

**Modul og montagebyggeri. S. 295 - 429**

**Henrik Nissen**

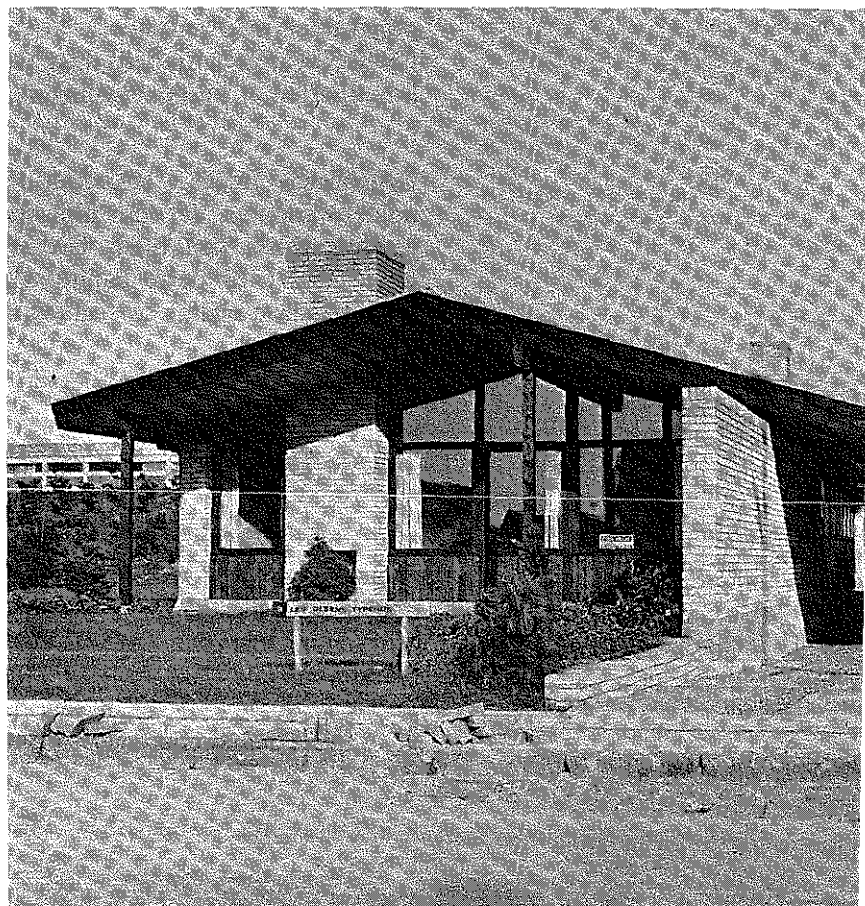
**Lærebøger**

-

**1975**

**Dette dokument udgør en del af et større dokument, der af hensyn til downloadstiden er opdelt i ét eller flere særskilte dokumenter. De(n) øvrige del(e) af dokumentet kan hentes i biblioteket på [danskbyggeskik.dk](http://danskbyggeskik.dk) og findes via søgefunktionen hertil.**

*Typehuse er blevet et karakteristisk træk i dansk byggeri. Nogle firmaer søger i disse år at tage skridtet fra typiseret håndværk til industri.*



# 15

# 15. Leif Olsens typehus

## Modulprojekt, eksempel 7

Enfamiliehus, gruppe C

Eksempel 7 viser et modulprojekteret enfamiliehus, som er karakteristisk for parcelhus-byggeriets overgang fra håndværk til industri. Huset er oprindeligt projekteret med anvendelse af traditionelle materialer og en håndværksmæssig teknik, hvorefter arkitekt Leif Olsen har udviklet præfabrikerede elementer til hovedparten af husets bygningsdele.

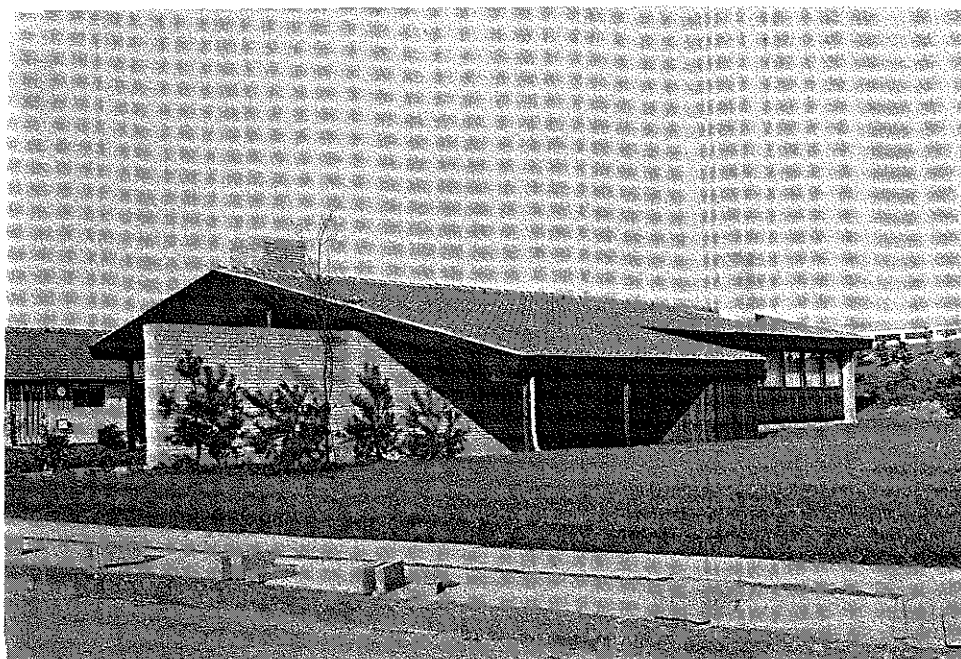
Typehusene findes i størrelser fra 121 m<sup>2</sup> til 155 m<sup>2</sup>, og programmet indeholder varianter, der kan tilpasses grundens forskellige forudsætninger og beliggenhed. Huset kan tillige leveres med car-port og med dobbeltpejs, som indgangsbilledet til dette kapitel viser. Figur 15.01 viser huset fra køkkensiden med dets lave tegtag og tegl- og snedkerelementer.

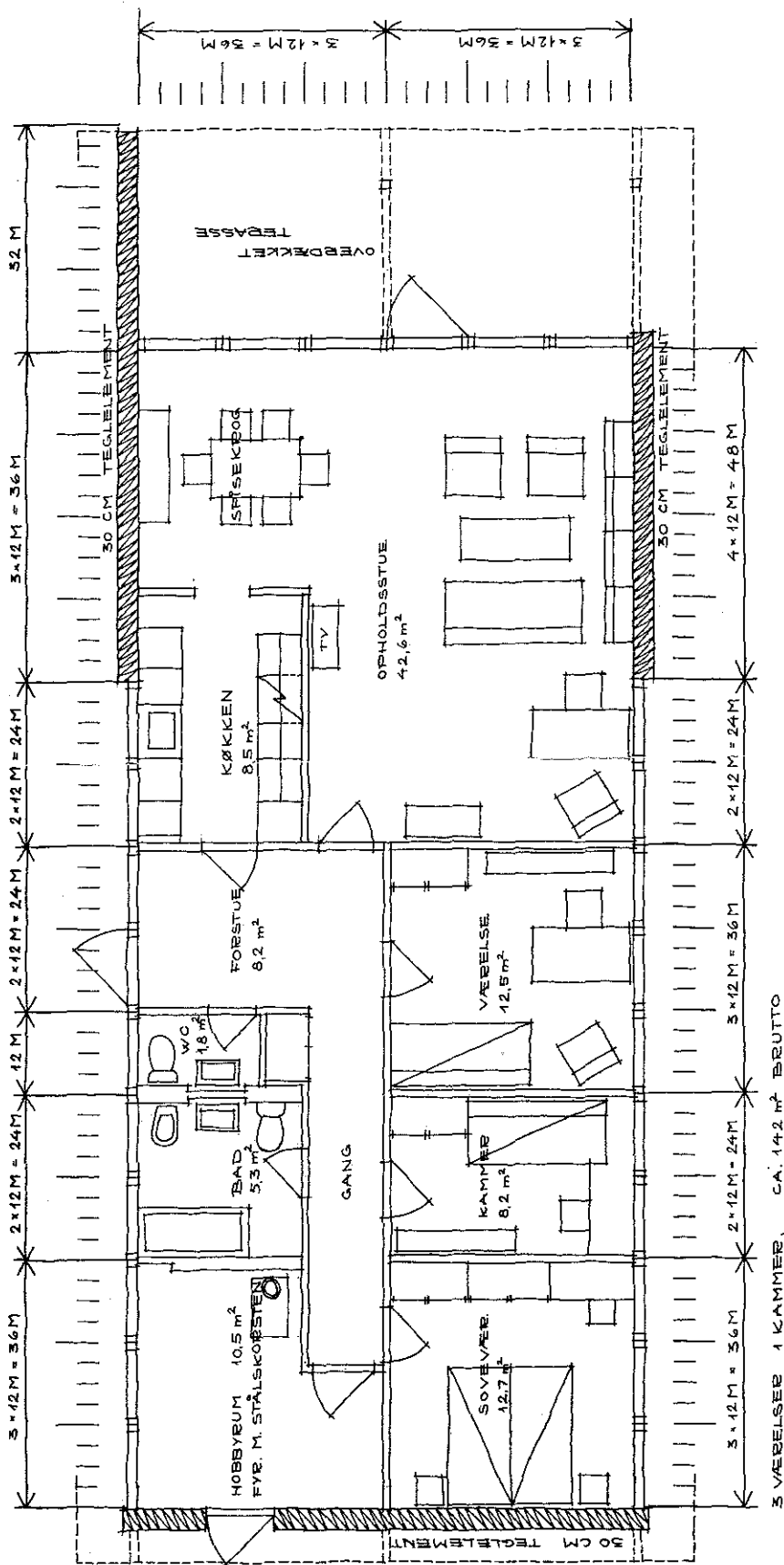
### 15.1 Byggeprogram og valg

Husets brugsfunktioner

Planen, figur 15.02, viser en hustype på 131 m<sup>2</sup> med 3 værelser, herunder en opholdsstue på 43 m<sup>2</sup>, 1 kammer, køkken, spiseplads, badeværelse, gæstetoilet og fyrrum. Planen er veldisponeret, og alle rum har gode møbleringsmuligheder og bekvemme adgangsforhold. Planen er optegnet over et planlægningsmodul på 12M x 12M, og det ses, at selv dette grovmaskede net giver en god planløsning uden uacceptable bindinger.

*Figur 15.01.*  
*Leif Olsens typehus.*  
★ *Leif Olsen's standard house.*





**EKSEMPEL 7**  
**SKITSE AF ENFAMILIEHUS 1 : 100**

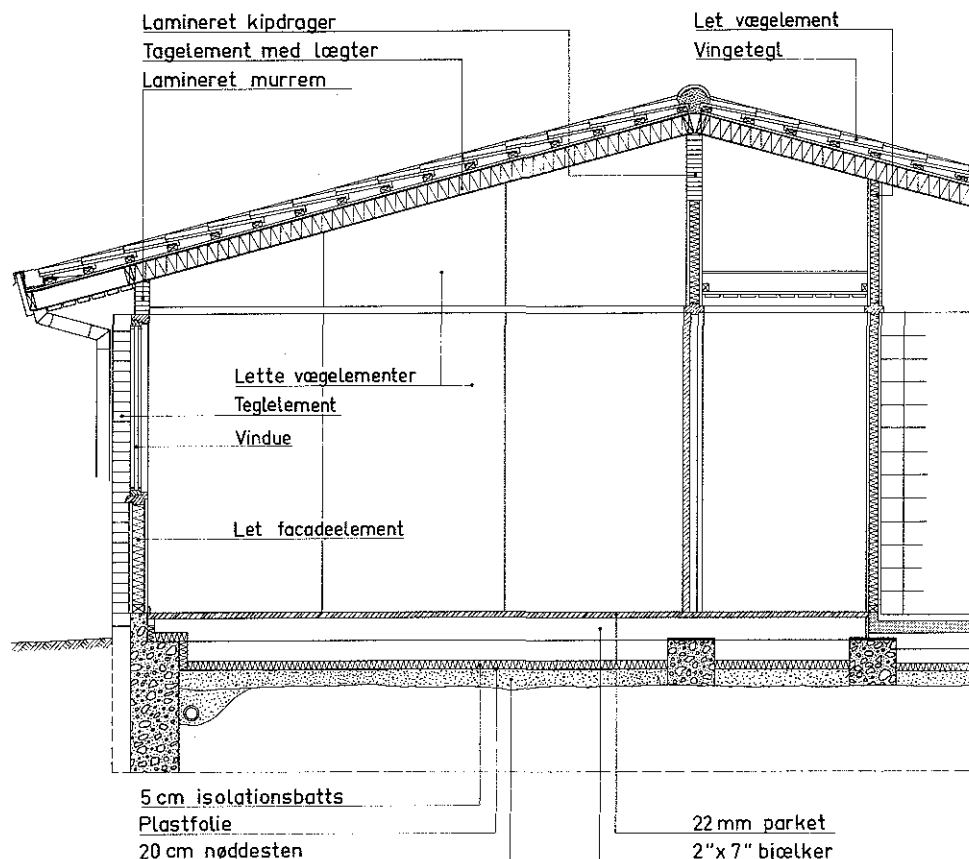
Figur 15.02.

Skitseplanen er optegnet over et 12M x 12M planlægningsmodulnet uden neutrale zoner.

★ The sketch plan has been drawn in accordance with a 12M x 12M modular planning grid without neutral zones.

Figur 15.03.  
Tværsnit af typehus med  
bærende facader og hoved-  
skillevæg.

★ Cross section standard  
house with loadbearing  
external walls and main  
division wall.



TVÆRSNIT 1 : 50

Den bærende konstruktion består af simpelt understøttede elementer. De lodrette kræfter føres fra taget til murrem og kipdrager. Murremmen understøttes af facadeelementerne, og kipdragerne af gavlelementerne og stålørssøjlerne i længdeskillevæggen, se figur 15.10. Som afstivende konstruktioner fungerer de tunge facadeelementer i begge retninger. Figur 15.03 viser et tværsnit i huset.

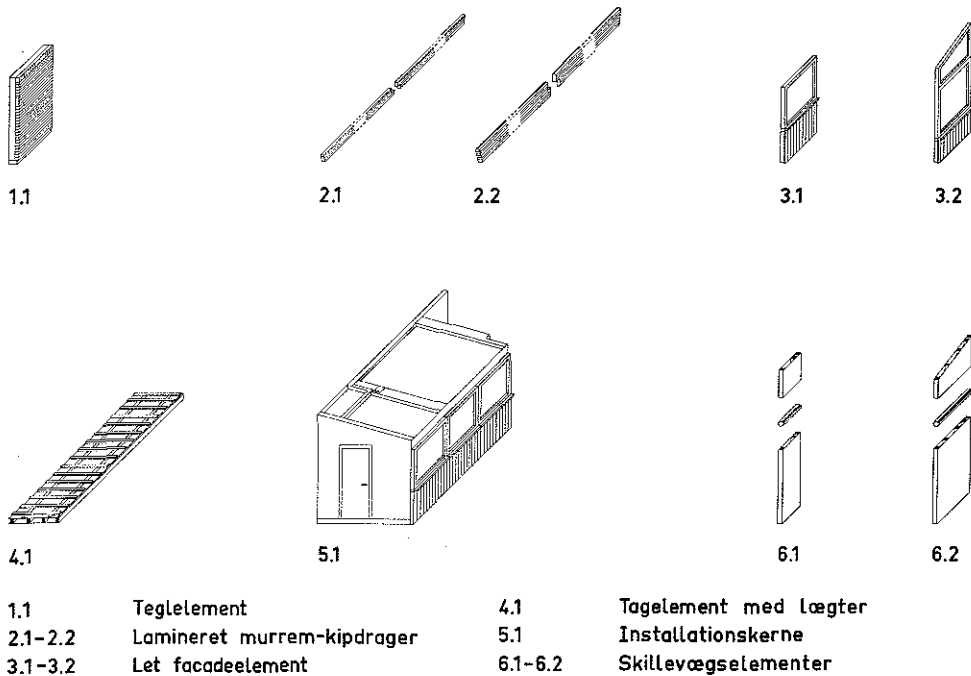
Huset er opbygget af følgende komponenter:

*Råhus:*

Ydervægge:	12M brede snedkerpartier og teglelementer i specielle mål, se senere
Yderdøre:	10M og 12M brede
Tag:	12M brede tagelementer på laminerede murremme og kipdrager
Gulv:	22 mm parketbrædder på 2 x 7" bjælker
Fundamenter:	Beton støbt på stedet

*Færdighus:*

Indervægge:	12M, 9M og 6M bredde lægtevægge
Døre:	7M og 8M brede
Køkkeninventar:	B = n x M



Figur 15.04.  
 Isometri af byggesyste-  
 mets komponenter.  
 ★ Isometry of the compo-  
 nents of the building sy-  
 stem.

BYGGESYSTEMETS KOMPONENTER 1:200

Figur 15.04 viser byggesystemets komponenter i isometrisk afbildning. Bemærk den høje præfabrikeringsgrad i projektet. Teglelementerne er af fabrikat SHT Teglelement fra Herning. Elementerne, der er taget fra fabrikkens katalogproduktion, er ikke modulære. Dette er set fra et modulsynspunkt en skønhedsplet i projektet, men i øvrigt uden praktisk betydning, da alle teglvæggene ender i den fri luft, således at der ikke opstår noget målkoordineringsproblem med andre elementer. Desuden er elementsamlingerne udført med stående fortanding. Samlingerne fuges efter, og den færdige teglvæg ser ud, som om den var muret i én operation. I sidste del af dette kapitel vises et alternativ til projektet med modulære teglelementer fra A/S Montagetegl, Nivå.

Umodulære teglelementer

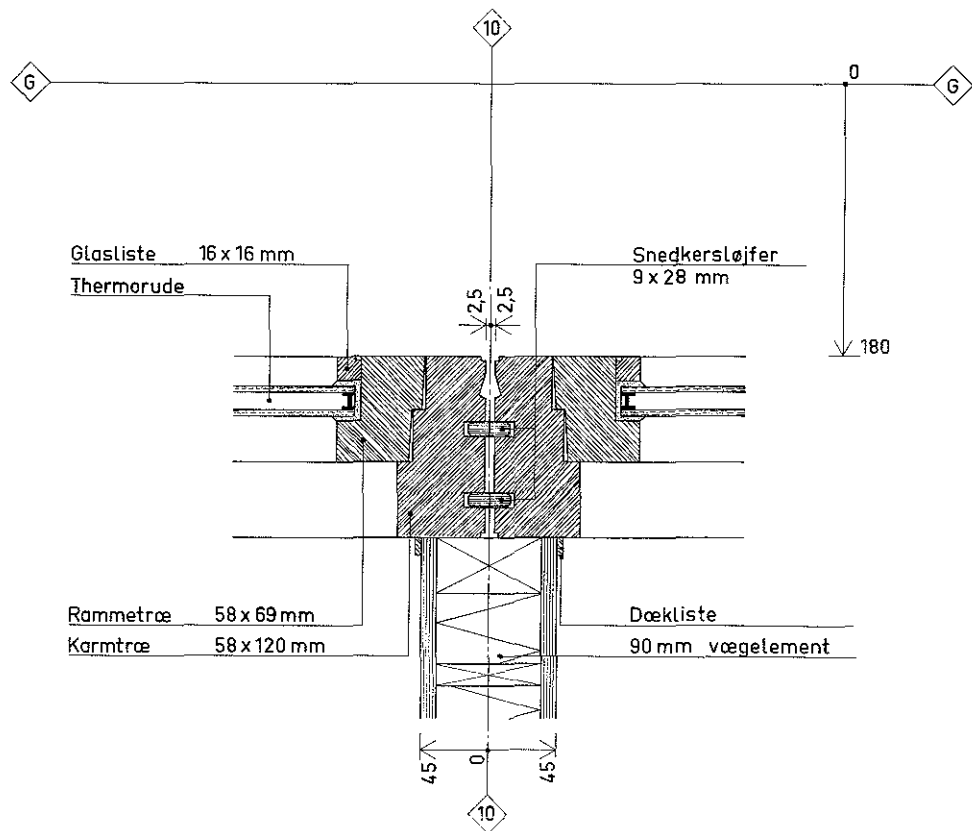
Stående fortanding

## 15.2 Opklaring af detaljer

Figur 15.05 viser vandret snit i samlingen mellem to snedkerelementer i facaden og et tværvægselement. Med 2 1/2" karmtræ i vinduerne bliver vinduesstolperne brede nok til, at tværvæggen kan lande på karmene, og der er derfor ikke udført nogen frarykning af vindueselementerne som i eksempel 6, se kapitel 14. Fugen mellem elementerne er af arkitektoniske grunde valgt til kun 5 mm, men målinger på de færdige bygninger viser, at dette er nok til at optage målafvigelse i facaden uden fejlphobning. Vinduerne er udført med dobbeltfals og termoruder, og elementerne er samlet med sløjfer.

Ingen neutralzoner

Figur 15.05.  
 Vandret snit i samling mellem vindueselementer og tværvæg.  
 ★ Horizontal section of connection between window panels and cross wall.



SNIT A<sub>7</sub> 1:5

Moduldetalje med normale fugeandele

Nøjagtighedsproblemer

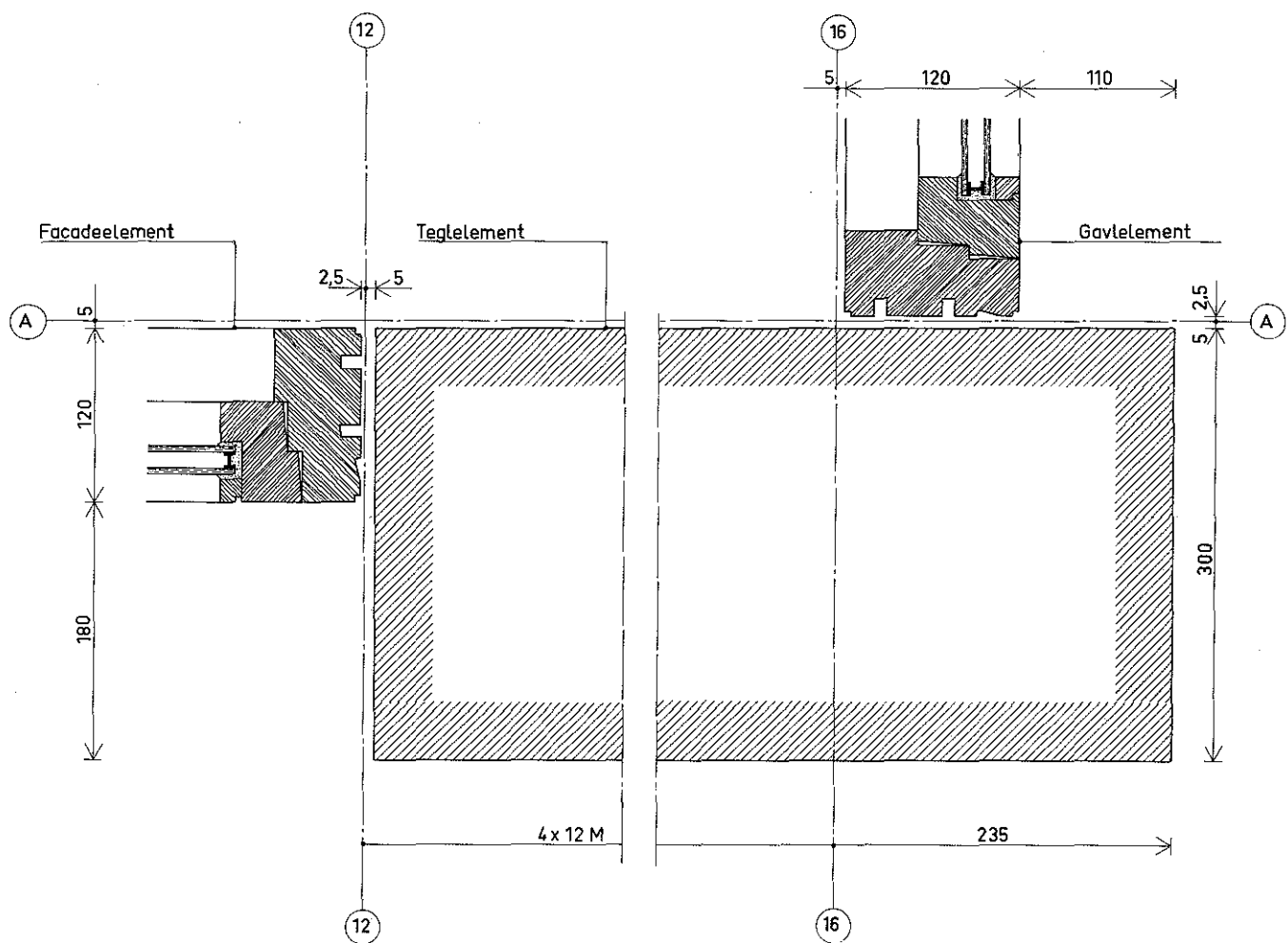
Byggeteknisk rigtige fuge-mål

Umodulære mål og komponenter

Figur 15.06 viser vandret snit i hjørnesamlingen mellem let og tung facade omkring modullinierne A, 12 og 16, se også figur 15.08. Tegningen er udført som moduldetalje med de for elementerne normale fugeandele: 2,5 mm ved snedkerelementet, sammenlign figur 15.05, og 5 mm ved tegleelementet, svarende til en halv normalfuge i murværk. Med de store teglelementer er det vanskeligt at opnå tilstrækkelig stor nøjagtighed til, at målafvigelser kan udlignes i en fugeandel på kun 5 mm. Man risikerer fx, at fugen bliver 0 og således ikke kan udføres tilfredsstillende.

For at imødegå dette forøges teglelementets fugeandele fra 5 mm til 10 mm, hvilket medfører, at både facade og gavl rykker 5 mm udad overalt i huset. Figur 15.07 viser samlingerne i denne udførelse. Tegningen er her udført som samlingsdetalje med facadeflugterne som målafsetningslinier. Fugerne er nu 13 mm og udføres som normale mørtelfuger med værkstopning. Teglelementet er udført med en 190 mm tyk isolering af lecabeton og har en k-værdi på 0,6 kcal/m<sup>2</sup> x h x °C.

Figur 15.08 viser projektets moduloversigtstegning med husets opdeling i komponenter og disses placering i forhold til modullinierne. Af planen fremgår desuden beliggenheden af de omtalte detailsnit. Det ses, at tagudhæng ved gavle og facader ikke har planmål, der er delelige med 3M. Forholdet er uden praktisk betydning. Desuden ses den tidligere omtalte opdeling af teglvæggene i umodulære elementer.



FACADE-, TEGL- OG GAVLELEMENT.  
SNIT B, OG C, 1:5 Moduldetaljer

Figur 15.06.

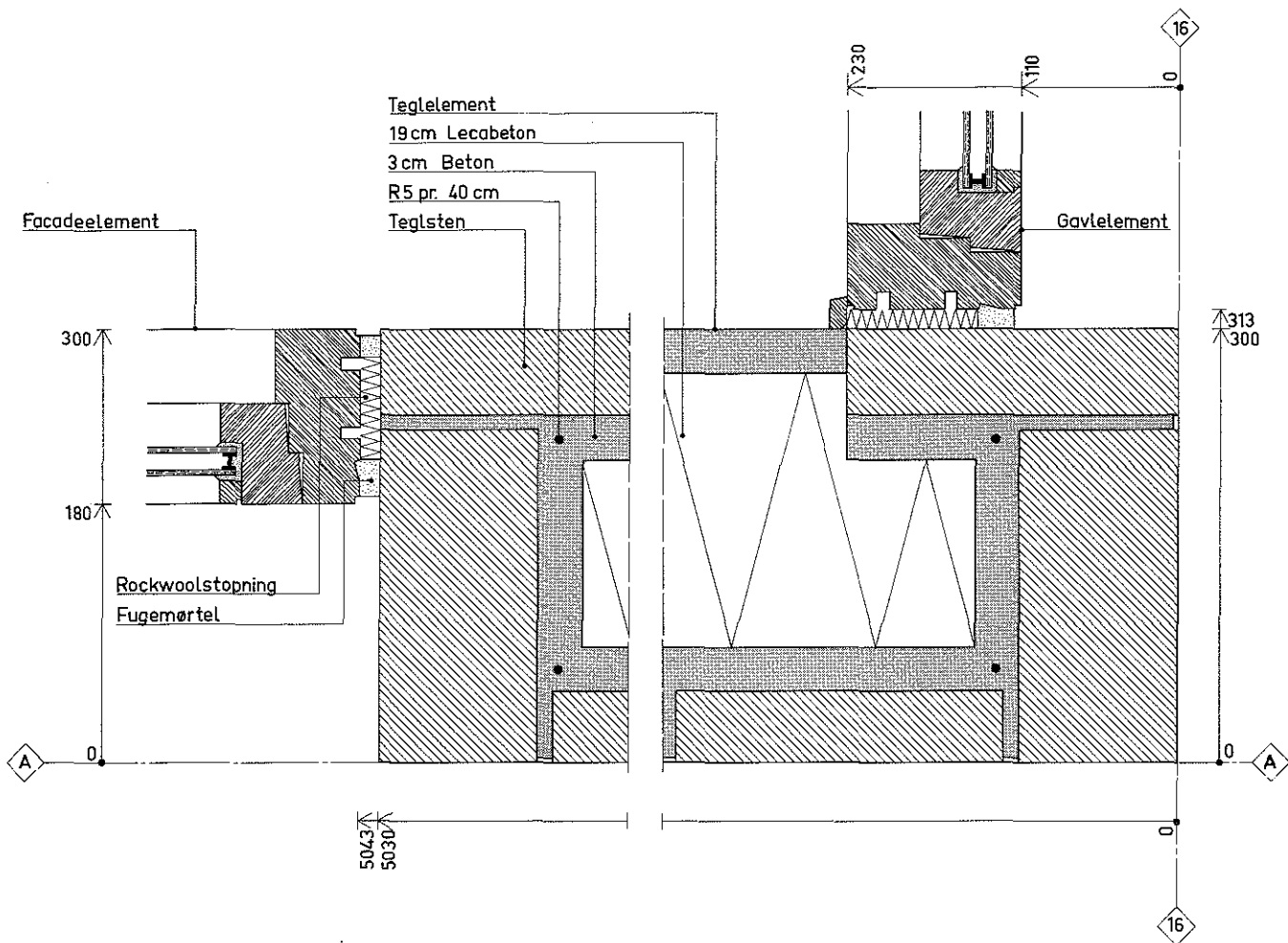
Vandret snit i samling mellem facadens elementer. Moduldetalje med normale fugeandele.

★ Horizontal section of joints between panels in exterior wall. Modular detail showing normal share of joints.

Med moduloversigtstegningen er planens geometri fastlagt, og herfra kan der udføres procestegninger efter de tidligere gennemgåede principper. Figur 15.09 viser vandret snit i samlingen mellem de to facadeelementer. Samlingen er helt analog til snit A<sub>7</sub>, figur 15.05. Isoleringen er afdækket med en vindtæt pap og på indersiden beskyttet med en dampspærre af alukraftpapir.

Figur 15.10 viser vandret snit i de lette vægge omkring modullinierne 7, 10 og D. Tegningen er udført som procestegning med væggenes centerlinier (nr 7 og 10) og vægoverfladen i væg D som målaflsætningslinier. Tegningen viser de





SAMLING MELLEM TRÆ- OG TEGLELEMENTER  
 SNIT B<sub>7</sub> OG C<sub>7</sub> 1:5 Samlingsdetaljer

Figur 15.07.

Samlingsdetalje af facadens elementer. Fugerne er øget til 13 mm og udført som normale mørtelfuger.

★ Assembly detail of the units in exterior wall. The joints have been increased to 13 mm and made as normal mortar joints.

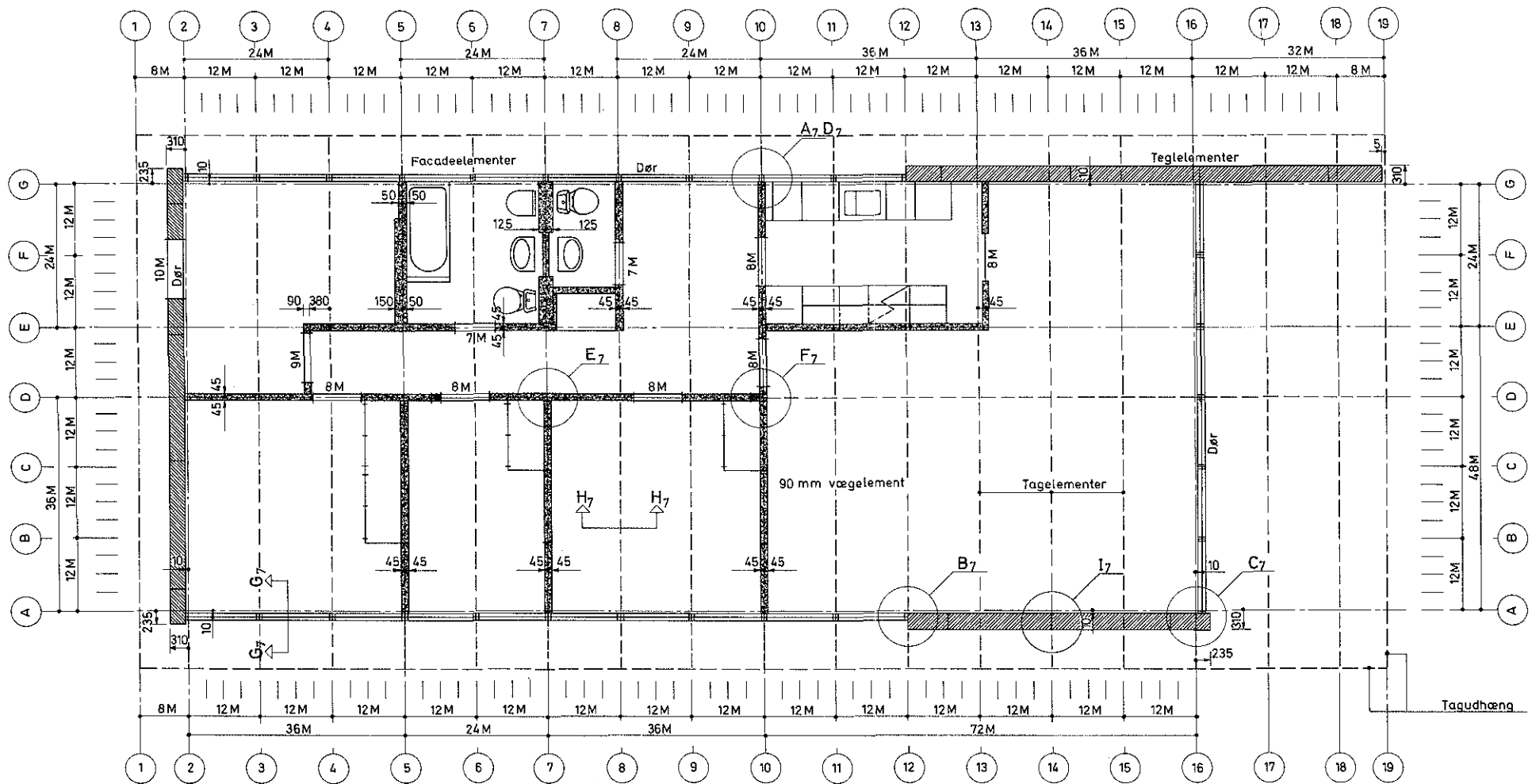
Procestegninger for lette vægge

vægelementer, S1, S6, D7 og S10, der indgår i samlingerne. Til projektet hører yderligere en opstillingstegning for vægelementerne; denne tegning, der svarer til figur 8.13, i eksempel 1 er ikke udført i eksempel 7, men kan konstrueres ud fra moduloversigtstegningen, figur 15.08.

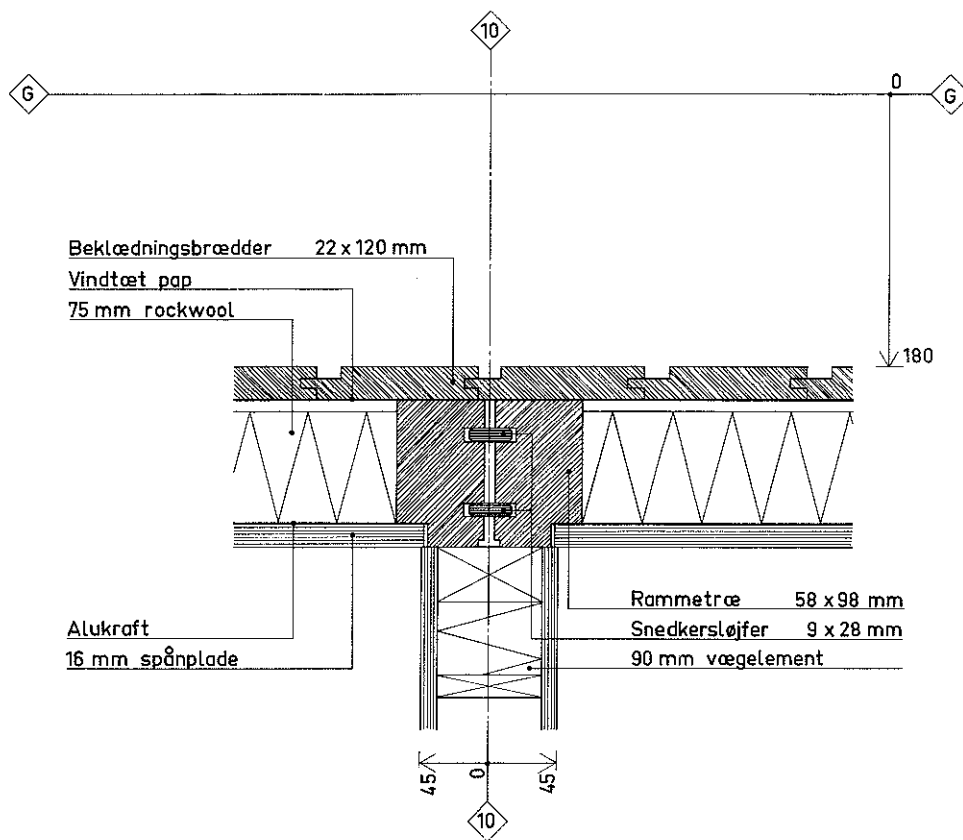
Figur 15.08. (næste side)

Moduloversigtstegning.

★ Modular main drawing.

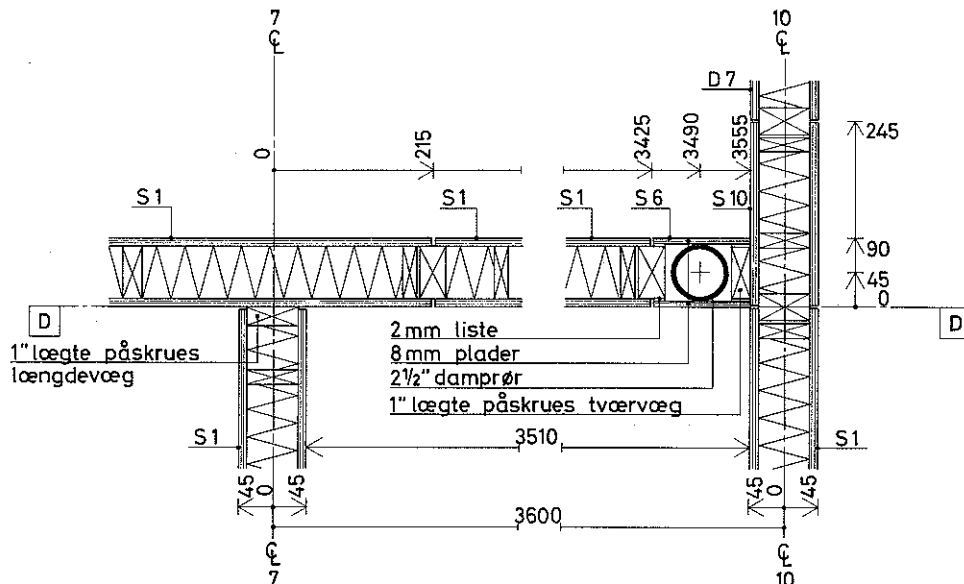


Figur 15.09.  
 Vandret snit i samling mellem snedkerelementer.  
 ★ Horizontal section of joint between joinery panels.



SNIT D<sub>7</sub> 1:5

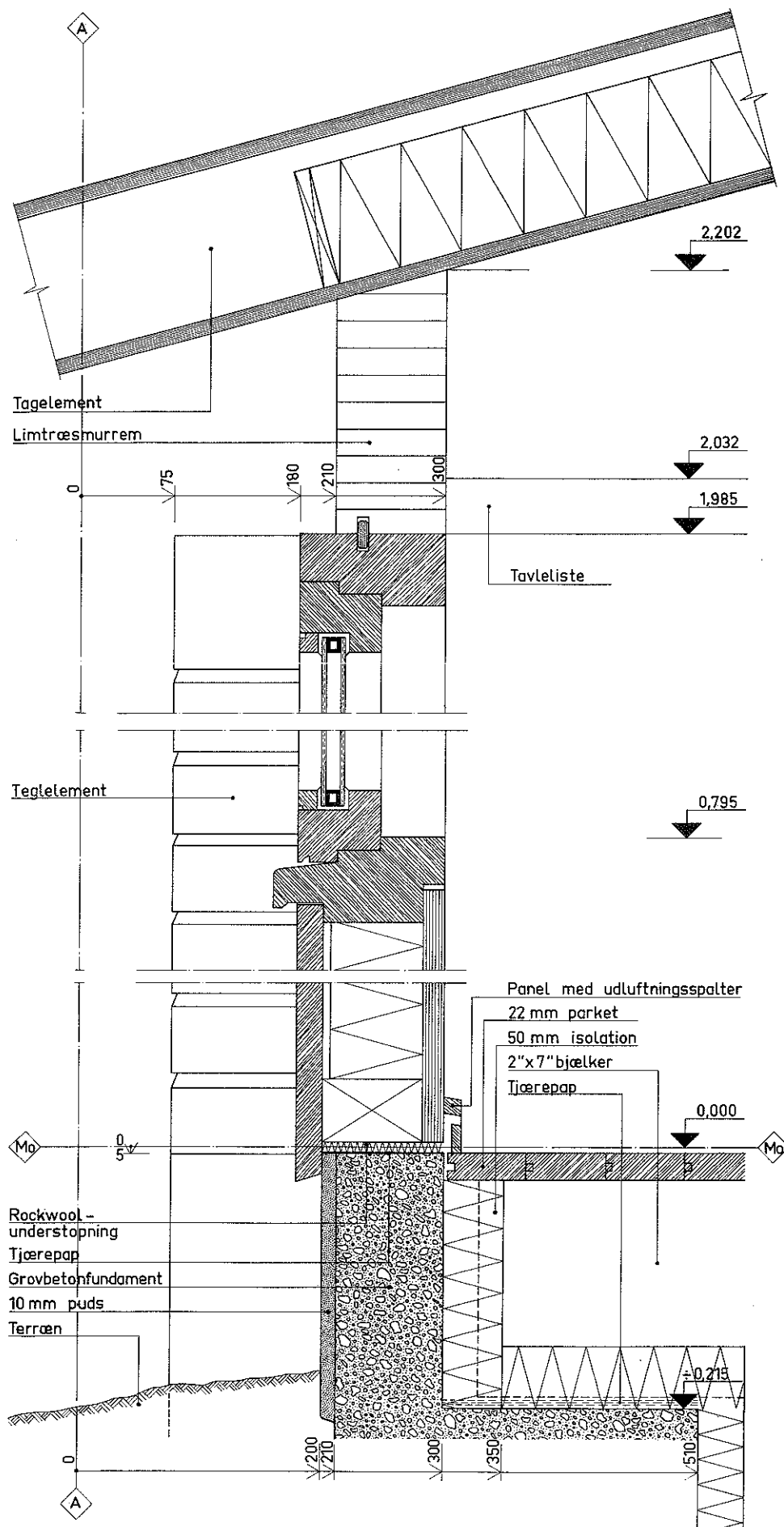
Figur 15.10.  
 Samlingsdetaljer for lette vægge.  
 ★ Assembly details of light-weight walls.



SAMLING MELLEM LETTE VÆGGE 1:10

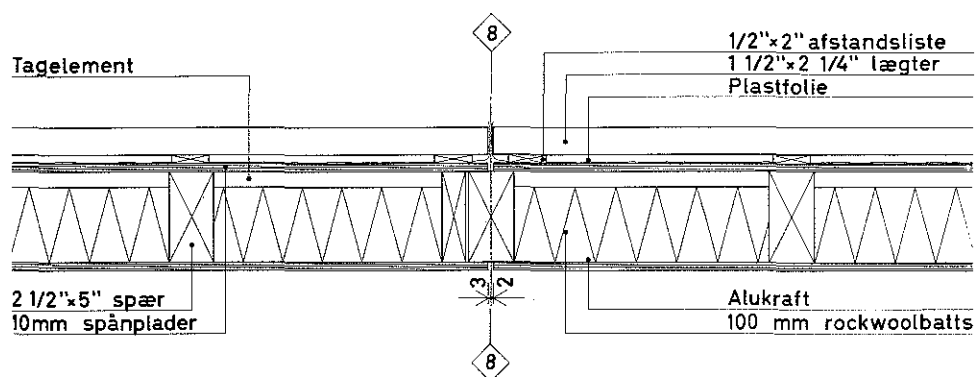
SNIT E<sub>7</sub> OG F<sub>7</sub>

Figur 15.11 viser lodret snit i den lette facade fra fundament til tag. Tegningen opsummerer de tidligere trufne valg og viser tilslutningen mellem ydervæggens konstruktioner.



Figur 15.11.  
 Lodret snit i let facade.  
 ★ Vertical section of  
 lightweight external wall.

Figur 15.12.  
Lodret snit i samling mellem tagelementer.  
★ Vertical section of connection between roof units.



SAMLING MELLEM TAGELEMENTER 1:10 SNIT H<sub>7</sub>

Præfabrikerede tagelementer

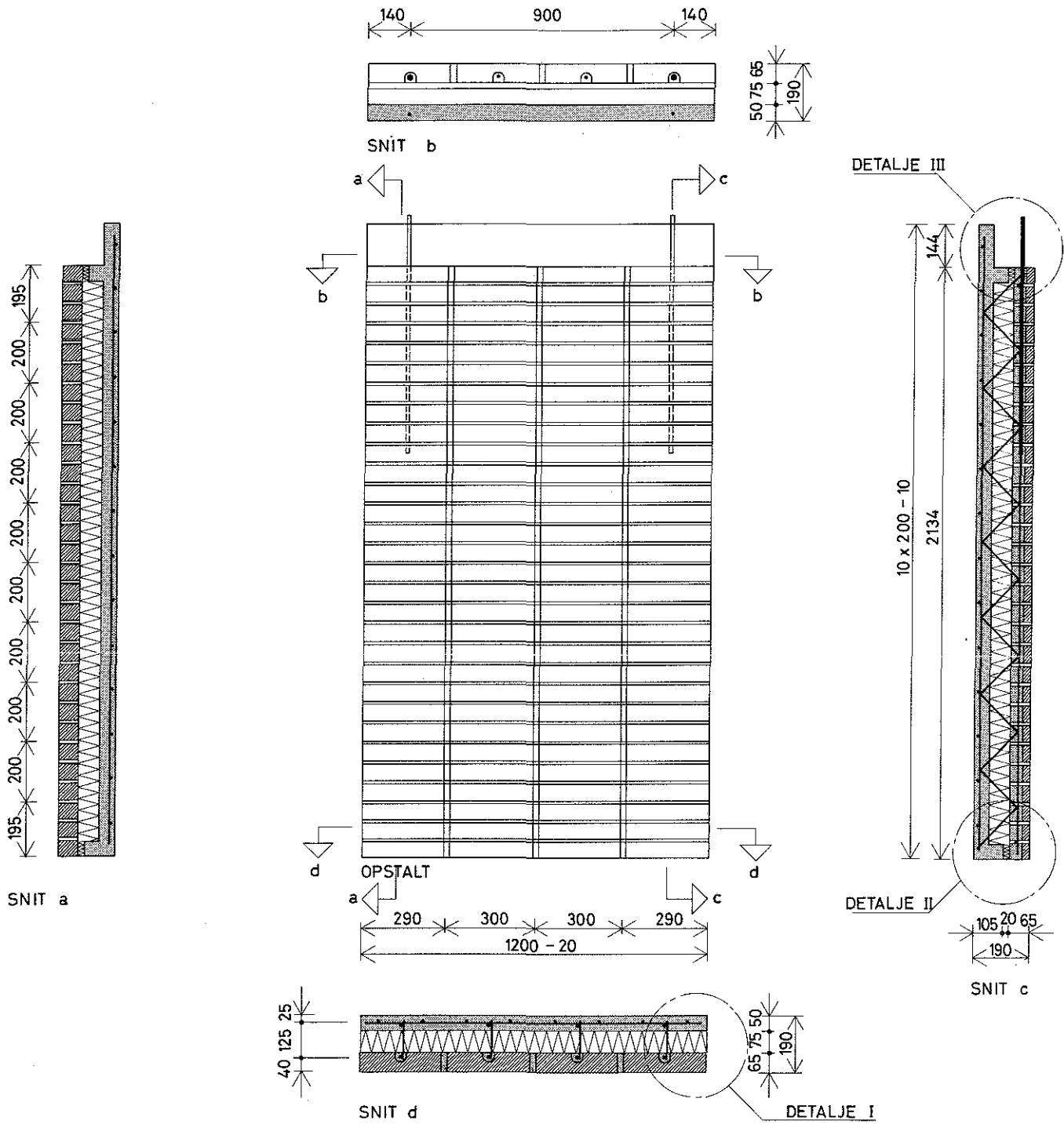
Figur 15.12 viser lodret snit i samlingen mellem to tagelementer. Elementerne er udført som stressed-skin plader, opbygget af 2 1/2" x 5" spær beklædt med 10 mm spånplader. Over tagpladerne er der lægget med 1 1/2" x 2 1/4" lægter på et underlag af 1/2" afstandslister. Da taget beklædes med tegl, oplagt med 15°'s hældning, er der udført det viste vandtætte underlag af plastfolie. Tagelementerne bærer som simpelt understøttede plader fra facade til kipdrager.

### 15.3 Facadeelementer

Som alternativ til de massive facadeelementer af tegl vises i det følgende en løsning med hule, modulære teglelementer fra A/S Montagetegl, Nivå. Valget mellem de to løsninger afgøres først og fremmest af økonomien. Her må der tages hensyn til, at de hule teglelementer, isoleret med 75 mm mineraluld, har en k-værdi på 0,45 kcal/m<sup>2</sup> x h x °C og dermed giver en væsentlig bedre fyringsøkonomi end den massive ydervæg.

Specielle modultegl

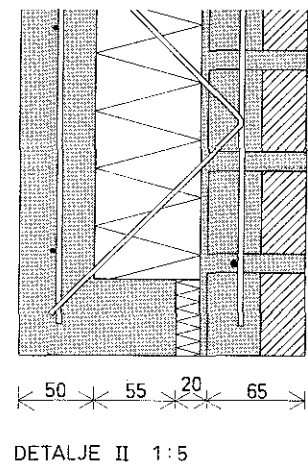
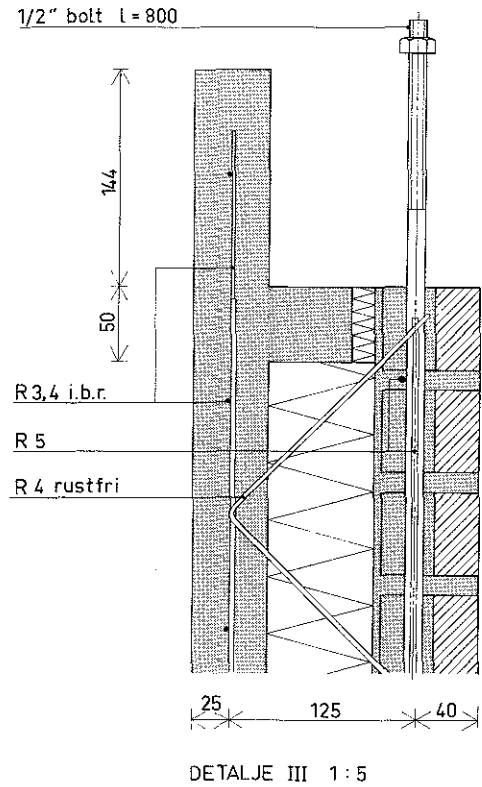
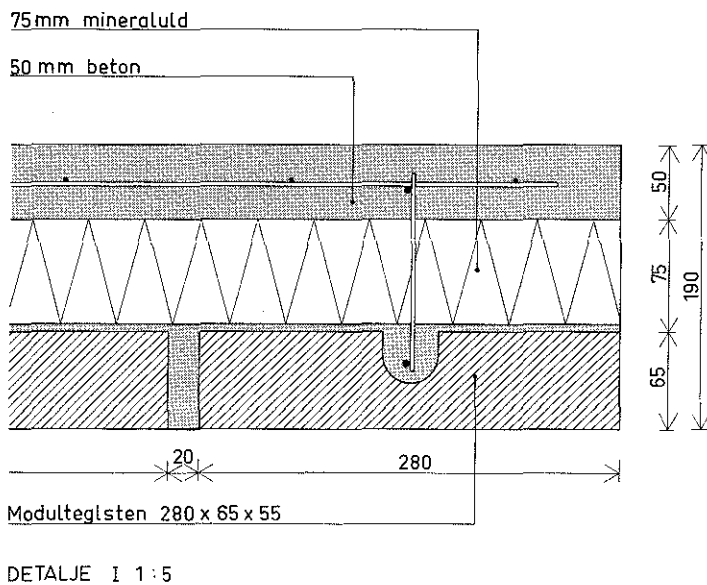
Figur 15.13 viser en tegning af det normale facadeelement. Elementet er fremstillet af specielle teglsten i format 280 x 55 x 65 mm, der sammenstøbes uden forbandt. I stenene er der udført den viste not, som giver plads for den rustfri armering, der binder formur og bagmur sammen.



TEGLELEMENT FE00 1 : 20

Figur 15.13.  
 Teglement fra A/S Montagetegl.  
 ★ Brick panel from A/S Montagetegl.

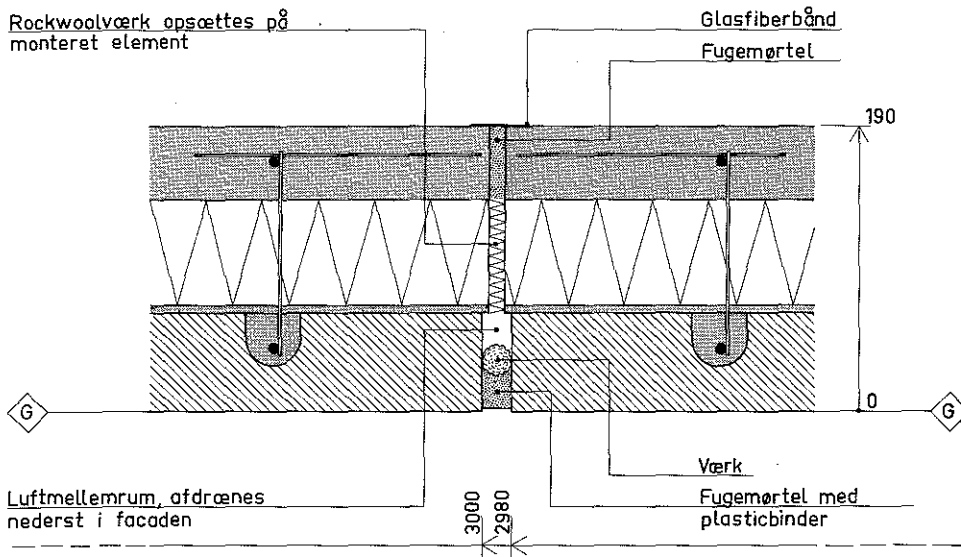
Figur 15.14.  
 Detaljer af teglelement.  
 ★ Details of brick panel.



TEGLELEMENT, DETALJER 1:5

Mellem formur og bagmur er der isoleret med 75 mm mineraluld. Kuldebroer er undgået med den viste kantisolering. Figur 15.14 viser detaljer af elementet. Figur 15.15 viser vandret snit i fugen mellem to teglelementer. Fugen er udført med to-trins tætning, idet den ydre tætning består af værk og fugemørtel; bag denne er der et ventileret hulrum, og inderst er vindtætningen placeret. Revner mellem elementerne er undgået med det viste fugebånd af glasfibervæv.

Foruden de i figur 15.13-15 viste elementer, hvor de specielle modulteglsten er indstøbt med fuger på fuger, har A/S Montagetegl produceret en anden elementtype, hvor stenene ligger i forbandt. Elementerne udføres i murens fulde længde, og højden svarer til en halv etage. Herved fremkommer kun en gennemgående, vandret fuger, som kan udføres sådan, at elementopdelingen ikke ses. Hvis det er det, man ønsker!



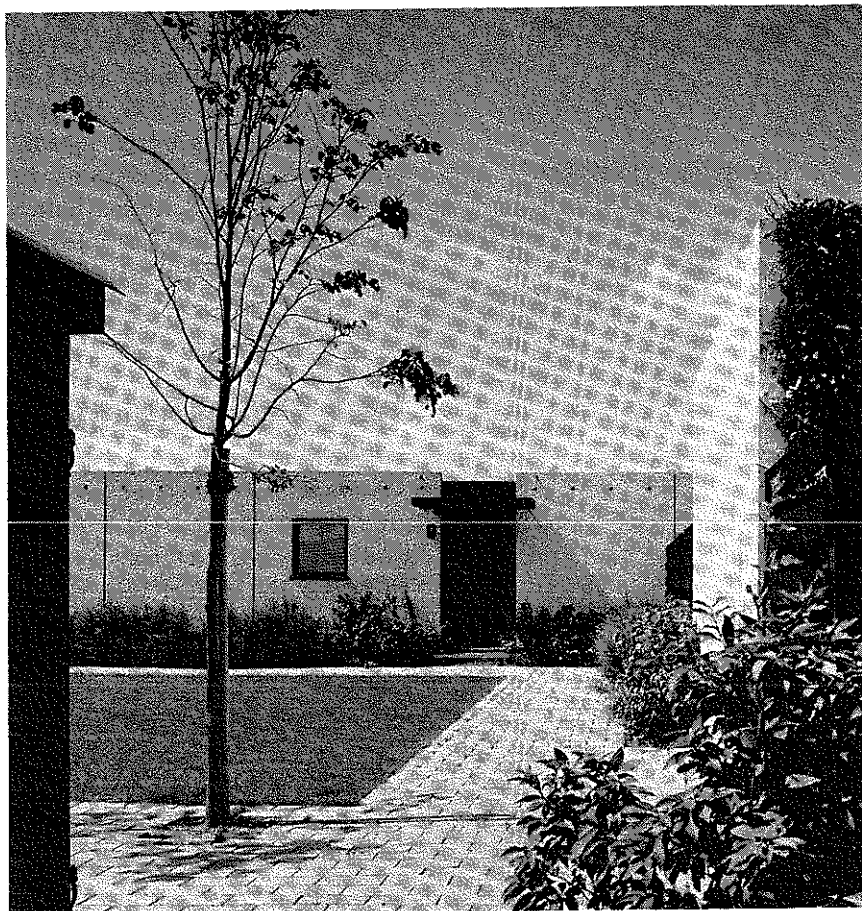
Figur 15.15.  
 Vandret snit i samling mellem teglelementer.  
 ★ Horizontal section of connection between brick panels.

SAMLING MELLEM TEGLELEMENTER  
 SNIT I<sub>7</sub> 1:5





*Albertslund gårdhuse. Navnet Albertslund er blevet et begreb i den offentlige debat om byplanlægning, hustyper, byggeteknik og milieu. I dette kapitel beskrives en videreudvikling af gårdhustypen.*



# 16

## 16. Gårdhus type 2.70

### Modulprojekt, eksempel 8

Enfamiliehus, gruppe C

Albertslund Syd

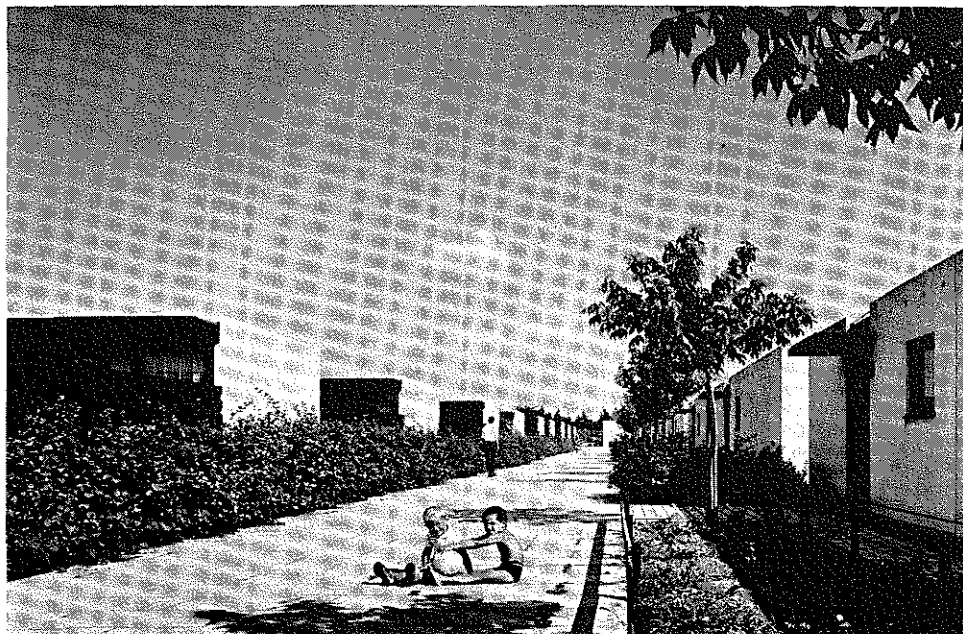
Klyngehuse i Ølstykke

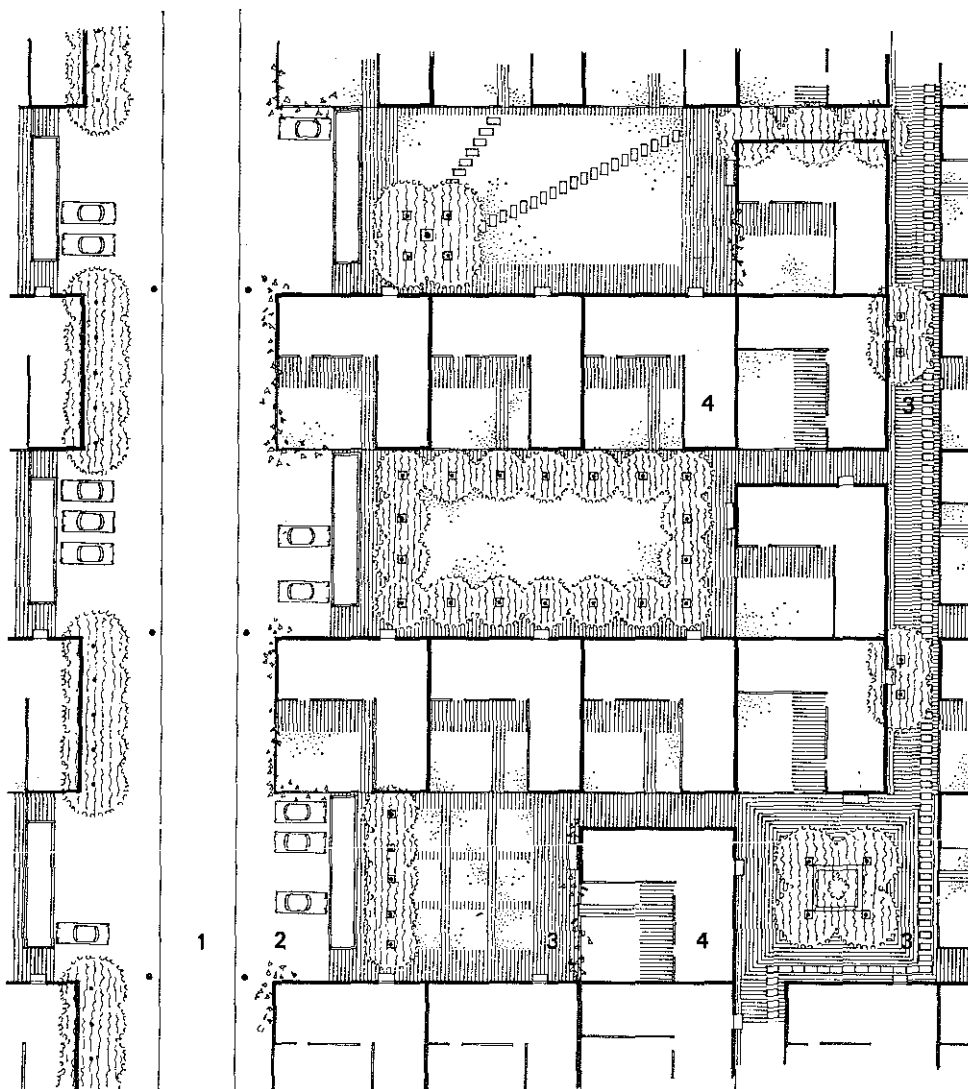
I dette kapitel vises et modulprojekteret enfamiliehus udført med sandwich-elementer af beton, suppleret med lette elementer i facader, tag og indvendige vægge. Huset er en videreudvikling af gårdhusene i montageplanen, „Albertslund Syd”, som blandt andet har været omtalt i tidsskriftet *Byggeindustrien* i en artikelserie fra 1964. De projekterende er på arkitektsiden Fællestegnstuen, Kronprinsessegade og på ingeniørsiden Wilcken & Wulff samt Dominias ingeniørafdeling. Efter Albertslund har hustypen været anvendt til opførelse af en bebyggelse på 628 huse i Ballerup i 1968, 72 huse i Greve-Kildebrønde i 1969 og 534 huse i Ølstykke i 1969-70. Nærværende projekt er den sidste udgave af hustypen, type 2.70, som endnu ikke har været opført (jan 1970).

### 16.1 Projekteringsforudsætninger

Albertslund gårdhuse er projekteret som led i en samlet bebyggelse, disponeret efter en detaljeret byplan for området. Planen omfatter blandt andet ca 1000 gårdhuse anlagt i klynger a 4-6 huse i en haveby, hvor udnyttelsesgraden er 0,3. Husklyngerne danner veje, stier, fællesarealer og private gårdhaver. Den kørende og gående trafik i området er konsekvent adskilt. Disse forudsætninger ligger bag husenes form, materialevalg og plan. Husformen er vinkelhuset, der vender ryggen til adgangsvejene og åbner sig mod gårdhaven. Da stier og fællesarealer går helt op til husenes facader, og afstanden mellem disse visse steder kun er 2,10 m, er de facader, som vender ud til veje og stier, udført af tunge, lyddæmpende betonelementer, kun med et enkelt vindue samt hovedindgangen. I havesiden er facaderne udført af lette snedkerelementer med store glasarealer. Se figur 16.02. og og figur 16.12.

Figur 16.01.  
Gårdhusenes facader.  
★ *Facades of atrium houses.*





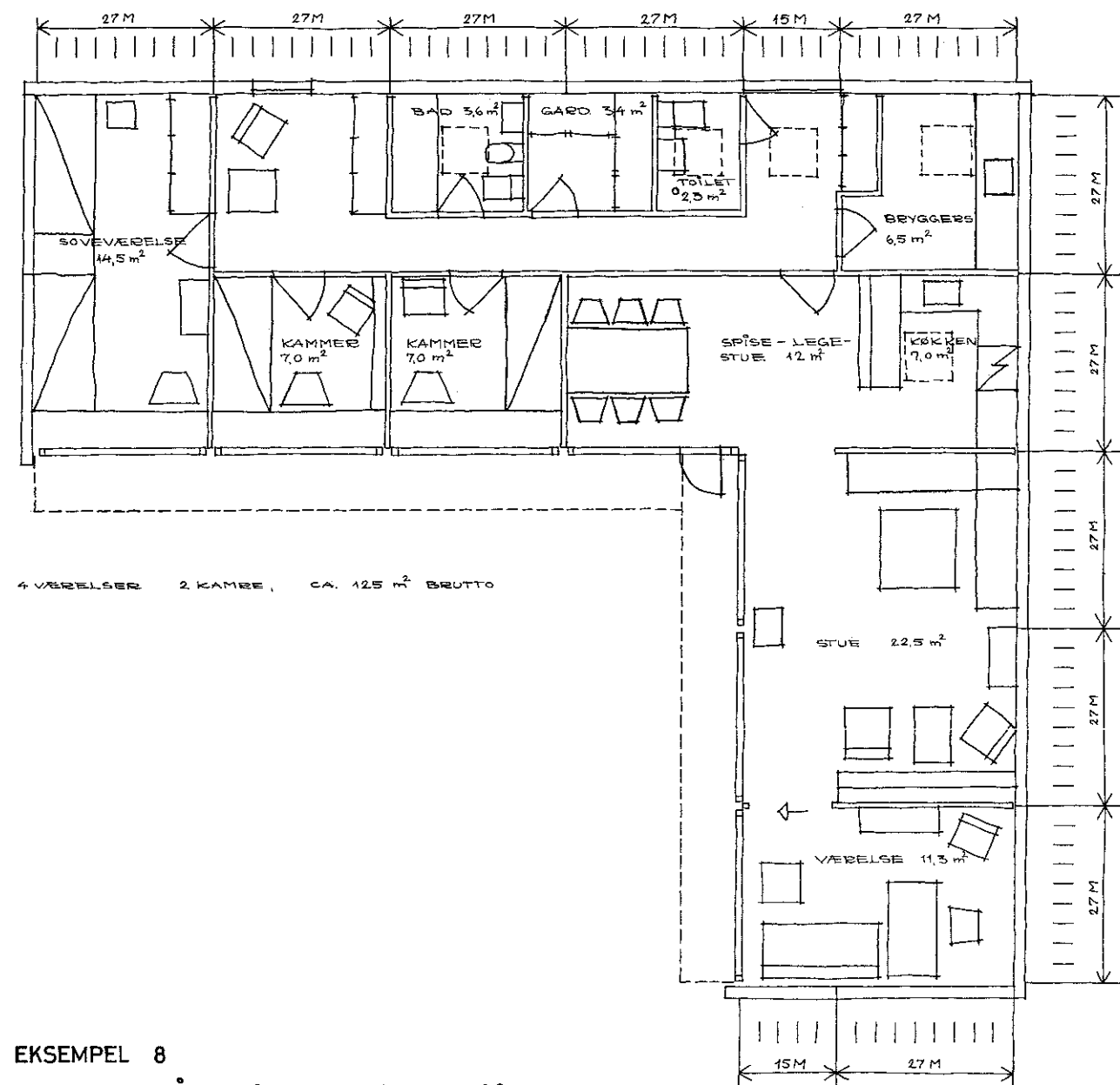
Figur 16.02.  
 Situationsplan af klyngehuse. Bemærk husenes vinkelform, de tunge facader mod stierne og de lette facader mod gårdhaverne.  
 ★ Layout plan of cluster-houses. Note the angle-shape of the houses, the heavy external walls towards the paths and the light-weight external walls towards the atriums.

Ved projekteringsstart i 1960 var der endnu ikke opført enfamiliehuse som montagebyggeri i større omfang her i landet. Og ingen af de eksisterende byggesystemer fandtes egnede til at løse den foreliggende opgave, som var bundet af en lang række byplantekniske vilkår – foruden de øvrige tekniske og økonomiske betingelser. Derfor blev hver eneste byggekomponent analyseret fra grunden og projekteret med henblik på at opfylde de krav, der skulle gøre den anvendelig på dens plads i helheden.

Gårdhusene i Albertslund varierer i størrelse fra 93 til 105 m<sup>2</sup> og indeholder opholdsstue, spise-lege-stue, soveværelse, 2 eller 3 kamre, køkken, bad og pulterrum. I den nye type 2.70, se figur 16.03, er arealet øget til 125 m<sup>2</sup>, og huset indeholder opholdsstue, spise-lege-stue, „opholdskrog“ (7 m<sup>2</sup>), soveværelse, 3 kamre, køkken, bryggers, bad, gæstetoilet og garderobe – altså en virkelig veludstyret familiebolig. Med alle disse rum placeret i et areal på 125 m<sup>2</sup> har det ikke kunnet undgås, at nogle af rummene er blevet relativt små. Køkkenet er således 7,0 m<sup>2</sup> netto, badet 3,0 m<sup>2</sup> og kamrene 7,0 m<sup>2</sup>.

Boligernes brugsværdi

Det vinkelformede hus giver særlige muligheder for udnyttelse af planen og de enkelte rum. Familien kan samles i de centrale opholdsrum, og omvendt kan mindre grupper eller enkeltpersoner isolere sig i de afsides beliggende rum, en mulighed, der normalt ikke er til stede i almindelige etplans længehuse.



## EKSEMPEL 8

SKITSE AF GÅRDHUS TYPE 270 1:100

Figur 16.03.

Skitseplan af vinkelformet gårdhus.

★ Sketch plan of angle-shaped atrium house.

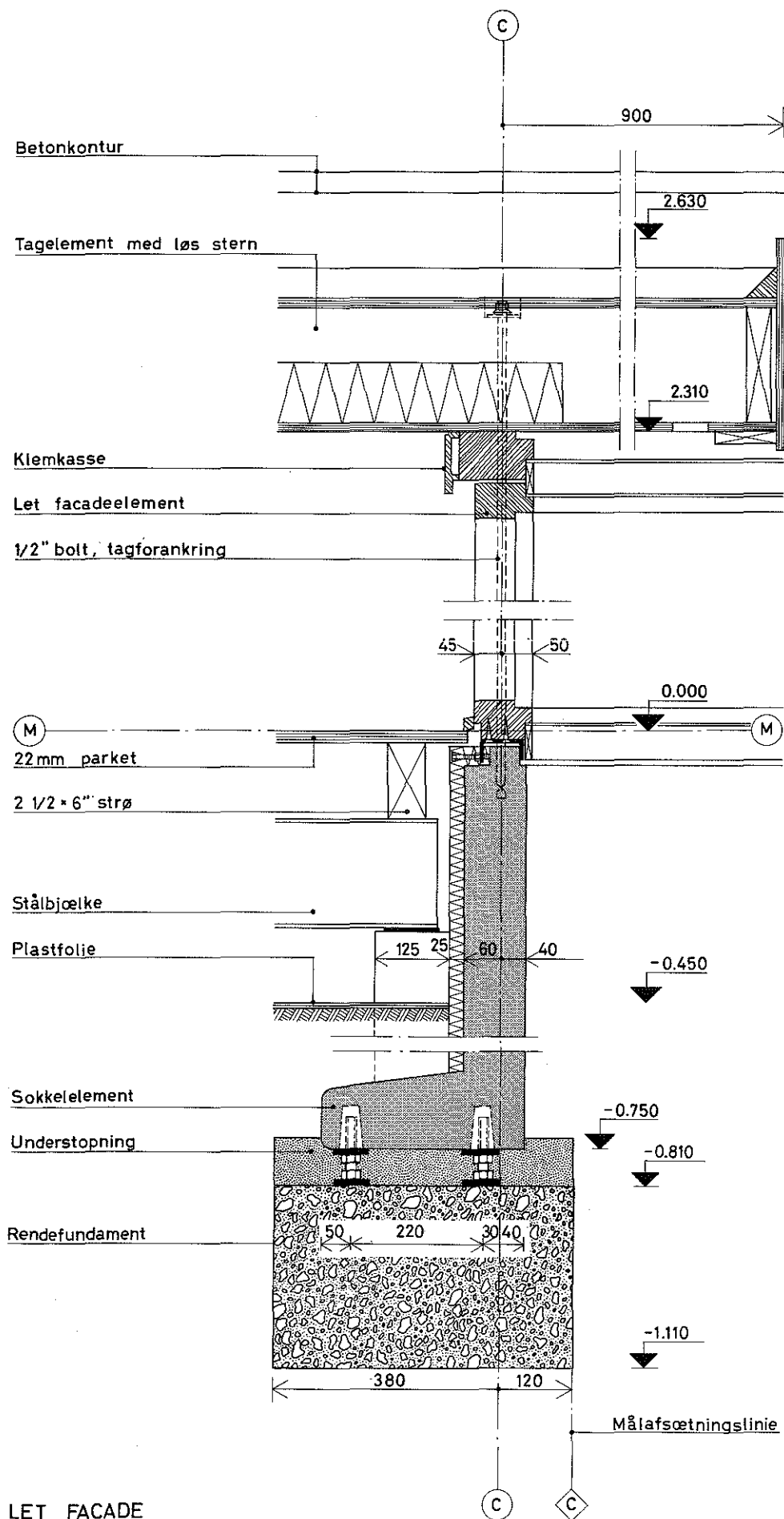
### Modul- og præferencemål

Planen er optegnet over et 3M x 3M modulnet, og som præferencemål for ydervægskomponenter er valgt 27M, som herved bliver modulmål for kamrene og flere af de øvrige rum, sammenlign moduloversigtstegningen, figur 16.06.

## 16.2 Råhuset

Ved alle etplanshuse er udgiften til fundamenter og terrændæk en relativ stor del af håndværkerudgiften. Der er derfor ofret disse konstruktioner særlig opmærksomhed i gårdhus-projektet. Sammenligner man gårdhusets fundering med gængse krybekældertyper, ser man straks to karakteristiske forskelle: 1.

### Krybekælderen



LET FACADE  
SNIT A<sub>8</sub> 1:10

Figur 16.04.  
Lodret snit i let facade, tag  
og fundament.  
★ Vertical section of light-  
weight exterior wall, roof,  
and foundation. Modular  
detail.

Fundamentene er delvist præfabrikerede, og 2. gulvene er udført uden betonlag og varmeisolering, bortset fra fundamentisoleringen på sokkelementernes inderside, se figur 16.04.

Præfabrikerede sokkelementer

Gårdhusenes fundamenter består af pladsstøbte rendefundamenter,  $b \times h = 300 \times 300$  mm under betonfacaderne, der føres ca 1/2 m ned under terrain, se figur 16.05. På havesiden står den lette facade på præfabrikerede sokkelementer, der monteres på rendefundamenter med  $b \times h = 500 \times 300$  mm, se figur 16.04. Med denne konstruktion bliver udgravnings- og støbearbejdet på pladsen begrænset. Fundamentsbjælker og ydervægselementer monteres på fundamentene ved hjælp af montagebolte, hvis placering og højde justeres nøjagtigt inden montagen.

Fugtisolering

Krybekælderen udføres uden betonklaplag og varmeisolering. Konstruktionen er udviklet på basis af svenske og amerikanske undersøgelser, der godtgør, at temperatur- og fugtforhold i konstruktionen er acceptable sammenlignet med forholdene i sædvanlige krybekældertyper. Som fugtisolering mod jord er der udlagt en 0,15 mm plastfolie, der samles med ca 150 mm simple overlæg uden forsegling. Krybekælderen er ventileret til det fri gennem sprækker i de åbne, ventilerede facadefuger, suppleret med 3 huller  $\phi 32$  mm i elementerne ved bygningens udadgående hjørner. Sokkelementerne er isoleret på indersiden med 25 mm skumplast, men der er ingen isolering i gulvet. Varmerør og varmtvandsbeholder i kryberummet bidrager til at holde en relativ høj temperatur (ca 19°C) i rummet året rundt. Krybekælderen ventileres op i huset, dels gennem fuger og sprækker i gulvet, dels gennem riste placeret i baderum og toilet, hvorfra der er aftræk til det fri. Gennem målinger udført af SBI i 1965-66 er det godtgjort, at konstruktionen virker som forudset. Temperaturen i kryberummet ligger året rundt på 16-22°C, hvad der giver behageligt lune gulve, og den relative fugtighed holder sig ligeledes ret konstant på 60-70 pct. Varmetabet fra kælderen er noget større end for isolerede krybekældre eller terraindæk med en k-værdi omkring 0,4 kcal/h  $\times$  m<sup>2</sup>  $\times$  °C, men da gulvene er varme, er de hygiejniske krav fuldt ud tilgodeset, og det forøgede varmetab kompenseres stort set af de mindre anlægsudgifter til kælderkonstruktionen. SBI-særtryk 170 fra Byggeindustrien 1967.3 redegør nærmere for målingerne.

Temperatur i krybekælderen ca 19°C

SBI's målinger

Varmeøkonomi

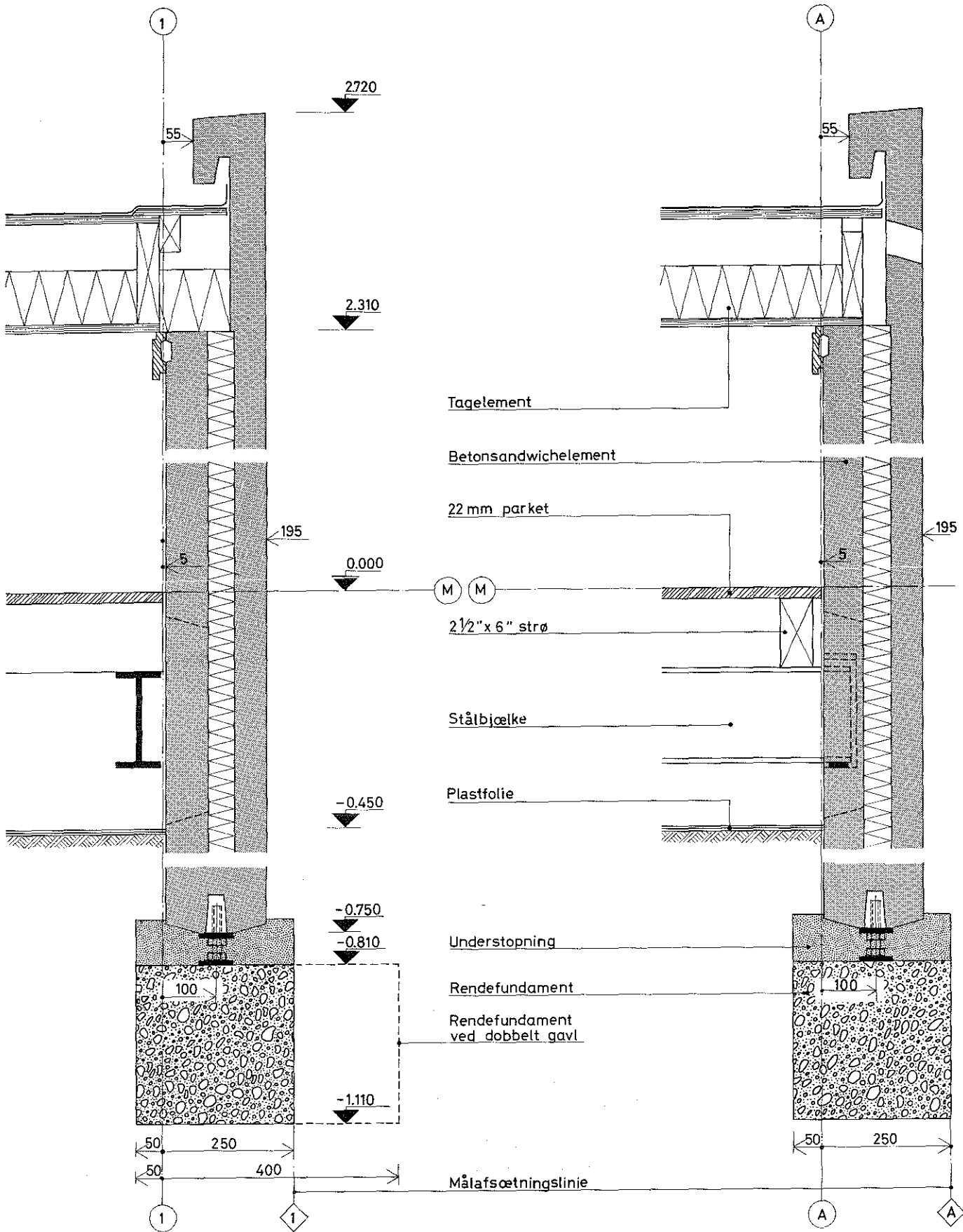
Præfabrikerede gulvkassetter

Gulvkonstruktionen over krybekælderen består af et normalt 22 mm bræddeparketgulv på strøer, der hviler på stålbjælker, oplagt fra facade til facade. I Albertslundprojektet søgte man at komme bort fra det traditionelle trægulv i håndværksmæssig udførelse og projekterede et gulv af præfabrikerede finérkasser af 12 mm krydsfiner med 1"  $\times$  5" revler. Gulvelementerne blev samlet med fer og not og spændte 2,4 m fra sokkel til profiljern. Kasettegulvet blev opgivet, dels fordi det ikke medførte nogen økonomisk besparelse, dels fordi den færdige finéroverflade virkede mindre tiltalende på beboerne end det normale parketgulv.

Badeværelsegulvet, der er en præfabrikeret betonplade, monteres i takt med fundamentsbjælkerne og oplægges på stålbjælkerne og på ydervæggene.

Facadens sandwichelementer

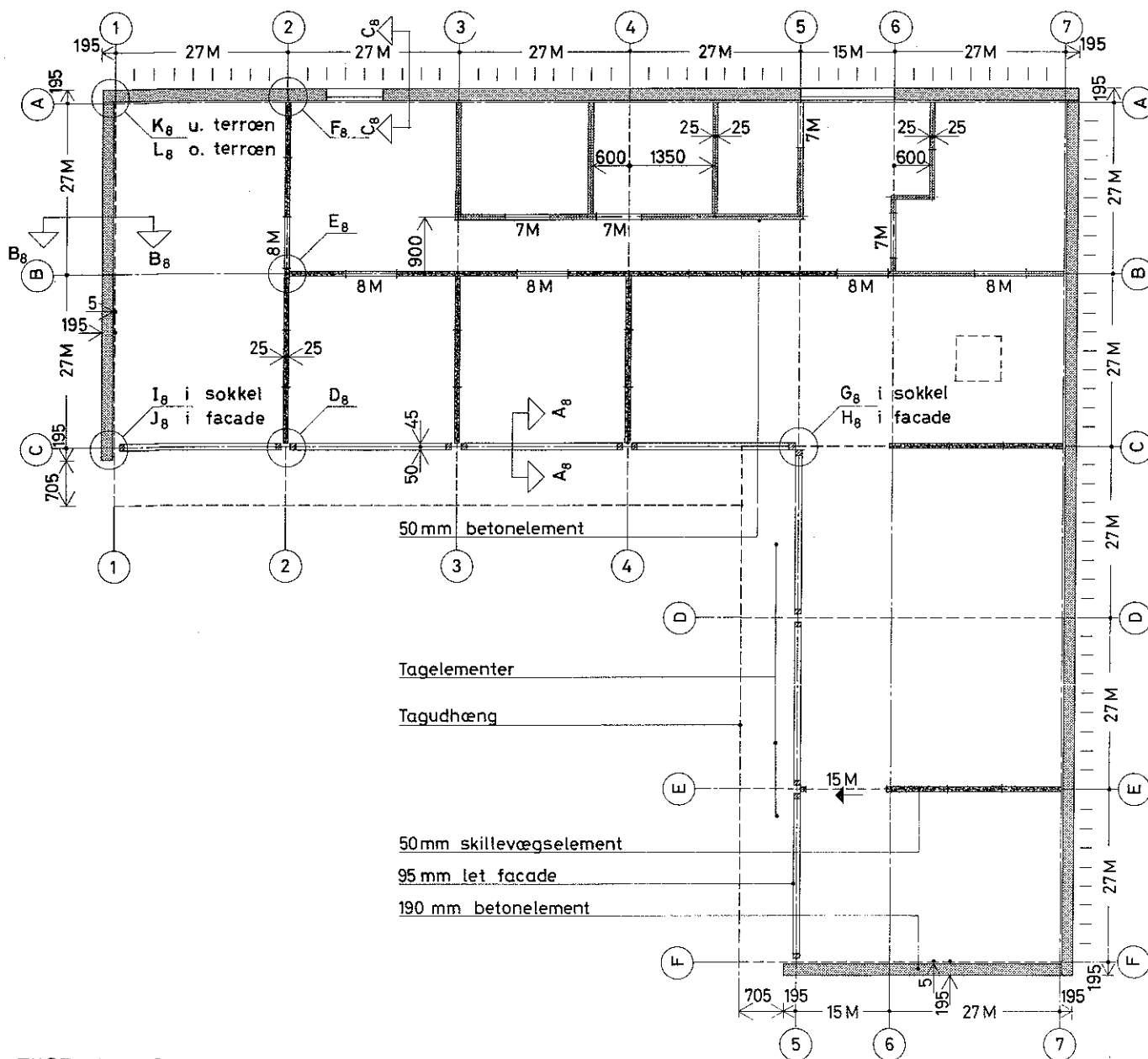
De tunge elementer i facade og gavl udføres som 190 mm tykke sandwich-elementer, isoleret med 50 mm Rockwool, se figur 16.05. Elementerne, der er 3,47 m høje, udgør både sokkel, væg og afslutning mod tag i facaden. Desuden er der afsat udsparinger til oplægning af gulv og trækning af el-installationer, således at elementerne bliver ret komplicerede og typiske komponenter i et lukket system. Elementerne støbes med en karakteristisk hvid, rustik overflade, fremkommet ved afkostning af betonen kort efter udstøbningen. Den indvendige overflade lægges nedad i formen og bliver derved særlig glat og direkte klar til malerarbejdet.



GAVL, SNIT B<sub>8</sub>  
 LODRET SNIT I BETONYDERVÆG 1:10

TUNG FACADE, SNIT C<sub>8</sub>





EKSEMPEL 8  
 MODULOVERSIGTSTEGNING 1:100

Figur 16.06.

Moduloversigtstegning. Planen viser 3M-planlægningsmodulerne og 27M præferencemålet for facadeelementerne. Facadernes modullinier ligger 5 mm inden for indersiden. De lette vægge er placeret midt over deres modullinie, og måtudligning foregår i de brede fuger mellem facadeelementerne. Se også detaljerne i afsnit 16.4.

★ Modular main drawing, showing the 3M planning modules and the 27M preference measure for the facade units. The modular lines of the external walls lie 5 mm within the inside of the walls. The centerlines of the light-weight walls correspond with their modular lines, and the differences of measurement are adjusted in the broad joints between the facade units. See also the details in chapter 16.4.

Figur 16.05. (forrige side)

Lodret snit i tung ydervæg, tag og fundament. Moduldetalje.

★ Vertical section of heavy external wall, roof, and foundation. Modular detail.

De lette facader er udført som normale snedkerpartier opbygget på trækarme med ind- og udvendig beklædning og isolering af 75 mm mineraluld. Elementerne skal ifølge BR være BD 60, men når de anvendes i etplanshuse, kan der godt bruges træmaterialer - fx vandfast finér eller høvlrede brædder som beklædning. Elementerne styres og fastholdes til fundamentsbjælkerne med de på figur 16.04 viste U-formede beslag.

Facadens snedkerpartier

Figur 16.04 og 16.05 viser tillige en del af tagkonstruktionen, der er opbygget af præfabrikerede kassetter efter „stressed-skin” princippet. Elementerne er normalt 27M brede, svarende til bredden af facadeelementerne. De er opbygget af ca 2 1/2” x 8” spær med 12,5 mm krydsfinér på over- og undersiden. Elementerne isoleres med 100 mm batts, som oplægges på ståltrådsnet, der forhindrer isoleringen i at falde ned under en eventuel brand; herved øges elementernes branddrøjhed betydeligt. Brandprøvning på Statsprøveanstalten har vist, at elementerne kan klassificeres som BD 30. Varmeisoleringen beskyttes på undersiden af en dampspærre af plastfolie, og på oversiden afdækkes med vindtæt men ikke damptæt kraftpapir. Tagelementerne på Albertslund-husene er udført med fald 1:100, mens man i 2.70-husene regner med at udføre tagfladen uden fald. Dette stiller særlige tekniske krav til tagdækningen, og undersøgelserne heraf er endnu ikke afsluttet. Der regnes med afdækning med kun et lag svær specialpap, opbygget på glasuldvæv og forsynet med sort skiferbestrøning. Pappen føres op og inddækkes i facadeelementernes not, som vist på figur 16.05.

Præfabrikerede tagplader

Brandkrav

Fugt- og varmeisolering

Det statiske hovedsystem i gårdhusene opbygges af de foran beskrevne råhuskomponenter, der alle er simpelt understøttede. De statiske problemer ligger derfor hovedsageligt i konstruktionens stabilitet og tagfladens forankring. Taget forankres ved den lette facade med 1/2” bolte, der føres ned igennem facadefugerne til inserts i sokkelementerne, se figur 16.04 og 16.07. Ved den tunge facade oplægges taget direkte på betonelementerne og forankres med beslag og inserts til disse.

Bæreevne og stabilitet

Bygningens stabilitet beror på tagfladens skivevirkning. For at etablere denne er tagelementerne samlet med knudeplader, af hvilke der placeres 2 stk over hver tagfuge. Vindkræfterne på facaden kan efter overførsel til tagskiven optages i de tunge sandwichfacader, der danner et stift hjørne, hvor gavl og facade mødes, se figur 16.06, modulloversigtstegningen, der tillige viser placering af alle de foran omtalte elementer.

Tagfladens skivevirkning

## 16.3 Færdighuset

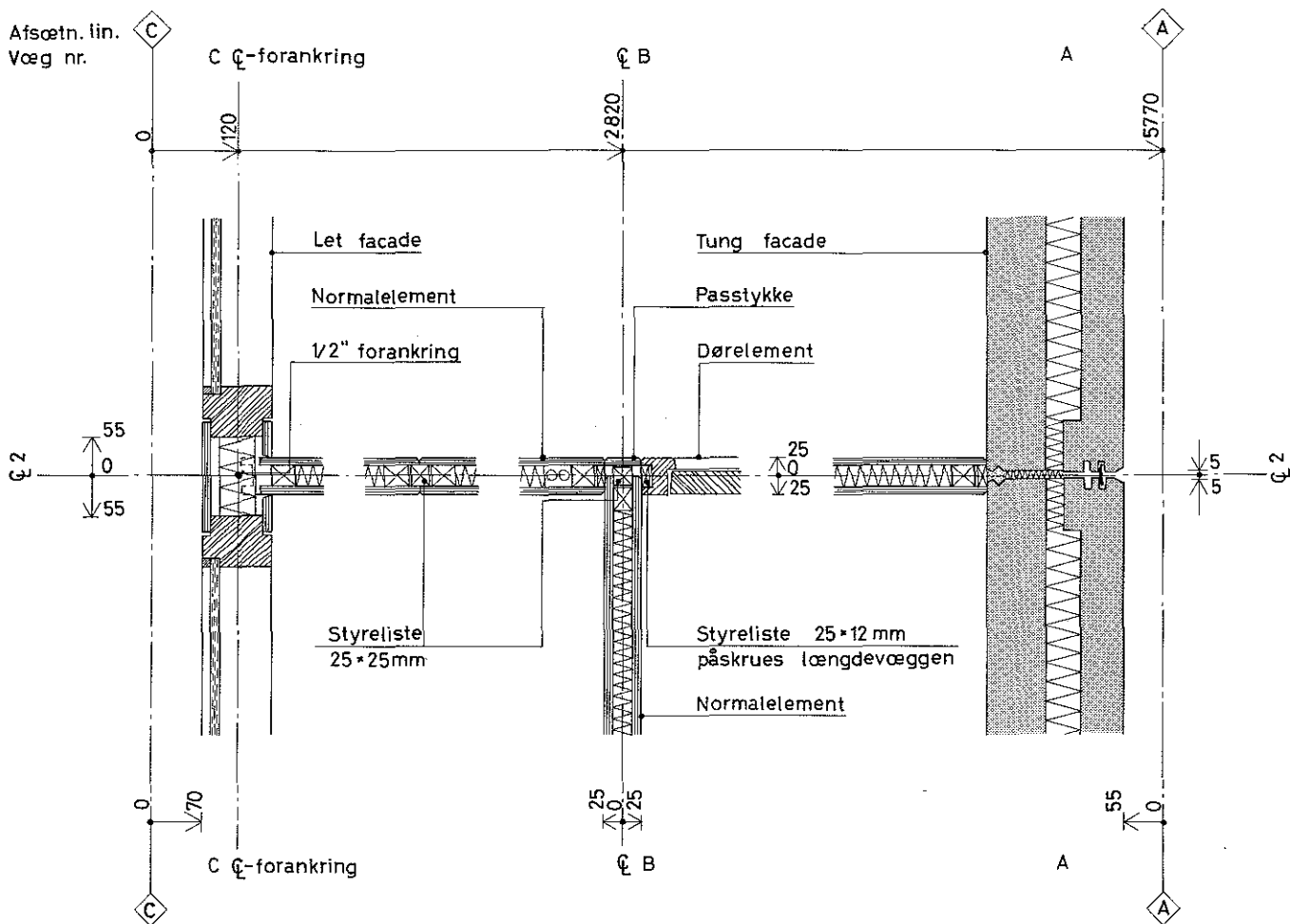
De indvendige vægge omkring bade- og toiletrum udføres af 50 mm beton-elementer. Elementerne boltes sammen ved hjælp af indstøbte inserts, og fugerne lukkes med thiokol fugemasse. Som overfladebehandling anvendes påsprøjtet alkydmaling. Dette gælder også lofter og betonfacadeelementer.

50 mm betonvægge

De øvrige ikke-bærende vægge udføres af 50 mm lette elementer opbygget af 2 stk 12 mm Karlit-plader og 25 mm Rockwool-batts på et træskelet med 600 mm lægteafstand. Elementerne leveres færdigmaledede på byggepladsen.

Lette indvendige vægge

Væggene er brandprøvede og klassificeres som BD 30 i overensstemmelse med bygningsreglementets krav.



Skillevægselementer monteres fra højre

SNIT D<sub>8</sub>

1 : 10

SNIT E<sub>8</sub> 1 : 10

SNIT F<sub>8</sub> 1 : 10

### SAMLINGSDETALJER VED OPSTILLING AF SKILLEVÆGSELEMENTER

Figur 16.07.

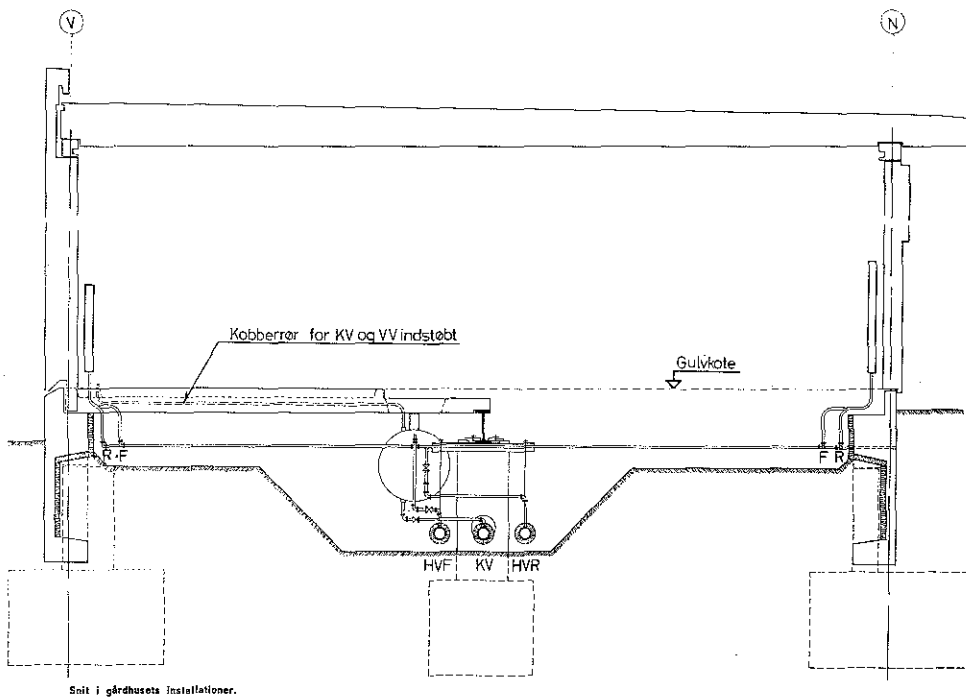
Vandrette snit i lette indvendige vægge. Samlingsdetaljer.

★ Horizontal sections of light-weight inside walls. Assembly details.

#### El-installation

Vægelementerne er forsynet med not i randtræet hele vejen rundt og samles med løs fjer eller styrelister, se figur 16.07, der også viser, at der er udsparet kanaler til den elektriske installation i elementerne. El-installationen udføres med PVIK-kabler. De lette vægge monteres i retning fra de tunge facader mod de lette, hvor de tilsluttes i den brede fuge mellem facadeelementerne, se snit D<sub>8</sub> figur 16.07. Herved kan målafvigelser i rækken af lette elementer udlignes uden tildannelse af elementerne på stedet.

De lette elementer har et reduktionstal på 34 db, og som ofte ved sådanne monterbare skillevægge er der risiko for en betydelig flankeeffekt ved samlingerne med de omgivende konstruktioner, hvor det er vanskeligt at opnå den fornødne tæthed. En betydelig lydbro findes også i de gennemgående gulve under skillevæggene, hvilket søges modvirket ved at overskære gulvbrædderne under de vægge, der adskiller opholdsrummene. Projektet indeholder således en del akustiske problemer, men det må erindres, at der ikke for tiden findes lovkrav om lydisolations inden for et enkelt lejemål. Ved lejlighedsskillet mellem husene, hvor der er anvendt tunge betonelementer, er der ingen akustiske problemer.



Figur 16.08.  
 Snit i gårdhusets installationer, Albertslund.  
 ★ Section of the installations of atrium house, Albertslund.

Vand- og varmeinstallationer udføres i Albertslundhusene med fordeling fra krybekældrene, hvor bebyggelsens hovedledninger føres frem. Hovedledningerne leder det 90° varme fjernvarmevand til en varmtvandsbeholder i hvert hus, og herfra fordeles det til installationerne, der er udført med kobberrør. Se figur 16.08. Fjernvarmevandet går desuden direkte på radiatorerne, som er forsynet med termostatstyrede blendeventiler, der kan opspæde det varme vand. I Ølstykke bebyggelsen er der indlagt gas i husene fra et centralt tankanlæg med flydende gas. Gassen fordeles til hvert hus, hvor en unit leverer varmt vand og centralvarme.

Vand og varme

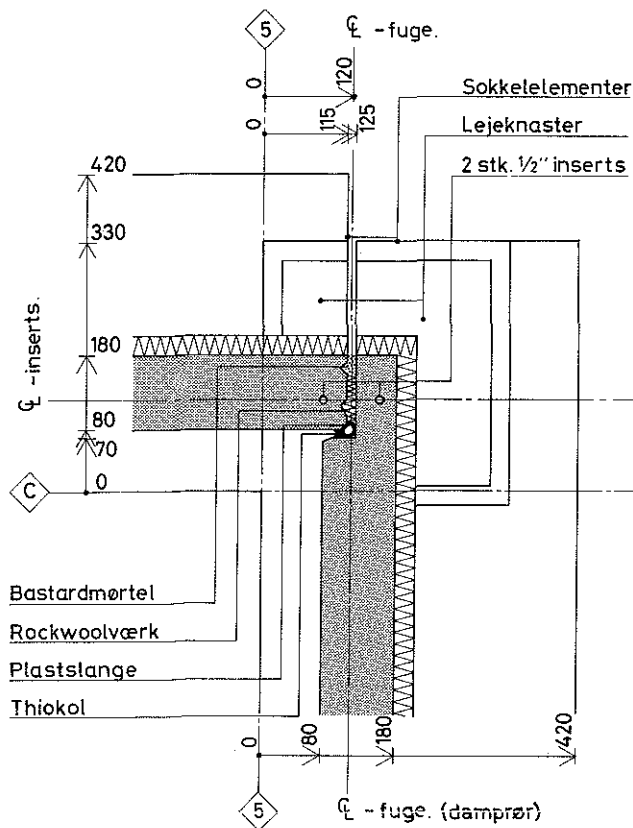
Køkkeninventaret udføres af elementer, som fremstilles specielt til projektet. Elementerne er opbygget af spånplade, som samles ved dyvling. Bordplader beklædes med plastlaminat, og lågerne beklædes på begge sider med plastfolie i stedet for maling.

Køkkenet

## 16.4 Samlingsdetaljer

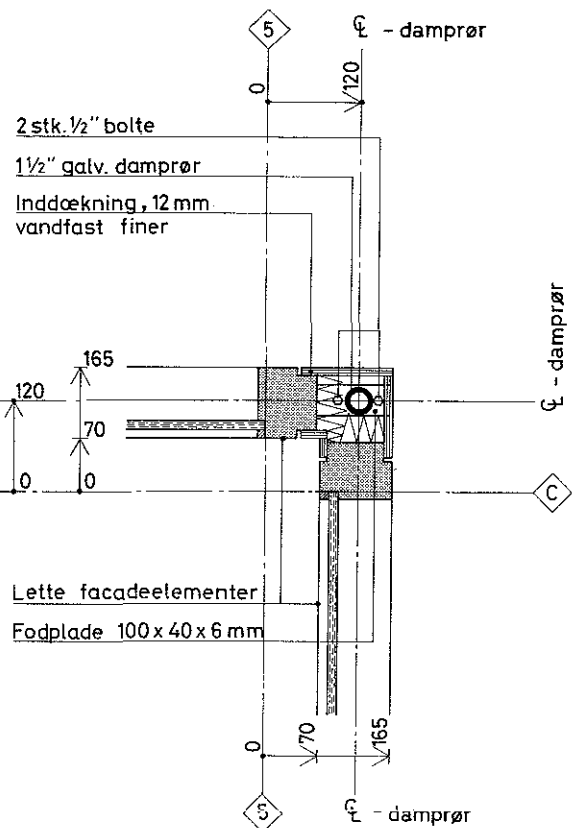
De følgende samlingsdetaljer er udført som procestegninger og viser snit i de vigtigste konstruktioner i bygningen. Som målafsetningslinier er valgt fundamenternes ydre begrænsning, se figur 16.04 og 16.05. Hjørnesamlingen i den lette facade er vist i figur 16.09, der også viser, hvorledes sokkelementerne samles. Fra målafsetningslinierne 5 og C afsættes til elementernes konturer og til centerlinierne for dampprørsøjlen. Disse centerlinier falder sammen med modullinierne i væggene, se figur 16.06.

Målafsetning



Måtafsætningsplanen ligger i  
rendefundamentets yderside.

HJØRNESAMLING VED SOKKEL  
SNIT G<sub>8</sub> 1:10



Tagforankringsbolt skrues til  
1/2" gevindhul i dampørrets topplade

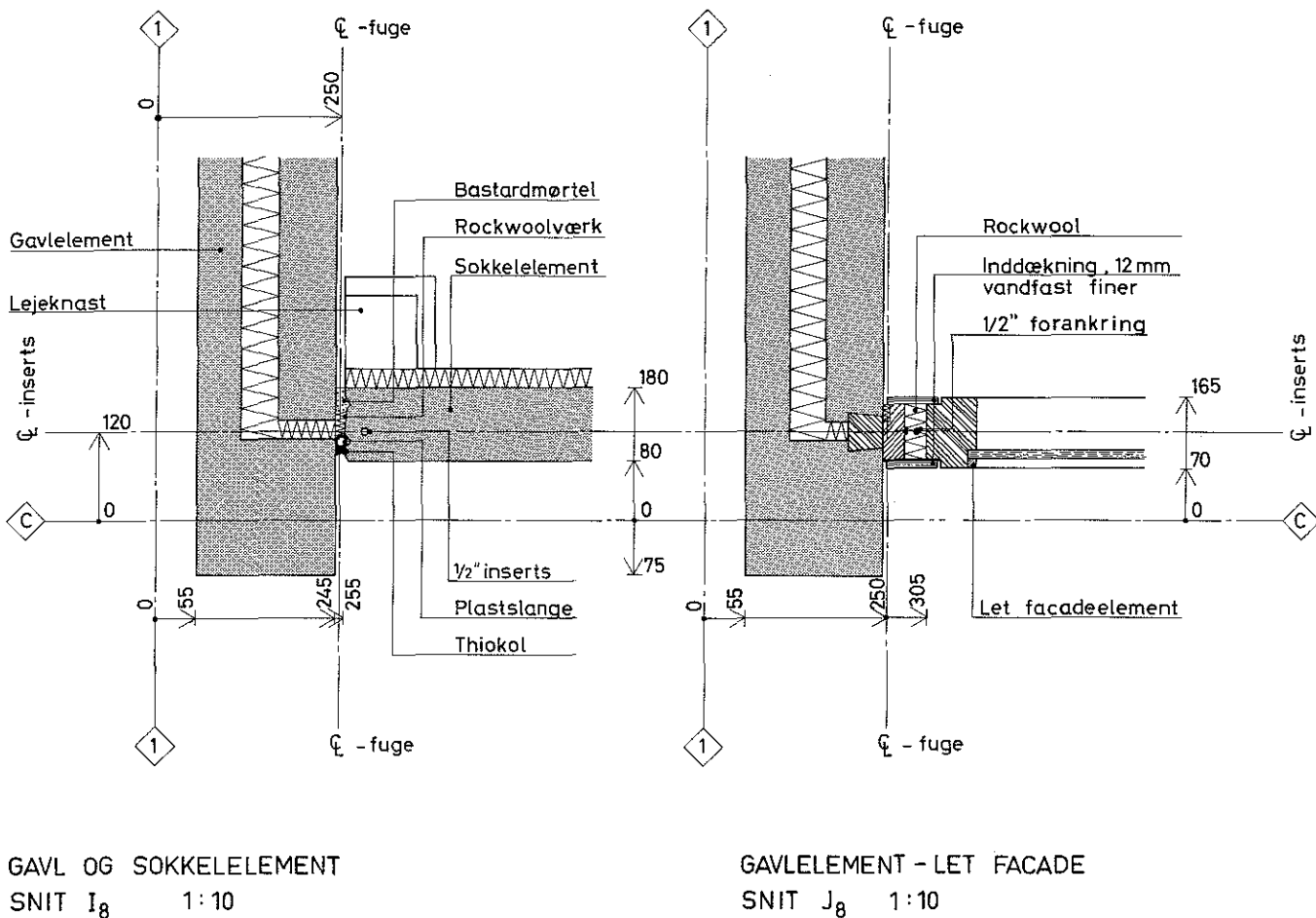
HJØRNESAMLING VED LET FACADE  
SNIT H<sub>8</sub> 1:10

Figur 16.09.

Vandrette snit i hjørnesamlinger ved lette facader. Samlingsdetalje.

★ Horizontal sections of corner connections near light-weight external walls.  
Assembly detail.

Figur 16.10 viser samlingen mellem let og tung facade og samlingen mellem sokkelement og tung facade. Centerlinie – fuge er lig med modullinie 1, og centerlinie – inserts er 'lig med modullinie C. I insertsen sidder et 1/2" rundjern, der forankrer taget til fundamentet, se også figur 16.04.



GAVL OG SOKKELEMENT  
SNIT I<sub>8</sub> 1:10

GAVLELEMENT - LET FACADE  
SNIT J<sub>8</sub> 1:10

Figur 16.10.

Vandrette snit i hjørnesamlinger mellem gavl, sokkelement og let facade. Samlingsdetaljer.

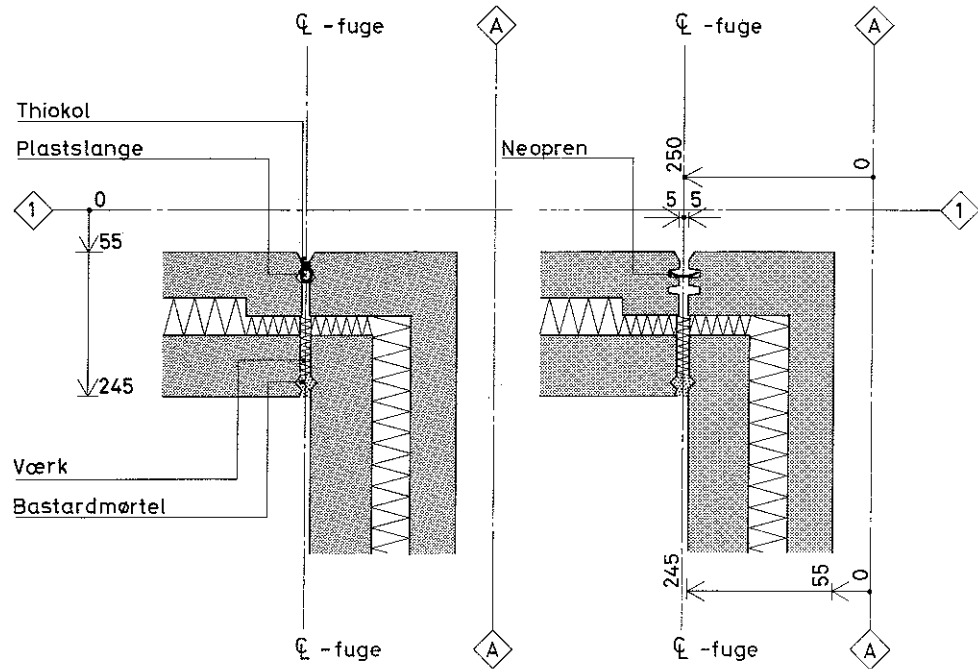
★ Horizontal sections of corner connections between gable, footing unit and light-weight external wall. Assembly details.

Figur 16.11 viser hjørnesamlinger mellem de tunge sandwichelementer. Samlingerne er udført med to-trins tætning med neopren og fugemastik. Denne mastik tjener til at fastholde den nedre del af neopren-fugebåndet, der kun er fastholdt i fugen ved sin klemvirkning. Bemærk, at den sædvanlige vaskebræt-profilering er erstattet med en vandrille (sammenlign også figur 12.07). Vandrillen er lettere at lave på elementfabrikken, og erfaringer fra praksis viser, at den er effektiv.

Figur 16.11.

Vandrette snit i hjørnesamlinger mellem tunge gavl- og facadeelementer.

★ Horizontal sections of corner connections between heavy concrete panels in gable and exterior wall.



SNIT I HJØRNE MED TUNG FACADE 1 : 10

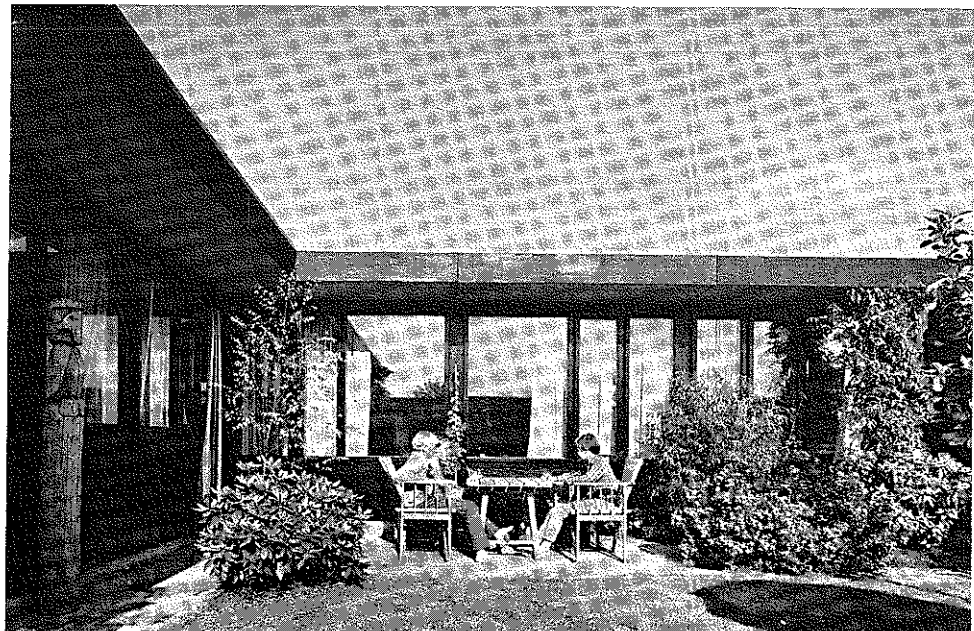
UNDER TERRÆN SNIT K<sub>8</sub>

OVER TERRÆN SNIT L<sub>8</sub>

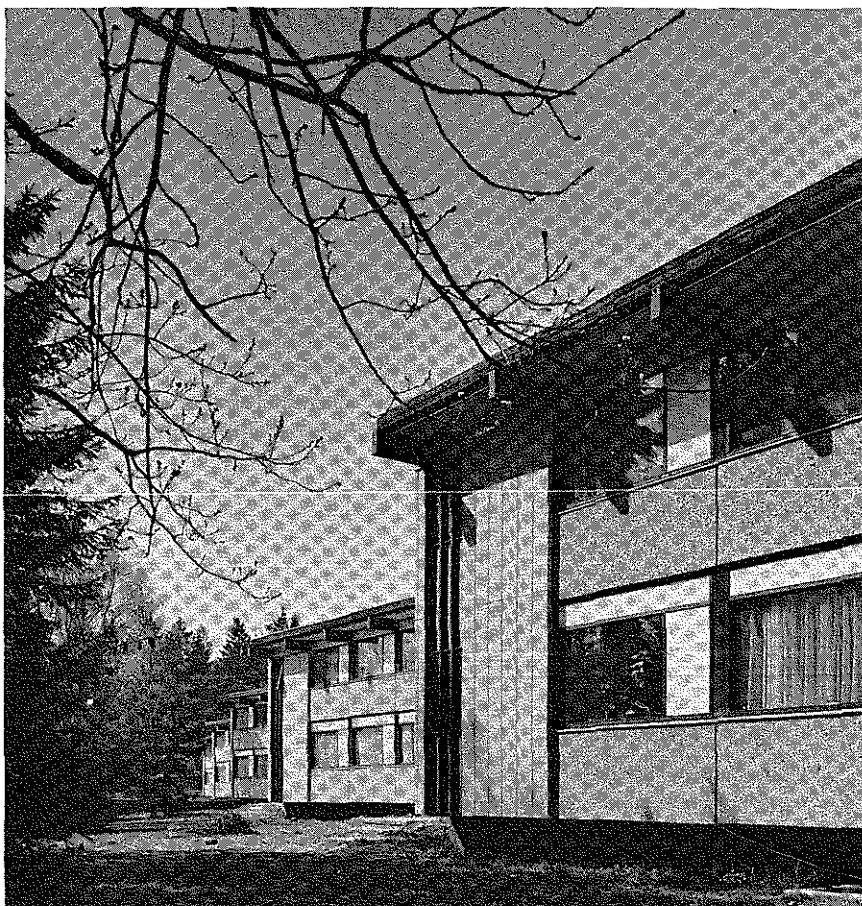
Figur 16.12.

Gårdhuset åbner sig med store vinduer mod den lille gårdhave, som er beskyttet af et højt plankeværk, så den en del af året udgør en ekstra stue.

★ Large windows open up the atrium house towards the interior garden, which furthermore is protected by a high fence. This arrangement makes it possible to use the garden as an outdoor-room for part of the year.



*I dette montagebyggede kollegium fremhæves facadens rytme af de modulære, sort-hvide vindueselementer. Højgaard & Schultz: Paul Bergsøe Kollegiet. Arkitekt: Jørgen Herså.*



# 17



## 17. Institutions- og erhvervsbyggeri

Anvendelse af præfabrikerede bygningsdele til institutions- og erhvervsbyggeri begynder her i landet i slutningen af 40'erne. De ofte ret store spændvidder, der optræder inden for disse bygningskategorier, gør det nærliggende at præfabrikere især bjælker, plader og buer, så man slipper for de store stilladsarbejder, der ellers er nødvendige for at udføre konstruktionerne på stedet.

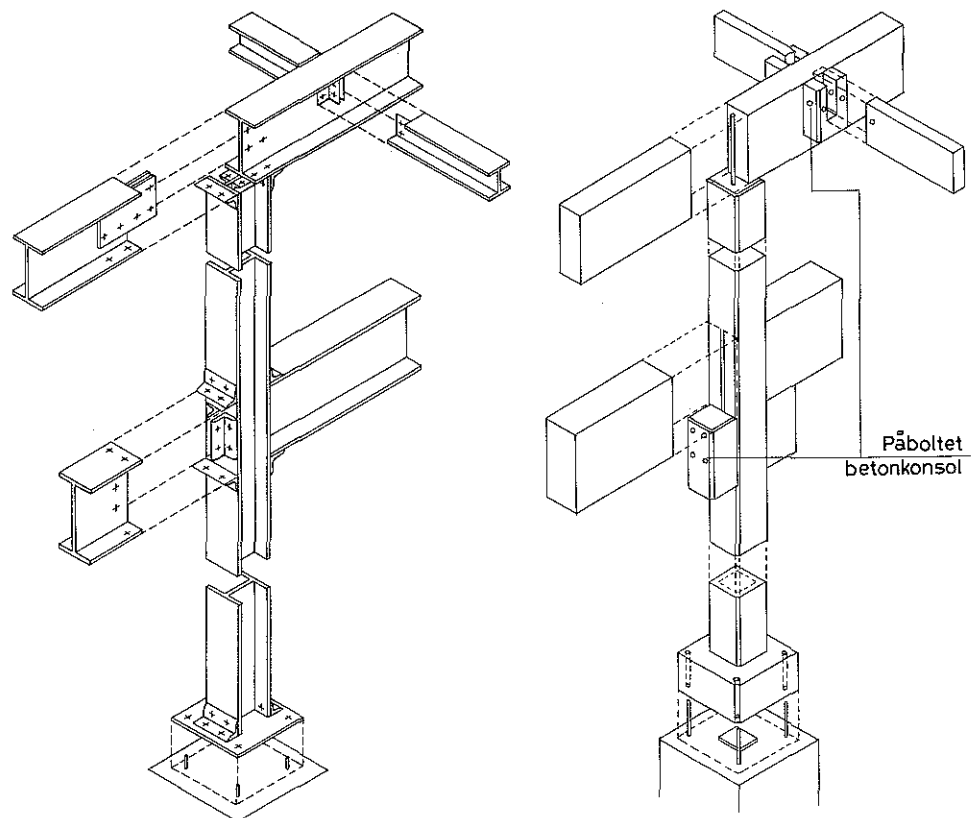
De første byggesystemer med præfabrikerede betonelementer dukker op i Amerika omkring 1930, hvor elementer og samlinger udvikles med stålkonstruktionerne som forbillede. Se figur 17.01. Problemerne for disse konstruktioner ligger hovedsagelig i samlingerne, hvor det på grund af diskontinuiteten er vanskeligt at etablere tilstrækkelig stivhed. Der arbejdes med løsninger af følgende tre typer: svejsning, boltning og udstøbning. En ny udvikling sættes i gang i Holland omkring 1940 med chokbetonen, der gennem anvendelse af store betonstyrker og glatte overflader forfiner betonkonstruktionerne betydeligt. Dimensionerne bliver spinklere, og elementerne kommer ofte til at ligne stålkonstruktioner endnu mere; se figur 17.02.

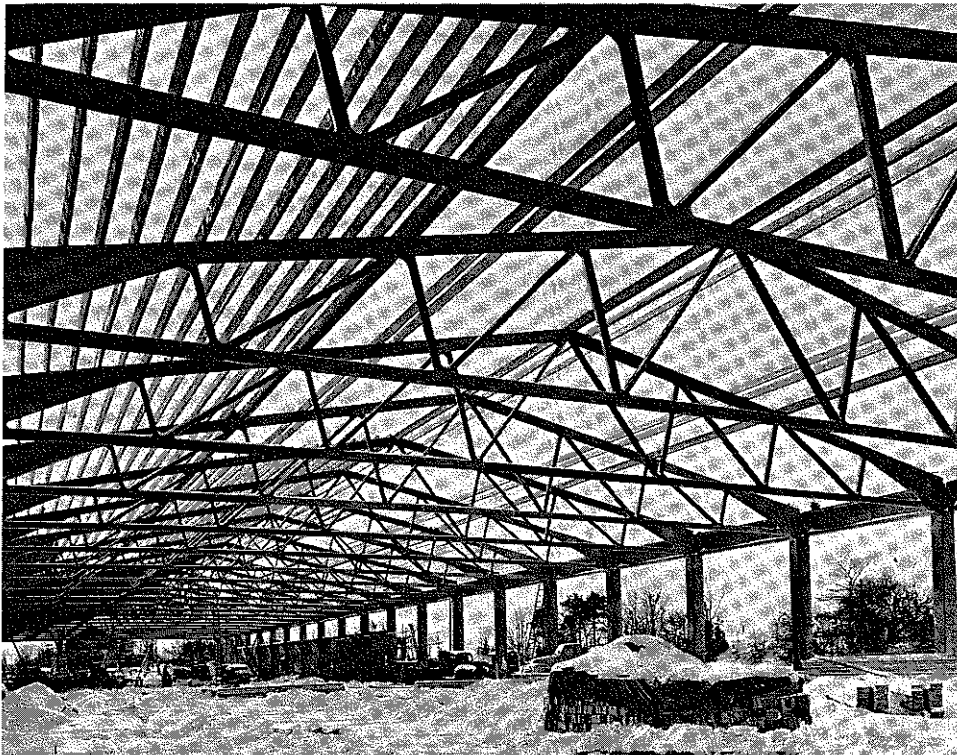
Stål og beton

Chokbeton

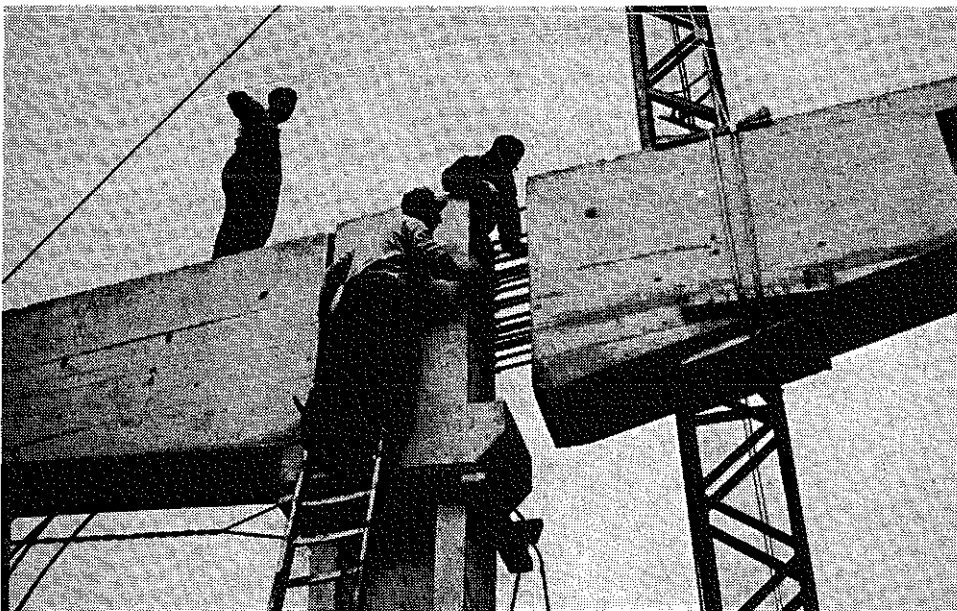
*Figur 17.01.  
De første betonelementer udvikledes med stålkonstruktioner som forbillede. Amerikanske byggesystemer fra omkring 1940.*

*★ The early concrete components have been developed with steelstructures as a pattern. American building-systems from about 1940.*





*Figur 17.02.  
Samlingerne mellem disse  
chokbetonelementer er  
udført med forspænding.  
★ The connections be-  
tween these chokcon-  
crete-components are pre-  
stressed.*



*Figur 17.03.  
Med forspænding kan der  
opnås momentstive sam-  
linger i betonelementbyg-  
geriet.  
★ It is possible to make  
stiff connections in pre-  
fabricated concrete struc-  
tures by means of prestres-  
sing.*

Med den forspændte betons fremkomst åbnes yderligere muligheder for elementkonstruktionerne: Dimensionerne og dermed vægten kan reduceres, og momentstive samlinger kan udføres; se figur 17.03. I dag (1970) råder byggeriet over en lang række komponenter og byggesystemer inden for de tre materialegrupper, beton, stål og træ.

Forspændt beton

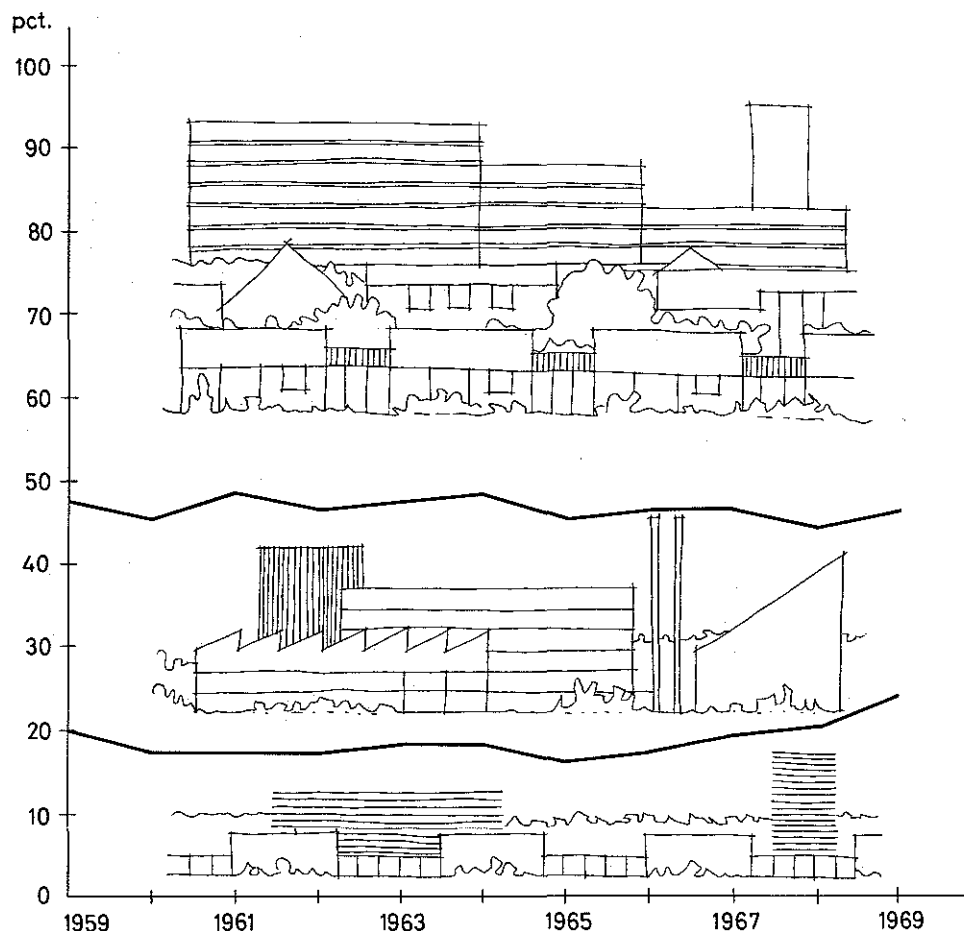
## 17.1 Målkoordinering

Institutions- og erhvervsbyggeriet fordeler sig inden for det samlede byggeri, som vist i figur 17.04. Der byggedes for ca 3.370 mill kr i denne sektor i 1967. I erhvervsbygningerne foregår den produktion, der betinger landets velstand.

Figur 17.04.

Fordeling af bolig-, erhvervs- og institutionsbyggeri i årene 1959-69.

★ Distribution between housing, commercial building and public building during the period of 1959-69.



#### BOLIGER - ERHVERVSBYGGERI - OFFENTLIGT BYGGERI

Behovet for skoler, hospitaler, plejehjem osv er lige så oplagt et samfundsanliggende, og samfundet har derfor samme interesse for en høj produktivitet i denne byggesektor som i boligbyggeriet.

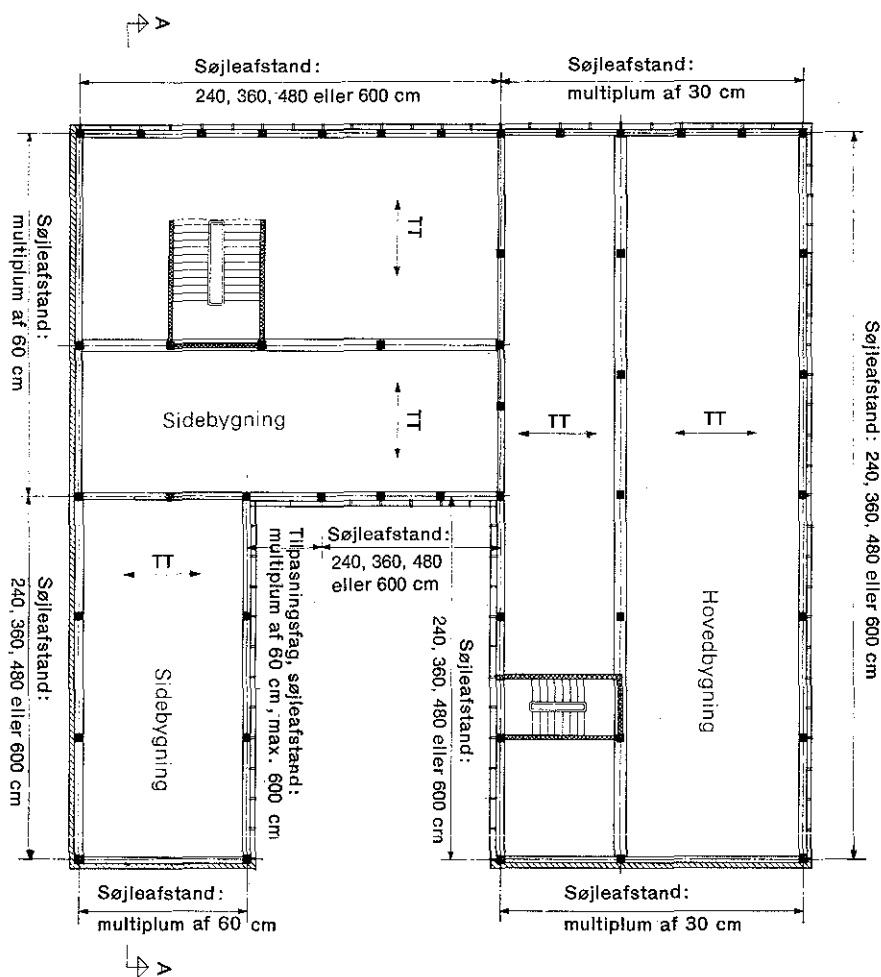
For boligbyggeriet, der er langt den største sektor, førte dette som omtalt i kapitel 1 til et lovkrav om modulprojektering. Et lignende krav kan efter lovbekendtgørelse af 10.8. 1968 til landsbyggeloven stilles til både erhvervs- og institutionsbyggeri. Hvornår det sker, afhænger af, hvornår man i boligministeriet skønner, at den tekniske udvikling er langt nok fremme til at gøre kravet rimeligt. Behovet for en målkoordinering inden for institutions- og erhvervsbyggeriet, hvor en omfattende præfabrikerings allerede foregår, er i høj grad til stede, og den praktiseres da også både blandt producenter og projekterende med anvendelse af den eksisterende modulordning. En række af vore store entreprenørfirmaer tilbyder således typebygninger til undervisning, administration og produktion, og de fleste af dem er planlagt med modulære komponenter, se fx figur 17.05, der viser en systembygning fra spærbeton opbygget af modulære betonelementer. Andre eksempler er givet i kapitlerne 18-21.

Med de større spænd- og fagvidder, der er almindelige i disse bygninger, bliver der behov for yderligere målforenkling udover anvendelsen af M og 3M, som benyttes i boligbyggeriet. Det er denne målforenkling med systematisk udvalgte mål, der kan opnås ved anvendelse af præferencemålrækken, som omtalt i afsnit 3.5. Specielt for halbyggeri arbejdes der for tiden (januar 1970) på udsendelse af en DS-rekommandation med præferencemål baseret på kun fire fordoblingsrækker, se figur 17.06.

Lovkrav

Typebygninger

Præferencemål



Figur 17.05.  
 Spændbeton systembygning opbygget af modulare komponenter.  
 ★ Prestressed concrete system building based on modular components.

Det fremgår af tabellen, at målspringene, der som sædvanlig vokser trinvis ved fordobling, udgør ca 17 pct af middelværdien i hvert interval. Eksempel:

$$\frac{12M \times 100}{1/2(96+48)M} = 16,7 \text{ pct}$$

En sammenligning med boligbyggeriet, hvor der anvendes 3M spring inden for intervallet 0 - ca 60M giver

$$\frac{3M \times 100}{1/2 \times 60M} = 10 \text{ pct}$$

Der savnes for tiden erfaringer for, om den stærkere forenkling, der er foreslået for halvbyggeriet, er rimelig, eller om målspringene eventuelt er for store.

I Sverige foreligger en tilsvarende standard for halvbyggeri, SIS 05 01 04, hvor der anvendes følgende præferencemål (mål i M):

36 48 60 72 84 96 108 120 132 144 156 168 180 192

med 12M målspring, og

216 240 264 288 312 336 360

med 24M målspring.

Relative målspring

SIS 05 01 04

Figur 17.06.  
 Præferencemålrække fra  
 DS/R-forslag.  
 ★ A series of preferred  
 dimensions as recom-  
 mended in draft DS/R  
 (Danish Standard, Recom-  
 mendations).

Præference- målrækken Mål i M = 100 mm	Fordoblingsrækker			
	1	2	3	4
3	3			
3M	6			
mål- spring	9	9		
	12			
	15		15	
	18	18		
	21			21
_____	24	24		
6M	30		30	
mål- spring	36	36		
	42			42
_____	48	48		
12M	60		60	
mål- spring	72	72		
	84			84
_____	96	96		
24M	120		120	
mål- spring	144	144		
	168			168
_____	192	192		
48M	240		240	
mål- spring	288	288		
	336			336
_____	384	384		
96M	480		480	
mål- spring	576	576		
	672			672
_____	768	768		
192M	960		960	
mål- spring	1152	1152		
	1344			1344
_____	1536	1536		
osv				

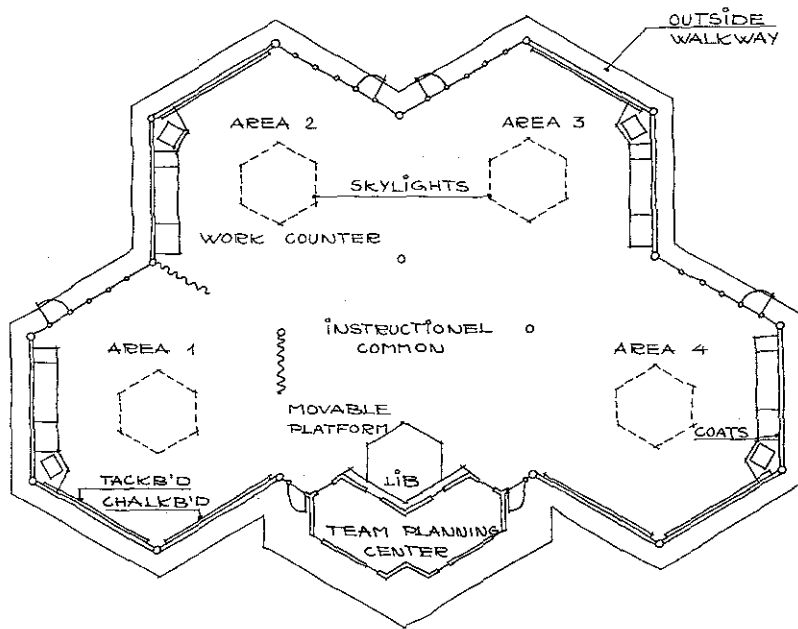
Disse mål er ligeledes udvalgt efter princippet voksende mål, voksende målspring, men de er ikke sammensat efter samme systematik som de danske præferencemål. Målspringene udgør 11 pct af middelværdien i intervallet 36M til 192M og 8 pct af middelværdien i intervallet 216M til 360M.

SIS 05 01 14

I forslag til svensk standard SIS 05 01 14, Skolbyggnader. Horisontala och vertikala mått, er der foreskrevet en 12 M planlægningsmodul, som anvendes til råbygningens spændvidder mv uden hensyn til disses størrelse. Denne ordning er således en analogi til boligbyggeriets 3M planlægningsmodul. For klasserum på ca 6-8 m svarer 12M til et relativt målspring på ca 17 pct, mens det for særklasser og gymnastiksale med største dimensioner på ca 12-20 m svarer til relative målspring på 6-10 pct.

## 17.2 Brugskrav

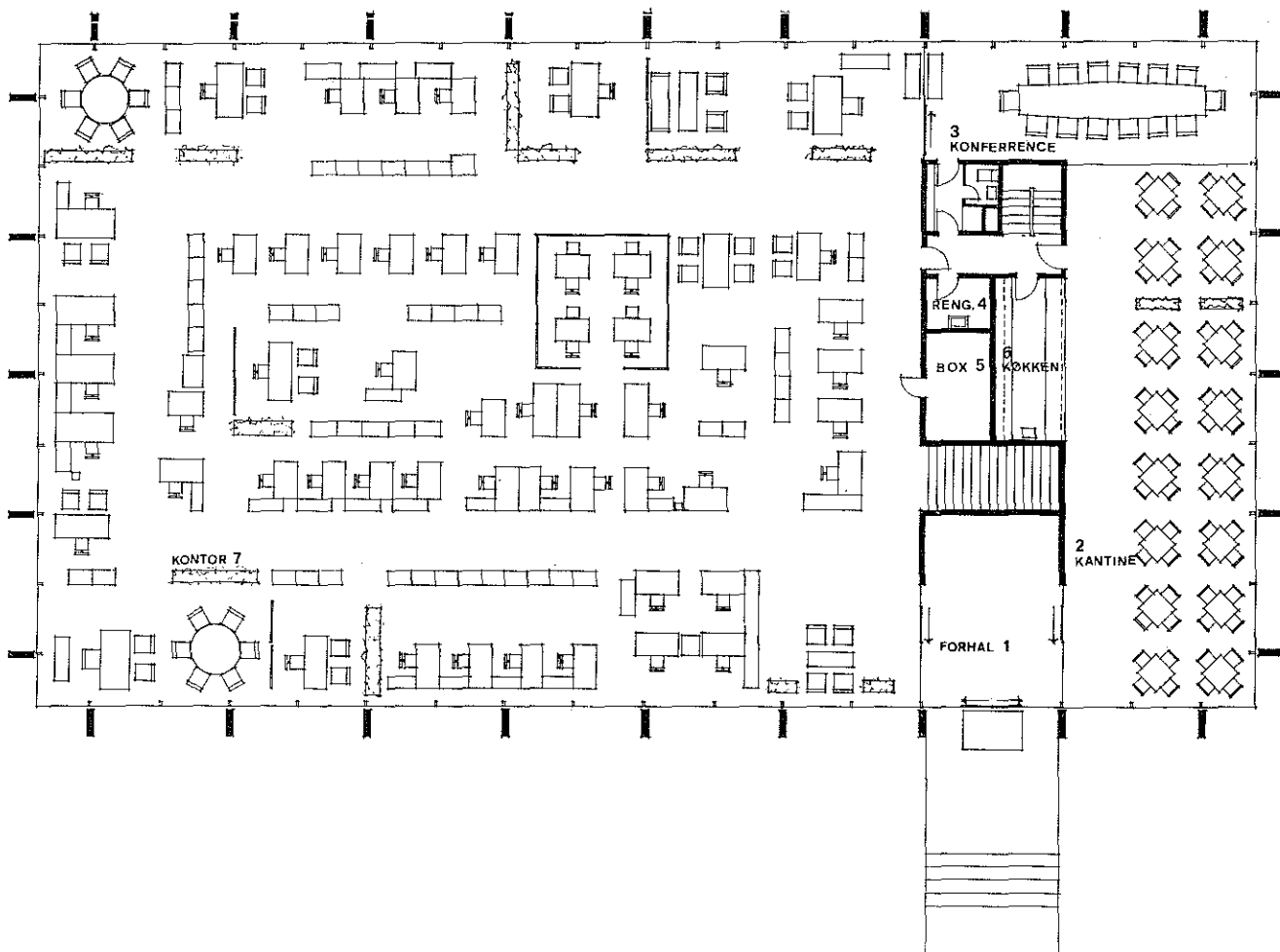
Problemerne ved valg af målspring må ses i relation til brugskravene til bygningerne. Udvalget af mål inden for en præferencemålrække må være passende stort til at tilfredsstille rimelige funktionskrav. På den anden side er det



SKOLEPLAN 1:200

Figur 17.07.  
 Amerikansk skolebyggeri med undervisningslandskab efter klyngehusprincippet. Hvad med lydisoleringen?

★ American school-building in clusters adopting the school-landscape principle. What about the sound-insulation?



Figur 17.08.  
 Plan af kontorlandskab. J.A. Alstrup A/S. Hasselager.  
 ★ Plan of office-landscape. J.A. Alstrup Ltd., Hasselager.

Figur 17.09.  
Interiør fra kontorland-  
skab. Samme bygning som  
figur 17.08.

★ Interior of office-  
landscape. Same building  
as shown in fig. 17.08.



#### Funktionskrav og mål

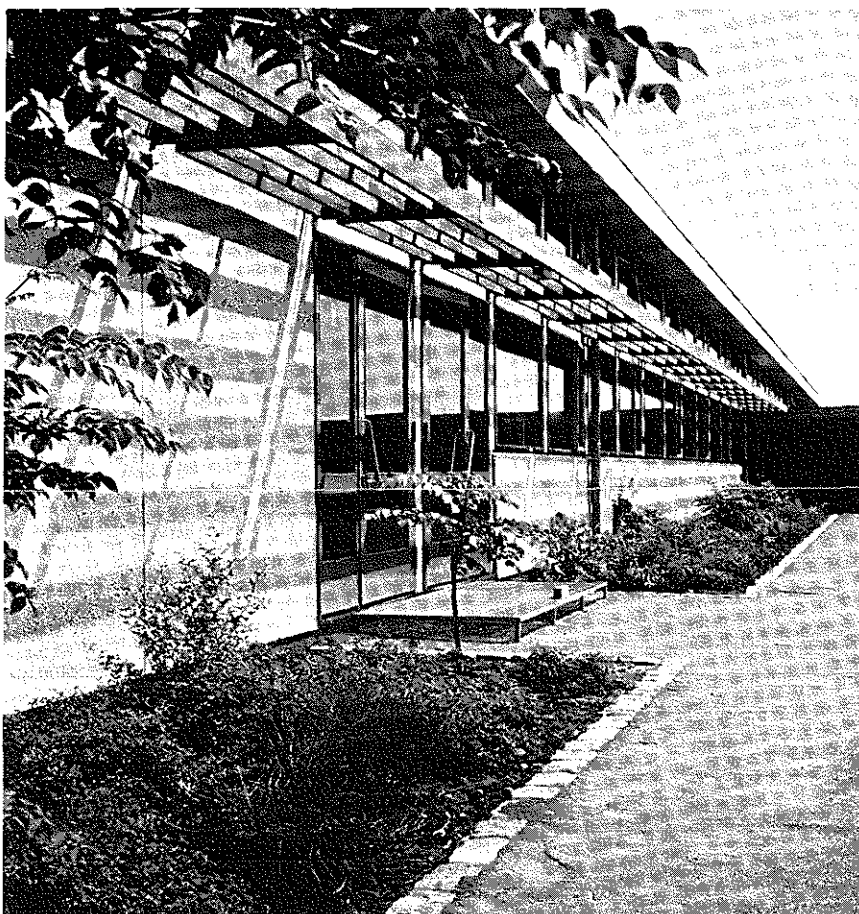
#### Multianvendelighed, flexi- bilitet

urimeligt at dimensionere strengt efter funktionsbestemte minimumsmål. Disse mål kan nemlig ikke fastlægges med nogen særlig stor nøjagtighed, og desuden vil de ændres mange gange inden for bygningens levetid. Funktionskravet til en bygning må således betragtes som et forløb i tid. Funktionsstudier kan nok skaffe nyttige oplysninger om en eller flere anvendelser af den planlagte bygning; men den teknologiske, økonomiske og sociale udvikling vil medføre, at man senere vil forlange, at bygningen skal kunne honorere krav, som ikke kan forudses på projekteringsstadiet. Det gælder derfor om at bygge multi-anvendelige bygninger. En industrihal må kunne bruges ikke alene til den samme industris ændrede produktion om 5 år eller om 10 år, men også til en anden industri, til lager eller andet. En skolebygning skal ikke blot indrettes efter de i dag anvendte undervisningsformer, den skal også helst kunne benyttes til undervisning, som ikke er kendt eller accepteret på projekteringsstadiet, se figur 17.07.

Et kontorhus må opbygges med et passende frit, statisk hovedsystem, der gør det muligt at variere bygningens indretning i takt med vekslende behov, se figur 17.08. og 17.09.

Disse betragtninger er naturligvis helt principielle. Hvor langt man i et konkret tilfælde kan komme, vil afhænge af de tekniske og økonomiske forudsætninger. En del af vanskelighederne, specielt vedrørende de akustiske funktionskrav er behandlet for boligbyggeriet i kapitel 10, hvor mulighederne for at opnå fleksibilitet i en plan vurderes ret lavt. Men en ting kan relativt let opnås: ved at projektore efter de rigelige måls princip, og ved at udvælge disse mål, så de er systematisk sammenhængende, kan bygningerne få en rimelig generel anvendelighed.

*Fynsplanen er navnet på en serie af store skoleprojekter, hvor man på egnsbasis har dækket et skolebehov efter en samlet plan. Fra Fyn har planen bredt sig til resten af landet.*



# 18



# 18. Fynsplanens skoler

## Modulprojekt, eksempel 9

Beliggenhed:	Fordelt over hele landet
Bygherrer:	Kommunale skolemyndigheder
Teknikere:	Lokale teknikere i samarbejde med Centrankontoret for praktiserende arkitekter på Fyn og ingeniørfirmaerne: Studstrup & Østgaard (Konstrukt.) Harry & Mogens Larsen (VVS) Mogens Balslev (E1)
Hovedentreprenør:	på Fyn: Fyens Murer- og Entreprenørforretning på Sjælland: Larsen & Nielsen
Opførelsesdato:	1964 og fremefter

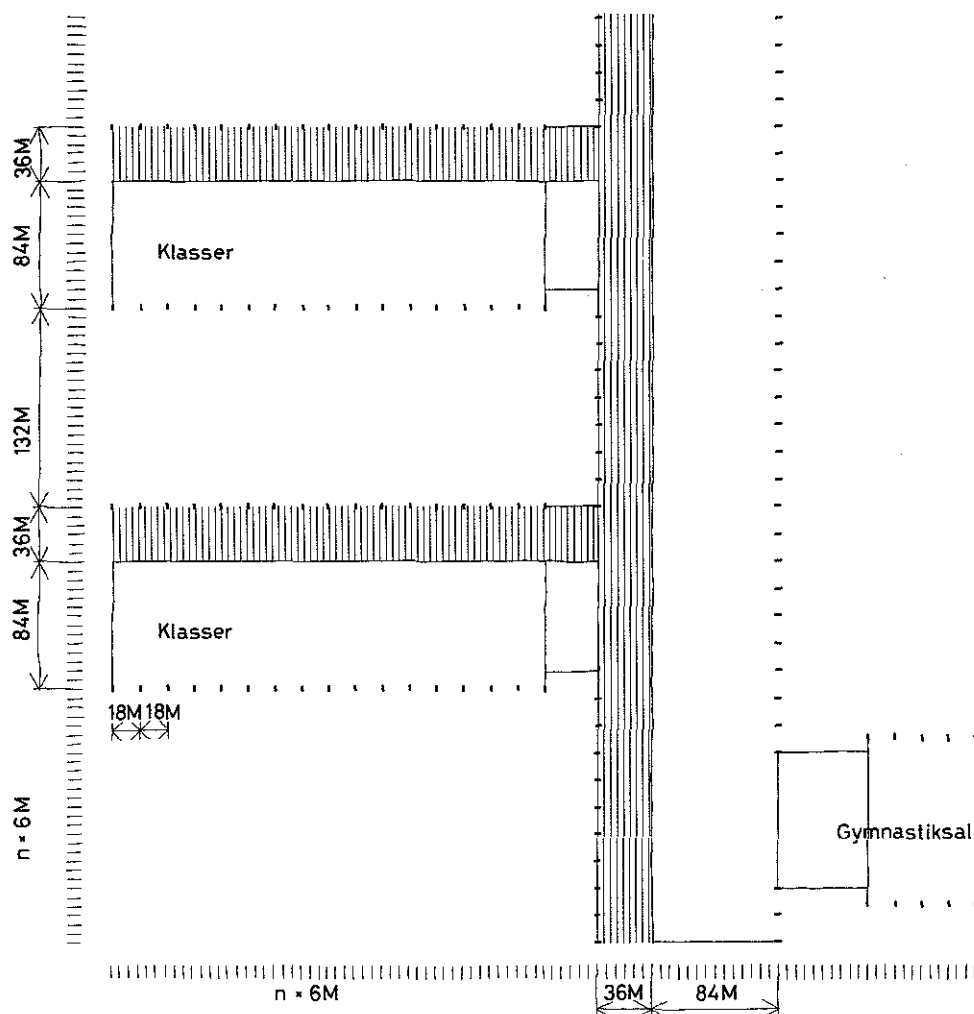
Dansk skolebyggeri er i 1960'erne kommet ind i en periode med hårdt pres på skolens folk såvel som på de skolebyggende teknikere og producenter. Skolemangelen har ikke været mindre end boligangelen. I samme periode har skolens struktur og undervisningsmetoder været under stadig debat, og en del gennemførte og planlagte ændringer har stillet nye krav til skolebygningerne og dermed til de byggende.

De sædvanlige vilkår i form af begrænsede økonomiske og tekniske ressourcer, som samfundet stiller byggeriet over for i disse år, gælder også for skolebyggeriet. Derfor søger dets teknikere udveje for en del af disse problemer gennem anvendelse af rationelle byggesystemer, styret planlægning af produktion og økonomi, og koordinering af mindre opgaver i større, fælles montageplaner, som for skolebyggeriet på Fyn har omfattet det meste af øen, hvorfra det har bredt sig til det øvrige land, incl Færøerne.

### 18.1 Projekteringsforudsætninger

Fynsplanen tog sin begyndelse i foråret 1963 ved 12 fynske arkitekters etablering af et samarbejde – i første omgang om en pulje på 9 kommuneskoler i Odense og Svendborg amter. Samarbejdet blev organiseret i en fælles tegnestue, „Centrankontoret for praktiserende arkitekter på Fyn”, som i de følgende år projekterede og ledede opførelsen af „Rationelt skolebyggeri på Fyn”, som montageplanen blev kaldt.

De 9 skoler i Fynsplanens pulje 1 omfattede i alt 26.740 bruttoetage-m<sup>2</sup> til en samlet håndværkerudgift på 17.325.200 kr. Senere udvidedes planen med fire nye puljer fordelt på Fyn, Sjælland, Færøerne og i Jylland. I dag (januar 1970) er puljerne 1-4 afsluttede, og pulje 5 igangsat. Puljerne 1-4 har følgende omfang:



Figur 18.01  
Skoleplan med normal-  
klasser, korridorer mv. Be-  
mærk planlægningsmodu-  
lerne.

★ Plan of school with nor-  
mal class-rooms, corridors  
etc. Note the planning mo-  
dules.

PLANSKITSE, FYNSPANEN 1:500

Pulje nr.	Håndværkerudgift	Etage-m <sup>2</sup>
1	17.325.200,-	26.740
2	17.734.000,-	27.745
3	19.083.200,-	27.771
4	16.072.134,-	22.805
I alt:	70.214.534,-	105.061

Erfaringerne fra Fynspanen bekræfter den iagttagelse, der er gjort i boligbyggeriet, at omfanget af en vellykket montageplan skal være stort – måske over 20.-50.000 etage-m<sup>2</sup>, før byggesagen kan bære de betydelige investeringer i udviklingsarbejde, projektering, planlægning, produktions- og montageanlæg, som er nødvendige i et vel tilrettelagt montagebyggeri.

Første opgave for Fynspanens teknikere var at udføre en typisering af klasserum og øvrige skolelokaler i samarbejde med pædagogerne. Dette arbejde blev baseret på betænkninger fra undervisningsministeriet og resulterede blandt andet i en forøgelse af normalklassens areal fra ca 50 m<sup>2</sup> til ca 60 m<sup>2</sup>. Herved opnåedes også, at lokalet kunne anvendes til gruppearbejde og lignende.

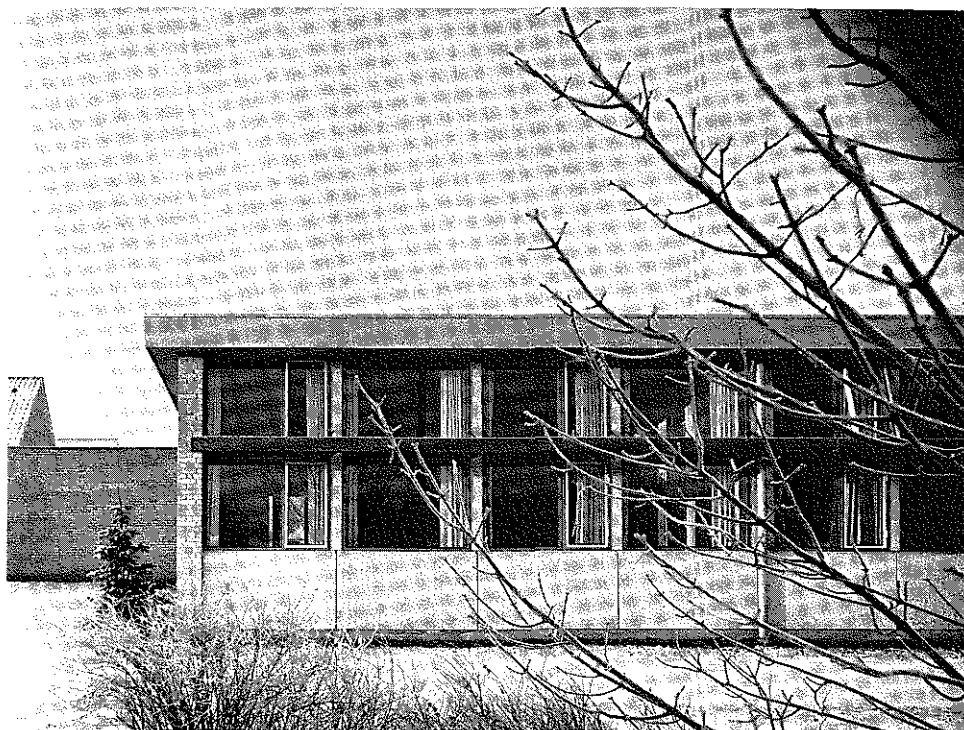
Skolebyggeri som montageplan

Rigelige rummål

Figur 18.02.

Skole med beton facadeelementer og skalmurede gavle.

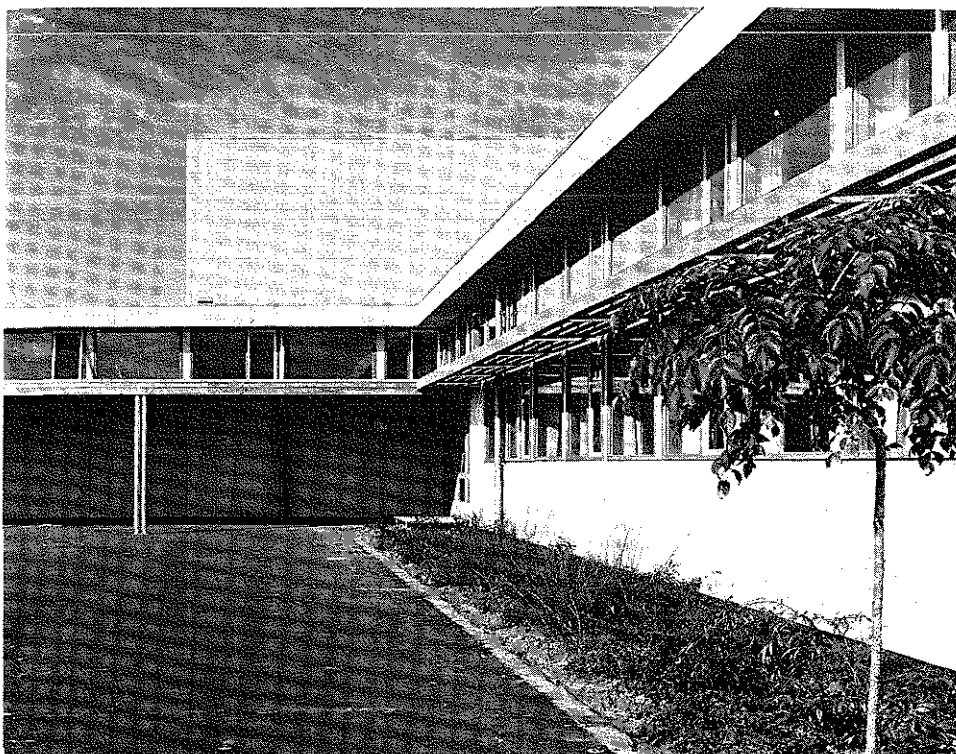
★ School with external walls of concrete panels and brick veneer gables.



Figur 18.03.

Skole med facader af snedkerpartier.

★ School with external walls made of joinery panels.



Normalklassen skal suppleres med særklasser i form af faglokaler, skolekøkken, grupperum, gymnastiksal osv, og der skal etableres adgangsveje, enten som midter- eller sidekorridorer, til disse lokaler i skoleanlæg af vidt forskellig størrelse og på meget forskellige byggegrunde. Som støtte for planlægning af disse lokaler valgtes en planlægningsmodul på 6M. Ved typisering af skolerummene anvendtes endvidere 1/2 normalklasse ( $L \times B = 36M \times 84M$ ) som grundenhed. Planlægningsmodulnettet på 6M blev senere yderligere forenklet ved valg af et byggesystem, hvis komponenter fik præferencemålene 18M, 36M og 84M; se afsnit 18.2 og figur 18.01.



*Figur 18.04.  
Skole med facader af be-  
tonelementer med frilagte  
overflader.  
★ School with external  
walls of concrete panels  
with surfaces of exposed  
aggregates.*

En anden projekteringsforudsætning udover den nævnte fleksibilitet i planerne lå i materialevalget. Af tidsmæssige grunde var man henvist til anvendelse af eksisterende materialer og bygningsdele, og med de mange lokale, kommunale bygherrer var kravet om frit valg af facadematerialer til skolerne uafviseligt. Projekterne måtte derfor kunne udføres både med murværk, træ og beton med forskellige overflader i facaderne. Dette krav var yderst rimeligt, i betragtning af at skolerne skulle indpasses i vidt forskellige omgivelser landet over, hvor man både måtte tage hensyn til landskab og omliggende bebyggelse. Figurene 18.02, 18.03 og 18.04 fra tre forskellige skoler giver et indtryk af Fynsplanens ydre variationsmuligheder, mens figur 18.05 viser lodrette snit i alternative facadeløsninger.

#### Facadematerialer

Den tredje valgmulighed i projekterne var antallet af etager, hvor man ønskede et byggesystem, der kunne anvendes til opførelse af bygninger i 1, 2 og 3 etager. Desuden skulle som en fjerde mulighed tagformen kunne varieres fra højt tag med tegl eller eternit til fladt tag med built-up, med eller uden udhæng, se figur 18.06.

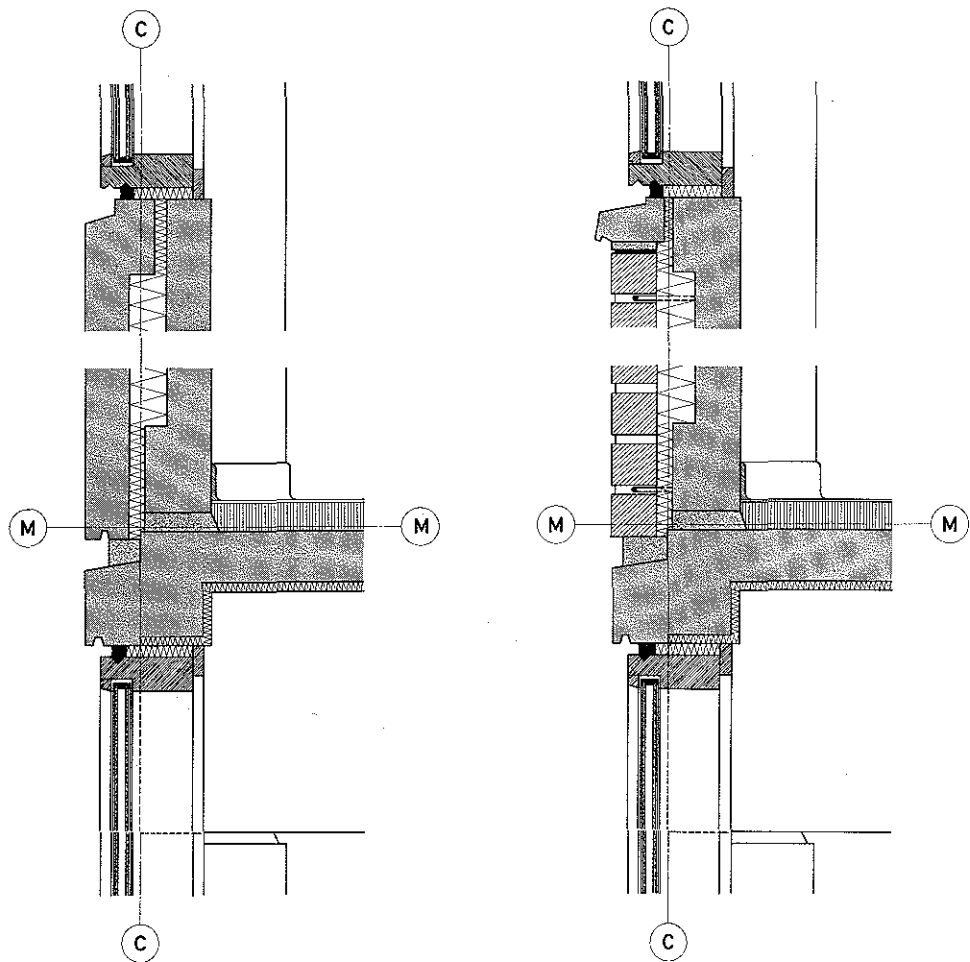
#### 1-3 etager

En oversigt over Fynsplanens 12 forskellige bygningsformer er givet i skemaet, figur 18.07, der må tænkes kombineret med det omtalte frie materialevalg for tag- og facadematerialer. Med dette udvalg kan alle rimelige ønsker til skolebyggeriernes arkitektoniske udformning imødekommes.

Figur 18.05.

Lodret snit i facader med  
1. betonsandwichbrystning,  
og 2. skalmuring af tegl.

★ Vertical section of  
external walls with 1.  
concrete „sandwich”  
spandrel wall, and 2.  
facing wall of brickwork.



Betonsandwichelement

Betoninderelement med skalmur

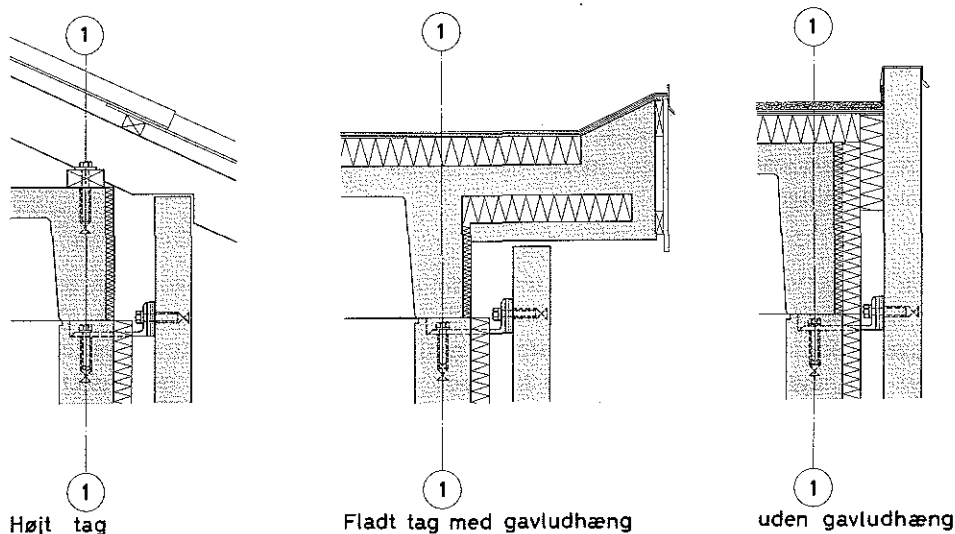
**BRYSTNINGSVARIANTER**

SNIT Kg 1 : 10

Figur 18.06.

Eksempler på Fynsplanens  
tagformer.

★ Examples of different  
roof shapes from the  
Funen-scheme.



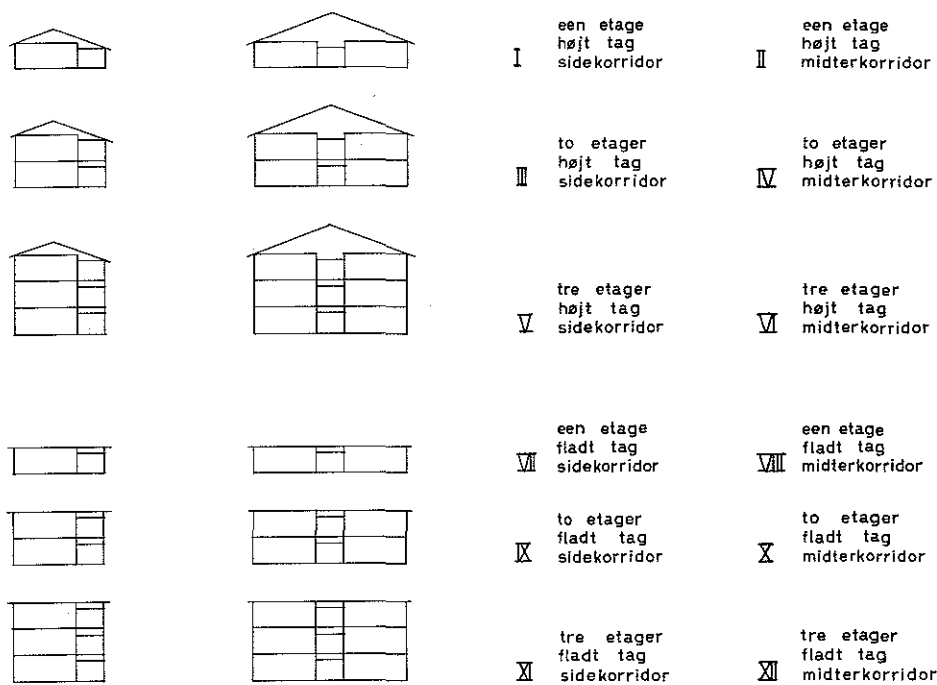
Højt tag

Fladt tag med gavludhæng

uden gavludhæng

**VARIATIONER I GAVLAFSLUTNINGER VED TAG**

1 : 20



Figur 18.07.  
Skematisk fremstilling af Fynsplanens 12 forskellige bygningsformer.  
★ Schematisk outline of the 12 various shapes of buildings from the Funen-scheme.

## BYGNINGSTYPER EKSEMPEL 9

## 18.2 Byggeprogram og valg

Med de omtalte projekteringsforuds\etninger udviklede centralkontorets teknikere et byggesystem, hvis b\arende led var udf\oort af betonelementer, der lod sig sammenstille til alle de \onskede kombinationer af normalklasser, s\ærklasser, korridorer osv. Betonelementerne, som danner r\ahuset i bygningerne, blev projekteret s\adan, at de kan kombineres med de 3 n\ævnte facadematerialer, murv\ærk, tr\ee og beton uden v\esentlige \uendringer i elementkonstruktionerne. Figur 18.08 viser byggesystemets vigtigste komponenter. Blandt disse bestemmer tag- og etagepladerne planens m\aal. Pladerne nr 8.1 og 8.2 har byggem\aalene  $L \times B = 84M \times 18M$ , henholdsvis  $36M \times 18M$ , og dette medf\oerer, at r\ahuset kan optegnes enten over et kvadratisk planl\aeagningsmodulnet p\aa  $18M \times 18M$  eller over et rektangul\ært net p\aa  $18M \times (84 + 36) M$ .

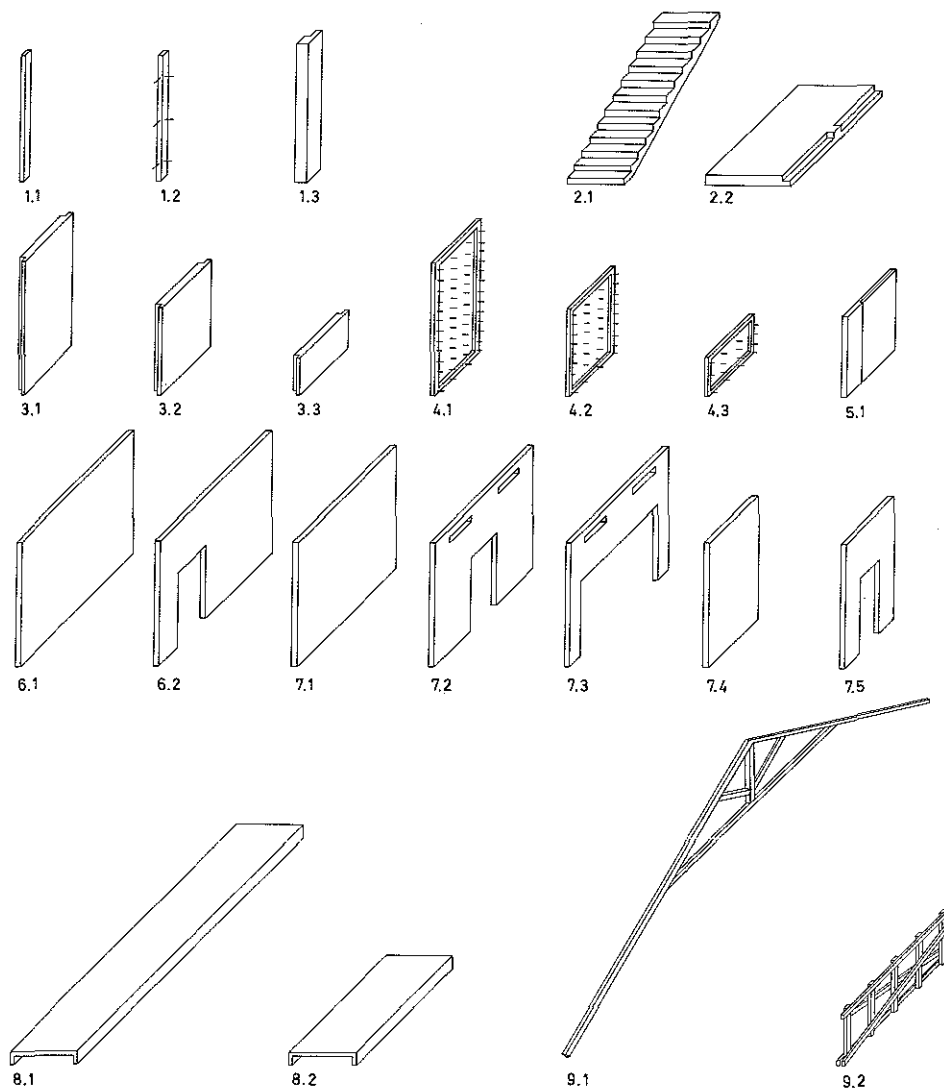
Byggesystemet

Den st\orste elementst\orrelse er bestemt af transport- og montagehensyn. V\egten af de store etageplader, der er udf\oort som ribbeplader, er ca 3,9 t, mens de tungeste v\aegelementer vejer ca 5 t. Hovedm\aalene for de vigtigste komponenter fremg\aar af f\olgende oversigt, sammenlign figur 18.08.

Nr	Komponent	M\aal
1.1	normals\oyle	150 x 200 mm
3.1	facade-sandwichelement	B = 18M
4.1	facade-ribbeelement	B = 18M
6.1	tv\ærv\aegelementer	B = 42M
7.1	l\aeugdev\aegelement	B = 36M
7.4	l\aeugdev\aegelement	B = 18M
8.1	d\aekelement	18M x 84M
8.2	d\aekelement	18M x 36M

Fynsplanens modul-katalog

Figur 18.08.  
Fynsplanens elementer.  
★ The units from the  
Funen-scheme.



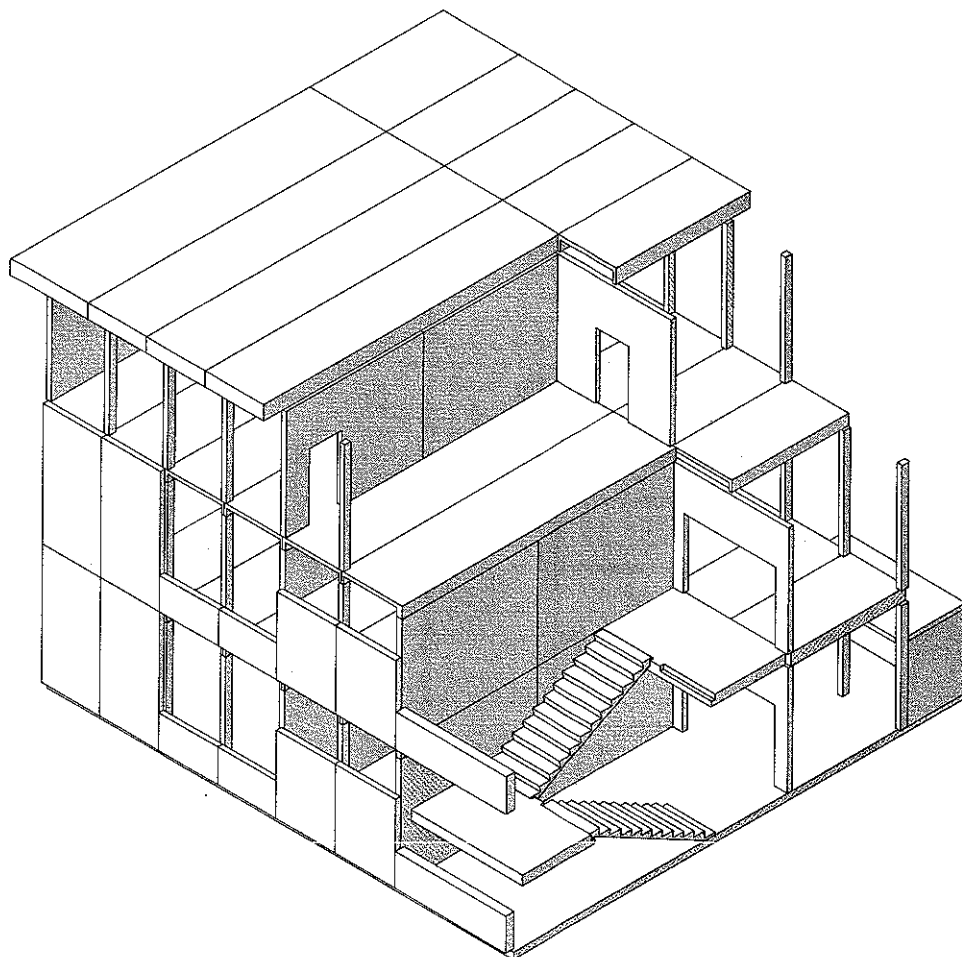
- |         |                                   |         |  |
|---------|-----------------------------------|---------|--|
| 1.1-1.3 | Facade + hjørnesøjler             | 6.1-6.2 | Tværvægselementer                            |
| 2.1-2.2 | Trappe + reposeelement            | 7.1-7.5 | Længdevægselementer                          |
| 3.1-3.3 | Facadesandwichelement             | 8.1-8.2 | Trugdøkelementer for klasserum + korridor    |
| 4.1-4.3 | Facaderibbeelement for skalmuring | 9.1-9.2 | Træspærfag og stolekonstruktion for højt tag |
| 5.1     | Vindfangselement                  |         |  |

### EKSEMPEL 9 BYGGESYSTEMETS KOMPONENTER 1:200

#### Det statiske hovedsystem

Det bærende system i bygningerne består af de simpelt understøttede ribbeplader, der hviler på længdevæg og facadesøjler, mens stabiliteten for vandrette kræfter etableres i længde- og tværvæggene, som danner meget stive profiler i begge retninger. Facadesøjlerne skal således ikke medvirke i det afstivende system men kun overføre de lodrette belastninger samt fordele vind på facaden til etagerne. Figur 18.09 viser en isometri af byggesystemet.

Hvor der, som i figur 18.09, er tale om fleretagers bygninger, er de øvre etager simpelt understøttede på de nedre, idet de anvendte samlinger — se afsnit 18.3 — ikke muliggør overføring af indspændingsmomenter. Med det kombinerede længde- og tværvægssystem er der heller ikke noget behov herfor, bygningen er tilstrækkeligt stabil overfor vandrette kræfter.



ISOMETRI AF BYGGESYSTEM  
1:200 EKSEMPEL 9

Figur 18.09.  
Isometrien viser byggesystemets bærende og afstivende konstruktioner. Det ses tillige, hvordan pladeformaterne fastlægger bygningens planlægningsmoduler.

\*The isometry shows the loadbearing and bracing structure of the building system. It also shows how the panel sizes determine the planning modules of the building.

Figur 18.10 viser udsnit af planerne med følgende mål: Normalklasse,  $72M \times 84M = 60 \text{ m}^2$ . Særklasse,  $36M \times 84M = 30 \text{ m}^2$ . Lille klasse,  $54M \times 84M = 45 \text{ m}^2$ . Særklassen på  $36M \times 84M$  benyttes som planlægningsenhed under projekteringen. Se „A” på figur 18.10. På dette grundlag kan de øvrige lokaler incl korridorer og trapperum bygges op over  $18M \times 18M$  modulnettet. Ved simpel addition af byggesystemets hovedkomponenter kan rummernes længdemål (parallelt med facaden) øges med  $18M$  spring, mens tværmålene takket være dækelementerne ligger fast på de  $84M$  for klasserum og  $36M$  for korridorer. Figur 18.11 viser to faglokaler for henholdsvis naturlære og sløjd, hver på  $144M \times 84M = 120 \text{ m}^2$ . Lokalerne er opbygget af de samme elementer som normalklasserne.

Normalklasser og særklasser

Hvor der er brug for en underdeling af lokalerne til mindre rum, foregår dette ved lette vægge, der placeres delvist frit i modulnettet efter rum- og pladsbehovet. Det vil dog være en fordel, at man lader vægge vinkelret på facaden følge  $18M$  takten, for at få en simpel sammenbygning med ribbepladerne under disses normalfuge (se figur 18.13). For vægge parallelt med facaden bliver der tilslutningsproblemer til dækkets underside, hvor de indbyggede vægge enten må profileres efter ribbepladernes underside eller tilsluttes et nedforskallet loft. Figur 18.12 viser en plan af et skolekøkken med en række mindre naborum til depoter, omklædning og lignende. Disse vægge er omkring de tørre rum udført som lægtevægge, beklædt med fx gipsplader eller træfiberplader, medens de omkring de våde rum opmures af letbeton-plader eller molersten.

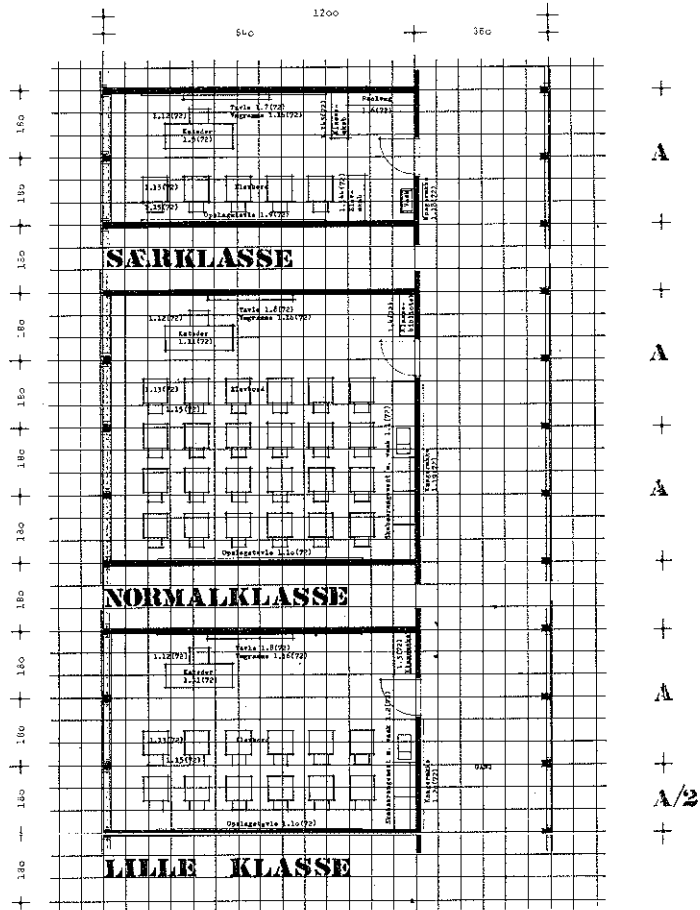
Lette vægge



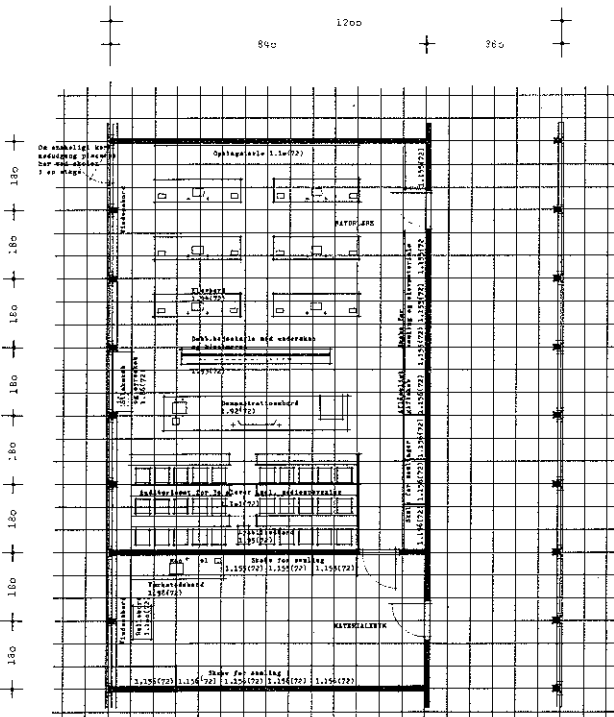
Figur 18.10.

Normalklasse, 72M x 84M = 60 m<sup>2</sup>, lille klasse 54M x 84M = 45 m<sup>2</sup> og særklasse, 36M x 84M = 30 m<sup>2</sup>.

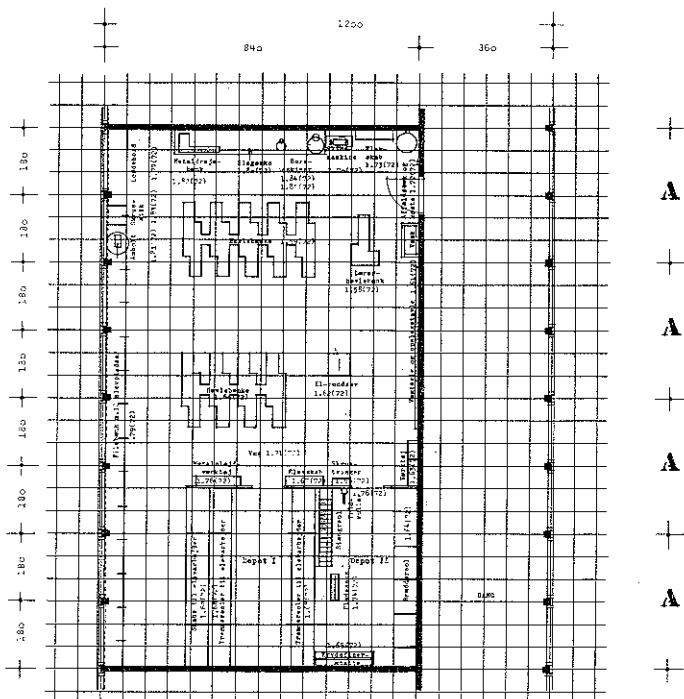
★ Normal class-room, 72M x 84M = 60 m<sup>2</sup>, small class-room 54M x 84M = 45 m<sup>2</sup> and special class-room 36M x 84M = 30 m<sup>2</sup>.



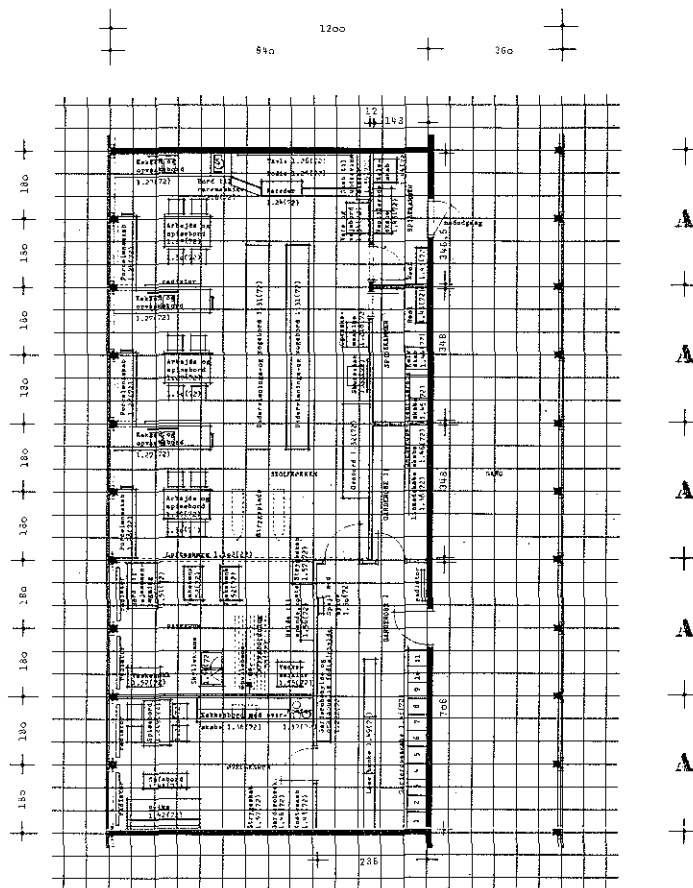
KLASSER 1:200



NATURLÆRE 1:200



TRÆ- OG METALSLØJD 1:200



SKOLEKØKKEN 1:200

Figur 18.12.  
Skolekøkken med birum fremkommet ved underdeling af råbygningen med lette vægge.

★ School kitchen with auxiliary rooms, resulting from subdivision of the carcassing with light-weight walls.

Figur 18.11. (forrige side)

Fagklasser, 144M x 84M = 120 m<sup>2</sup> for naturlære og sløjd.

★ Classrooms for special subjects, 144M x 84M = 120 m<sup>2</sup> for physics and woodwork.

### 18.3 Opklaring af detaljer

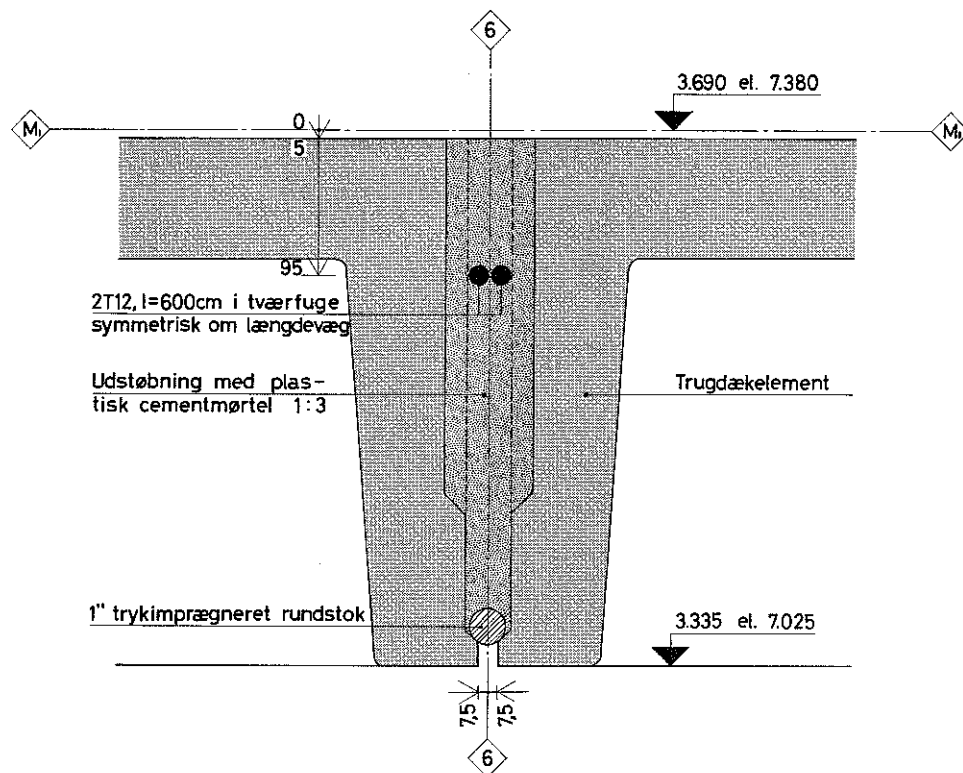
Beliggenheden af de følgende detailsnit fremgår af moduloversigtstegningen, figur 18.26, se denne.

Figur 18.13 viser lodret snit i fugen mellem to normale dækelementer. Fugen er kraftoverførende for forskydningskræfter, og sidekanterne har derfor den fra de almindelige hulplader kendte fortanding, kombineret med en langsgående fugearmering. Fugen er gjort selvforskallende ved ilægning af en rundstok af træ i bunden før udstøbning af fugebetonen. Rundstokken giver tillige en bekvem ophængningsmulighed for lamper og lettere inventar.

Det bemærkes, at ribbedækkenes pladetykkelse er 80 mm, hvilket giver en udjævnet pladevægt på 260 kg/m<sup>2</sup>. Denne enhedsvægt er så lav, at der må tages særlige hensyn ved opbygning af den samlede etageadskillelse, hvis der skal opnås tilstrækkeligt gode akustiske forhold i bygningen. Overgulvet udføres som et svømmende gulv, type Dafon X 26 med linoleumbelægning. Gulvet er

Akustiske krav

Figur 18.13.  
Normalfuge mellem dæk-  
kets ribbeplader.  
★ Normal joint between  
the rib panels of the floor.



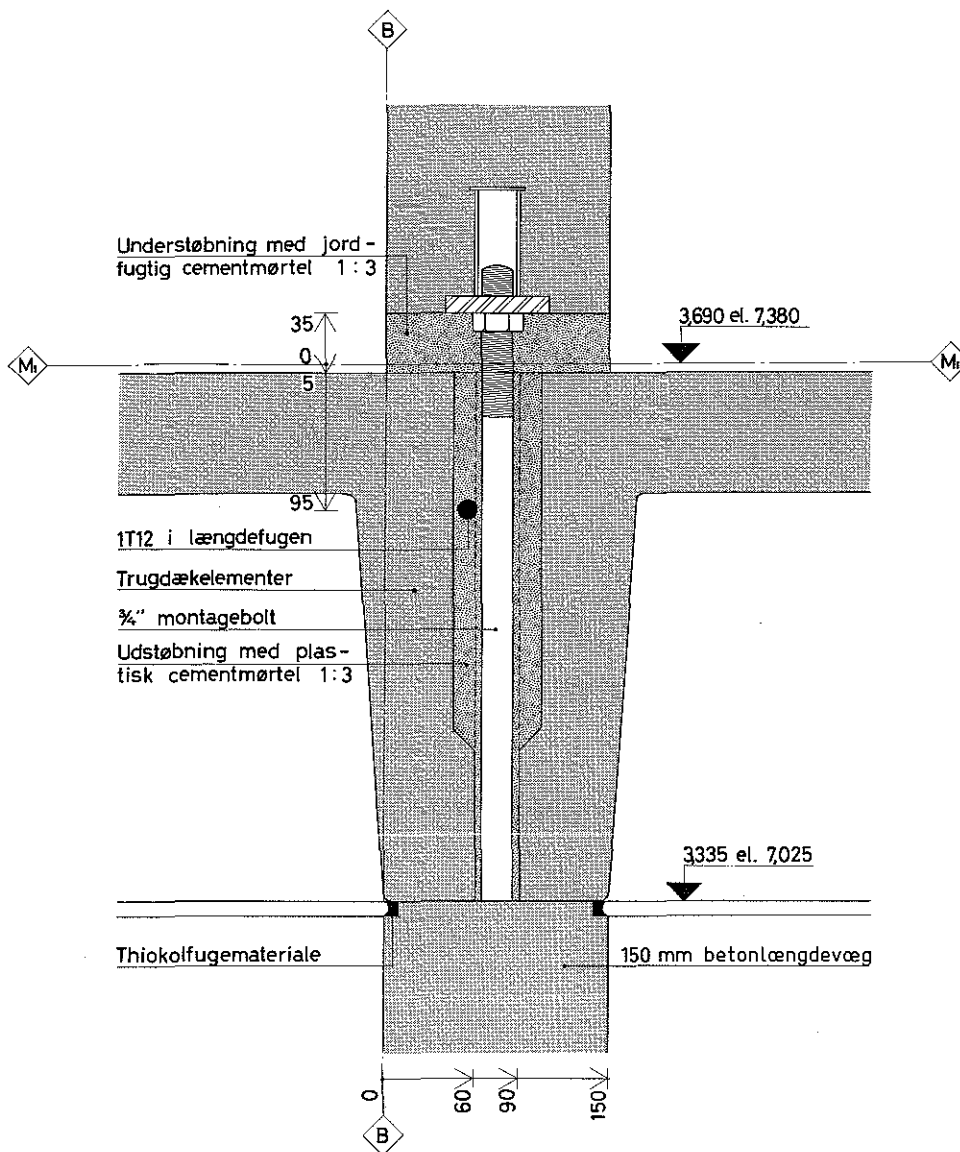
SAMLING MELLEMLANGE DÆKELEMENTER  
SNIT A<sub>9</sub> 1:5

opbygget af 15 mm hård mineraluld, 5 mm pulverasfalt og 15 mm støbeasfalt, på hvilken der klæbes linoleum. Dækundersiden forsynes med lydregulerende Dæmpa-paneler. Erfaringer fra brugen af de færdige bygninger viser, at såvel rumisolation som trinlydniveau er tilfredsstillende, og det er desuden tanken at foretage akustiske målinger til sammenligning med kravene i bygningsreglementets kapitel 9.3.2.

Figur 18.14 viser lodret snit i det bærende etagekryds mellem dæk og længdevæg. Det ses, at samlingen er udført helt analog til den velkendte udgave af boligbyggeriets etagekryds, med de modifikationer som ribbepladerne betinger. Det bærende vederlag for dækkene er udformet med knasfuge, men for at forbedre fugetætheden og formidle en tiltalende overgang mellem dæk og væg er der udført den viste tilbageliggende fuge med thiokoltætning. Montagebolt med justeringsmøtrik giver samme transport- og opstillingsteknik som for boligbyggeriets betonelementer. Der henvises til kapitel 8 for samlingens øvrige funktioner. Modul- og målsætningslinie B i samlingen er vist langs den ene vægoverflade. Den tilsvarende linie, C i facaden ligger inde i denne, en fugeandel fra tværvæggen, se figur 18.15, og tværvæggens bredde bliver derfor modulær, med et byggemål på 84M (opdelt på 2 elementer a 42M), og et basismål på  $8400 - 2 \times 7,5 \text{ mm} = 8385 \text{ mm}$ . Denne moduldimensionering følger således de normale regler fra kapitel 2, mens dækkene på grund af deres vederlag på længdevæggen går ud over modullinie B. I facaden rager dækforkanten ligeledes ud over modullinie C som et vinduesbånd, se figur 18.05. Dækelementerne går således ud over deres modulområde, og dækkenes byggemål, der nominelt er 84M, giver derfor et basismål på  $8400 + 60 + 75 \text{ mm} = 8535 \text{ mm}$ . Dette brud på de almindelige moduldimensioneringsregler er som sædvanlig byggeteknisk begrundet og derfor helt i orden for det valgte byggesystem. Fænomenet er karakteristisk for lukkede systemer, og virkningen er blandt andet den, at dækkene ikke uden videre ville kunne indgå i andre moduldimensionerede byggerier end dem, de er tegnede til.

Etagekryds med ribbeplader

Moduldimensionering



Møtrik på montagebolt nivelleres til korrekt kote  
 Møtrikken løsnes inden understøbning afsluttes

ETAGEKRYDS  
 SNIT B<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.15 viser et vandret snit i samlingen mellem tværvæg og facade. Snittet viser en normal, modulær T-samling, og alle de anvendte 3 elementer bliver modulære. Overføring af vindkræfter fra facade til tværvæg sker gennem indvendig bærende betonskive med kraftoverførende mørtelfuger, mens klimatætning i den udvendige fuge er udført med neoprenestrimmel og vaskebræt. Kuldebroer er undgået i samlingen, idet sandwichelementets to betonskiver kun er i varmeledende forbindelse gennem rustfrie stritter.

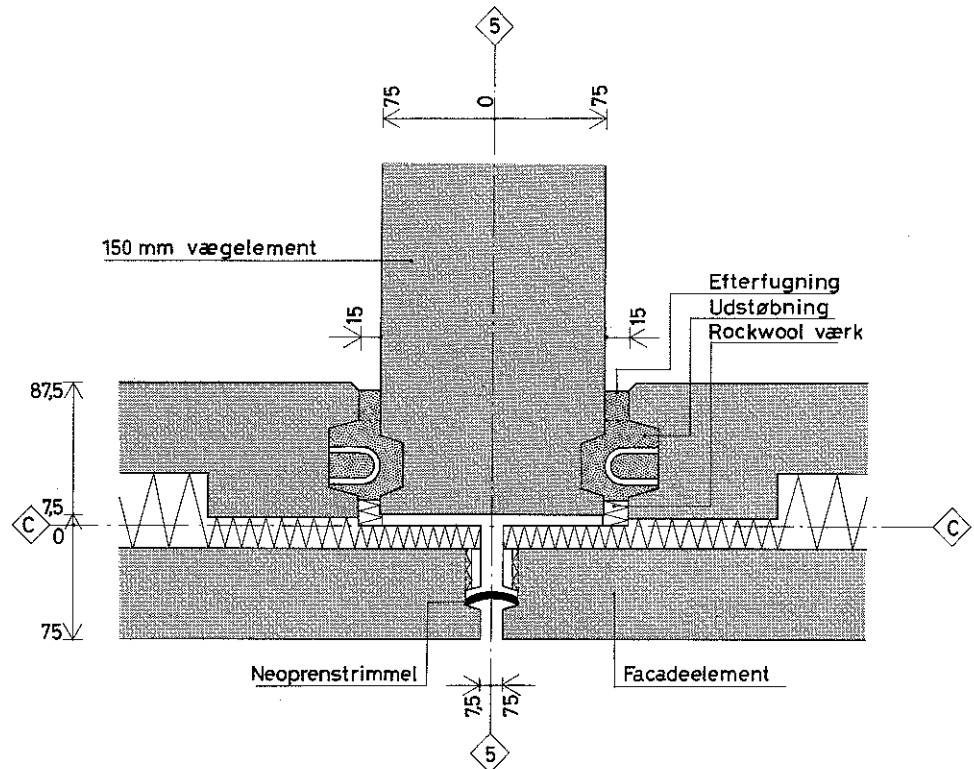
Figur 18.16 viser et vandret snit i samme tværvæg som snit C<sub>9</sub>, placeret oppe i vinduespartiet. Samlingen mellem de to vindueskarme er udført som en normal snedkerindklædning med eternitplade og dæklister. Rockwool og værkstopning isolerer betonvæggens yderside, så der ikke dannes kuldebro. Den indvendige thiokolfuge danner konstruktionens vindspærre og ligger korrekt placeret bag

Figur 18.14.  
 Bærende vederlag for rib-  
 beplader på 150 mm læng-  
 devægge.  
 ★ Bearing support for the  
 rib panels on 150 mm lon-  
 gitudinal walls.

Facadekonstruktionen

Figur 18.15.  
Vandret snit i T-samling i  
betonfacade af sandwich-  
elementer.

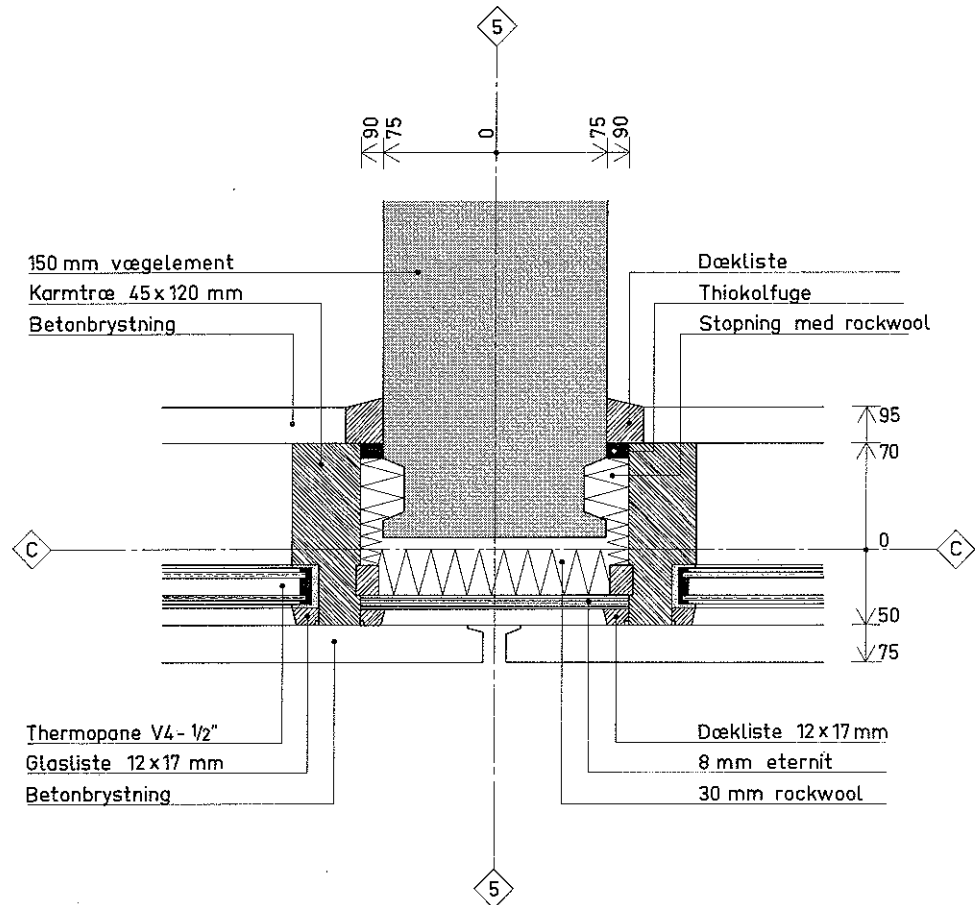
★ Horizontal section of the  
T-junction in external wall  
of concrete „sandwich”  
panels.



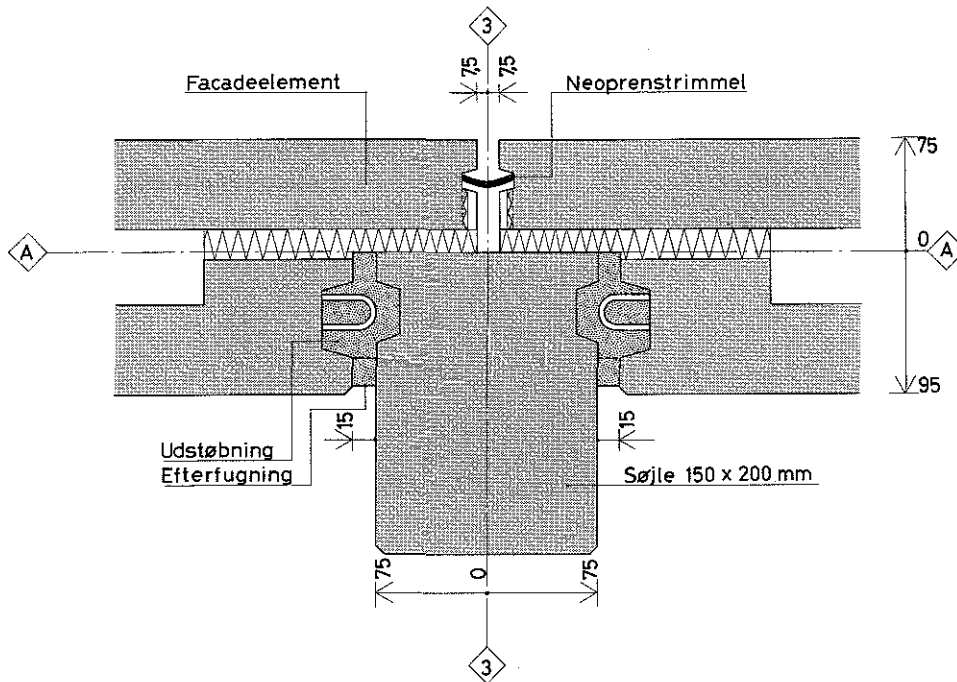
SAMLING MELLEM TVÆRVÆG - FACADEELEMENT  
SNIT C<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.16.  
Vandret snit i vinduespar-  
ti.

★ Horizontal section of  
windowpanels.

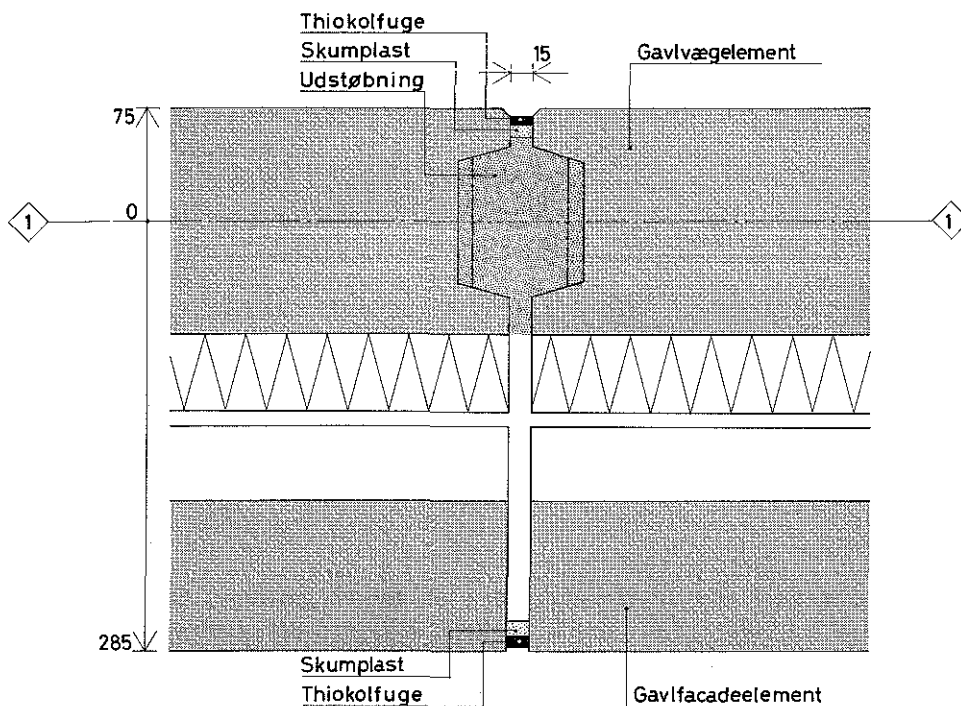


SAMLING MELLEM TVÆRVÆGS- OG VINDUEELEMENT  
SNIT D<sub>9</sub> 1:5



SAMLING MELLEM SØJLE - FACADEELEMENT  
SNIT E<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.17.  
Vandret snit i facadesøjle  
og-brystning.  
★ Horizontal section of  
external column and  
-spandrel wall.

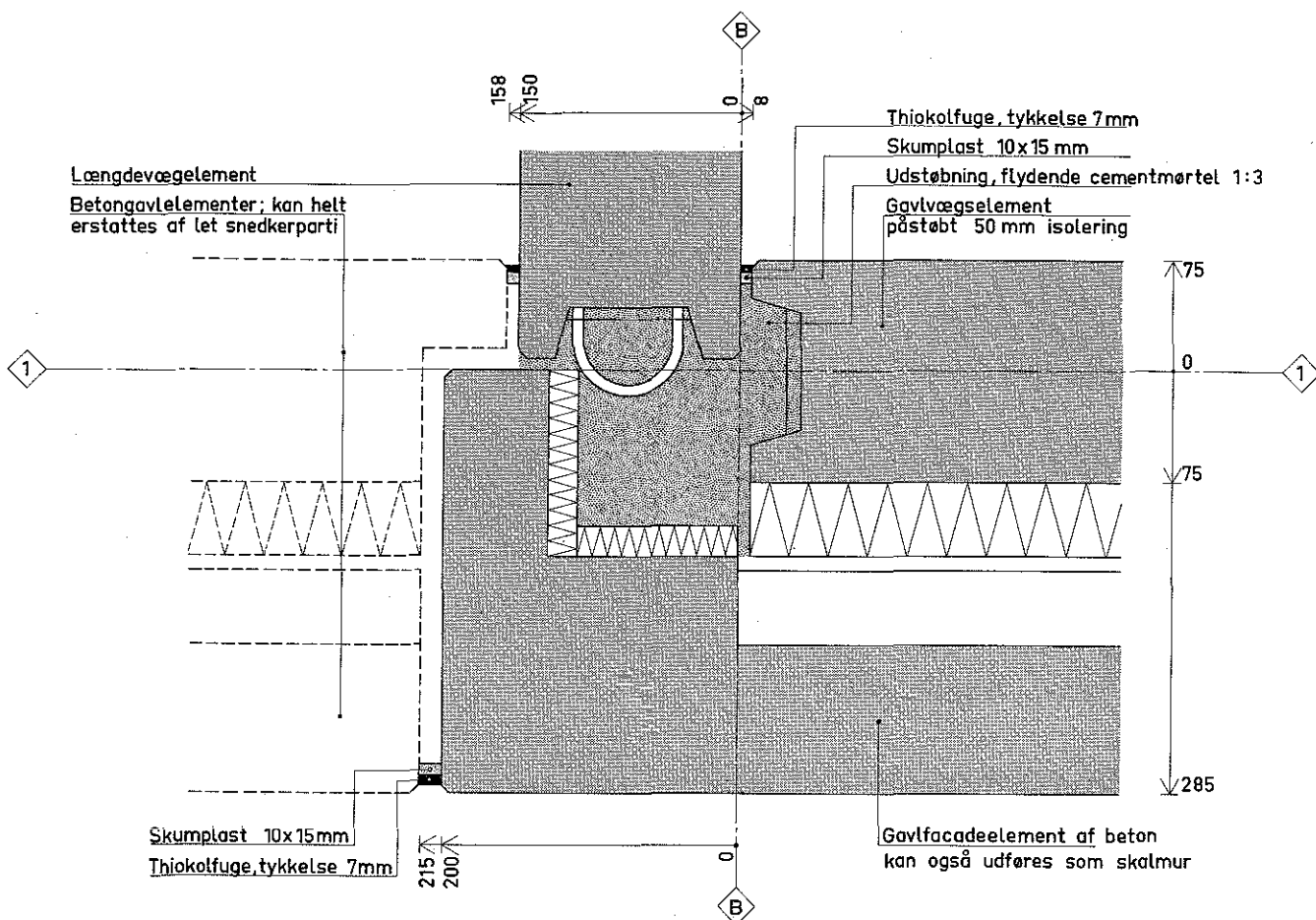


SAMLING MELLEM GAVLELEMENTER  
SNIT F<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.18.  
Vandret snit i fuge i gavl.  
★ Horizontal section of  
joint in gable-wall.

regnsparren. Vinduerne er udført med fast glas af termoruder. Det ses, at vinduerne ikke får modulmål, fordi de er indsat mellem de modulært placerede tværvægge. Dette er blandt andet nødvendigt for at undgå en lydbrø mellem de to naborum.

Figur 18.17 viser vandret snit i samlingen mellem facadesøjle og facade-sandwichelement. Det ses, hvorledes modul- og målafsetningslinie A flugter med forkant søjle, mens linie 3 er symmetrilinie i snittet. Samlingen er i øvrigt helt analog til snit C<sub>9</sub>, figur 18.15.



SAMLING MELLEM GAVLBETONELEMENTER OG LÆNGDEVÆG  
SNIT G<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.19.

Vandret snit i gavlfuge ved længdevæg.

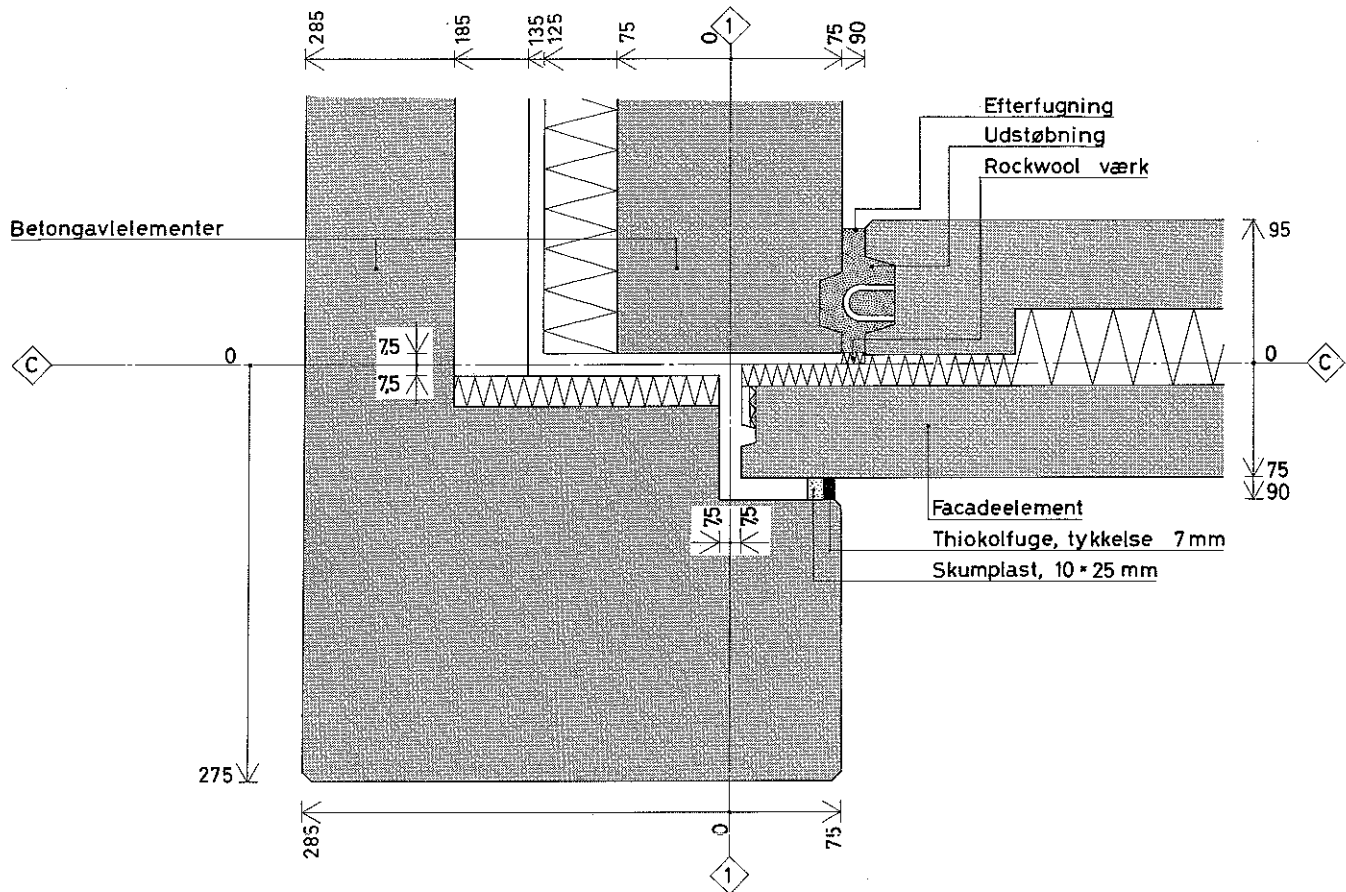
★ Horizontal section of joint in gable at longitudinal wall.

#### Gavkonstruktionen

Figur 18.18 viser det tilsvarende snit i en lodret gavlfuge. Gavlen, der er opbygget af en indre og en ydre betonskive, deltager i den afstivende konstruktion, og dette har været dimensionsgivende for den indvendige skive og for udformningen af den fortandede vægfuge. Den udvendige fuge er lukket med thiokol, udfuget mod en stopning af skumplast. Ligesom i facadefugen kunne den almindelige vaskebrætfuge være anvendt; men man har foretrukket den viste løsning, fordi den giver en betydelig lettelse for elementfabrikken ved støbning af de ret komplicerede gavlelementer. Ulempen ved den viste løsning, er at regnspærre og vindspærre er placeret i samme lag, hvilket kræver en betydelig omhu ved fugarbejdets udførelse.

Den viste målafsetningslinie, 1 falder sammen med montageboltens centre, og giver derved en sikker justeringsmulighed under gavlopstillingen, se figur 18.24 og 18.25.

Dobbeltgavlen er ikke opbygget som et sandwichelement men består af to separate betonskiver, der monteres hver for sig på de før nævnte montagebolte, som det er vist på figur 18.24.



SAMLING MELLEM FACADE-OG GAVLELEMENT  
SNIT H<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.20.

Vandret snit i gavlhjørne.

★ Horizontal section of gable-wall corner.

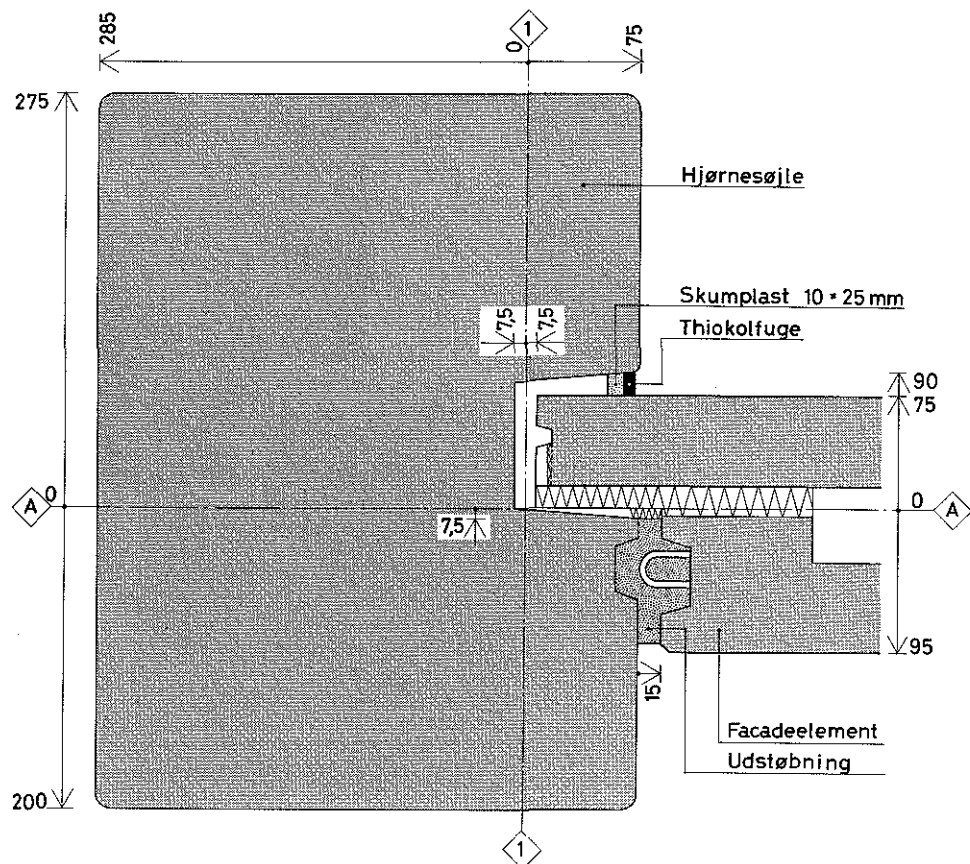
I gavlen forekommer der 3 hjørneproblemer, som er behandlet i snit G<sub>9</sub>, H<sub>9</sub> og I<sub>9</sub>. Figur 18.19 viser samlingen snit G<sub>9</sub> mellem længdevæg og gavl. På pladsen i figurens venstre side kan indgå enten et let snedkerparti – et vindue eller en snedkergrill – eller det punkteret viste gavlelement af beton. Den fuldt optrukne del af samlingen viser en naturlig hjørneafslutning, og skal gavlen fortsættes med det punkteret viste gavlelement, bliver dette ret specielt, både hvad modulmål og detailgeometri angår. Den udvendige fuge er den samme som i forrige samling. Den viste udstøbning i den indvendige fuge er forstærket med hårnålebøjlen i længdevæggen, men en egentlig sammenlåsning af elementerne finder ikke sted i fugen, som det fx er vist i figur 18.22. Fugen vil revne som følge af svind- og temperaturbevægelser, og derfor er den, som vist, forseglet med thiokol, der kan udligne bevægelserne.

## Hjørneløsninger

Figur 18.20, snit H<sub>9</sub> viser hjørnet mellem gavl og facade. Målafsætningsliniernes beliggenhed er givet fra de tidligere omtalte snit, og den viste sammenskæring af de to elementer er ligeledes analog med de foregående samlinger. Den kraftigt markerede hjørnelisen indrammer facadepartiet og er iøvrigt en pendant til det modstående gavlhjørne, figur 18.21, hvor søjlen har en bærende funktion.



Figur 18.21.  
 Vandret snit i gavlhjørne-  
 søjle.  
 ★ Horizontal section of  
 gablecorner-column.



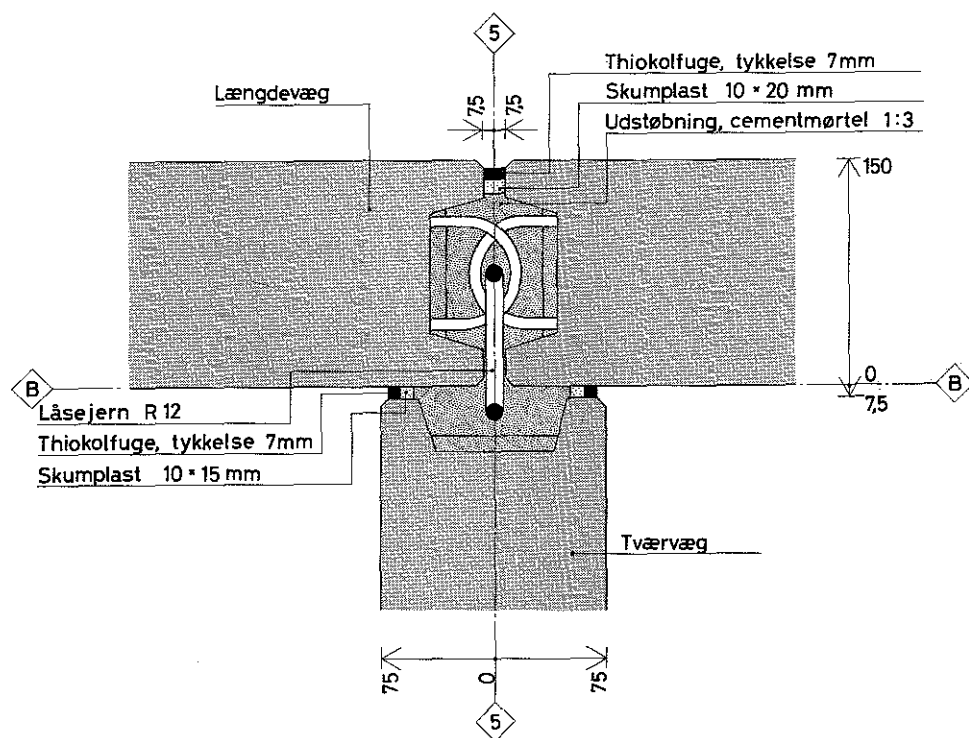
Udstøbningen foretages med jordfugtig cementmørtel i  
 blandingsforholdet 1:3  
 Indvendigt efterfuges således at fugen fremtræder glat  
 til maling

SAMLING MELLEM FACADEELEMENT OG HJØRNESØJLE  
 SNIT I<sub>9</sub> 1:5

#### Kuldebroer

Søjlen i figur 18.21 har 3 primære funktioner: a) den bærer det yderste dæk i korridoren, b) den afslutter facaden og overfører dennes vindkræfter til hovedsystemet, og c) den giver sammenbygningsmulighed for gavlelementer af beton eller snedkerpartier. Søjlen er en af projektets få vaskeægte kuldebroer, som dog ikke har givet anledning til gener i praksis, formentlig på grund af det relativt tørre rumklima i bygningerne, der er udstyret med ventilationsanlæg.

Figur 18.22 viser samlingen mellem længdevægselementer og tværvæg. Modul-  
 linie 5 er symmetrilinie, og linie B ligger som tidligere nævnt i længdevæggens  
 flugt. Samlingen er kraftoverførende i det afstivende system, og fugen er derfor  
 fortandet og bøjlearmeret. Som en ekstra sikkerhed for den akustiske tætning  
 er fugerne forseglede med thiokol.



Figur 18.22.  
Vandret snit i samling mellem længde- og tværvæg.  
★ Horizontal section of junction between longitudinal and cross wall.

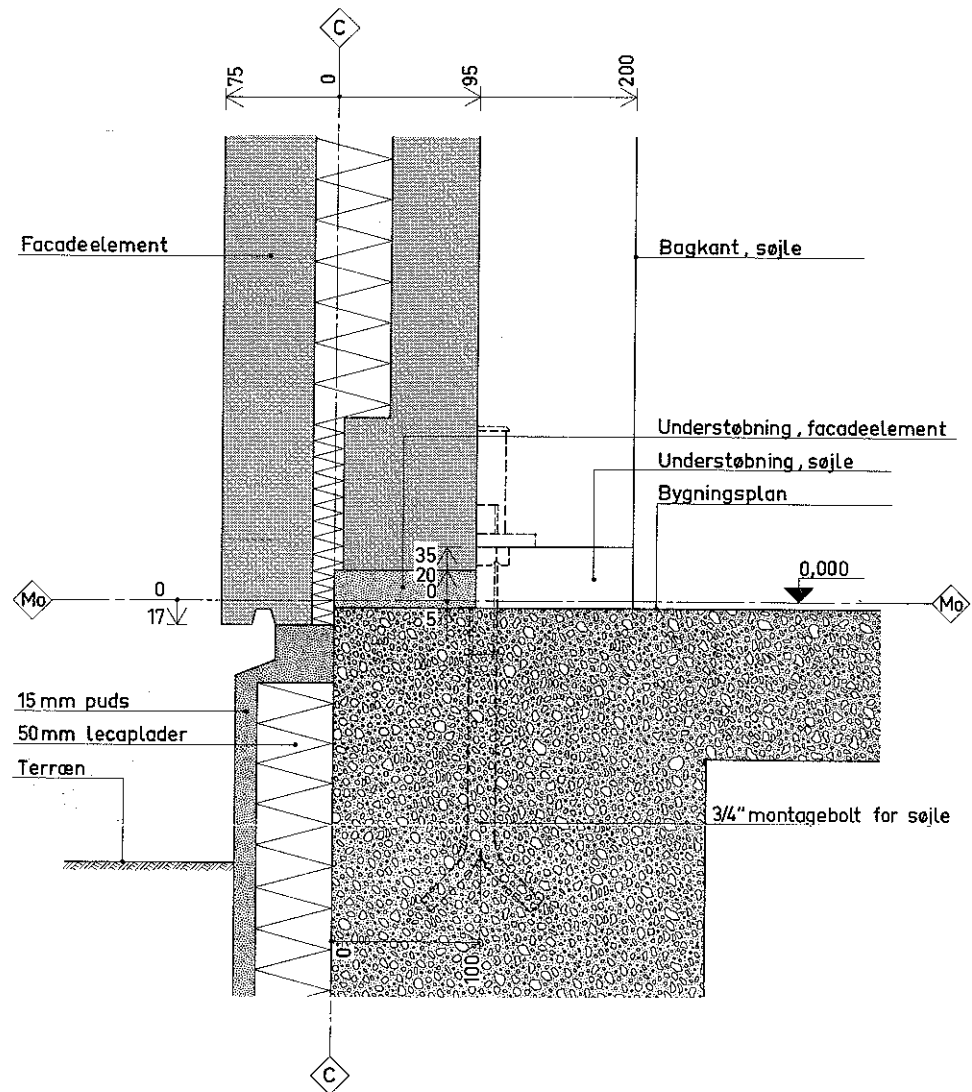
SAMLING MELLEM LÆNGDE- OG TVÆRVÆGSELEMENTER  
SNIT J<sub>9</sub> 1:5

Figur 18.23 viser lodret snit i samlingerne mellem facadeelement og sokkel og mellem facadesøjle og bygningsplan. Begge fuger udføres ved understopning, igennem hvilken de lodrette kræfter overføres. Søjleens boltesamling giver den fra vægkonstruktionerne kendte gode justeringsmulighed både for vandrette mål og højdemål. Facadefugens tæthed beror på overlappning og vandrille, og de varmetekniske krav er honoreret ved den viste sokkelisolering af lecabeton, beskyttet med udvendig puds.

Det tilsvarende snit i gavlen er vist i figur 18.24. Her ses gavlens opdeling på de tidligere omtalte to betonskiver, en indre og en ydre. Desuden fremgår opstillingsmetoden med montagebolte af figuren. Det overskydende boltehul i det ydre element anvendes, hvor elementet monteres i etage 2, idet montagebolten her sidder længere ude i elementet, se figur 18.25. Foruden til montage og justering tjener boltesamlingen til styring af elementerne over for vandrette påvirkninger, idet dog disse normalt optages ved friktion i understopningsfugen.

Montageteknik

Figur 18.23.  
Lodret snit i facade ved sokkel.  
★ Vertical section of exterior wall at footing.



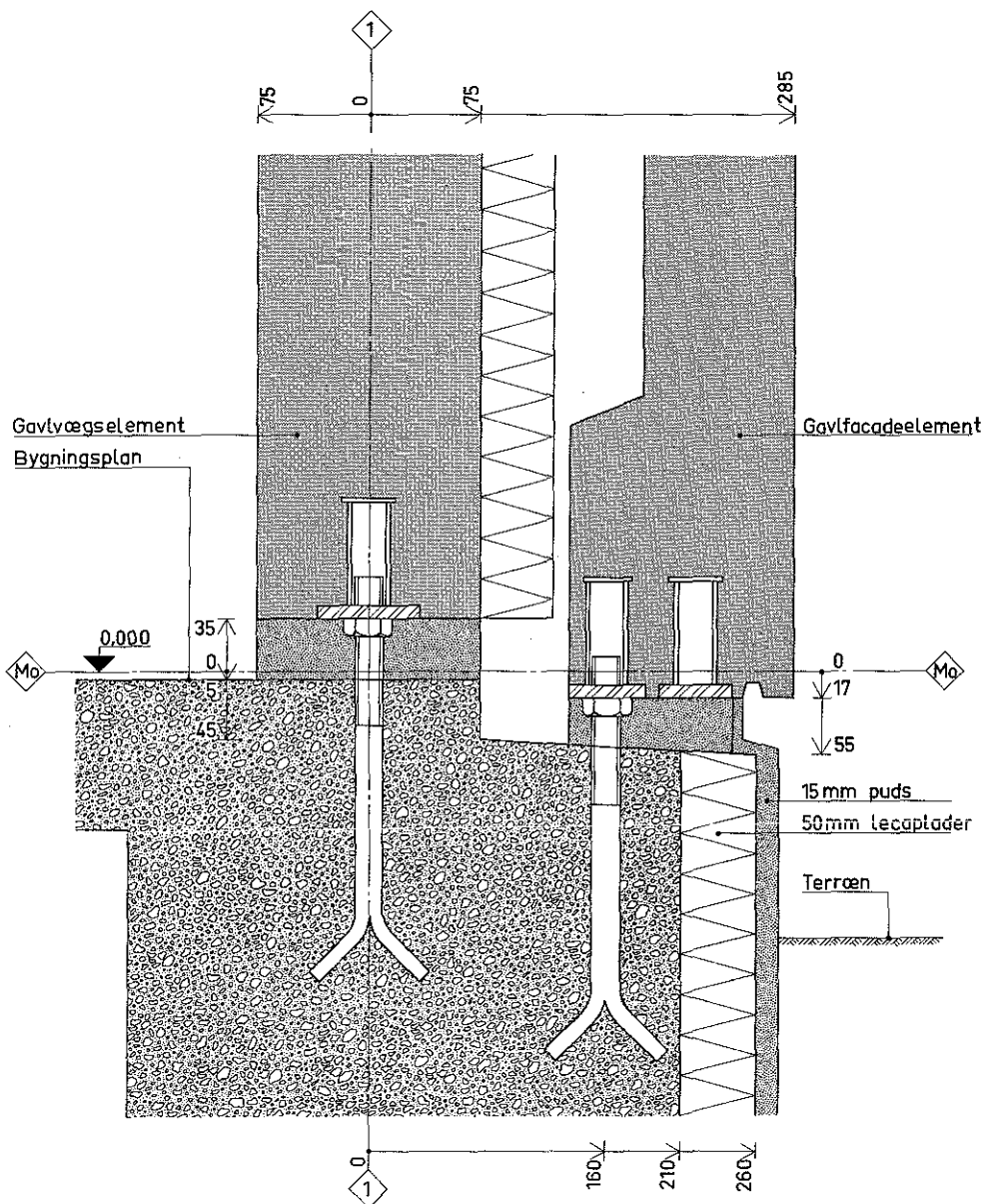
Søjlen placeres på montagebolt indstøbt i bygningsplan  
Elementet opløses på bygningsplanet så elementoverkant er i korrekt kote  
Elementerne understøbes med jordfugtig cementmørtel 1:3

SAMLING MELLEM FACADEELEMENT OG FUNDAMENT  
SNIT L<sub>g</sub> 1:5

Ettrinstætning med thio-  
kolfugemasse

Samlingen oppe ved etageadskillelsen er vist i snit N<sub>9</sub>, figur 18.25. Gavlelementernes understøtning er udført analog med samlingen i forrige figur, kun er mørtelen i den ydre fuge erstattet med en neoprene understøtning og en thiokol fugetætning. Herved opnås en forenklet støbning af gavlelementerne, der også i de lodrette fuger har en thiokol fugetætning, jævnfør figur 18.18.

I figur 18.25 ses også sammenspændingen af de to betonskiver i gavlen med rustfri beslag, der boltes til inserts i elementerne. Kraftoverføringen mellem det



Figur 18.24.  
Lodret snit i gavl ved sokkel.  
★ Vertical section of gable at footing.

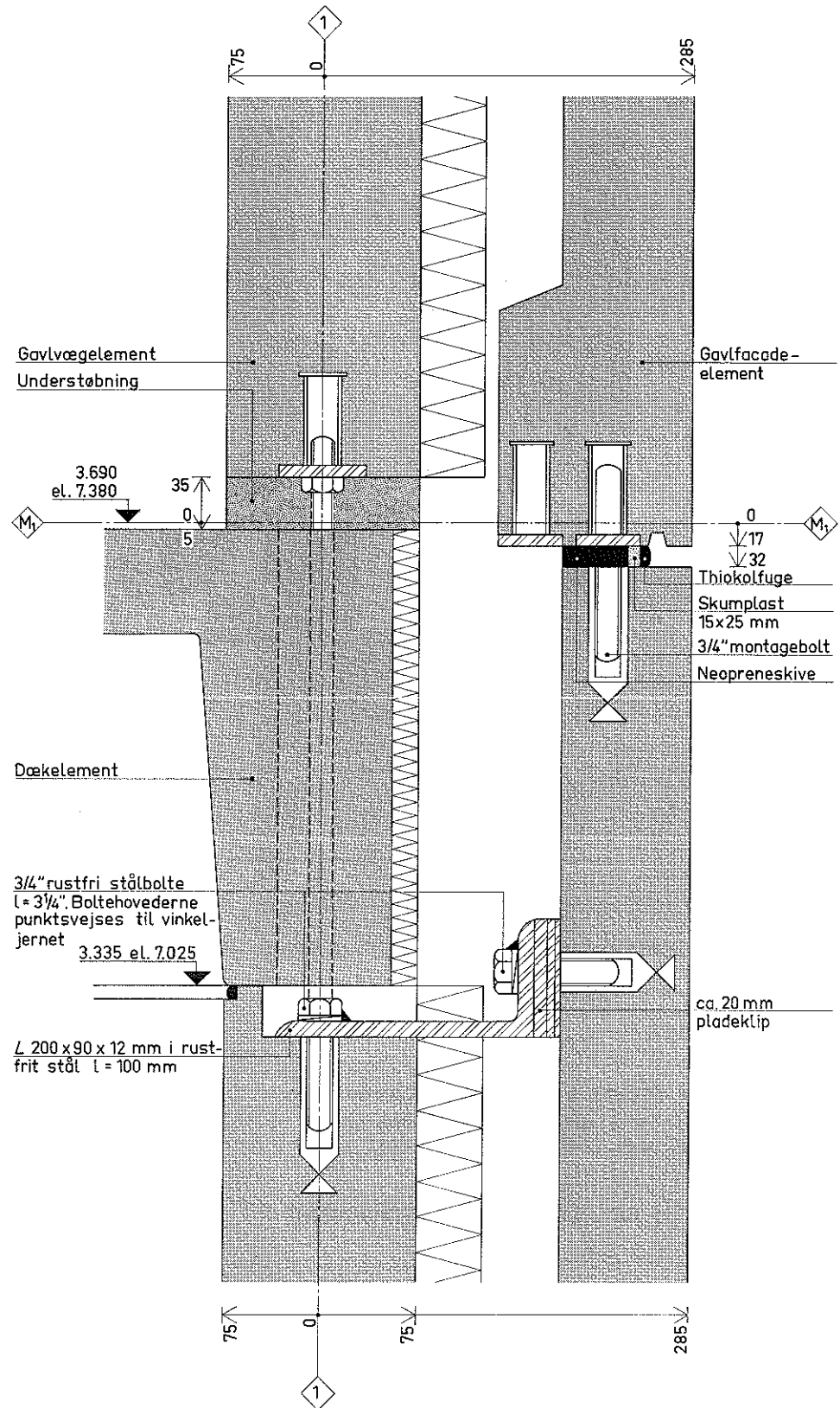
Møtrikkerne på de indstøbte bolte nivelleres til korrekt kote.  
Elementerne understøbes med jordfugtig cementmørtel 1:3  
Møtrikkerne løsnes inden understøbningen afsluttes.

SAMLING MELLE M GAVLELEMENTER OG FUNDAMENT.  
SNIT M<sub>9</sub> 1:5

indre vægelement og dækket er med den viste samling uklar. Dækket bæres ganske vist på længdevæggen og ikke på gavlen, men dækket er gennem den viste understøpningsfuge belastet af gavlens egenvægt fra næste etage og vil derfor overføre en betydelig vægt til nederste gavlelement. Udsparringen til fastgørelsesbeslaget er kun lokaliseret omkring dette, således at knasfugen mellem dæk og væg langs dækkets sidekant bliver kraftoverførende. Ved de uundgåelige unøjagtigheder i støbeproses og montage bliver kraftoverføringen gennem knasfuger altid usikker.

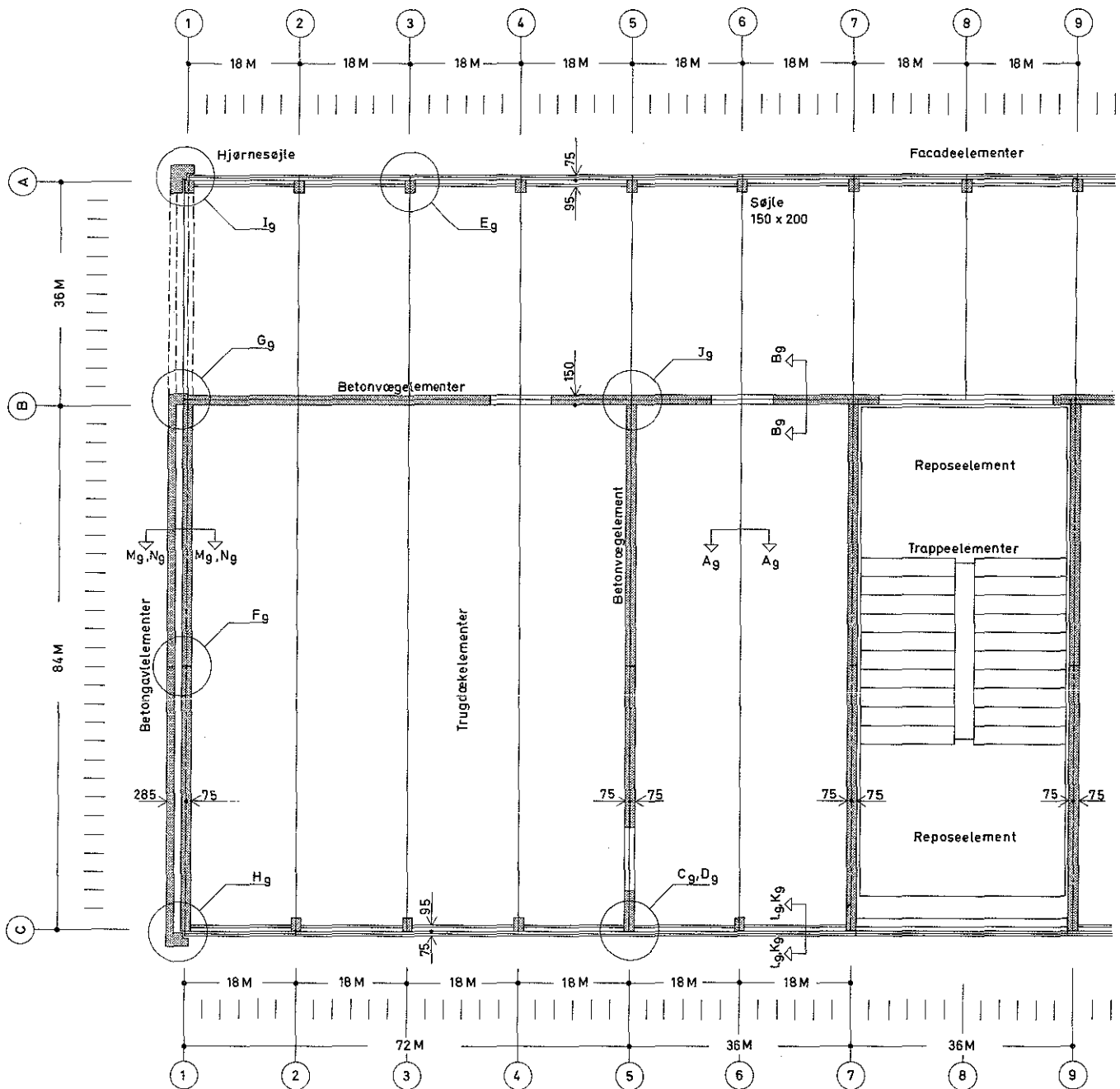
Gavlens knasfugeproblem

Figur 18.25.  
Lodret snit i gavlfuger ved dæk.  
★ Vertical section of joints in gable-wall at floor.



Gavl facadeelementet boltes til gavl vægselementet med rustfrit stålbeslag som vist.  
Justering foretages med pladeklip.  
Omkring montagebolt ved gavl facadeelementet lægges neopreneskiver 350x65x17 mm

SAMLING MELLEM GAVLELEMENTER VED DÆK  
SNIT N<sub>9</sub> 1:5



EKSEMPEL 9  
 MODULOVERSIGTSTEGNING. 1:100

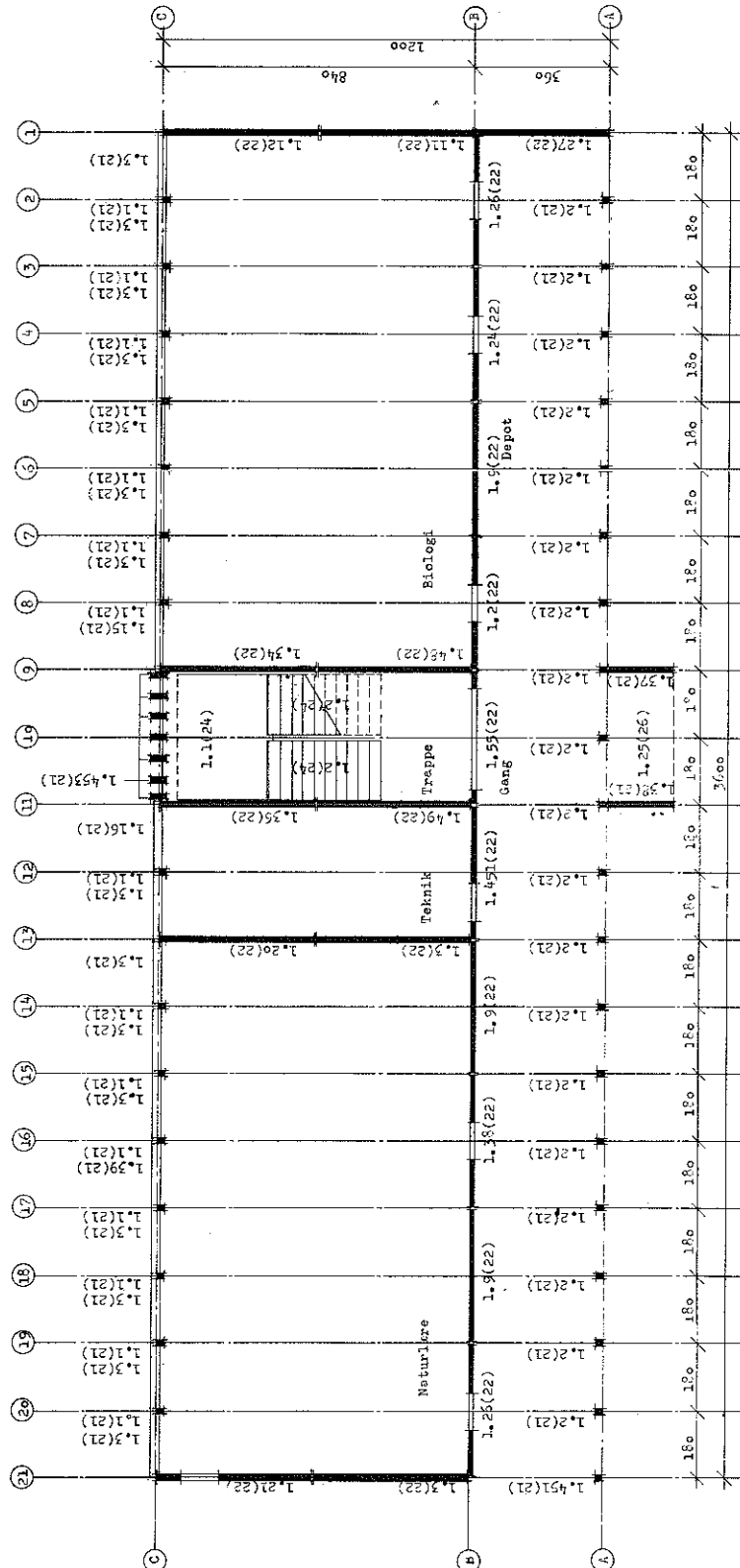
Figur 18.26.  
 Moduloversigtstegning for udsnit af skoleplan.  
 ★ Modular main drawing for part of school-project.

## 18.4 Moduloversigtstegning

Efter denne analyse af bygningens vigtigste samlinger kan alle mål i plan og højde lægges fast, og resultaterne angives i moduloversigtstegninger. Figur 18.26 viser et karakteristisk planudsnit udført som moduloversigtstegning, med alle bygningskomponenterne i deres rette placering ud fra de valgte modullinier. Moduloversigtstegningen omfatter følgende hovedrum fra planen: En normal-

klasse a 60 m<sup>2</sup>, en særklasse a 30 m<sup>2</sup> samt trapperum og sidekorridor. De øvrige planløsninger i systemet bygges op i analogi hermed. Moduloversigts-tegningen viser desuden den nøjagtige beliggenhed af modullinierne i væggene. På grund af den i afsnit 18.3 behandlede udformning af samlingerne får modulliniernes placering i facade, gavl og længdevæg de anførte specielle mål, som er karakteristiske for projektet. Af planen fremgår tillige, hvilke elementer, der har normale modulumål, og hvilke der er umodulære.

Figur 18.27.  
Procestegning af vægmon-  
tage.  
★ Process drawing of wall  
mounting.

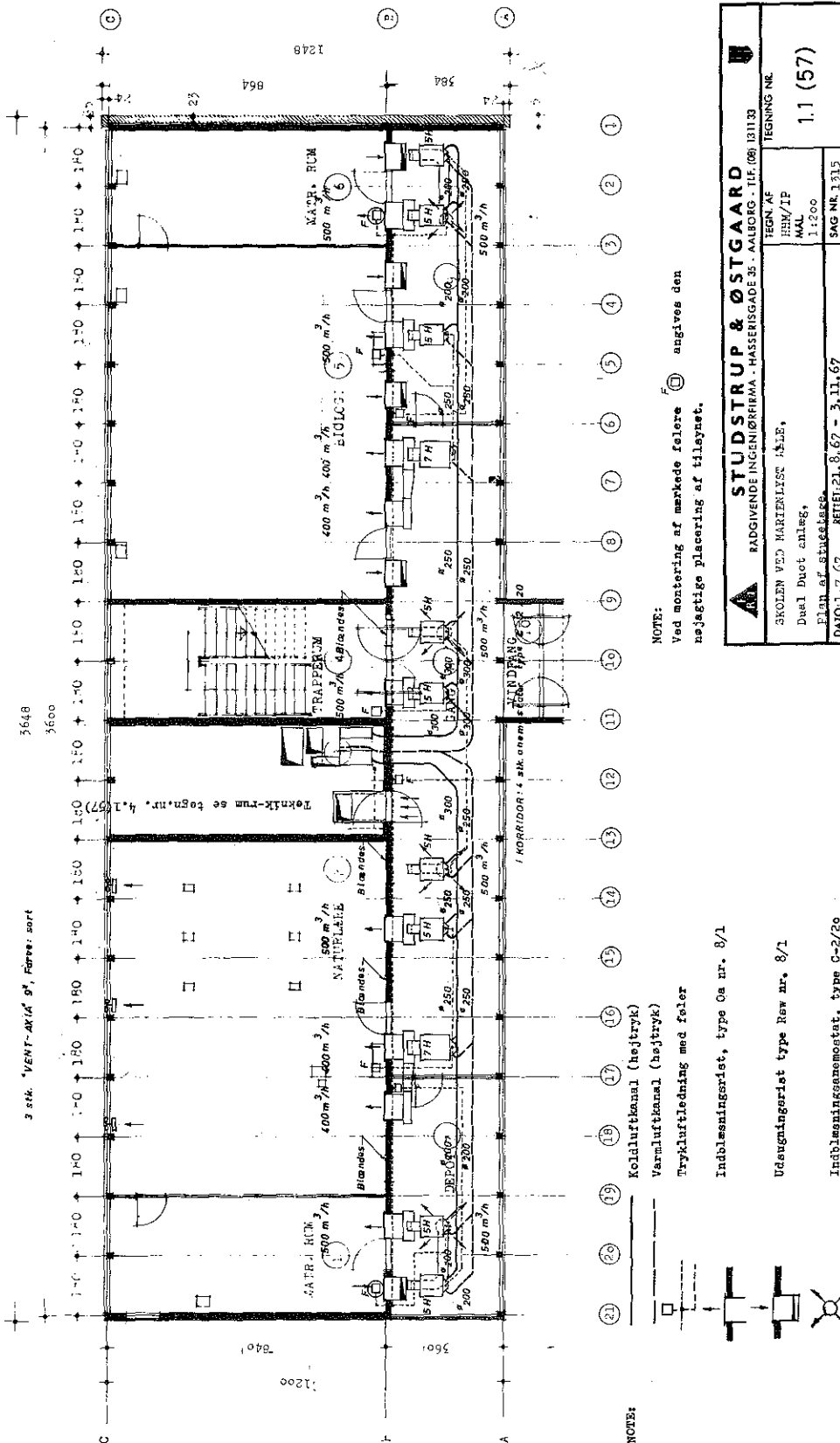


NOTE: Facadeelementer leveres med overflade i henhold til aftale med arkitekt.  
Se endvidere tegning nr. 7.1(2) og 8.1(2).  
Se endvidere montagetegninger nr. 1(21) - 4(21), 6(21) - 8(21), 26(21) - 28(21), 43(21), 44(21) og 47(21).  
Se endvidere montagetegninger nr. 1(22) - 5(22), 5(22) - 7(22), 9(22), 12(22), 16(22), 17(22) og 20(22).  
Se endvidere montagetegninger nr. 1(24) - 5(24).

<b>STUDSTRUP &amp; ØSTGAARD</b>	
RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA - HÅSERSGRÅDE 35 - ÅALBORG - TLF. 068 131131	
TEGN. AF	TEGNING NR.
LUN/TOC	1.1(2)
MAL	
1:200	
Råhusplan, stueetage, Facader og vægge.	
DATO: 1.7.67	REVIJ: 2.8.67 - 2.9.67 -
SAG NR. 1315	

# 18.5 Produktionstegninger

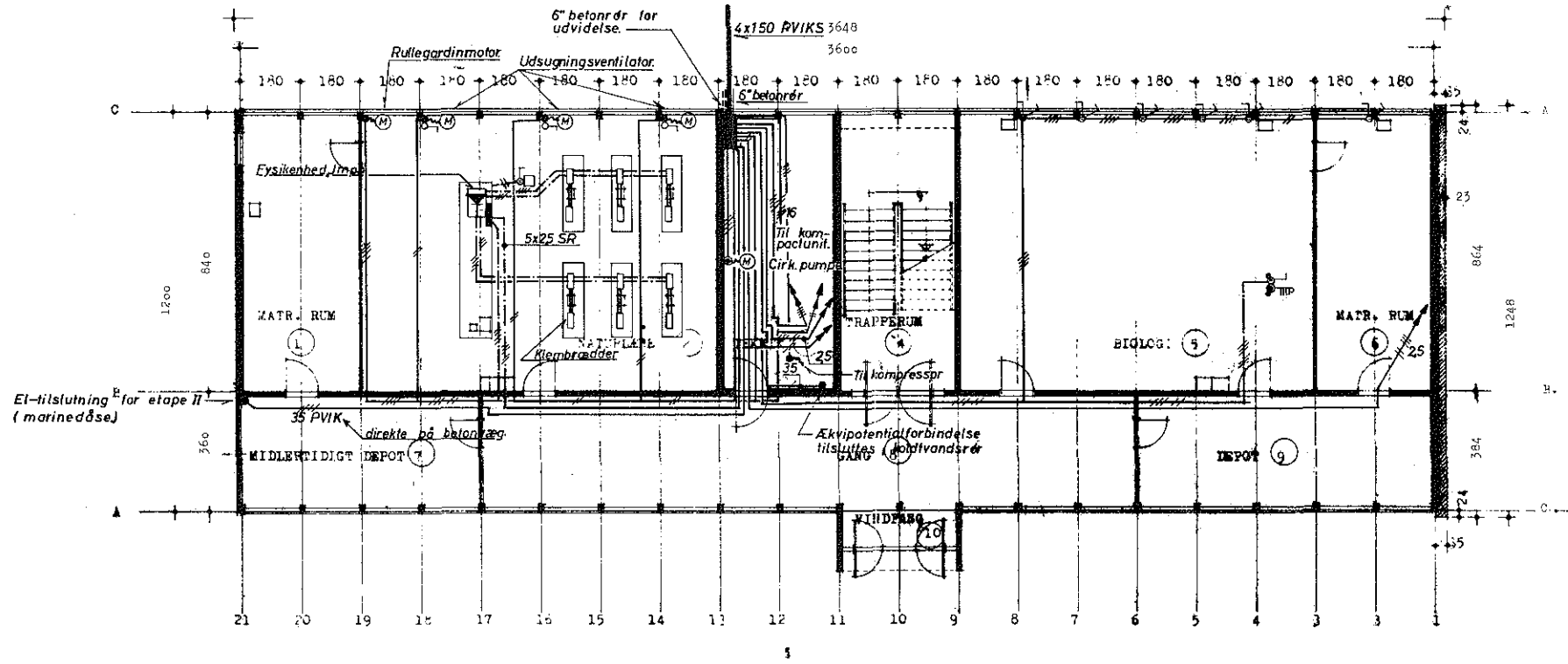
Med gennemgang af modulloversigtstegning og detailsnit er projektets geometri og teknik i princippet klaret op, og tilbage står at anskueliggøre det i instrukser til de udførende, dvs i procestegninger, beskrivelser og betingelser mv. Denne sidste projekteringsfase er ikke behandlet i dette eksempel, kun er der i figur 18.27, 18.28 og 18.29 vist et par eksempler fra dette materiale.



Figur 18.28. Procestegning af ventilationsanlæg. ★ Process drawing of ventilating plant.



Figur 18.29.  
 Processering af elektriske  
 kraftinstallationer.  
 ★ Process drawing of elec-  
 tric power installations.



Vedr. installationer i NATURLÆRE og BIOLOGI se iøvrigt tg. 1.1 (64).

<b>STUDSTRUP &amp; ØSTGAARD</b> <small>RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA - HASSEISGADE 35 - AALBORG - TLF. (06) 1311 33</small>		
SKOLEN VED MARIENLYST ALLÉ Kraftinstallationer. Plan af stueetage. DATO 1.7.67. RETTET, 25.9.67.		TEGN. AF J.R./ini. MAL 1:200 SAG NR. 1315.
		TEGNING NR. <b>1.1 (63)</b>

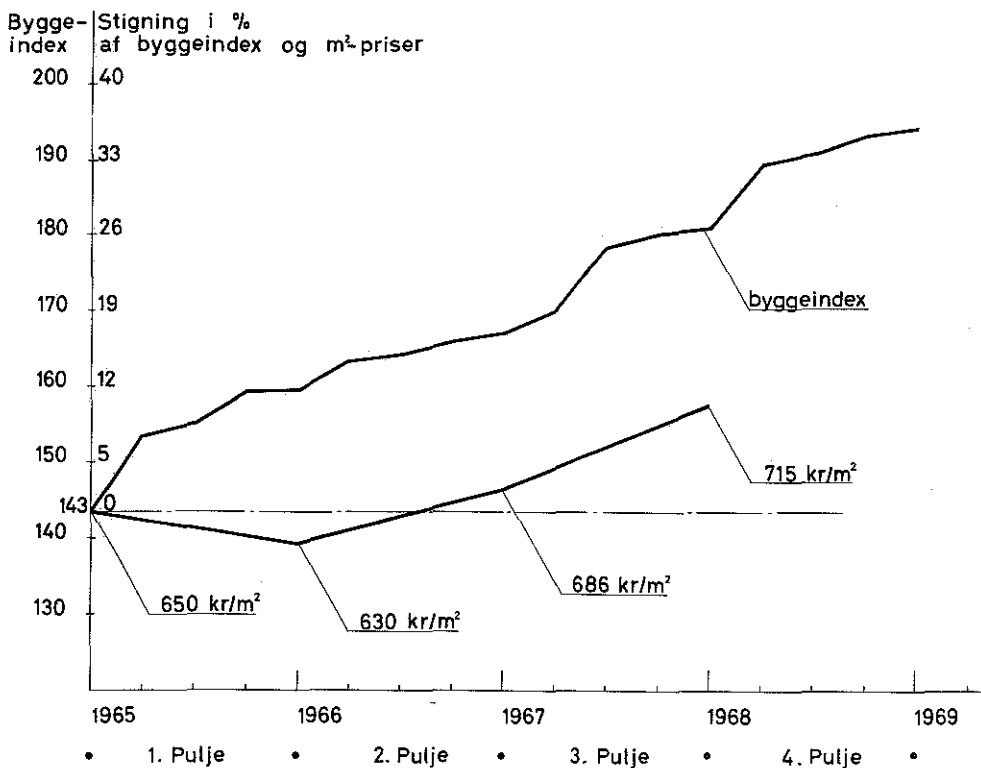
## 18.6 Erfaringer og fremtid

De gode erfaringer med Fynsplanens skoler har blandt andet vist sig gennem den stadige vækst i det samlede byggeri, der har fundet sted siden begyndelsen i 1963, jævnfør indledningen.

Da opførelsen af skolerne i stor udstrækning har fundet sted med de samme folk fra skole til skole, er der alene gennem tilvænning og erfaring opnået en betydelig produktivitetsevinst, som blandt andet har givet sig udtryk i, at m<sup>2</sup>-prisen på skolerne kun er steget meget lidt gennem årene sammenlignet med det officielle byggeindex, se figur 18.30. Et anden udtryk for produktiviteten i Fynsplanen fås af mandtimeforbruget, der ligger på ca. 11,5 mh/m<sup>2</sup>, hvor arealet refererer til brutto-etagearealet.

Foruden det i det foregående beskrevne projekt, har centalkontoret udviklet et nyt projekt, type 2, som er baseret på et bjælke-søjlesystem, overdækket med ribbeplader. Ribbepladerne spænder 108M fra facade til facade, og der opnås herved en betydelig fleksibilitet i planerne. Tunge vægge kan opstilles efter et 36M planlægningsmodul i begge retninger, og skolerne kan udføres såvel med korridorer som med en friere planløsning. Figur 18.31 viser facader fra Fynsplanens type 2.

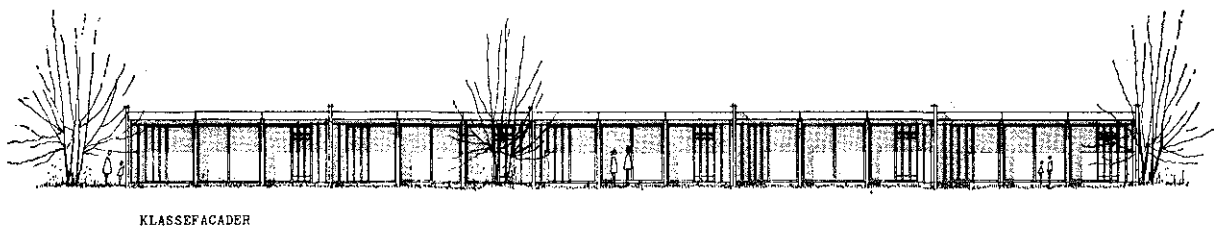
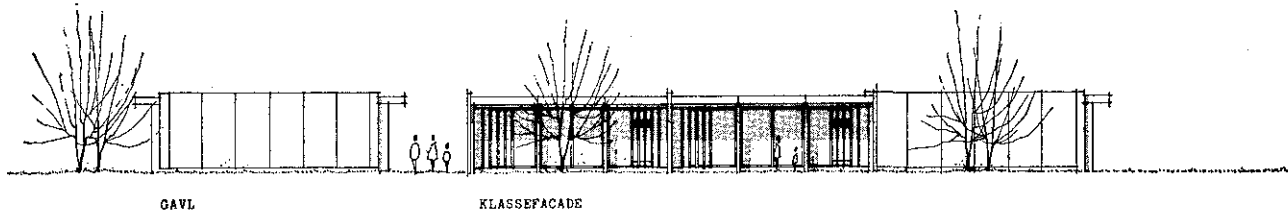
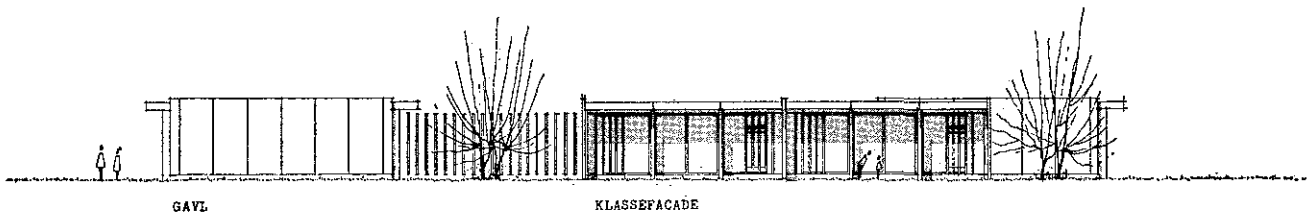
Pris og produktivitet



Figur 18.30.

Prisudvikling 1964-67. Priserne er beregnet på grundlag af de samlede håndværkerudgifter og netto-etagemeterarealerne (excl kælderarealer).

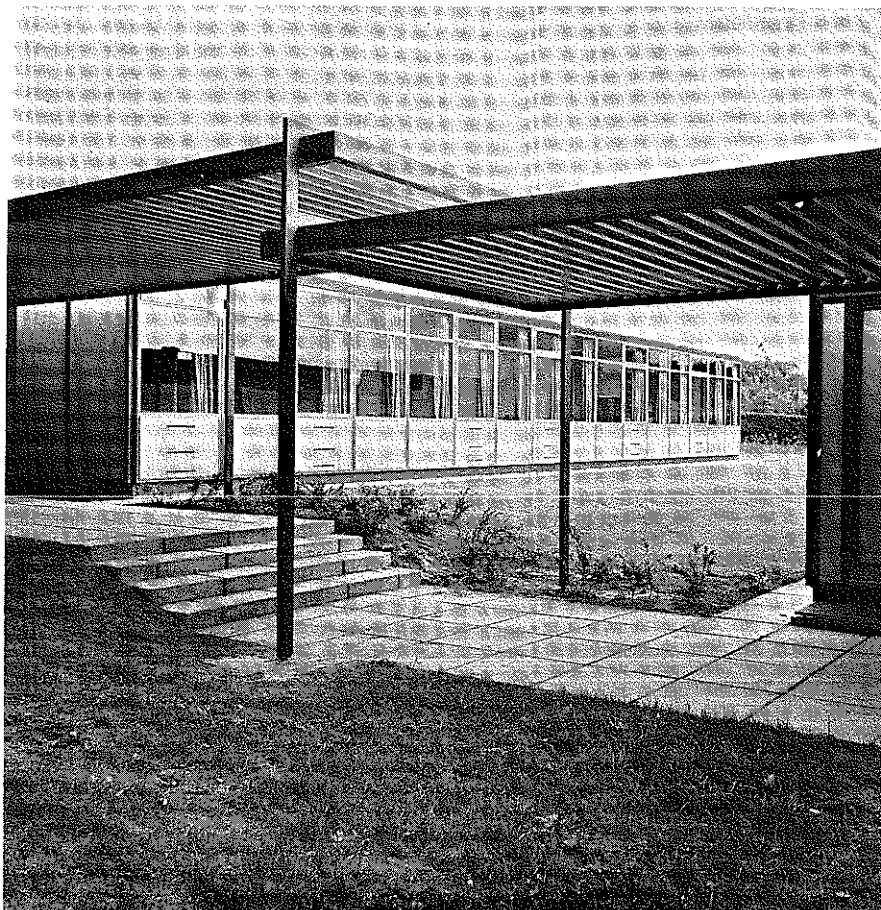
★ Trend in prices 1964-67. The prices are calculated on the basis of total expenses for all trades and on the net areas in m<sup>2</sup> of all floors (incl. areas of exterior and interior walls, stairways, etc but excl basement areas).



Facader af klasseenheder, (klynger) system 2.

*Figur 18.31.*  
*Facader fra Fyns-planens type 2.*  
 ★ *Facades of the Funen scheme, type 2.*

*Bygninger af stål og metal er af økonomiske grunde sjældne i Danmark. „De grønne montageskoler” er et af de få eksempler på denne byggeteknik.*



# 19

# 19. De grønne montageskoler

## Modulprojekt, eksempel 10

### Projektdata

Beliggenhed: 33 skoler fordelt over hele landet.  
Bygherre: Statens Åndssvageforsorg  
Teknikere: Ark. E. Ejlers og H. Graversen  
Ing. Studstrup og Østgaard  
Hovedentreprenør: A. Jespersen og Søn  
Opførelsesår: 1965-1967.

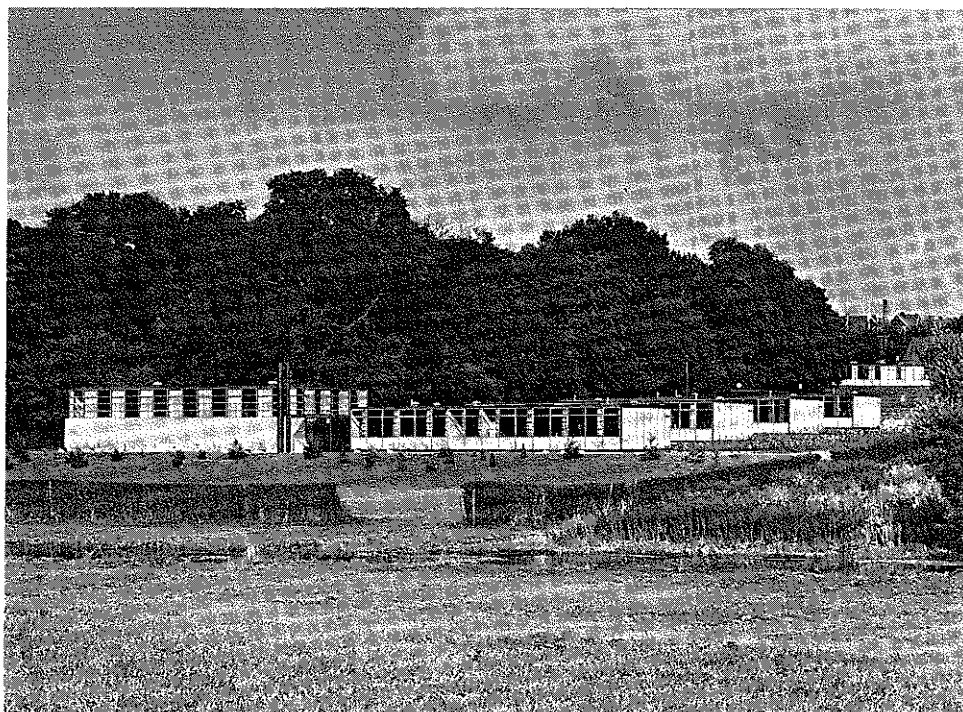
### 19.1 Projekteringsforudsætninger

„De grønne skoler” eller Statens Åndssvageforsorgs externatskoler er betegnelser for en landsomfattende montageplan af industrielt fremstillede skolebygninger for åndssvage og handicappede børn.

Byggeriet har sin baggrund i to love, den første fra 1959, der pålagde Åndssvageforsorgen at skaffe undervisningsmuligheder for alle åndssvage børn og unge i alderen fra 7-21 år; den anden fra 1962, der bevilgede Socialministeriet 75 mill. kroner til opførelse af ialt 33 montageskoler fordelt over hele landet. Forud for 1962-loven gik en undersøgelse og et udviklingsarbejde, der skulle analysere og dokumentere mulighederne for at gennemføre det omfattende byggeprogram efter en rationel enhedsplan.

Begrænsningerne i byggekapaцитet, økonomi og tid stillede teknikerne overfor følgende betingelser:

*Figur 19.01.  
Korsevadskolen ved Ringsted.  
★ The Korsevad-School  
near Ringsted.*



Sociallovgivningen 1959  
og 1962

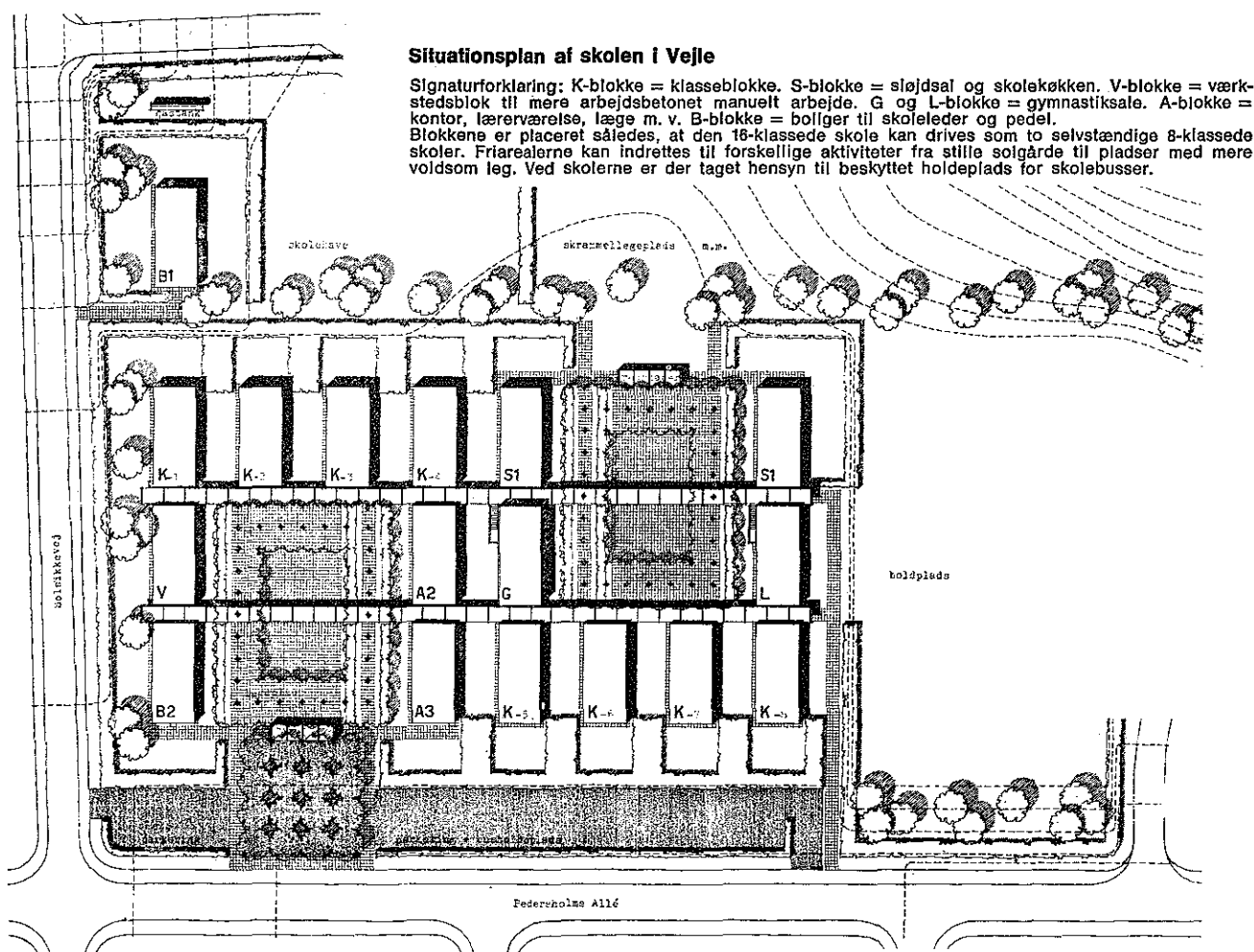
at arbejdskraften til gennemførelse af skoleprogrammet ikke belastede byggesektoren,  
 at den arkitektoniske udformning af skolen gjorde det muligt at opføre denne overalt i landet,  
 at fremstillingen af bygningselementer skete industrielt og af materialer, som findes i handelen.

På disse vilkår begyndte teknikerne i 1962 en projektering, der førte til afgørende nydannelser inden for skolebyggeriet både på det pædagogiske og det byggetekniske område.

## 19.2 Byggeprogram og valg

De 33 montageskoler, der er indeholdt i det samlede byggeprogram, er af vidt forskellig størrelse og placeret på meget forskellige grundarealer. Byggesystemet måtte derfor indeholde en betydelig fleksibilitet, således at en tilpasning til de lokale forhold var mulig. De specielle krav, der af Åndssvageforsorgens pædagoger blev stillet til bygningernes indretning, førte til en opdeling på relativt

Projektets tilpasningsmuligheder

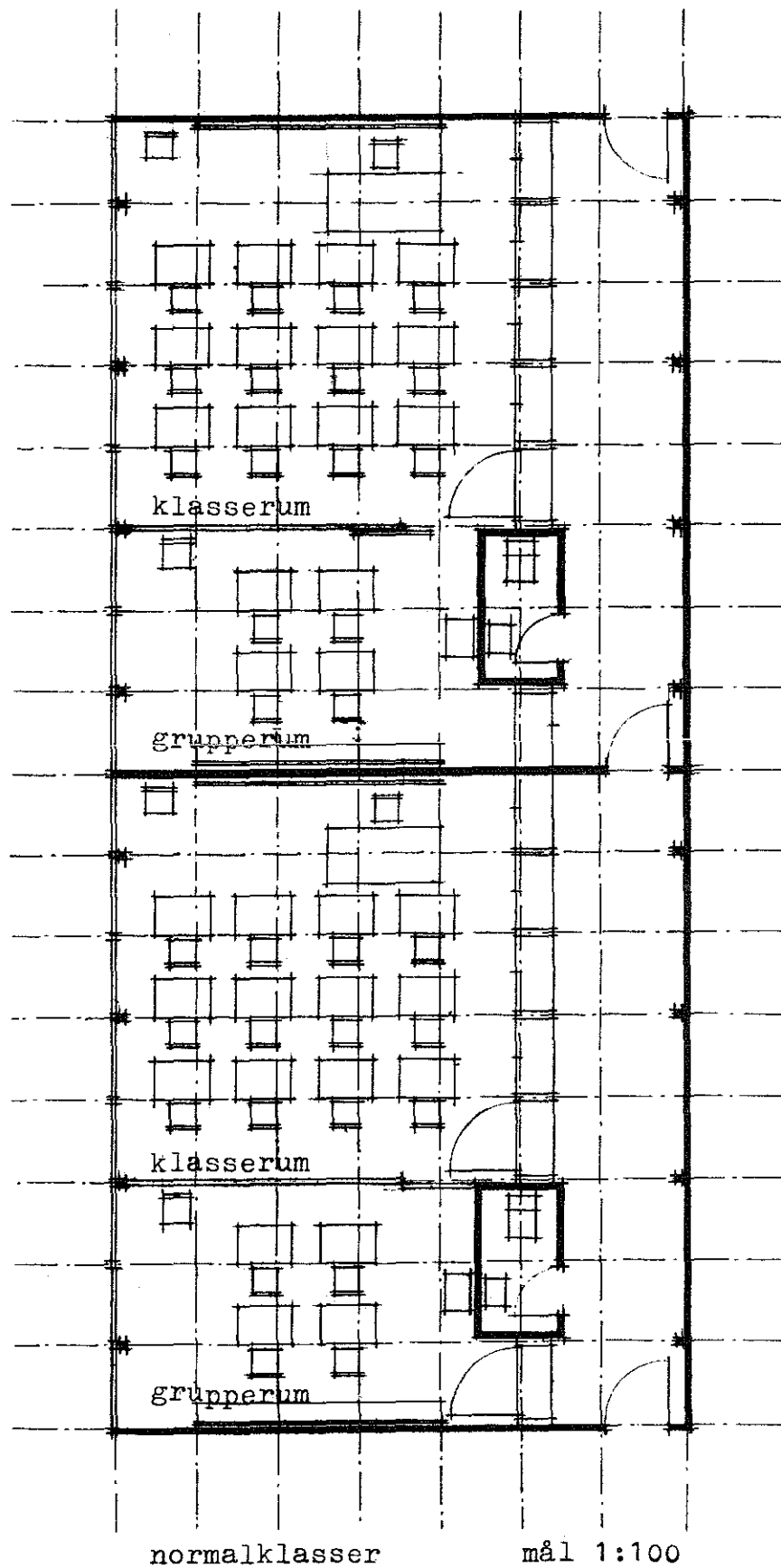


Figur 19.02.

Situationsplan af skolen i Vejle, bestående af 12 normalklasser med tilhørende særklasser, gymnastiksal, administration mv.

★ Site plan of the school in Vejle, consisting of 12 normal class-rooms, corresponding special class-rooms, gymnasium, administration, etc.

Figur 19.03.  
 Plan af klasseblok optegnet over 12M x 12M planlægningsmodulnet.  
 ★ Plan of block of classrooms plotted over a 12M x 12M planning modular grid.



små enheder, der med forskellige anvendelser kunne sammensættes til skoleanlæg af alle forekommende størrelser. Enheden er klasseblokken, der er opbygget over et planlægningsmodulnet på 12M x 12M, og hvis ydre mål er 84M x 192M. Samtlige bygninger i skoleanlæggene har dette ydre, nominelle

mål, se fx figur 19.02, der viser en situationsplan fra skolen i Vejle. Klasseblokken, K på ca 165 m<sup>2</sup> har følgende varianter, hvis symboler er angivet på situationsplanen:

Særklasseblokke	S1, S2, S3
Værkstedsblok	V
Administrationsblokke	A1, A2, A3

Figur 19.03 viser klasseblokken, der indeholder 2 klasserum a 36 m<sup>2</sup>, beregnet til 12 børn, 2 grupperum a 21 m<sup>2</sup> samt skabsgang og toiletrum til hver klasse.

Adskillelsen mellem korridor og klasserum dannes af en skabsvæg, mens adskillelsen mellem klasse- og grupperum dannes af en let væg med skydedør og glasparti, der muliggør kontakt mellem gruppe og klasse i de to rum. Se figur 19.04, der viser et interiør fra et klasserum set mod grupperummet.

De rigelige pladsforhold i klasser (ca 3 m<sup>2</sup> pr elev) og skabe giver børnene mulighed for at udøve langt flere og mere pladskrævende aktiviteter i de grønne skoler, end det er tilfældet i almindelige skoler, hvor der normalt er omkring 2-2,5 m<sup>2</sup> pr elev i klasserne.

De særlige betingelser for opførelsen af de 33 skoler fordelt over hele landet førte til valg af et konstruktionsprincip opbygget med lette og let transportable materialer. Den bærende konstruktion består således af momentstive, 84M brede rammer eller portaler, udført med bjælke af firkantjern, 100 x 260 mm og ben af HE 100 B, boltet til indstøbte beslag i fundamentet (se figur 19.16). Indspændingen af rammerne sikrer bygningens stabilitet overfor vandrette kræfter. Tagfladen er opbygget af profilerede, bærende stålplader, fastgjort til rammen og afdækket med skumplast og built-up. På hovedrammerne hviler bærejern af vinkeljern 95 x 50 x 6 mm, på hvilke facaderammer af 150 x 64 x 6 mm er ophængt, se figur 19.05. Til disse facaderammer er facadeelementerne fastgjort. Elementerne er udført som vinduespartier af PVC-overtrukket aluminiumprofiler med brystninger, der er isolerede med skumplast, udvendigt beklædt med hvid eternit eller Glasal, indvendigt med asbest-celluloseplader. Alle stålleverancerne, der er meget lette at transportere, kommer til byggepladsen i færdigmalet tilstand.

De grønne skolers pladsstandard

Det bærende system

Facaderne



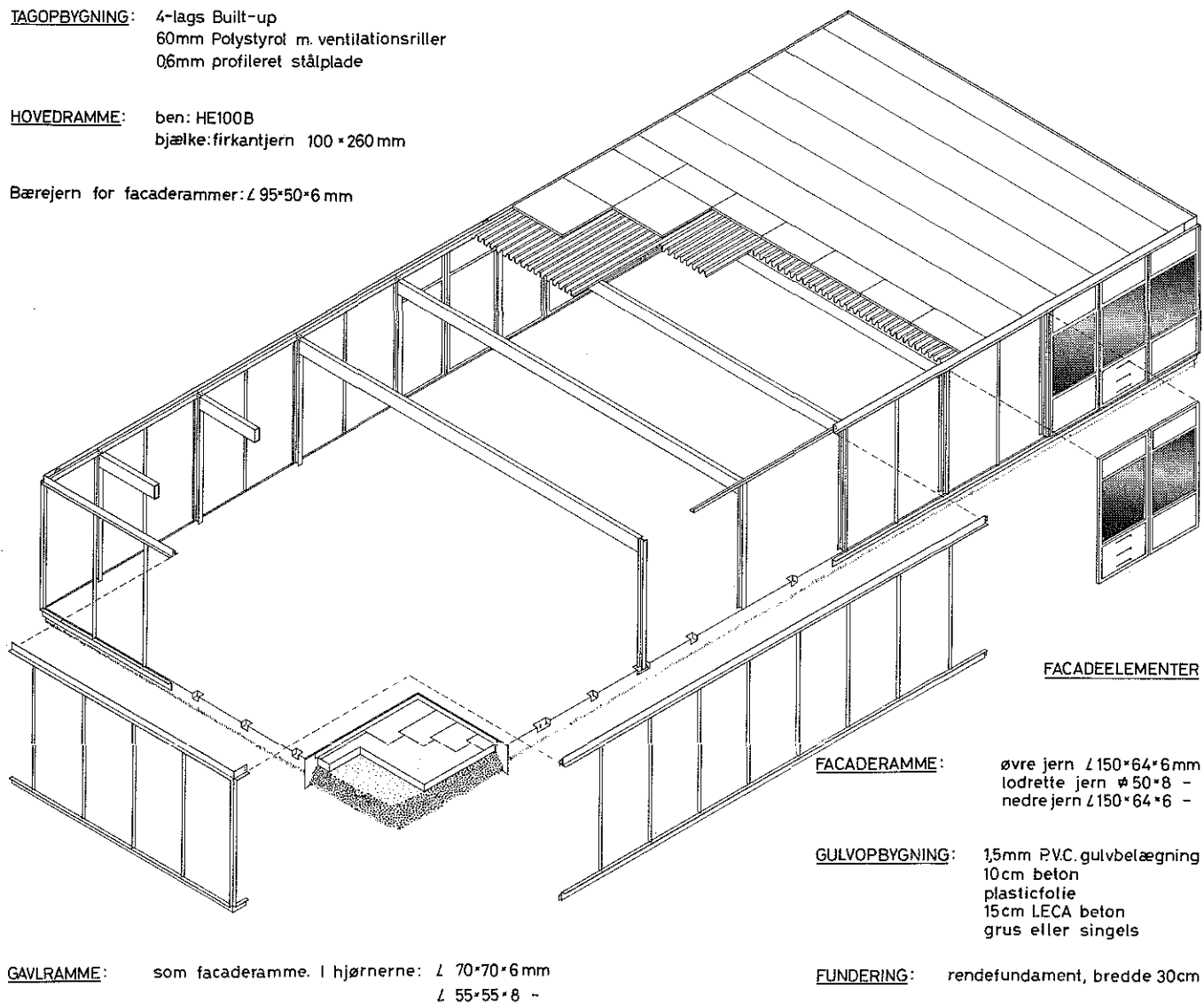
Figur 19.04.  
Interiør fra klasserum. Bemærk toiletrumsvæggen til venstre og den lette glasskillevæg ind mod grupperummet.  
★ Interior of class-room. Note the wall adjacent to the toilet-room to the left and the light glass partition wall separating the group-room.



**TAGOPBYGNING:** 4-lags Built-up  
60mm Polystyrot m. ventilationsriller  
0,6mm profileret stålplade

**HOVEDRAMME:** ben: HE100B  
bjælke: firkantjern 100 × 260 mm

Bærejern for facaderammer:  $\angle 95 \times 50 \times 6$  mm



EKSEMPEL 10

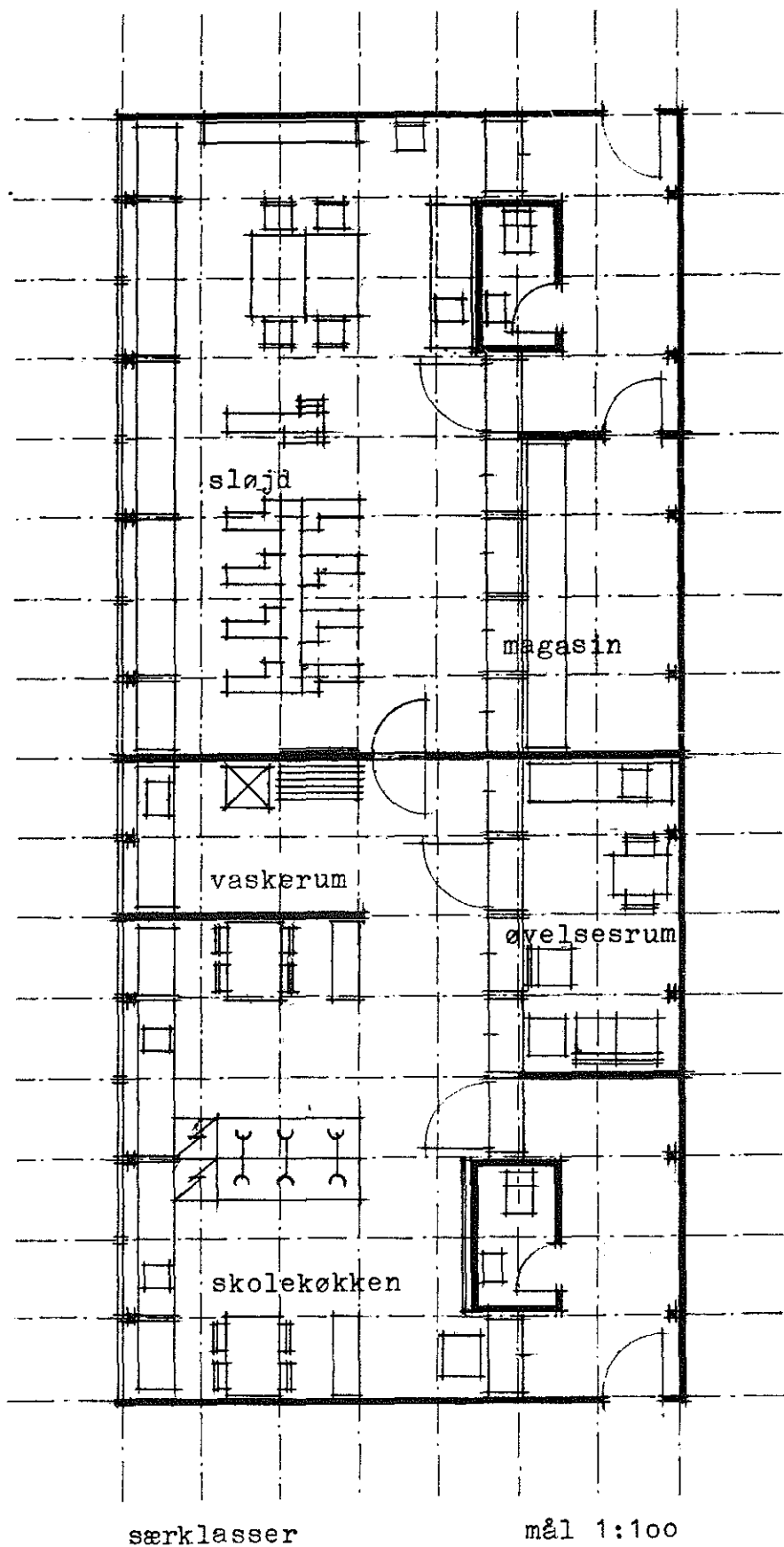
ISOMETRI AF BYGGESYSTEMET

*Figur 19.05*  
*Isometri af byggesystemet.*  
★ *Isometry of the building system.*

Figur 19.05 viser en isometri af byggesystemet med materialevalg og opbygning af de forskellige bygningsdele. Det fremgår af figuren, at betingelsen, at skolebyggeriet kun i ringe grad måtte belaste den normale håndværkerkapacitet, er opfyldt i betydelig grad. Det samme gælder de indvendige vægge og inventaret i bygningerne, som alt sammen er færdigbehandlet, når det kommer til byggepladsen.

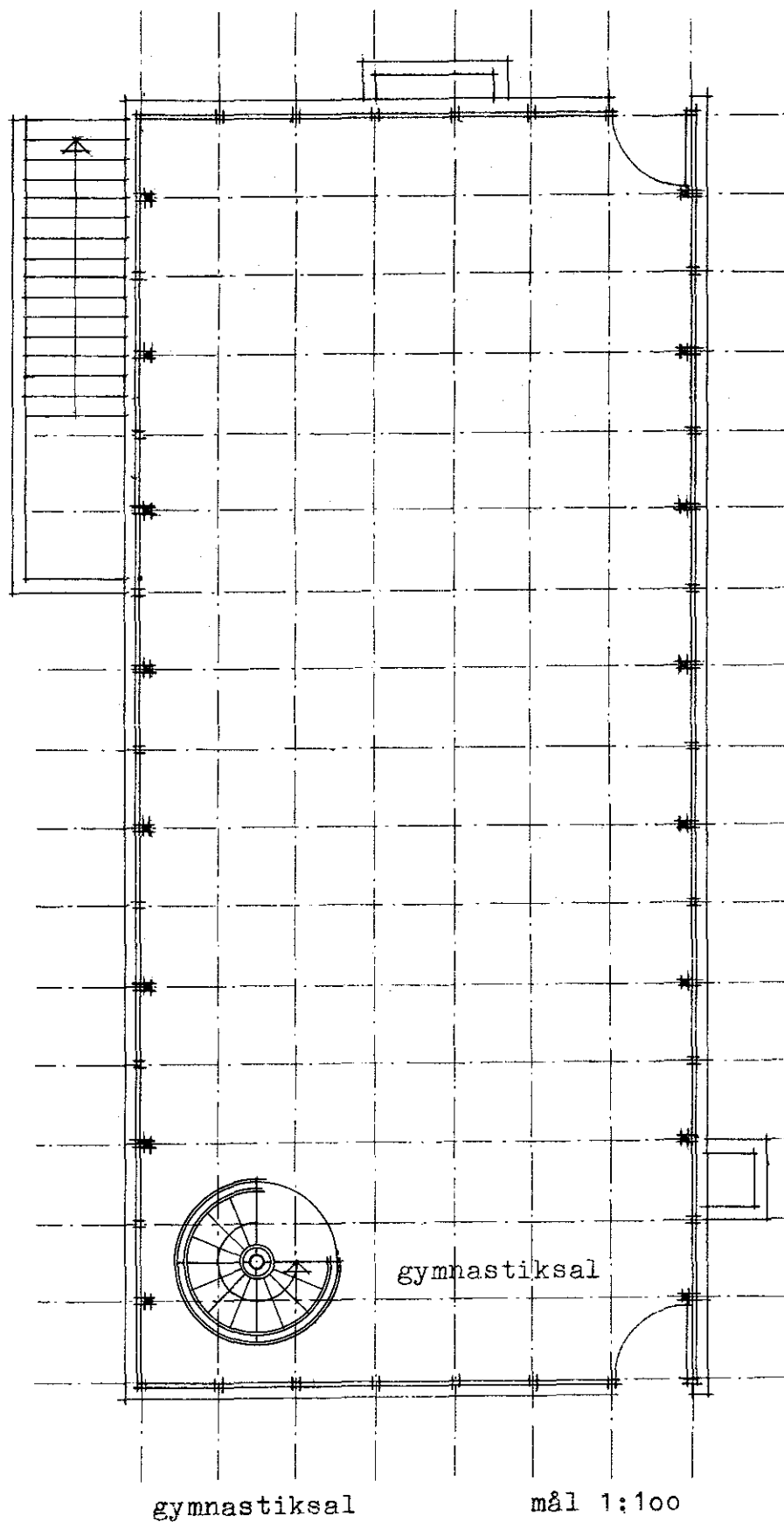
Af samme råbygning, med enkelte variationer i facadepartierne, er særklasser mv opført. Figur 19.06 viser en særklassefløj med skolekøkken, sløjdløkkale og vaskerum etc. Bygningen har de samme to toilet-kærner som normalblokken, og skabsvægge og midterskillevæg er også uændret.

Figur 19.06.  
Plan af særklasseblok.  
★ Plan of block containing  
special class-rooms.



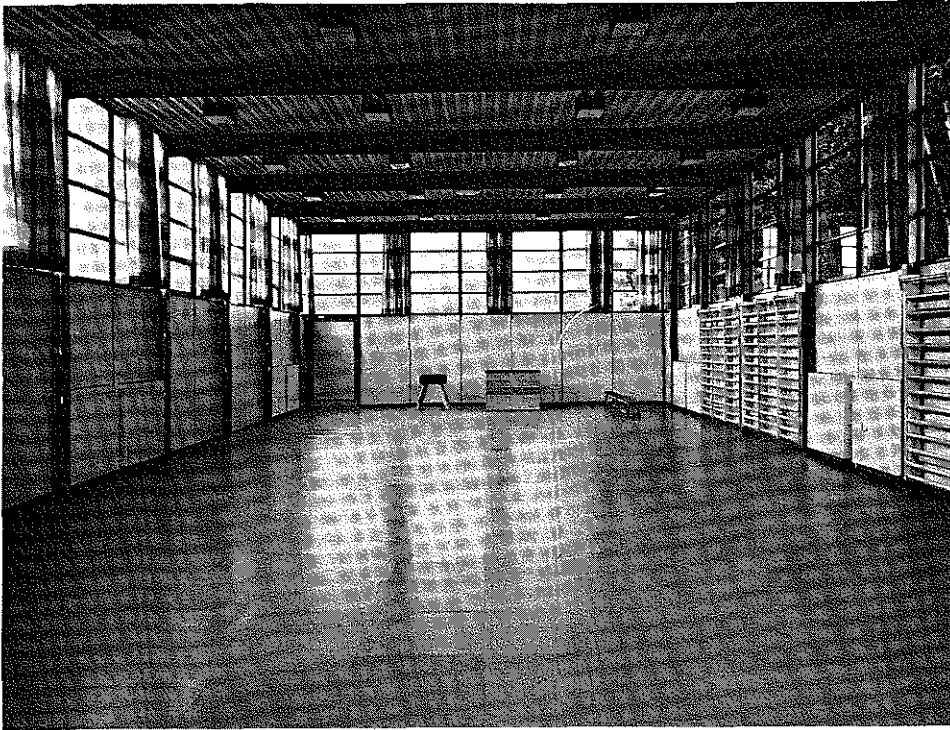
Til gymnastik- og legesale, hvor der kræves større lofthøjde, anvendes normalkonstruktionen, idet hoveddrammernes ben forlænges med H-jern til den ønskede højde, se også figur 19.08. Under disse blokke er der desuden udført kældre, der udnyttes til omklædning, installationer, depoter og sikringsrum i

Figur 19.07  
Plan af gymnastiksal.  
★ Plan of gymnasium.



Sikringsrum

henhold til civilforsvarsbestemmelserne. Kældre og sikringsrum udføres af pladsstøbt beton. På figur 19.01 ses gymnastiksalen til venstre, mens figur 19.07 viser plan af gymnastiksalen og figur 19.08 et interiør fra samme.



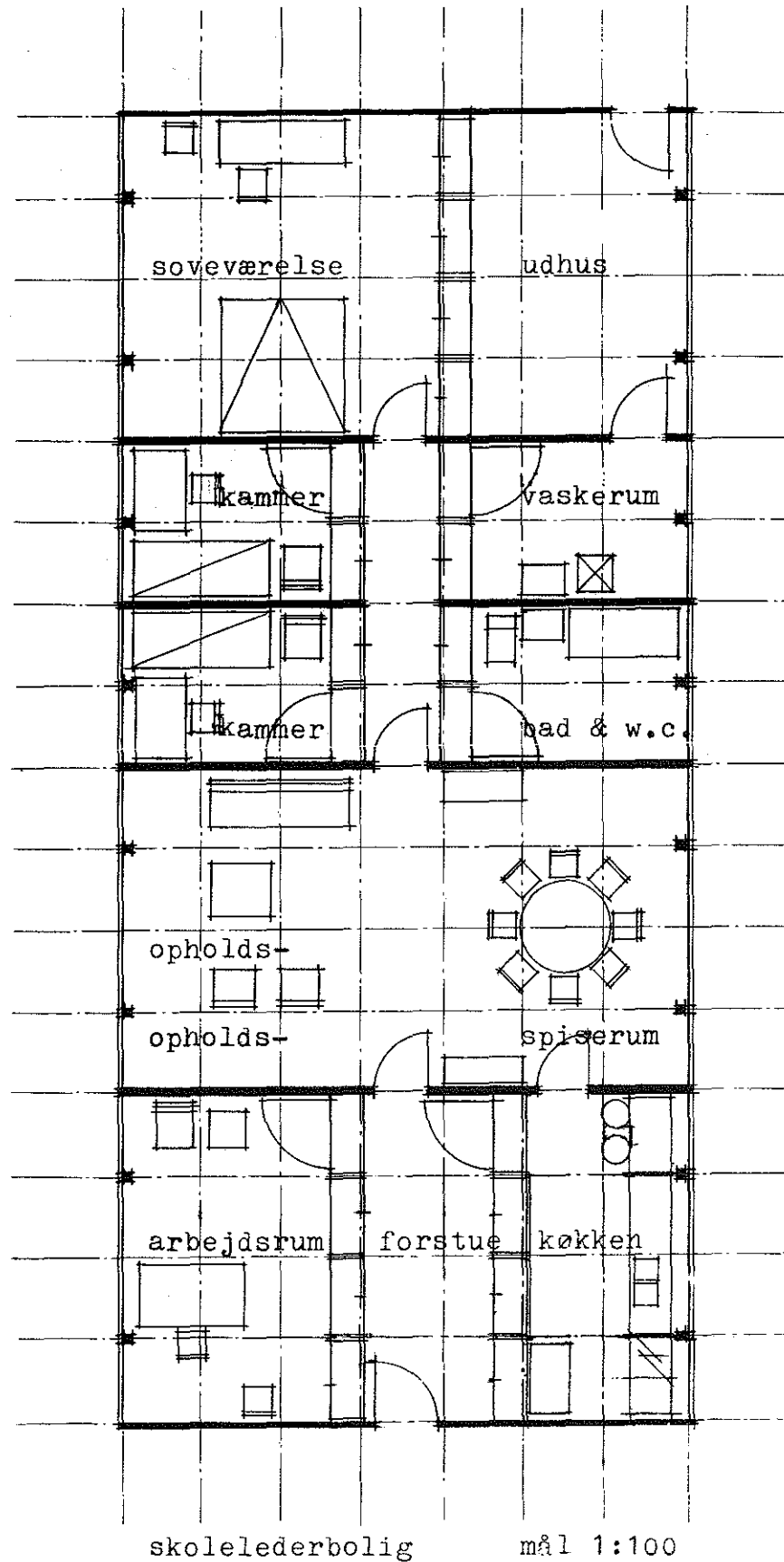
Figur 19.08.  
Interiør fra gymnastiksal.  
★ Interior of gymnasium.

Boligerne til skoleleder og pedel bliver også opført med elementer fra normalklassen, og med samme ydre mål. Med de 165 m<sup>2</sup> opnås herved meget rummelige boliger, som det ses af figur 19.09, der viser skolelederboligen. Med den bundne plan kan det ikke undgås, at opholdsstuen bliver gennemgangsrum til soveafdelingen, hvad der dog mildnes betydeligt ved, at udhusdøren giver adgang til børneværelserne.

Boliger

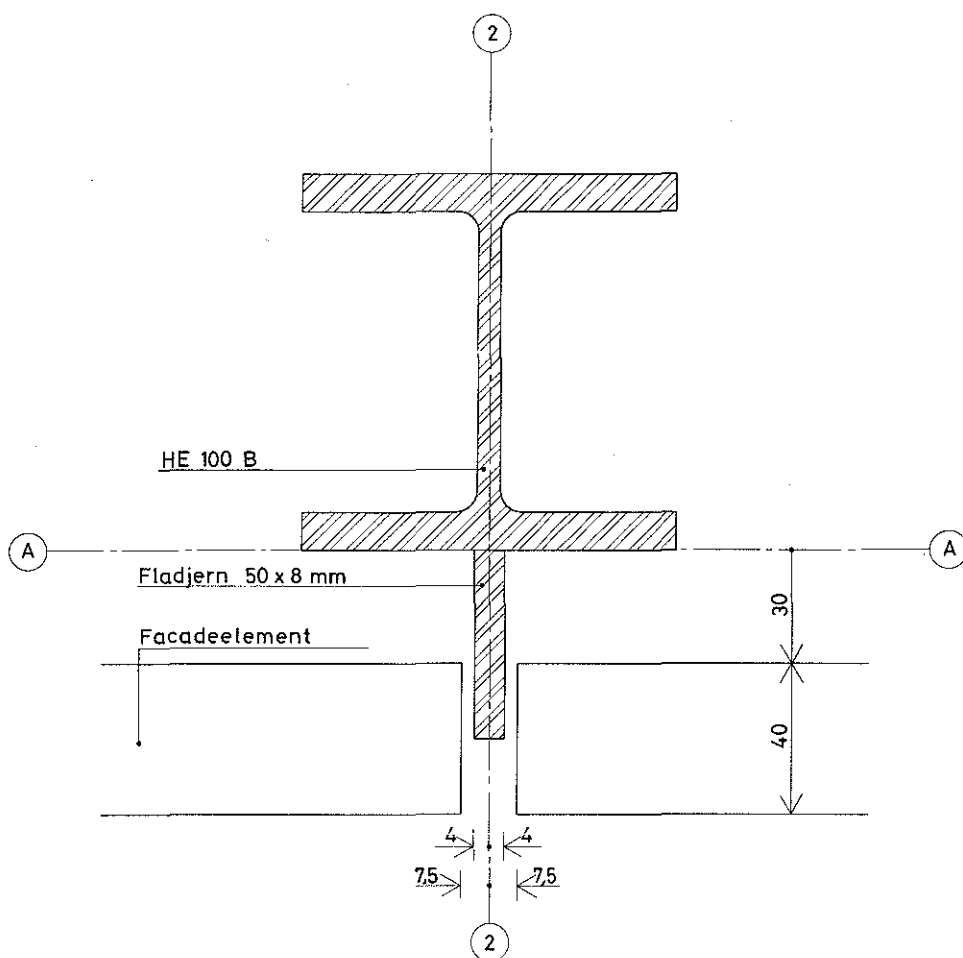
Den valgte opdeling af skolerne i ensartede blokke opført af samme elementtyper tilgodeser byggeprogrammets krav om fleksibilitet, og skoleanlæg af enhver størrelse og form kan projekteres efter de lokale behov og muligheder. Forbindelsen mellem de enkelte blokke i et anlæg sker ved flisebelagte stier, overdækkede af en let stålkonstruktion, som det ses af figur 19.02 og indgangsbilledet til kapitel 19.

Figur 19.09.  
 Plan af skolelederbolig.  
 ★ Plan of headmaster's house.



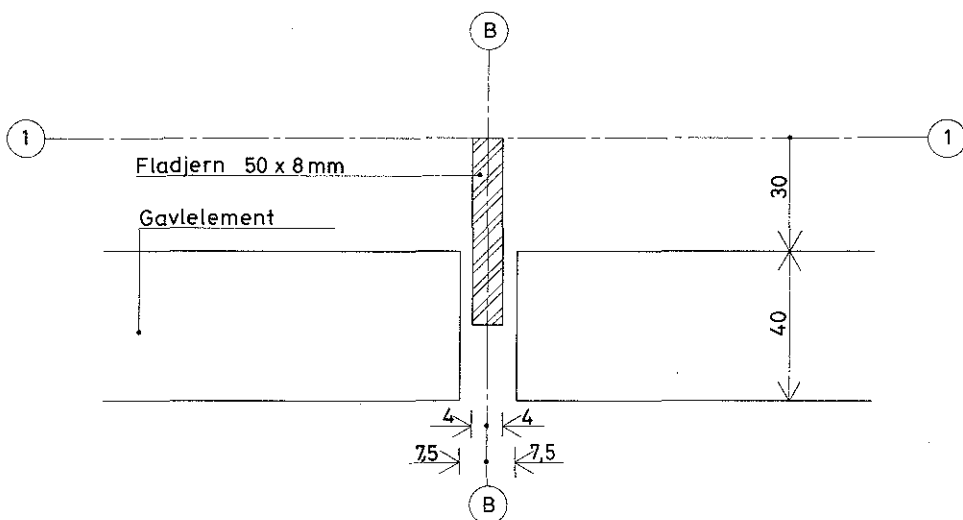
### 19.3 Opklaring af detaljer

Placering af byggesystemets hovedkomponenter foregår til dels efter akseprincippet, som det ses af de efterfølgende moduldetaljer. De 8 bærende stålrammer placeres pr 24M på bygningsplanet med deres centerplan i en modullinie,



MODULDETAIL, FACADE  
SNIT A<sub>10</sub> 1:2

Figur 19.10.  
Vandret snit i søjleben og facade.  
★ Horizontal section of framecolumn and exterior wall.

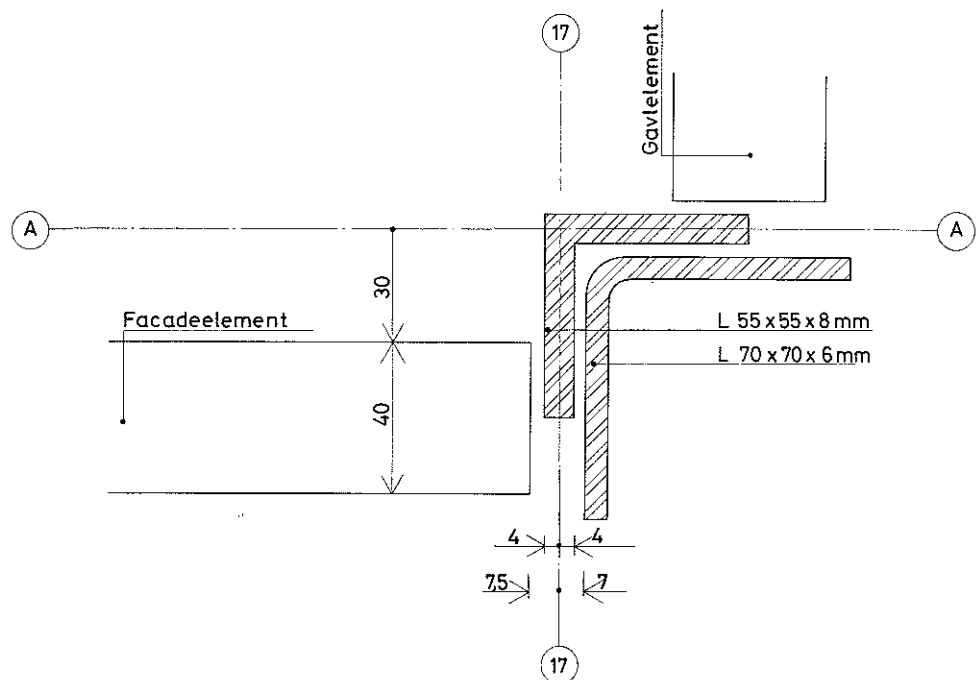


MODULDETAIL, GAVL.  
SNIT B<sub>10</sub> 1:2

Figur 19.11.  
Vandret snit i fladjern og gavlelement.  
★ Horizontal section of flat bar and gable-wall panel.

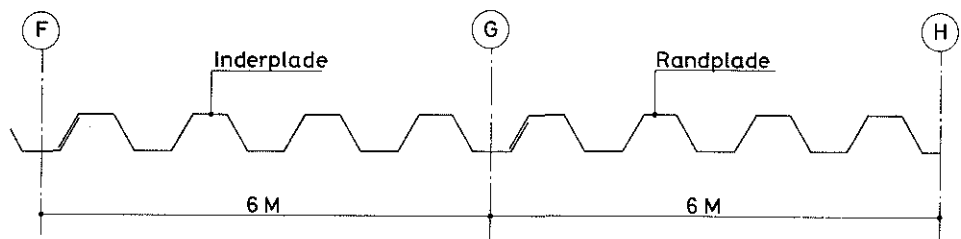
se figur 19.10. Modullinie 2 er symmetrilinie i figuren, mens modullinie A ligger i I-profilets forkant og i øvrigt flugter med sokkelforkant, se figur 19.18. Fladjernet 50 x 8 mm, som er en del af facaderammen, anvendes til fastgørelse af facadeelementerne.

Figur 19.12.  
Vandret snit i gavlfacadehjørne.  
★ Horizontal section of gable-facade-corner.



MODULDETAIL, HJØRNE  
SNIT C<sub>10</sub> 1:2

Figur 19.13.  
Lodret snit i samling mellem tagplader.  
★ Vertical section of joint between roof panels.



MODULÆRE TAGELEMENTER  
SNIT D<sub>10</sub> 1:10

Midt imellem de bærende hovedrammer er endnu et fladjern, 50 x 8 mm, placeret centralt over en 12M-modullinie, og dette jern, der også er en del af facaderammen, anvendes til fastgørelse af facadelementer. Figur 19.11 viser samlingen i gavlen.

Med den viste placering af facade- og gavlelementerne får hjørnet den på figur 19.12 viste form, hvor elementerne er forskudt 30 mm i forhold til modullinierne A og 17. Herved opnås det meget væsentlige, at begge elementer kan være normale, når hjørnet afsluttes med de viste vinkeljern. Denne interessante og økonomiske hjørneklaring er omtalt i kapitel 2, figur 2.22 og 2.23.

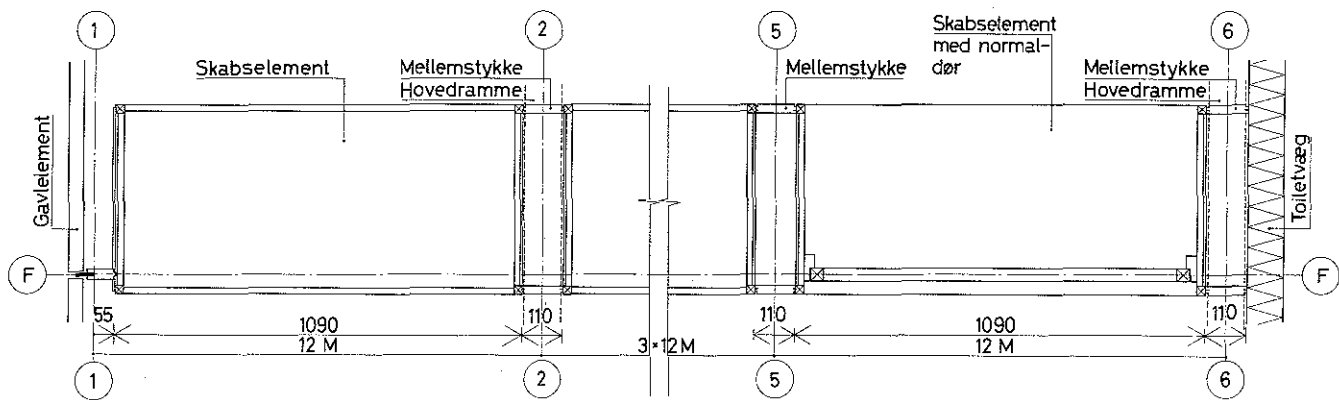
#### Hjørneløsningen

#### Tagplader

En anden speciel moduldetalje har vi i tagfladens profilerede stålplader, der samles ved overlappning, se figur 19.13. Elementernes byggemål er 6M, men på grund af overlappningen bliver basismålet for den normale plade større end 600 mm. Tagelementerne er vist på figur 19.24.

#### Skabsvægge

De langsgående skabsvægge i korridorene er opbygget af 1090 mm brede skabssektioner, der skal passe i den 12M-takt, som er bestemt af afstandene mellem facade-hovedramme og hovedramme-toiletvæg, se figur 19.14 og 19.03.



## SKABSELEMENTER 1:20

Figur 19.14.

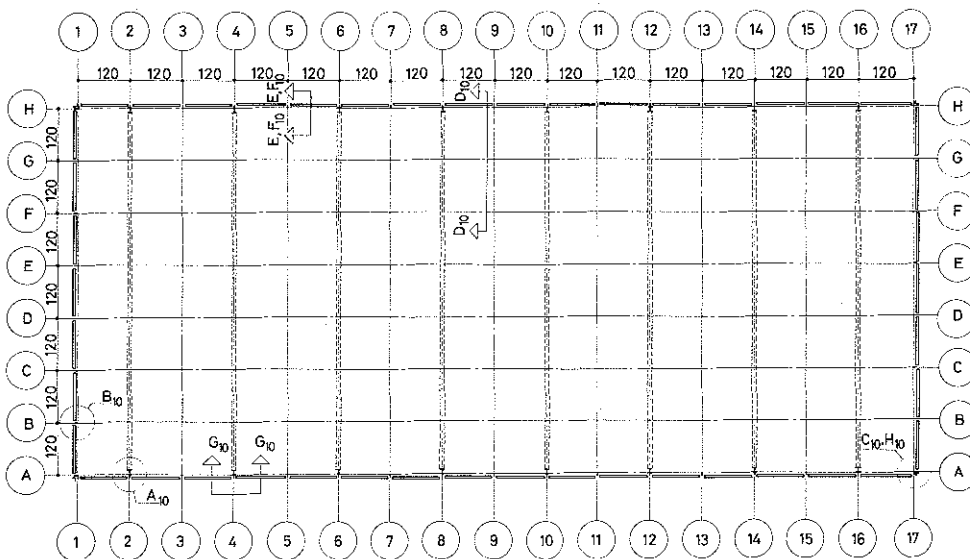
Plan af skabelementer; tilslutning til facade, hovedramme og toiletvæg.

★ Plan of cupboard components; connection to exterior wall, main frame, and toilet wall.

Tilpasningen er aktuel, fordi hovedrammernes bjælker rager ned under loftundersiden, hvor skabene skal slutte til for at afgrænse korridor fra klasse- og grupperum. Sammenbygning og måludligning foretages ved de viste mellemstykker, der kan justeres på stedet.

## 19.4 Moduloversigtstegning

De gennemgåede moduldetaljer i afsnit 19.3 giver placeringen af de vigtigste bygningskomponenter i forhold til modulnettet, og herefter kan moduloversigtstegningen udføres, hvorved alle hovedmål i projektet lægges fast. Figur 19.15 viser råbygningens moduloversigtstegning med den aksiale placering af hovedrammerne. Det ses tillige, at facadeelementerne med den i figur



Figur 19.15.  
Moduloversigtstegning, ikke i mål.

★ Modular main drawing, not to scale.

EKSEMPEL 10  
MODULOVERSICHTSTEGNING  
Mål i cm.

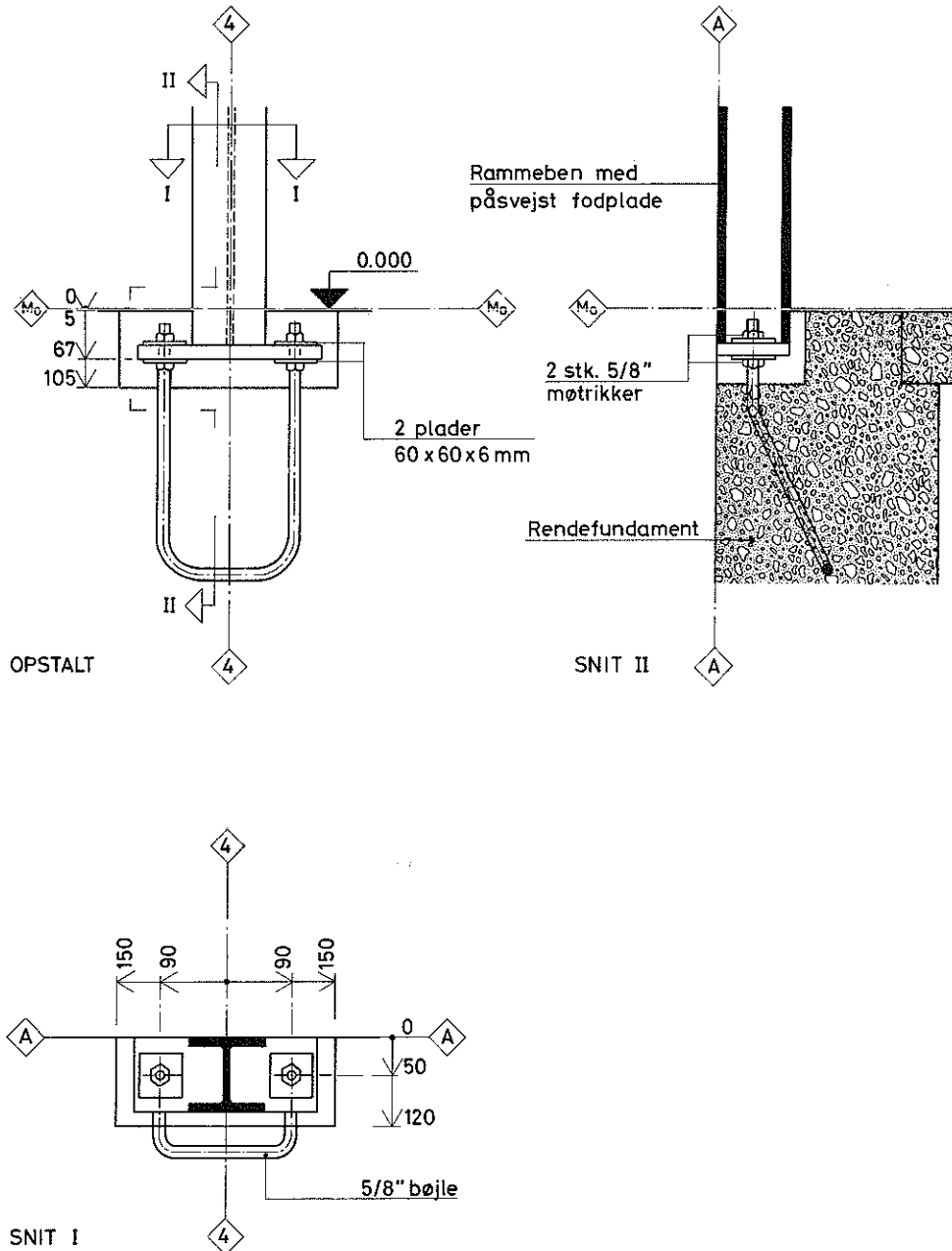


19.10-19.12 viste placering bliver modulære med et basismål på  $1200 - 2 \times 7,5 = 1185$  mm; sammenlign figur 19.21. På moduloversigtstegningen er beliggenhed af moduldetaljer og de i afsnit 19.5 omtalte samlingsdetaljer vist.

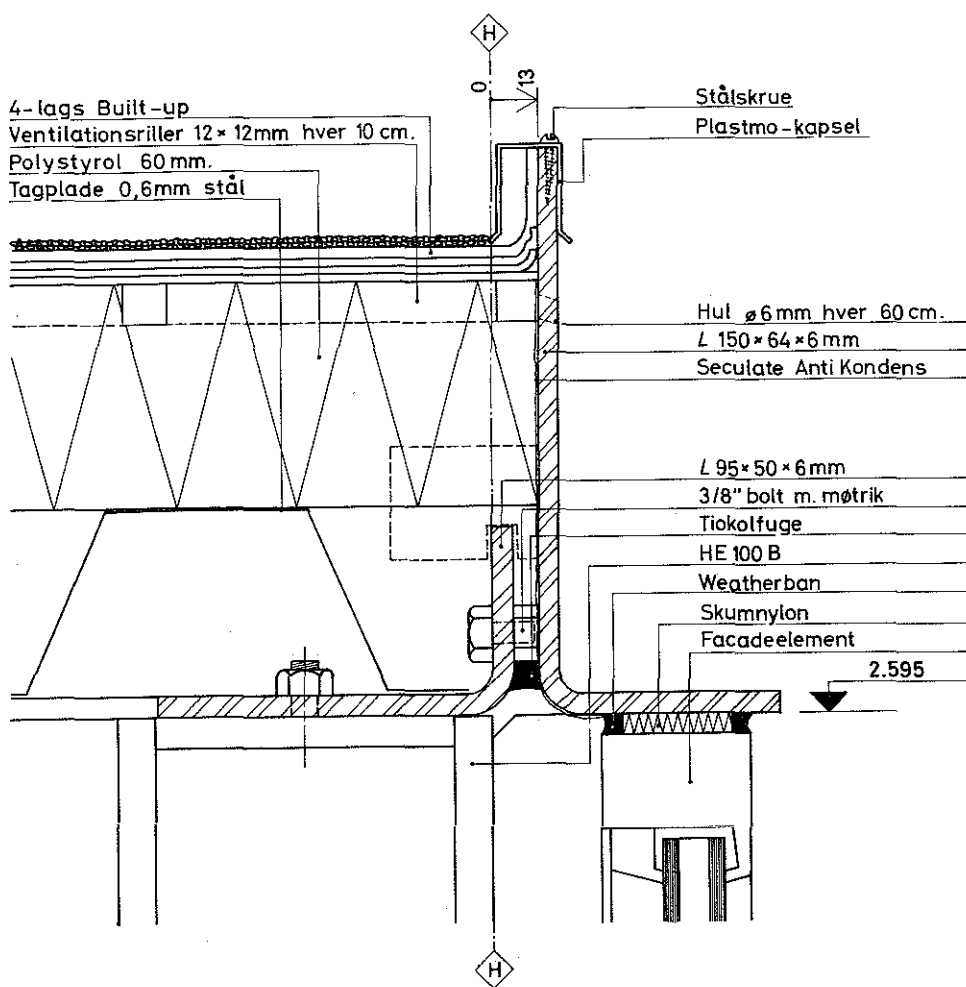
## 19.5 Samlingsdetaljer

Ved den fortsatte behandling af projektets samlinger beskrives og fremstilles detaljerne som procestegninger på grundlag af det af teknikerne udførte totalprojekt.

Figur 19.16.  
Hovedrammens indspænding i fundamentet.  
★ The main frame is fixed in the foundation.



SAMLING MELLE M HOVEDRAMME OG FUNDAMENT  
SNIT G<sub>10</sub> 1:10



FACADERAMMENS ØVRE FASTGØRELSE  
SNIT E<sub>10</sub> 1:2

Figur 19.16 viser således samlingen mellem hovedramme og fundament. Fundamentet er et normalt pladsstøbt rendefundament på 30 cm med indstøbte, gevindskårne 5/8" U-bøjler pr 24M. Omkring bøjlerne udspares de viste lommer for samlingen med rammebenene. Rammebenenes fodplader boltes til bøjlerne, og efter en justering udstøbes samlingen, hvorved en fast indspænding af rammen er etableret.

I figur 19.17 ved mållinie H ses det vinkeljern (facadeafstandsjern) 95 x 50 x 6 mm, der fastholder facaderammen til hovedrammen. Dette vinkeljern, der er gennemgående langs hele facaden danner bæring for facaderammen, som med et bevægeligt beslag er ophængt på vinkeljernet. Denne ophængning tillader facaderammen at bevæge sig på langs ad bygningen med temperatursvingninger; se også detailtegningen af facaderammen, figur 19.23.

Samlingen, snit E<sub>10</sub>, frembyder i øvrigt en række interessante detaljer, når den vurderes ud fra de klimaskærmende funktionskrav. Det ses således, hvordan tagfladen er bygget op af stålplade, skumplast og built-up, som danner diffusionstætte lag. Muligheden for dampvandring ind i isoleringen gennem samlinger og fuger etc i stålpladen er dog til stede, og derfor er der udført et system af udluftningskanaler i isoleringen umiddelbart under asfaltlagene. Disse ventilationsriller er sat i forbindelse med det fri gennem en række små huller i vindskeden. Samme vindskede er på sin nedre del uisolert og danner en ren

Figur 19.17.  
Lodret snit i facade ved tag.

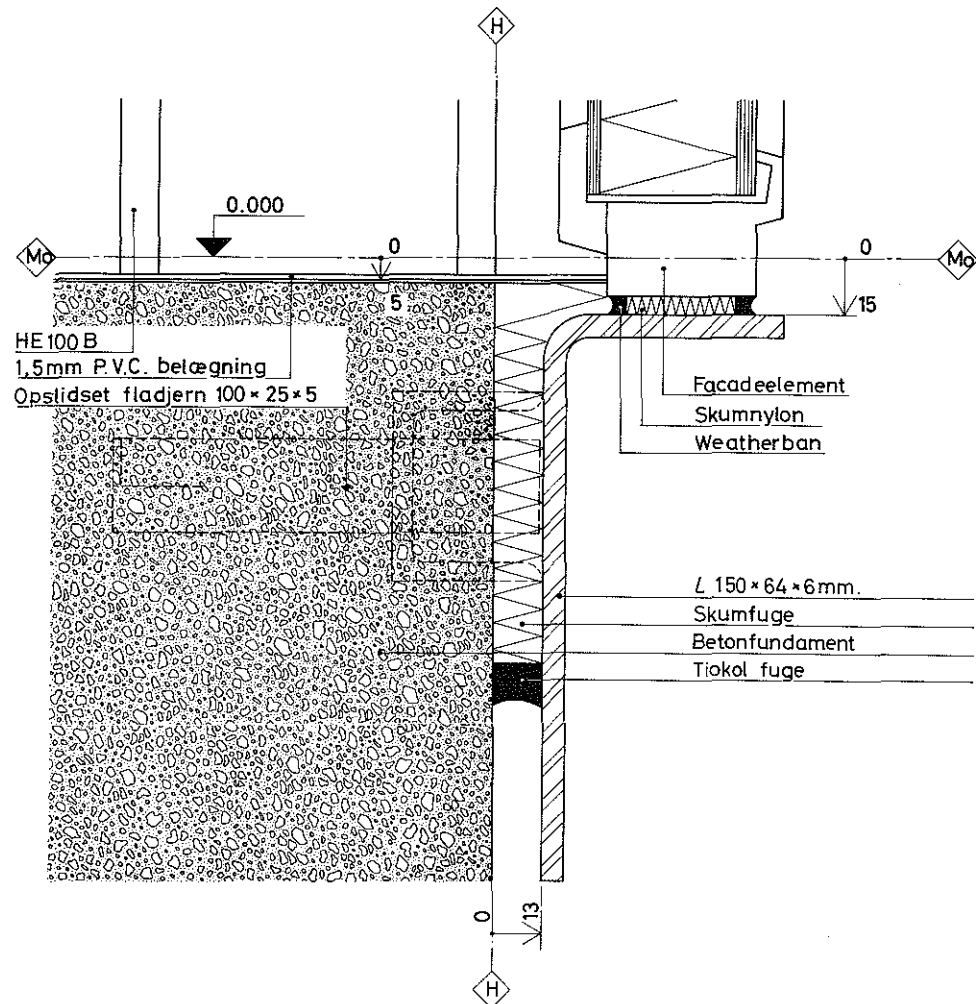
★ Vertical section of exterior wall near roof.

Hoveddrammernes indspænding

Facadens ophængning

Tagfladens diffusionsforhold

Figur 19.18.  
 Lodret snit i facade ved sokkel.  
 ★ Vertical section of exterior wall near footing.



FACADERAMMENS NEDRE FASTGØRELSE  
 SNIT F<sub>10</sub> 1:2

#### Kuldebroer i metalfacaden

kuldebro til bygningens indre, specielt nede i vinkeljernet hjørne, hvor afkølingen vil være betydelig. Indersiden af jernet er derfor påført et lag antikondensmaling, som skal hindre dugnedslag og misfarvning på jernet. Produktet, som er udviklet i skibsindustrien til behandling af stærkt kondensudsatte installationer etc, har en forbløffende evne til at holde overflader, hvis temperaturer ligger under den omgivende lufts dugpunkt, tørre. Virkningen menes at bero på stoffets evne til at ændre vandets overfladespænding; men behandlingen, som er relativ dyr, kræver en vis vedligeholdelse, og der kan ikke udføres normal maling ovenpå antikondensmalingen.

#### Slagregnbeskyttelse med inddækning og ettrinstætning

Beskyttelse mod slagregn i samlingen foregår ved en normal inddækning mellem built-up lagene og en plastic-løskant, mens tætning mellem vindskede og facade er etableret med en elastisk, to-komponent fugning (Weatherban). Denne fuger er, som den ligger i konstruktionen, regnspærre og vindspærre under ét, og den må derfor være fuldstændig tæt. Dette opnås uden større vanskeligheder, da der fuges mod rene, glatte metalflader. Fugen er desuden let tilgængelig for vedligeholdelse.

Figur 19.18 viser facaderammens nedre fastgørelse til fundamentet og samlingen mellem ramme og facadeelementer. Rammen er boltet til et indstøbt beslag, og mellem ramme og fundament er der udført en indvendig varmeisolering. Fugen mellem facadeelement og ramme er udført som fugen foroven med Weatherban thiokol fugemasse.

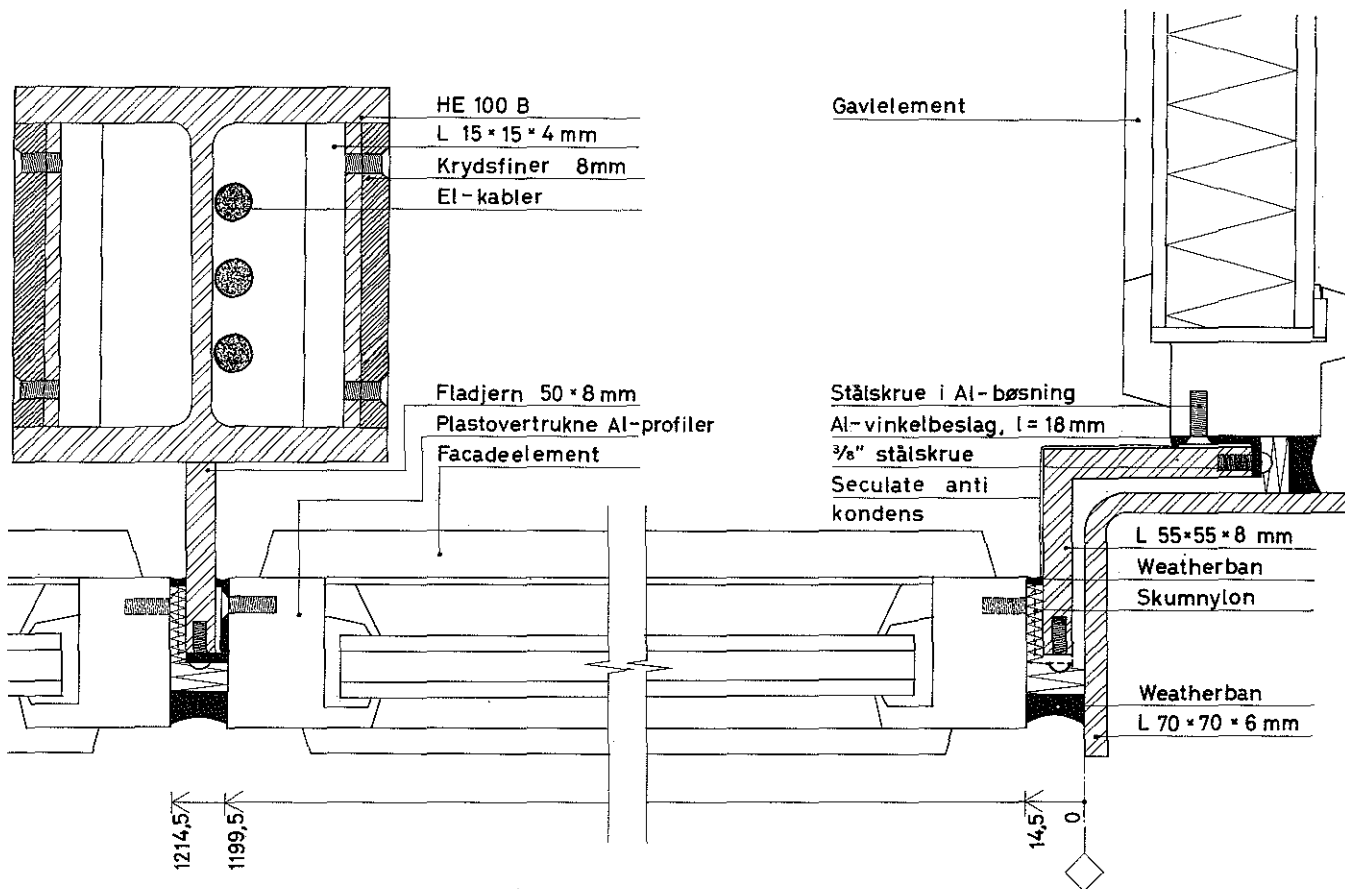
Snittet viser tillige, hvordan målafsetningslinie H flugter med både sokkelkant og rammeben, og linien kan derfor anvendes direkte til justering i vandret plan under montagen.

Målafsetning og justering

Vandret snit,  $H_{10}$  i facaden ved gavlhjørne og hovedramme er vist på figur 19.19. Det ses her, hvorledes fugning og fastgørelse mellem facadeelementer og ramme er udført. De kraftoverførende samlinger er udført med stålskruer og vinkelbeslag af aluminium, i en finmekanisk løsning, som stiller store krav til præcision under montagen. Fugningen er den sædvanlige thiokol tætning.

Kondensproblemet er også til stede i hjørnesamlingen, hvor det indvendige vinkeljern, 55 x 55 x 8 mm er behandlet med antikondensmalingen, Seculate.

Kuldebro i hjørnesamlinger



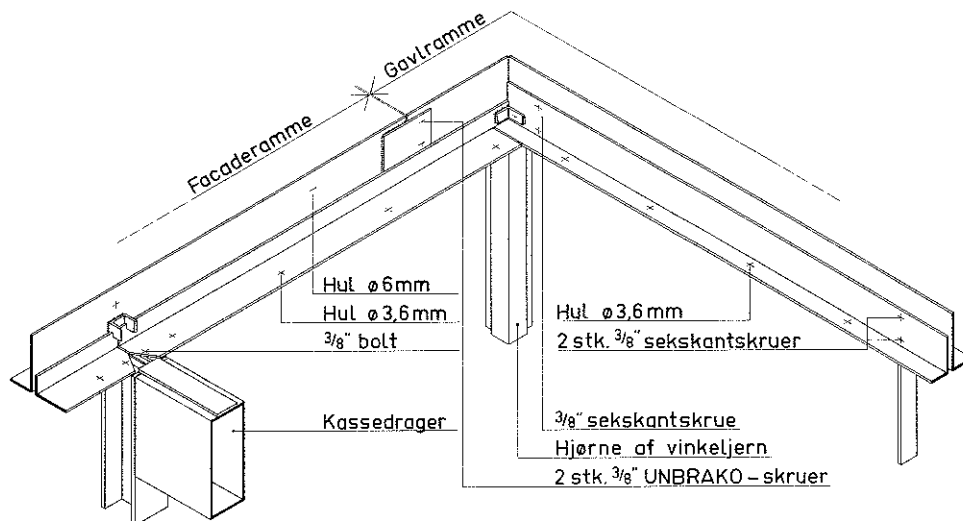
HJØRNE MELLE M GAVL OG FACADE  
SNIT  $H_{10}$  1:2

Figur 19.19.

Vandret snit i facade ved gavl og rammeben.

★ Vertical section of exterior wall at gable and frame column.

Figur 19.20.  
Hjørne i rammesystem.  
★ Corner of structural  
frame system.



SAMLING MELLEM GAVL-OG FACADERAMME  
ISOMETRI 1:20

#### El-installation

Af figur 19.19 fremgår tillige, hvordan rammebenets hulrum er udnyttet til fremføring af el-installation. Det ses også, at rammebenet står synligt indenfor facaden, og det samme gælder overliggeren, således at man i bygningens interør får et klart billede af den konstruktive opbygning; sammenlign figur 19.04 og 19.08.

For at anskueliggøre de mekaniske detaljer i opbygning af rammesystem, hjørnesamling og ydervægskonstruktion vises i figur 19.20 en isometri af gavl-facade-hjørnet. Det ses blandt andet, hvordan de sekundære rammer er opdelt i facade- og gavlramme, og hvorledes boltesamlingen mellem dem er udført og placeret.

## 19.6 Elementtegninger

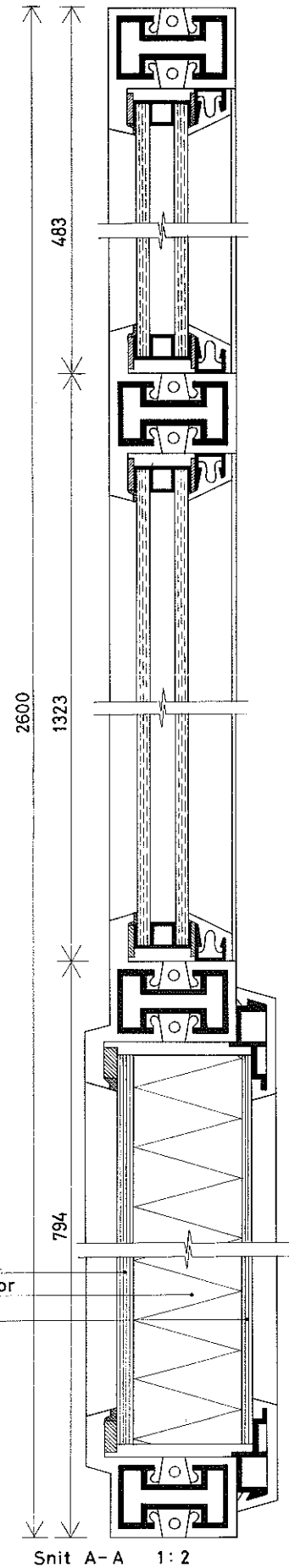
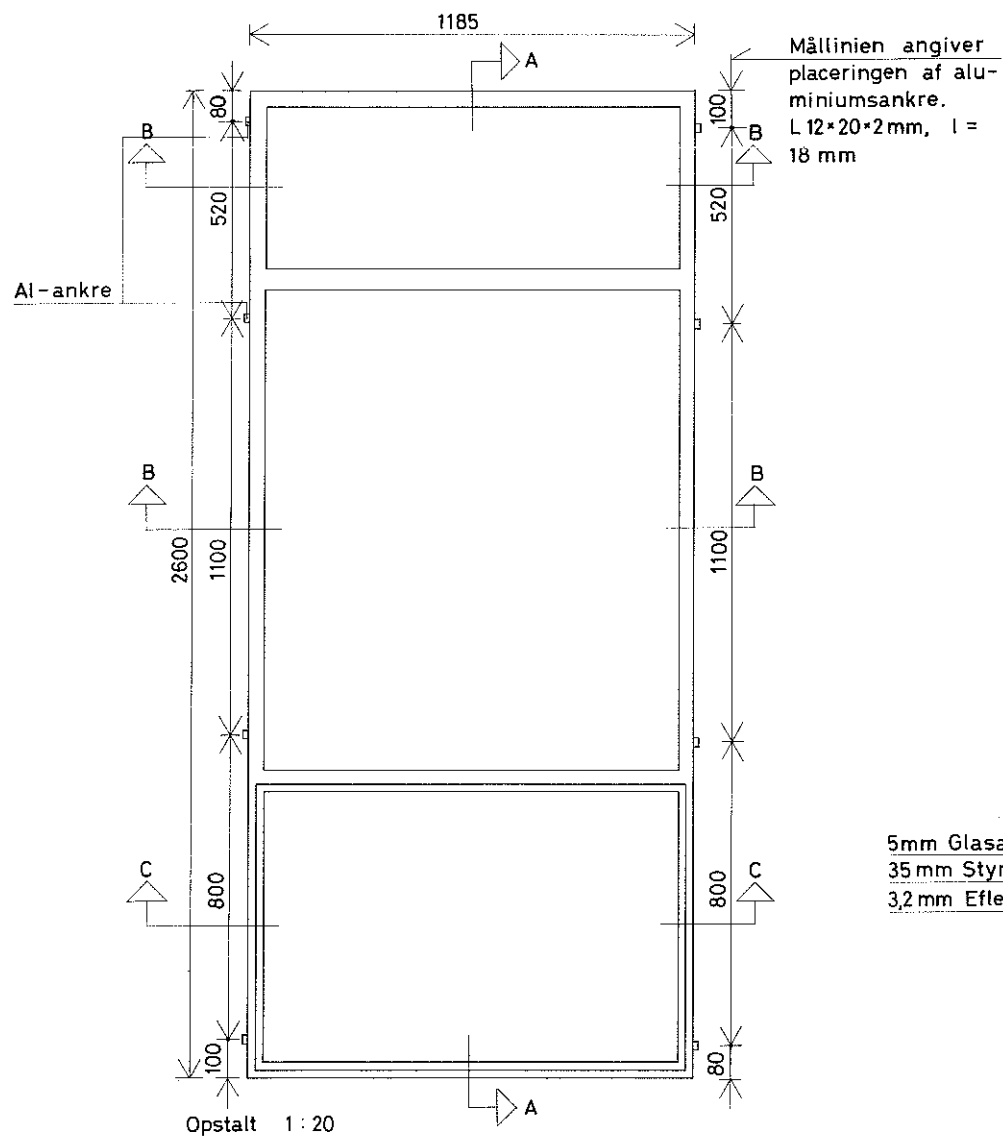
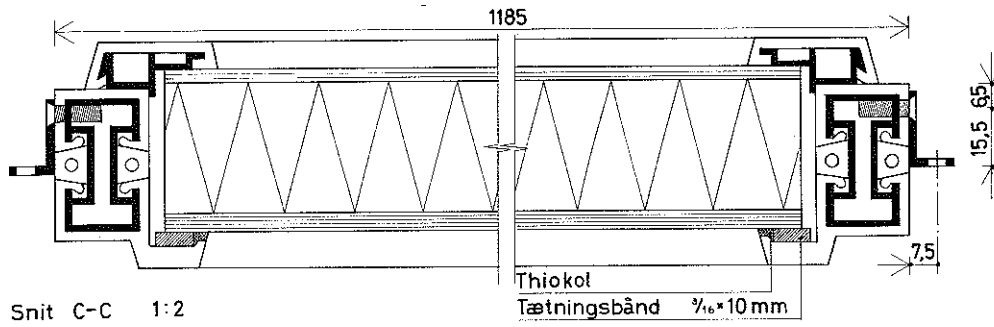
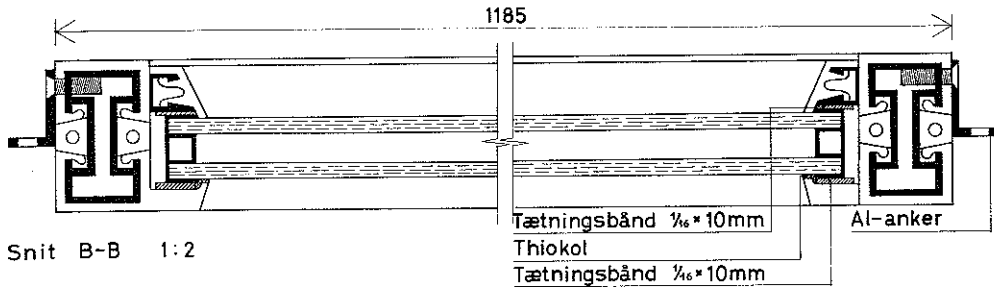
Blandt elementtegningerne til projektet vises i det følgende facadekomponent, tagplader og facaderamme med tilhørende samlingsbeslag etc.

#### Facadeelementer

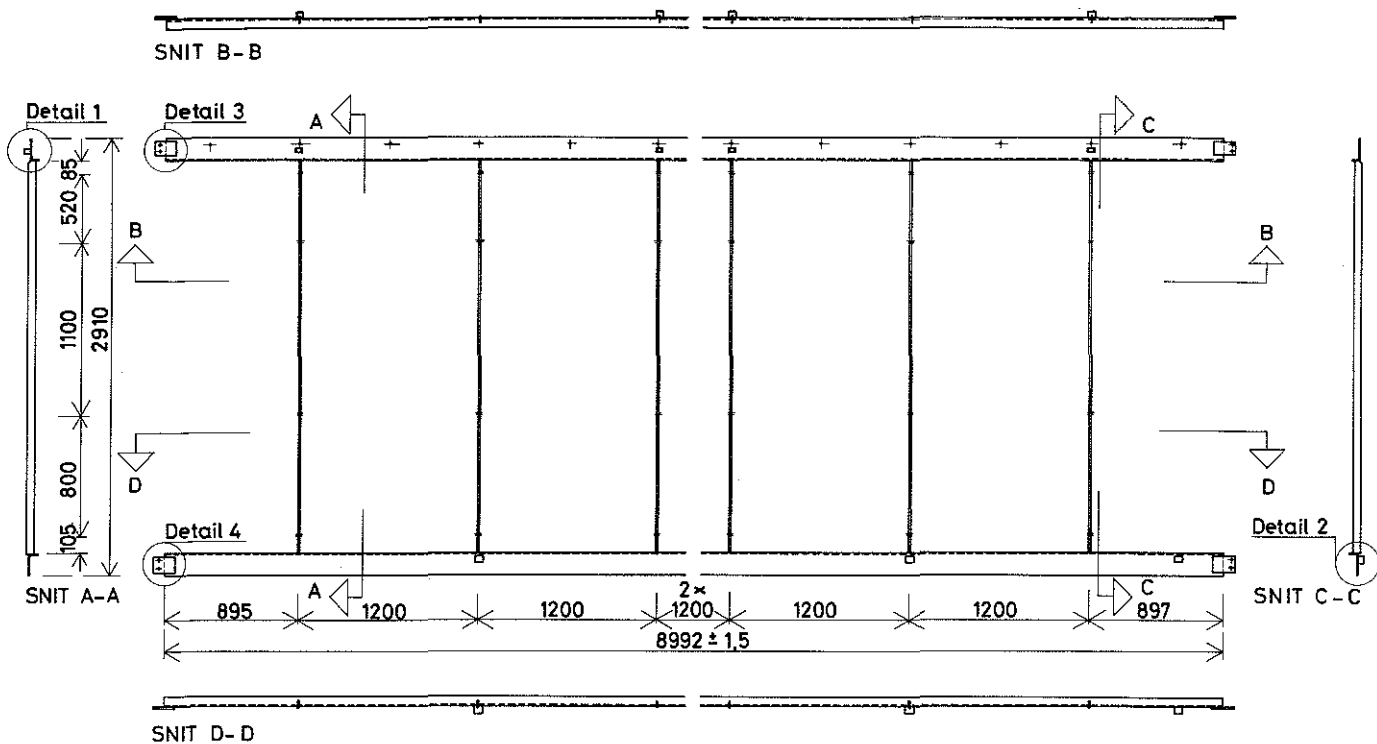
Figur 19.21 viser facadeelementet med vindue. Elementet er opbygget på et sammensvejst skelet af ekstruderede aluminiumprofiler overtrukket med PVC. Glaspartierne er termoruder indsat i aluminiumrammer. Fugetætning er overalt udført med thiokol- og neoprene-fuger, der sikrer en hermetisk lukning af fugerne.

Facadebrystningen er beklædt med Glasal udvendigt (= asbestcement med en farvet, kemisk overfladebehandling) og Eflex (cellulosebundet asbestcement) indvendigt. Alle elementets overflader er fabriksudførte og praktisk taget vedligeholdelsesfri.

Figur 19.21. (næste side)  
Facadeelement af ekstruderede aluminiumprofiler.  
★ Exterior wall panel of extruded aluminium profiles.



FACADEELEMENT, FA5



FACADERAMME SM 3  
1:50

Figur 19.22.

Facaderammen til fastgørelse af facadeelement.

★ Framing in facade for fastening the external wall panels.

Facadens k-værdi

Styroporisoleringen er indlagt uden dampspærre, idet materialets lukkede cellestruktur yder tilstrækkelig diffusionsmodstand. k-værdien af ydervæggen er bestemt af

$$m = 0,20 + \frac{0,005}{0,50} + \frac{0,035}{0,03} + \frac{0,0032}{0,30} = 1,39$$

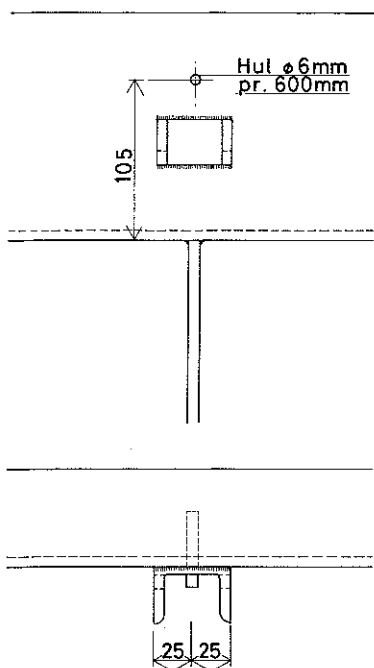
$$k = 0,72$$

Denne værdi er højere end det krav, bygningsreglementet stiller til lette ydervægge i boliger ( $k = 0,5$ ).

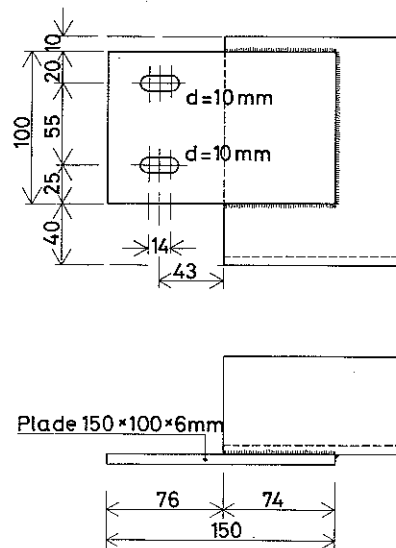
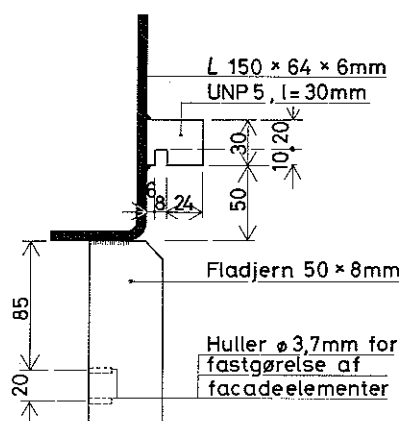
Figur 19.22 viser facaderammen af profilstål, der ophænges på hovedrammerne og benyttes til fastgørelse af facadeelementerne. Rammen udføres i sektioner a 8992 mm, svarende til  $6 \times 12M + 2$  stk a 895/897 mm. Der udføres de viste stød i rammen ved tilslutning til gavramme (sammenlign figur 19.20) og nabo-facaderamme.

Facade- og gavrammer

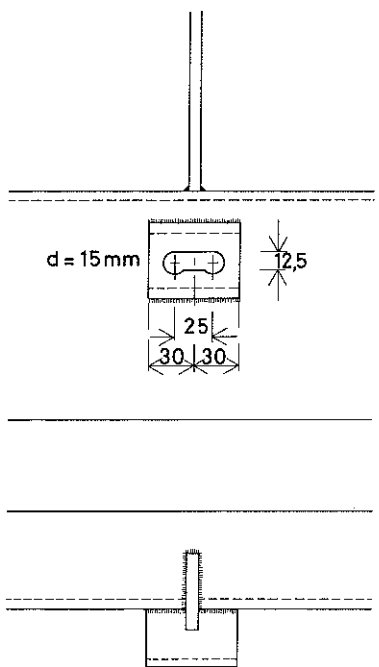
Figur 19.23 viser detaljer fra samlingerne ved facaderammen. Det ses af detalje nr 2, 3 og 4, hvorledes måludligning kan foregå i samlingerne, takket være de aflange boltehuller.



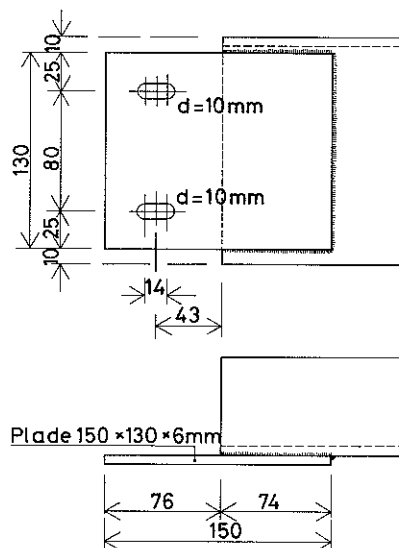
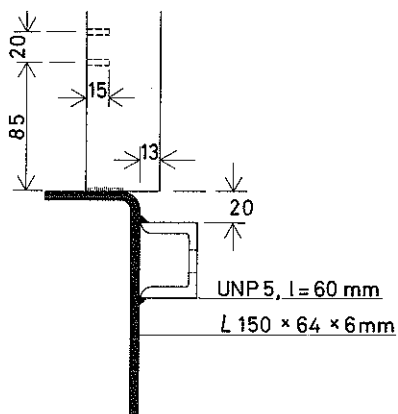
DETALJE 1



DETALJE 3



DETALJE 2



DETALJE 4

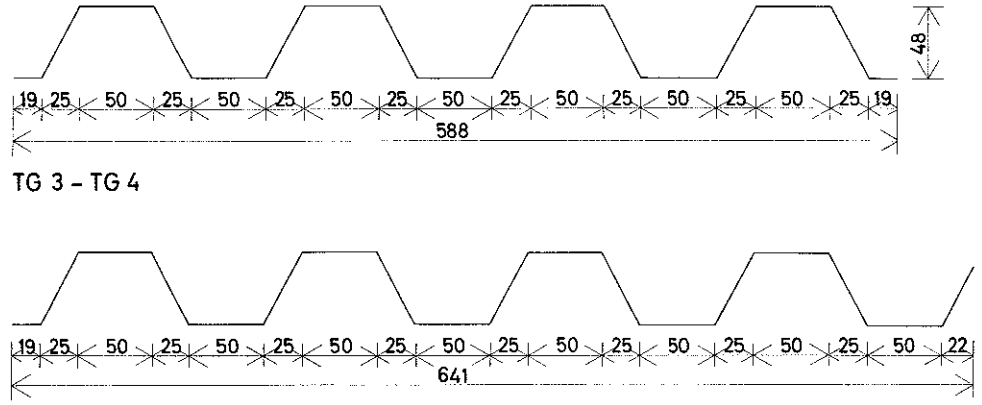
Svejsesømmenes a-mål er overalt 4mm (Δ 4)  
Udførelse og kontrol efter DS 316

RAMMEDETALJER NR. 1-4  
1:5

Figur 19.23.  
Facaderammens beslag og samlinger.  
★ The fittings and assemblies of the framing in the facade.



Figur 19.24.  
Tagelementer af korrosionsbeskyttet, profileret stålplade.  
★ Roof panels of corrosion protected, profiled Robertson Q-deck.



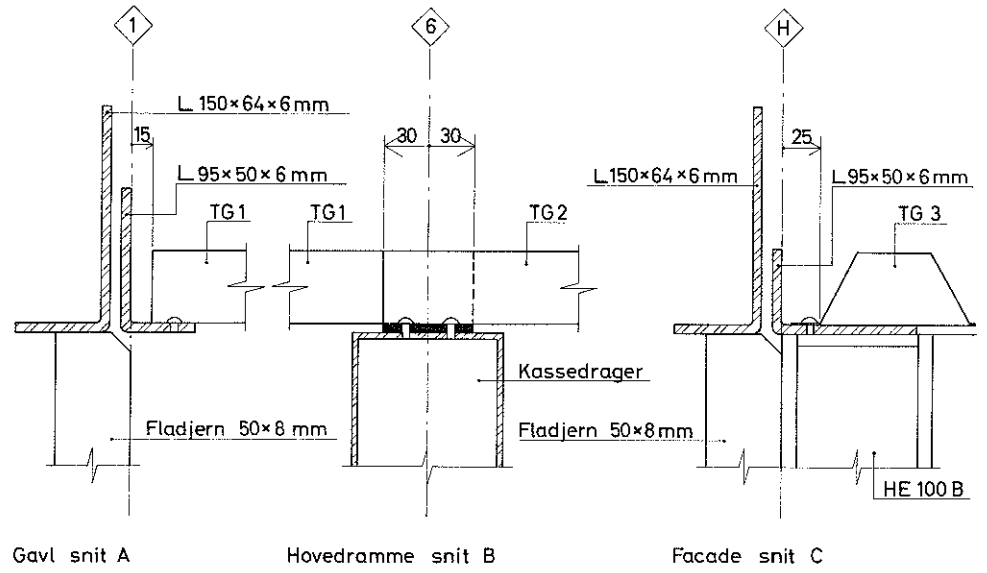
TG 1 - TG 2

TG. no.	Mål i mm	
	længde	bredde
1	6015	641
2	7260	641
3	6015	588
4	7260	588

0,6 mm ROBERTSON-plader med plast på oversiden  
Mål i mm

TAGELEMENTER TG 1,2,3 og 4 1:5

Figur 19.25.  
Vederlag for tagplader.  
★ Support of roof panels.



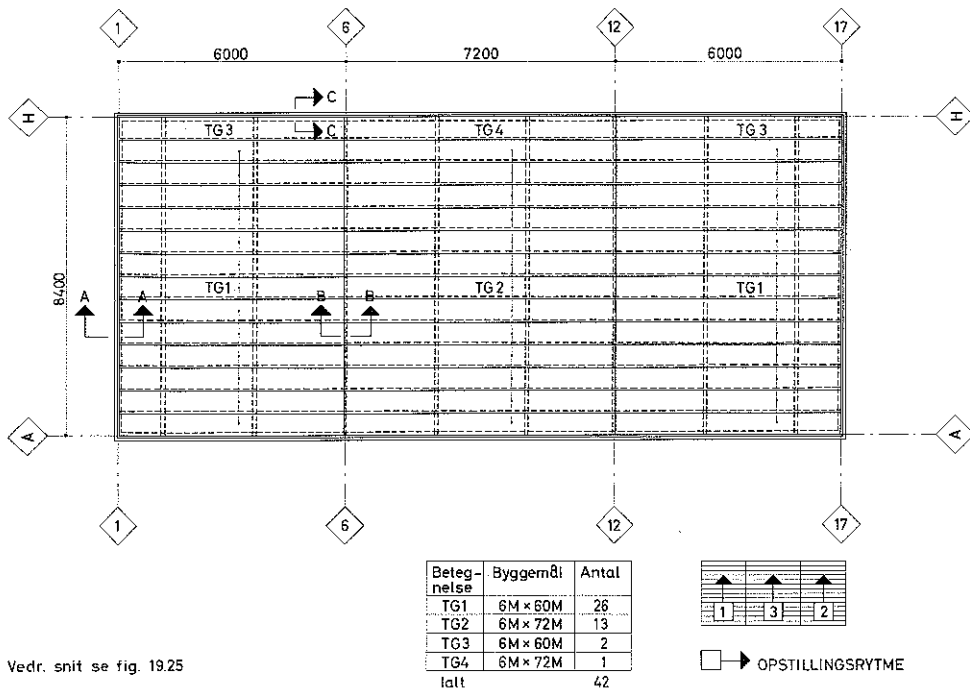
Snitbetegnelser refererer til fig. 19.26  
Pladerne fæstnes til den bærende konstruktion med hammer-drivskruer

DETALJER VED TAGPLADERNES VEDERLAG 1:5

Tagelementer

Figur 19.24 viser elementtegning af tagelementerne. Tegningen skal sammenholdes med figur 19.13 og 19.17, af hvilke fremgår, at elementerne TG3 og -4 anvendes som randelementer, der giver en naturlig tilslutning til vinkeljernet i facadens øvre kant; mens elementerne TG1 og -2 anvendes inde i tagfladen, hvor de indlægges med overlappingsstød til et byggemål på 6M.

Fastgørelse af tagpladerne til vederlagene foregår med hammer-drivskruer, som vist i figur 19.25, idet der bores for i vederlagenes stålprofiler. Med de viste forbindelser forankres tagpladerne til hovedkonstruktionen og bliver derved også i stand til at optage sugningspåvirkningen på tagfladen.



Vedr. snit se fig. 19.25

### MONTAGETEGNING FOR TAGELEMENTER 1:200

Som sidste procestegning i projektet vises i figur 19.26 montagetegning med tilhørende elementfortegnelse for tagplademontage. På tegningen er vist de i figur 19.25 omtalte detailsnit.

Figur 19.26.  
Procestegning for tagplademontage.  
★ Process drawing for assembly of roof panels.



*Kontorejendom i Birkerød opført i total-  
entreprise af Rasmussen & Schiøtz A/S.  
Projektet er baseret på firmaets kontor-  
typehus.*



# 20

# 20. R & S typekontorhus

## Modulprojekt, eksempel 11

Behovet for administrationsbygninger i erhvervslivet er stærkt stigende. Servicefagene vokser, og mens de direkte produktionsprocesser mekaniseres og automatiseres, hvorved der spares arbejdskraft, råder Parkinsons love i administrationerne, og der bliver stadig flere funktionærer. Som et led i en typisering og industrialisering af erhvervsbyggeriet har firmaet Rasmussen & Schiøtz udviklet projekter både til typehaller og typekontorhuse. Kontorhusprojektet er blevet til i samarbejde med arkitekt Preben Hansen, ingeniørfirmaerne Steensen & Varming og Mogens Balslev.

### 20.1 Byggeprogram og valg

Fleksibilitet i planen

R & S kontorhus er en betonelementbygning af præfabrikerede enheder med høj færdiggørelsesgrad. Ved at anvende bærende facader og midtersøjler er det lykkedes at opnå store, frie gulvarealer, der gør det muligt at indrette fleksible planer i overensstemmelse med varierende behov.

12M planlægningsmodul

Projektet er baseret på modulordningen for boligbyggeriet, idet der dog er valgt en større planlægningsmodul end 3M samt præferencemål for de vigtigste komponenter. Forud for disse valg gik en række analyser af pladsbehov og funktionsmål i relation til planlægningsmodul og husdybder af forskellig størrelse. Undersøgelserne resulterede i, at en planlægningsmodul på 12M ville være egnet. Som husdybder valgtes  $9 \times 12M = 108M$  eller  $10 \times 12M = 120M$  for bygninger med 1 søjle-drager-række i midten, og husdybder på 132M eller 144M for bygninger med 2 søjle-drager-rækker. I den smalleste hustype, hvor  $B = 108M$ , udføres forskudt midterkorridor, således at man får to forskellige rumdybder i kontorerne. Figur 20.01 viser eksempler på plantyperne.

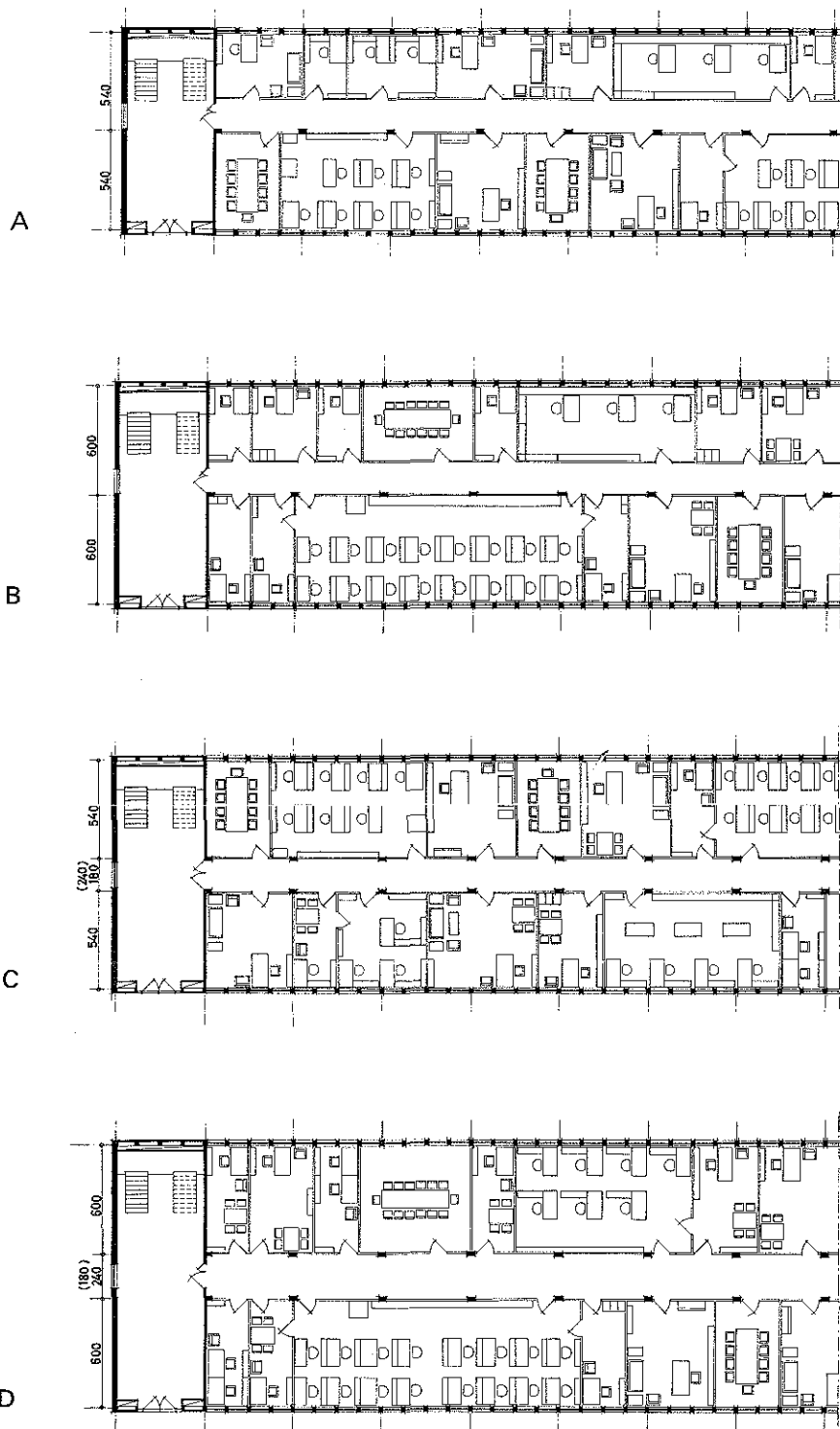
Etagehøjden i kontorhuset er 30M, hvilket giver plads til nedhængte akustiklofter og fremføring af installationer i midterkorridoren. Etageantallet er højst 3 etager, svarende til 9-10 m i overensstemmelse med de fleste højdeservitutter i nyere industriområder.

Statiske hovedsystem

Konstruktionsprincippet i kontorhuset er bærende facader og et søjle-drager system i midten af huset. Der anvendes hule dækelementer med maksimalt 6 m spændvidde og  $t = 220$  mm, hvilket giver tilstrækkeligt stive plader for en nyttelast på  $450 \text{ kg/m}^2$  incl lette vægge. De bærende facader stiver bygningen af på langs, mens vindkræfter på tværs optages af dækskiverne og føres ud til gavle og tværvægge i trapperum. Trappereposerne oplægges på indstøbte knaster i tværvæggene. Hvor trækspændinger optræder i tværvægge eller gavle som følge af de vandrette kræfter, armeres der i gennemgående udspæringer i vægskiverne.

NZ = 90 mm

Figur 20.02 viser moduloversigtstegningen med de vigtigste elementer i den bærende konstruktion. Det ses af planen, at der er indlagt en 90 mm bred neutral zone i husets længderetning for at sikre et effektivt kraftoverførende areal i søjlevederlagene. Modullinieplaceringen i facader og gavle er bestemt af dækpladernes bærende vederlag. For tværvæggene benyttes vægakseprincippet. På planen er markeret de snit, som er omtalt i afsnit 20.4.

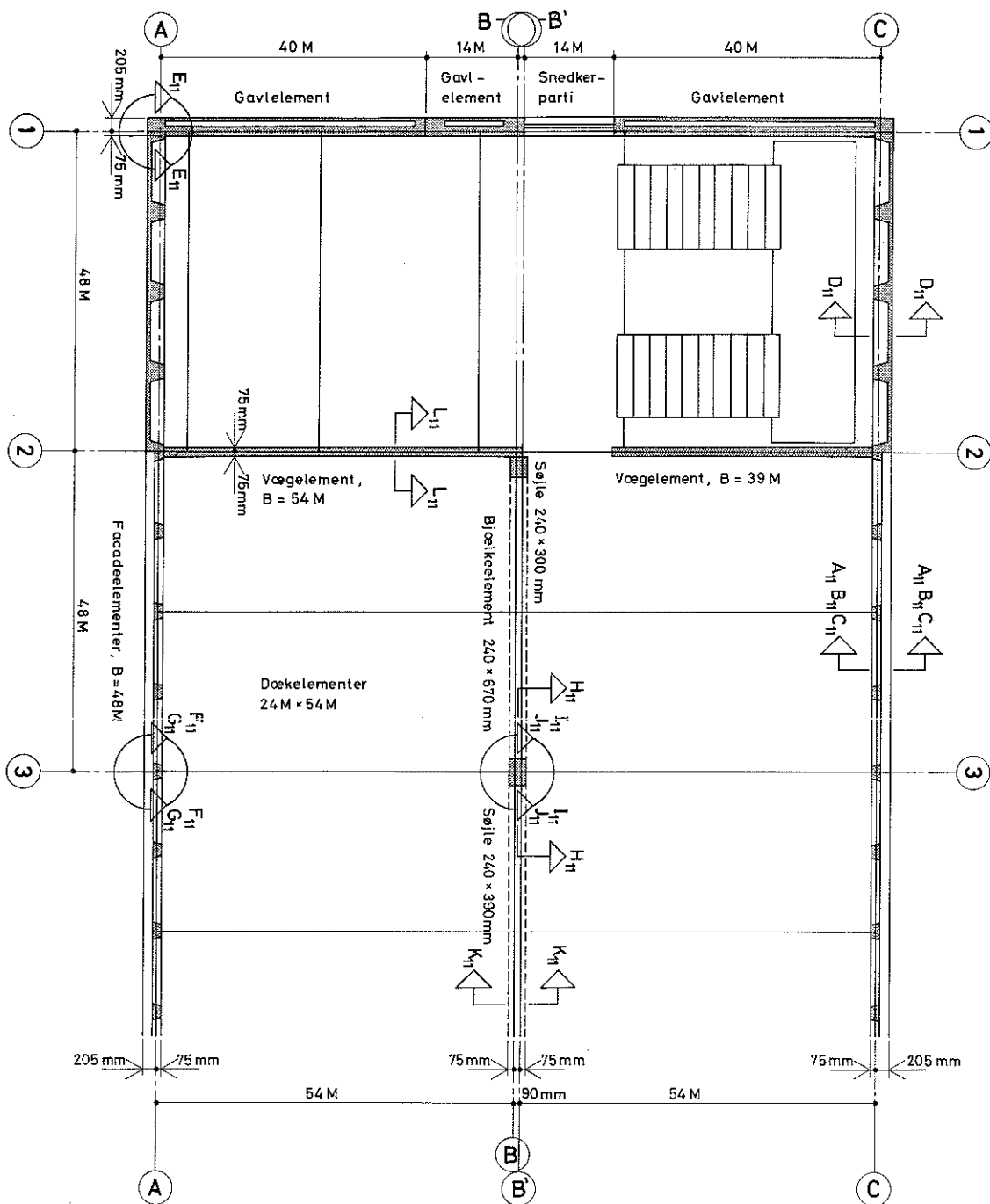


KONTORHUSPLANER 1:400

Figur 20.01.

Planeksempler med varierende husdybder og med 1 eller 2 rækker bærende søjler.

★ Examples of projects with different housewidths and with one or two rows of loadbearing columns.

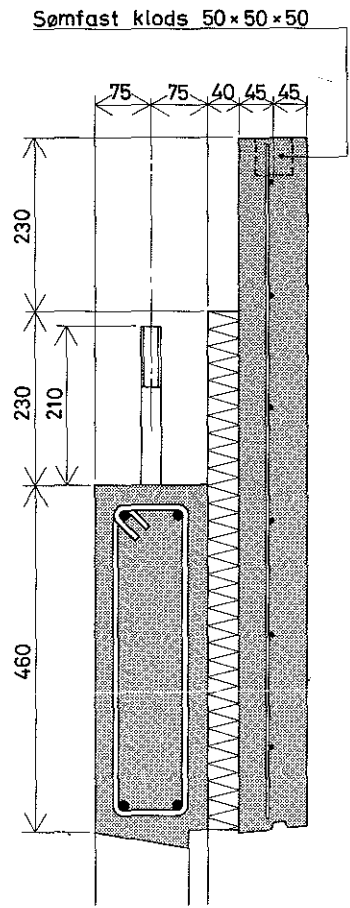
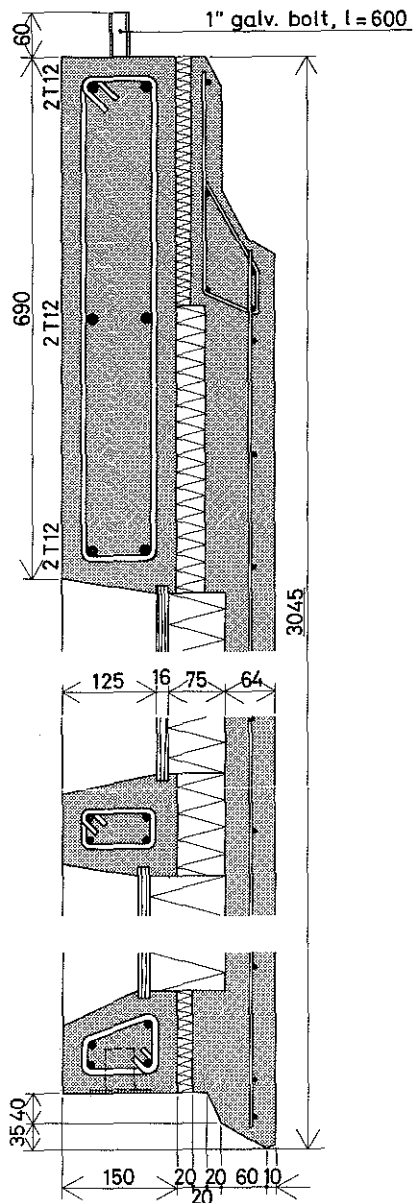
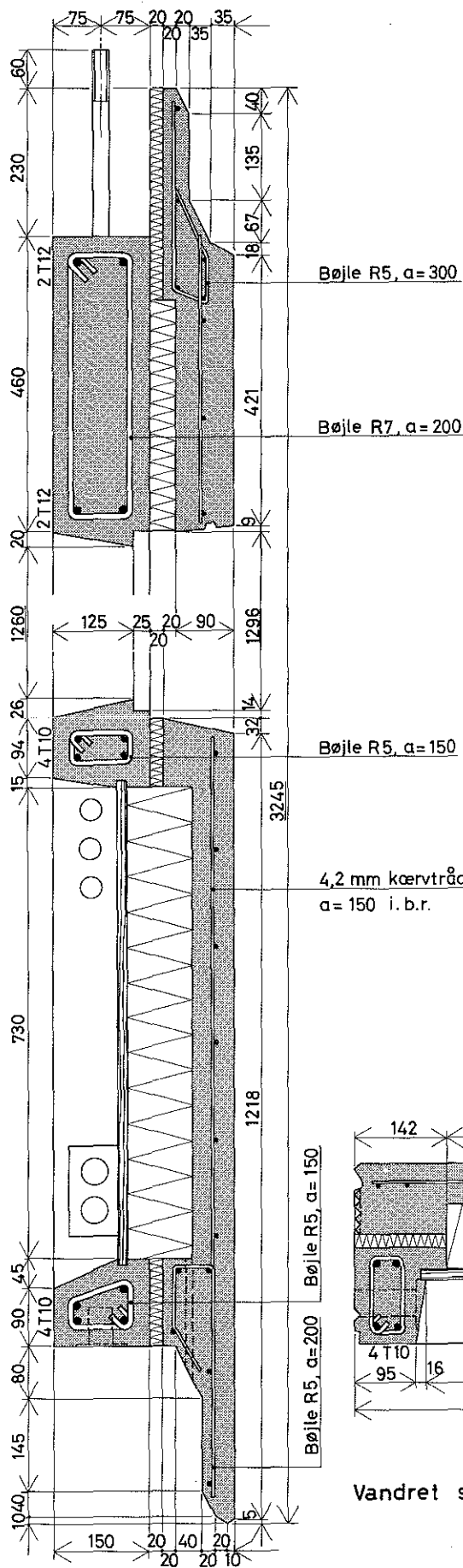


Figur 20.02.  
 Moduloversigtstegning. Bemærk den neutrale zone i bygningens midte.  
 ★ General modular plan. Note the neutral zone in the centre of the building.

## 20.2 Elementer

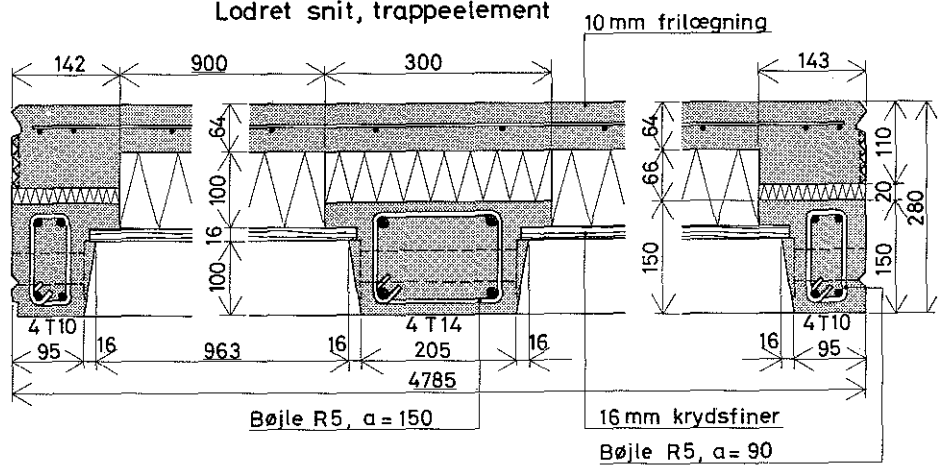
Facadeelementer, 48M x 30M

Bygningens mest karakteristiske elementer er facadeelementerne, der er udført således, at de kan honorere følgende funktioner: klimaskærmning, lodret og vandret kraftoverføring, brandsikring, belysning, ventilation og fremføring af installationer både til opvarmning og el mv. En så alsidig facadeløsning må nødvendigvis blive kompliceret; men lykkes det som her at skabe en syntese af alle disse krav, opnås til gengæld en forenkling på andre steder i huset. Figur 20.03 viser de typiske facadeelementer. Facadernes byggemål er  $B \times H = 48M \times 30M$ .



Lodret snit, trappeelement

Lodret snit, gesimselement



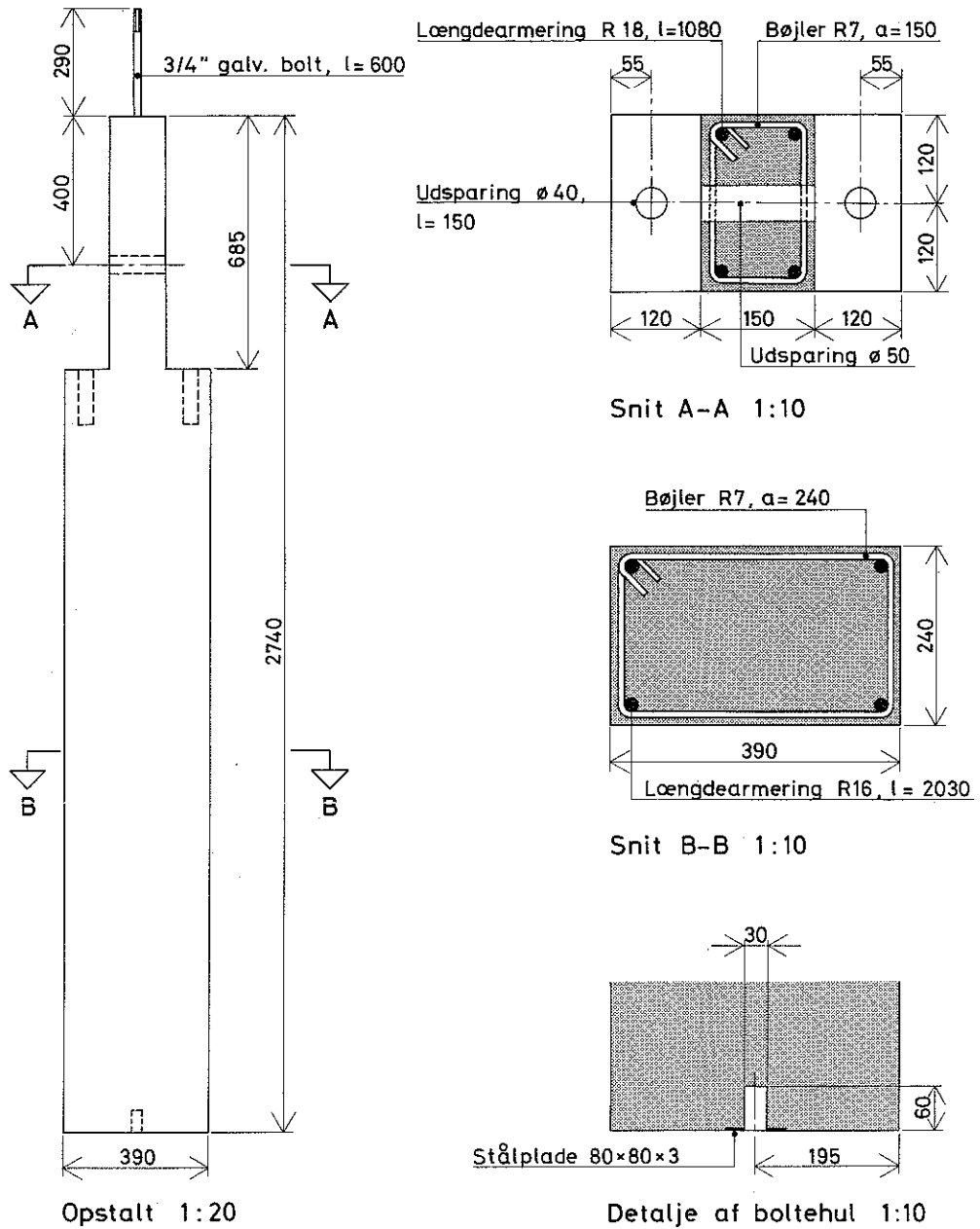
Vandret snit i brystning

Lodret snit, normalelement

DETALJER AF FACADEELEMENTER, 1:10



Figur 20.04.  
Søjleelementtegning.  
★ Drawing of column component.



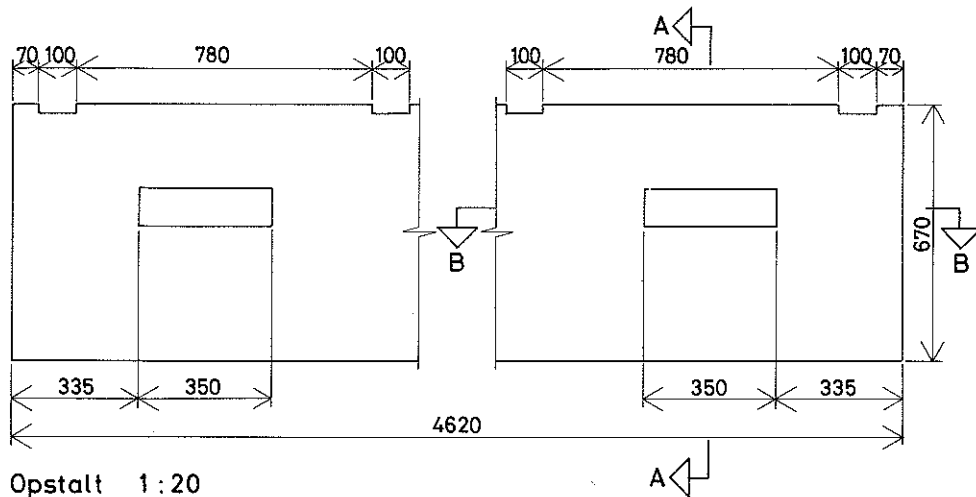
SØJLEELEMENTTEGNING

Betonkvalitet :  $\sigma_T = 400 \text{ kg/cm}^2$ , klasse A  
 Rundjern :  $\sigma_F = 2400 \text{ kg/cm}^2$   
 Elementvægt : 540 kg

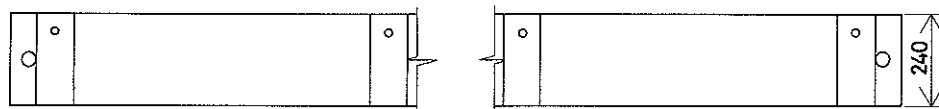
Elementerne er udført som sandwich-elementer med en 64 mm tyk forstøbning, der kan leveres med frilagte materialer, profilering eller andet. Isoleringen består af 100 mm mineraluld, med skumplast som kantisolering. Den indvendige, bærende del af elementet er udført som en jernbetonramme med en feltudfyldning af 16 mm krydsfiner. Elementet forsynes fra fabrikken med vinduer, som kan være indstøbte eller monterede, og alle overflader fremtræder med en høj grad af finish. I elementets bagside er udsparet huller og bøsninger

Vinduer med 2 lag glas

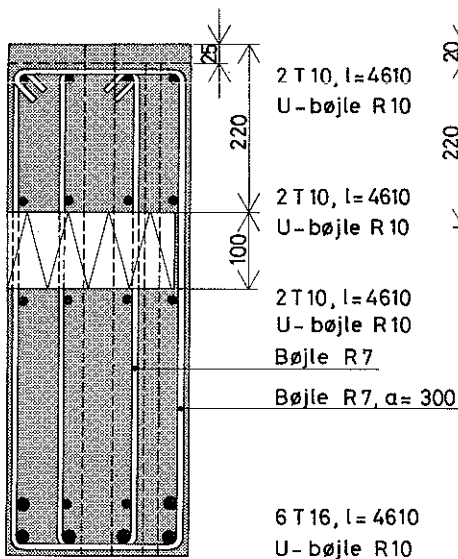
Figur 20.03. (forrige side)  
Facadeelementdetaljer.  
★ Details of external wall components.



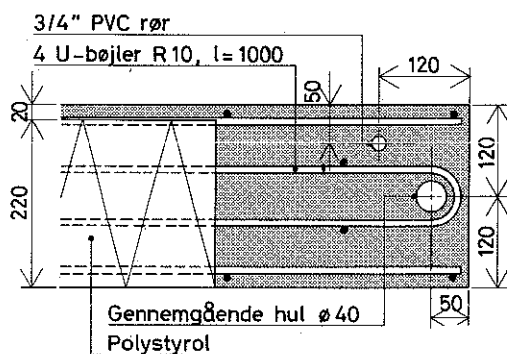
Opstalt 1:20



Opside 1:20



Snit A-A 1:10



Snit B-B 1:10

## UDSNIT AF BJÆLKEELEMENTTEGNING

for vandret fremføring af installationer herunder varmerør til de konvektorer, der monteres i bagsidens kassetter. Vinduerne er malede trævinduer med udvendig aluminiumbeklædning af fabrikat Reventa, se figur 20.08. De kan leveres med koblede rammer og 2 lag glas eller med enkelt ramme og termorude, dels som vippevinduer, dels indadgående, sidehængte.

Figur 20.04 viser en søjleelementtegning. Søjlerne er forsynet med montagebolt og bundplade, så de kan justeres og monteres med sædvanlig montage teknik. De lodrette udspæringer  $\varnothing 40$  mm er til montagedorne, der skal fastholde bjælkerne, se figur 20.05 og 20.08.

Figur 20.05 viser udsnit af bjælkeelementtegning. Bjælken er en sædvanlig jernbetonbjælke armeret med tentorstål. Der er udspæret dornhuller til bjælkerens sammenlåsning med søjlerne, og der er afsat udspæringer til gennemføring af

Figur 20.05.  
Bjælkeelementtegning.  
★ Drawing of beam component.

Søjleelementer med tværmål 240 x 390 mm

Bjælkeelementer med tværmål 240 x 670 mm

installationer mv. De tværgående udspæringer er lukket med polystyrol og 20 mm beton, så de let kan slås igennem, hvis der bliver brug for dem. I modsat fald bryder de ikke bjælkens færdige overfladefinish.

## 20.3 Installationer

Kontorhusets installationer omfatter vand, varme, el, herunder telefon og andre svagstrømsinstallationer, samt eventuelt mekanisk ventilation. Vand og sanitet udføres traditionelt og kræver næppe særlig omtale. Varmeanlægget udføres som et vandvarmeanlæg med konvektorer, monteret i facadeelementernes brystninger, se figur 20.03. Hovedreguleringen sker ved udefølere på begge facader, mens individuel regulering sker med indbyggede spjæld i brystningerne. Da der er anbragt en konvektor for hver 12M, bliver varmeanlægget ingen hindring for kontorarealets fleksible udnyttelse – tværskillevægge kan placeres frit i en 12M takt. De lodrette forsyningsledninger er placeret i installationspaneler i trappe-toiletsektionerne, således at dækpladerne ikke får varianter som følge af varmeanlægget.

Installationer og konstruktioner

Ventilation

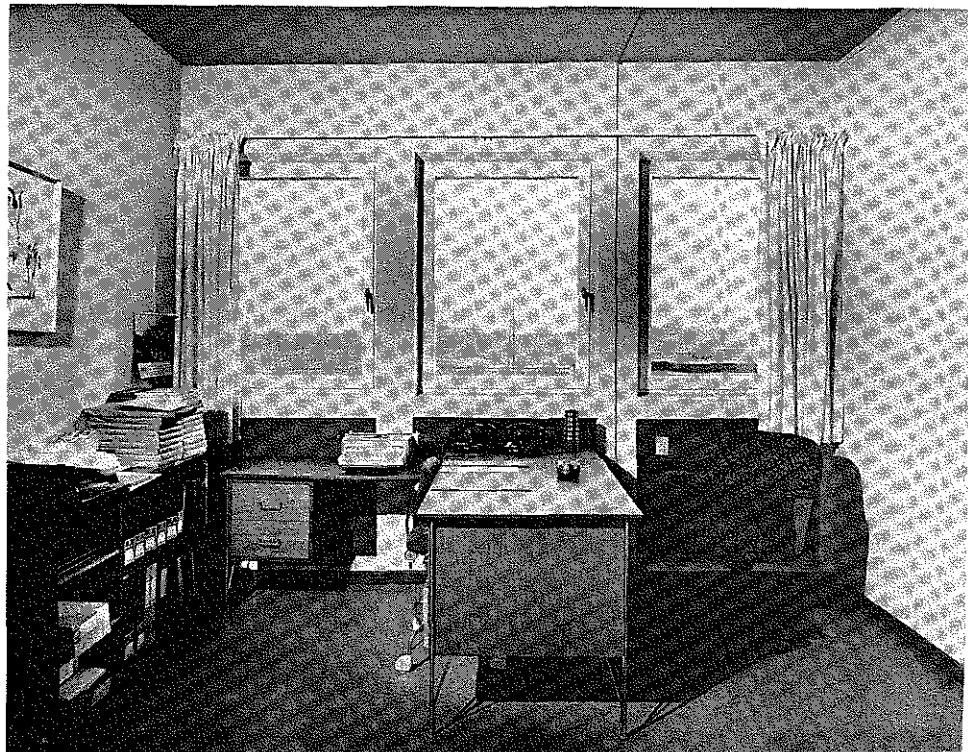
Med nedforskallet loft i korridoren og gennembrydning af de under bjælketegningen, figur 20.05 omtalte, tværgående huller, kan der udføres højtrykventilationsanlæg i bygningen. Da alle vinduer kan udføres oplukkelige, kan man, hvis det ønskes, spare ventilationsanlægget og nøjes med naturlig ventilation.

Installationspaneler i facadebrystningerne

El-installationerne udføres med hovedledninger og gruppetavler i trappe-toiletsektionerne, hvorfra der fordeles over det nedhængte loft i korridoren. Herfra føres ledninger til loftbelysning gennem indstøbte rør i hulpladerne til dåser i disse, mens afbrydere placeres ved dørene. Stikkontakter og svagstrømsinstallation, herunder telefon, placeres i tre gennemgående paneler i facadebrystninger-

Figur 20.06.  
Interiør fra kontorhus. Bemærk installationerne.

★ Interior of office building. Note the installations.



ne. Huller hertil er afsat i facadeelementets indvendige ramme, se tegningen, figur 20.03. Med dette arrangement kan tilslutning til el- og svagstrømsinstallation ske på et vilkårligt sted langs facaden. Figur 20.06 viser et interiør med stikkontakter og telefontilslutning i facaden. Bag den mørke facadebrystning er varmeanlæggets konvektor placeret. Det fremgår af ovenstående summariske gennemgang, at installationerne muliggør den fulde udnyttelse af planens fleksibilitet.

## 20.4 Samlinger

I det følgende beskrives kontorhusets vigtigste samlinger. Det vil ses, at mange af disse er udført som de tilsvarende løsninger i boligbyggeri med betonelementer, så gennemgangen her vil kunne gøres relativ kortfattet.

Figur 20.07 viser lodrette snit i typiske facadesamlinger – ved fundament, normåletage, trapperum og tag. Facadens indvendige, bærende betonkonstruktion opstilles med montagebolte på normal vis, og der udføres understopning i fugerne. Det bemærkes, at dækkene klodses op, således at knasfuger undgås. Fugen „forskalles” med fugesnor, som senere fjernes, hvorefter fugen gås efter med mørtel og fugeske. Den høje overlappning i den åbne, ventilerede facadefuge muliggør udstøbning af samlingen uden yderligere forskalling. Det ses endvidere, at kuldebroer er undgået overalt.

Facadesamlinger

Figur 20.08 viser vandrette snit i facader og gavl. Der er udført normal 2-trins tætning med neopren fugebånd og vaskebræt, mens de indvendige fuger er lukket med stopning og bastardmørtel. Bemærk de markerede indvendige fugenoter.

2-trins tætning

Figur 20.09 viser et lodret snit i samlingen mellem søjler, dragere og dæk. Også i disse kraftoverførende samlinger er der opklodset og understoppet med cementmørtel. Bjælkerne regnes simpelt understøttet på søjlerecesserne, og den 20 mm tykke polystyrolplade på bjælkeoversiden tillader en vis vinkeldrejning i vederlaget. De relativt små dimensioner i vederlag og dornhuller mv kræver stor omhu ved tildannelse og placering af elementernes armering.

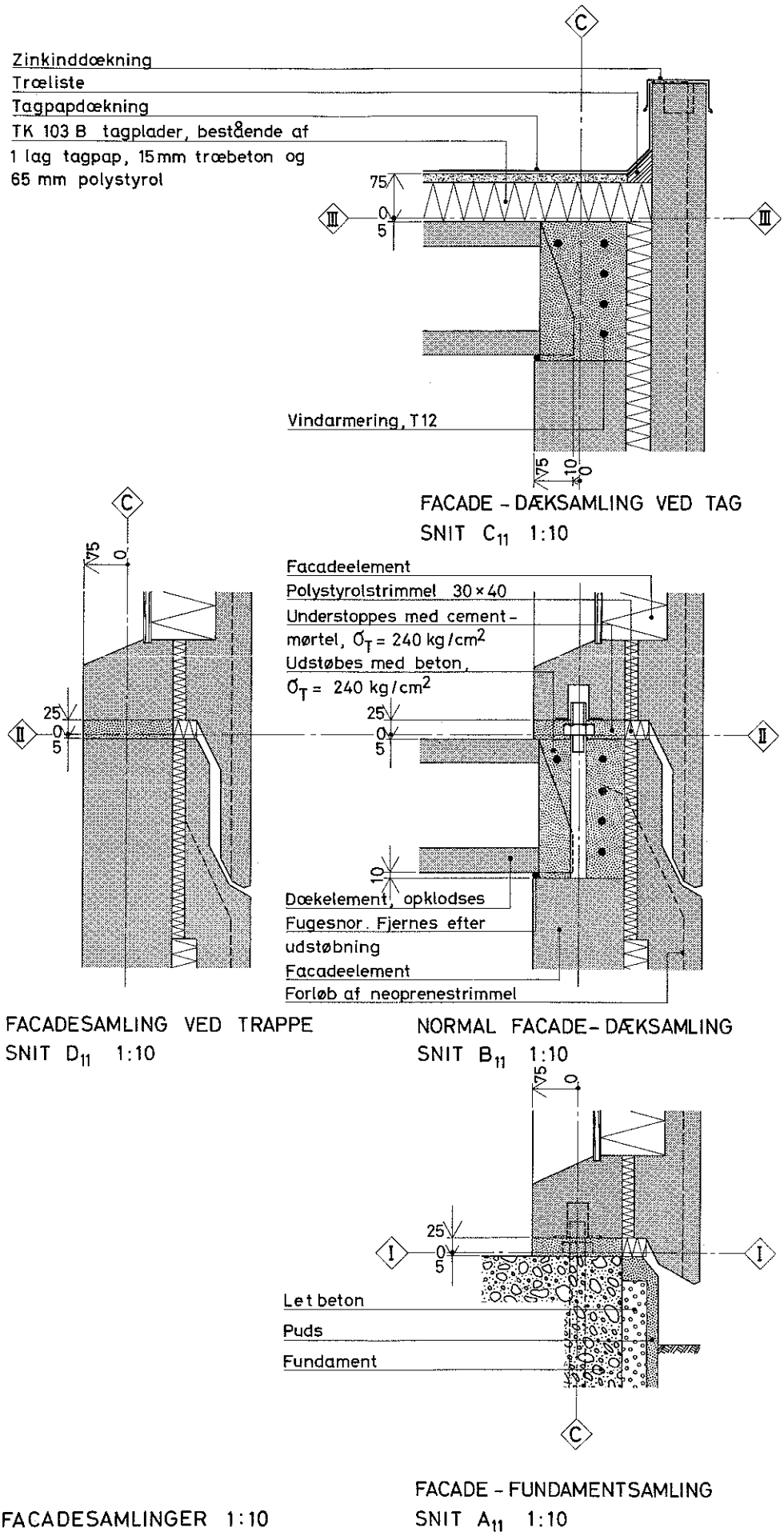
Bjælkevederlag på søjler

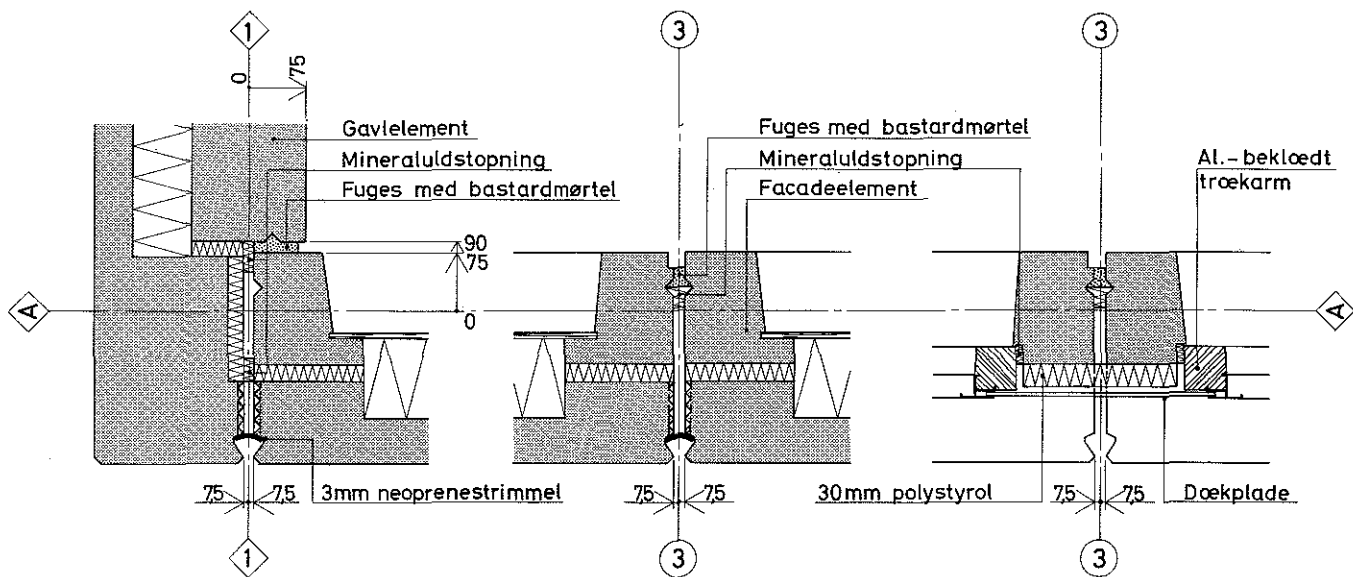
Figur 20.10 viser vandrette snit i søjle-drager-dæk samlingen. Det ses blandt andet, hvordan dæknasterne gør plads for den kraftoverførende udstøbningsbeton i søjlesamlingen.

Figur 20.11 viser lodret snit i samlingen mellem dæk og drager. Dækelementerne er opklodsede, så fugen under vederlagsknasterne kan udstøbes effektivt. Den neutrale zone mellem dækkene giver god plads til udstøbningsbetonen, hvad der imidlertid kun har statisk betydning ved søjlerne.

Neutral zone

Figur 20.07.  
 Facadesamlinger med  
 åbne, ventilerede fuger.  
 ★ Open ventilated joints  
 between external wall pa-  
 nels.





SAMLING MELLEM GAVL-OG FACADEEL.  
SNIT E<sub>11</sub> 1:10

SAMLING MELLEM FACADEELEM.  
SNIT F<sub>11</sub> 1:10

SAMLING MELLEM FACADEELEM.  
SNIT G<sub>11</sub> 1:10

Figur 20.08.

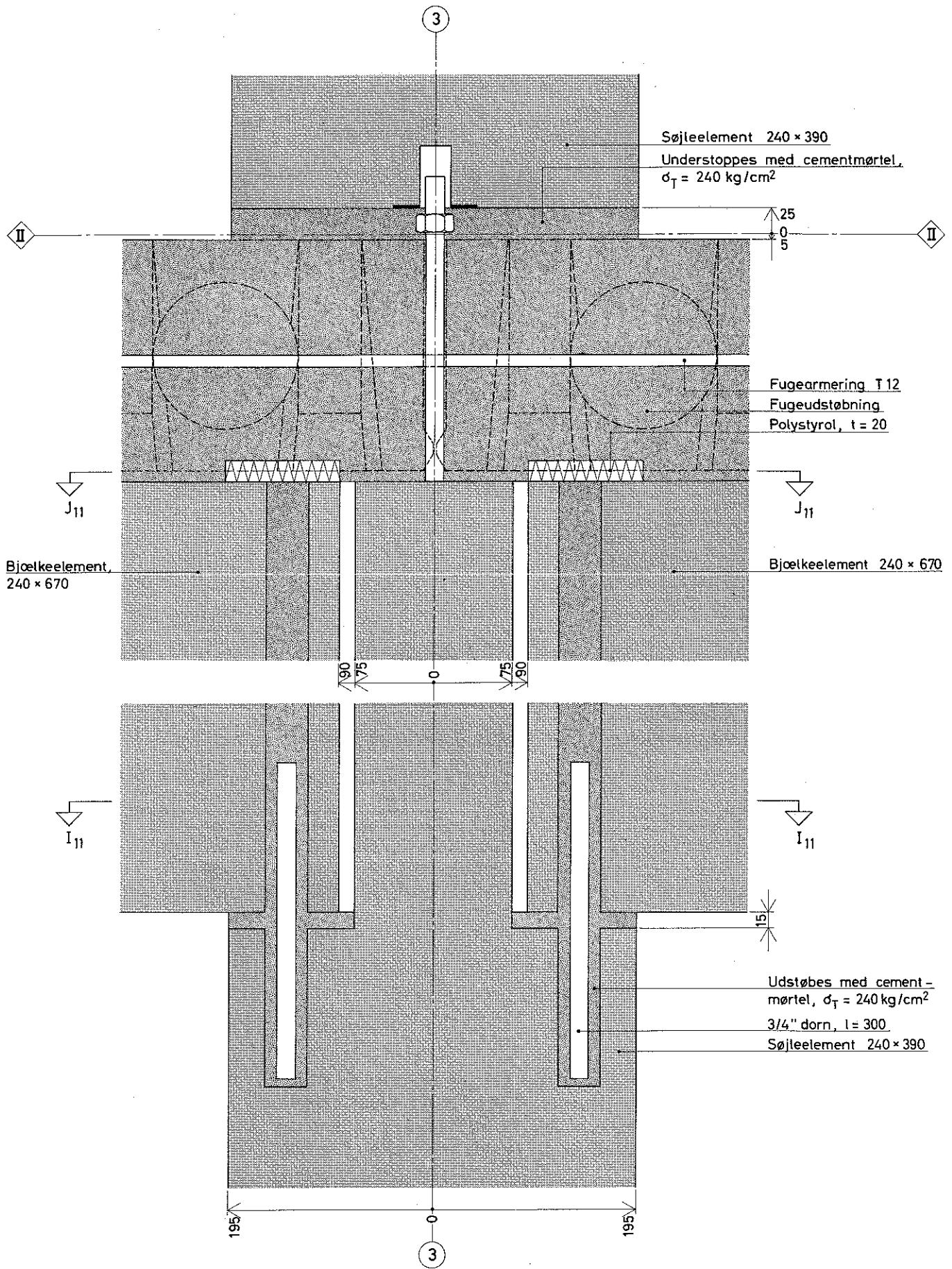
Facadesamlinger med vaskebrøetfuger.

★ Rifled edge (nicknamed „scrubbing board”) joints between external wall panels.

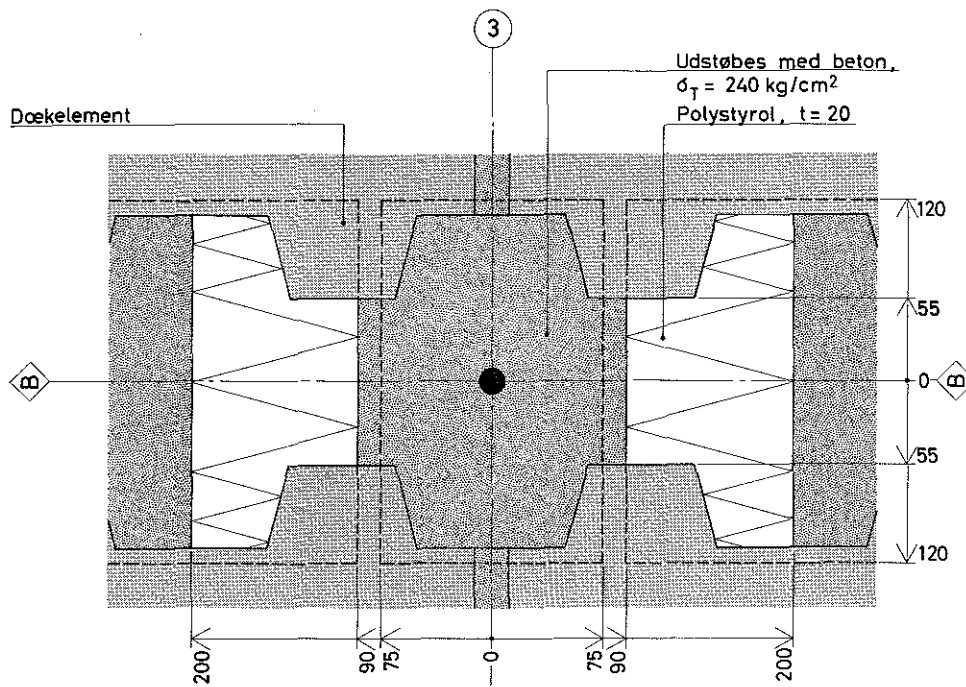
Figur 20.12 viser lodret snit i samlingen mellem dæk og tværvæg, fx trappevæg. Bæretningen er, som det også fremgår af figur 20.02, vendt i trapperummet, og trappevæggen er placeret centralt. For at få plads i udstøbningsarealet er der anvendt et specialdæk med mindre bredde end normalt i samlingen.

Figur 20.13 viser lodret snit i samlingen mellem dæk-sidekant og gavl. Gavlen er forankret til dækket med de viste beslag, som er indstøbt i elementerne. Desuden er udstøbningsarmet med to fugejern, T 12, der føres om hjørnerne ind i de tilsvarende facadefuger. Herved sikres sammenhæng og skivevirkning i konstruktionen. Gavlfugens udformning ud fra de klimatiske funktionskrav er som de øvrige facadefugers.

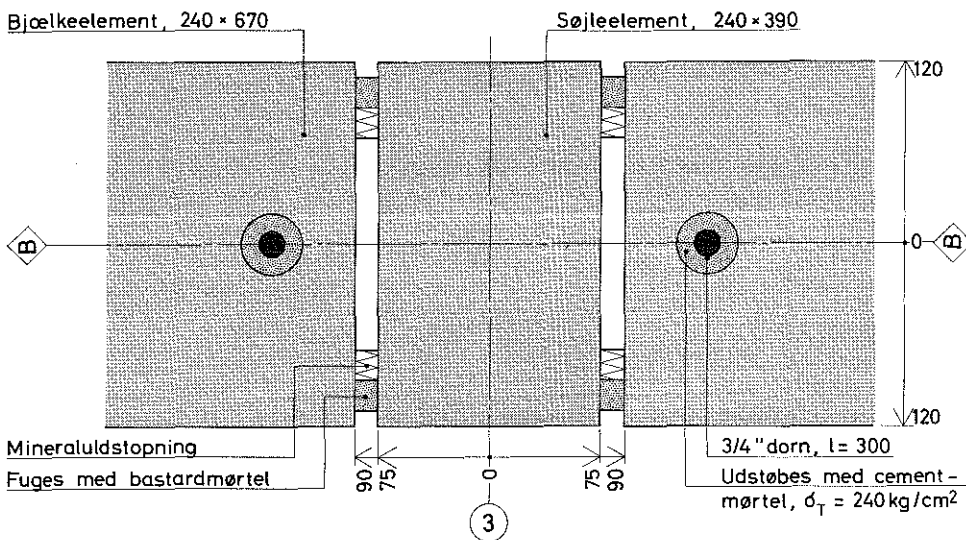
Gavlforankring



SØJLE - BJÆLKE SAMLING, LODRET SNIT  
 SNIT H<sub>11</sub> 1:5



DÆKSAMLING VED SØJLE, VANDRET SNIT  
SNIT J<sub>11</sub> 1:5



SØJLE - BJÆLKESAMLING VANDRET SNIT  
SNIT I<sub>11</sub> 1:5

Figur 20.10.  
Søjle-bjælkesamling.  
★ Column-beam connection.

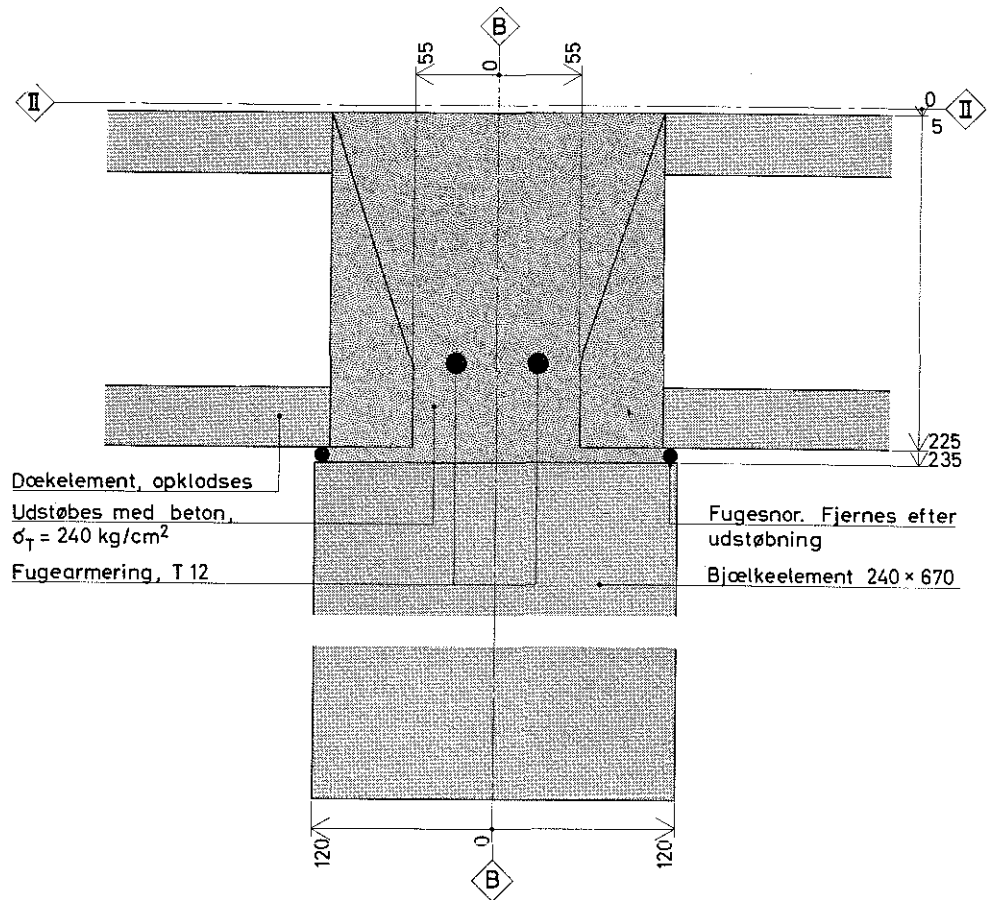
Figur 20.14 viser vandrette snit i karakteristiske samlinger mellem de lette vægge og søjlerne. De lette vægge er af gasbeton, og samlingerne udføres med søm og G-lim efter fabrikkens normale anvisninger. Bemærk stålstifterne, der skydes eller slås ind i betonsøjlerne!

Lette vægge af gasbeton

Figur 20.09. (forrige side)  
Samling mellem søjle, bjælker og dæk.  
★ Connection between column, beams, and floor.

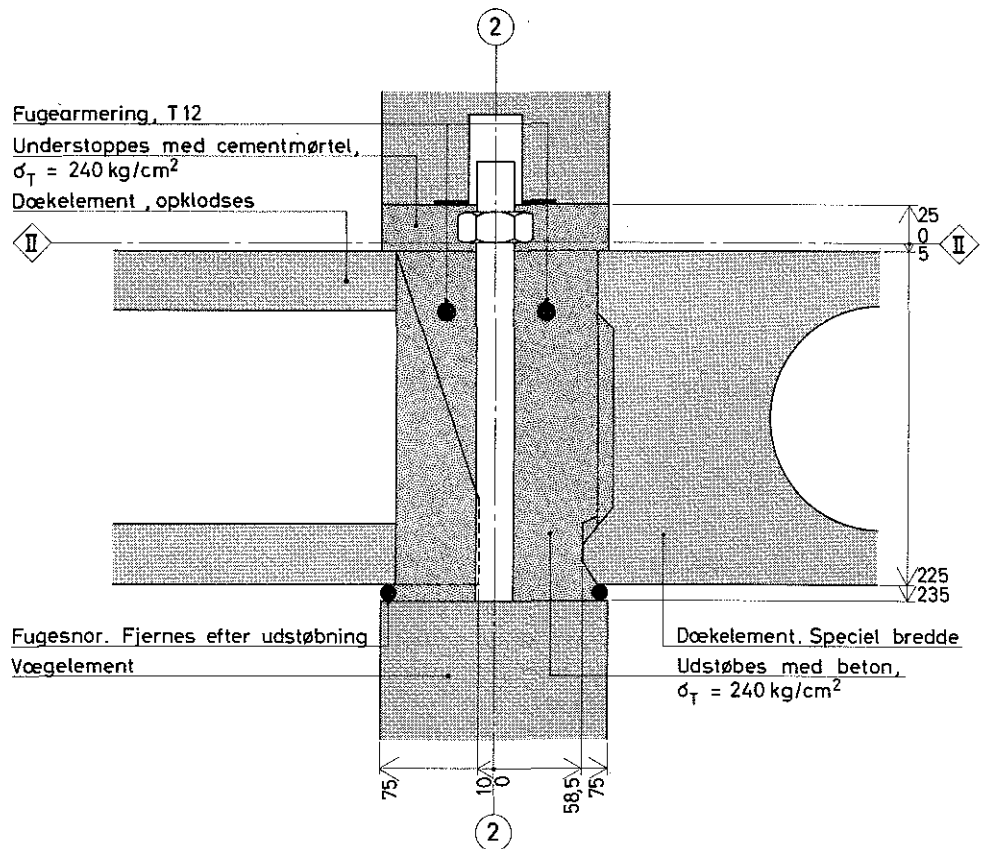


Figur 20.11.  
Dækvederlag på bjælke.  
★ Floor-support on beam.

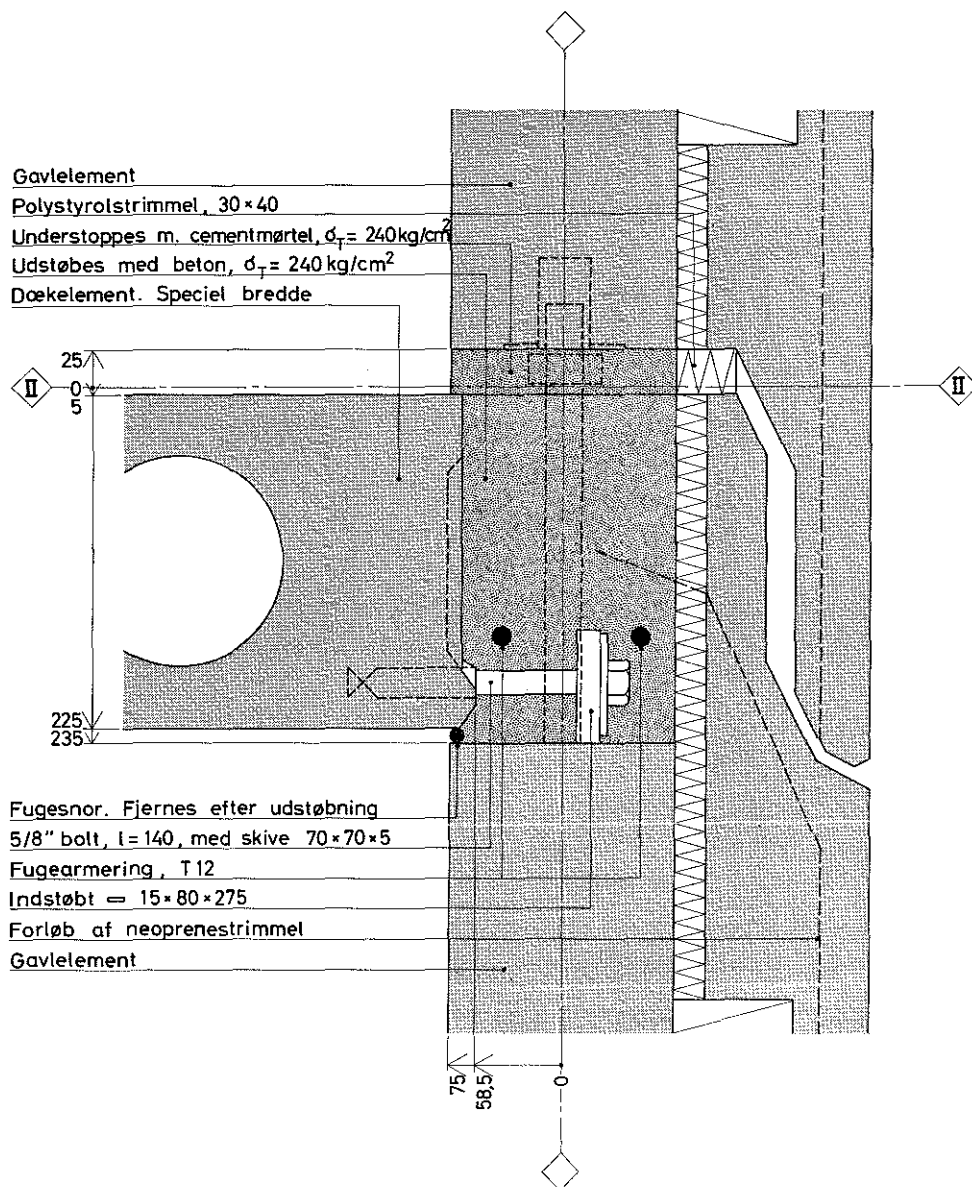


SAMLING MELLEML DÆKELEMENTER PÅ BJÆLKE  
SNIT K<sub>11</sub> 1:5

Figur 20.12.  
Dækvederlag på tværvæg.  
★ Floor-support on cross-wall.



SAMLING MELLEML DÆKELEMENTER VED TRAPPERUM  
SNIT L<sub>11</sub> 1:5



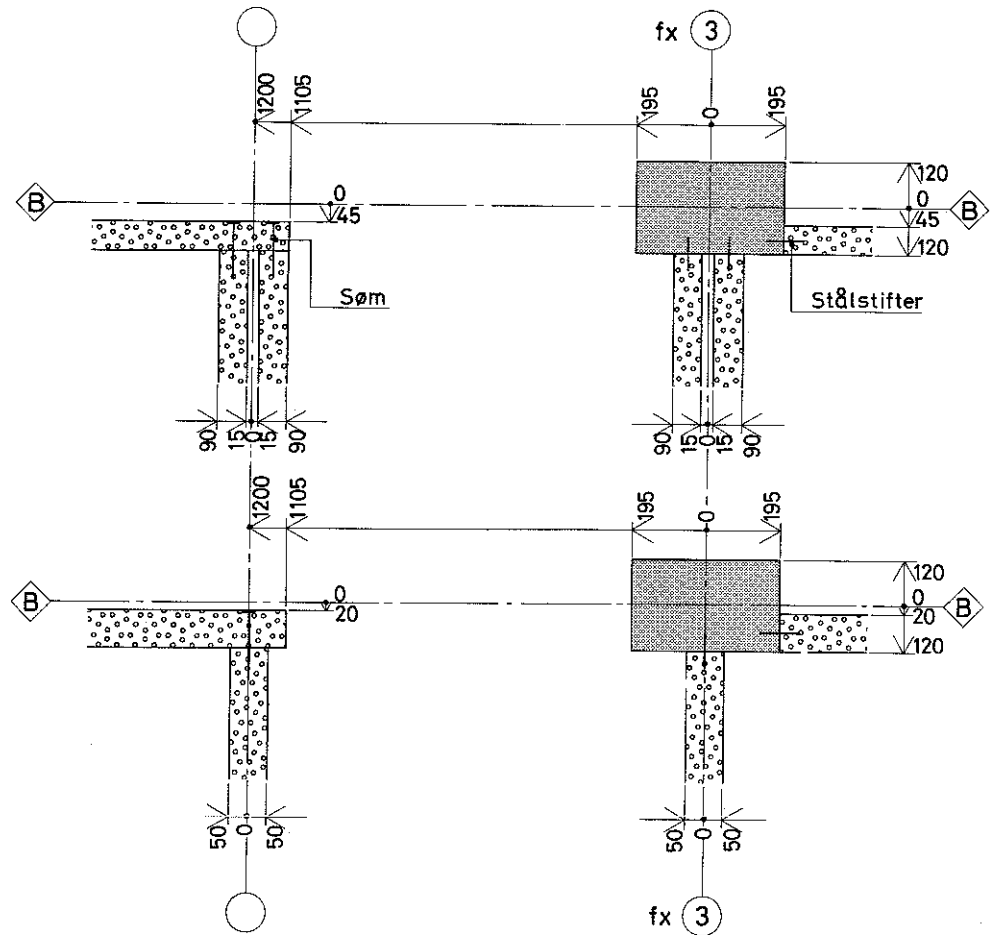
Figur 20.13.  
 Dækskivens forankring til gavlen.  
 ★ The floor diaphragm is anchored to gable-wall.

SAMLING MELLE DÆK- OG GAVLELEMENTER  
 SNIT M<sub>11</sub> 1:5

Figur 20.15 viser vandret snit i samlingerne mellem dørkarm, let væg og søjle. Samlingerne inddækkes som vist, men der bør udføres fugetætning mellem karm og væg for at forbedre lydisolationen.

R & S kontortypehus er et moderne industriprodukt med høj færdiggørelsesgrad i sine elementkonstruktioner, hurtig montage på byggepladsen og en betydelig funktional fleksibilitet i den færdige bygning. Lokalerne virker lyse og venlige uden at være overbelyste, og det fysiske miljø på arbejdspladserne synes at være tilfredsstillende.

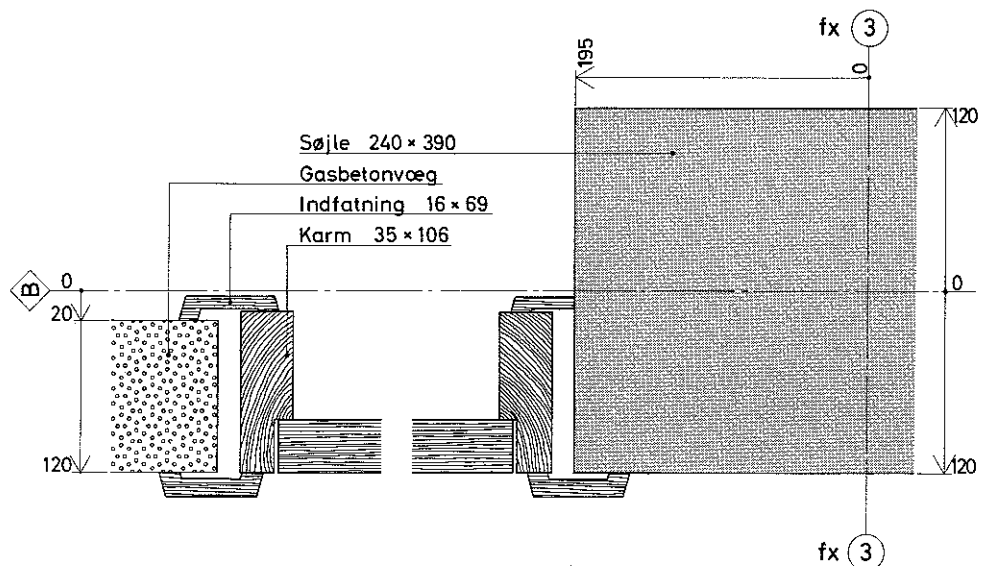
Figur 20.14.  
Samlinger mellem lette vægge af gasbeton.  
★ Joints between light-weight walls of aerated concrete.



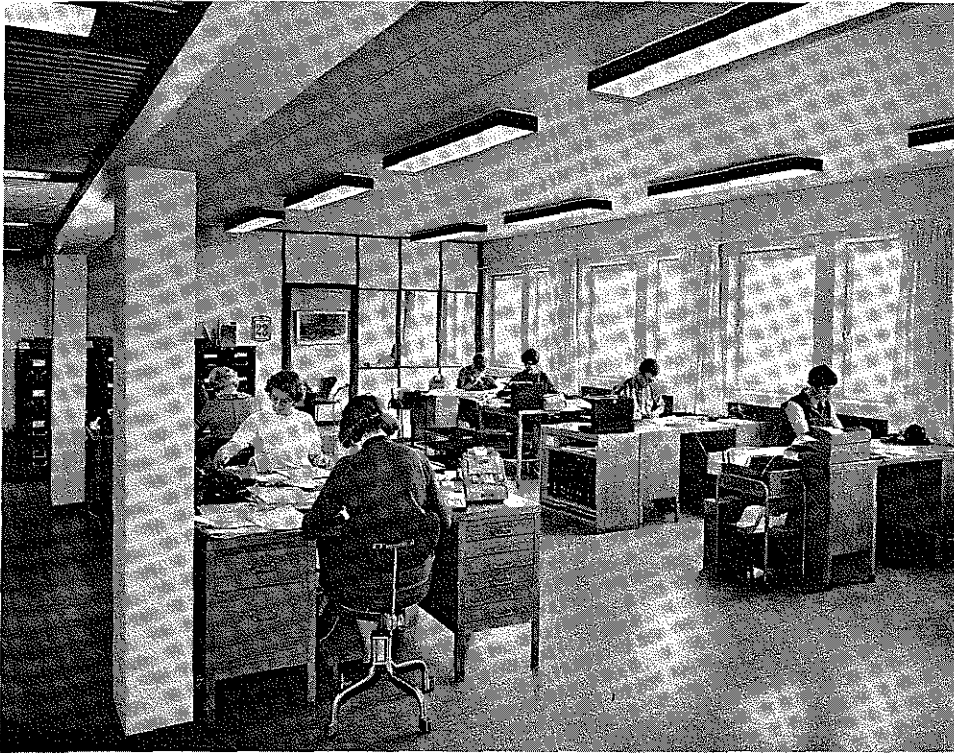
Ved opstilling af gasbetonelementer skal gasbetonfabrikkens arbejdsanvisninger følges.

EKSEMPLER PÅ PLACERING AF GASBETONVÆGGE  
1 : 20

Figur 20.15.  
Samling mellem dør, let væg og søjle.  
★ Joint between door, light-weight wall and column.



EKSEMPEL PÅ KARMTILSLUTNINGER  
1 : 5



*Figur 20.16.*  
*Interiør fra kontorhus.*  
★ *Interior of office*  
*building.*



*Industrilæg opført i totalentreprise af Højgaard & Schultz A/S. Projektet omfatter en af firmaets typehaller samt en administrationsbygning.*



# 21

# 21. H & S typehal

## Modulprojekt, eksempel 12

Gennem mange år har vore store entreprenørfirmaer udført industrihaller af præfabrikerede komponenter, fortrinsvis af beton, undertiden af stål eller træ. Bag disse projekter ligger der således en relativ lang udviklingsperiode, som nu har ført til, at firmaerne tilbyder sådanne bygninger i en mere eller mindre typiseret udgave, undertiden i totalentreprise, dvs „nøglefærdige”. Typehalbegrebet skal tages med et vist forbehold. Projekterne er sjældent mere typiserede, end at bygherren har mange muligheder for at gribe ind og få bygningen tilpasset sit individuelle behov. Visse hovedmål, materialer og konstruktionsprincipper ligger dog nogenlunde fast, og man må forudse, at udviklingen i løbet af nogle år vil føre til en rendyrkning af typehallens idé, forhåbentlig med en rationalisering og billiggørelse af produktet som resultat. Figur 21.01 og -02 viser forskellige typiske konstruktioner i halbyggeriet med varieret materialevalg.

I dette kapitel beskrives Højgaard & Schultz's typehaller, dels ud fra firmaets kataloger, dels ud fra arbejdstegninger til nogle af de haller, firmaet har opført. Se fx figur 21.03, -19 og -20.

### 21.1 Byggeprogram og valg

#### Funktionskrav

Ingen bygninger skal vel rumme så forskelligartede funktioner som industriens haller. Maskiner og transportanlæg udvikles hurtigt i disse år, og en hård international konkurrence nødvendiggør en stadig produktudvikling med heraf følgende ændrede produktionsmetoder. Derfor skal industribygninger være multianvendelige. Og derfor bør de projekteres efter de rigelige måls princip. Også for at de kan bevare deres værdi i tilfælde af, at virksomheden ønsker at sælge dem. Som omtalt i kapitel 17, søger man blandt andet gennem en præferencemålordening at sikre bygningernes generelle anvendelighed.

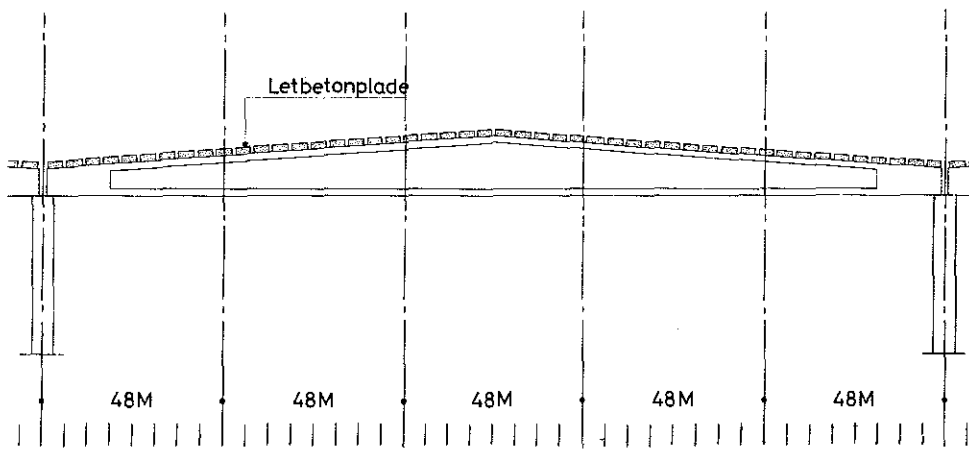
#### Præferencemål

De rigelige måls princip fører til stadig større spændvidder og halenheder. Anvender man søjle-drager systemer ligger det søjlefri areal normalt på 100-150 m<sup>2</sup> med voksende tendens, mens spændvidderne befinder sig i området 10 – ca 25 m for betonkonstruktioner. Med stålbjælker når man op på ca 40 m, og med buer i stål eller træ til ca 50-70 m. Disse store enheder viser klart, at målspring mellem mulige mål må vokse med målenes absolutte størrelse – netop det princip, som præferencemålrækkerne er opbygget efter.

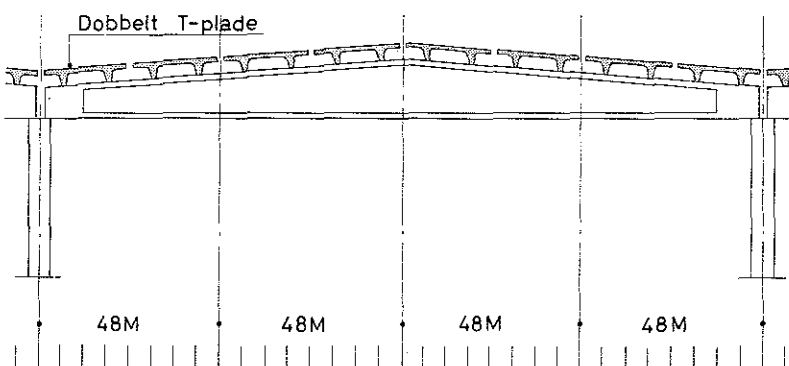
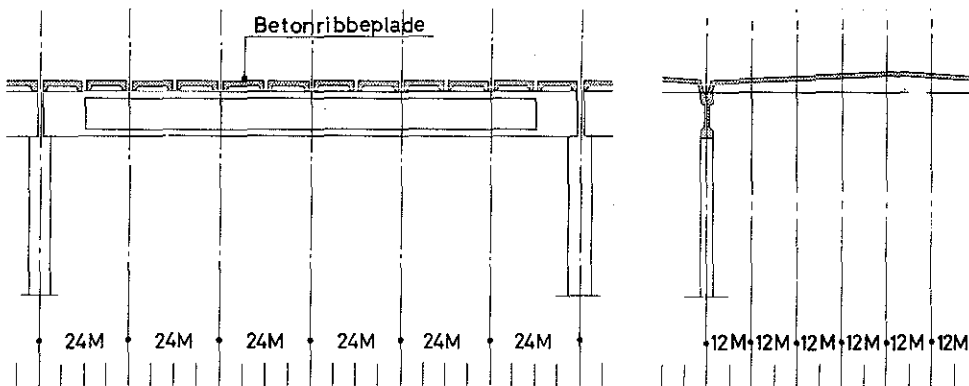
#### Hoveddimensioner

#### Byggesystemet i H & S typehaller

Til Højgaard & Schultz's typehal er valgt et byggesystem med indspændte søjler af jernbeton, hoveddragere af strengbeton, type 108/30 og tagplader udført som ribbeplader med udvendig isolering af skumplast afdækket med pap. Facaderne er udført af 200 mm beton sandwich-elementer, isoleret med 75 mm mineraluld. Hoveddragerne spænder i dette projekt 19,2 m, og tag-ribbepladerne 7,2 m, hvorved det søjlefri areal bliver  $19,2 \times 7,2 \text{ m}^2 = 138 \text{ m}^2$ . Målene er valgt fra præferencemålrækken for halbyggeri. Herved opnås, at det er muligt at underdele fagbredder og -vidder, når der skal vælges modulmål for tag- gavl- og facadeelementer. Alle disse elementer vælges 24M brede, og typehallen består således af følgende modulære komponenter:



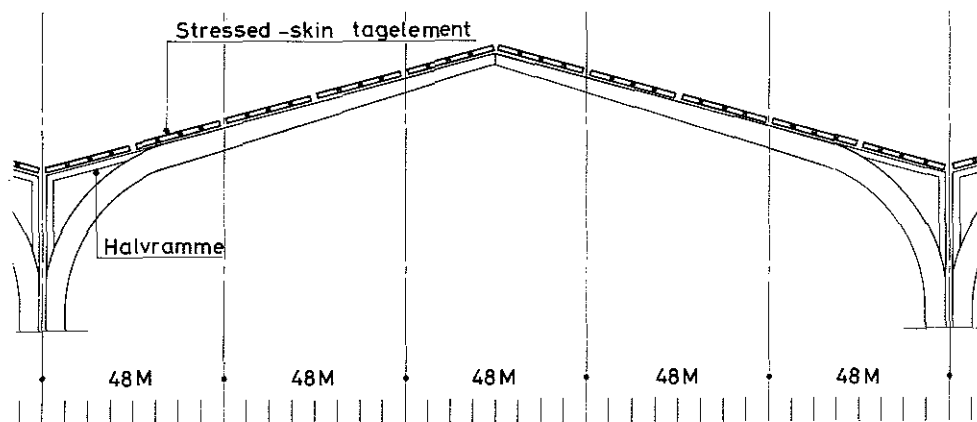
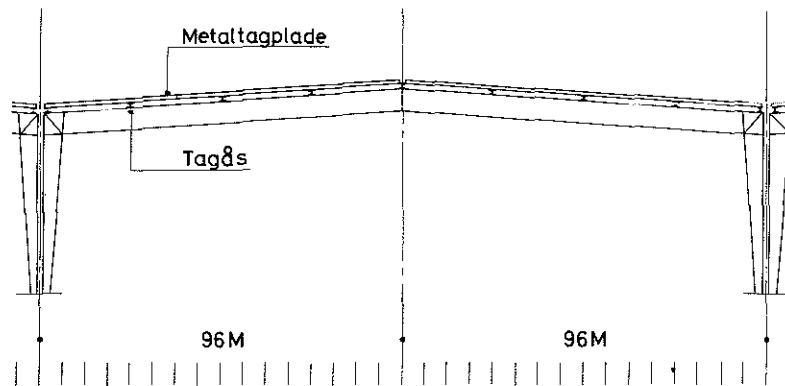
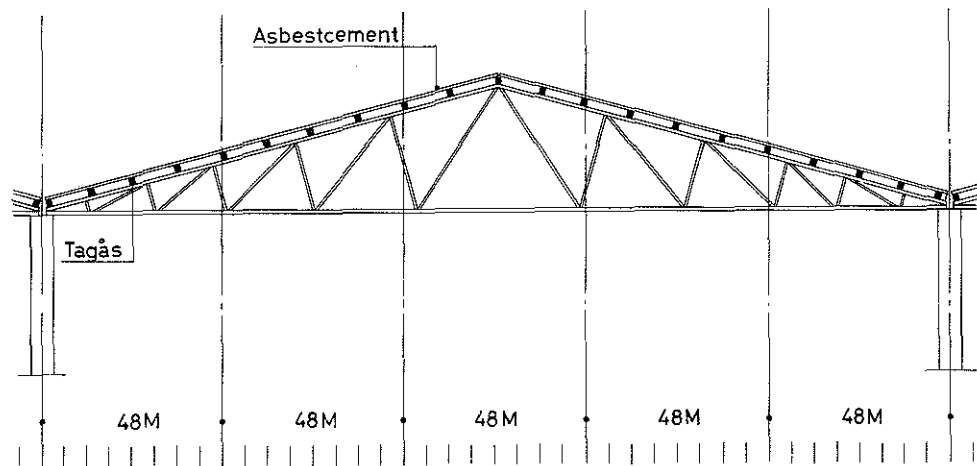
Figur 21.01.  
 Haltyper med tagkonstruktion af beton.  
 ★ Industrial building types with concrete roof structure.



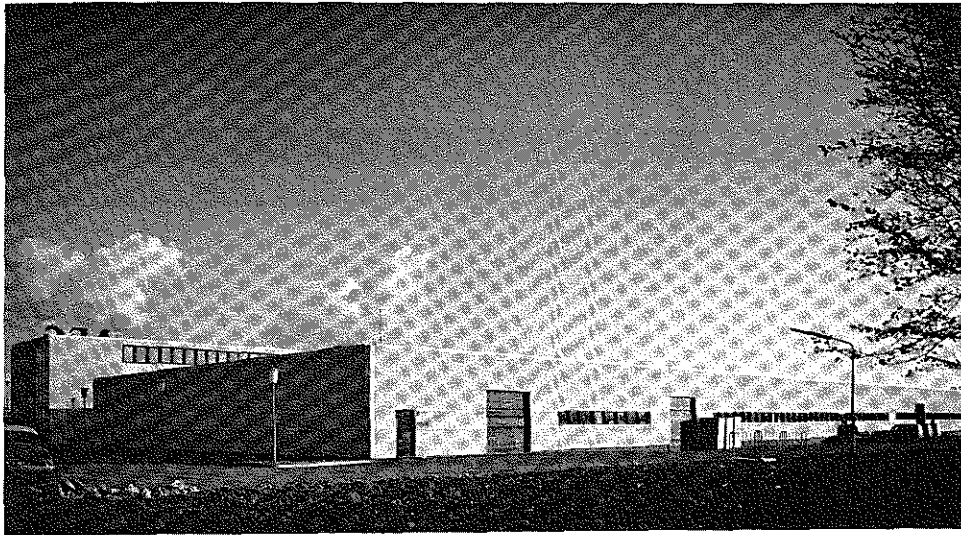
1 : 200



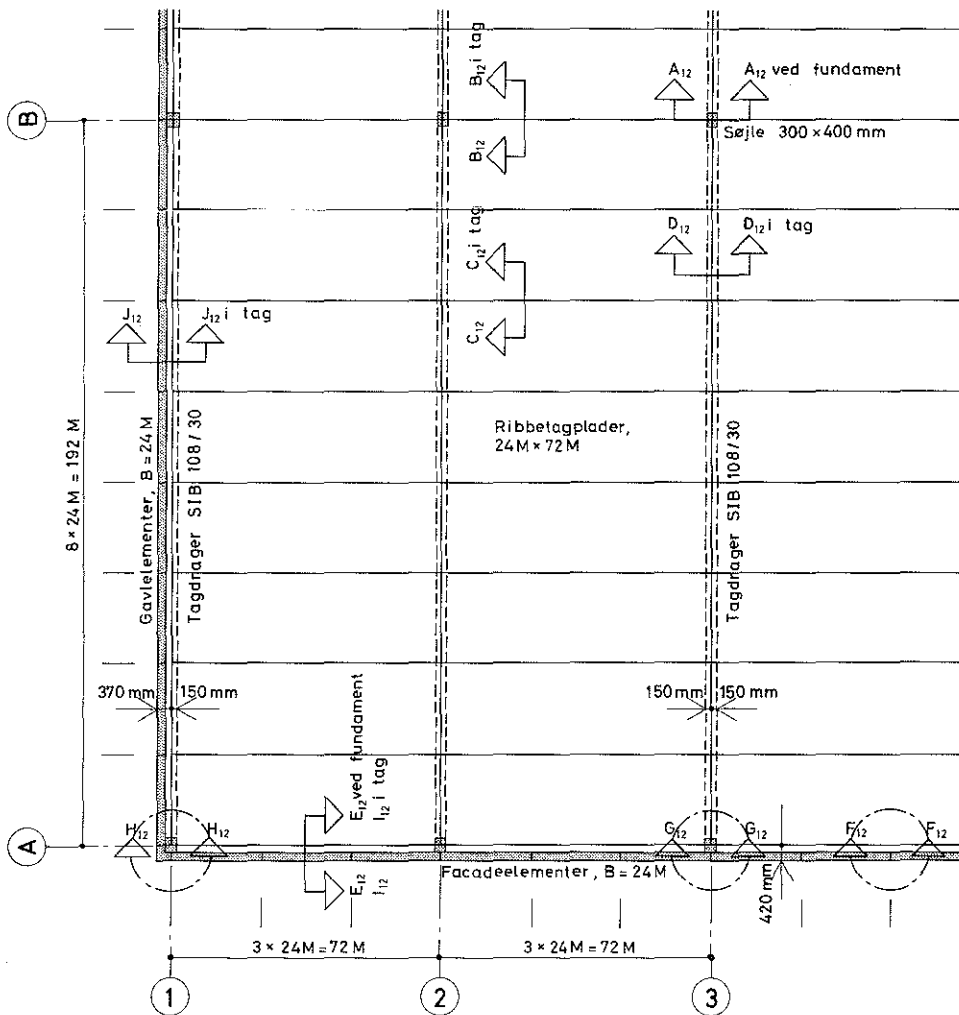
Figur 21.02.  
Halter med tagkonstruktion af stål eller træ.  
★ Industrial building types with roof structure of steel or timber.



1 : 200



Figur 21.03.  
*H & S typehal med beton sandwich-elementer.*  
 ★ *H & S typified industrial building with laminated (sandwich-)panels.*



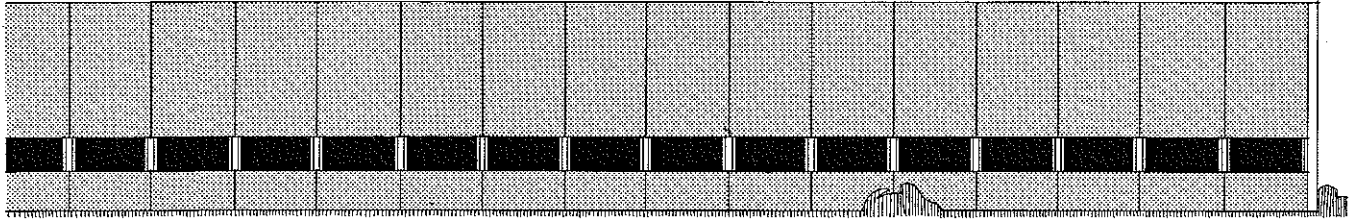
Figur 21.04.  
*Moduloversigtstegning, udsnit af plan.*  
 ★ *Part of general modular plan.*

EKSEMPEL 12  
 MODULOVERSIGTSTEGNING 1 : 200

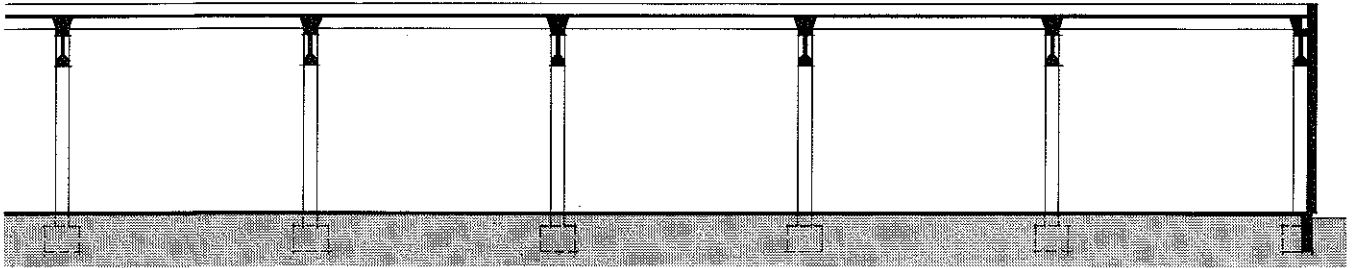
Tagplader  
 tagbjælker, SIB 108/30  
 gavlelementer  
 facadelementer  
 -søjler

$L \times B = 72M \times 24M$   
 $L = 192M$   
 $B = 24M$   
 $B = 24M$   
 $a \times b = 300 \times 400 \text{ mm}$

Typehallens modulkatalog

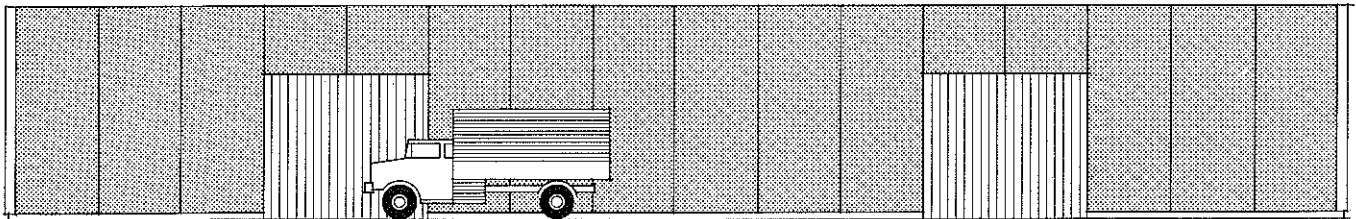


Facadeudsnit

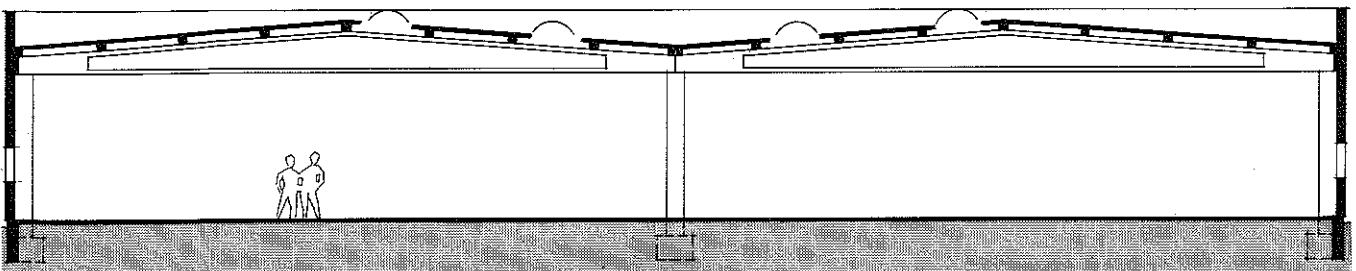


Længdesnit

### H&S TYPEHAL



Gavl



Tvørsnit

### H&S TYPEHAL

Figur 21.04 viser komponenterne placeret i en moduloversigtstegning, der er et hjørne-udsnit af bygningens totale grundplan.

Figureerne 21.05 og -06 viser hallens facade, gavl, længde- og tværsnit.

## 21.2 Statisk hovedsystem

Typehallens statiske hovedsystem består foruden af de indspændte søjler af simpelt understøttede bjælker og plader i tagkonstruktionen. Normalt indgår tagfladen i det afstivende system som en skive, der fordeler de horisontale kræfter til søjlerne, eventuelt til andre afstivende konstruktioner i facade eller gavl. Vindkræfter på facader og gavle optages forneden af sokkelen – undertiden ved simpel friktion, foroven af tagkonstruktionen. Hvis tagskiven ikke er i stand til at optage denne vindbelastning direkte, må den overføres gennem en vindbjælke til søjlerne. Figur 21.07 viser et eksempel på en sådan konstruktion.

Vandrette kræfter

Hoveddragernes vederlag på søjletoppen vil normalt være faste, simple understøtninger. Dette medfører ekstra spændinger i søjlerne som følge af krybning i de forspændte dragere. For større, sammensatte konstruktioner kan disse ekstra spændinger blive meget betydelige, og der må derfor tages hensyn hertil ved dimensioneringen.

Ekstra spændinger i søjlerne

Spændingerne kan begrænses ved at udføre bjælkevederlagene med bevægelige lejer, fx af neoprenplader, men også denne konstruktion medfører betydelige spændinger i søjlerne, da der skal ret store kræfter til at deformere neoprenpladerne. En omhyggelig gennemregning af hele konstruktionen er derfor stadig påkrævet for at klarlægge disse forhold.

Armerede neoprenlejeplader

Et andet forhold, der må overvejes i forbindelse med større halprojekter er spørgsmålet om ombygninger, specielt udvidelser. Det vil ofte være muligt at udføre konstruktionerne således, at facader og gavle kan demonteres, hvis hallen ønskes udvidet i den pågældende retning. Tilbygning af nye halenheder kan da foregå uden væsentlige driftsforstyrrelser i den oprindelige bygning. Men ved tilbygning opstår der sædvanligvis nye statiske betingelser i den samlede rumlige konstruktion, og det vil også af denne grund være nødvendigt, at projektet på forhånd er forberedt for sådanne ændringer, og at de ændrede spændinger fra vind- og/eller massekræfter samt svind og krybning kan optages.

Ombygning, tilbygning

Figur 21.05. (forrige side)

H & S typehal, facade og længdesnit.

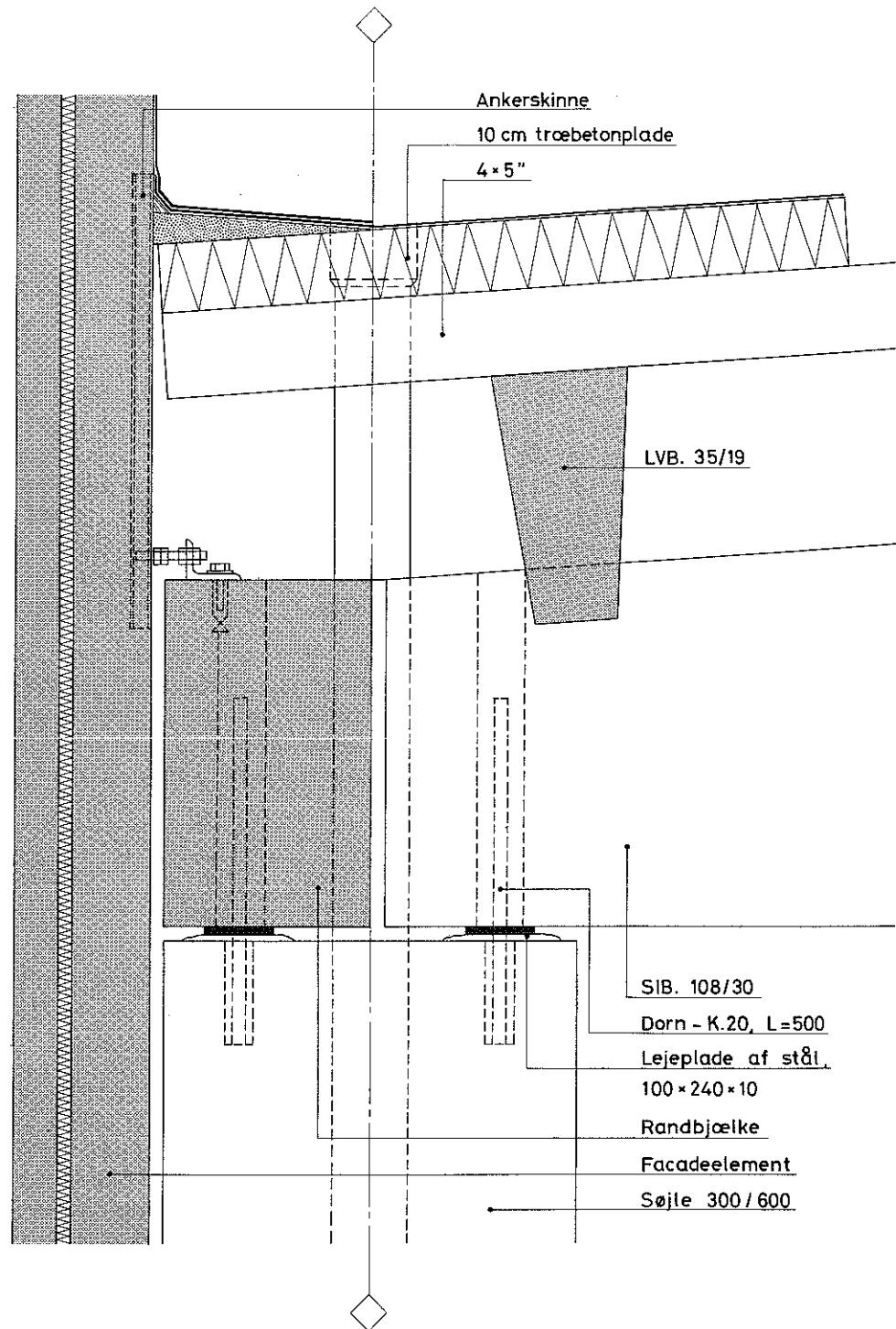
★ H & S typified industrial building, facade and longitudinal section.

Figur 21.06. (forrige side)

H & S typehal, gavl og tværsnit.

★ H & S typified industrial building, gable and cross-section.

Figur 21.07.  
Lodret snit i vinddrager  
ved facade.  
★ Vertical section of  
windbrace at external  
wall.

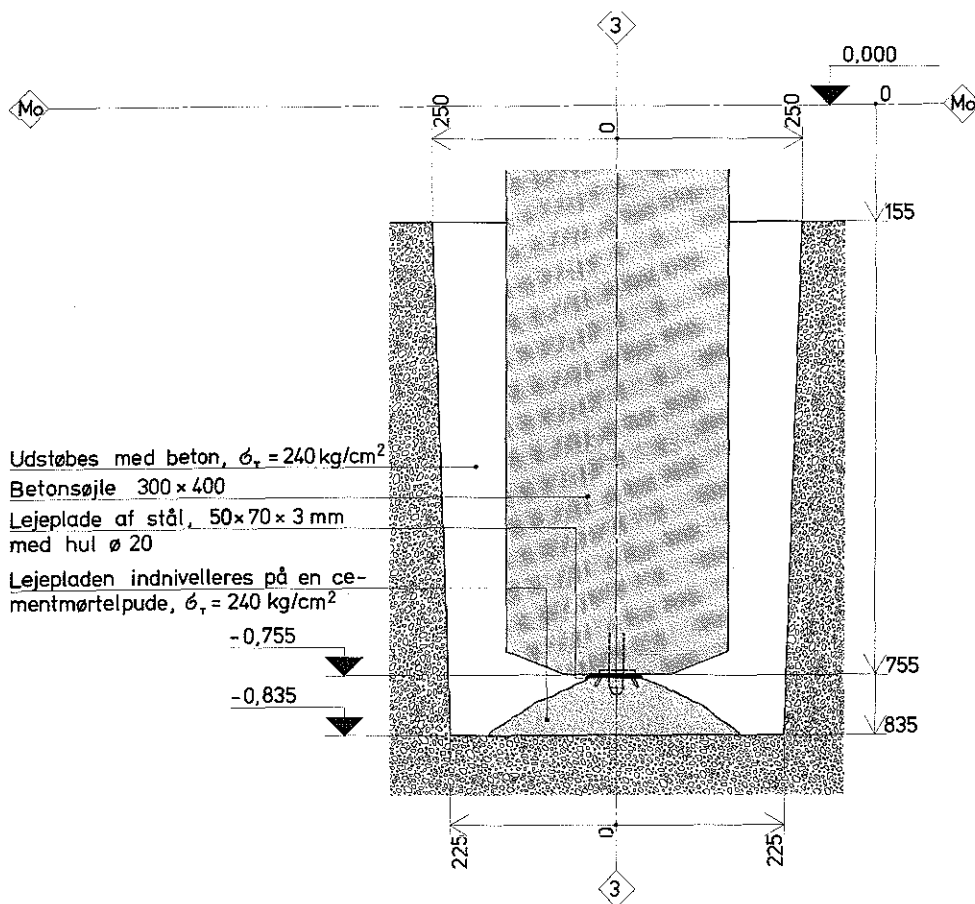


SAMLING MELLE TAG, FACADE, DRAGERE OG TAG  
1 : 10

## 21.3 Elementer og samlinger

### Søjlejustering

Figur 21.08 viser lodret snit i samlingen mellem søjle og fundament. Søjleplaceringen såvel i højde som plan sikres ved at indmåle og nivellere den viste lejeplade i fundamentets udsparring. Herved lettes søjlemontagen, idet kranen kun behøver at aflevere søjlen på fundamentspladen, uden at skulle medvirke under justeringen, som i øvrigt blot består i at stille søjlen i lod og afstive den



Figur 21.08.  
Lodret snit i samling mellem søjle og fundament.  
★ Vertical section of connection between column and foundation.

Lejepladerne må tidligst belastes 2 døgn efter udlægningen

SAMLING MELLEM SØJLE OG FUNDAMENT  
SNIT A<sub>12</sub> 1 : 10

under udstøbningen. Søjlefundamentet dimensioneres efter belastningen og jordbundsforholdene, og man skal være opmærksom på, at der ikke sker en gennemløkning af fundamentsbunden.

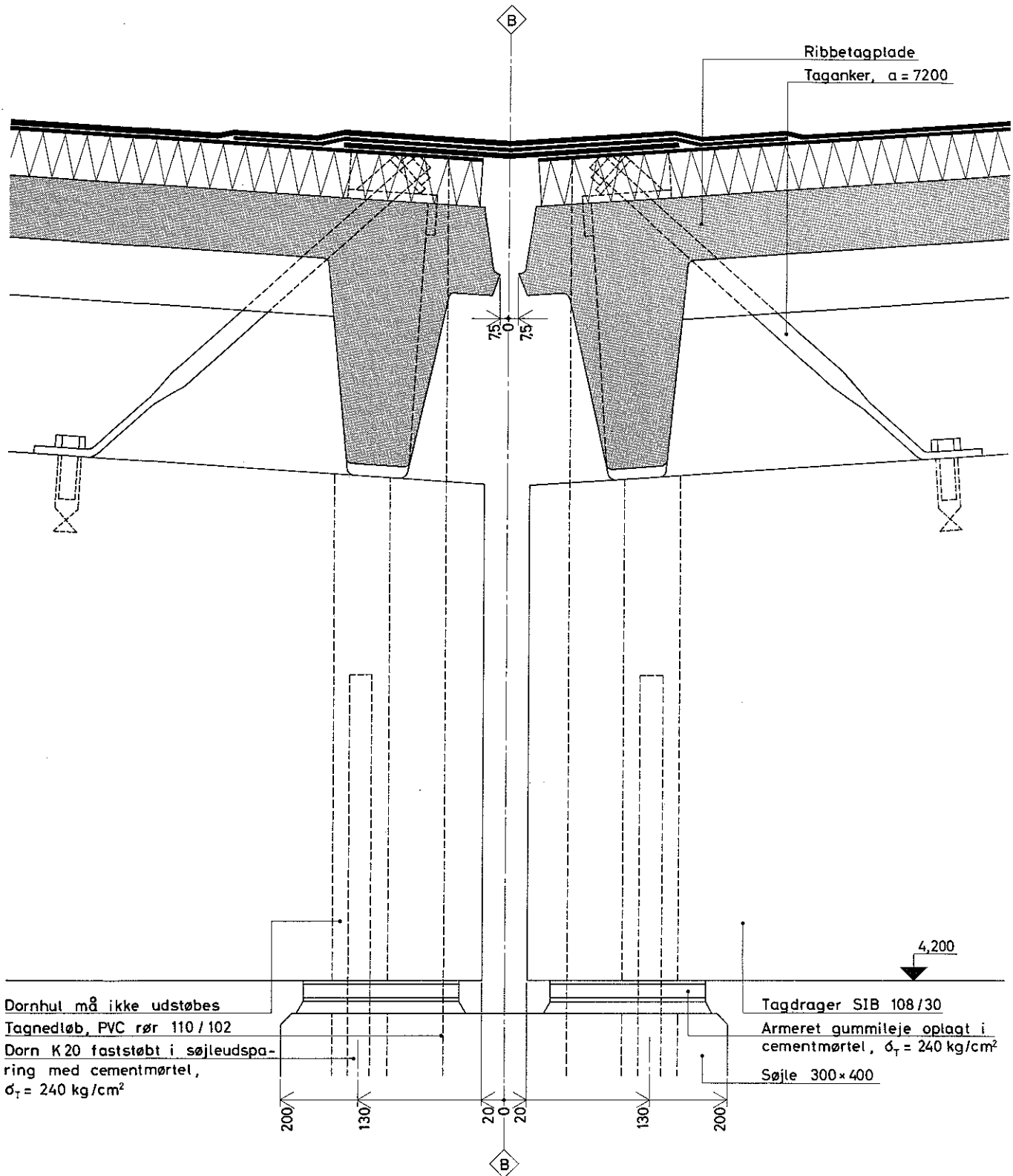
Figur 21.09 viser lodret snit i ribbetagplader ved søjletop og dragervederlag. Samlingen er udført med dilatationsfuger, idet dragerne er oplagt på neopren lejer. Også fugen i tagdækningen er udført bevægelig, og da en del af tagfladen skal afvandes her, opstår der et yderst kritisk tæthedspøblem, som må løses i samarbejde med tagpapfirmaet. Den på tegningen viste fugeinddækning antyder, hvorledes tagpappen oplægges – de nederste lag uden klæbning, således at bevægelserne kan foregå uden at rive pappen i stykker. Tagfladen afvandes til et nedløbsrør, indstøbt i søjlen, som vist. SIB-dragerne fastholdes på søjletoppen ved friktion i lejepladerne, og er desuden sikrede med de viste dorne. Affasningen af tagpladernes ribber er forklaret under omtalen af figur 21.12.

Dilatationsfuger

Fugeinddækning

Figur 21.10 viser lodret snit i ribbetagpladerne, hvor vederlaget er fast. Da samlingen ikke skal optage bevægelser, er tagpladerne fastholdt til SIB-drageren med det viste, indstøbte anker. Fugearmeringen mellem tagpladerne skal sikre tagfladens skivevirkning. Af hensyn til små svindbevægelser (revner) mellem tagpladerne indbyrdes, er der over fugerne på ny lagt en uklæbet papstrimmel, som sikrer, at bevægelserne kan optages uden at give revner i pappen. Undlader man disse fugestrimler, vil pappen trækkes over, fordi underlaget har vedvarende temperatur- og svindbevægelser.

Skivevirkning



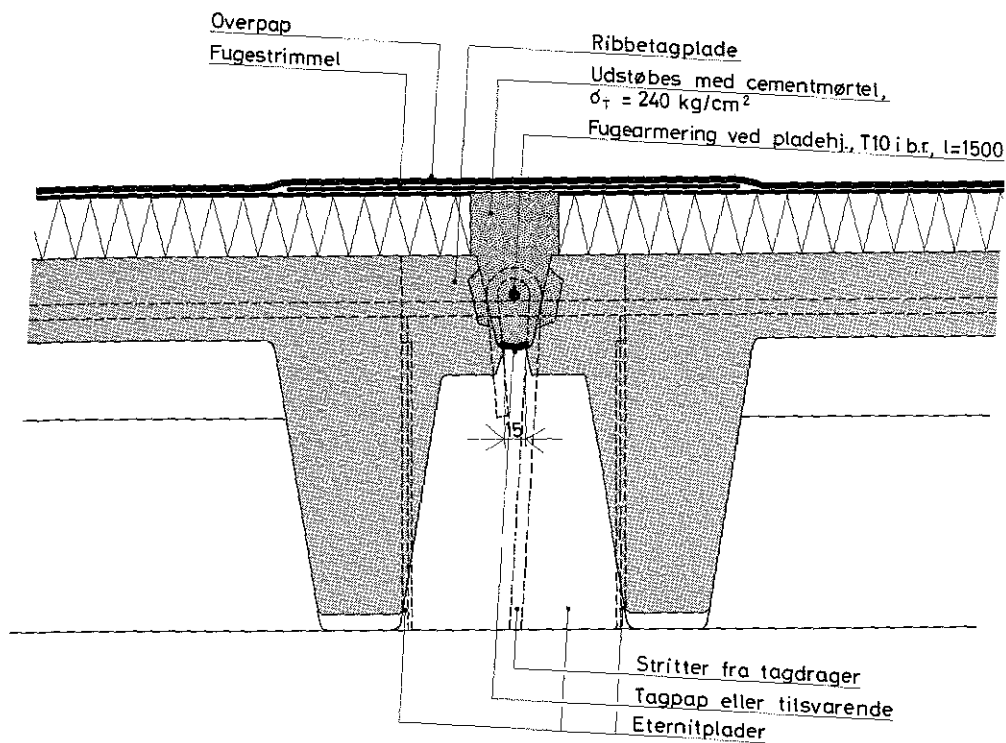
Inddækningen udføres efter tagpaleverandørens anvisninger

SAMLING MELLEM SØJLE, TAGDRAGERE OG TAGPLADER VED DILATATIONSFUGE  
SNIT B<sub>12</sub> 1:5

Figur 21.09.

Lodret snit i samling mellem søjle, hoveddrager og ribbeplader ved dilatationsfuge.

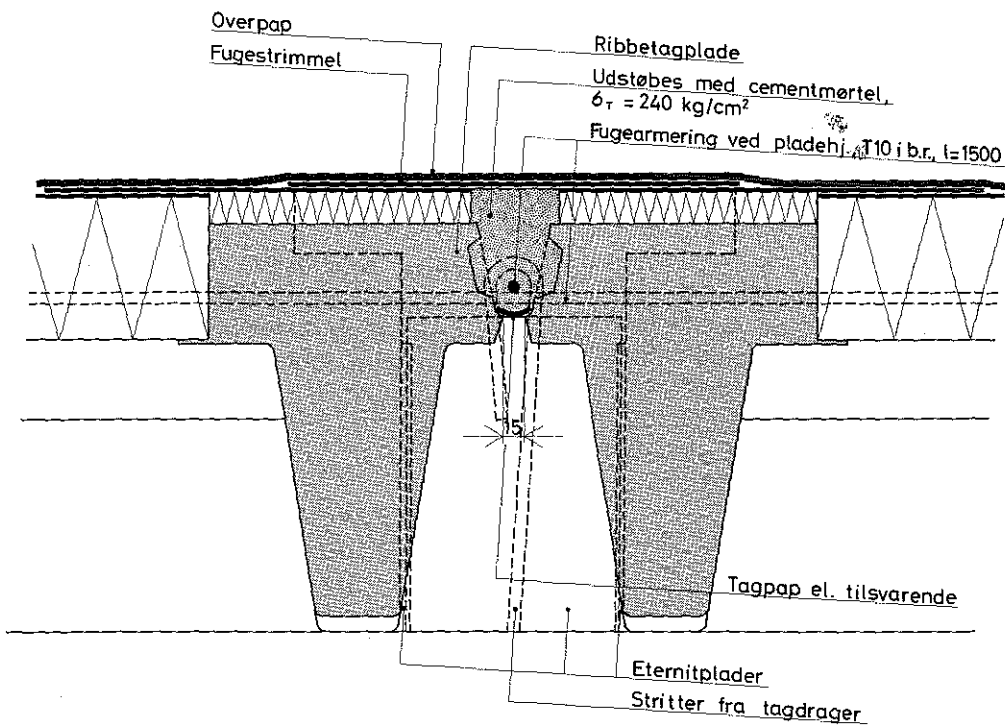
★ Vertical section of connection between column, main girders and ribbed roof slabs at expansion joint.



Figur 21.10.  
Lodret snit i samling mellem ribbeplader.  
★ Vertical section of joint between ribbed roof slabs.

Som begrænsning for mørtel, der udstøbes omkring stritter ved pladehjørner, opstilles f.eks. eternitplader.

SAMLING MELLE M RIBBETAGPLADER  
SNIT C<sub>12</sub> 1:5



Figur 21.11.  
Tagribbeplader med træbeton.  
★ Ribbed roof slabs with wooden concrete.

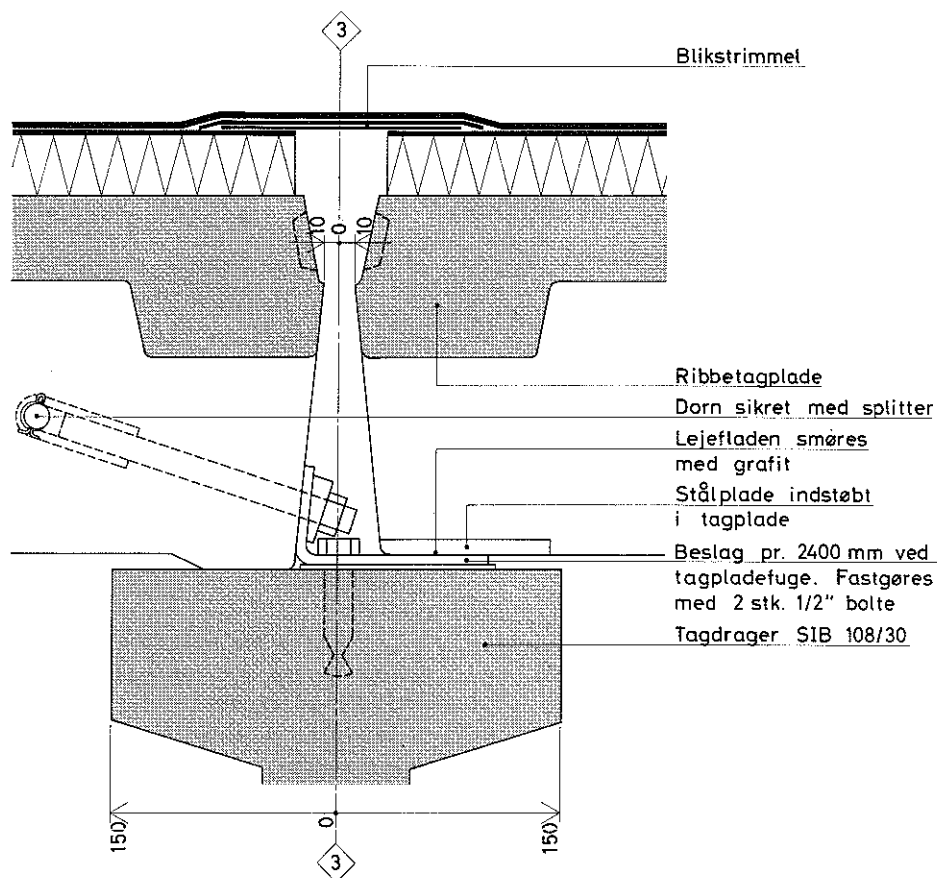
Som begrænsning for mørtel, der udstøbes omkring stritter ved pladehjørner, opstilles f.eks. eternitplader.

SAMLING MELLE M RIBBETAGPLADER  
SNIT C<sub>12</sub> 1:5



Figur 21.12.  
Lodret snit i samling mellem ribbeplader ved dilatationsfuge.

★ Vertical section of joint between ribbed roof slabs at expansion joint.



Inddækningen udføres efter tagpapleverandørens anvisninger

### SAMLING MELLEM TAGDRAGER OG TAGPLADER VED DILATATIONSFUGE

SNIT D<sub>12</sub> 1:5

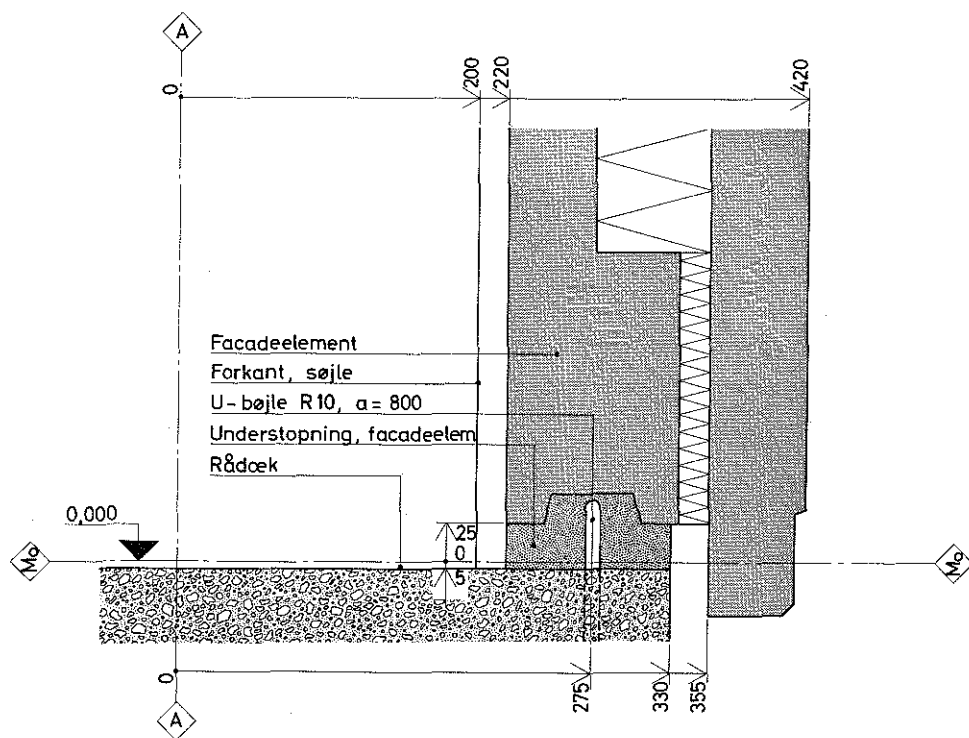
#### Tagplade med træbeton

Figur 21.11 viser en alternativ tagpladeløsning: ribbeplader, hvor en del af pladtværsnittet er erstattet med træbeton. Løsningen har følgende fordele: Den nedsætter tagets egenvægt. Den er billigere, fordi træbetonen både bærer og isolerer. Den er lydregulerende på grund af træbetonens porøsitet. Det eneste forbehold, man må tage overfor konstruktionen, er, at den i bygninger med høj luftfugtighed øger risikoen for kondens.

#### Bevægeligt leje med grafit

Figur 21.12 viser lodret snit i samlingen mellem ribbeplader og SIB-drager, hvor vederlaget for den ene række plader er bevægeligt. Det bevægelige leje er opbygget på den forankringsplade, der fastholder den modstående tagplade, og lejefladen er smurt med grafit. Der er på ny inddækket over fugen med uklæbede strimler, understøttet på en blikstrimmel, da fugen naturligvis ikke må udstøbes. Det fremgår af figurene 21.09-12, at udførelsen af samlingerne må kontrolleres omhyggeligt, da de indeholder tilsyneladende små forskelle, som imidlertid er afgørende for den rette funktion. Affasningen af tagpladernes hovedribber over vederlaget er udført, for at pladerne ikke skal rive vederlaget op under bevægelserne. Nedfald af afskallet beton fra samlinger, der ikke er sikrede på denne måde, kan i uheldige tilfælde forårsage særdeles kostbare skader og driftstop, hvis kompliceret maskineri rammes. Målafsetningslinie 3 ligger i søjleaksen.

#### Kontrol af arbejdsudførelsen

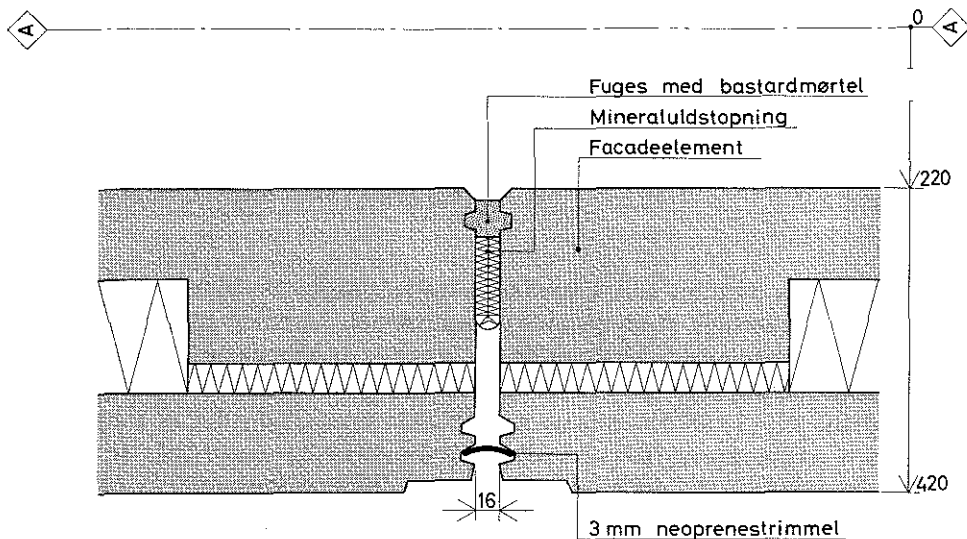


Figur 21.13.  
Lodret snit i samling mellem facadeelement og fundament.

★ Vertical section of joint between external wall panel and foundation.

Elementet opstilles på indnivellerede stålplader på bygningsplanet.  
Elementet understoppes med jordfugtig cementmørtel

SAMLING MELLEM FACADEELEMENT OG FUNDAMENT  
SNIT E<sub>12</sub> 1:5



Figur 21.14.  
Vandret snit i samling mellem facadeelementer.  
★ Horizontal section of joint between external wall panels.

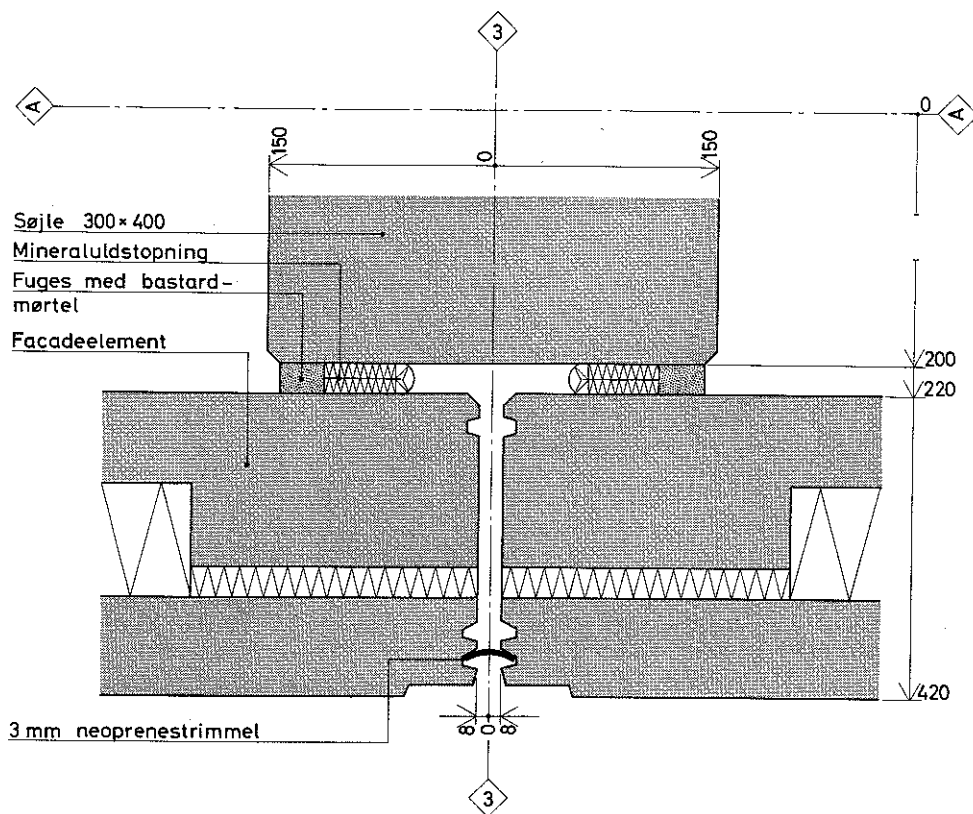
SAMLING MELLEM FACADEELEMENTER  
SNIT F<sub>12</sub> 1:5

Figur 21.13 viser lodret snit i samlingen mellem facadeelement og sokkel. Fugen er vandtæt i kraft af forpladens overlappning, mens kraftoverføring og vindtætning foregår i bagpladens fuge. Friktionen i denne er tilstrækkelig til at overføre den vandrette kraft fra vindbelastningen, men den viste samling med not og U-bøjle sikrer fugen mod ekstraordinære påvirkninger, fx ved påkørsel.

Sikring mod ekstraordinær belastning

Figur 21.15.  
Vandret snit i samling  
mellem facadeelementer  
ved søjle.

★ Horizontal section of  
joint between external  
wall panels at column.



SAMLING MELLEM FACADEELEMENTER VED SØJLE  
SNIT G<sub>12</sub> 1:5

Der er ikke taget hensyn til kuldebroen i samlingen. Målfæsningslinie A ligger i søjleaksen.

#### 2-trins tætning

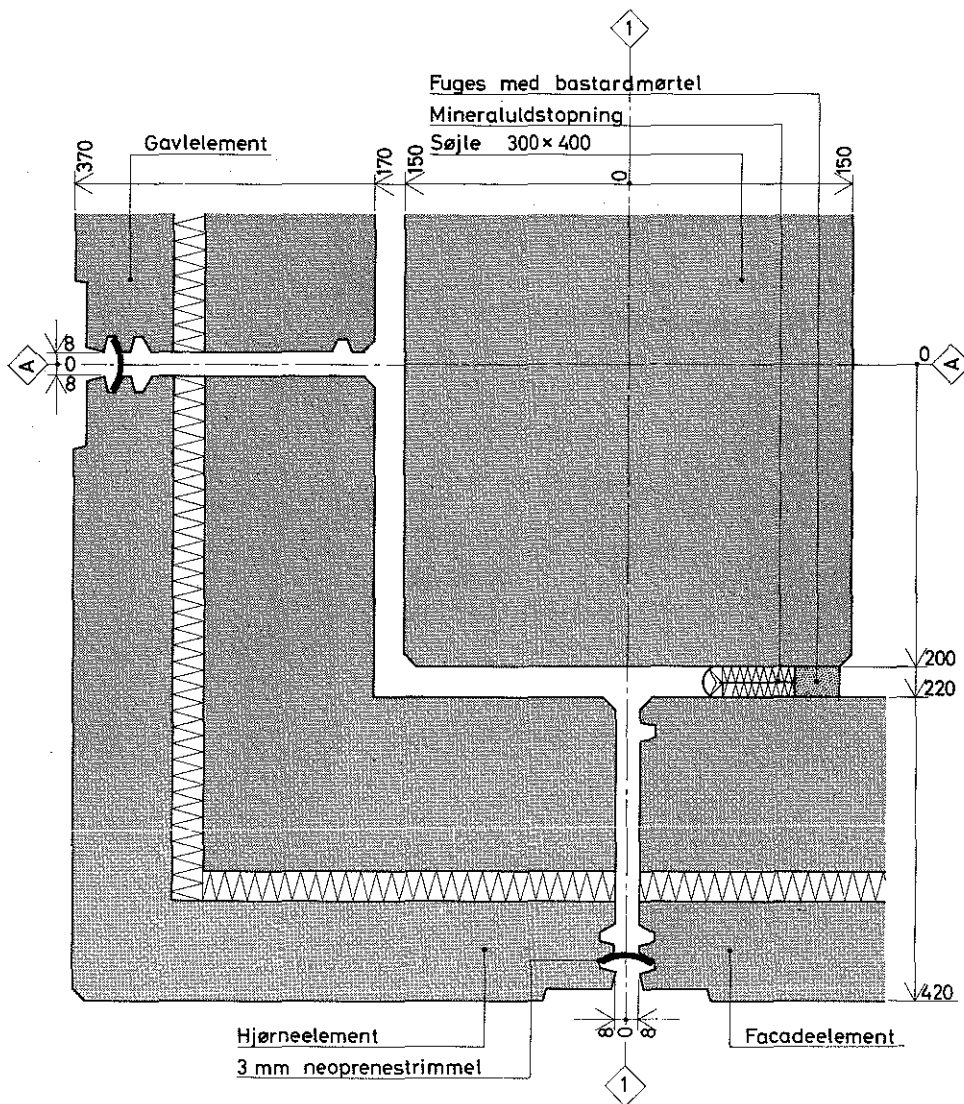
Vandrille med skarpe kanter

Figur 21.14 viser vandret snit i samlingen mellem to facadeelementer. Samlingen er en 2-trinstætning med neopren fugestrimmel, stopning og mørtelfuge. I stedet for det sædvanlige vaskebræt er der anvendt en skarpkantet vandrille bag fugestrimlen. Funktionen af denne vandrille, som udmunder foran sokkelforkant, se figur 21.13, er den samme som vaskebrættets, og rillen er simplere at fremstille i elementproduktionen. Dens gode virkning beror på de skarpe kanter, som relativt let beskadiges under afformning og transport, hvorfor man stadig ser vaskebrætløsningen anvendt i mange tilfælde.

Figur 21.15 viser den samme samling ud for en søjle. Her må vindtætningen placeres som vist i fugerne mellem søjleforkant og facadeelementer.

#### Specielt hjørneelement

Figur 21.16 viser vandret snit i bygningens hjørnesamling. Med søjlerne placeret centralt på modullinierne vil de normale facadeelementer slutte en fugeandel = 8 mm fra modullinierne, og det manglende hjørne må tilsættes som et specialelement. Det bliver ganske vist ret kompliceret at støbe dette, men til gengæld opnås, at de tilgrænsende elementer bliver helt normale. Sammenlign denne løsning med hjørneløsningen i terrassehuset, kapitel 12 figur 12.08. Hjørneelementet fastholdes foroven til søjletop eller SIB-drager med beslag.



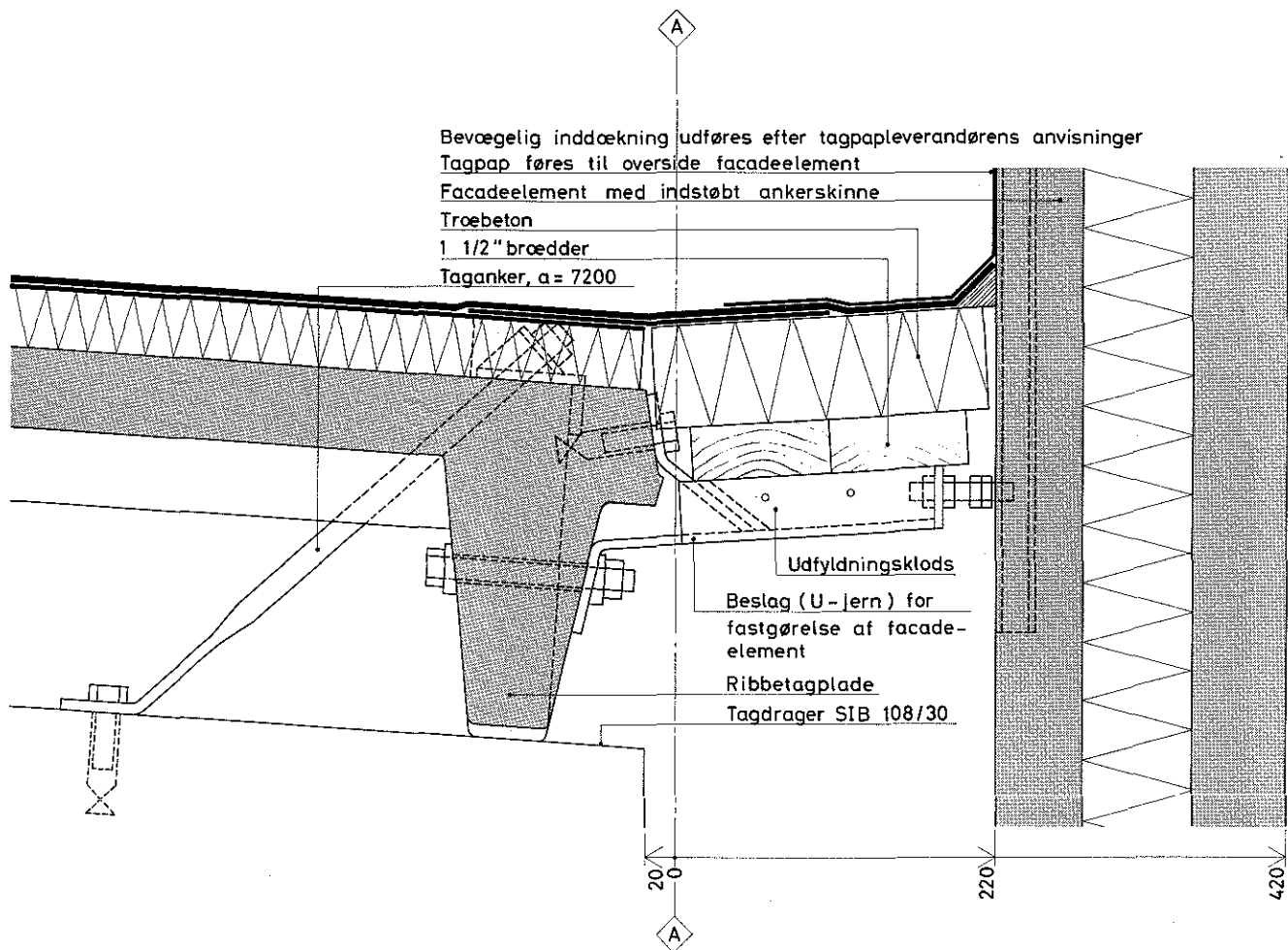
Figur 21.16.  
 Vandret snit i samling  
 mellem facadeelement og  
 gavl, hjørneløsning.  
 ★ Horizontal section of  
 joint between external  
 wall panel and gable wall.  
 Solution at corner.

SAMLING MELLEM FACADE- OG GAVLELEMENT  
 SNIT H<sub>12</sub> 1:5

Figur 21.17 viser lodret snit i samlingen mellem facade og tag. Det ses af systemlinje A, at SIB-drageren er oplagt ensidigt på søjlens ene halvdel, således at der er plads til en eventuel tilbygning på den anden side. Herved kommer der med normale tagelementer til at mangle den viste stribe i tagfladen, som udføres med et 1 1/2" bræddelag. Søjlen bliver desuden excentrisk belastet, hvilket der må tages hensyn til ved beregningen, men belastningen vil også være mindre end på normalsøjlerne. Tagpladen er fastholdt til dragernes overside med samme beslag som vist i figur 21.12, og facaden er forankret uden vindbjælke til tagfladen med specielle beslag. Da facaden har temperaturbevægelser, der er forskellige fra søjle-drager systemets er denne samling gjort bevægelig ved hjælp af den indstøbte ankerskinne, og den viste T-bolt. Bevægeligheden i samlingen skal som sædvanlig overføres til fugeinddækningen i paptaget.

Excentrisk søjlebelastning

Temperaturbevægelser  
 mellem facade og tag



SAMLING MELLEM TAGDRAGER, FACADEELEMENT OG TAGPLADE  
 SNIT I<sub>12</sub> 1:5

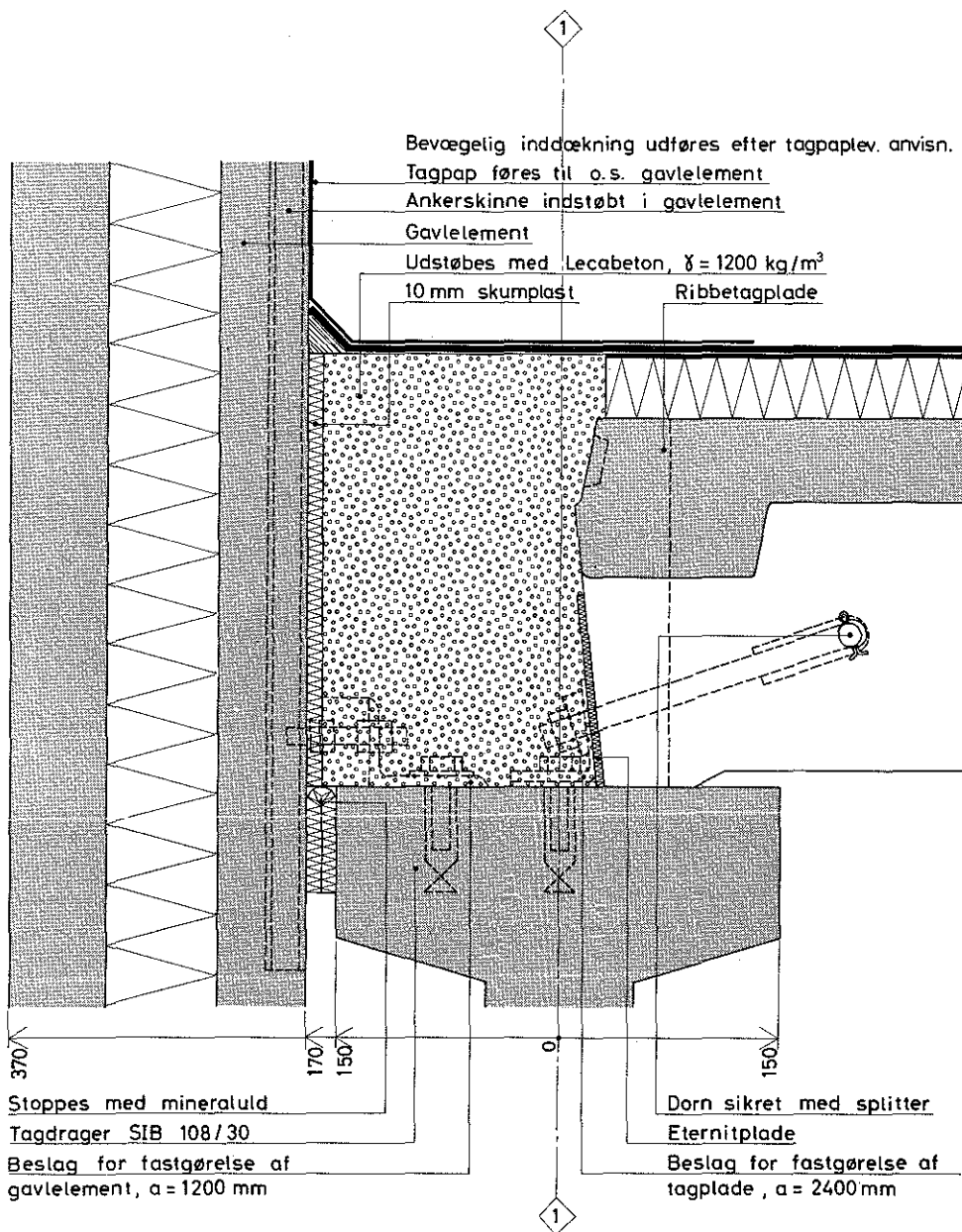
Figur 21.17.

Lodret snit i samling mellem hoveddrager, facadeelement og ribbeplade.

★ Vertical section of connection between main girders, external wall panel and ribbed roof slab.

Kuldebro ved sandwich-elementer

Figur 21.18 viser den tilsvarende samling mellem tag og gavl. Her er gavlen fastholdt til hoveddrageren, der løber langs gavlen, og som danner en naturlig forskalling for den viste udstøbning, der lukker den manglende stribe i tagfladen. Hverken i denne eller den foregående samling er der taget hensyn til kuldebroen ved sandwichelementets bagside. Den viste 10 mm skumplastplade skal sikre bevægeligheden mellem gavlelement og lecabetonudstøbning.

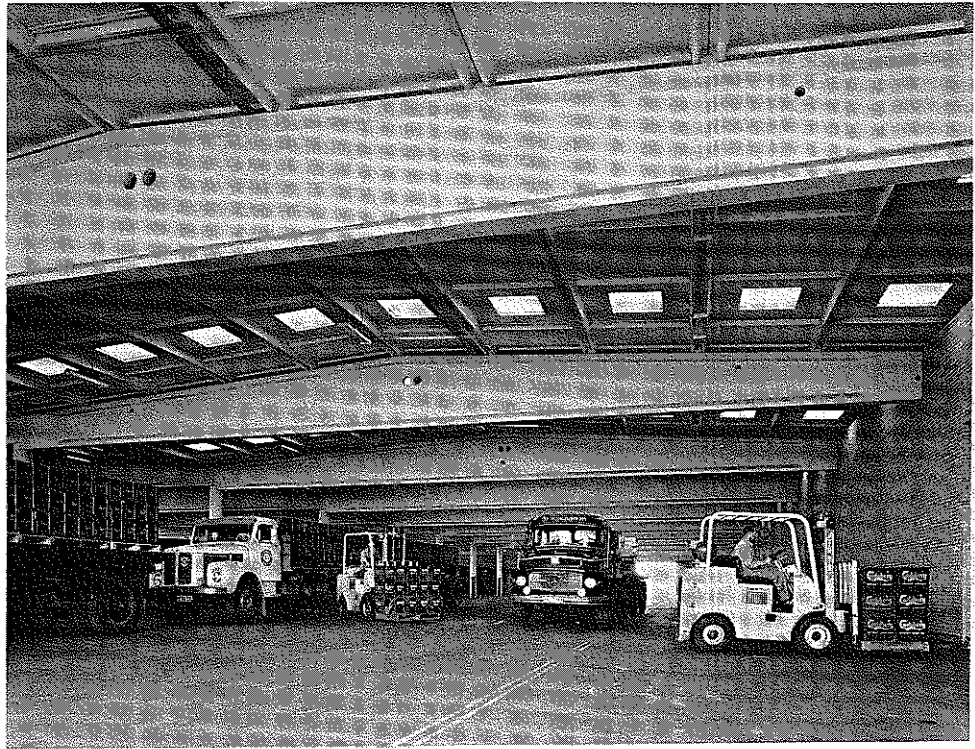


Figur 21.18.  
 Lodret snit i samling  
 mellem hoveddrager, gavlelement og ribbeplade.  
 ★ Vertical section of  
 connection between main  
 girders, gable wall panel  
 and ribbed roof slab.

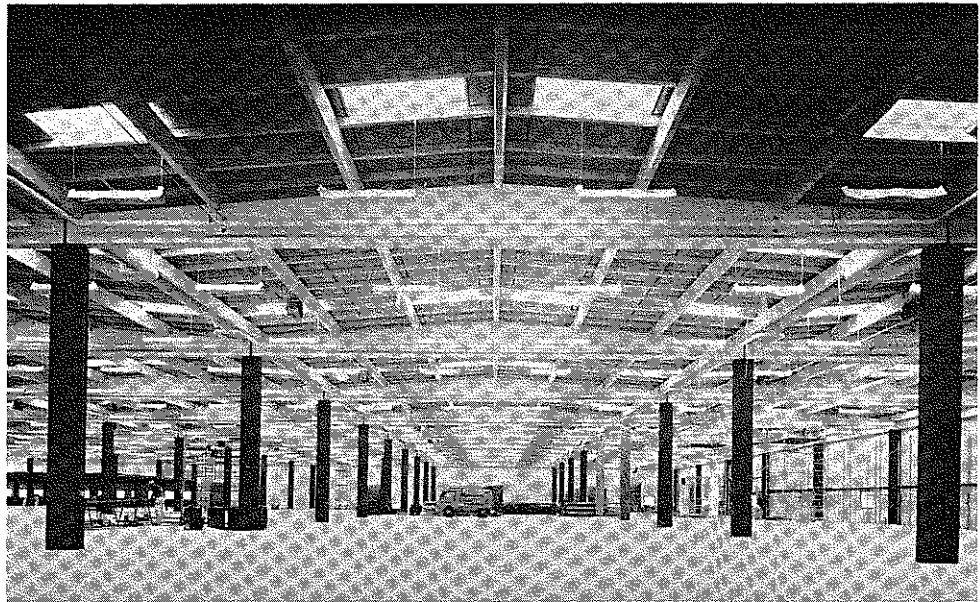
SAMLING MELLEM TAGPLADE, GAVLELEMENT OG TAGDRAGER  
 SNIT J<sub>1</sub> 1:5

Med H & S typehaller opnås en kort byggetid, elementoverflader med høj kvalitet og en finish, der kun kræver efterbehandling ved maler, samt en fleksibel konstruktion, der kan tilpasses aktuelle krav i de fleste industrier. Figur 21.19 viser et Carlsberg depot, hvor den beskrevne tagkonstruktion er anvendt, mens figur 21.20 viser Brdr. Dahls lagerhal i Glostrup, hvor tagribbepladerne er erstattet med træbeton på åse.

*Figur 21.19.*  
*H & S industrihal, Carls-*  
*berg depot.*  
★ *H & S typified industrial*  
*building, depot for Carls-*  
*berg.*



*Figur 21.20.*  
*H & S industrihal, Brdr.*  
*Dahl lagerbygning.*  
★ *H & S typified industrial*  
*building, storehouse for*  
*Brdr. Dahl.*



*A summary in English of the 21 chapters of this book is given on the following pages.*



# 22



## 22. English summary

MODULE AND ASSEMBLY BUILDING is primarily written as a textbook in modern housebuilding to be used at the Danmarks Ingeniørakademi, but the dominating position of assembly building in the Danish building activity has the consequence that still more building specialists feel the need of a complete account of the new building-technique. This is the reason why the book is illustrated with 12 detailed examples of modular co-ordinated assembly-building from the groups of housing, public- and commercial building. During the treatment of these projects the main importance has been placed on the aspect of building technique estimated with respect to the performance-requirements.

### Chapter 1. Module-why?

In the industrialized society building constitutes one of the largest branches of production. Approximately 10 p.c. of the Danish national product is devoted to building. But the technique as well as the organisation of the building process is still bound by tradition, and the building trades are still in a dominating position. Industrialization of building in Denmark has taken place since the 1950'es. In this process of transition affecting technique as well as organisation modular co-ordination is of immense value. Modular co-ordination is a prerequisite for the extensive use of prefabricated standardised components. The technique as such is not new. Through all the epochs of architecture, dating back to classical antiquity, examples of the application of modular co-ordinated building using prefabricated modular components may be found. The Danish building regulations of 1960 demand this principle to be used in the planning of rental housing projects in order to further the advance of prefabrication. This is put into practice by the use of modular co-ordination.

### Chapter 2. Basis of modular co-ordination.

In a long series of standardization sheets and recommendations the basic principles of modular co-ordination are defined and illustrated by examples of their application. These standards are essentially in accordance with similar foreign standards (especially standards from the other Scandinavian countries) and with international standards. Modular principles applied to modular dimension of building components are illustrated by examples from practice: building blocks, floor-elements, windows etc.

Normal Danish brick-work harmonizes with the standardized planning modules, 3 M (M = 10 cm) horizontally and 2 M vertically. Junction between modular components and normal brick-work is possible because  $5/4$  brick measures 3 M (horizontally) and the height of 3 courses is equal to 2 M.

Under the head of rules for placing modular components such problems as wall-axis-principle, displacements of modular grids, neutral zones and corner problems are mentioned. Examples from practice illustrating these principles are shown. Planning with modular components, with as well as without application of a modular grid is shown and discussed and the unmodular dimensions of cross-sections of walls, columns and floors etc is treated.

Unmodular room-dimensions are examined as well as built-in cupboards in unmodular and modular rooms. Finally the concept of tolerances is studied in relation to its application on different practical examples.

### **Chapter 3.** **Module and standardization.**

Standardization of modular co-operation is taking place at the present time on a national level in all industrialized countries, as well as in the international association of standardization, ISO. The number of published building-standards is steadily growing and these standards are decisive for the internationalization of the trade with building components. An extensive system of standards for modular components exists in Denmark and these standards are used by the industry manufacturing building-components for the carcass as well as for the finishing equipment. At the present time (1970) the association for building standards is preparing a system of preference-measures with the object of securing an added simplification of measures in the building-industry. Chapter 3 ends up with a survey of modular standardization in some western and eastern industrialized countries.

### **Chapter 4.** **Module and statics.**

Buildings made of prefabricated components may be compared to a house-of-cards and therefore it is necessary to pay special attention to the stability of these structures. The contents of chapter 4 are a short survey of the static problems connected with main-systems, components and junctions, illustrated by a series of practical examples from buildings of current interest. The requirements of the building regulations as regards stability are as a rule worked out with reference to traditional, conservative structures and building methods, and it is therefore necessary to make calculations and sometimes experiments to establish stability and strength of prefabricated structures.

An extensive series of experiments with industrialized building structures is being carried out at the Danmarks Ingeniørakademi, and the results from these have been used in the examples of this book.

Figures 4.45-4.66 show typical joints from Danish assembly-technique. In these examples performance-requirements have determined the design of the joints.

### **Chapter 5.** **Installations.**

The expenditure covering engineering installations amounts to 20-25 p.c. of the total expenditure for building at the present time and this part is growing. The joining of the installations with the structure is decisive for the economy and rational production of the entire project.

The joining involves among other things problems relating to the co-ordination of measures which are dealt with in DS-recommendations.

While each single service-article is manufactured by industrial methods the total assembly of the installations is generally done as handicraft. A number of concerns in Denmark and abroad are working on the development of installa-

tions in the form of finished prefabricated units, possibly as entire service-cores. Examples of these units in different makings of concrete, wood and plastics and with pipings of steel, plastics and copper are shown.

## **Chapter 6.**

### **Prerequisites of design.**

All building activity starts with a need and with a client. When the need has been ascertained it must be specified in the form of a building programme before it is possible to begin the actual designing. While this programming takes place, the type of building, loadcarrying mainsystem, materials, form of production etc has to be selected and all these circumstances influence the modular conditions of the project. At this stage of the planning it is decided to what degree it will be a modular design in the sence of the Danish national building code, because it is at this stage one chooses the number of prefabricated components to be used in the project. Some of these components are available as catalogued items from standardized productions while others may have to be developed for this particular project. While this product-development takes place it is possible to increase the general use of the new product by following the modular rules and thereby securing its further use in other projects.

## **Chapter 7.**

### **The design-material.**

The drawings of a building serve the purpose of informing the different parties participating in the building process, and for that reason the drawings must be worked out in accordance with the role they have to play in this process of communication. The classic sketches and main drawings constitute the basis of the project. According to these the ideas of the project are worked out and detailed, and from these, all further drawings giving information as to the execution of the work and the size of the different contracts and deliveries, are worked out. In the complicated modern building technique it often proves to be impossible on the same main drawing to find room for the description of all working operations (fig. 9.01). For this reason the so-called operational drawings (process drawings) describing a certain part of the total building process are being increasingly used. The operational drawings must follow the division between contracts and deliveries (fig. 7.02, 03).

In modular projects special drawings that account for the modular conditions are used: modular details that show the geometric junction between components (fig. 7.05), and modular main drawings that show their placing horizontally and vertically (fig. 7.07). During the total design, including all details, modular details are transformed to assembly details (fig. 7.06) and modular main drawings to assembly-drawings (operational drawings, fig. 7.13).

Signatures and marking of measures according to instructions in DS/R 1012 are to be used on the drawings and the chapter ends up with a survey of a systematism of drawings (fig. 7.14) which makes it possible to keep hold of the total drawing-material for the large assembly-building projects.

## **Chapter 8.**

### **Multi-storey house of concrete components.**

#### **Modular Project, example 1.**

In this chapter a modular housing project built of standardized concrete components is described. The apartment plan shows a spacious family-dwelling of 110 m<sup>2</sup> (fig. 8.02). The static main system consists of floor-components and load-carrying walls. The external walls have no load-carrying capacity apart from wind-loads and netweight. Therefore they may be freely chosen and several alternatives are shown in figs. 8.17-8.22. The height of the building is 4 storeys as maximum, and the roof-structure may be selected from several possible solutions. The engineering installations are concentrated on a specific area in order to limit the inconvenience of noise, and there are possibilities of prefabrication. The project is described by means of a plansketch (fig. 8.02), modular main drawing (fig. 8.10) and different operational drawings (figs. 8.11-8.16).

## **Chapter 9.**

### **Brick-built multi-storey house with floor-components.**

#### **Modular project, example 2.**

In example 2 a multi-storey housing project is described whose building type, apartment plan and static main system is quite similar to example 1, while the load-carrying walls and the external walls are brick-built instead of built of concrete. The height of the building is 4 storeys as maximum.

The special junctions between modular brickwork and the other components are described in figs. 9.04-9.08. The inside brick-built walls are placed according to the axis-principle, refer to DS/R 1049 – without the use of neutral zones. The brick-work drawing is shown as operational drawing.

## **Chapter 10.**

### **Brick-built multi-storey house with floor components.**

#### **Modular project, example 3.**

Example 3 is quite analagous with example 2, but the load-carrying and bracing brick-built structure is made with neutral zones in accordance with rules issued by the Danish Ministry of Housing.

## **Chapter 11.**

### **The Ballerup project. Modular project, example 4.**

#### **Modular project, example 4.**

The Ballerup project was the first large Danish industrialized assembly-building project, built according to a common plan and with common building technique for several separated areas with different clients, architects and suppliers. The building system is the widely used Danish assembly system of concrete components known as the Jespersen System, for which license has been issued to a number of foreign companies. Another big Danish undertaking, Larsen and Nielsen, is working with a very similar system that likewise is being exported to a considerable extent through license-issues.

The apartment plans of the Ballerup project were developed in accordance with several common basic types drawn over a modular grid of 3 M x 12 M (M = 10 cm), see fig. 11.05 and 11.06. Fig. 11.21 shows one of the final apartment plans.

For use in the Ballerup project a special light external wall (curtain-wall) in modular dimensions was developed (figs. 11.09, 10, 11 amongst others). This type of exterior wall has been the starting point for quite a new building-industry of curtain-walls.

## **Chapter 12.**

### **Terraced house. Modular project, example 5.**

The terraced house is the 1970'es new housetype in which one tries to obtain in the multi-storey house some of the advantages of the one-family-house with a relatively high floor space ratio. The terrace-shape is natural on very sloping ground (figs. 12.18 and 12.19), but in the level Danish countryside it presents many difficulties.

Chapter 12 shows a terraced house developed for the Institution of Danish Civil Engineers, The post-Education, and in this education it has been used as teaching material at several courses. The building contains very big apartments, approximately 140 m<sup>2</sup>, se figs. 12.01, 02, 03 and 05.

The building system consists of load-carrying crosswalls of unarmed concrete with hollow standard floor-elements. On the 1<sup>st</sup> floor heavy external walls are used, on 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> floors light external walls. Figs. 12.06 – 12.17 show the different connections between the components of the carcass.

## **Chapter 13.**

### **Module and one-family-house.**

At the present time building of one-family-houses amounts to about 60 % of the total yearly production of housing in Denmark, see fig. 13.01. With such a large part of the production it seems natural to use modular co-ordination in the planning to an extent where it contributes to a higher productivity in this sector of building. It is not compulsory to use modular co-ordination in this type of building unless it is built for rental purposes. But when prefabricated components are used a great need for modular co-ordination is felt just as is the case in multi-storey building.

The modular co-ordination valid at the present time may have to be revised later on, when (–if) the plastic bubble-houses of the future will be produced on a large scale. Se for instance fig. 13.07 and the introducing picture of chapter 6.

## **Chapter 14.**

### **The architects typified houses. Modular project, example 6.**

The Office of the Architects Typified Houses under the Federation of Danish Architects have developed the programme of typified houses which has been described in chapter 14. The typified houses are originally intended as hand-craft produced building of brick-work and joinery-panels (fig. 14.03) but later developed to a system of prefabricated boxes, made of light wooden-materials (fig. 13.06). The project is described by means of plans (figs 14.02 and 08), assembly-details (figs. 14.04-10), modular main-drawing (14.11) and also an operational (process) drawing for the brick-work (fig. 14.13).

## **Chapter 15.**

### **Leif Olsens typified house. Modular project, example 7.**

Example 7 shows a modularized one-family-house, typical for the transition from handicraft to industry of building-technique. This house is originally intended for handicraft production solely and is still produced in this manner. But architect Leif Olsen has further developed the project in such a way that it now may be built solely with prefabricated components. The project is described by means of a sketch-plan (fig. 15.02), modular details (figs. 15.05 and 06), modular main-drawing (fig. 15.08) and several operational (process) drawings, mainly assembly-details (figs. 15.07, 09, . . . 15.15). Finally alternative solutions applying brick-panels in the external walls are shown (figs. 15.13 and 14).

## **Chapter 16.**

### **Atrium-house, Type 2.70. Modular project, example 8.**

The atrium-houses in chapter 16 are a further development of a well-known Danish project situated in a western suburb of Copenhagen: Albertslund.

The town of Albertslund is founded in accordance with modern theories of town-planning, and the atrium-houses, which only constitute part of the different types of houses that are to be found in the plan are adapted to the position they occupy in the general townplan.

The houses are L-shaped in one storey (figs. 16.02 and 03). The rear of the houses face the roads and the paths of the surroundings while the front of the houses open towards small atriums (figs. 16.01 and 12). The houses are built of concrete components, joinery-panels and lightweight roof-structures with built-up roofing (figs. 16.04 and 05).

## **Chapter 17.**

### **Public- and commercial building.**

The distribution of housing, public- and commercial building in Denmark is shown on fig. 17.04, that points to the importance of efficiency in all these sectors for the Danish national economy. The development of the assembly-technique with prefabricated components started in USA in the 1930'es, when the technique used consisted of replacing steel-structures with concrete components (fig. 17.01). The large spans in for example typified industrial building makes it advantageous as to time and economy to use prefabricated components thereby saving expenses for scaffolding etc on the site.

For several years the building industry has felt the need of a more extensive modular co-ordination for typified industrial building and The Danish National Institute of Building Research and Danish Standard Organisation are at the present time (1970) working intensively with series of preference-measures for such categories of building (fig.17.06).

## **Chapter 18.**

### **Schools of the Funen Scheme. Modular project, example 9.**

The Funen scheme is the name of a nationwide assembly-plan for industrialized schoolbuilding. This project started in 1963 in Odense and Svendborg counties with 9 schools. Later it has spread to the entire country, including the Faroe Islands.

The schools are built solely as assembly-building after an extensively varied program. Thus size as well as number of storeys and exterior wall materials (wood, brick-work and concrete) may be varied, see figs. 18.02-04 and 18.05-07. This makes it possible to fit the schools into surroundings with varied landscapes and architecture.

The building system is described in the isometric pictures, figs. 18.08 and 09, and in the assembly details, figs. 18.13-18.25. Fig. 18.26 shows the modular main-drawing for the project, while figs. 18.27-29 reproduce some of the operational drawings.

## **Chapter 19.**

### **The green assembly-schools. Modular project, example 10.**

The Externate Schools (day schools, where pupils receive daily education and return to their homes after ordinary school-hours) have been built in accordance with an other nation-wide assembly-plan, for which the Institution for the Care of Mentally Deficient under the Ministry of Social Affairs has been the client. These schools, which had to be fitted in to different local conditions (fig. 19.02) are also built after a flexibel system using prefabricated components. But these components both the load-carrying structures as well as the completing parts are primarily made of metal, see fig. 19.05.

Fig. 19.15 shows the plan of an ordinary classroom drawn over a 12 M × 12 M (M = 10 cm) modular grid. The chief dimensions L × B = 192 M × 84 M are identical for all buildings in the total outlay of all the schools, see figs. 19.03, 06, 07, 08 and 09.

The figures 19.16 and the following show operational (process) drawings from this project with the special details of junction between steel-profiles and plates etc.

## **Chapter 20.**

### **R & S typified office-building. Modular project, example 11.**

Automation, electronic data technique and the increasing number of officials in relation to the number of labourers increases the need of administration-buildings in business-life. This has created a new market for industrialized building, which can offer turn-key buildings at a fixed price and with a short time of delivery.

Rasmussen & Schiøtz's typified office building is an example of such a prefabricated office building of concrete components. The plans which allow a flexibel arrangement of the office rooms even of office landscapes, are drawn over a modular grid of 6 M × 24 M, see fig. 20.01, and the building system consists of hollow deck-components, supported on the external walls and respectively on one row – or two rows – of columns and beams in the middle of the house.

The external walls have a load-carrying and climate-protecting function and besides they contain a large part of the building-installations. Because of this many-sidedness they become rather complicated, see figs. 20.03, 20.07 and 08.

The components of the building system are shown on figs. 20.03, 04 and 05, while figs. 20.07-15 show junctions between them. The placing of the different sections is shown on the modular main-drawing, fig. 20.02.

## **Chapter 21.**

### **H & S typified industrial building. Modular project, example 12.**

The need of industry for up-to-date buildings has in later years made the one-storey typified building with ever increasing spans common in Danish building, and several contractors and component-manufacturers have developed typified buildings which meet this need.

Figs. 21.01 and 02 show the most common structural principles in timber, steel and concrete, and the different structural principles may be supplemented with external wall-solutions of wood, brick-work, concrete or metal.

The detailed example from Højgaard & Schultz' Ltd. shows a typified industrial building with prestressed main girders and a roof-covering of ribbed concrete components (figs. 21.09 10, 11 and 12). The external wall-solutions appear from figs. 21.12-18, while figs. 21.03, 19 and 20 show some examples of finished buildings.