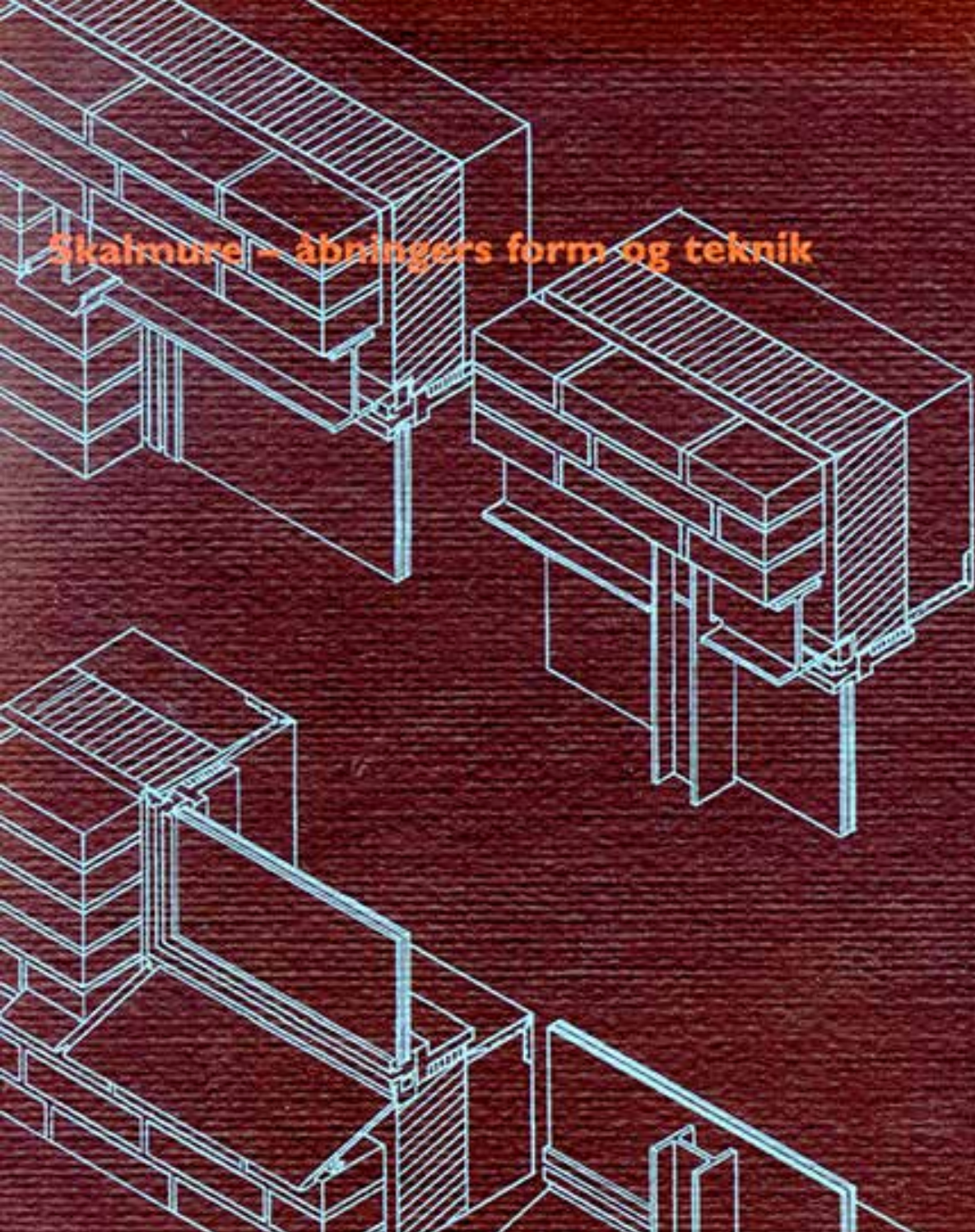
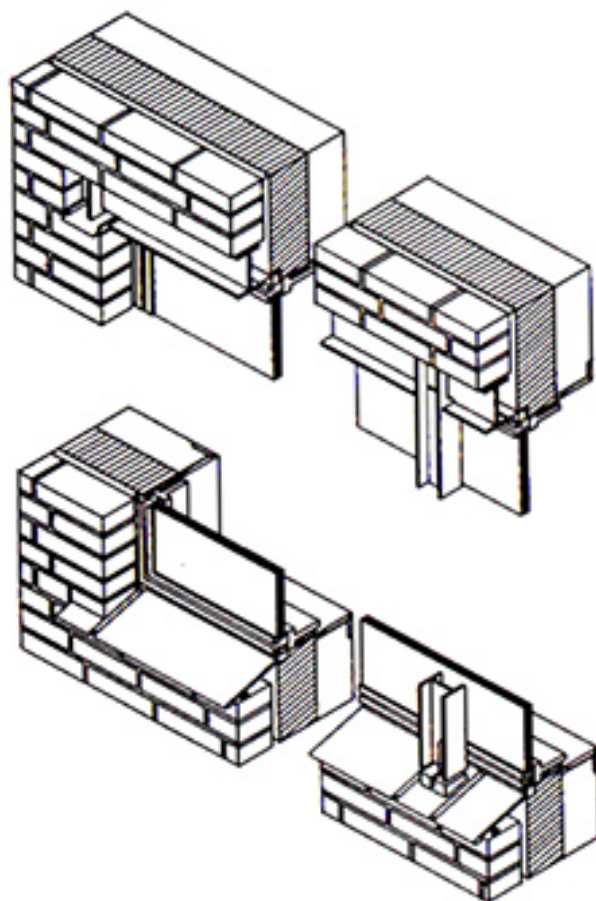


27

Skalmure – åbnings form og teknik

TEC
OL



Skalmure - åbningers form og teknik

TECH

Indhold:

Form og teknik 6

Vitruvius 6

Formens teknik - teknikkens form 7

Den murede ydervægs udvikling 10

Varmeisolering 10

Stabilitet 10

Karakteristik af skalmuren 12

Stabilitet og bæreevne 12

Bevægelser 13

Slagregn og fugtisolering 14

Byggeteknik 14

Stoflighed 16

Kritikken 16

Åbninger i skalmure - analyser, problemer og løsningsforslag 18

Varmeisolering 18

Fugtisolering 20

Overlukning 21

Murfælde og lysninger 25

Sålbænke 27

Vinduesfastgørelse 29

Fuger omkring vinduer 30

Forslag til teknikkens form 32

Efterskrift 34

Teglpjece 27

er udgivet af Murerfagets
Oplysningsråd.

Materialet er udarbejdet af
Arkitektfirmaet Kjær & Richter A/S
og Arkitektskolen i Aarhus.

November 1996

Redaktion:
Forlaget Tegl
Peblinge Dossing 36
2200 København N
Telefon 35 37 25 00

Grafisk tilrettelæggelse:
Ribeberg & Munk.

Isbn. 87 88 925 28 5

Eftertryk er tilladt med gengivelse
af indde.

Skalmure - åbningers form og teknik

Nærværende projekt er iværksat af Arkitektskolen i Aarhus og støttes af Direktør E. Danielsen og Hustrus Fond.

Projektet har baggrund i teoretiske studier ved Arkitektskolen om "Form og teknik", studier affødt af den voksende kritik af det urbane miljø, der opstår i forbindelse med nybyggeri. For at fremme omsætningen af ideer og eksempler til praksis henvendte Arkitektskolen sig til arkitektfirmaet Kjær & Richter A/S med henblik på at videreudvikle emnet form og teknik i samarbejde med Peder Gammel, lektor ved Arkitektskolen i Aarhus.

I forsøg på at overskue et stort problemfelt blev projektet afgrænset til "Åbninger i murede facader". Undervejs har rapporten "Den hule mur" og dens kritik af skalmuren og kuldebroisoleringen bevirket en yderlig afgrænsning til "Åbninger i skalmure" med fokus på forholdet mellem form og teknik.

Forfattere:

Arkitektfirmaet Kjær & Richter A/S
ved arkitekt m.a.a. Poul Henning Sørensen.

Peder Gammel, ingeniør, lektor ved Arkitektskolen i Aarhus,
Afdelingen for Byggeteknik.

Form og teknik

Arkitektur kan ikke adskilles fra materialer og konstruktion, som er bestemt af klima, bygningsfysik, byggeteknik, økonomi og mange andre faktorer - ikke mindst den ønskede form. Hele dette kompleks af indbyrdes afhængige faktorer søges ofte samlet under to begreber: form og teknik, hvorefter der tit opstår forvirring, uenighed og vidt forskellige tolkninger af disse begreber. Hvor kommer de fra og hvad mener man med dem?

Vitruvius

På kejser Augustus' tid skrev arkitekten Vitruvius ti bøger om arkitektur og disse bøger har bidraget med mange begreber og står som det gennem alle tider mest indflydelsesrige skrift om arkitektur.

I den første bog kap. III skrev han, at arkitektur bør bygges med tilbørlig hensyn til:

venustas

utilitas

firmitas

Disse fordringer til arkitekturen er blevet kaldet den vitruvianske treklæng og er blevet gjort til genstand for skiftende tiders tolkninger. Således er den kilde til begreberne form og teknik.

I Gyldendals latin-dansk ordbog finder man følgende almene oversættelser:

charme
ynde
skønhed
smag

brugbarhed
nytte
fordel

fasthed
styrke
stand-
haftighed
udholdenhed

og i skrifter om arkitektur finder man fra vort århundrede ofte den vitruvianske treklæng udlagt som:

æstetik

funktion

konstruktion

og efterhånden hyppigst som:

form

funktion

teknik

Når venustas tolkes som form, og firmitas som teknik, oplever man umiddelbart en reduktion af de oprindelige fordringer. Treklængen ses i det hele taget at være konfliktfyldt (hvad den sandsynligvis altid har været):

Formen orienterer sig mod skiftende -ismer og formidealer. Funktionen retter sig efter aktuelle, men foranderlige behov. Teknikken følger den teknologiske udvikling og reguleres af en kortsynet økonomi uden omsorg for firmitas.

Form, funktion og teknik fostres og reguleres således hver for sig af helt forskellige samfundsfaktorer og giver uafledigt anledning til forvirring og uenighed og behov for afklaring. For os har det især været påtrængende at få begrebet teknik defineret nøjere.

Mens *firmitas* står for en egenskab (holdbarhed) i det færdige resultat, står teknik for fremgangsmåder for at nå et resultat. Hvorfor bliver *firmitas* til teknik, og hvad omfatter teknik?

Når man i vor tid har foretrukket *konstruktion* og *teknik* som tolkninger af *firmitas*, kan det ses som udtryk for, at fremgangsmåden for at nå et resultat har fået voksende betydning med tendens til at blive mere interessant end selve resultatet.

Mens *konstruktion* kan betyde både resultatet (*konstruktionen*) og fremgangsmåden (det at konstruere), flytter teknik interessen alene til fremgangsmåden, og teknik er forbundet med læren om teknik, dvs. *teknologi*.

Teknik reguleres i dag først og fremmest af økonomi, og for økonomien er holdbarheder ud over en 30-årig afskrivningsperiode normalt uden indflydelse på driften og huslejen. Som følge af denne herskende økonomi fremkommer ofte resultater med stor flygtighed, og i sådanne tilfælde resulterer teknik altså i det modsatte af *firmitas*.

Teknik udfolder sig under disse vilkår, og i det følgende ser vi teknik således:

Den henter sin fornyelse og vitalitet i en hastigt udviklende

teknologi, men reguleres af økonomien. Den befinder sig i et modsætningsfyldt spændingsforhold mellem økonomi og et tidssvarende teknologisk baseret formsprog og mellem økonomi og holdbarhed. Teknik bliver efter den vitruvienske treklange en meget rummelig kategori, som foruden holdbarhed (*firmitas*) og teknologi også omfatter de fysiske funktionskrav (...at lede vand væk...osv.).

Formens teknik - teknikens form

Forholdet mellem form og teknik i murede facader har arkitekturhistorisk svinget mellem yderpunkterne, hvor enten teknikken tilpasser sig det arkitektoniske udtryk i, hvad man kunne kalde *formens teknik*, eller hvor teknikken og materialet fremhæves og danner udgangspunkt for det, man kunne kalde *teknikkens form*.

På den hjemlige arkitekturscene fra nationalromantikken til den funktionelle tradition spiller murværk hele tiden en fremtrædende rolle. Hos Nyrop og Kampmann ser man, hvordan murerhåndværkets teknik, krydret med visse dekorative led, danner udgangspunkt for det arkitektoniske udtryk i *teknikkens form*. Under påvirkning af den internationale modernisme, og udvikling af nye teknikker; bl.a. jembetonen, sker der senere herhjemme et brat skifte til det, vi ser som *formens teknik*. Man fastholder brugen af tegl, men bryder med århundredgamle konstruktionsprincipper for at give bygningerne en eftertragtet lethed og et abstrakt udtryk.



Teknikkens form
Nj. Fjords Gades Skole,
Århus.
Arkitekt: L.A. Petersen



Formens teknik
Skovangsskolen, Århus
Arkitekt: A. Mortensen og
H. Sølling-Mortensen

I byggeriet fra de sidste tre årtier findes meget varierende og ofte uklare forhold mellem form og teknik, og man ser ofte, at formen ikke tager teknikken alvorligt, og at teknikken ikke tager formen alvorligt.

Muråbningerne har en væsentlig betydning for facadens karakter og den arkitektoniske helhed. Vinduernes placering i murhullerne har indflydelse på bygningens visuelle tyngde eller lethed. De tekniske løsninger og detaljeringen af murhullernes enkelte led er med til at fremhæve eller sløre virkningen af tyngde eller lethed og har en egen fortælleverdi som udtryk for forholdet mellem teknik og form.

I den nationalromantiske periode, hvor der er tale om teknikens form, spiller håndværket, materialerne og de enkelte leds funktion og tekniske virkemåde en afgørende rolle for det arkitektoniske udtryk.

Vinduets dybe placering i murhullet og de kraftige skyggevirkninger giver bygningen visuel tyngde, hvilket yderligere fremhæves af overlukningens form, der fortrinsvis udgøres af murbuen og af de dybe skrå sålbænke.

Buens tekniske virkemåde understreges i detaljen ved hjælp af vederlags- og slutsten. Sålbænken ses ofte udført af formsten med vandnæse og udformet med kraftigt fald og fremspring fra murfladen. Sålbænken fremhæver således dens funktion: at lede regnvand bort fra vinduet og fri af facaden.

Med nyklassicismen underlægges teknikken et formmæssigt hensyn, hvor det er fladevirkning, symmetri, proportionering og en taktfast inddeling af facaden, der er fremherskende.

Vinduet trækkes frem få cm fra facadeplanet, hvorved bygningen fremtræder med en visuel lethed. Murværkets fladevirkning betones med symmetriske murpiller.

Overlukningen udformes som lige stik og udføres symmetrisk med en stander i midten og præcist tilhugne sten, således at overside og underside af stikket flugter med de vandrette fuger i facadeens skiftegang. Såløbningen udformes med svagt fremspring udført tyndt og præcist af kobber eller skifer.

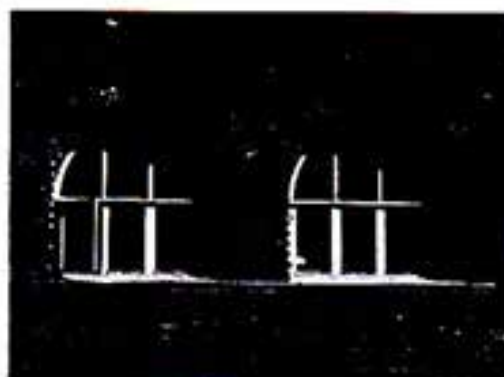
Efter påvirkningen af den internationale funktionalisme slettes al fortælling om murværkets konstruktive virkemåde.

Vinduet trækkes helt frem i facadeplanet og placeres i murprismets hjørne eller føres rundt om hjørnet, hvorved bygningskroppen visuelt fremtræder som vægtløs i trods mod tyngdeloven.

Teknisk muliggøres denne løsning ved at overlukningen udføres med skjult, indmuret jernbeton- eller stålbjælke. Skifterne hænger i stritter indstøbt i betonbjælken eller er indmuret i stålbjælkens krop.

Muråbningen tegner sig herved som et abstrakt hul skåret ud af murfladen, hvilket understreger det vægtløse. Selve vinduet udføres i smalle stålprofiler og udgør sammen med sålbænken af stål et stoffigt hele, hvorved sålbænken fremtræder som vandnæse på vinduet.

Denne abstrakte vægtløshed ser vi som *formens teknik*.



Nationalromantik
Århus Købmandsskole.
Arkitekt: C. Hanild



Nyklassicisme.
Post og Telegrafbygning i Randers.
Arkitekt: H.J. Kampmann og
C. Hanild



Muret funktionalisme.
Århus Universitet.
Arkitekt: K. Fisker og
C.F. Møller

Den murede ydervægs udvikling

Varmeisolering

Ydervægge i det murede byggeri har udviklet sig fra massive mure over hule mure med trådbindere til de nutidige skalmure. Udviklingen blev i første omgang drevet af interessen for at spare materialer. Senere kom 2. Verdenskrig, brændselsknap-heden og interessen for at forbedre bygningernes varmeisole-ring. Efterhånden blev det almindeligt at fylde varmeisolerende materiale i de hule mure. Udviklingen skete parallelt med ændringer i opvarmningen af boliger fra kakkelovne placerede i rum med skorsten og til centralvarme med fuld opvarmning af alle rum. Beboerne har vænnet sig til den forøgede komfort, og en tilbagevenden til kolde ydervægge og uopvarmede rum ville uden tvivl opleves som et tilbageskridt. Moderne byggeri i vort klima må på alle sider være omsluttet af en varmeisolerende klimaskærm, og med de materialer og de teknikker, byggeriet benytter sig af, vil klimaskærmen overalt være lagdelt, og i dag må tykkelsen af det varmeisolerende lag af varmeøkonomiske grunde op på mindst 125 mm mineral-uld, hvilket svarer til kravet i seneste udgave af Bygningsreglementet, BR 95.

Stabilitet

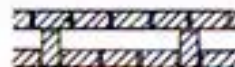
Udviklingen har haft indflydelse på murede facaders bæreevne. De massive mure har en betydelig bæreevne-reserve og har i hundredvis af år været i stand til at tilpasse sig tidernes skiftende stilarter:

Med indførelsen af de hule mure med trådbindere forsvandt

bæreevne-reserven. Selv i små enfamiliehuse er det nødvendigt at afstive murene, og afstivningen udføres oftest som et skjult bindingsværk af indmurede stålprofiler. Det væsentligste problem blev nu at sikre tilstrækkelig stabilitet af ydervægge udsat for vindlaster. Kræfterne fra vindlaster udsætter væggen for udbøjning vinkelret på facadeplanet. Væggen udsættes for bøjningsmomenter, og uden tilstrækkelig stabilitet over for disse bøjningsmomenter, falder murværket sammen. Tidligere opnåede murværket tilstrækkelig stabilitet ved hjælp af tyngde og tykkelse. Denne stabilitet blev i hulmuren for lille til at modstå vindlasterne, og man begyndte bevidst at udnytte murværkets bøjningsstyrke. Sker udbøjningen af væggen således, at den i brudsituationen revner vandret i en lejefuge, må væggens bøjningsstyrke anses udelukkende at afhænge af tyngden af det overliggende murværk, som forsøger at klemme revnen sammen. Denne bøjningsstyrke er for hulmure med halvtens for- og bagmure sædvanligvis for ringe til at gøre væggen stabil over for vindlaster. Resulterer udbøjningen derimod i at væggen i brudsituationen revner lodret, opnås på grund af forbandtet en væsentlig større bøjningsstyrke, som kan udnyttes til at give væggen tilstrækkelig stabilitet over for vindlaster. Afstives væggen både lodret og vandret, således at væggens udbøjning tager form af en polstret pude, vil revnerne i brudsituationen løbe skråt fra midten ud mod hjørnerne, og også i denne brudform udviser murværket en bøjningsstyrke, som kan udnyttes til at give væggen tilstrækkelig stabilitet over for vindlaster.



Massiv mur



Hulmur med stenbindere



Hulmur med trådbindere



Kombinationsmur

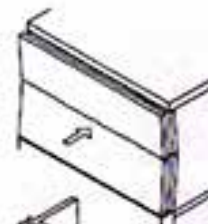


Skalmur

Hulmursydervægge skal derfor opdeles i felter af lodrette afstivninger, og det vigtigste er nu at sikre, at feltstørrelserne ikke overskrider givne grænser afhængig af vindlast, sten- og mørteltype samt åbningers antal, størrelse og placering. Er der eksempelvis både et vindue og en dør i ydervæggen i et rum, vil feltet som oftest have for ringe stabilitet over for vindlasten, og feltet må underdeles af en lodret afstivning mellem vinduet og døren.

Husets tværskillevægge virker som lodrette afstivninger af ydervæggen, og ønsker man på et tidspunkt at fjerne en tværskillevæg, må man af hensyn til murfeltets stabilitet etablere afstivning på anden måde, for eksempel ved indmuring af et stålprofil.

Fra massiv mur til skalmur



Vandret brudlinie



Lodrette brudlinier



Skrå brudlinie



Afstivning med stålprofil

Brudlinier for vindlast på hulmur

Karakteristik af skalmuren



Betonelementer til skalmuring



Skalmuring

Stabilitet og bæreevne

Med det industrialiserede byggeri ændredes de murede facader til kombinationsmure eller skalmure. I kombinationsmure er bagmuren oftest af letbeton, som i kombination med formuren af tegl sikrer stabilitet over for vindlaster på samme måde som beskrevet for hulmuren. I skalmure består bagmuren af en konstruktion, oftest beton, med større stivhed end teglskalmuren, og stabiliteten over for vindlaster sikres af bagmuren alene. Skalmuren afstives af bagmuren via trådbindere af rustfast stål eller tinbrønde, og der er hermed statistisk set sket en afklaring i forhold til hulmuren og kombinationsmuren. Ydervæggen har frigjort sig fra bindingen til afstivende tværskillevægge eller indmurede stålprofiler.

Skalmuren bærer kun sig selv, og når en halvstens skalmur er fastholdt til en stabil "bagmur" af ca. 4 rette og effektive trådbindere pr. m², er den praktisk taget fastholdt mod udknækning. Derved er det meste af murværkets trykstyrke til rådighed for optagelse af den vertikale last, dvs. dets egenlast.

En sædvanlig halvstens skalmur af massive teglsten klasse 15 MPa opmuret i mørteltype KC 60/40/850 vil således kunne bære sig selv i en højde over 80 m uden åbninger, og over 20 m, hvis åbninger for eksempel reducerer murfladen til piller med pillebredde på en fjerdedel af murfladen. Derimod vil trådbindere næppe vedvarende kunne holde til de store differensbevægelser, som uundgåeligt forekommer mellem for- og bagmur i 80 m høje hulmure.

Holder man sig til de almindeligt forekommende bygningshøjder i Danmark på højst 6 etager, vil det sjældent være nødvendigt at forøge styrken eller tykkelsen af de sædvanlige halvstens skalmurspiller.

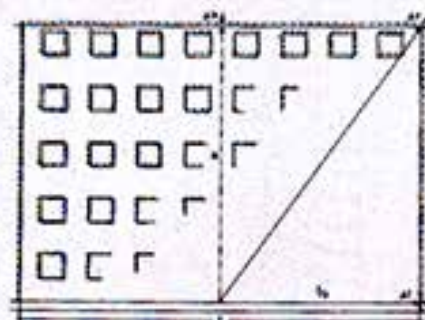
Bevægelser

En skalmur eller formur i hulmure, kombinationsmure, som er adskilt fra den opvarmede bygning af et effektivt varmeisoleringslag, er udsat for større fugt- og temperaturvariationer end den massive ydervæg. Disse variationer medfører volumenændringer og bevægelser i formuren.

I formurens første år forekommer desuden bevægelser på grund af svind som følge af murværkets udtørring. Svindet optræder efter at mørtelen er afhærdet, og kan derfor medføre tvangskræfter, som udløser revnedannelse i formuren. Jo større cementindhold i mørtelen, des større risiko for svindrevner.

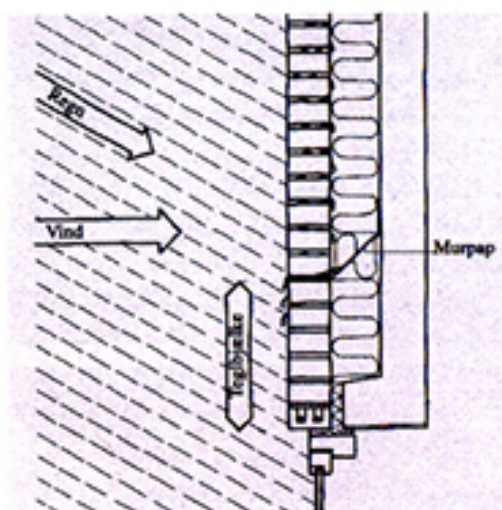
For at imødegå for store tvangskræfter og revner i formuren har det hidtil været anbefalet, at lange facader opdeles af lodrette dilatationsfuger med en afstand af 15-30 m afhængig af mørtelens cementindhold og murens geometri.

Det er karakteristisk for murede facader, at formen fortrænger disse dilatationsfuger. Fugerne lukkes som regel med elastisk fugemasse, undertiden istrøet sand, i forgæves forsøg på at få dilatationsfugerne til at fremstå som de øvrige mørtelfuger.



Bevægelser i formur som følge af fugt/temperaturvariationer.
SBI-anvisning 156: Skalmure ved udvendig efterisolering, side 30 og 31.

Skalmurshøjde over sokkel, m	5	10	15	20	25	30	35
Δh , ± mm	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35
Δs , ± mm	2,35	2,97	3,79	4,70	5,65	6,64	7,64



Opsamling og
udledning af
slagregn.

Slagregn og fugtisolering

Sædvanlige halvstens formure, som er udsat for kraftig slagregn, er ikke vandtætte. Betydelige vandmængder kan i hårdt vejr presses gennem formuren og drive ned på bagsiden af denne. Dette vand skal enten opsuges af formuren og fordampe bort til det fri, eller det skal opsamles i hulmuren og udledes til det fri gennem drænhuller. Det er normal praksis at indlægge en fugtspærre over åbninger og ved søkkel for opsamling af den indtrængte slagregn og at etablere drænhuller i form af udkradsede studsfluger umiddelbart over fugtspærren.

Byggeteknik

Den normalt anvendte udførelsesmetode for skalmurede ydervægskonstruktioner er, at de bærende bagvægselementer med indstøbte trådbindere til fastholdelse af skalmuren udføres som én montageproces. Den efterfølgende fugt- og varmeisolering samt opmuringen af skalmuren udføres som én håndværksproces. Derved bryder skalmuren med den traditionelle håndværkstradition, hvor for- og bagmur opføres sideløbende i samme proces med placering af varmeisolering og trådbindere for hver 3. eller 4. skifte.

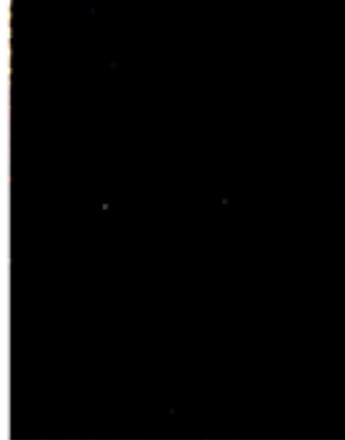
Skalmurens brud med den traditionelle proces er ikke fulgt op af byggeteknikken. Man viderefører den hule murs byggeteknik og skaber en række nye problemer, hvor de to processer sammenkobles, bl.a. ved trådbinderne.

Kravet til bindernes placering er, at de skal følge skalmurens

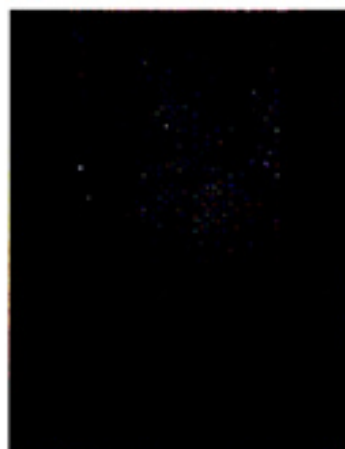
skiftegang og have et svagt fald mod skalmuren. Ved indstøbning i bagvægselementet er binderplaceringerne behæftet med store tolerancer. Dette resulterer i, at binderne ofte er placeret enten for lavt eller for højt i forhold til skalmurens skiftegang. Desuden er binderne ofte krumme og bøjede på grund af ombukning. Når de ikke rettes ud med den fornødne omhu inden indmuring i skalmuren, forsvinder deres evne til at stabilisere skalmuren. Afviger en 4 mm trådbinder således mere end 10 mm fra en ret linie, vil binderen praktisk taget være ude af stand til at overføre trykkræfter til bagmuren. Man kan på byggepladser iagttage, at mange bindere i vor tids byggeri næppe vil være i besiddelse af tilstrækkelig bæreevne til at overføre de forudsatte vindkræfter til bagmuren.

Når binderne er placeret for lavt, kan indtrængende slagregn lodes ind til bagvæggen via binderne. Er binderne placeret for højt, eller er de ikke rettet på plads, søges de ofte tvunget på plads ved hjælp af den påmurede teglstens vægt, hvilket kan få stenen til at vippe, således at adhæsionen i leje-fugen ødelægges. I begge tilfælde kan upræcise bindere medføre en utilsigtet fugtophobning i varmeisoleringslaget mellem skalmur og bagvæg.

Fugtisoleringen over åbninger og ved soklen bør udføres af en polyesterfiltermateret fugtspærre, der fæstnes til bagvæggen. Ved temperaturer under 10° C skal fugtspærren opvarmes, idet den ellers kan knække eller slå revner under montagen. Denne opvarmning af fugtspærren udelades ofte, og vi har her en kilde til udførelsessvigt.



Indstøbte trådbindere, ombukkede af hensyn til transporten.



Trådbindere rettes ud, efterhånden som skalmuringen skrider frem.



Ikke alle trådbindere bliver rettet helt ud igen.

Varmeisoleringen, der udføres af murbatts/murfilt af mineraluld, skal opsættes med tætte samlinger og med fuger i forbandt. Batts- og filtmålene er tilpasset skiftegangshøjder på tre eller fire skifter, længden er almindeligvis 900-1000 mm.

Varmeisoleringen er således tilpasset hulumurens opmurings-teknik, og de mange samlinger og de store tolerancer i bindeplaceringen er endnu en kilde til udførelsessvigt i det skalmurede byggeri.

Dilatationsfuger, som lodret gennemskærer skalmurens forbandt, lukkes med elastisk fugemasse med ringe holdbarhed. Løsningen er overført fra betonelementbyggeriet, men sammen med teglsten fremtræder den upræcist og underlødigt.

Skalmurens byggeteknik, som den her er karakteriseret, bør spille bedre sammen med den industrialiserede byggeproces og i sin teknik og form tage konsekvensen af, at skalmuren er en ydre skal i en lagdelt konstruktion, en regnskærm gennemtrængelig for slagregn, en bevægelig flade som følge af fugttemperaturvariationer, og en selv bærende teglkonstruktion med en veldefineret lodret last, som alene består af dens egenlast.

Stoflighed

Skalmurens stoflighed er knyttet til forbandtet, teglstenene og fugerne. Forbandtet i skalmure skal udelukkende tjene til at etablere sammenhængende murflader, og halvstensskalmure består sædvanligvis af løberskifter med kvart- eller halvstensforbandt. Teglstenene er oftest blødstrøgne og fremstilles i dag

med betydelig større ensartethed i tekstur og farve end tidligere. Fugefarven varierer fra lys grå til lys gul afhængig af, om tilslagsmaterialet er strandsand eller bakkensand, og fugerne trykkes og færdiggøres under opmuring ved hjælp af et bøjet vandvær eller tilsvarende og afsluttes med børstning og afsyring. Det store register af teglsten, fugetyper og dekorationselementer, der karakteriserer tidligere teglfacader, finder sjældent anvendelse i vor tids murede facader, og det variationsløse forstærkes af teglstenenes ensartethed og den forenkledede fugebearbejdning.

Kritikken

Skalmuren er blevet beskyldt for at være forarmet og fattig på stoflighed sammenlignet med fortidens murede facader. Det er blevet hævdet, at årsagen hertil er det manglende konstruktive udtryk. Skalmuren er et "murstenstapet".

Selv om en hulmur, kombinationsmur eller skalmur fremtræder ens i dagens byggeri, har kritikken især rettet sig mod skalmuren. Vi finder ikke, at alle skalmure fremtræder forarmede og fattige på stoflighed. Vi ser enkeltstående eksempler på nybyggeri, hvor skalmure er bearbejdet i et bevidst formsprog og med fin stoflighed indgår i et helstøbt formmæssigt udtryk, men generelt set deler vi opfattelsen af, at vor tids murede facader er forarmede. Den generelle forarmning kan dog ikke være en nødvendig følge af, at der anvendes skalmure, men må være en følge af den måde, skalmure forvaltes på.

Betingelsen for kvalitet er, at form og teknik tages lige alvor-

ligt uanset om der er tale om yderpunkterne *formens teknik*, eller *teknikkens form*, eller alt der imellem. Et smukt eksempel fra 90-ernes byggeri er det nye kontorhus for E. Pihl & søn i Lyngby ved København. Her er tale om *formens teknik*, hvor teknikken er behandlet med største omhu - men ikke med henblik på at løse skalmurens problemer.

Går vi til den modsatte yderlighed; *teknikkens form*, er det vor tese, at der i murens bygningsfysiske virkemåde, i dens nutidige teknik, skjuler sig formbærende og upåagtede detaljer og elementer, som kan berige skalmurens formmæssige udtryk. Formålet med det følgende er derfor at afdække disse elementer af skalmurens form på teknikens præmisser.

Forinden melder der sig uvægerligt det spørgsmål, om skalmuren har overlevet sig selv? Om den bygningsfysiske funktion; at være regnskærm, ikke kunne løses bedre, billigere og mere ressourcevenligt af andre materialer og teknikker? Måske, men teglstensfacader har en række gode egenskaber, som næppe findes i andre facadematerialer i samme prisklasse, blandt andet: Lang levetid, robusthed over for mekanisk påvirkning, resistens over for syrerregn og evne til at opsuge regnvand, så snavs fordeler sig jævnt og ikke vaskes af i striber. Tegl kan i modsætning til de fleste andre materialer patinere smukt og ældes med ynde. Teglfacader kan overleve generationers misligholdelse, fuges om og blive som nye igen, og tegl giver desuden muligheder for at spille på et stort register af stofflige virkninger.



Formens teknik
E. Pihl & Søn A/S
i Lyngby.
Arkitekt: KJ-RA/S
Arkitekt:
Foto: Ole Meyer.

Åbninger i skalmure – analyser, problemer og løsningsforslag

Vi finder det derfor betænkeligt at forkaste den traditionelle teglsten som facademateriale, og vi har fundet interesse i med dette projekt at bidrage til en afklaring af murede facaders, specielt skalmures, form og teknik.

De murede facaders byggeteknik bærer præg af ad-hoc løsninger, der som fælleseje er tilgængelige i BPS-publikationer, SBI-anvisninger, murerfagets byggeblade og BYG-ERFA erfaringsblade. Via for eksempel BYG-ERFA bladene føres erfaringer fra skader i byggeriet tilbage til de projekterende. Ekspertter beskriver og analyserer skaderne og giver forslag til bedre løsninger. Den form for ad-hoc løsninger er i sagens natur løstrevet fra enhver formmæssig helhed, og mange af løsningerne kalder på en kultivering gennem formmæssig behandling og på et tilhørsforhold til et bevidst formsprog.

Vi har valgt at lade ovennævnte fælleseje danne grundlag for den følgende analyse af de enkelte lag og detaljer omkring åbninger i skalmure.

Vore forslag til nye løsninger er primært baseret på teknikens form, hvor formen bidrager til at løse tekniske problemer, og hvor man på industriens præmisser forsøger at tilbageerobre noget af murværkets tabte detaljerigdom.

Varmeisolering

Analyse:

Bag skalmuren varmeisoleres normalt med 125 mm mineraluldsbatts, og omkring åbninger udføres ofte udmuringer afbrudt af et tyndt lag varmeisolering, en såkaldt kuldebroysering, af 10, 20 eller 30 mm skumplast. Denne udmuring, der tjener til at fastholde en tilsyneladende traditionel løsning omkring vinduet, kan ofte udgøre omkring 8% af skalmurens facadeareal.

I forhold til at føre den fulde tykkelse af varmeisoleringen helt frem til åbningerne, medfører de tynde kuldebroisoleringer en forringelse af den skalmurede facades samlede varmeisoleringssevne.

Med 125 mm varmeisolering, lambdaklasse 36, og 8% udmuring samt bagmur af beton fås følgende forhold:

Kuldebroisolering mm	125	30	10	0
U-værdi W/m ² K	0,26	0,32	0,37	0,41
Forningelse i %	0	23	42	81

Forøges varmeisoleringens tykkelse til 190 mm fås:

Kuldebroisolering mm	190	30	10	0
U-værdi W/m ² K	0,18	0,24	0,29	0,32
Forningelse i %	0	33	61	78

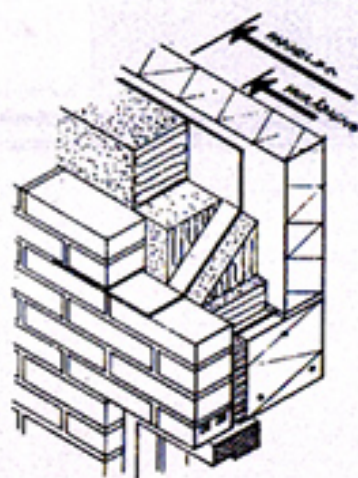
De skærpede krav i det nye bygningsreglement BR-95 angiver for tunge ydervægge en U-værdi på 0,30 W/m² K, hvilket fortsat kan opnås med 125 mm varmeisolering, hvis den fulde isoleringstykkelse føres helt frem til åbningerne, og der ikke udmures omkring åbningerne.

Forslag:

Uanset kravet i BR-95 er det utilfredsstillende, at udmuringer omkring åbninger forårsager en så drastisk forringelse af effekten af den indbyggede varmeisolering, og i det efterføl-

125 mm varmeisolering				
Kuldebroisolering mm:	125	30	10	0
U-værdi:	0,26	0,32	0,37	0,41
190 mm varmeisolering				
Kuldebroisolering mm:	190	30	10	0
U-værdi:	0,18	0,24	0,29	0,32

Kuldebroers indfyldelse på varmeisoleringen.



Fugtisolering.
 Procestegning fra
 BPS-publikation 48:
 Ydervægsdetaljer.
 Skalmur mod tung
 bogvæg, side 19.

gende forslag vælger vi at lade varmeisoleringens fulde tykkelse omslutte vinduet.

Vinduer og varmeisolering monteres som en del af det industrialiserede byggeri, og varmeisoleringen opsættes uafhængigt af binderplaceringen og opmuringen af skalmuren. Varmeisoleringen opklæbes i store formater på bagvæggen, og vi forudsætter, at der udvikles en bindertype og en befæstelsesmetode, som muliggør efterfølgende montage af trådbindere gennem isoleringslaget.

Fugtisolering

Analyse:

Med den almindelige placering af vinduet trukket 4 til 6 cm tilbage fra facadeplanet er det nødvendigt at opsamle det indtrængte vand over muråbninger. Denne fugtisolering udføres normalt af en fugtspærre, der er indmuret i skalmuren og bukket op og fastgjort til bagmuren og det opsamlede vand udledes gennem udkradsede studsfluger i skalmuren. Hvis overliggeren er en teglbjælke, skal fugtspærren placeres over det antal skifter i skalmuren, som indgår i teglbjælken. For at opnå en god og høj teglbjælke bør fugtspærren placeres så højt over åbningen som muligt. Af hensyn til opsamling af indtrængt slagregn, bør fugtspærren placeres så tæt på åbnings overkant som muligt. Man har således et dilemma med hensyn til fugtspærrens placering. De udkradsede studsfluger forekommer desuden upræcise og uskønne i facaden.

I forhold til vigtigheden af fugtspærrens funktion, synes den

for skrøbelig. Den bliver ofte indmuret i dårligt vejr under vanskelige vilkår, og der kan opstå fugtskader på grund af defekt fugtspærre eller mangelfuld udførelse. Desuden er det vanskeligt at reparere eller udskifte en defekt fugtspærre.

Forslag:

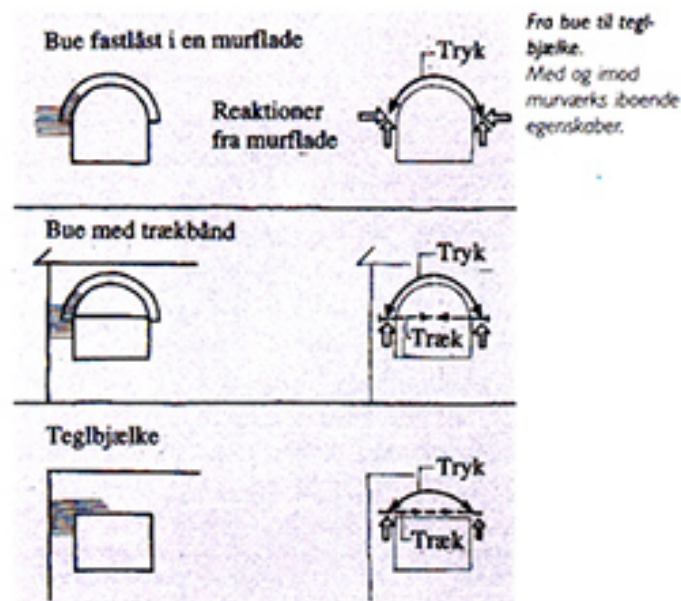
For at lade formen bidrage til at løse fugtisoleringsproblemerne foreslår vi vinduet trukket tilbage fra skalmurens inderside, således at indtrængt vand, som løber ned på varmeisoleringens yderside, løber forbi uden på vinduet og udledes af sålbænken. Vi forudsætter her, at der udvikles et nyt isoleringsmateriale, som kombinerer varme- og fugtisolering, og som over hele vægfladen er i stand til at lede indtrængende vand ud til den udvendige side af isoleringen, således at denne kombination af varme- og fugtisolering overflødiggør traditionelle fugtspærende indlæg ved åbninger.

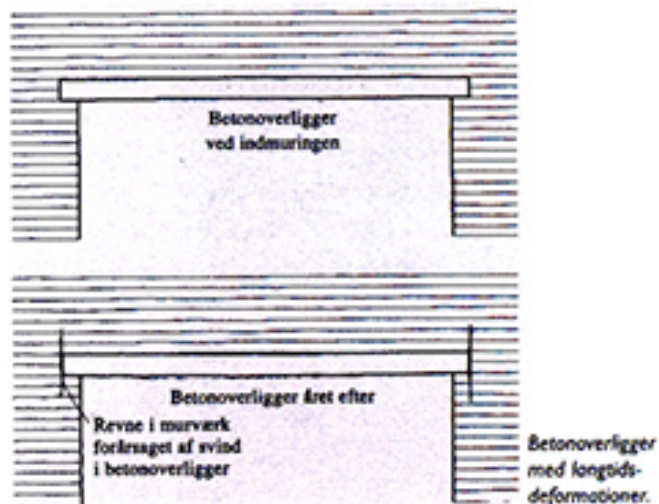
Overlukning

Analyse:

Til overlukning anvendes overvejende teglbjælker eller præfabricerede betonbjælker. Overliggeren hviler af på skalmuren og følger dermed skalmurens bevægelser.

Teglbjælken er et eksempel på, at formens teknik kan udvikle sig til den i vor tid mest udbredte og økonomiske løsning på en overlukning. Teglbjælken er dog ikke uden problemer. Den virker hovedsageligt som en trykbue med trækband. Jo højere bue, des mindre trykkraft i buen og des større bæreevne af





teglbjælken. Trykkraften i buen virker i toppen vinkelret på studsfugerne og ved vederlagene skråt på lejefugen. Ved vederlagene forudsættes buetrykket opløst i et lodret tryk på skalmuren, og et vandret træk i armeringen i det nederste skifte over åbningen. Det skrå buetryk giver anledning til vandrette forskydningskræfter i lejefugerne ved vederlagene.

For at overføre de vandrette forskydningskræfter, og for at murværket under trykbuen ikke skal revne og synke ned, skal teglbjælken opmures i en stærk mørtel med god adhæsion til teglstenene. Teglbjælkens bæreevne afhænger af denne adhæsion, hvilket er kritisk netop i murværk, som udnyttes konstruktivt bedst, når kræfterne virker vinkelret på lejefugerne.

Som mørteltype foreskrives ofte KC 20/80/550 til teglbjælker, og KC 50/50/700 eller KC 60/40/850 til det øvrige murværk. Der skal således to mørteltyper på stilladset. Et bestemt antal skifter i teglbjælken, afhængig af dens spændvidde og belastning, skal opmures i den stærke mørtel. Der er krav til teglstenenes vandopsugningsevne, henmuringen skal udføres med megen omhu, og teglbjælken må ikke svækkes af fugtspærren. Der er mange fejlkilder knyttet til tegloverliggeren.

Betonoverliggeren fremtræder som et synligt konstruktions-element og forudsættes sædvanligvis at virke som en selvstændig bjælke uden nyttiggørelse af en eventuel trykbue i den overliggende skalmur. Der indlægges en fugtspærre på oversiden af betonbjælken, dels for opsamling og udledning af vand i hulmuren, og dels for at etablere et glidelag mellem beton og tegl.

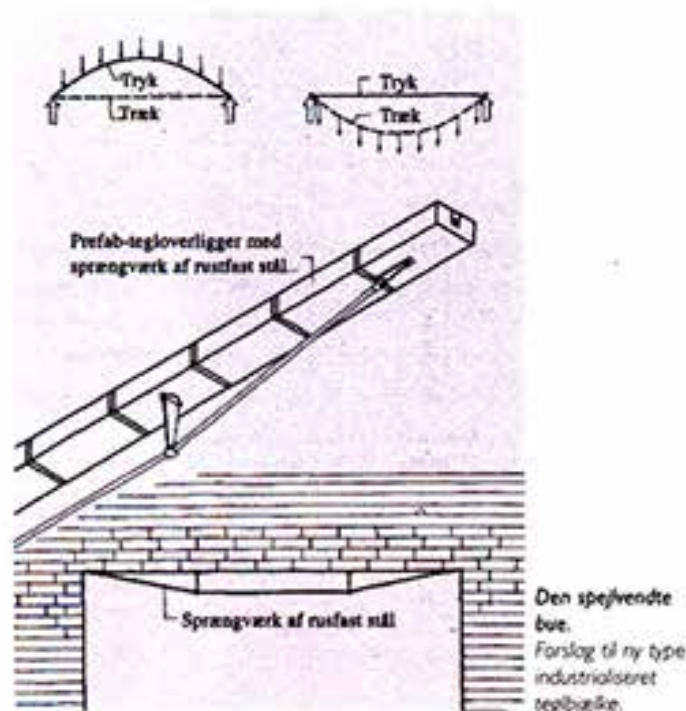
Betonbjælker er efter montage og indmuring udsat for svind, krybning og fugt- temperaturbevægelser forskellig fra skalmurens, hvilket ofte giver anledning til tvangskræfter og revnedannelser mellem beton og tegl, især ved vederlagene. Ikke-forspændte betonbjælker får desuden langtidsnedbøjninger, der er meget større end eftergivigheden i den stive skalmur. Følgelig må skalmuren enten revne eller slippe betonbjælken og optræde som en art teglbjælke.

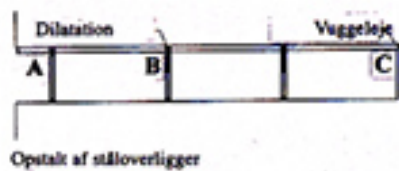
Forslag:

Som forslag til et formsprog, der afspejler en industrialiseret byggeteknik, har vi valgt dels at give idé til en ny type armeret tegloverligger, og dels give forslag til en ståloverligger.

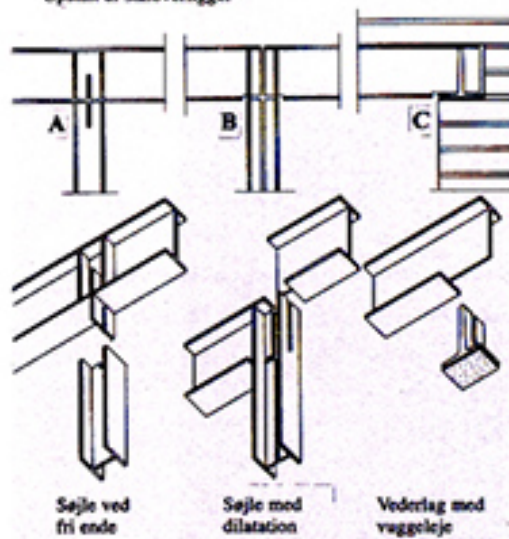
Den nye type armeret teglbjælke forsynes med en nedadhængende synlig tovkurve af rustfast stål. Herved spejlvendes både formen og kræfterne i den traditionelle murbue. Dvs. at trykkræfter skifter til trækkræfter, og trækkræfter til trykkræfter. Den nedadhængende bue, tovkurven, udsættes nu for trækkræfter, og det nederste skifte over åbningen for trykkræfter.

Tovkurven fremstår synligt som et ekspressivt sprængværk af stål leveret fra fabrik sammenstøbt med det nederste præfabrikerede skifte over åbningen. Oven på denne teglbjælke henmures skalmuren i samme mørtel som den øvrige skalmur.





Forslag til industrialiseret ståloverligger.



Ståloverliggeren består af et system af industrielt fremstillede stålbjælker og -søjler, som muliggør langstrakte åbninger i skalmure uden at inddrage bagmuren i overførelsen af lodrette kræfter. (En stiv sammenkobling af skalmuren med bagmuren ville udløse tvangskræfter og revner i skalmuren).

Stålbjælkens bevægelser som følge af temperaturvariationer er større end skalmurens, og for at undgå revner i skalmuren skal bjælken sikres bevægelsesfrihed i forhold til skalmuren.

Bevægelseme vokser med bjælkens længde. Det foreslås derfor, at bjælken afbrydes og sikres bevægelsesfrihed ved mellemunderstøttende søjler. H-formede søjler spaltes i kroppen, således at den elastiske udbøjning af hver halvdel kan følge bjælkens bevægelser. Søjlen proportioneres og opspaltes således, at den får samme bæreevne for udbøjning på langs og på tværs af facadens plan.

Ved vederlag på skalmur sikres bevægelsesfrihed af et væggeleje udformet som T-profil på neopren-underlag.

Mellem bjælken og overliggende skalmur placeres et friktionsnedsættende glidelag påklæbet bjælken. Det anvendte glidelag bør primært nedsætte friktionen på langs af bjælken og ikke på tværs.

Ståldelene bør korrosionsbeskyttes til korrosionsklasse 4 men ikke brandbeskyttes. Der forudsættes udviklet trådbindere, som i tilfælde af brand og ulykkeslast kan føre skalmurens last ind til bagmuren, således at skalmuren hænger i de deformerede trådbindere.

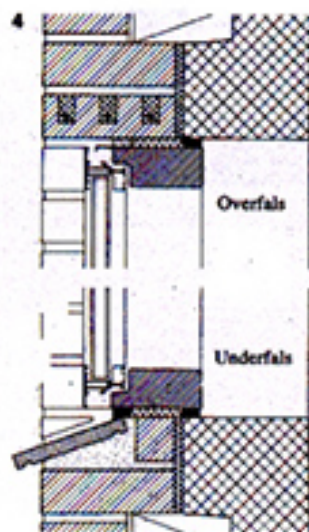
Montagen på byggepladsen skal kunne udføres af mureren

uden anvendelse af specialværktøj og uden justeringer. Muren skal blot sikre, at alle vederlag på skalmuren har den præcise kote.

Murfalser og lysninger

Analyse:

Lysningerne udføres enten af tilsatte lysningspaneler, eller af selve åbningen i bagmuren. Det er enkelt, billigt og almindeligt at lade falsene i bagmuren danne lysning, men hvor bagmuren består af præfabrikerede beton- eller letbetonelementer kommer de uundgåelige unøjagtigheder ofte til syne indvendig i form af elastiske fuger med stærkt varierende fugebredde omkring vinduet. Unøjagtighederne skyldes, at åbninger i præfabrikerede bagmurselementer er behæftede med fremstillings- og montagetolerancer. Desuden er åbningerne ofte udført med skrå sider for at elementerne kan slippe støbeformen. Åbningerne i skalmuren er bundet til murmålene lodret og vandret, og åbninger i skalmur og den præfabrikerede bagmur passer sjældent helt ud for hinanden. Hvis man vil sikre sig, at åbning i skalmur og bagmurselement skal passe nøje ud for hinanden, må åbningen i bagmurselementet leveres med overstørrelse, og der må efterfølgende foretages påføring/oppudsning af lysningen, så den tilrettes skalmurens åbning. Denne tilretning af lysninger efter åbningen i skalmuren foretages enklest efter at skalmuren er opmuret. Vil man tillige sikre sig, at vinduet sidder præcist i skalmurens åbning med lige brede fuger overalt mellem vindue og skalmurens



Tegfals, betonlysninger og fuger omkring vindue. SBI-anvisning 177: Facadefuger. Udformning og materialer, side 11.



Vinduesplacering
i bagmurs-
element.
Tolerance-
problemer i
pre-fabrikerede
vindueshuller

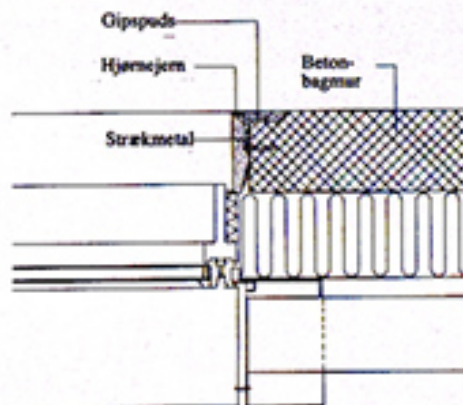
fals, må montagen af vinduet også vente, indtil skalmuren er opmuret.

Der knytter sig således et toleranceproblem til skalmuring af præfabrikerede bagmurselementer og et dilemma mellem ønsket om tidlig lukning af et hurtigt opført, præfabrikeret montagebyggeri, og ønsket om præcise fuger omkring vinduer. I høje skalmure skal tillige bemærkes, at skalmurens åbning hele tiden bevæger sig som følge af fugt-temperaturvariationer.

Forslag:

Det foreslås, at vinduerne og varmeisoleringen monteres inden skalmuren opmures, og lysningerne foreslås udformet således, at de tegner sig præcist og skarptskåret i den indvendige vægflade uden anvendelse af elastiske fuger. Som følge af montagebyggeriets toleranceproblemer foreslås derfor, at åbninger i bagvægselementer leveres med ru fals som underlag for gipsmørtel, og at vindueskarne indvendigt forsynes med en fals, der fungerer som præcis leder for opbygning af lysningen.

Lysningen på alle fire sider opbygges af gips, og arbejdsprocessen vil med fordel kunne udføres som del af malerarbejdet. Gipsen forankres til vindueskarmen med strækmetal, som tillige tjener til vinduets fastgørelse.



Forslag til lysning
af gips udført af
maleren.

Sålbænke

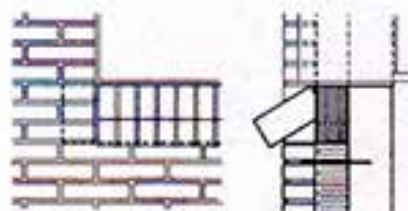
Analyse:

De fleste sålbænke udføres enten som rulskifte af tegl, metalafdækning på mørtelbanket, eller elementer af præfabrikeret beton.

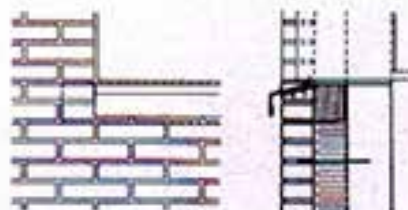
Rulskiftesålbænkene vandt frem i 60'erne, hvor de ofte blev udført uden fald og fremspring. Vandet blev ikke ledt effektivt bort. Der sivede vand ned gennem de uundgåelige mikrorevner i fugerne og der opstod fugt- og frostskafer på sålbænk og det underliggende murværk.

Som løsning på dette problem udføres rulskiftesålbænke i dag med godt fald og fremspring, og under rulskiftet udlægges fugtspærre for at hindre, at eventuelt nedsivende vand skader det underliggende murværk. Fugtspærren virker som glidelag for rulskiftet, og bevægelser i rulskiftet fra svind og fugttemperaturvariationer fordeler sig ikke jævnt med mikrorevner i hver fuge, men kan løbe sammen i få større revner. Dog fungerer disse rulskiftesålbænke tilsyneladende udmærket, de er en del af murværket og følger som helhed skalmurens bevægelser.

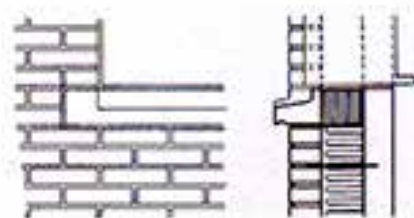
Man kan iagttage, at der sjældent opstår "kineserskæg" ved rulskiftesålbænke i blank murværk til trods for, at sålbænken ikke er muret ind under den lodrette fals i åbningen og således opsamler det vand, der under bestemte vindretninger driver ned ad falsen. Det samme kan iagttages ved sålbænke af teglklinter typisk for 50'ernes teglstensbyggeri.



BPS-publikation
48.
Type-tegning nr. 15.



BPS-publikation
48.
Type-tegning nr. 13.



BPS-publikation
48.
Typetegning nr. 14.

Metalsålbænke udsættes for større temperaturvariationer og bevæger sig væsentligt mere end skalmuren, og de skal fastgøres under hensyn til, at bevægelserne kan foregå uhindret. I modsat fald sker der brud enten i murværket, fastgørelsen, eller i sålbænken.

Metalsålbænke skal udføres med opbuktet endebund og med godt fremspring, ellers danner de tilsyneladende "kineserskæg" og anden misfarvning af underliggende murværk. Mellem den opbukkede endebund og sidefals fuges ofte med elastisk fugemasse for at opnå en vandtæt fuge, hvis bredde varierer med temperaturvariationerne.

Betonsålbænke bevæger sig også mere end skalmuren. Foruden de vedvarende bevægelser fra fugt- temperaturvariationer, sker der også en sammentrækning af sålbænken som følge af svind i betonen. Betonsålbænke skal sikres frihed til disse bevægelser for ikke at revne eller rykke skalmuren i stykker. Skal "kineserskæg" og misfarvning af underliggende murværk undgås, må betonsålbænke have fald og fremspring med vandnæse og have endebund indmuret i åbningens sidefals. For at sikre betonsålbænken bevægelsesfrihed og for at undgå brud i skalmuren oplægges den på et lag fugtspærre, der fungerer som glidelag. Ved begge ender fuges med elastisk fugemasse mellem beton og skalmur.

Forslag:

Som forslag tænkes sålbænkene fremstillet af metal i en fuldautomatiseret industriel proces. Sålbænken består af to led. Det ene er af støbegods tilpasset teglstensformat og indmures i skalmuren ved false og som vederlag (sko) for stålsøjler. Det andet, mellemstykket, indstikkes i vinduesrammen og fastgøres til skalmuren. Leddene samles med åbne og drænedede dilatationsfuger.

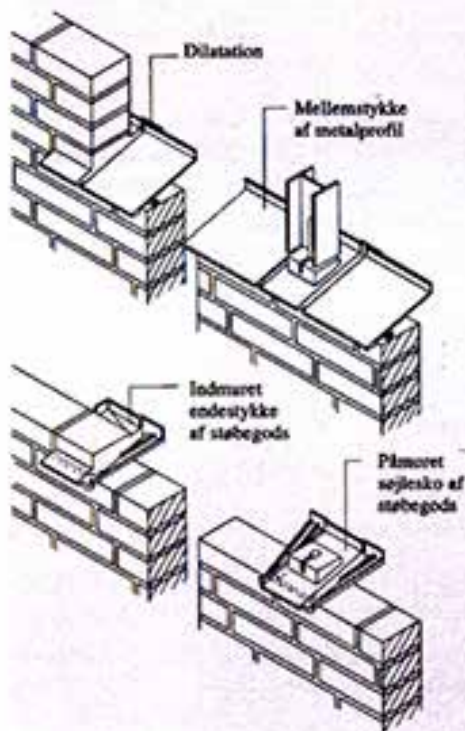
Vinduesfastgørelse

Analyse:

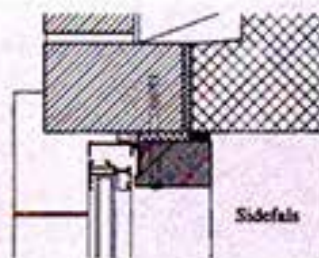
Vinduernes fastgørelse afhænger af lysningernes udformning.

Når der bruges lysningspaneler, kan vinduet fastgøres til den indvendige væg med justerbare beslag og holdes fri af skalmurens bevægelser. Desuden muliggør lysningspaneler en effektiv udnyttelse af varmeisoleringen, idet den fulde isoleringstykkelse bag skalmuren kan føres helt frem til åbningen og omslutte vinduet.

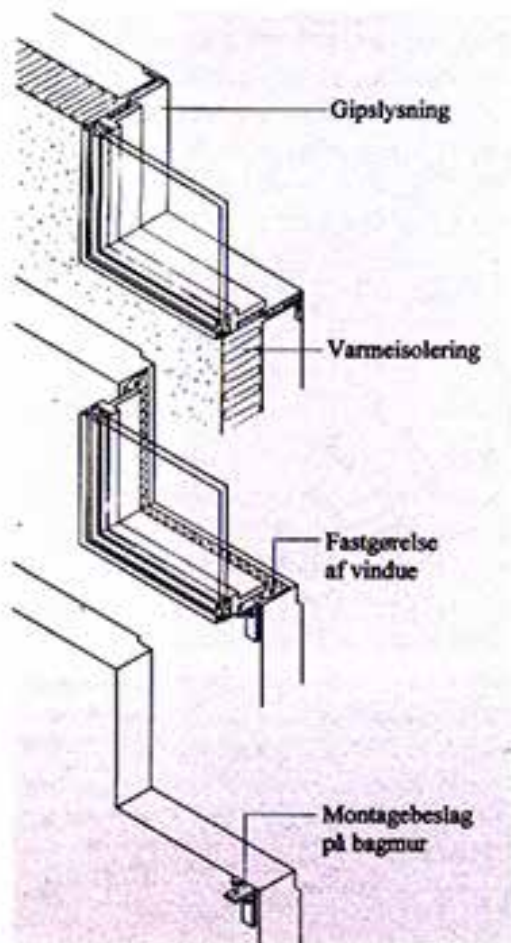
Når bagmuren danner lysning, er man som regel nødt til at udmure omkring åbninger og reducere varmeisoleringen til en tynd kuldebrosolering på 10 til 30 mm. Tykkelsen af kuldebrosoleringen begrænses af vindueskarmens bredde, som foruden at dække isoleringen også skal danne baggrund for fuger og muliggøre, at vinduet fastgøres til enten skalmur eller bagmur. Fastgørelsen sker ofte ved gennemstiksmontage af karmdybler, dvs. fastskruring til nylondybler indboret i skalmur eller bagmur. Fastgørelsernes styrke afhænger af kantafstanden,



Forslag til
industrialiseret
metalsålbænk.



Konflikt mellem
fastgørelse og
kuldebrosolering
ISB-anvisning
177: Facadefuger.
Udformning og
materiale,
side 11



Forslag til vinduesmontage udført indefra

som er dyblens afstand til murens frie kant. Leverandørerne af dyblerne angiver minimumskrav til kantafstande, som forment normalt ikke giver mulighed for at overholde. Der er med vor tids smalle vindueskarme ringe muligheder for at sikre både forsvarlig fastgørelse af vinduet og etablering af fast baggrund for fuger omkring vinduet, når normalt forekommende tolerancer tages i betragtning.

Forslag:

Fastgørelsen foreslås udformet således, at vinduet kan monteres og demonteres indefra af hensyn til tidlig lukning af råhuset og senere vinduesudskiftninger. Vinduet fastgøres til bagvæggen og friholdes fra skalmurens bevægelser. Vinduet monteres på indnivellerede beslag med højdejustering.

Vinduet leveres med specielt udviklede strækmetal-vinkelskinner påmonteret karmen, og vinkelskinnerne armerer gipslysningerne til vinduet og sikrer lufttæthed i samlingen mellem vindue og lysning. Vinkelskinnerne forsynes med flaps til fastgørelse af vinduet til bagvæggen.

Ved eventuel udskiftning af vinduet fjernes gipslysningerne, og de retableres efter montage af det nye vindue.

Fuger omkring vinduer

Analyse:

I murværk med fuld udmuring omkring åbningerne blev fuger mellem vindue og murværk traditionelt lukket med mørtel. Selv om mørtelfugen revnede, og der trængte vand igennem,

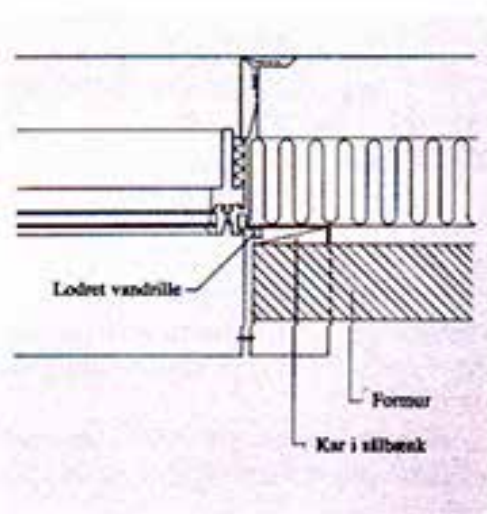
rådne vinduet sjældent af den grund. Vandet blev opsugt af det omsluttende murværk, og når regnen holdt op, fordampede vandet til det fri, og omkring vinduet tørrede murværket ud.

Denne selvregulerende mekanisme er delvist brudt med funktionsdelingen af ydervæggen og med kuldebroisolering omkring åbninger. Desuden medfører funktionsdelingen, at skalmuren bevæger sig i forhold til bagmuren, og mørtel er uegnet til fuger, hvori der optræder bevægelser.

I dag udføres fuger oftest som to-lags fuger bestående af to tættnende lag med en varmeisolerende stopning imellem. De to tættnende lag består som regel enten af en diffusionstæt, elastisk fugemasse anvendt både udvendig og indvendig, eller af diffusionsåbent, ekspanderende fugebånd udvendig og diffusionstæt, elastisk fugemasse indvendig. Disse fugeløsninger anvendes normalt i forbindelse med udmuring og tynd kuldebroisolering omkring åbninger. Hvor der ikke udmures, men anvendes lysningspaneler, er det næppe muligt at udføre to-lags fuger mod vindueskarmen, og der opstår herved uklarhed om fugeprincipperne.

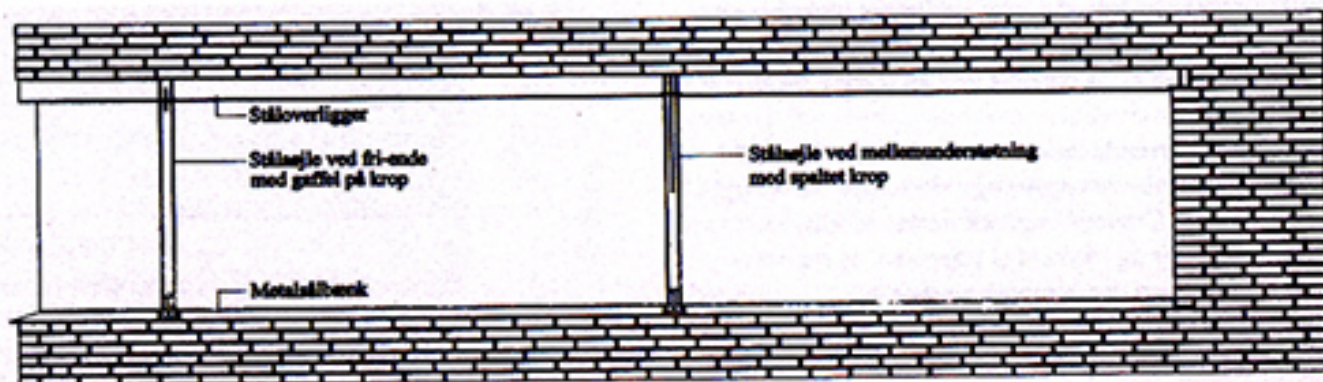
Forslag:

Som det fremgår af ovenstående, er der mange konflikter i fugeløsningerne, og disse konflikter søger vi i det efterfølgende forslag at undgå ved helt at undlade elastiske fuger, og lade alle udvendige fuger være åbne.



Forslag til fugefri overgang mellem vindue og formur.

Forslag til teknikens form



Opstalt af vinduesbånd

Opstalt af vinduesbånd

Forslaget sammenfatter løsningsforslagene i det foregående afsnit og har været styret af følgende hensyn:

- Formen bør bidrage til at løse teknikens problemer.
 - Tidsforbruget på byggepladsen bør minimeres, og processer, der er tidsrøvende for det traditionelle håndværk på byggepladsen, bør udføres industrielt.
 - Industrielle produktionsprocesser, som giver økonomisk grundlag for høj detaljeringsgrad, bør udnyttes med henblik på at tilbageerobre noget af murværkets tabte detaljerighed på nye betingelser.
- Forslaget er desuden styret af ønsket om at finde løsninger som muliggør, at facader både kan udføres efter pille-hul princippet, og med vinduesbånd.

Formens bidrag til at løse teknikens problemer består væsentligst i, at vinduet trækkes tilbage fra skalmurens inderside og fastgøres til bagmuren som en integreret del af lysningerne.

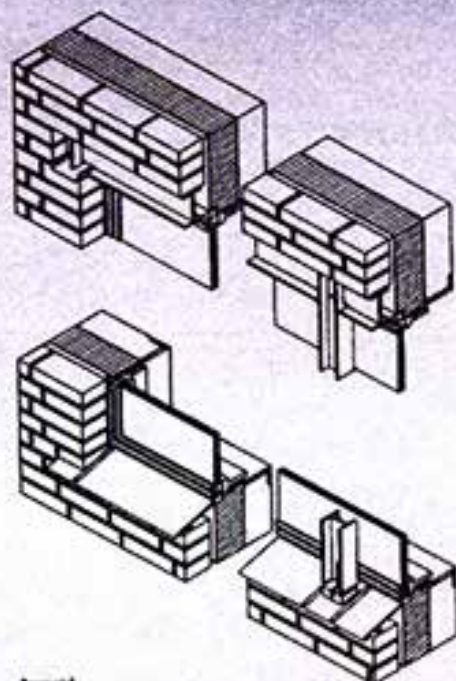
Formen tillader herved, at:

- Fugtspærre og udkradsede studsfulger over vinduer overflødiggøres. Vand, som er trængt igennem skalmuren, løber ned på isoleringens yderside forbi vinduet og udledes af sålbænken.
- Varmeisoleringens fulde tykkelse kan omslutte vinduet.
- Skalmurens bevægelser som følge af fugt-temperaturvariationer kan ske uhindret.
- Fuger mellem vindue og skalmurens bagside kan udføres som åbne fuger afdrænet til indbygget sålbænk.

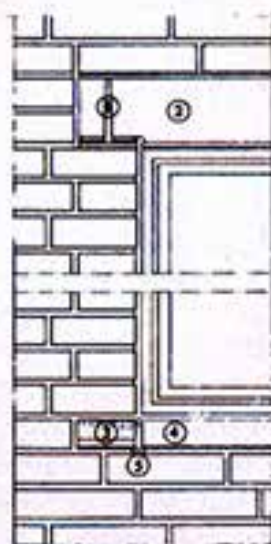
Desuden har vi ønsket, at de indvendige lysninger kan fremstå skarptskårne og præcise i vægfladen uden anvendelse af elastiske fuger.

Til fremstilling af overliggere og sølbænke foreslås inddraget en højt udviklet industriel proces, hvilket har ført til valget af metal, da metalindustrien råder over automatisk styrede fremstillingsprocesser, der giver økonomiske muligheder for høj detaljeringsgrad.

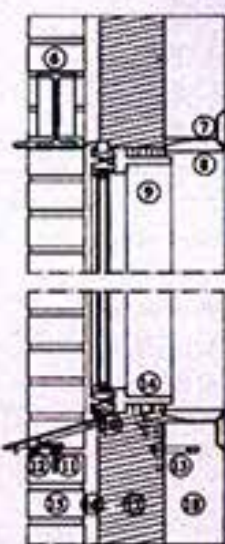
Både overliggere og sølbænke foreslås opdelt i led bestående dels af små standardelementer, og dels af lange profiler til automatisk afkortning og tilskæring efter mål. Standardelementerne foreslås udført som støbegods med høj detaljeringsgrad, og de lange profiler tænkes ekstruderede eller valsedede.



- | | |
|---|---|
| 1. Vederlog af støbejern på neoprene (vuggeleje) | 10. Vinduesclips til sølbænk |
| 2. Støbjælle af I-profil | 11. Murclips til sølbænk |
| 3. Sølbænkindsivningsdel af støbegods | 12. Neoprene tætning |
| 4. Sølbænk af mellemstykke af trukket/ekstruderet metal | 13. Vinduesmonteringsbeslag |
| 5. Sølbænkssømning med vanddrille | 14. Højdejustering |
| 6. Guldslag | 15. Skolmur |
| 7. Vinduesfæstgørelse af strækmetal | 16. Ventilert hulrum |
| 8. Vindueslysning af gipspuds | 17. Hulrumsisolering af fugt og varmeisolerende batts |
| 9. Vindueskarm af aluprofiler | 18. Bagmur af betonelement |



Front



Løst alt

Efterskrift

Betingelserne for at ovenstående forslag kan indgå i en formmæssig helhed er, at alle skalmurens øvrige led bearbejdes ud fra samme forhold mellem form og teknik.

Det drejer sig blandt andet om:

Sokler

Der bør som alternativ til pudsede letklinkeblokke udvikles robuste sokkelementer, som kan patinere smukt og formidle overgangen mellem gade og facade. Soklen bør lagdeles som den øvrige ydervægskonstruktion og der bør som alternativ til udkradsede studsfiger udvikles smukke løsninger på udledning af slagregn fra hulmuren, eventuelt som skjulte løsninger under terræn sammenhængende med bygningens omfangsdræn.

Hjørner

Betonbagmurens svind samt skalmurens bevægelser som følge af fugt- og temperaturvariationer skaber problemer ved hjørner. Her bør skalmuren sikres bevægelsesfrihed løst i en klar arkitektonisk form, som understreger ydervæggens lagdeling og skalmurens fladevirkning.

Dilatationsfuger

Dilatationsfuger er et relativt nyt fænomen set i arkitekturhistorisk perspektiv, og som alternativ til elastiske fuger bør de lodrette dilatationsfuger i skalmursflader udformes som holdbare og præcise detaljer, der kan bidrage til en helstøbt skalmursarkitektur.

Byggeteknik

Som tidligere nævnt bør en række sædvanligt anvendte materialer og produkter erstattes af nye. Det gælder for eksempel:
-Isoleringsplader, som kombinerer varme- og fugtisoleringen i hulmuren.

-Trådbindere til montage gennem isoleringslaget til bagmuren. Montagen forudsætter udviking af specialværktøj, og det skal sikres, at bindere forbliver rette uden tilbagebukninger o. lign.

Trådbinderne bør desuden kunne forhindre skalmuren i at falde ned i tilfælde af brand og ulykkeslast. Dvs., at skalmuren bør kunne hænge i de deformerede trådbindere.

Stofflighed

De forskellige muligheder for at opnå større rigdom i stofflighed må afsøges og efterprøves inden for rammerne af en rationel byggeproces. Det handler primært om tegstenenes farver og tekstur samt om forskellige fugeformer og -farver.

27

November 1996. ISBN: 87-88-925-28-5