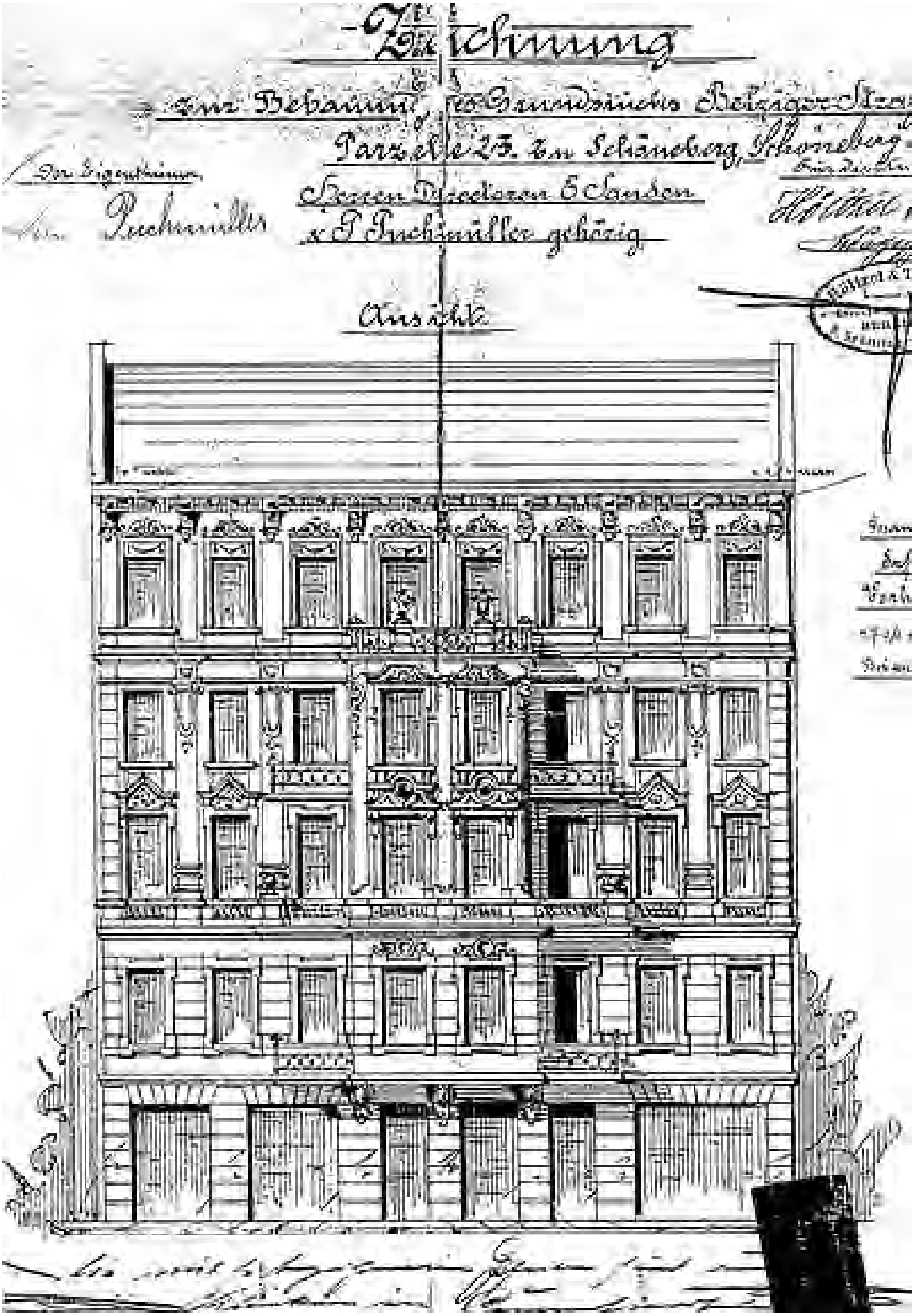


Fig 66a

Fig 66b

Fig. 66c

Fig. 66a-c. I Berlin hvor pudsede facader for alvor tegner bybilledet, har arkitekterne Hild & K. udført en facaderenovering (1999) af en bygning fra 1870. Bygherren ønskede sig at facaden blev ført tilbage i henhold til de oprindelige tegninger, dog uden at fjerne de senere påbyggede karnapper i modernistisk tilsnit. Arkitekterne tog, efter flere i traditionel forstand dygtige forslag, som blev afvist med en begrundelse om, at det ikke var identisk med den oprindelige facadetegning, bygherren på ordet. Samtlige streger på facadetegningen blev kopieret op 1:1 for derefter at blive skåret ud med CNC værktøj i plader af polystyren. Disse nu ret deforme ornamenter/skabeloner blev midlertidigt hæftet på grundpudsen. Dernæst blev facaden påført et sidste lag puds svarende til skabelonernes tykkelse. Skabelonerne efterlod således et relief svarende præcist til hvad der på den gamle tegning i skala 1:50 bestod af den sorte tryksværte. Et bud på noget man kunne kalde en tektonisk postmodernisme. (foto www.hildundk.de).

Fig. 67. Farvens betydning - rødt enfamiliehus.

Fig. 68. Farvens betydning - grå. Atelier i Eichstätt tegnet af Diezinger & Kramer, 2001. (Building with Large Clay Blocks, Detail Practice, 2004, p.104).

Fig. 69a

Fig. 69a-69b. Enfamiliehus i Brühl i Tyskland tegnet af Heinz Bienefeld, 1997. Huset er udført i teglblokke med en selvbærende skalmur foran. (Masonry Construction Manual, Birkhaüser, 2001, p.264-266).

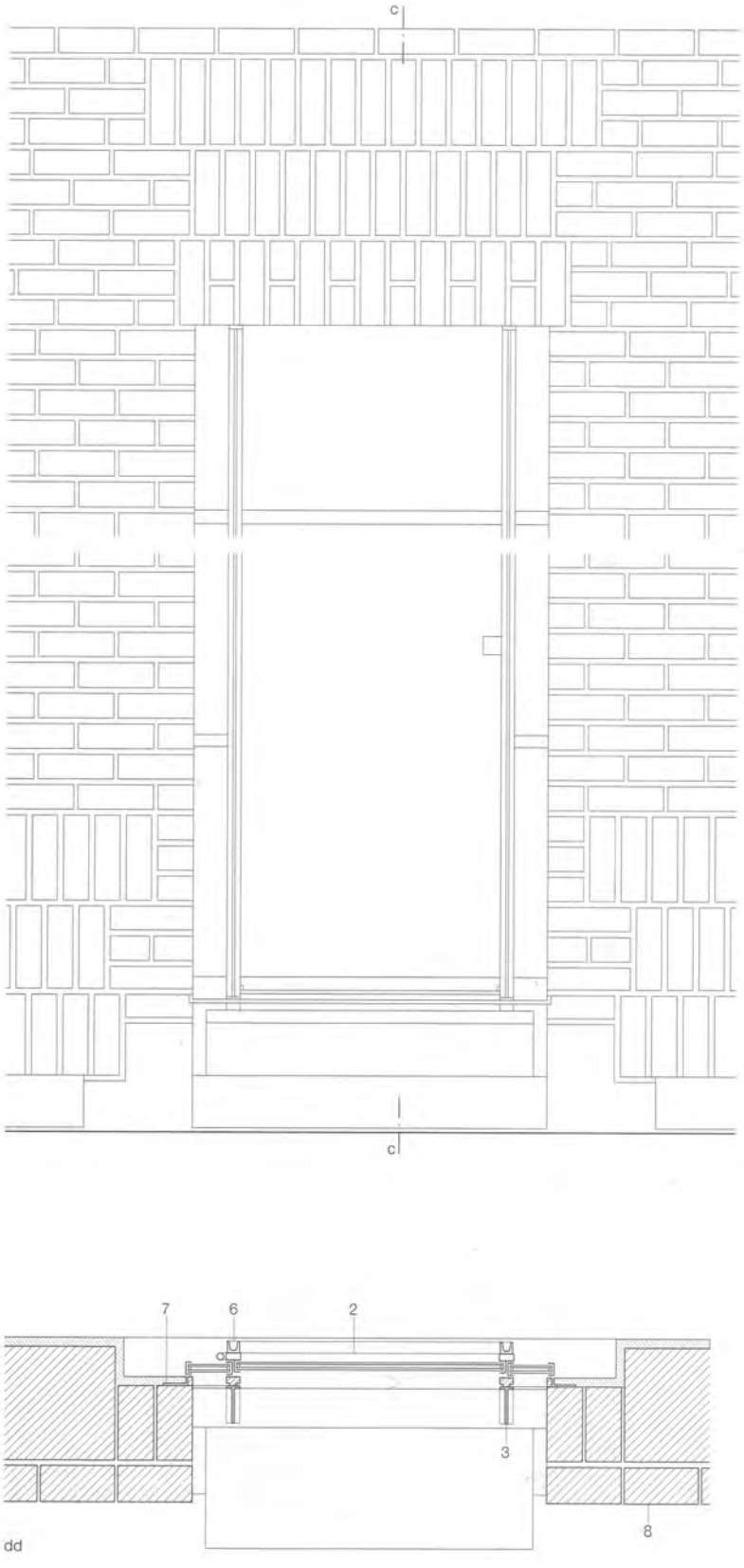


Fig. 69b

Fig. 70a

Fig. 70a-b. Letvægtstegl/Lecategl udviklet af Mackeprang og Stephensen. Hvis prøvningerne på dette nyligt patenteret teglprodukt bestående af en kombination af leca-tilslag og ler som bindemiddel falder ud som forventet, vil dette udgøre en meget lovende beklædningsløsning til blokmurværket. (foto Mackeprang og Stephensen).

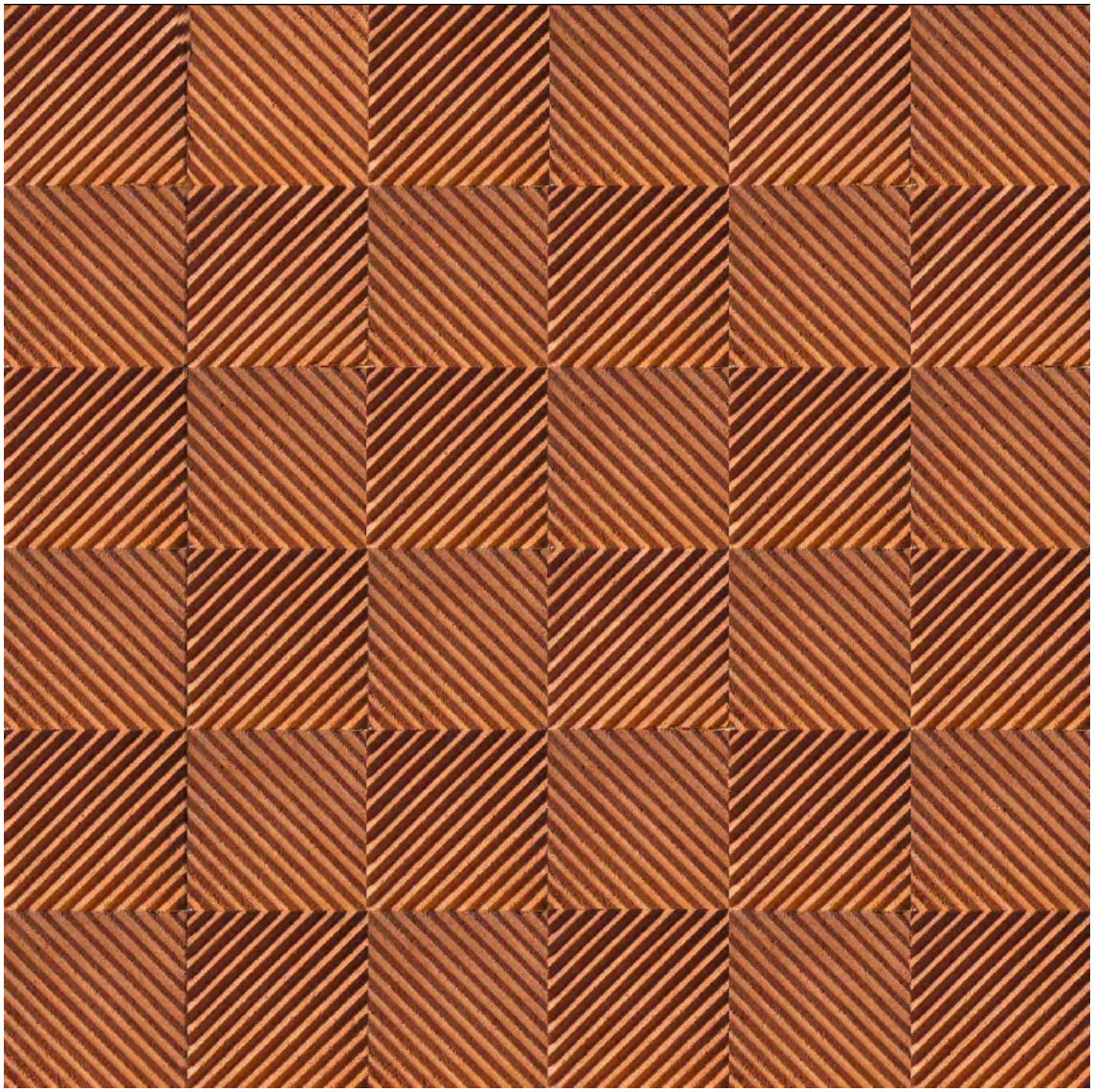


Fig. 70b

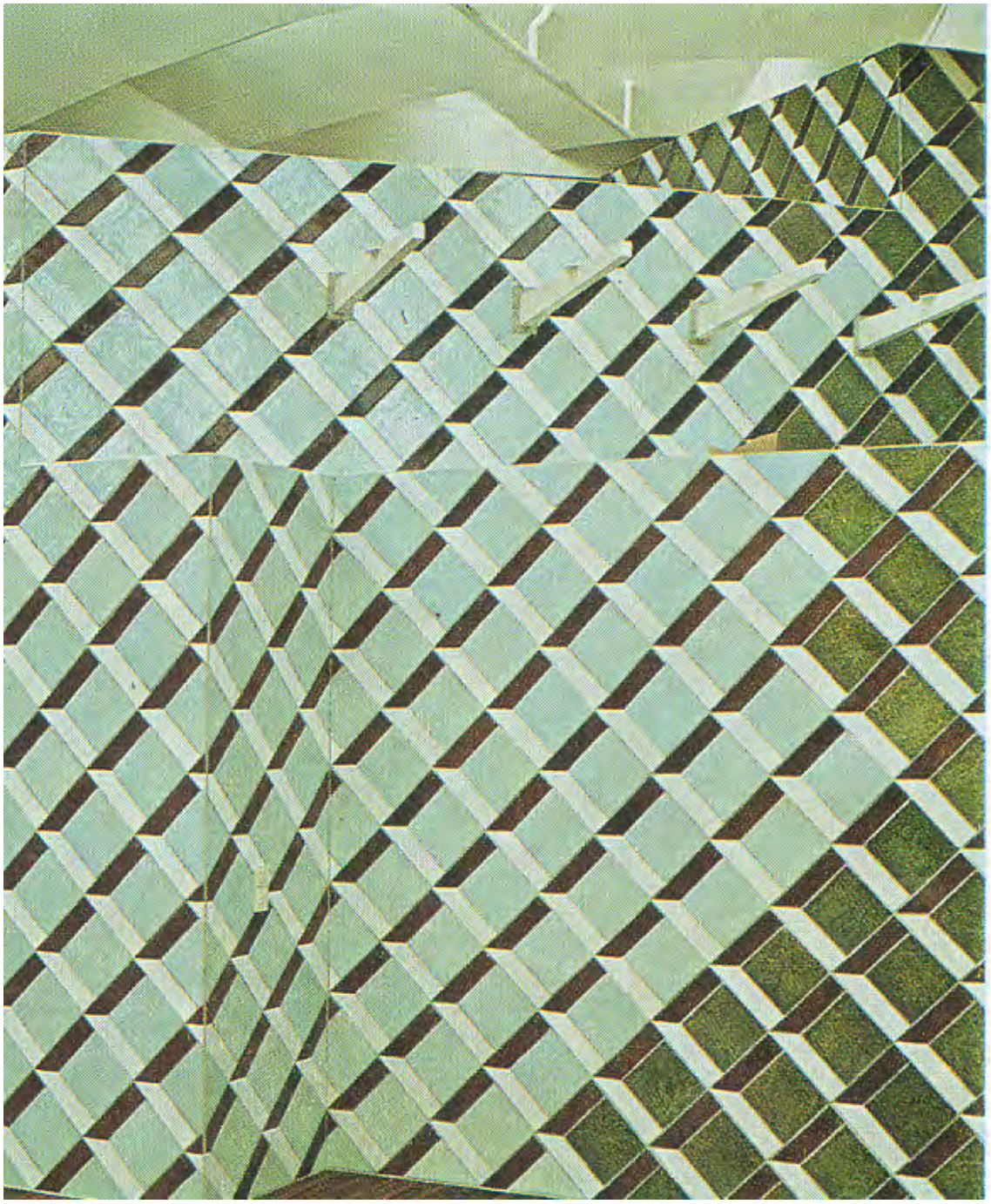


Fig.71a. Flisebeklædning fra Sveriges Riksbank i Stockholm tegnet af Peter Celsing, 1976. (Sveriges Riksbank, its buildings, 1668-1976, p.178).

Fig. 71b. Forskalling for bræddebeklædning. (Eget foto).

Fig. 72a. Fletmurværk. Skole i Wettingen tegnet af Burkard & Meyer, 2001. (Brick Award 2004, p.96).

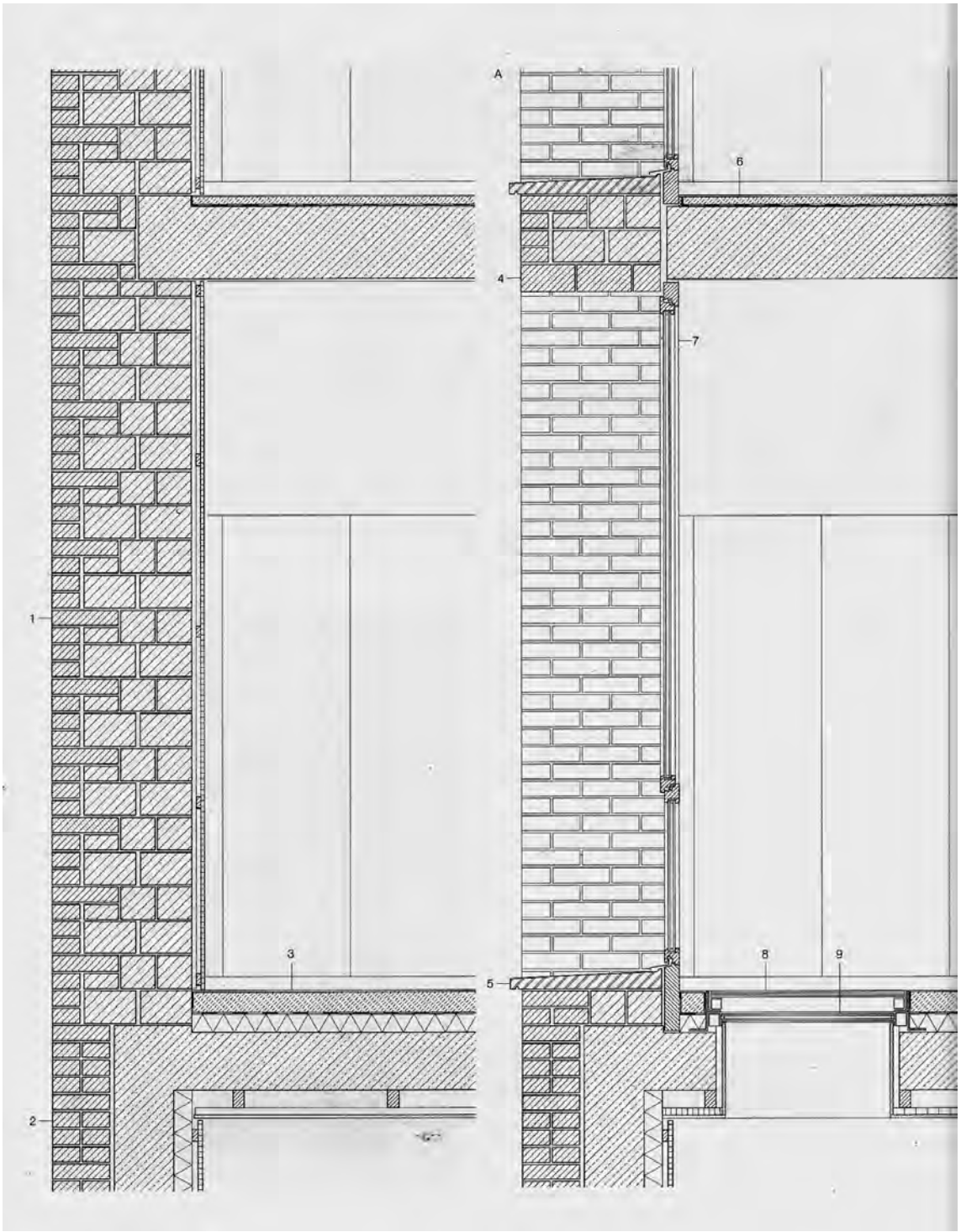


Fig. 72b. Fletmurværk. Snit i ydermuren i Skolen i Gebenstorf tegnet af Burkard & Meyer, (Masonry Construction Manual, Birkhaüser, 2001, p.254).

Fig. 73

Fig. 73. Fletmurværk. Tvillingehuse på Martinsbergstrasse i Baden, tegnet af Burkard & Meyer. (Techtonica 15, Ceramica, p.66).

Fig. 74. Tvillingehuse på Martinsbergstrasse i Baden, tegnet af Burkard & Meyer. Fletmurværk og forbandtmurværk. (Techtonica 15, Ceramica, p.71).

Fig. 74

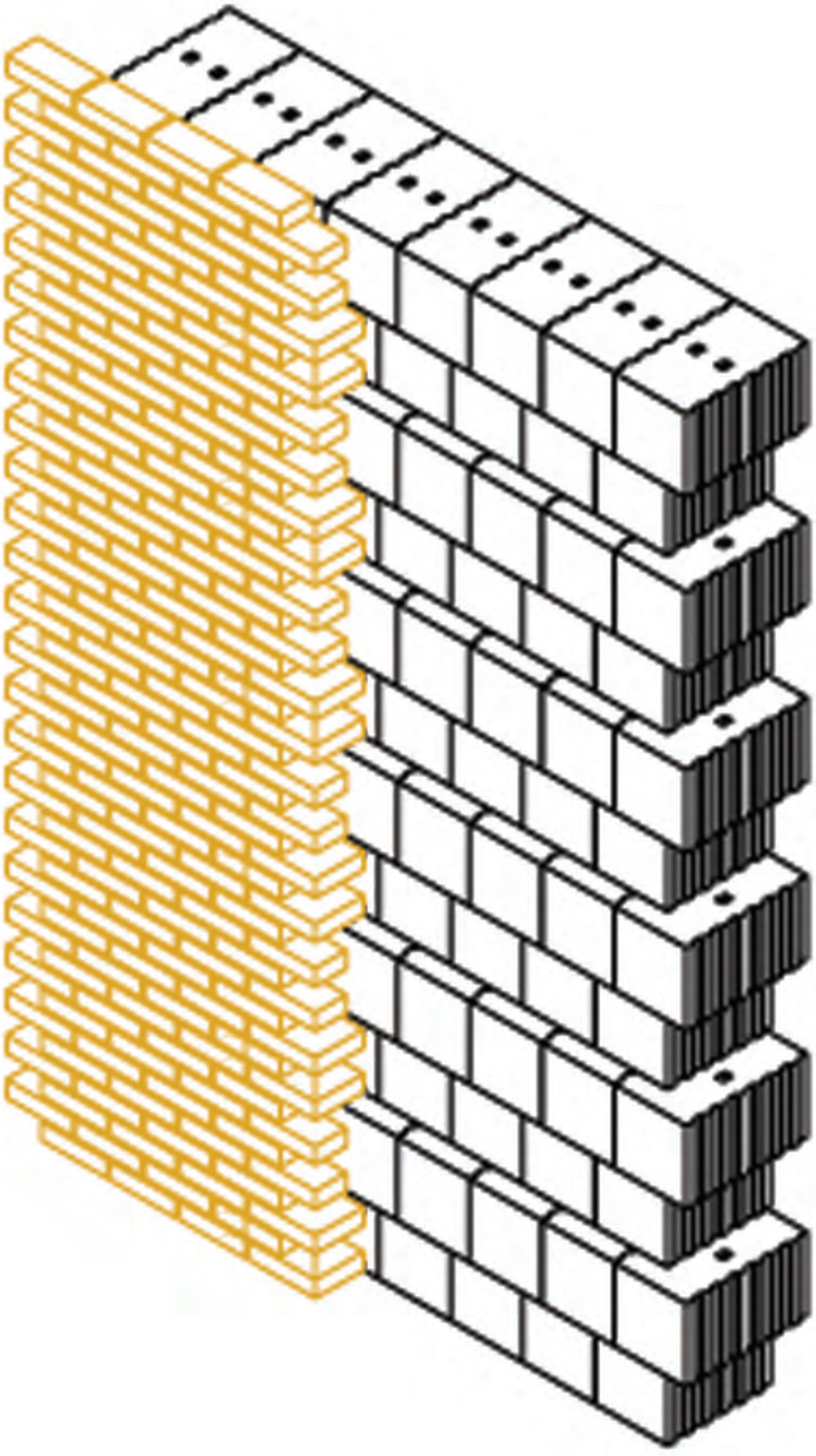


Fig.75a

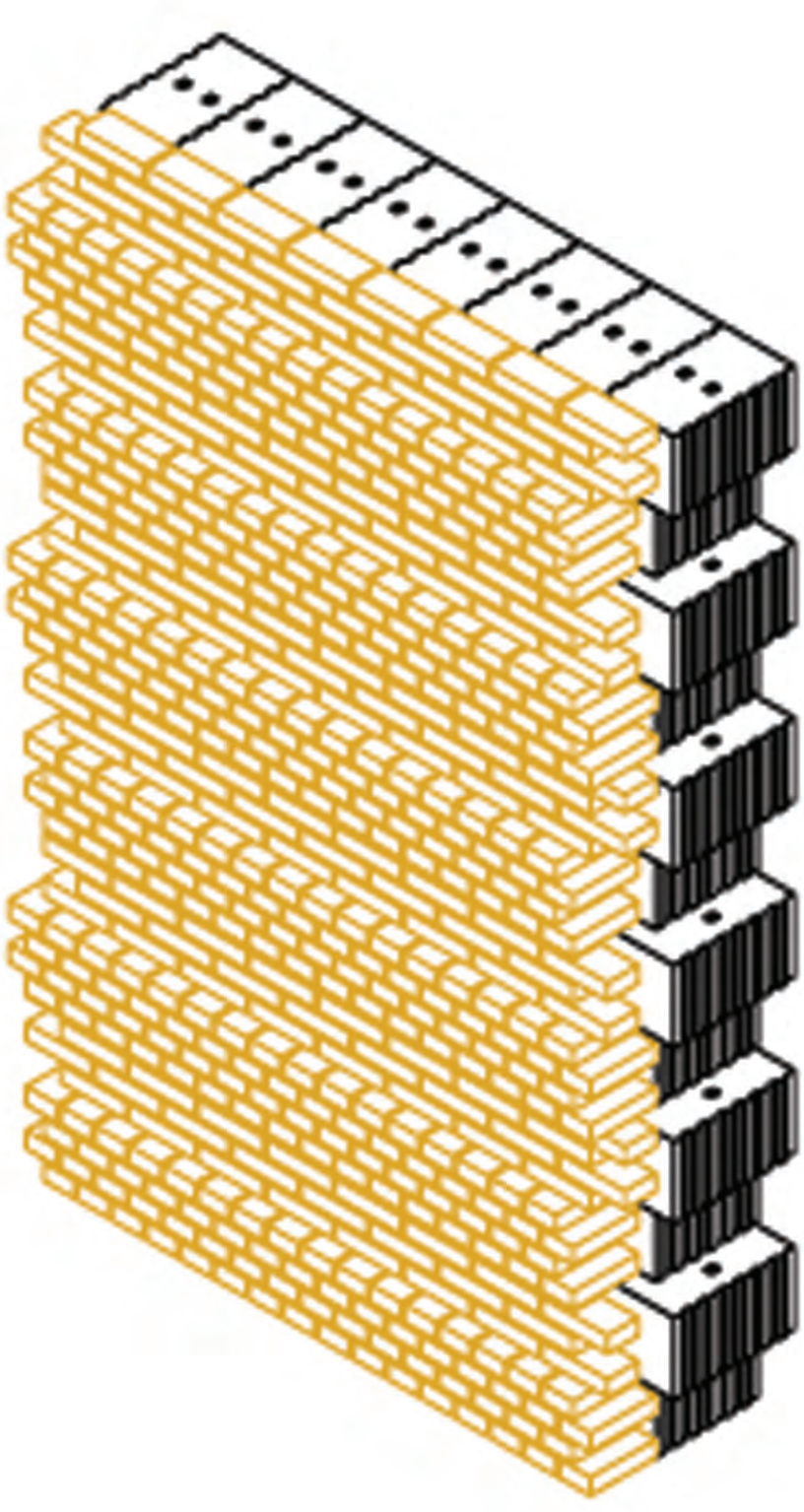


Fig. 75b

Fig. 75a-75b. Fletmurværk - etagehøje ydervægselementer. Vandret sammenmuring. (egne tegninger).

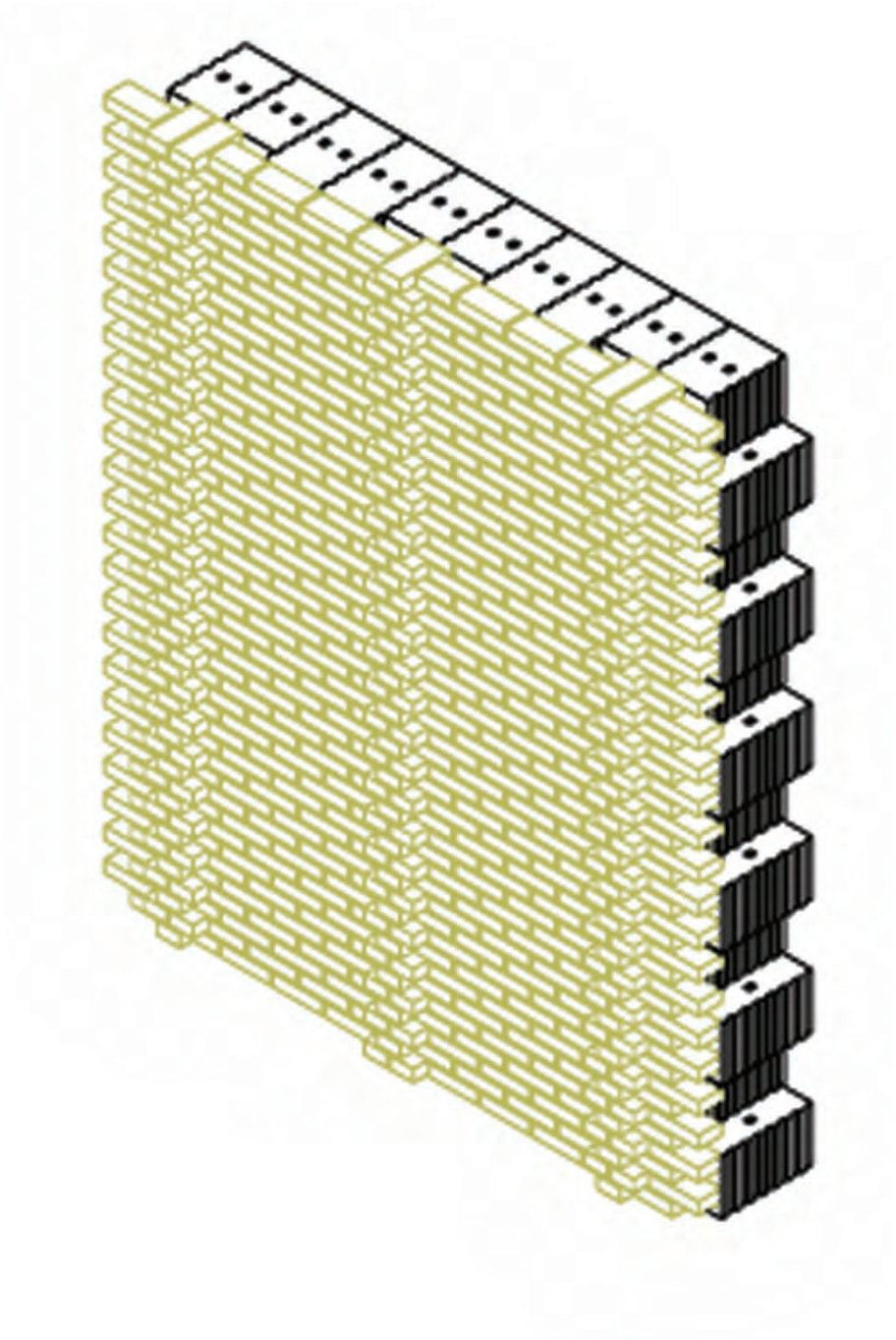


Fig. 75c

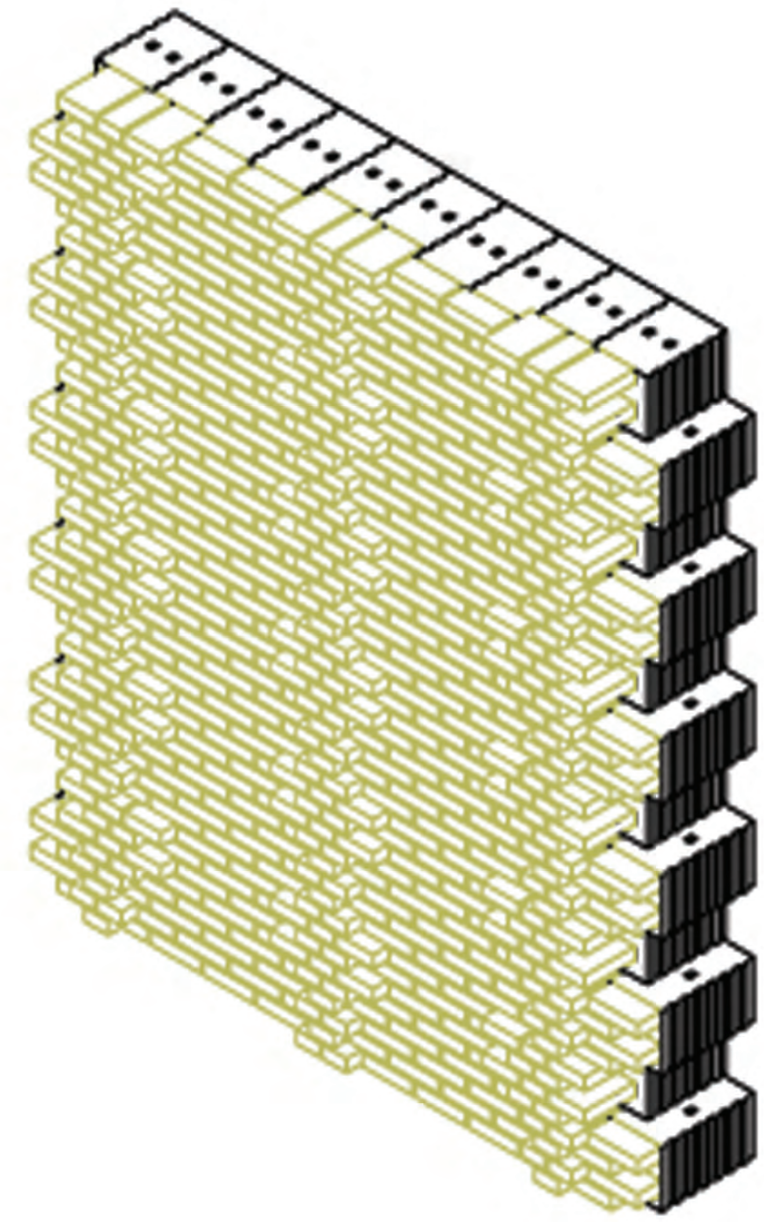


Fig. 75d

Fig. 75c-75d. Fletmurværk – etagehøje ydervægselementer. Lodret sammenmuring. (egne tegninger).

Blokmurværkets arkitektoniske potentiale

Konklusion

En afgørende og enestående karakteristika ved afhandlingens genstandsfelt blokmurværket er, at det er homogent og ikke lagdelt. De mineralske bloktyper, som det homogene blokmurværk opføres i, udmærker sig ved, at deres bærende og isolerende egenskab er integreret i én form/enhed, bestående af en ensartet gennemgående struktur. Det er afhandlingens overordnede påstand, at dette homogene udgangspunkt udgør et afgørende potentiale. Jeg argumenterer i tegning og ord for, hvordan det influerer positivt på aspekter som rumdannelse, statik, bygningsfysik, indeklima, arkitektonisk tilblivelsesproces, arkitektoniske udtryksmuligheder, udførelsen. Intentionen med dette arbejde har været at undersøge, indkredse og udfolde dette potentiale med henblik på at nuancere forståelsen og anvendelsen af blokmurværket i fremtiden.

En kortfattet indføring i murværkets opbygning gennem tiderne skal minde os om, at varierende teknologiske og materialemæssige muligheder alle dage har skabt vekslende syn på ydermuren og dennes overflade.

Blokmurværket genintroducerer fordums massive ydermur, og også i kraft af dets urgamle stablingsteknik er det ladet med arkaiske træk. Dette peger mod stereotomien som værende et afgørende begreb for forståelsen af blokmurværket. Min påstand er, at dette arkaiske ophav vækker lige dele fascination og modstand blandt projekterende. Mindelser om en svunden tid hvor konstruktioner udelukkende var baseret på empirisk viden. Blokmurværkets enkelhed er et gennemgående tema. Men begrebet enkelhed fortolkes og udlægges vidt forskelligt. Det opfattes ikke entydigt positivt. Faktisk har blokmurværket i visse kredse netop det imod sig, at det er for simpelt, for skrabet. Denne afhandling er båret af en fascination af netop det faktum, at blokken trods sin ur-agtige ydre gestalt og materialitet er gjort af et finmasket og optimeret indre væv, som synes båret af en tektonisk teknologi. Dette forhold indskriver den i en nutid.

Der redegøres for blokmurværkets særegne plastiske natur og rumdannende egenskaber. Blokkens homogene og symmetriske tværsnit har en lang række gestaltningsmæssige fordele som jeg eksemplificerer i tegnede knudepunktsprincipper i hæfte 3. I kraft af blokkens sammenhængende tværsnit er den i sig selv stabil, modsat den gængse 10cm bærende bagmur. Det er oplagt

at tværstille blokken og danne hjørner og forsætninger. Jeg påviser, at man med blokmurværket som afsæt kan arbejde langt mere intuitivt med den arkitektoniske tilblivelsesproces end man kan med de fremherskende elementbaserede ydermurssystemer.

Men vil man udfordre tyngdeloven og kræfternes lodrette forløb bør man slet og ret vælge et helt andet byggeprincip end blokmurværket. Blokmurværket danner oplagt flader og evner som udgangspunkt kun at optræde som en lukket masse. Man må erkende at blokmurværket sætter et entydigt skel mellem inde og ude. For at lade lyset trænge ind må man 'fjerne' dele af massen. Blokken er 'ikke-lys'. [131]

Jeg hævder at blokmurværkets enkle natur ligefrem appellerer til at skabe en rumlig variation; man vinder ikke noget tidsmæssigt ved at indføre et styrende vandret modul. Der spores i blokmurværket en stor formmæssig frihed; en mere plastisk og organisk måde at generere rum på. Jeg argumenterer for, at blokmurværket er noget nær det tætteste, man kommer på at modellere en bygning op i ler. Der synes at være en udpræget korporlighed forbundet med det homogene blokmurværk og samtidig en fordring om en inddækning af denne porøse bygningskonstruktion – altså en massiv bygningskrop afhængig af en ganske tynd beklædning. Dette udgør et interessant forhold som afhandlingen søger at udfolde.

Jeg indkredser to dominerende men forskelligartede tilgange til fænomenet murværk. Den ene omhandler murværkets betydningsdannende overflade, den anden er derimod optaget af murværkets lastbærende og rumdannende egenskaber. Jeg konstaterer, at nutidens komfort og energikrav betyder, at disse to tilgange i princippet tilsyneladende ikke kan forenes i én og samme homogene blok. Det er af bygningsfysiske grunde nødvendigt at operere med en forskel mellem ydermurens indre substans og dens ydre overflade. Jeg hæfter mig ved, at det først er med lagdelingen af den moderne ydermur, at interessen for den monolitiske og eksponerede blok skabes. Der hvor opfattelsen af enkelhed har været determinerende, er i spørgsmålet om den eksponerede eller ikke eksponerede blok.

I afsnittet om blokmurværket som eksponeret system udlægger jeg kort den ubehandlede gasbetonens guldalder fra 1950 og ca. tyve år frem. Denne periode var unik, fordi man for en kort stund forenede murværkets lastbærende og isolerende egenskab med dens betydningsdannende overflade i ét stof. Jeg hævder, at til trods for at dette skelsættende udgangspunkt resulterede i mange fremragende og radikale bygninger så lykkedes det kun for dem som formåede at udfordre dette eksponerede system frem for at lade sig diktere af det.

Oprindeligt satte jeg ud for at finde et tilsvarende optimeret/heroisk 'system' bag anvendelsen af isolerende teglblokke. Men des mere jeg søgte, fandt jeg, at netop fraværet af en systematisk binding er særegent for dette

131 En undtagelse er dog de eksklusive lysledende betonblokke, LiTraCon.

blokmurværk og at heri ligger eksplicit dets potentiale/kraft. Jeg argumenterer for, at en alt afgørende årsag til, at det isolerende blokmurværk ikke er bundet af et system, er at det skal beklædes eller overfladebehandles og dermed er skjult bag et andet materiale. Det skal det i kraft af dets gennemgående porøsitet. Jeg når til den delkonklusion, at hvis man - trods de tekniske vanskeligheder forbundet med at kombinere et porøst indre med et vejrbestandigt ydre - sætter sig for at udvikle en sådan blok vil blokkens format og tekstur have afgørende betydning for den mulige arkitektoniske kvalitet. Med henblik på at nedtone systemets dominans går mine anbefalinger på at sløre den enkelte bloks afgrænsning, så denne ikke umiddelbart lader sig udpege i det færdige murværk.

I bestræbelsen på at tage livtag med forståelsen af det eksponerede modsat det beklædte murværk bringer jeg Gottfried Sempers tankevækkende teoridannelser i spil. Semper erklærer slet og ret arkitekturens konstruktive virkelighed som sekundær. Væggen er primært et ornamentalt minde om vævens rytmiske ordningsproces, og først i anden række et konstruktivt bærende element.

Semper opstiller en typologi over menneskets essentielle produktionsformer: vævning af tekstiler, fremstilling af lertøj/keramik, trækonstruktioner (tektonik) og stenkonstruktioner (stereotomi). Semper interesserer sig i særdeleshed for, hvordan de forskellige teknologier udveksler indbyrdes, og han introducerer det avancerede og frisættende begreb 'Stoffwechsel'. Denne teori giver os mulighed for at forstå, at blokmurværket bag en beklædning ikke er en undertrykt størrelse men en grundlæggende teknologi. Stereotomien er blot den groveste af disse teknologier. Ligeledes har skalmuren som sådan en klar berettigelse, og det fører ingen vegne blot at betragte den som en udvandet udgave af fordums massive teglstensmur.

De to grundlæggende begrebsdiskussioner som knytter sig til blokken og blokmurværket er stereotomien og beklædningen.

Hvad ville Semper have ment om de isolerende, homogene blokke og deres manglende evne til at stå ubehandlet? I bedste fald ville han prise blokkene som værende et optimalt underlag for beklædning af enhver observans. Jeg tager eksplicit stilling til fordel for blokmurværket som en krop for beklædning.

Afhandlingen er båret af en skepsis overfor en ellers tiltagende kompleksitet i opbygningen af ydermuren. Afhandlingen forsøger at nuancere den fremherskende blinde tro på, at vejen frem alene er at udskille ydermurens forskellige egenskaber i hver for sig optimerede lag. Det er en byggegrammatik udelukkende baseret på målbare egenskaber. Man overser vigtigheden af at se til helheden og den samlede konsekvens af denne (teknisk) teoretisk optimerede tilgang. I moderne ydervægskonstruktioner bruges mange kræfter på at få styr på de mange konstruktionslag, dels

under projekteringsfasen men i høj grad også på byggepladsen. De utallige komponenter og materialer, som skal mødes og samles er ofte svært forenelige størrelser. Det faktum, at løsningen på kuldebroer er at adskille og løsningen på manglende lufttæthed er at tætne, peger på det grundlæggende paradoks, man som projekterende dagligt skal håndtere. I dag rådner bygningerne modsat tidligere pga. fugt indefra.

Konstruktioner bestående af et meget lille antal materialer giver en enkel byggeteknik og enkle sammenbygningsdetaljer, hvilket er befordrende for en problemfri bygningsfysik og udførelse. Hæfte 2 redegør mere indgående for de bygningsfysiske parametre, der knytter sig til de homogene bloktyper og gennemgår disses tekniske egenskaber en for en. Det homogene blokmurværks grundprincipper er baseret på en helhedstænkning og en stræben efter at forenkle og minimere arbejdsgangene. Den homogene blokmur baserer sig kun på ét gennemgående materiale, så mødet eller samlingen bliver ændret fra at være et sammenstød til en sammenhæng. Afhandlingen tager generelt parti til fordel for de tunge ydermure og priser vigtigheden af at disse modsat de lette højisolerende typer evner at optage og afgive varmen. Jeg slår til lyd for, at man bør opfatte ydermuren som en buffer og ikke en bremse. Blokmurværk i porøse, mineralske, homogene blokke er diffusionsåbne, og teglblokken formår i særdeleshed i kraft af dens porestruktur også at optage og afgive fugt. Jeg påviser bygningsfysiske og arkitektoniske fordele ved netop det faktum, at det porøse blokmurværk skal beklædes.

Det er afhandlingens påstand, at dette enkle byggetekniske udgangspunkt så at sige skaber afsættet for at dyrke og variere sammenbygningsdetaljerne. Netop i kraft af at det homogene blokmurværk skal beklædes, kan man som arkitekt ikke gemme sig bag et kompliceret system. Blokmurværkets enkelhed synes ligefrem at tilskynde arkitekten til at fokusere på de afgørende karakteristika; såsom det rumlige forhold mellem inde og ude, mødet og udvekslingen med terrænet, syntaksen og udformningen af murens åbninger, mødet mellem facaden og taget, overvejelser omkring pudsens behandling og farve eller beklædningens rige muligheder etc.

Teglblokken er udviklet i bygningskulturer hvor 2½ etages byggerier og der under alt overvejende præges af pudsede facader. Jeg er stødt på relativt få eksempler på byggerier, hvor man frem for en overfladebehandling af blokmurværket arbejder med en egentlig beklædning. Jeg mener, den porøse teglblok har et enormt hidtil uudnyttet potentiale som vederlag for beklædningsløsninger af enhver observans. Dels i kraft af dens mange-funktionalitet (isolering + trykstyrke + stabilitet) løst i én homogen enhed, men også fordi teglblokken er enestående formstabil.

En af de beklædningsløsninger, jeg afslutningsvist fremdrager, er det jeg benævner 'fletmurværket'. En ydermur der består af en isolerende teglblok i vandret eller lodret periodevis forbandt med en selvbærende skalmur i tegl-

sten. Min fascination af denne løsning skyldes blandt andet, at fletmurværket forener det eksponerede murværks uomtvistelige forcer hvad angår vejrbestandighed og skønhed med blokmurværkets tredimensionelle lastbærende, isolerende og varmeakkumulerende masse.

Med Sempers stofvekselteorier i den ene hånd og nutidens viden og forståelse for de bygningsfysiske aspekter i bredeste forstand burde vi være i stand til at nuancere de dogmer, som fastholder diskussionen hos dem, som drømmer tilbage til den massive mur i lutter teglsten og dem, som mener, at tegl som materiale kun har en fremtid i form af tynde skærmtegl.

Sammenfatning

Afhandlingen retter sin opmærksomhed mod en enkel og ukompliceret byggemåde, det homogene blokmurværk. Den overordnede hypotese i afhandlingen er, at blokmurværket - ud over de oplagte indeklimatiske og udførelsesmæssige fortrin - har et arkitektonisk, rumdannende og tektonisk potentiale, som der er fremtidsperspektiv i at udvikle.

Anfægtelsen er baseret på en skepsis overfor en ellers tiltagende kompleksitet i opbygningen af moderne ydervægskonstruktioner. Nye behov og problemer søges generelt løst gennem tilføjelse af nye 'lag' i stedet for en egentlig innovativ indsats, der anskuer problemet i sin helhed. Set på den baggrund synes det homogene blokmurværk at indebære muligheden for en ny måde at tænke på. Påstanden er, at blokmurværkets enkle natur danner et særegent udgangspunkt for en mere intuitiv arkitektonisk tilblivelsesproces. En mulighed for at forenkle og forene i stedet for at komplicere og fragmentere. Der er en udpræget korporlighed forbundet med det homogene blokmurværk og samtidig en fordring om en inddækning af denne porøse bygningskonstruktion – altså en massiv bygningskrop afhængig af en ganske tynd beklædning. Dette udgør et interessant forhold, som afhandlingen søger at udfolde.

Afhandlingens undersøgelser tager udgangspunkt i problemstillinger, der generelt melder sig ved tegnebordet. Disse undersøgelser falder i 3 dele opdelt i tilsvarende 3 hæfter. Hæfte 1 opstiller nogle værktøjer i form af teoretisk og faktuelt/praktisk baggrundsstof til indkredsning af blokmurværkets særlige karakteristika. Grundlæggende er det en diskussion af den gængse praksis baseret på den lagdelte ydermur overfor den homogene men beklædte blokmur. Der redegøres for, hvordan man gennem tiderne har haft varierende teknologiske og materialemæssige muligheder og dermed vekslende syn på begrebet 'enkelhed' i relation til ydermuren og dennes overflade. Der hvor opfattelsen af enkelhed har været determinerende for afhandlingens emne, er i spørgsmålet om den eksponerede eller ikke eksponerede blok. Afhandlingen påviser bygningsfysiske og arkitektoniske fordele ved netop det faktum, at det porøse blokmurværk skal beklædes. Der argumenteres for, at vores nutidige opfattelse er betinget af den historiske situation, og med et historisk udblik til afgørende teoridannelser samt andre bygningskulturer søger afhandlingen at skabe et grundlag for en nuanceret forståelse og anvendelse af blokmurværket i fremtiden. Hæfte 1 afsluttes med en diskussion af, hvilke begrænsninger og muligheder, der udspringer af blokmurværket som bærende homogen konstruktion og rumlig afgrænsning samt en konklusion på blokmurværkets arkitektoniske potentiale.

Projektet har sit udgangspunkt i den porøse teglblok, Poroton, og knudepunktsdetaljerne i hæfte 3 baserer sig således udelukkende på denne særlige bloktype. Betegnelsen *Blokmurværk* inkluderer vel at mærke hele familien af

mineralske, isolerende, homogene blokke. Afhandlingens hæfte 2 gennemgår hver og en af disse bloktyper, men afholder sig fra at tage stilling til den ene frem for den anden. Derimod tager afhandlingen generelt parti til fordel for de tunge monolitiske vægkonstruktioner i opposition til de lette lagdelte. Afslutningsvis gennemgås i hæfte 2 mørtelpudstyper beregnet på overfladebehandling af blokmurværk samt eksempler på pudsteknikker.

Hæfte 3 fungerer som en art 'arkitektonisk refleksion' over afhandlingens forskningsmæssige iagttagelser og har til formål at sætte et eksempel for en blokmurværkspraksis. Dette udmønter sig dels i en serie af knudepunktsprincipper. Dernæst peges der på udvalgte bygningsdels-typologier, som eksemplificeres ved hjælp af referencer til eksisterende byggerier i blokmurværk.

På det overordnede plan rummer afhandlingens hæfte 1 således en karakteristik af blokmurværket og et indblik i forskellige syn på blokmurværket og dets potentialer. Hæfte 2 henvender sig primært til den projekterende, der ønsker at orientere sig om, hvilke bloktyper der findes og disses bygningsfysiske fordele og ulemper. Hæfte 3 søger at kvalificere blokmurværkets møde med tyngdeloven, vejrliget og beboeren. Det er tilstræbt, at hvert hæfte kan fungere som en helhed i sig, men samtidig er det håbet, at de, der måtte definere sig selv som henholdsvis praktikere eller teoretikere, vil finde anledning til at forcere disse formelle skel og veksle mellem de forskelligartede hæfter.

Summary

This thesis concerns a simple method of construction: homogeneous block masonry. Its overall premise is that homogeneous block masonry has, in addition to its obvious advantages with respect to indoor climate and easy use, a promising architectural, space-forming and tectonic potential.

The thesis arises from a scepticism of the growing complexity of modern construction techniques for exterior walls, where new needs are met by the addition of a ”new layer” instead of by a truly innovative approach that takes the entire problem into account. In contrast, homogeneous block masonry yields the possibility of precisely such an approach. The assertion of the thesis is that the simple nature of block masonry provides the point of departure for a more intuitive architectural process that simplifies and unites, where prevailing techniques complicate and fragmentize. Homogeneous block masonry has a distinctive physical quality, but because of its porosity it needs to be covered. The thesis attempts to develop the interesting relation between the massive homogeneous material and its thin cover. The investigations in the thesis begin with problems that generally arise at the drawing table. They are divided into 3 parts. Part 1 formulates some theoretical and practical tools for determining the characteristics of block masonry. Basically, it is a comparison of the standard practice based on the layered wall with that based on the homogeneous but covered block masonry wall. It is explained how, through the years, various technologies and materials have led to various concepts of ”simplicity” with respect to the exterior wall and its surface. It is with regard to the question of the exposed or non-exposed block that the concept of simplicity has been decisive for the subject of the thesis. The thesis points out the structural and architectural advantages that arise when porous block masonry is covered. The case is made that our understanding today is determined by history. By taking an historical view of the most important theory constructions and other constructional cultures, the thesis attempts to create a basis for a precise understanding and application of block masonry in the future. Part 1 concludes with a discussion of the possibilities and limits of block masonry as a supporting homogeneous construction and spatial demarcation, and with a conclusion regarding its architectural potential.

The point of departure of this project has been the porous tile block Poroton. (The construction details in Part 3 are based solely on this particular block type.) As used in this thesis, however, the phrase ”block masonry” includes the entire family of mineral, insulating, homogeneous blocks. Part 2 describes each of these block types but refrains from judging which are best. On the other hand, the thesis does express a preference for heavy, monolithic wall constructions as opposed to the light, layered variety. Part 2 concludes

with a discussion of plaster types for surfacing block masonry and examples of plastering techniques.

Part 3 serves as a kind of ”architectural reflection” on the research-oriented observations of the thesis, its purpose being to set an example for block masonry in practice. This leads to a series of construction principles. Attention is then paid to selected construction typologies based on block masonry, and these are illustrated by references to existing buildings.

Thus, at the highest level, Part 1 contains a description of block masonry and various ways of viewing it and its potential. Part 2 is addressed primarily to the building planner who seeks information on the various block types and their structural advantages and disadvantages. Part 3 aims at evaluating block masonry with respect to gravity, the climate and the dweller. The intention has been to make the three parts mutually independent, but at the same time it is hoped that the reader, regardless of whether his interest is practical or theoretical, will be tempted to look at them all.

Ordforklaring

Bagmur

Den inderste del af en ydermur – normalt den bærende del. Kan være af tegl, beton, eller letbeton. Betegnelsen bagmur bruges undertiden også om den indvendige del af hulmuren.

Barrierevæg

En ydervæg som er beregnet til at stå relativt upåvirket af de to forskellige klimapåvirkninger fra henholdsvis ind- og udvendig side. Den skal hindre fugt og varme fra bygningens rum og udefra i at trænge ind i konstruktionen.

Binderkolonner

Se: Hulmur med faste bindere.

Blokke

Blokke er byggesten, hvis basishøjde er mindst 185 mm. Der er ikke en tilsvarende angivelse for bredden.

Buffertvæg

En ydervæg som skal samvirke med de variationer i klimaet som den udsættes for på den ind- og udvendig side. Den skal kunne optage og afgive fugt og varme fra bygningens rum samt udefra og der igennem virke udjævnende.

Bærende murværk

Murværk som anvendes statisk for at bære andre laster ud over sin egenvægt.

Forbandt

Betegnelse for den måde byggestenene i murværket indbyrdes er placeret i skifterne, og hvordan skifterne er placeret indbyrdes.

Homogen

Ensartet; Homogenat: Tekn. Materiale, fx af cellevæv, der ved mekanisk sønderdeling er gjort ensartet.

Hulmur

Fuldmuret mur med hulrum mellem for- og bagmur, evt. fyldt med isoleringsmateriale.

Hulmur med faste bindere:

Hulmur af byggesten, hvor to mure er samvirkende, idet de indbyrdes er forbundet af byggesten, der er muret i forbandt med begge mure i form af binderkolonner.

Keramik

Betegnelsen for produkter fremstillet af en masse, som for en væsentlig del består af ler og kaolin, og som efter formningen er underkastet en brænding.[132]

Kombinationsmur

Dobbeltmur, der består af en skalmur og et andet bagvedliggende konstruktionselement.

Massiv

Modsat hul. Solid, bastant, kraftig.

Massivmur

Sammensat mur med et massivt tværsnit.

Monolitisk

Som hugget ud i én sten; ensartet. Ene-sten. Om (store) sten, som ligger alene i landskabet.

Monomur

Mur med et homogent tværsnit.

Murværk

Murværk er byggesten sammenføjet i forbandt ved brug af mørtel (normal- eller limfugemørtel).

Overfladebehandling

Omfatter enhver påført belægning på eller behandling af overflader. Overfladebehandlinger kan foruden egentlige pudslag omfatte filtsning, sækkeskuring, vandskuring og lignende samt behandling med maling eller imprægneringsmiddel.

Skalmur

Teglstensmur, der ud over sin egenlast ikke bærer andre lodrette laster, og som er fastholdt med trådbindere til en bagvedliggende konstruktion, som i sig selv er stabil over for ydermurens samlede laster.

132 Meyers vareleksikon.

Stereotomi

Konstruktioner bestående af monolitter, massive stenmure, stablede stengærde, kampestensmure eller individuelt perfektionerede, geometrisk bestemte blokke, hvor hver sten har sin individuelle position i et stort puslespil. Kvaderhuggede blokke, kassemure med sten som fast forskalling.

Trådbinder

Et element, som er i stand til at overføre kræfter mellem murede vægge eller mellem murværk og andre konstruktioner.

Varmekapacitet

Mål for en bygningsdels evne til at optage, lagre og afgive varme.

Bibliografi

Abraham, Raimund, Josef Dapra & Dietmar Steiner, Elementare Architektur. Architectonics, Verlag Anton Pustet, Salzburg, 2001

Alberti, Leone Batista, On the Art of Building in ten Books, London, 1988

Allan, Stan, Practice, Architecture, Technique and Representation, Oxon, 2000

Andersson, N.& J. Borgbrant, Byggforskning, Processer & vetenskaplighet, Lund, 2000

Arboe-Rasmussen, Claus, Sten på Sten – H+H-Industri a/s, Farumgaard, 1987

Arkitekturtidsskrift B, No.54 Detaljer, København, 2005

Bang, Henrik L. og Lennie Clausen Murerfagets udvikling, By og Byg Resultater 011, 2001

Beim, Dahl og Sørensen, Homogen Mur – et udviklingsbyggeri, Mølletorvet Slagelse, København, 1997

Beim, Anne, Tektoniske visioner I arkitekturen, København, 2004

Beim, Anne, K. S. Vibæk & T. R. Jørgensen, Arkitektonisk Kvalitet og Industrielle Byggesystemer, Cinark, 2007

Bengtsson, Lasse & Preben Selck, Byggeriets Materialer, København, 2006

Bender, Willi, Vom Ziegelgott zum Industrielektroniker, Bonn, 2004,

BIB, Overfladebehandling af Blokmurværk – anvisning, København, 1997

Biedermann, Nik, Scottish Towerhouses, ETH Zürich, 2005

Bundgaard, Charlotte, Montagepositioner – en undersøgelse af montagebegrebet i industrialiseret arkitektur, Ph.d afhandling, Århus Arkitektskole, 2006

Bötticher, Karl, Die Tektonik der Hellenen, Potsdam 1852

Caminada, Gion A, Stiva da morts - Vom Nutzen der Architektur, ETH Zürich, 2003

Christiansen, Karl, Dodekáthlos – om arkitekturens tektonik, Aalborg Universitetsforlag, 2004

Cornell, Elias, Byggnadstekniken – Metoder och Idéer genom Tiderna, Stockholm, 1979

Dahl, T., P. Sørensen & A. Beim, Den hule mur – et udviklingsprojekt, København, 1992.

Dahl og Wedebrunn, Københavns murede huse i det 20. århundrede, København, 2000.

Dahl, Torben, (ed.) Facaden – Teori og Praksis, Kunstakademiets Arkitektskole, 2003.

Daidalos, Architecture and Technical Thinking, No. 18, December, 1985.

Dansk Gasbeton Aktieselskab, 30 Gasbeton Huse, København,1956.

Dansk Standard, DS 414 Norm for Murværkskonstruktioner, Charlottenlund

2005.
Deplazes, Andrea, Constructing Architecture – Materials, Processes, Structures – a Handbook, Basel 2005
Detail, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Mauerwerk, 1/2, München, 2002, artikel, The Pathos of Masonry, Ákos Moravánszky.
Detail, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Putz und Farbe, 12, München, 2003
TEGL 10, Egenskaber, Falk, C., Kalk- og Teglværkslaboratoriet, 1980
TEGL 18, Overfladebehandling af Nyt Murværk, Bygge- og Miljøteknik A/S, TI-Murværk & MURO, København, 2003
Fernandez, John, Material architecture : emergent materials for innovative buildings and ecological construction, Oxford: Architectural Press, 2006
Frampton, Kenneth, Studies in Tectonic Culture, Cambridge, 1995
Frampton, Kenneth, Álvaro Siza- Complete Works, London, 2006
Frascari, Marco, Tell-the-tale Detail, VIA, no.7.1984
Furrer, Benno, Die Bauernhaüser des Kanton Uri, Basel 1985
Gage, Michael & Tom Kirkbride, Design in Blockwork, London, 1980
Gamerith, Horst, Mauerwerksbau, TU Graz, 1992
Gustavsson, Tomas, Moderna Murverk – Licentiat rapport, Lund 2002
Gustavsson, Tomas, Tegeldetaljer, Arkus i Stockholm, udkommer 2008
H+H-Gasbeton a/s, Sådan bygger man med Gasbeton murblokke, Glostrup, 1973
Hartoonian, Gevork, Ontology of Construction – On Nihilism of Technology in Theories of Modern Architecture, New York, 1994
Hearn, M. F., The Architectural Theory of Viollet-le-Duc, Readings and Commentary, Massachusetts Institute of Technology, 1990
Hegger, Manfred, Hans Drexler & Martin Zeumer, Basics – Materials, Basel 2007
Heidegger, Martin, The Question Concerning Technology, San Francisco 1993
Hertzeel, T. og Westerman, A, Murblockets Yta; Putsning och målning på Murvark av betong och lättklinker, Stockholm 1989
Herzog & De Meuron, Natural History, Canada 2002
Hvattum, Mari, Gottfried Semper and Problem of Historicism, Cambridge, 2004
Hvattum, Mari, Den nakne sannhet: et essay om ornamentikk og arkitektur, Byggekunst, Oslo, 2005, 87 årgang 04
Hugues, Theodor, Klaus Greilich og Christine Peter, Building With Large Clay Blocks, DETAIL Practice, Munchen, 2004
Inyesta, Neus Garcia & Sunyer, Guillem Oliver, Construir en Mares, Mallorca, 1997
Jensen, Thomas Bo, Murstenens Ornamentale Vilje, København, 2002

Kemp, Peter, Teknologifilosofi: en kropsontologi, Philosophia, årgang 20, Århus, 1991

Kilpatrick, Ivan og Jesper Padkjær, Teglsten – reflektioner over samspillet mellem form og teknik, Arkitektskolen i Aarhus, 1995

Kollhoff, H. (ed.), Experimentelles Entwerfen mit Industriprodukten, ETH Zürich, 1995

Könz, I. U., Das Engardiner Haus, Bern, 1994

Larsen, Niels-Holger, Naturstensbygninger, Historie og Vedligeholdelse, Udgivet af By og Land, Foreningen til Bygnings- og Landskabskultur, København, 2001

Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, On Weathering – The Life of Buildings in Time, Massachusetts, 1993

Leatherbarrow, David & Mostafavi, Moshen, Surface Architecture, Massachusetts, 2002

Leitner, Bernhard, Das Wittgenstein Haus, Ostfildern-Ruit, 2000

Loos, Adolf, Spoken into the Void, Cambridge, Mass.: MIT Press, (1921) 1982

Meyer-Bohe, Walter, Mauerwerksbau – Elemente des Bauens, Stuttgart, 1973,

Mostafavi, Moshen, Architecture is not made with the Brain, London, 2005

Mumford, Lewis, Technics and Civilization, New York, 1934

Murerfagets Lærebogsudvalg, Murerbogen, 4 udgave, 2005

Murerfagets Lærebogsudvalg, Puds – før og nu, 2 udgave, 2001

Møller, Jonas, Mur og Rum, Centralforeningen af Murermestre i Danmark, København, 1985

Nakamura, Toshio, Herman Hertzberger, A+U, Japan 1991

Oechslin, Werner, Sergison Bates Architects – Brick-work: thinking and making, Zurich, 2005

Padovan, Richard, Dom Hans van der Laan, Modern Primitive, Amsterdam, 1994

Patterson, Terry L., Frank Lloyd Wright – and the meaning of Materials, Oklahoma, 1994

Pelletier, L. & A. PérezGómez, ed., Architecture Ethics and Technology, Montreal, 1994

Peters, Hans R., Richtig Bauen mit POROTON, Fraunhofer IRB Verlag, 2004

Per, Aurora Fernández, As Built – Caruso St. John Architects, Vitoria-Gasteiz, Spain, 2005

Pfeifer, Ramcke, Arhtziger & Zilch, Masonry Construction Manual, Basel, 2001

Reichel, Alexander, Anette Hochberg og Christine Köpke, Putze, Farben, Beschichtungen, DETAIL Practice, 2004

Ringbom, Sixten, Stone, style and truth the vogue for natural stone in

Nordic architecture 1880-1910, Helsinki, 1987
Ruskin, John, The seven lamps of architecture, New York, 1848
Ruskin, John, The stones of Venice, New York, 1851
Rüegg, Arthur, Jürg Rehsteiner & Toni Wirth, Fenster.Fassade, Annette Gigon / Mike Guyer, ETH Zürich, 1998
Roskam, Albert, L'architecture est un jeu magnifique – Wegweiser durch 30 LEGO Villen, Billund, 1986
Roskam, Albert, The Gate of The Present – 25 Contemporary Lego Gates, with a Historic Introduction, Billund, 1992
SBI-rapport 223, Murværk, København, 1992
SBI-anvisning 35, Teglprodukter, København 1956
Schittich, Christian (ed.), Einfach Bauen, DETAIL, München, 2005
Schultz, Olov & Magnus Månsson, Bärende murverk i moderne arkitektur, Stockholm, 1994
Schumacher, Fritz, Das Wesen des neuzeitlishen Bachsteinbaues, 1920
Schwarz, Rudolf, Von der Bebauung der Erde, Salzburg, 1949
Semper, Gottfried, Die Vier Elemente der Baukunst, Brunswick, 1851
Semper, Gottfried, Style in the Technical and Tectonic Arts; or, Practical Aesthetics, (2 vols. Frankfurt am Main, 1860), Intro. + trans. Harry Francis Mallgrave, Getty Research Inst., 2004.
Stephensen, Hakon, "Arkitekten Carl Petersen" 1."Stoflige virkninger" foredrag ved Kunstakademiets Arkitektskole, 1919
Tardiveau, Armelle, Moulding Assembling Designing – Ceramics in Architecture, Barcelona, 2006
Thyssen, Ole, Teknikkens Verden, Philosophia, årgang 20, Århus, 1991
Turnovský, Jan, Die Poetik eines Mauervorsprungs, Braunschweig, 1987
Vitruvius, Marcus Pollio, The Ten Books of Architecture, (De Architectura), Trans. Morris H. Morgan, Dover Publications Inc., New York, NY, 1960
Voigt, Wolfgang, Heinz Bienefeld 1926-1995, Berlin, 2000
Wang, Wilfried, Minimal kontra Minimalisme, Frankfurt, 1997
Wedebrunn, Ola, Materialernes Egenart og Sprog, København, 2002.
Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Technische Information Ziegelsystem, Hannover, 2007
Wirz, Heinz, Bearth & Deplazes – Konstrukte /Constructs, Luzern, 2005
ZZW Swizzbrick AG, Swizzbrick Mauerwerkshandbuch, Istighofen, 2006

Appendix A

Det var som professor på ETH at Semper skrev "*Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Ästhetik: ein Handbuch für Techniker, Künstler und Kunstfreunde*" (1860).

§ 3 Four Categories of Raw Materials

There are four main categories into which raw materials can be classified according to their technical purpose. Their particular attributes are as follows:

1. pliable, tough, highly resistant to tearing, of great absolute strength;
2. soft, malleable (plastic), capable of being hardened, easily shaped and formed, and retaining a given form when hardened;
3. stick-shaped, elastic, principally of *relative* strength, that is, resistant to forces working vertically along the length;
4. strong, *densely aggregated,* resistant to crushing and compression, thus of significant *reactive* strength. It is thus suited to being worked into any required form by removing parts of the mass or by inserting regular pieces in strong systems, constructed on principles of reactive strength.

On the basis of these four material categories, four main artistic activities can be distinguished inasmuch as they require greater or lesser effort and technical procedures to make the raw material serve a definite purpose suited to its qualification. Accordingly, they can be divided into the following classes:

1. textiles,
2. ceramics,
3. tectonics (carpentry),
4. stereotomy (masonry, and so on).

It is essential for what follows to clarify this classification by adding that every division is to be taken in its broadest sense, which leads to a number of mutual relationships that will be identified and pursued. Each of the technical divisions named above has its own domain of forms whose production is, so to speak, the technique's most natural and most ancient task. Second, each technique has a certain material that can be considered its primeval material, which is the most convenient means for producing forms within its original domain. Later these forms were also made from other materials, and the original materials were used for making forms that belonged to a quite different branch of the arts. Such forms will therefore be stylistically assigned to one or another technique, according to whether their formal or material properties are being considered. Thus ceramics, seen more generally, is not just restricted to clay vessels. It includes the whole category of vessels as well as related glassware, stoneware and metal ware.

Wooden artefacts can also be assigned to this genus as a special stylistic family, for example, barrels, wooden pails, and so on. Even some textile objects, like baskets, are stylistically related to ceramics in this respect. Conversely, there are objects that certainly belong to ceramics from the point of view of materials, inasmuch as they were formed from a soft mass that was then hardened and fixed. But they should be seen as relating to ceramics only secondarily, because formally they are in a different sphere. Objects of this kind include bricks, roof tiles, terra-cotta, and glazed tiles – used both for dressing walls and tiling floors. The glass cubes and coloured clay pegs used in inlay work, as well as other ceramic products, are similar. Stylistically, they may be more properly assigned to stereotomy or to textiles, as they can be used for inlay work related to stone construction and as a dressing for wall surfaces, and so on.

Similarly, textiles encompasses more than actual fabrics, as will be shown below. Tectonics is also a broad field. In addition to timber trusses and the columns that support them, a large number of domestic furnishings are assigned to this realm, as are some elements of stone construction and certain types of metal construction.

Stereotomy includes the art not only of masons and excavators but also of mosaicists, wood and ivory carvers, and metalworkers. Even jewellers derive some of their stylistic principles from this technique.

The interrelations inherent to these processes are very important; they represent the transitions between the four different kinds of artistic activities. Thus textiles combine with ceramics in the above-mentioned wall and floor coverings and with tectonics in wood panelling. Even more important stylistic combinations of the dressing principle with tectonics will emerge below (tubular construction, lattices). In tubular construction, textiles provide the material and tectonics gives it shape; with lattices, tectonics provides the material and textiles give it shape. The work of the goldsmith is also a stylistic composite, as is (in addition to the many other cases that will be considered below) antique stone construction, in which stereotomy appears in combination with tectonics and the principle of dressing.

Metal is the one material that unites all the properties of the raw materials listed above. It can be plastically softened and is capable of being hardened; it is malleable, tough, and resists tearing to a great extent; it is very elastic and has significant relative strength (this is its weakest property because of its excessive elasticity and malleability), and therefore is very useful for stick constructions; finally it is hard, with a very homogeneous and dense aggregate condition offering enormous resistance to crushing. These properties make it more suited than any other material to processing into any desired shape by removing parts of the mass or by combining it with fixed systems. This versatility allows metal techniques to encompass all four classes of technology. Metallurgy also is composed of a larger number of transitio-

nal technical processes not used for any other material. Thus, for example, metal's malleability leads to the important process of embossing. The process of forging is different; it is a transition between handling metal as a malleable tough mass and treating it stereotomically as a dense body. Other processes include stamping, minting, soldering, welding, riveting – all with their particular stylistic features. There are also composite processes, like enamelling, niello, gilding, and many others. All of these should be considered separately and are very important in their influence on the fine arts and architecture in particular. Because metal technology is so significant in the arts and because it is so difficult to place the named (and other unnamed) metalworking processes into the four general classes listed above, a separate chapter will be devoted to metal technology. [133]

133 CHAPTER TWO, Classification of the Technical Arts.
Uddrag fra 'Style in the Technical and Tectonic Arts; or, Practical Aesthetic' 2004; (første engelske oversættelse af Gottfried Sempers 'Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten; oder, Praktische Aesthetik: Ein Handbuch für Techniker, Künstler und Kunstfreunde' 2.vols. 1860), oversat af Harry Francis Mallgrave og Michael Robinson.

Appendix B

Gottfried Semper anvender begrebet tektonik synonymt med arkitektur, andre gange bruger han det til at referere specifikt til trækonstruktioner. Tektonikbegrebet knytter sig oprindeligt til arkitekten og arkæologen Carl Gottlieb Wilhelm Bötticher (1806-99).[134]

Bötticher havde studeret hos Schinkel på Berlins Bauakademie; Bötticher blev senere selv professor i arkitektur på selv samme læreanstalt. Selvom han ikke har efterladt arkitektoniske værker, var hans indflydelse enorm i kraft af både hans undervisning og publikationer.

Böttichers sætter sig for at forstå de love, der bestemmer den græske arkitekturs former. At stille et så grundlæggende spørgsmål var ganske nyt for arkitekturteorien. [135]

En af kvaliteterne i Böttichers tektonik er, at han viste, at der rent faktisk eksisterede en indre forbindelse mellem struktur og udsmykning. Fordi han skelnede imellem *kunstformer* og *arbejdsformer* var det muligt for ham at udvikle en måde at analysere arkitektur på, hvor kunstformer viser sig at være analoge repræsentationer af de statikopgaver, som arbejdsformerne udfører.[136]

Semper var både inspireret og oprørt over Böttichers tektonik spekulationer. Semper afviste Böttichers teorier om imitation samt ideen om at *kunstform* var et direkte udtryk for arkitekturens iboende *kernform*. Han var dog imponeret over Böttichers analyser af det arkitektoniske ornament, hvilke han var meget afhængig af da han udviklede sin egen forståelse af Beklædning.[137] Bötticher ville sandsynligvis have fundet blokmurværket inderligt uinteressant. Her er ikke mange iboende strukturer at udtrykke i kunstformerne.

---

134 Hvattum, Mari, Gottfried Semper and Problem of Historicism, Cambridge, 2004, p.58.

135 Arkitekturtidsskrift B, No.54 Detaljer, København, 2005, kap. Nogle 1900-tals synsvinkler på ornamentets karakter og betydning, "*Opbygningen af Die Tektonik der Hellenen (først udgivet i 1844) er helt anderledes end den, der bruges i arkitekturafhandlinger i den klassiske Vitruvianske tradition. Den består ikke af et sæt stik med korte kommentarer til, begyndende med arkitekturens fem ordener, sådan som Palladio og Serlios afhandlinger gør det. I stedet falder den i to dele. Den første præsenterer en tektonisk analyse af de græske arkitektur-former, mens den anden del helt og holdent er viet til de græske templer".* Caroline van Eck, p.199.

136 Ibid. p. 202.

137 Hvattum, Mari, Gottfried Semper and Problem of Historicism, Cambridge, 2004, p. 63.