

Montagebyggeri, s. 227 - 452

Henrik Nissen

Lærebøger

-

1984

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 og findes via søgefunktionen hertil.

ringen virker bindende; men dette kan næppe undgås i praksis. Det viser sig ofte - som det også fremgår her af eksempel 3 - at det er vanskeligt og dyrt at opnå den eftertragtede fleksibilitet. Og den ofte begrænsede fleksibilitet, som kan indbygges i et projekt, opnås som regel på bekostning af god lyd isolation mellem rummene. Litt. 8.7 omtaler nogle byggerier fra de senere år, hvor man har indbygget en vis fleksibilitet i boligerne.

Litteratur

- se kapitel 8 og 9.

Jespersen Systemet er pioneren inden for dansk industrialiseret byggeri. Systemet, som blev udviklet i 1950'erne er prototypen på det danske, åbne byggesystem. Systemet er eksporteret til en række lande i Europa, Asien og Amerika.



11

11. THE JESPERSEN SYSTEM

The Jespersen System er navnet på et dansk og internationalt system, som opstod i et samarbejde mellem det rådgivende ingeniørfirma P.E. Malmstrøm A/S og entreprenørfirmaet A. Jespersen & Søn A/S. Baggrunden for dette byggesystem er det udviklingsarbejde, som efter 2. verdenskrig foregik i dansk byggeri, og som gennem en omfattende rationalisering med mange tekniske og organisatoriske nydannelser ledte frem til den bygge- og produktionsmåde, vi i dag betegner som montagebyggeriet eller det industrialiserede byggeri.

P.E. Malmstrøm

I hele denne udvikling, som set i et større kulturhistorisk perspektiv, er forløbet for-bavsende hurtigt, var P.E. Malmstrøm den ledende pioner. Særlig i de første kritiske år i 1950'erne, hvor de nye tanker skulle omsættes til praktiske resultater, og hvor tvivlen på de nye ideer var vidt udbredt, blev Malmstrøms indsats for montagebyggeriet afgørende.

Paul Kern-Jespersen

I 1960-61 indgik Paul Kern-Jespersen, direktør for A. Jespersen og Søn A/S et samarbejde med Malmstrøm og byggede den første elementfabrik nær København.

Industrialisering af byggeprocessen

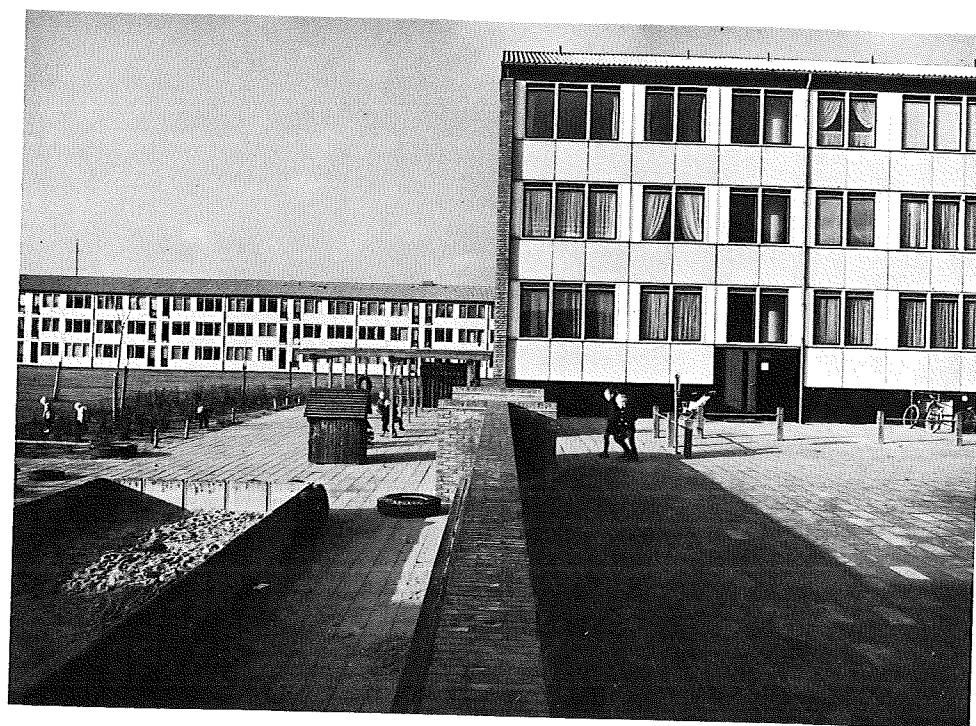
Drivkraften bag Malmstrøms og Jespersens indsats var deres overbevisning om, at den danske, såvel som den internationale bolig-mangel, kun kunne overvindes ved at indføre industrielle metoder i byggeriet. De senere års resultater, en 3-4-dobling af arbejdsproduktiviteten i byggeriet, beviser, at synspunktet var rigtigt. En nærmere beskrivelse af dette forløb vil i væsentlige træk fremgå af bogens indledende kapitler. Desuden indeholder afsnittene 11.1-11.2 eksempler på karakteristiske projekter fra denne periode.

11.1 Produktionsplanlægning og organisation

Byggeriets nye vilkår

Den omstilling, der førte byggeriet fra håndværk til industri, var ikke blot en teknisk, men også en administrativ og økonomisk proces. Samtidig med at en ny byggeteknik blev udviklet, var det derfor nødvendigt at sørge for en række ændringer i den organisation, der styrer byggeriets planlægning og produktion. Dette betød, som omtalt i kapitel 1, 2 og 3 indføring af standardisering, herunder modulkoordinering, og bedre styringsmidler i byggeprocessen.

*Figur 11.01
Ballerupplanen med sine
1700 + 2000 lejligheder
var den første store
danske montageplan, som
betød et afgørende skridt
fremad mod byggeriets
industrialisering.*



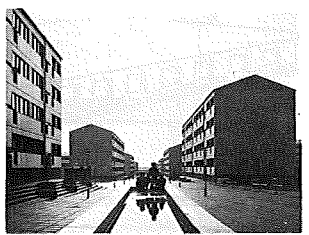
Også lovgivningsmagten støttede gennem boligministeriet denne udvikling, og i be-gyndelsen af 1960'erne gennemførtes de store montageplaner, som fx Ballerupplanen og Gladsaxeplanen m.fl., der gjorde det muligt at investere i nye industrianlæg til komponentfremstilling. Med produkterne fra disse industrier, skete der en meget væ-sentlig overføring af arbejdskraft fra byggeplads til fabrik samtidig med, at det totale arbejdskraftforbrug i byggeriet reduceredes drastisk.

Jespersen Systemet er eksponenten for det åbne, danske byggesystem. Selvom det bæ-rende hovedsystem er et standardiseret skive-plade system, har man indenfor Jesper-sen Systemet altid lagt vægt på at kunne kombinere den simple hovedkonstruktion med et frit udvalg af facadeløsninger. Også et frit arkitektonisk formsprog for det samlede bygningsanlæg er et vigtigt særpræg ved Jespersen Systemet.

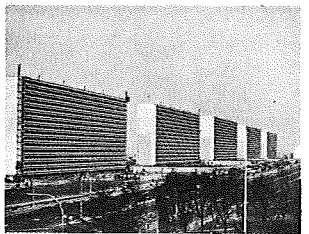
Af denne grund har man i systemet et bredt erfaringsgrundlag fra samarbejde med de fleste af de større arkitektfirmaer i Danmark, og systemet kan således fremvise et be-tydeligt udvalg af arkitektoniske løsninger fra 60'ernes og 70'ernes danske boligbyg-geri. Denne alsidighed kommer også systemet til gode internationalt, hvor kravet om fleksibilitet og tilpasning til lokale forhold naturligvis er endnu mere udtalt.

En anden afgørende faktor ved Jespersen Systemet er dets gennemførte målkoordinering. På en enestående måde demonstrerer dette byggesystem den praktiske anvendelse af den danske og internationale modulordning. Betragter man fx de vigtigste danske modulstandards, der omhandler råbygningens bærende komponenter, deres koor-dinationsmål og sammenbygning, vil man konstatere en vidtgående overensstemmelse mellem disse standards og det målgrundlag, som fx Ballerupplanen og andre Jesper-sen byggerier er projekteret over, og som også kan genfindes i Modulbetons kataloger, se figur 11.03.

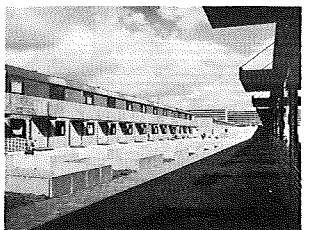
Dette er naturligvis ingen tilfældighed, men skyldes den simple kendsgerning, at fø-rende arkitekter og ingeniører, der har arbejdet i praksis med Jespersen Systemet også har været aktive i Dansk Standardiseringsråds arbejde.



Hedegården



Høje Gladsaxe



Grantofte



Albertslund Nord

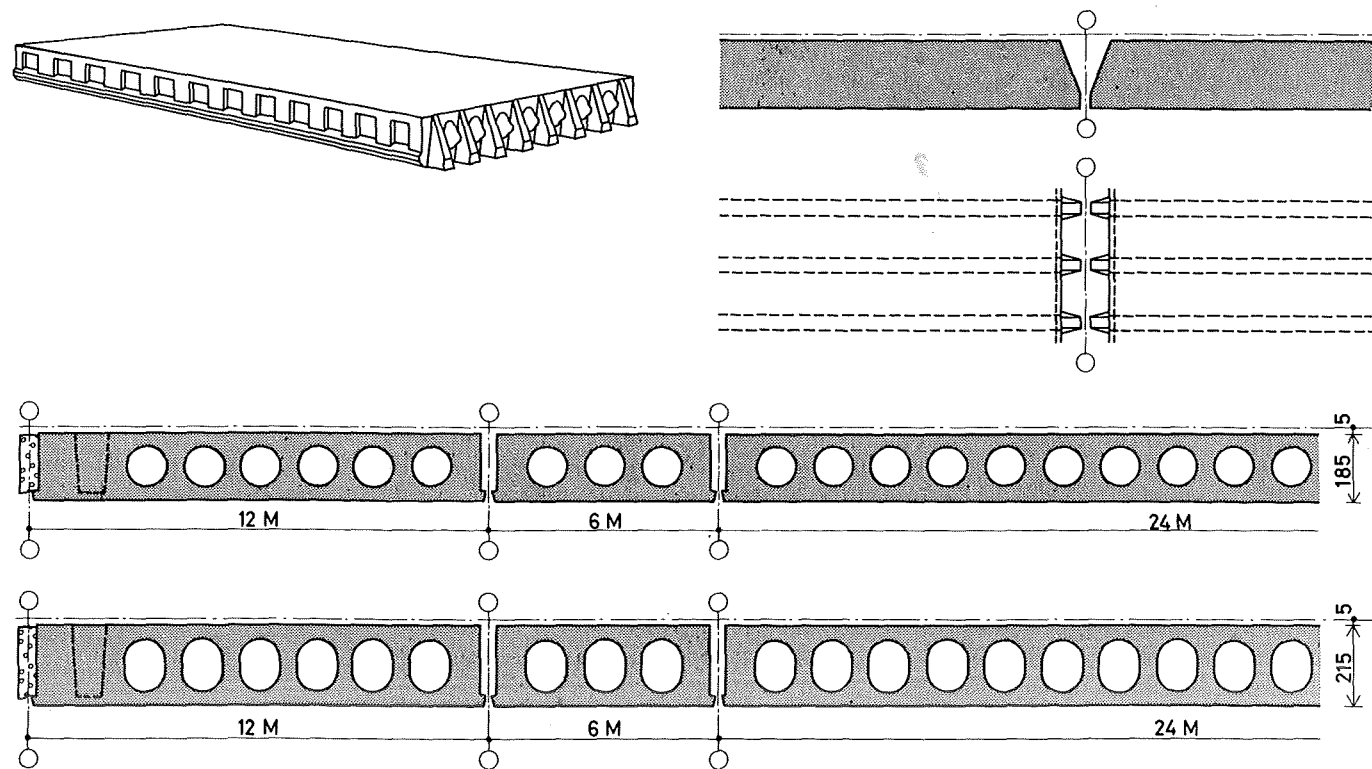


Vildtbanegården



Galgebakken

*Figur 11.02
Danske eksempler på
anvendelse af Jespersen
Systemet fra 1960-1974.*



MODULBETON'S STANDARDDAK 1:20

Figur 11.03
Fra Modulbetons katalog over modulære dækelementer.

Jespersen Systemet og den danske modulordning, - to parallelle udviklingsforløb

Udvikling af produktionsteknikken

Udvikling af dæktyper

Selvforskallende fuger

Fugeløsninger for vægelementer

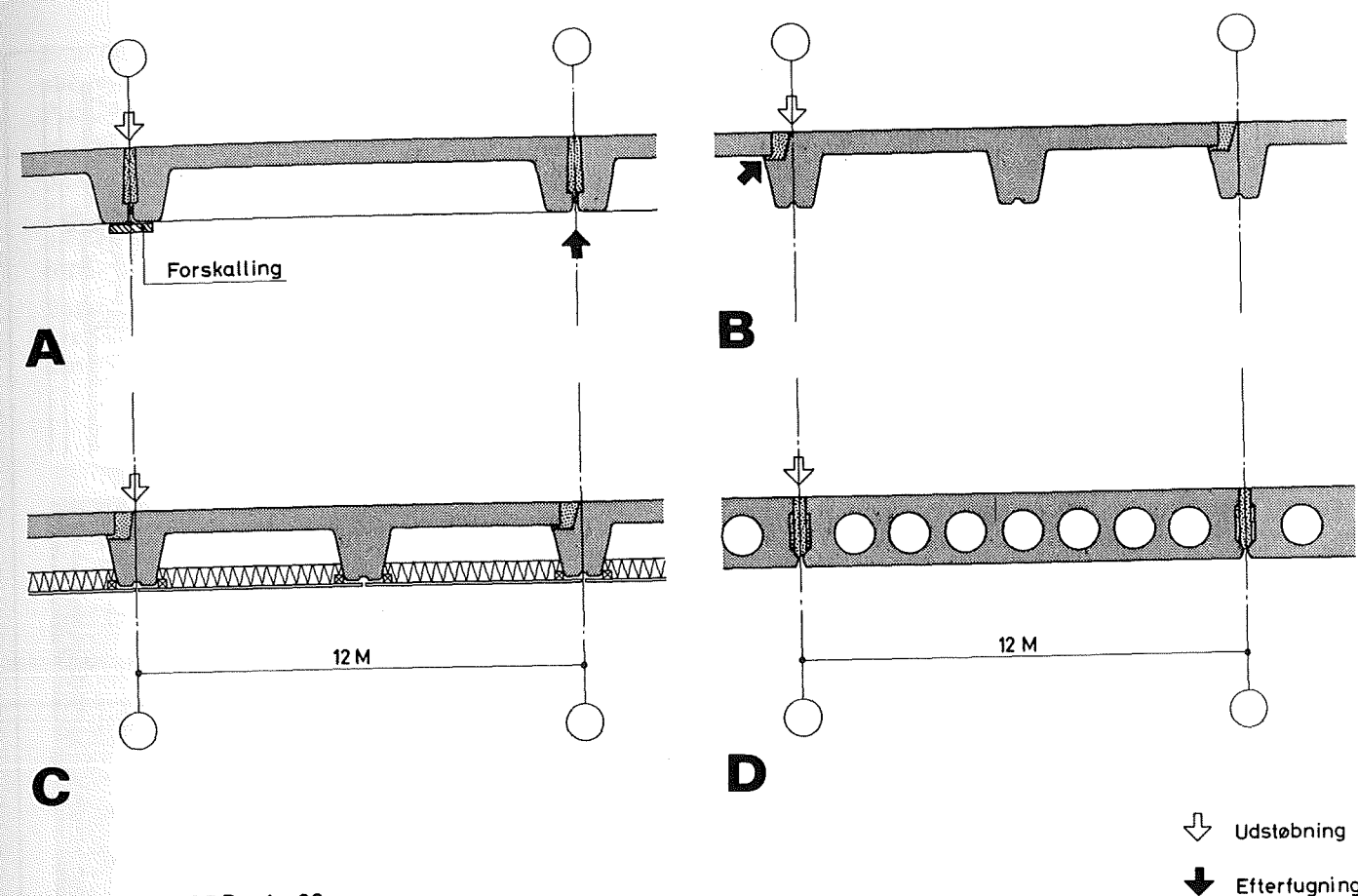
Gennem denne vekselvirkning mellem teori og praksis er bemærkelsesværdige resultater for dansk modulbyggeri opnået, og det er næppe nogen overdrivelse at påstå, at vil man se avanceret, praktisk anvendelse af det internationale modulsystem, - så skal man studere de danske Jespersen System-projekter.

Den teknologiske udvikling, der var nødvendig for at omsætte de teoretiske principper for industrialisering til praktisk teknologi, kan demonstreres gennem følgende eksempler, der viser udviklingen af hovedkomponenterne i det danske skive-plade system.

På figur 11.04 ses således de faser, som de præfabrikerede dækkonstruktioner har gennemløbet fra ribbedæk, hvis form er dikteret af læren om økonomiske jernbetontværsnit, til hulplader, som forener en økonomisk form med hensynet til gode brugsmæssige egenskaber og simpel sammenbygning med vægge. Alle de viste tværsnit er eksempler hentet fra P.E. Malmstrøms praksis. Se litt. 11.4.

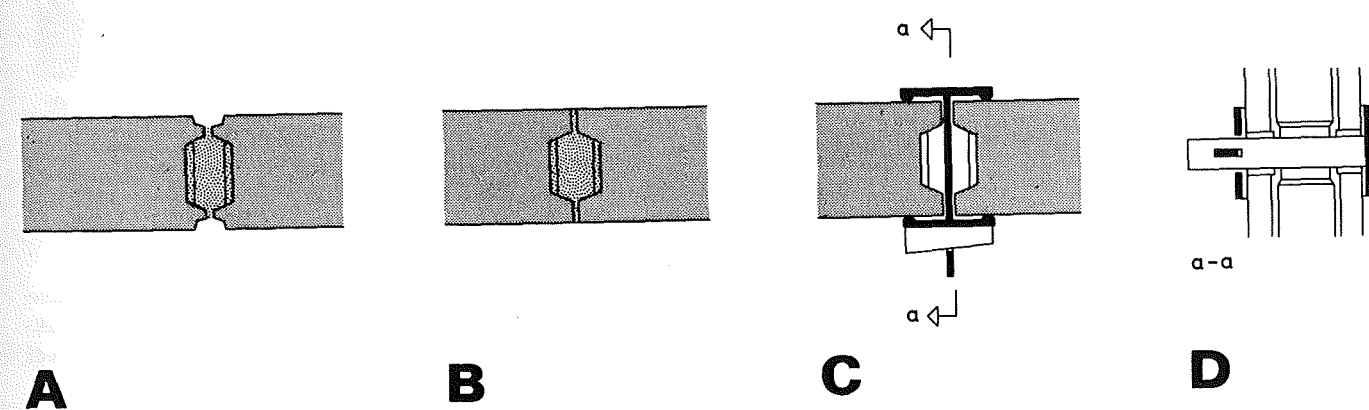
Løsningen A (fra 1952) kræver fugeforskalling og efterfugning nedefra. I B og C kan fugen udstøbes uden forskalling og med en nemmere sideværts efterfugning (se pilene). Løsningerne A, B og C stiller kun begrænsede nøjagtighedskrav, mens D med sine selvforskallende fuger uden efterarbejde kræver toletancer på nogle få mm i elementproduktionen. Til gengæld er fugearbejdet simpelt, og sammenbygningen med vægge er let.

En tilsvarende udvikling er sket med fugerne mellem vægelementerne. I 1950'erne, hvor elementfabrikernes muligheder for at arbejde med små tolerancer var begrænsede, blev vægfugerne undertiden udført synlige, som vist i figur 11.05 A. Herved sløredes virkningerne af målafvigelse, mens man til gengæld fik problemer med tapetopsætningen. I 1960'erne, hvor produktionsteknikken gjorde det muligt at arbejde med mindre tolerancer, kunne fugerne udføres uden at give spring og ujævnheder i overfladen. For at fastholde elementerne i nøjagtig position overfor hinanden, anvendes særlige spændplader, der er vist i figur 11.05 C og D. Pladerne bankes ud, efter at elementerne er støbt sammen, og hullerne efterfuges omhyggeligt for at undgå lydbroer i væggen.



DÆKELEMENTER 1:20

Figur 11.04
Udviklingen af præfabrikerede dækelementer fra ribbedæk til hulplader.



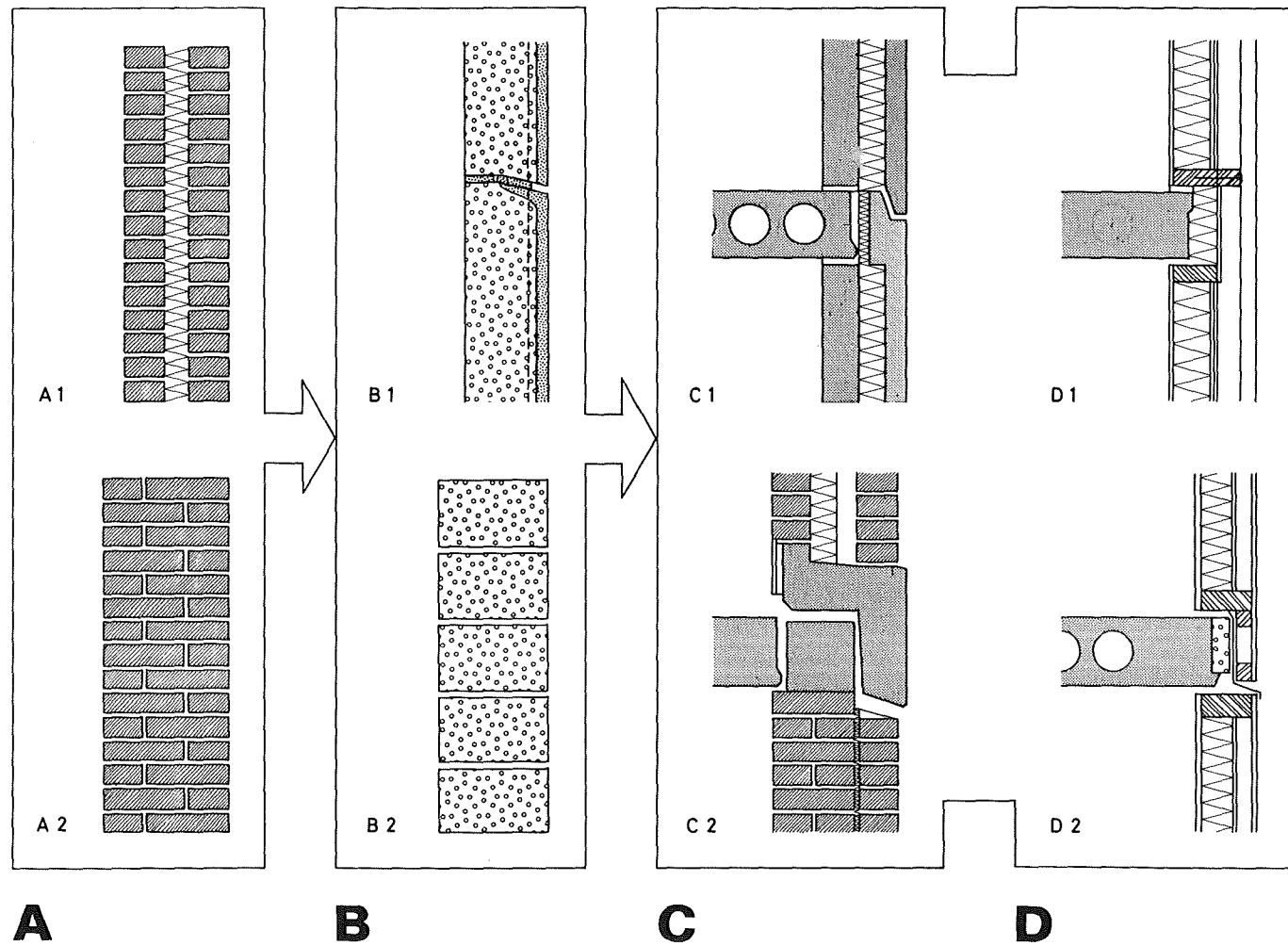
VÆGFUGER 1:10

Figur 11.05
Vægfugernes udformning fra 1950'erne-1960'erne. Med den i C og D viste opspænding sikres en plan overgang mellem de to vægelementer.

Den mest alsidige produktudvikling er foregået med facadekonstruktionerne. Her har fantasien haft frit spillerum, og en hel videnskab er opstået omkring projekteringen af disse bygningsdele og deres funktion; se fx litt. 11.3.

Med udgangspunkt i den traditionelle tunge ydervæg af massivt murværk er udviklingen gået over blokstensmurværket med letbeton som det vigtigste materiale til sandwichfacader i talrige versioner.

Facadekonstruktioner



FACADER 1:10

Figur 11.06
Oversigt over de vigtigste facadetyper i 60'ernes og 70'ernes byggeri. A. Traditionelt murværk. B. Bloksten og de første elementer. C. Tunge sandwichelementer. D. Lette sandwichelementer.

Sandwichelementer

Man kan dele sandwichelementerne i tunge og lette typer, hvor beton- og teglelementerne er blevet klassiske løsninger i den tunge gruppe, mens den lette gruppe er karakteriseret ved de mange forskellige materialer, der her kan anvendes. Figur 11.06 giver en forenklet oversigt over nogle af de vigtigste muligheder.

Den videre udvikling

Med disse eksempler er givet nogle elementære hovedlinier i Jespersen Systemets tekniske udvikling. Men udviklingsarbejdet fortsætter, og der kunne nævnes mange andre eksempler på, hvorledes systemet raffineres og tilpasses vekslende krav. En del af disse løsninger vil fremgå af de følgende afsnit, især 11.4 og 11.5. Bemærk også de løsninger, der betinger systemets evne til at modstå jordskælvkræfter og progressiv kollaps. Se afsnit 4.5 og figurene 11.38 og 11.39.

11.2 Projektudviklingen fra 1950'erne til 1980'erne

Jævnside med den teknologiske udvikling, omtalt i forrige afsnit, har Jespersen Systemet gennem sin anvendelse på forskellige projekter deltaget i den arkitektoniske udvikling, der er foregået i Danmark fra 50'erne til 80'erne.

Indenfor boligbyggeriet har forløbet været rækkehus, blokbebyggelser, højhuse, terrassehuse og tæt lavt byggeri. Nogle eksempler herpå er givet i det følgende.

Et af de første montagebyggerier, der er opført i Danmark er byggeriet på Engstrands allé, syd for København, projekteret i 1950 af arkitekt Eske Kristensen og ingeniør P.E. Malmstrøm.

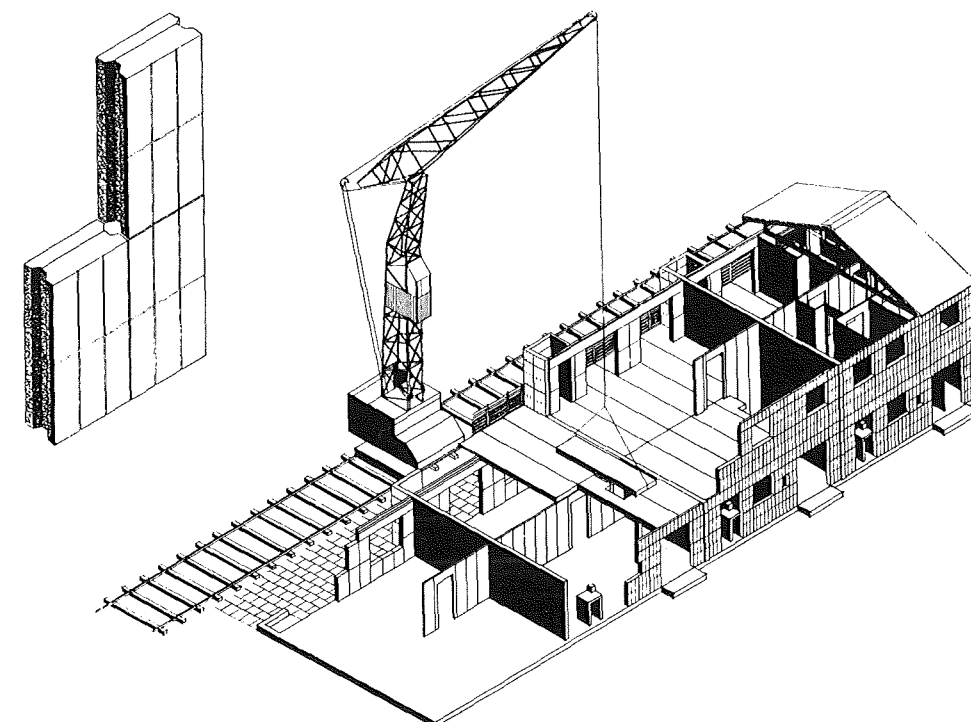
Besøger man bebyggelsen i dag, 30 år efter opførelsen, finder man et velfungerende, tiltalende boligkvarter, som ejer mange af de miljøkvaliteter, der er så eftertragtede i dag, og som søges realiseret gennem den tætte, lave byggeform, der er den foretrukne, næsten modebetonede boligtype i dagens Danmark og i mange andre lande i Vesteuropa.

Engstrands allé blev projekteret som et alternativ til et traditionelt projekt i murværk over samme byggeprogram, og gennem en normal licitation blev montagebyggeriet den billigste løsning.

Engstrands allé og Strandhavevej



Figur 11.07
Bebyggelsen Strandhavevej syd for København, en søsterbebyggelse til Engstrands allé.

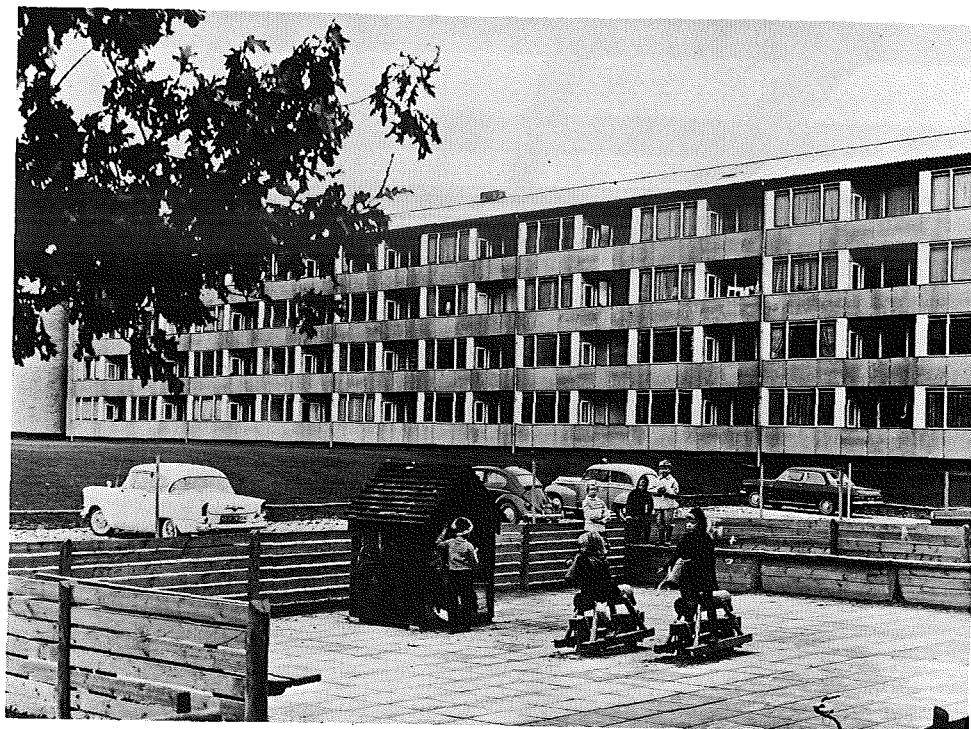


Figur 11.08
Isometri af byggesystemet, Engstrands allé.

»Milestedet« i Rødovre
1954-56

Feltfabrikker contra
permanente fabrikker

Figur 11.09
Ballerupplanen vest for
København, måske den
vigtigste faktor i udviklin-
gen af dansk industriel
byggeteknik.
Opført 1962-65.



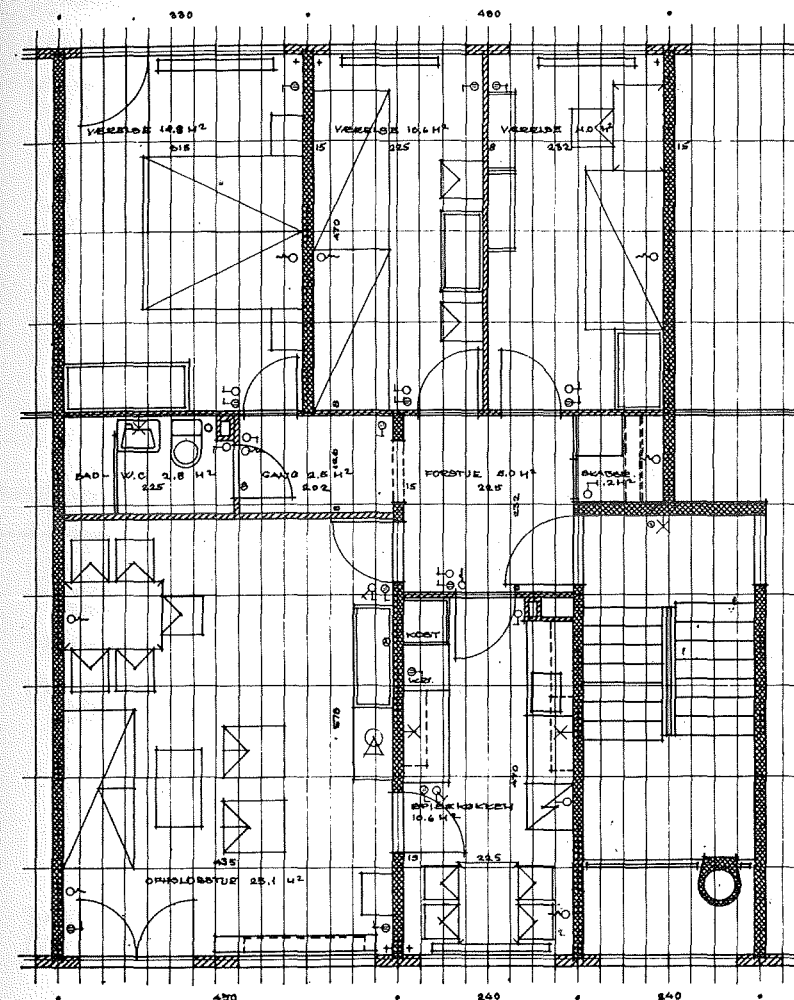
Ballerupplanens byggesystem er et fleksibelt, modulkoordineret skive-pladesystem, opbygget af følgende komponenter:

Ballerupplanens
modulære komponenter

ELEMENTTYPE	MODULMÅL
<i>Råhus:</i> Hule dækelementer	Bredde : 12 M (præferencemål) længde : 24 M... 48 M med 3 M spring tykkelse : 2 M
150 mm massive tværvægselementer	højde : 26 M bredde : 12 M, 18 M og 24 M
180 mm længdefstivende vægge	højde : 26 M bredde : 12 M
lette facader udført som curtain-walls i snedkerelementer	højde : 26 M bredde : grundtype 9 M, 12 M og 15 M højde : 28 M; ved altanfacader: 26 M
<i>Færdighus:</i> 75 mm lette indvendige vægge	bredde grundtype: 5 M desuden 2 M og 3 M højde : 26 M
køkkenelementer	længder og bredder i multipla af M.

Råhusets komponenter og deres samlinger er beskrevet i detaljer i afsnit 4.4, 4.5 og 4.7.

Figur 11.10 viser en typisk lejlighedsplan fra projektet. Det ses af figuren, hvorledes planen er optegnet over et 12 M x 3 M multimodulnet, svarende til dækpladernes modulære præferencemål.

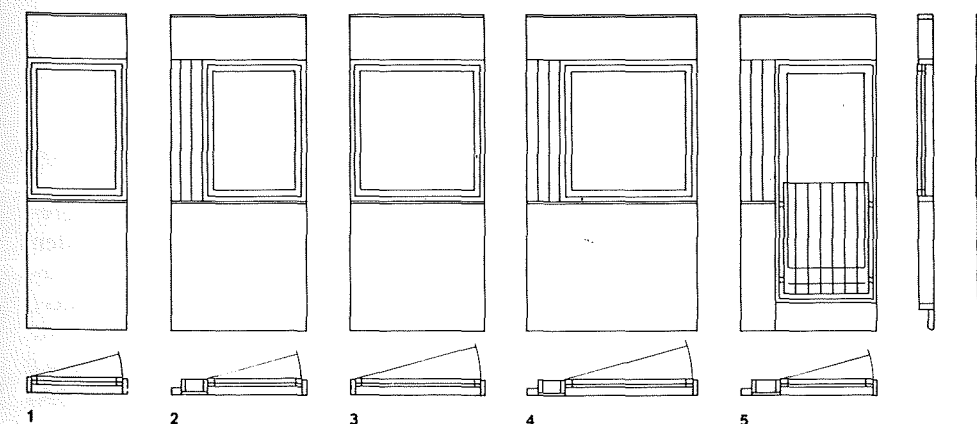


Modulære lejligheds-
planer

Figur 11.10
Typisk lejlighedsplan fra
Ballerupplanen.

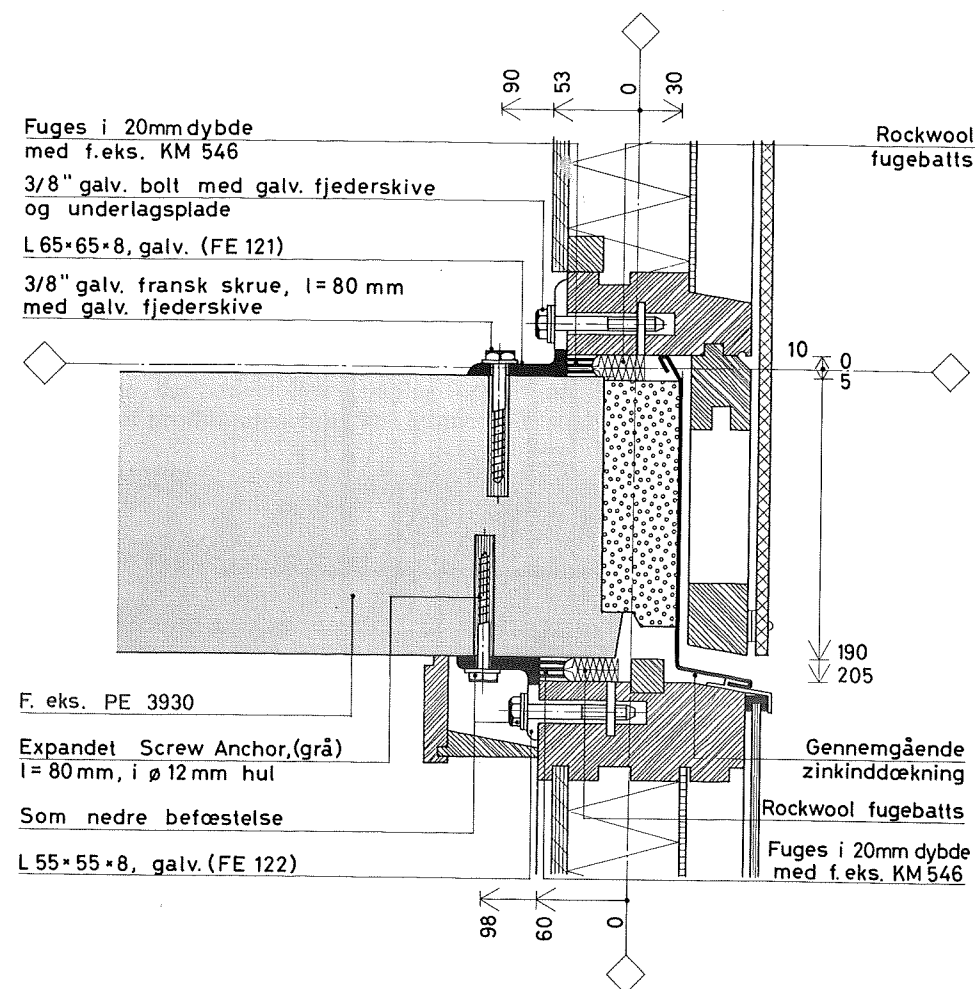
Ballerupplanens facader er udført som lette, præfabrikerede snedkerpartier af curtain wall-typen. Denne løsning, der i 1960 betegnede en afgørende nydannelse i dansk byggeteknik, blev grundlaget for en ny industri; og en kendt dansk vinduesfabrik, »Velux«, etablerede virksomheden »Gelsted Bygningsindustri A/S« på Fyn, hvorfra store leverancer af »Velfac«-facader til de kommende års montagebyggerier udgik. Figur 11.11 viser programmet af facadeelementer til Ballerupplanen, og figurerne 11.12, 11.13 og 11.14 viser typiske samlingsdetaljer mellem råhus og facader.

Facaderne



Figur 11.11
Facadeelementerne på
Ballerupplanen frem-
stilles i følgende modul-
bredder:
1 = 9 M, 2 = 12 M
3 = 12 M, 4 = 15 M
og 5 = 12 M svarende til
planlægningsmodulet 3M.

Figur 11.12
Lodret snit i samling
mellem let facade og
dækelement, Ballerup-
planen.

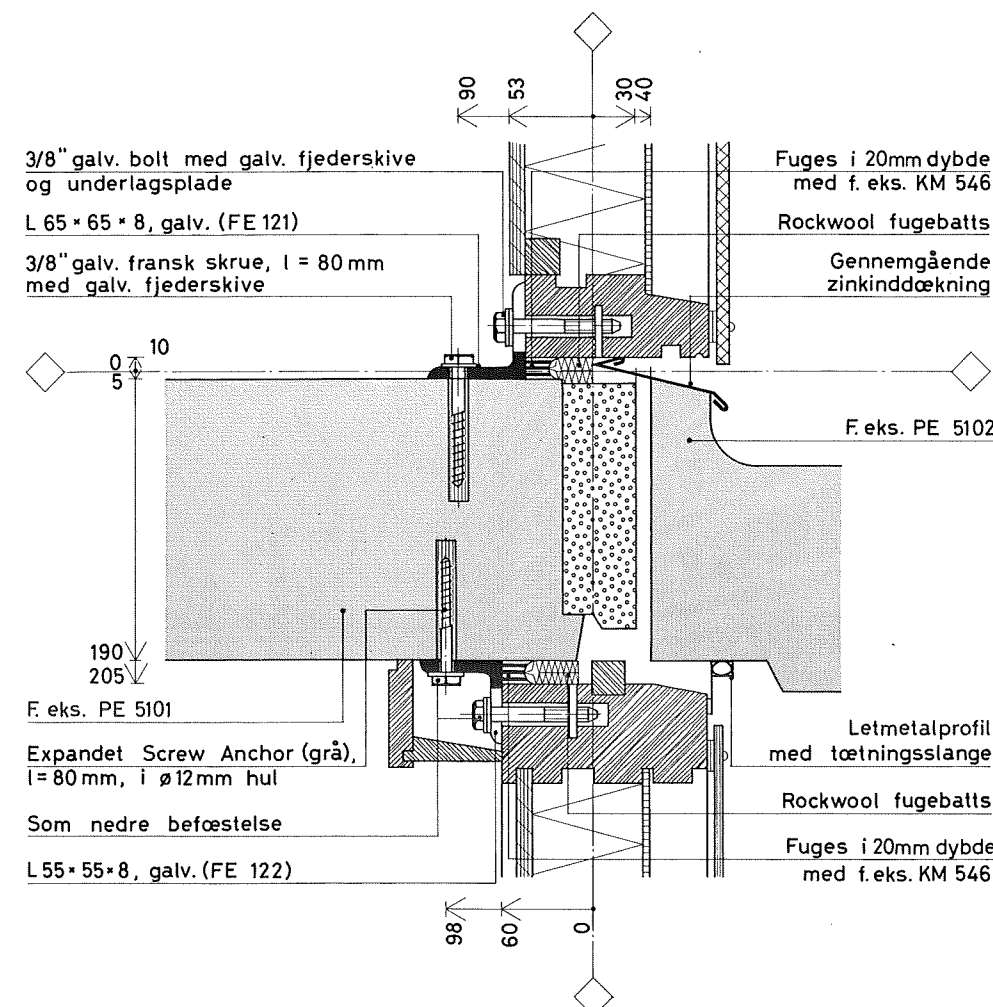


SAMLINGSDETALJE
DÆK - LET FACADE 1:5

Gelsted-fabrikken
markedsføring

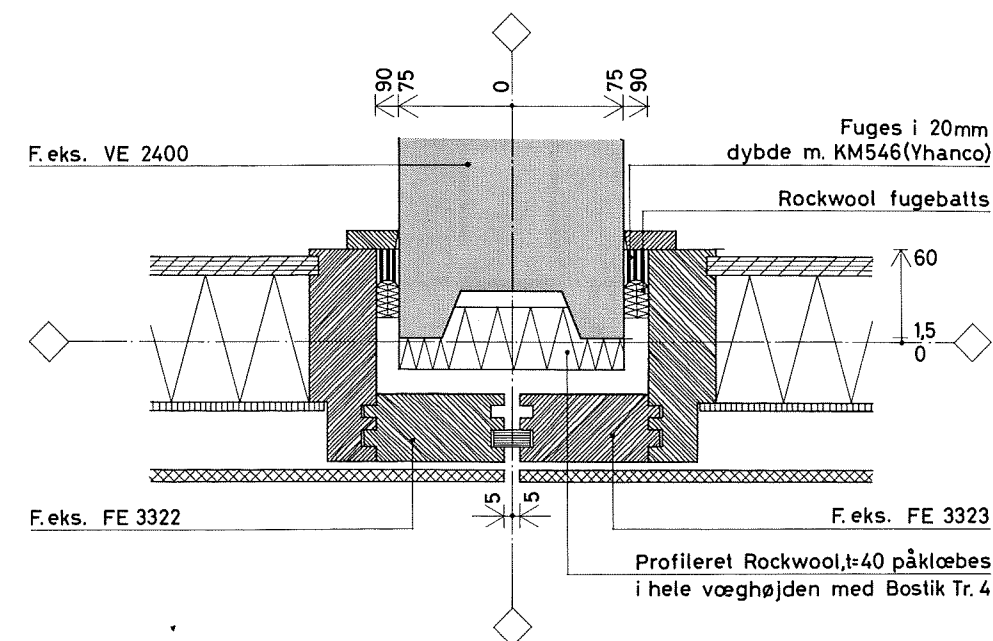
Ballerupplanens facadetyper var i nogle år Gelstedfabrikken katalogvarer - typisere-
de elementer, der passede til indbygning i de åbne, modulære byggesystemer. Men
dette program af standardiserede facader viste sig hurtigt at være ude af trit med mar-
kedsbehovet. De projekterende arkitekter ønskede i reglen selv at tegne deres facader,
og derfor ændrede Gelsted-fabrikken sit program, således at man kunne tilbyde frit
udformede facader, der kunne opfylde de fleste individuelle krav; mens elementerne i
deres tekniske opbygning var baseret på fabrikken interne standardisering, dvs stand-
ard-træprofiler, -beslag, -samlingsmetoder osv.

Figur 11.13
Lodret snit i samling
mellem let facade, dæk-
og altanelement.



SAMLINGSDETALJE H₁
DÆK - LET FACADE - ALTAN 1:5

Figur 11.14
Vandret snit i samling
mellem let facade og
tværvæg.



SAMLINGSDETALJE I₁
VÆG - LET FACADE 1:5

Figur 11.15
Høje Gladsaxe er det første højhusbyggeri i Danmark, opført som rent montagebyggeri.

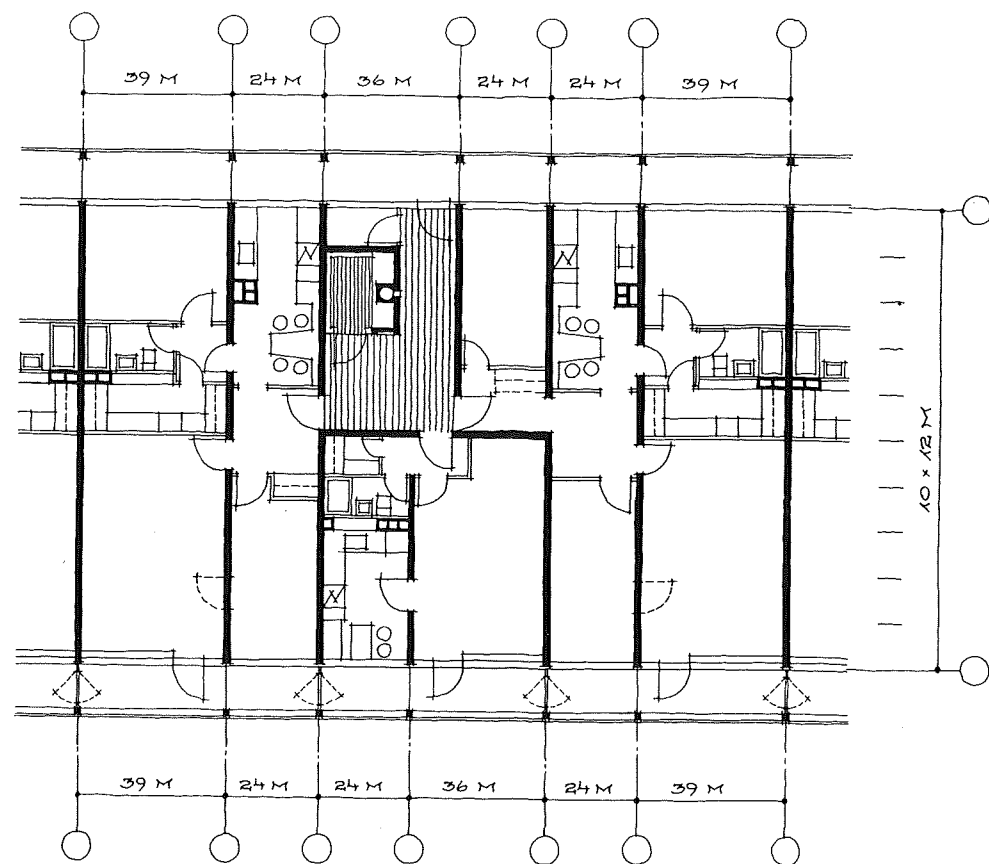


Jespersen Systemets næste skelsættende byggeri er Høje Gladsaxe fra 1962-66. Bebyggelsen omfatter 1920 lejligheder fordelt på 4-, 9- og 16-etagers højhuse. Se figur 11.15.

Byggesystemet i Høje Gladsaxe er som for Ballerupplanen med de modifikationer, som planløsning og etageantal betinger. Det bærende hovedsystem består af tværvægge, forspændt horisontalt i etagekrydsene, udkragede altankonsoller og simpelt understøttede hulplader i maksimalt 4,8 m's spændvidde. Facaderne er lette »Velfac« elementer.

Statisk system

Figur 11.16
Typisk lejlighedsplan i Høje Gladsaxe byggeriet.



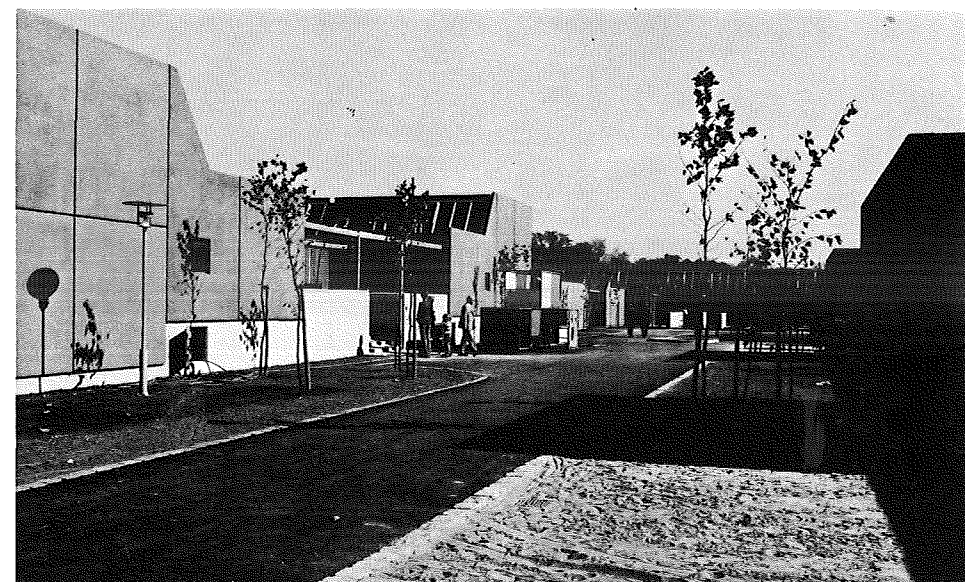
Etageplan 1:200
HØJE GLADSAXE

Figur 11.16 viser en typisk lejlighedsplan i Gladsaxebyggeriet. En nærmere omtale af projektet findes i litt. 11.1.

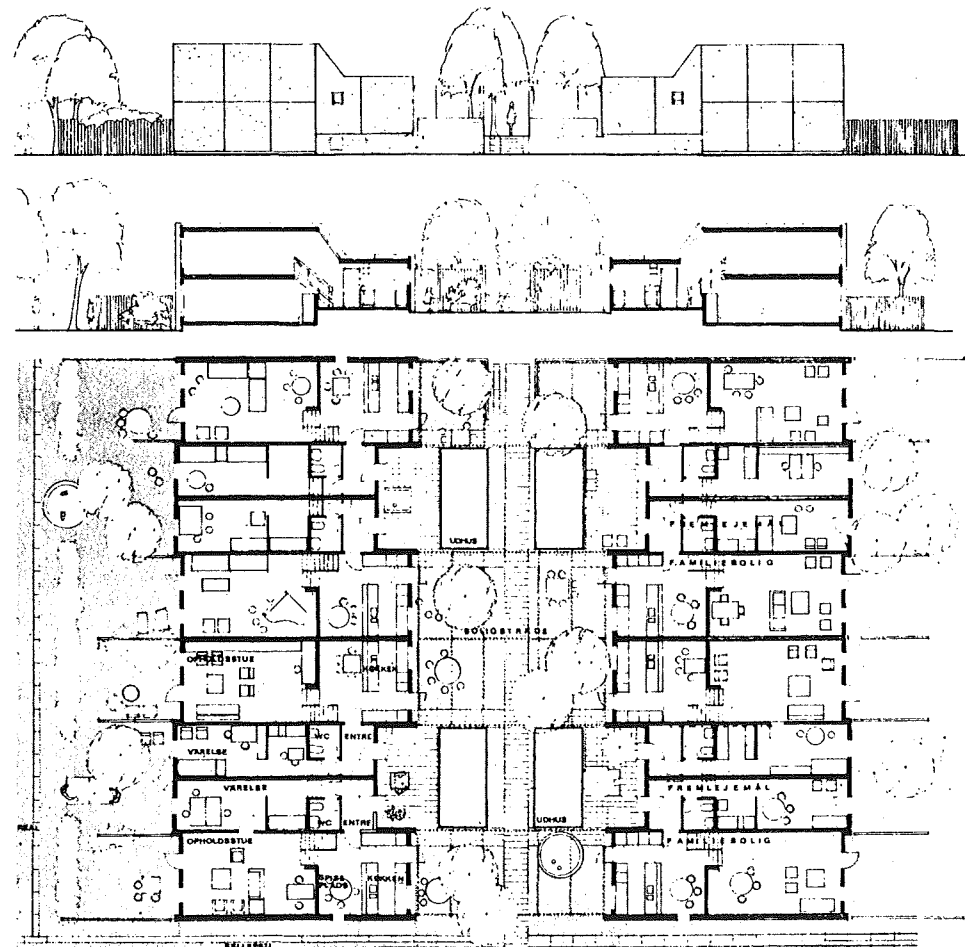
I slutningen af 1960'erne opstod i det danske samfund en voksende kritik mod højhusstypen. Man kritiserede denne byggeform som miljøfattig og børnefjendsk og forlangte mennesket »tilbage til græsrodderne« i et landsby-inspireret samfund, hvor »man kommer hinanden ved«. Svaret på dette krav var den »tætte, lave« bebyggelse, dvs en bebyggelse i maksimalt 3 etager (plus eventuelt kælder) og med en udnyttelsesgrad på ca. 0,3 eller mere.

Sådanne huse kan naturligvis også bygges som montagebyggeri, og i 1972-74 opførtes bebyggelsen »Galgebakken«, projekteret af arkitekterne J.P. Storgård & J. Ørum-Nielsen, Hanne Marcussen og Anne Ørum-Nielsen, med P.E. Malmstrøm som rådgivende ingeniør og Jespersen & Søn som hovedentreprenør, se figur 11.17 og 11.18.

Diskussionen om højhusene



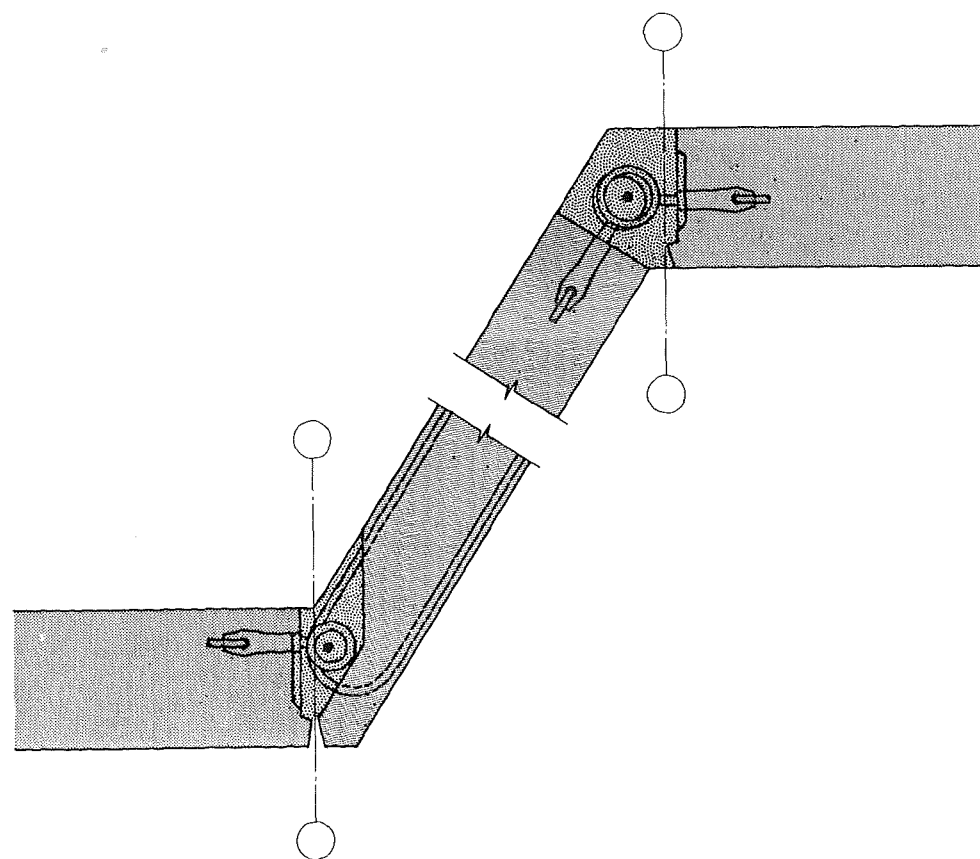
Figur 11.17
Det »tætte, lave« rækkehusbyggeri, »Galgebakken«, sydvest for København.



Figur 11.18
Plan og snit i bebyggelsen »Galgebakken«.

Galgebakkens byggesystem er et modificeret Jespersen System med mange specialelementer. I den mere end 10-årige periode, hvor dette byggesystem har produceret de mere enkle og standardprægede modulprojekter, er der oparbejdet en teknisk know-how, som gør det muligt at bygge mere sophisticatede projekter som montagebyggeri. Når samfundet derfor i sin aktuelle forandringsperiode ønsker en anden boligform og et nyt bebyggelsesmønster, er det af betydning, at det industrialiserede byggeri står parat med de tekniske løsninger og kan opføre en bebyggelse som fx Galgebakken. Se også litt. 11.7.

Figur 11.19
Lodret snit i samling mellem atelier-væg og -loft i »Galgebakkens« konstruktioner.



Ateliervæg 1:10
GALGEBAKKEN

11.3 Elementfabrikken

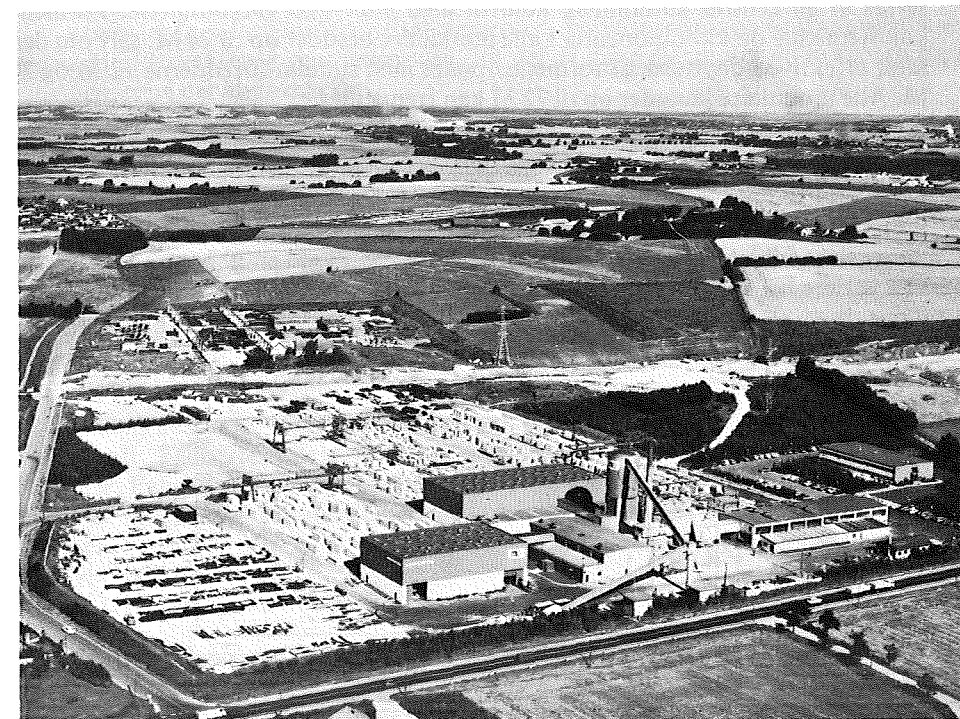
Indtil 1980 er der bygget 14 Jespersen-fabrikker i 7 forskellige lande på licens, og mere end 80.000 boliger er blevet opført efter systemet. I det følgende beskrives en typisk Jespersen-fabrik, se figur 11.20-11.23.

Takket være det åbne systems princip, er ca. 80% af dæk- og vægproduktionen til byggerier, som er projekteret efter Jespersen Systemet, standardkomponenter. Dette danner grundlaget for en højt mekaniseret masseproduktion af elementer.

Konstruktionen af fabrikkens forme og udstyr er lagt an på fremstilling af elementer med stor nøjagtighed, således at disse kan samles på byggepladsen uden problemer, og med glatte overflader, der ikke kræver efterbehandling i byggeriet, bortset fra malerarbejde.

Mekaniseret produktion af standardkomponenter

Stor nøjagtighed i produktionen



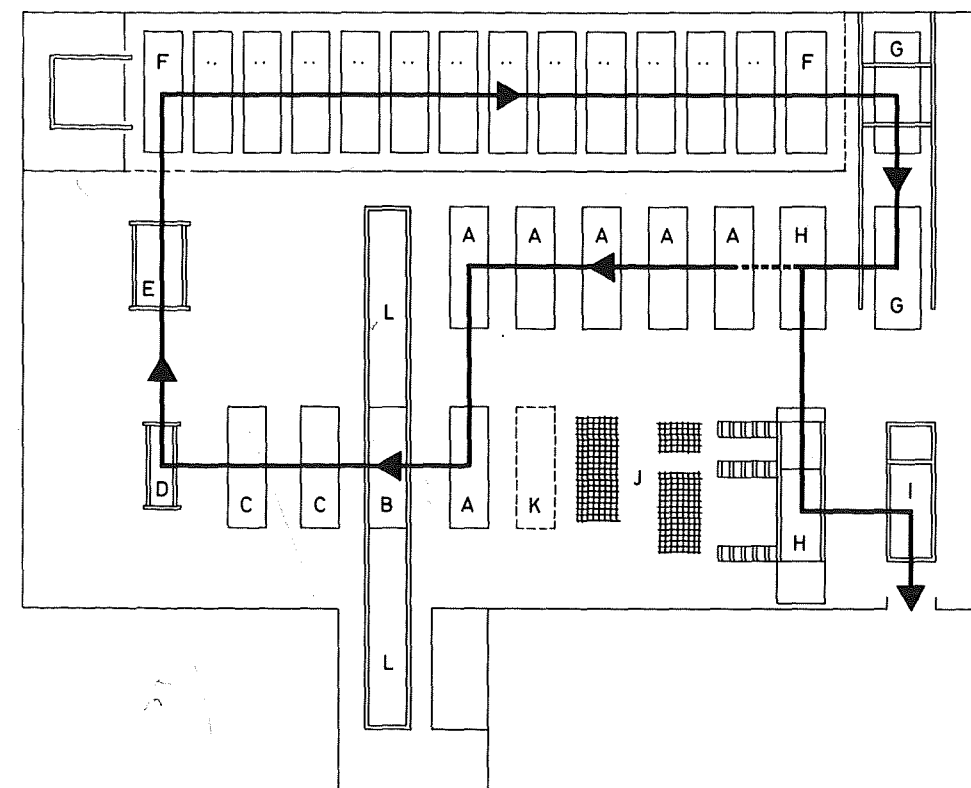
Figur 11.20
Jespersen-fabrikken, Modulbeton i Ølstykke.

En typisk fabrik består af følgende enheder:

1. En centralt beliggende betonblandestation, hvor specifikationerne til de forskellige blandinger til fabrikkens udstøbningssteder, er programmeret ind i stationens styringsenhed, og hvor proportionering, blanding og damp hærdning bliver registreret og kontrolleret automatisk. Den færdige beton leveres til de forskellige udstøbningssteder via transportable containere ophængt i en monorail bane.
2. En dækproduktionslinie, hvor dækelementerne støbes horisontalt i specielle svære stålforme, som transporteres forbi de forskellige arbejdsprocesser, herunder et damp hærdningskammer, ved hjælp af et transportbånd, der kører i et lukket kredsløb; se figur 11.21. De forskellige arbejdsprocesser er koblet elektronisk og

Edb-styret produktion og transport

Dækproduktionslinien



DÆKPRODUKTIONS LINIE, MODULBETON

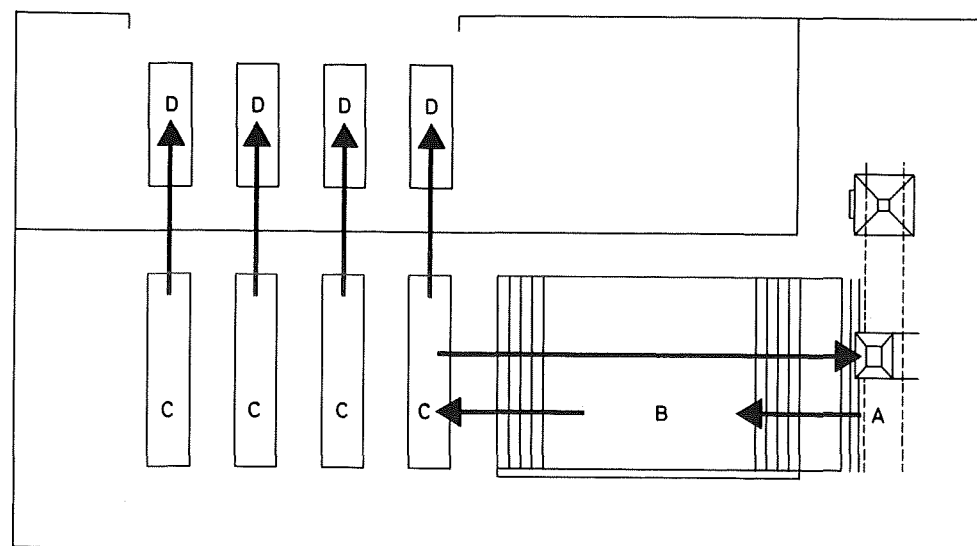
Figur 11.21
Dækproduktionslinien.

Vægproduktionslinien

styres af en central automatisk kontrol med indbygget hukommelse. Formene kan fremstille dækkomponenter i alle modulære bredder op til 24 M, selv om den mest effektive udnyttelse af formene opnåes med standardbredderne 12 M og 24 M. Alle modulære længder op til 72 M kan fremstilles.

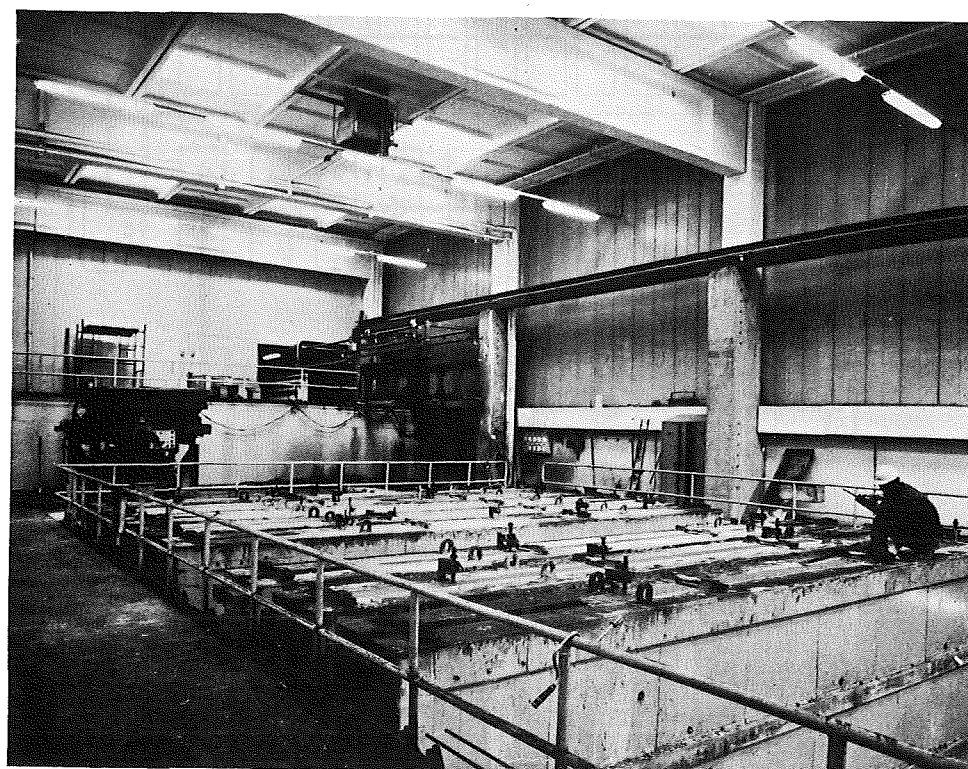
- En vægproduktionslinie, hvor komponenterne støbes lodret i specielle stålforme, som transporteres mellem de forskellige arbejdsstationer og damphærdningskammeret ved hjælp af et kædedrevet transportbånd; se figur 11.22. Formene er indrettet således, at de kan fremstille vægkomponenter med næsten ubegrænset dimensionsfrihed. Største bredde er 72 M, største højde er 30 M, og tykkelserne kan variere fra 50-300 mm.

Figur 11.22
Produktionslinien for vægkomponenter.



VÆGPRODUKTIONS LINIE, MODULBETON

Figur 11.23
Interiør fra Modulbeton
fabrikken i Danmark.



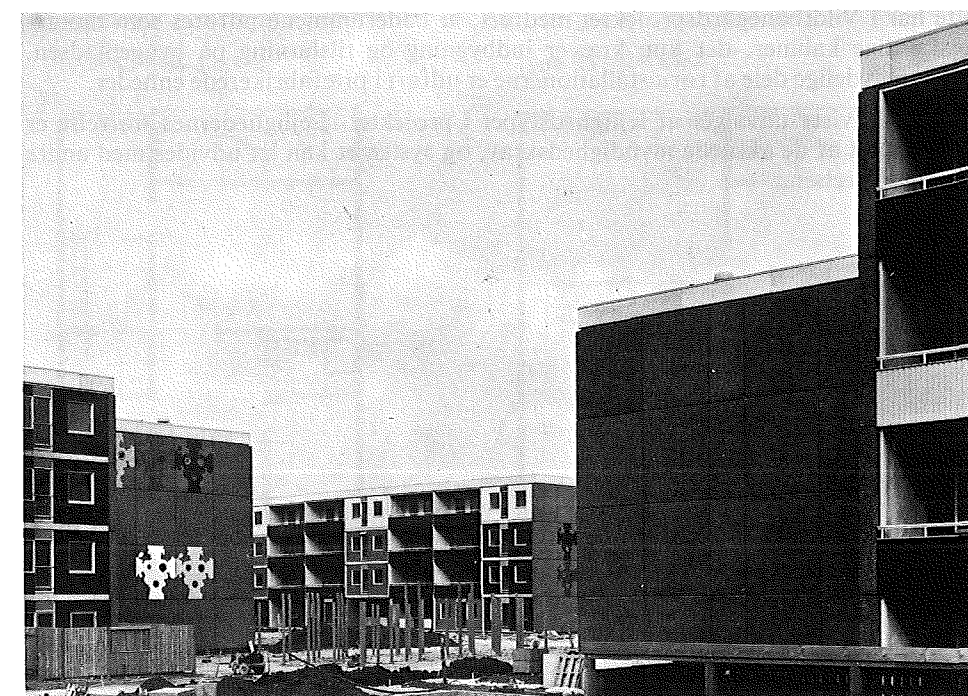
- En særlig afdeling i fabrikken er indrettet for produktion af specialelementer, fx sandwichfacadeelementer, altanelementer, badeværelsesgulve, trappeelementer, nedfaldsskakte og ventilationsrør. En del af disse elementer vil eventuelt kunne hentes på det åbne marked.
- Til fabrikken hører en lagerplads, hvor alle elementer lagres mindst 1 uge, inden de leveres til byggepladsen. Elementerne transporteres på lageret ved hjælp af portalkraner. Transport fra produktionslinierne til lageret foregår med trucks eller særlige transportvogne.
- Til fabrikken hører diverse administrationsbygninger, kantiner, værksteder mv. Fabrikken kan fremstilles i forskellige versioner, med kapaciteter op til 4.500 boligenheder om året, produceret med to skift i en 5-dages uge. Individuelle fabriker kan leveres, så de passer til lokale klimatiske og sociale forhold og til forsyning med lokale råmaterialer.

Fabrikens udstyr og maskiner er indrettet således, at det kan betjenes af ufaglært arbejdskraft. Faglærte arbejdere er kun nødvendige til mekanisk og elektrisk vedligeholdelse. Fabrikens høje mekaniseringsråd bevirker desuden, at behovet for arbejdskraft er meget lavt sammenlignet med, hvad der kræves til normale betonvarefabrikker.

11.4 Vildtbanegård II. Modulprojekt eksempel 4

Beliggenhed	: ca. 15 km syd for Københavns centrum, ved kysten.	Projektdata
Omfang	: 644 stk. lejligheder, fordelt på 25 stk. 4-etagers blokke.	
Lejlighedstyper Bygherre	: 1 rum 38 m ² til 4 rum 106 m ² . : Det Sociale Boligselskab af 29. januar 1946 A/S.	
Arkitekter	: Mangor og Nagel A/S.	
Ingeniør	: P.E. Malmstrøm A/S.	
Hovedentreprenør	: A. Jespersen & Søn A/S.	
Opførelsestid	: 1973-75.	

Vildtbanegårdprojektet er det rendyrkede eksempel på et modulprojekteret dansk etagebyggeri med bærende tværvægge og lette facader.



Figur 11.24
»Vildtbanegård II«.

Konstruktionerne består af følgende bygningsdele:

ELEMENTTYPE	MODULMÅL
<i>Råhus:</i>	
Hule dækelementer	L x B: n · 3M x 12M t = 215 mm
Tværvægselementer	B x H: n · 12M x 26M t = 150 mm
Længdevægselementer	B x H: 24M x 26M t = 230 mm
Sandwichgavlelementer	B x H: 12M, 24M x 26M t = 295 mm
Lette facader	B x H: n · 3 M x 28M t = 140 mm
Kældervægge, ydre (Præfabrikerede, armerede)	B x H: n · 12M x 26M t = 150 mm
<i>Færdighus:</i>	
Lette indvendige vægge	B x H: n · M x 25M t = 100 mm
Badeværelser	Præfabrikerede units
Køkkener og skabe	Præfabrikerede standard komponenter.

Det åbne byggesystem i praksis

Det ses, hvordan komponenternes hovedmål er bestemt af modulordningens rekommandationer, mens tykkelsen på vægge og dæk mv er fastlagt ud fra tekniske og økonomiske vilkår. Denne balance mellem modulære og umodulære mål er karakteristisk for den realistiske måde, hvorpå Jespersen Systemet udnytter den internationale modulordning. Bygningsdelene skal passe sammen i et koordineret, åbent byggesystem, og samtidig skal økonomiske og bygningsfysiske krav respekteres.

Præfabrikerede kældre

I komponentoversigten bemærkes det, at selv kælderkonstruktionen opføres af elementer. Denne teknik, der indførtes i dansk byggeri i 1965, fremmer tempoet på byggepladsen og øger dermed systemets produktivitet. Kun sikringsrummet i kælderen er på grund af de særlige krav til denne konstruktion udført af på stedet støbt beton.

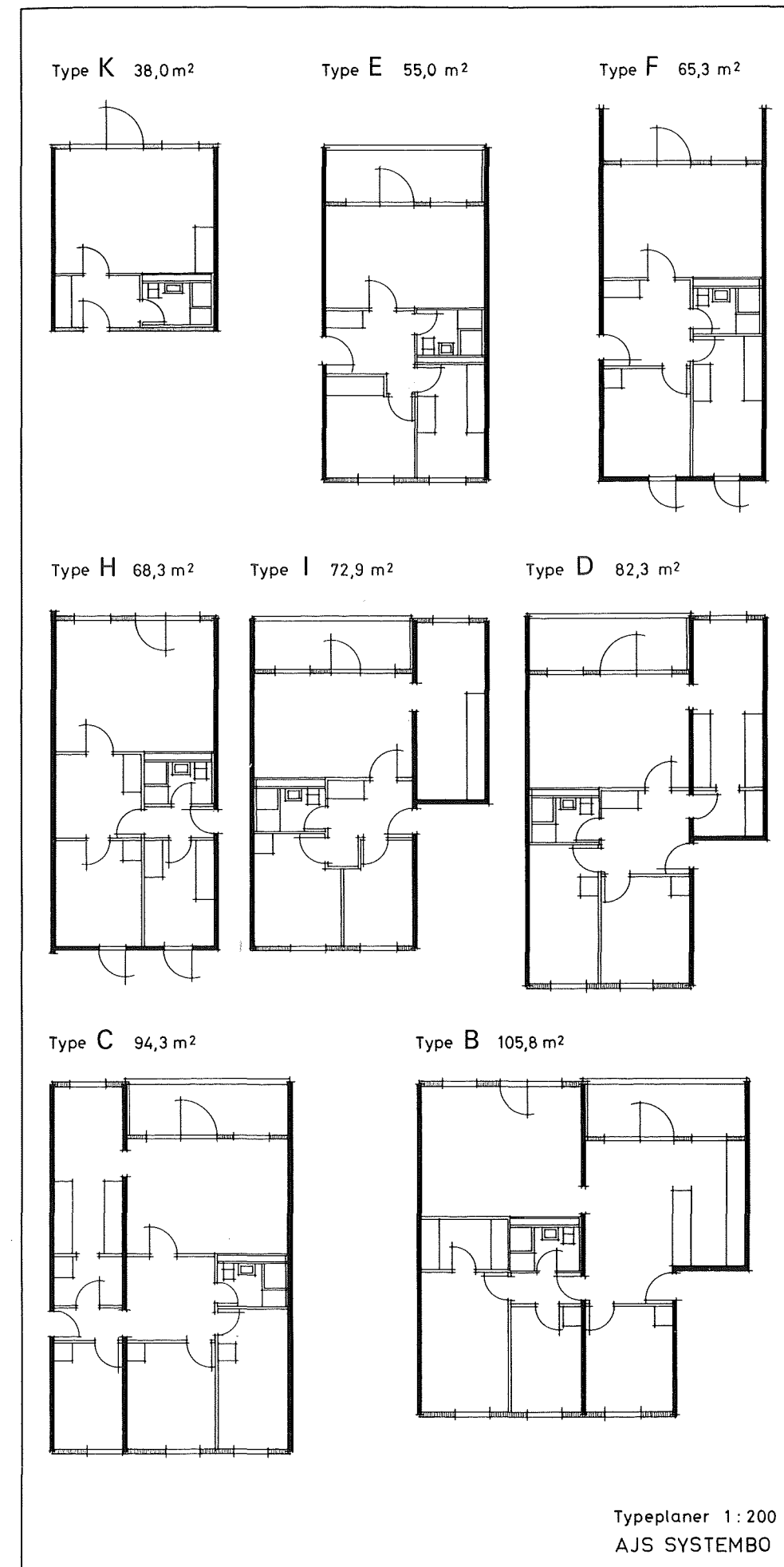
Installationer

Jespersen Systemets installationer har som det konstruktive system gennemgået en omfattende rationalisering, hvis bærende principper har været følgende: A. Størst mulig præfabrikering. B. Størst mulig frigørelse fra de konstruktive delsystemer. Sammenlign Kapitel 5.

Badekabiner

Dette har i Vildtbanegårdsprojektet medført, at baderummene udføres som monteringsfærdige kabiner, der kun kræver indbygning og tilslutning på byggepladsen, samt at betydelige dele af rørinstallationerne er udført i præfabrikerede enheder.

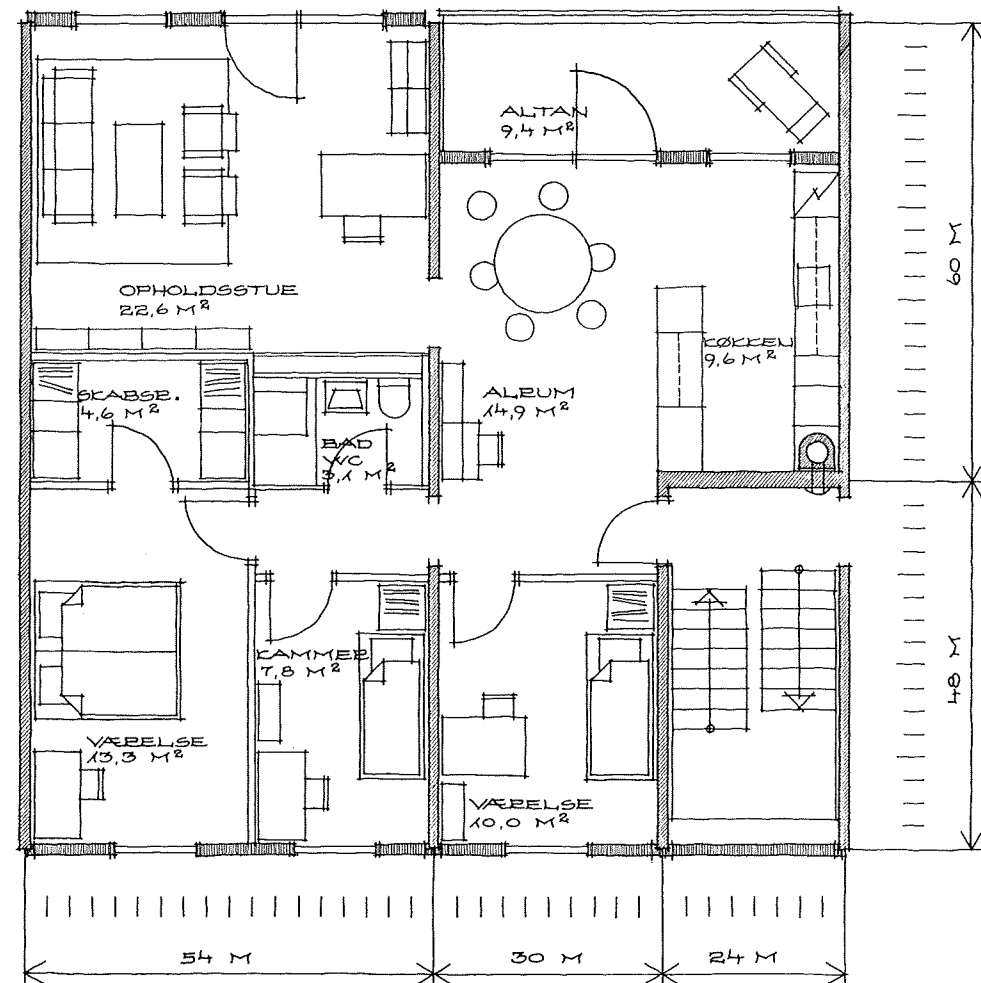
Figur 11.25 viser udvalget af lejlighedstyper i projektet. Lejlighedernes størrelse er bl.a. bestemt af de aktuelle myndighedskrav, og systemet kan let udvides med andre typer og størrelser.



Figur 11.25
Udvalg af lejlighedstyper i
Vildtbanegård II.

Figur 11.26 viser en lejlighedstype fra Vildtbanegårdprojektet. Planen viser den konsekvente anvendelse af tværvægsprincippet i en moderne, rummelig familiebolig. Planen er optegnet over et modulnet med maskevidde 3M x 12M i overensstemmelse med dækelementernes præferencemål.

Figur 11.26
Skitseplan af 106 m² lejlighed i Vildtbanegård projektet.

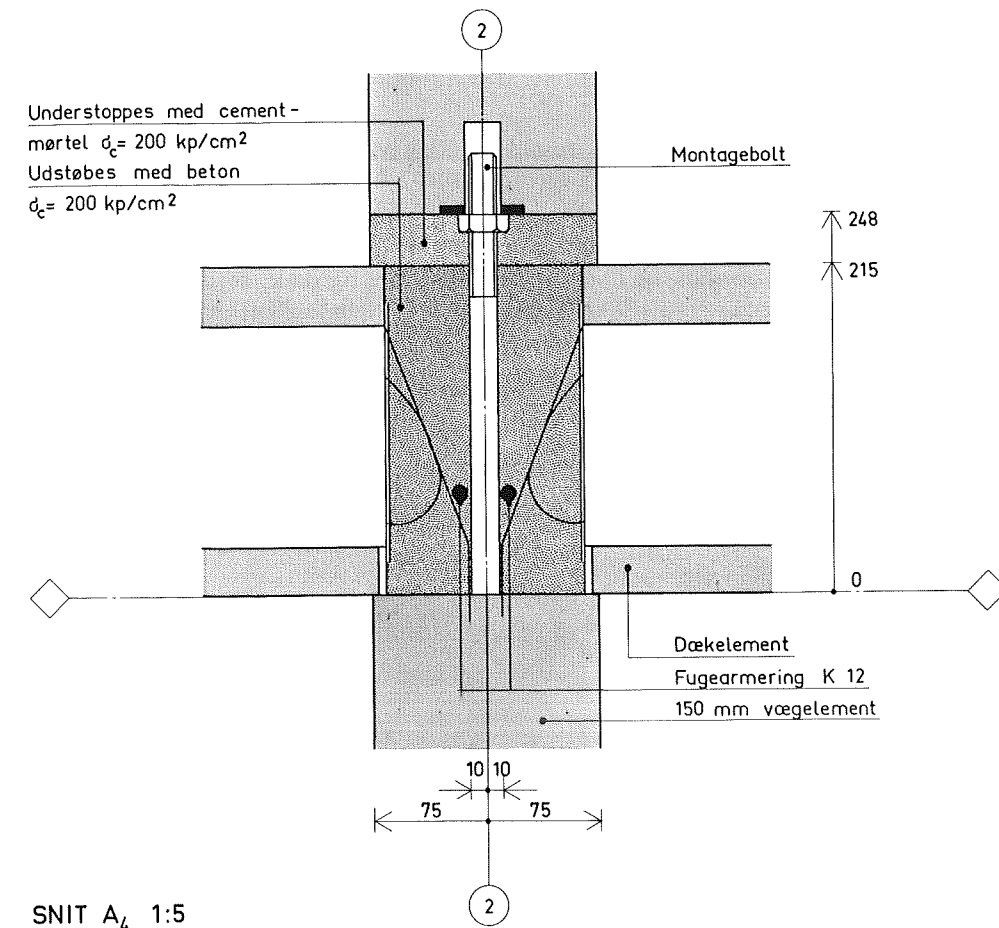


TYPE B. 4 VÆR. + 1 KAM. 105,8 M² BRUTTO 1:100

EKSEMPEL 4
SKITSE AF LEJLIGHEDSPAN 1:100

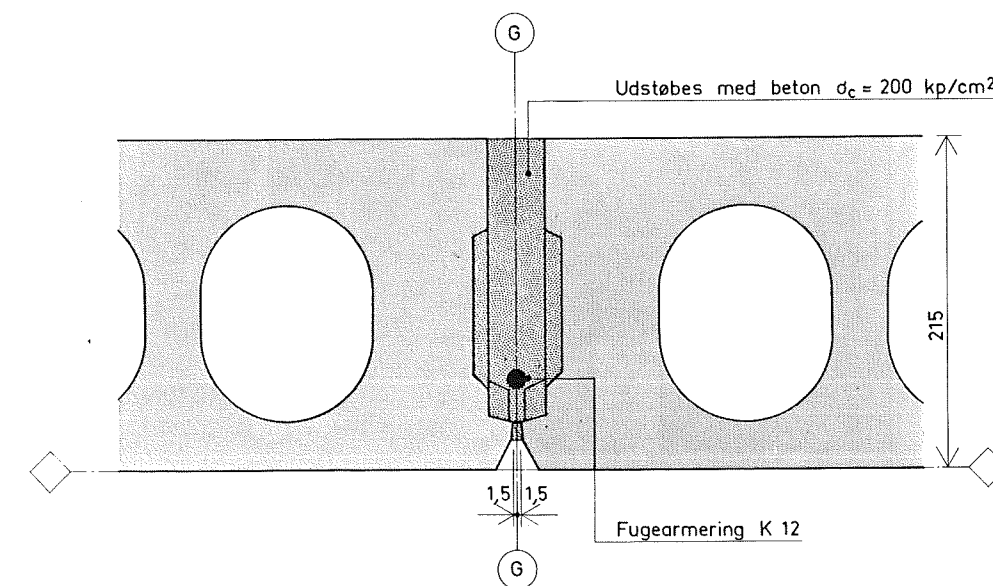
En brugsmæssig vurdering af lejlighedsplanen kan foretages ud fra principperne diskuteret i de foregående eksempler, se fx afsnit 8.1 og 9.1.

Med de valgte konstruktioner og komponenter kan samlinger og fugeløsninger nu gennemgås. Figur 11.27 og 11.28 viser samlingerne mellem standardvægge og dæk. Der henvises til kapitel 4 for en nærmere analyse. Bemærk, at dækundersiden er benyttet som målafsetningslinje.



SNIT A₄ 1:5

Figur 11.27
Lodret snit i samling mellem bærende væg og dæk.



SNIT B₄ 1:5

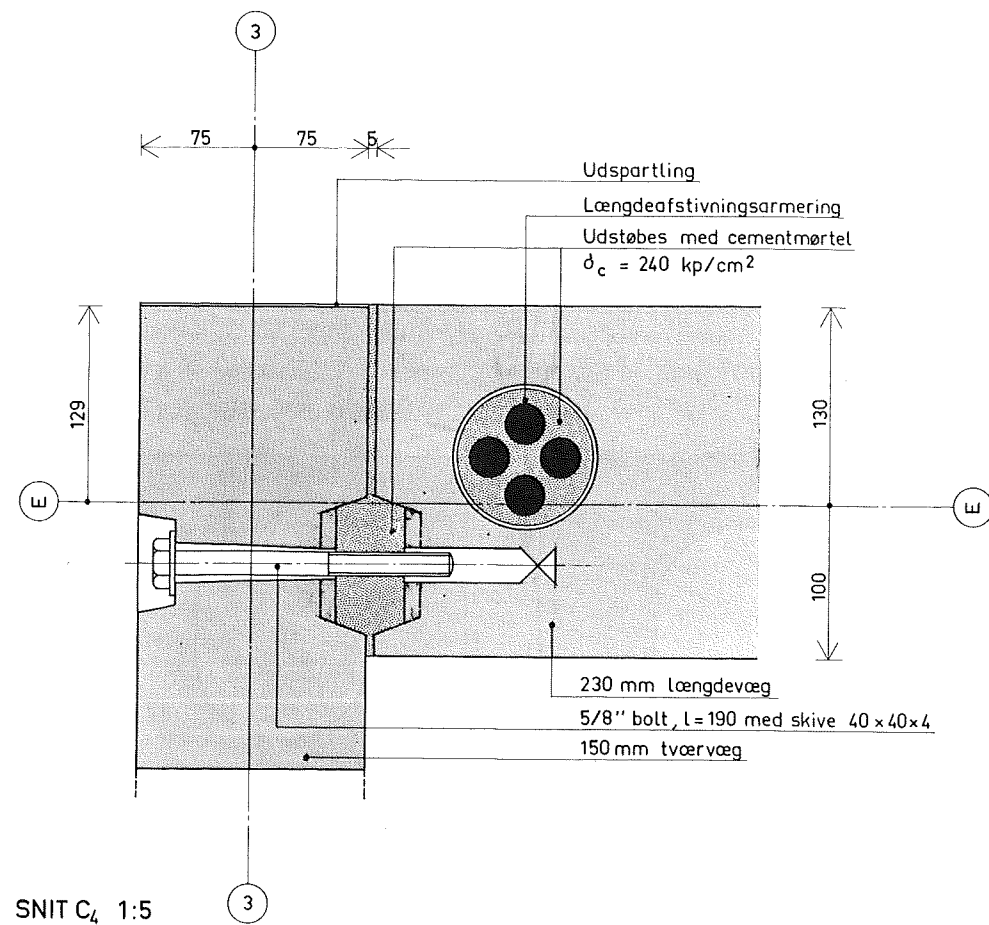
Figur 11.28
Lodret snit i samling mellem dækelementer.

Figur 11.29 viser vandret snit i hjørnesamlingen mellem trappeside- og -endevæg. De to vægge er spændt sammen med bolte, så de tilsammen kan udgøre et afstivende profil for bygningen. Desuden ses den lodrette trækarmring, der sikrer trappehuset som en kontinuert drager gennem etagerne.

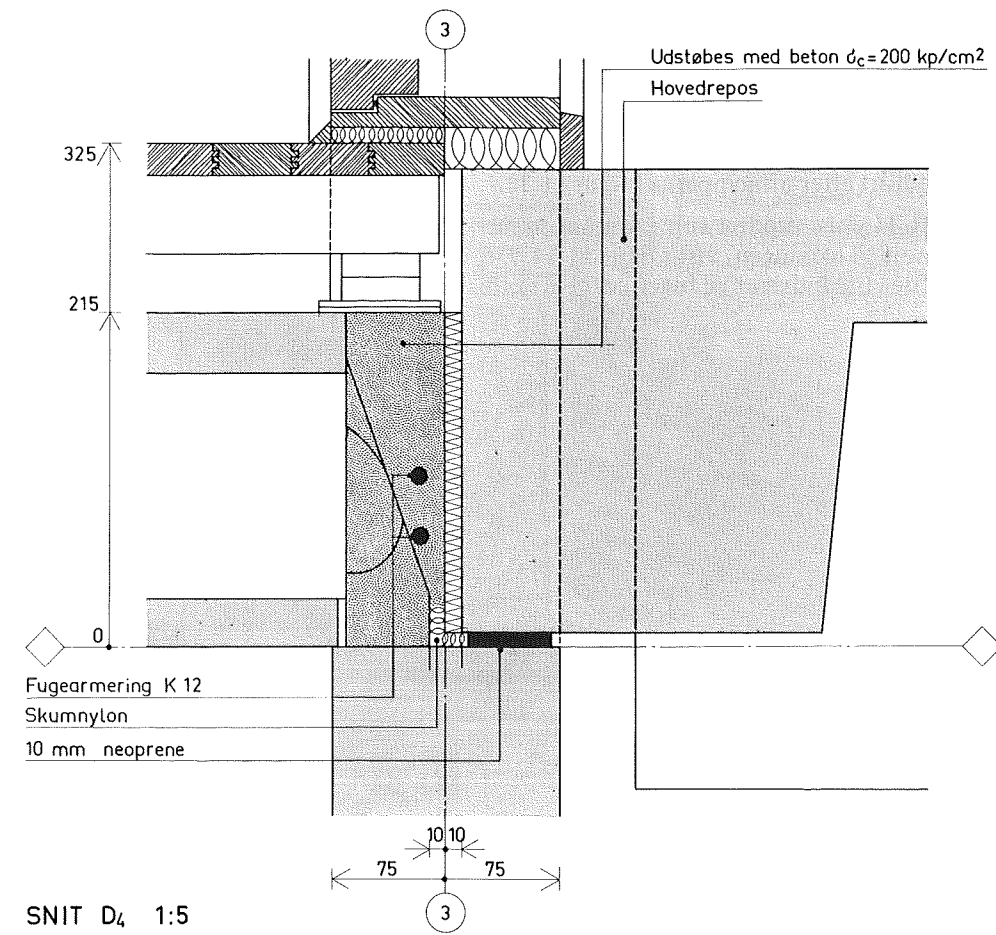
Figur 11.30 viser lodret snit i trappereposens vederlag på tværvæggen. Reposen er oplagt på Neoprene lejeplader for at reducere trin-tøjen.

Figur 11.31 viser samlingen mellem dæk- og gavlelementer. Det ses, hvorledes dækket er forankret i gavlen med de to sæt fugearmering, mens dækkets vederlag på gavlen iøvrigt svarer til den normale samling mellem tværvæg og dæk, se figur 11.27. Da projektet kun er i 4 etager, er der ikke udført træksamlinger mellem gavlelementerne i de to etager; sammenlign løsningen i det følgende spanske projekt, afsnit 11.5 figur 11.38.

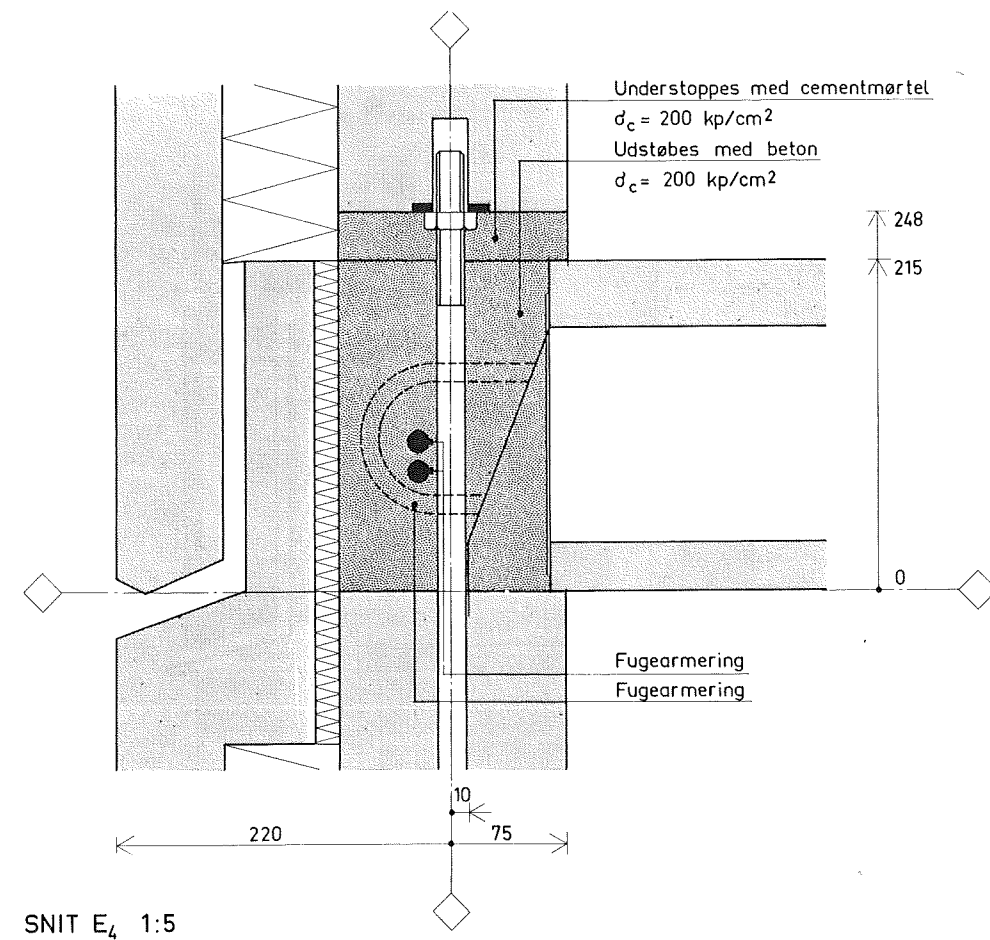
Figur 11.29
Vandret snit i samling mellem trappeside- og endevæg.



Figur 11.30
Lodret snit i samling mellem repos og trappesidevæg.



Figur 11.31
Lodret snit i samling mellem dæk og gavl.

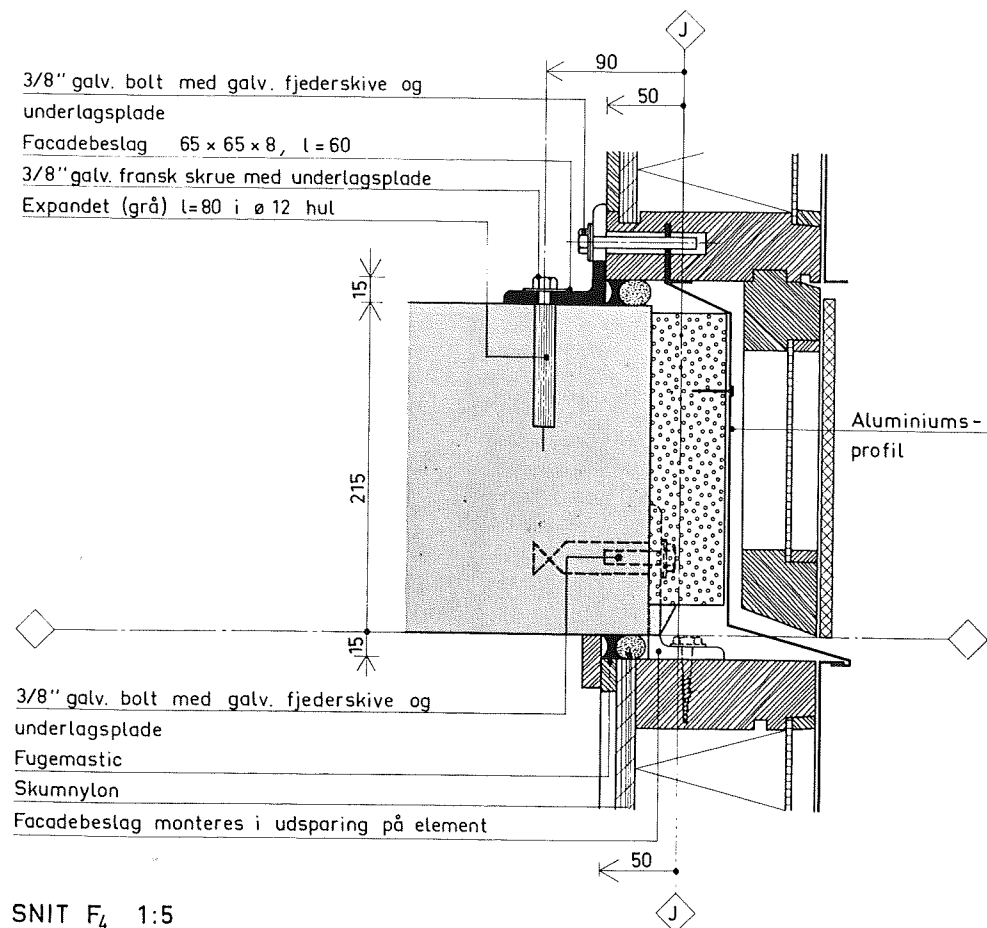


Figur 11.32 viser samling mellem dæk og let facade. Løsningen svarer til den klassiske fra Ballerupplanen og andre byggerier, se figur 11.12. Det ses dog, hvorledes fastgørelsesbeslaget under dækket er ændret, så det nu er skjult i samlingen. Herved bliver inddækningen af den tilsvarende fuge mellem dæk og facade simplere.

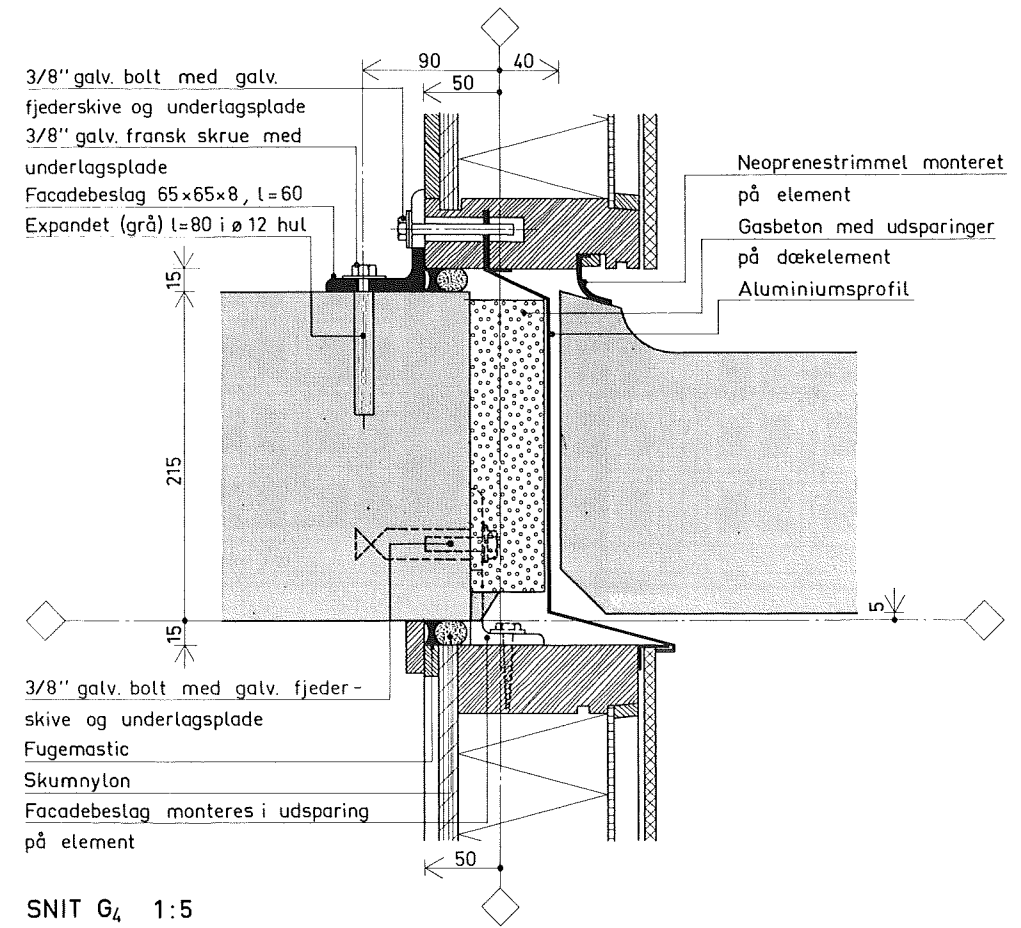
Figur 11.33 viser den tilsvarende samling mellem dæk, facade og altanplade. Samlingen er udført efter principperne i figur 11.32.

Figur 11.34 viser vandret snit i samlingen mellem tværvæg og let facade. Samlingen svarer nøje til løsningen, vist i figur 11.14. Det er afgørende for samlingens lydreduktion, at de viste indvendige fuger udføres tætte.

Figur 11.32
Lodret snit i samling mellem dæk og let facade.



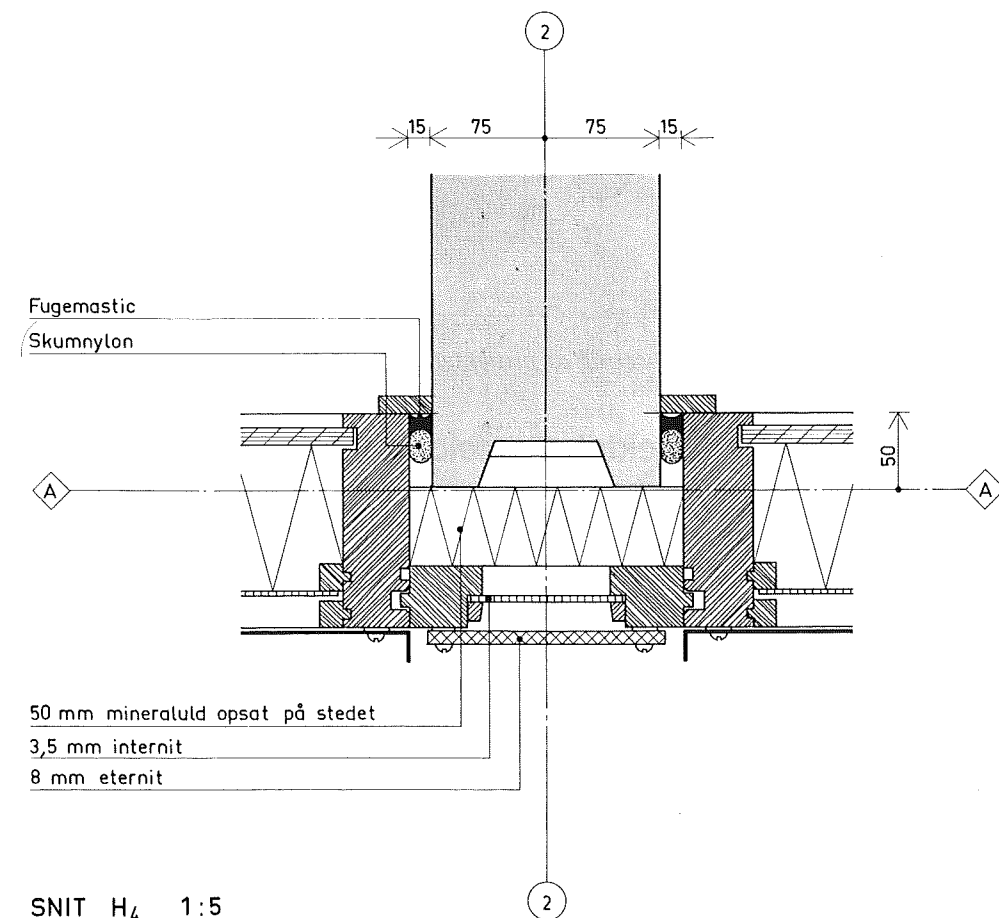
SNIT F₄ 1:5



SNIT G₄ 1:5

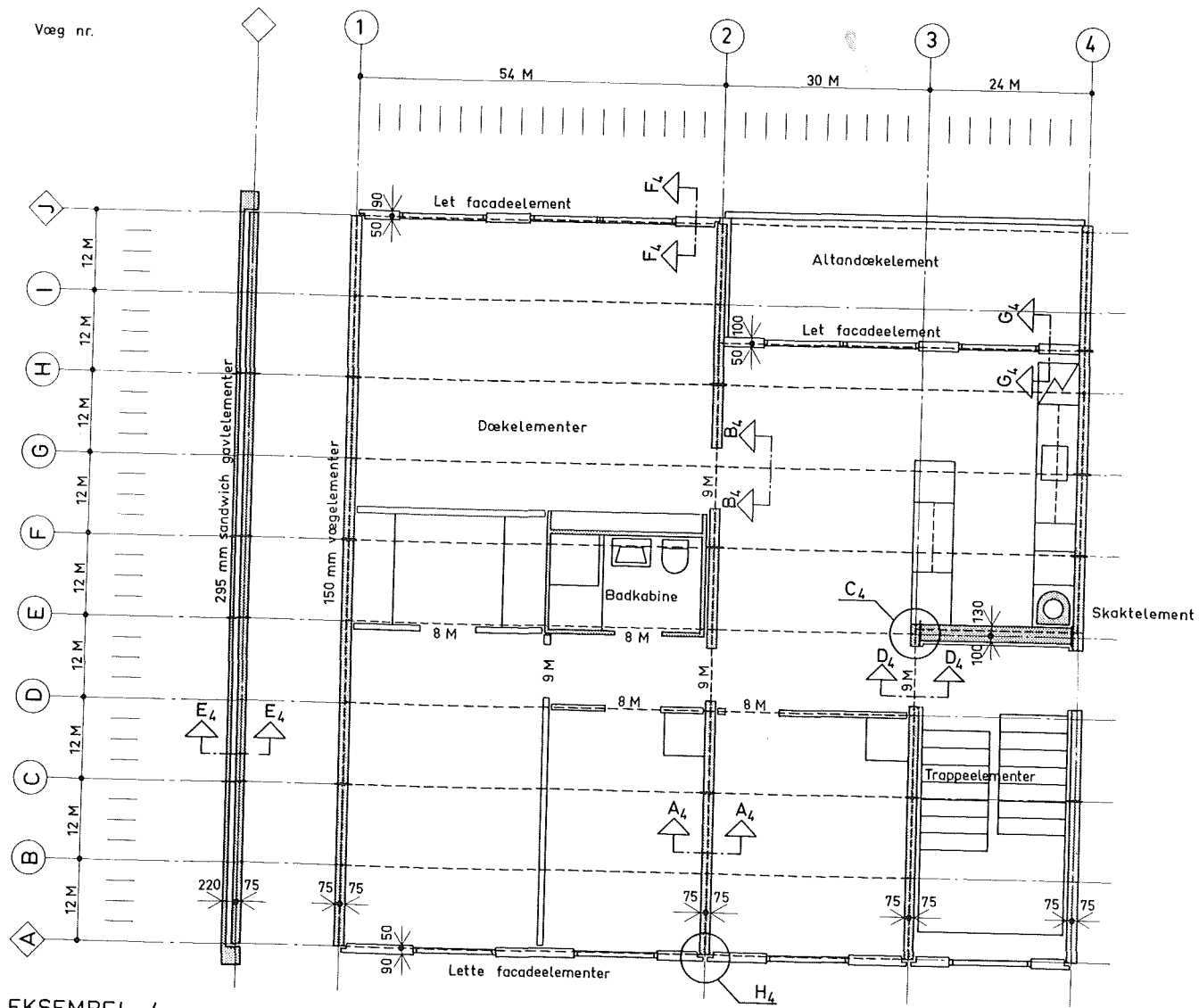
Figur 11.33
Lodret snit i samling mellem dæk, facade og altan.

Figur 11.34
Vandret snit i samling mellem let facade og bærende tværvæg.



SNIT H₄ 1:5

Figur 11.35 viser moduloversigtstegningen, baseret på hele den foregående analyse af samlingsdetaljerne. Tegningen bringer alle modulelementerne på plads i forhold til modulnettet, og der kan herefter udarbejdes procestegninger for dæk- og vægmontage mv.



EKSEMPEL 4
MODULOVERSICHTSTEGNING 1:100

Figur 11.35
Moduloversigtstegning med placering af projektets modulære komponenter.

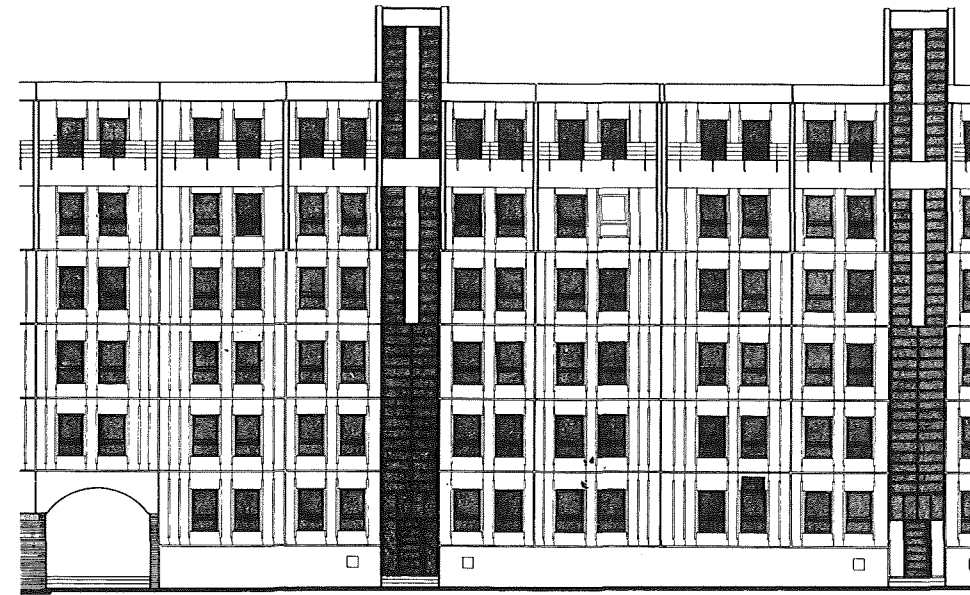
11.5 Cerdanyola Projektet, Barcelona

Projektets data

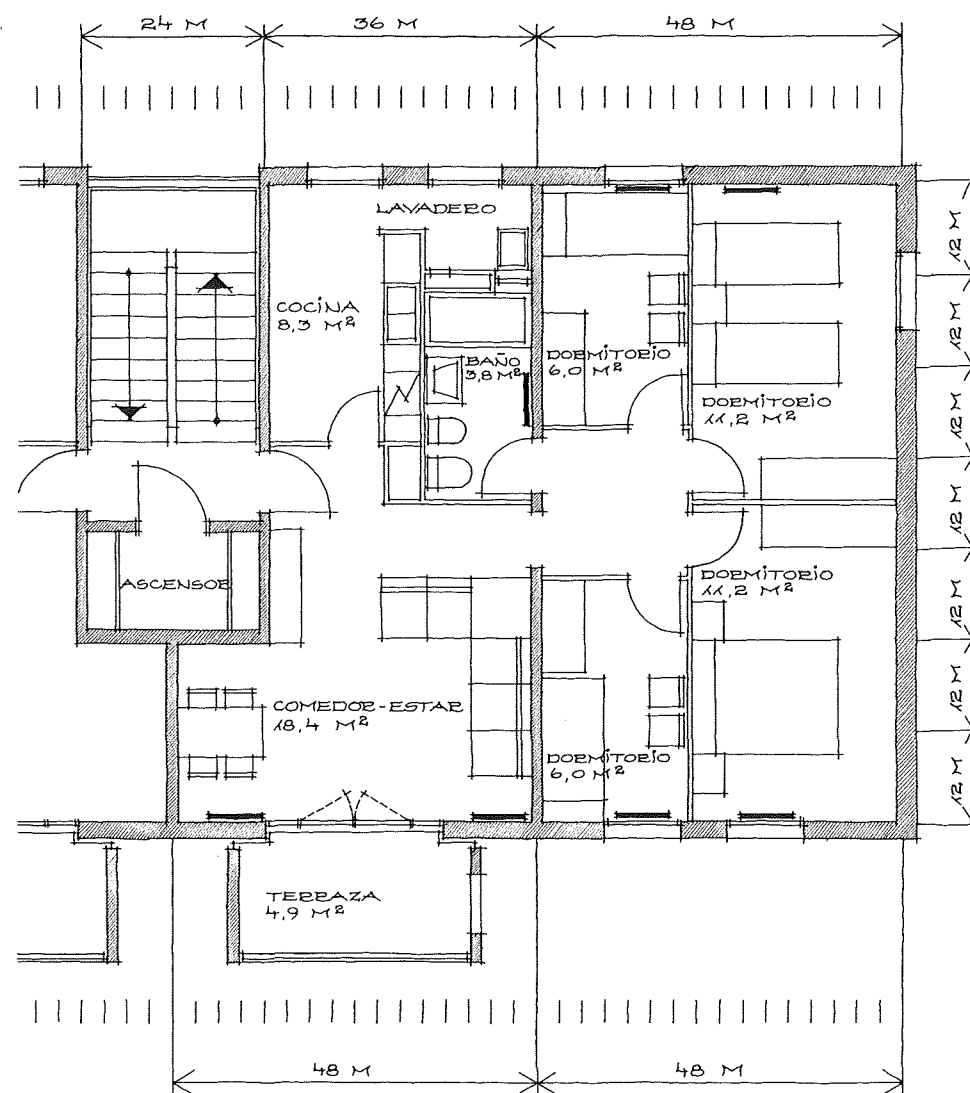
- | | |
|--------------------------|---|
| Beliggenhed | : En forstad til Barcelona. |
| Omfang | : 578 lejligheder, fordelt på 6-9 etagers blokke. |
| Bygherre | : Et spansk konsortium. |
| Arkitekter og Ingeniører | : Martorell/Bohigas/Mackay, Barcelona. |
| Konsulent | : P.E. Malmstrøm A/S, København. |
| Hovedentreprenør | : Modulbeton S.A. Barcelona. |
| Opførelsestid | : 1974-75. |

Modulbeton, Barcelona er Jespersen Systemet spanske licenstager. I 1973-74 har Jespersen Systemet leveret og monteret et produktionsanlæg til det spanske firma, og samtidig begyndte et af Spaniens kendteste arkitektfirmaer projekteringen af en ny boligbebyggelse i Barcelonas forstad, Cerdanyola. Montagen startede i juli 1974 og afsluttedes i efteråret 1975.

Figur 11.36
Facadetegning af
Cerdanyola Projektet.



Figur 11.37
Skitse af lejlighedsplan,
Cerdanyola Projektet.

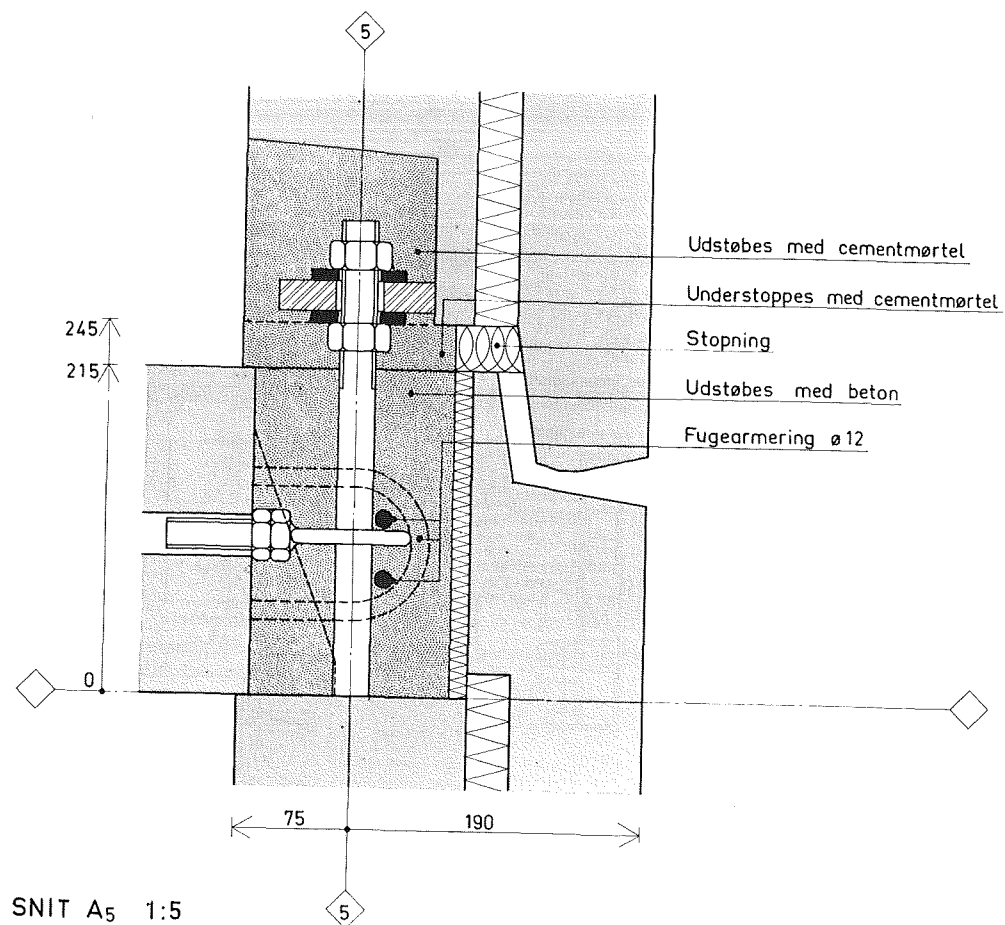


EJEMPLO 5
PLANTA TIPO 1:100

Cerdanyola Projektet er tegnet over følgende byggeprogram: Spanske familieboliger med 4 soverum, opholdsstue, køkken, bad osv, opført med Jespersen Systemets industrielle byggeteknik. Projektets vigtigste komponenter er som i eksempel 4, se afsnit 11.4, dog med følgende ændringer: Facaderne er beton sandwichelementer; baderum opbygges på stedet, og gulve lægges af terrazzofliser i sand og mørtel. En nærmere beskrivelse af projektet og dets forudsætninger er givet i litt. 11.6. Figur 11.37 viser en skitseplan af en møbleret lejlighed. De små kamre på 6 m² er det eneste, der adskiller planen fra en tilsvarende dansk lejlighedstype.

Samlingerne mellem tværvægge og dæk samt mellem dækelementer indbyrdes er i dette projekt udført som i eksempel 4, se figur 11.27 og 11.28. Figur 11.38 viser samlingen mellem dæk og gavlelementer i det spanske projekt. Samlingen er udført med forankring af dækket og træksamling mellem gavlelementerne. Disse foranstaltninger tjener dels til at imødegå risikoen for progressiv kollaps, forårsaget af ekstraordinære påvirkninger, dels er de led i bygningens sikring mod jordskælvs kræfter efter gældende spanske normer. Barcelona ligger i et område af Spanien, hvor de spanske normer giver en jordskælvskraft, der for dette projekt er beregnet som en massekraft på 4% af de lodrette kræfter.

Figur 11.38
Lodret snit i samling mellem dæk og gavl.

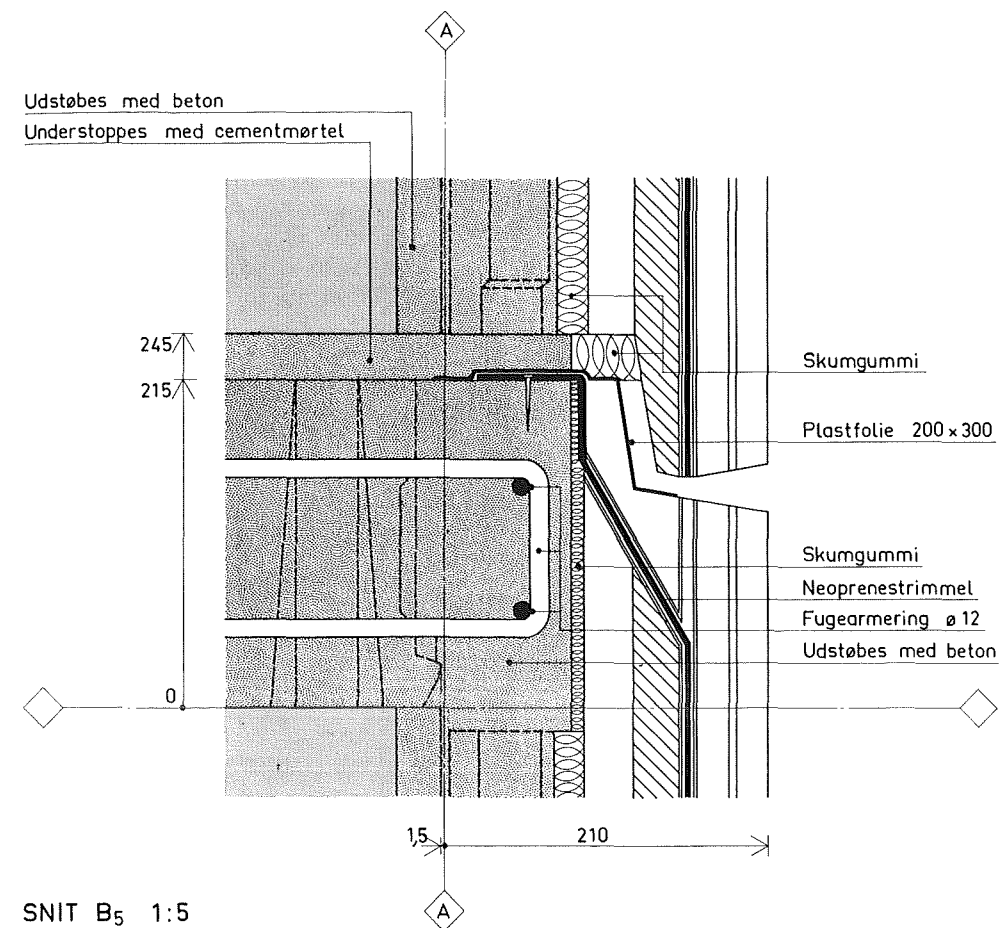


SNIT A₅ 1:5

Bemærk, at samlingen trods sammenstøbningen og den kontinuerte fugearmering, alligevel er udført uden kuldebroer. Dette hensyn er typisk for Jespersen Systemet, mens det negligeres i de fleste udenlandske byggesystemer, fx de russiske og de franske. Selv i et varmt middelhavsklima, kan man konstatere alvorlige kondensskader i byggesystemer, hvor man har negligeret kuldebroerne og kondensspørgsmålet.

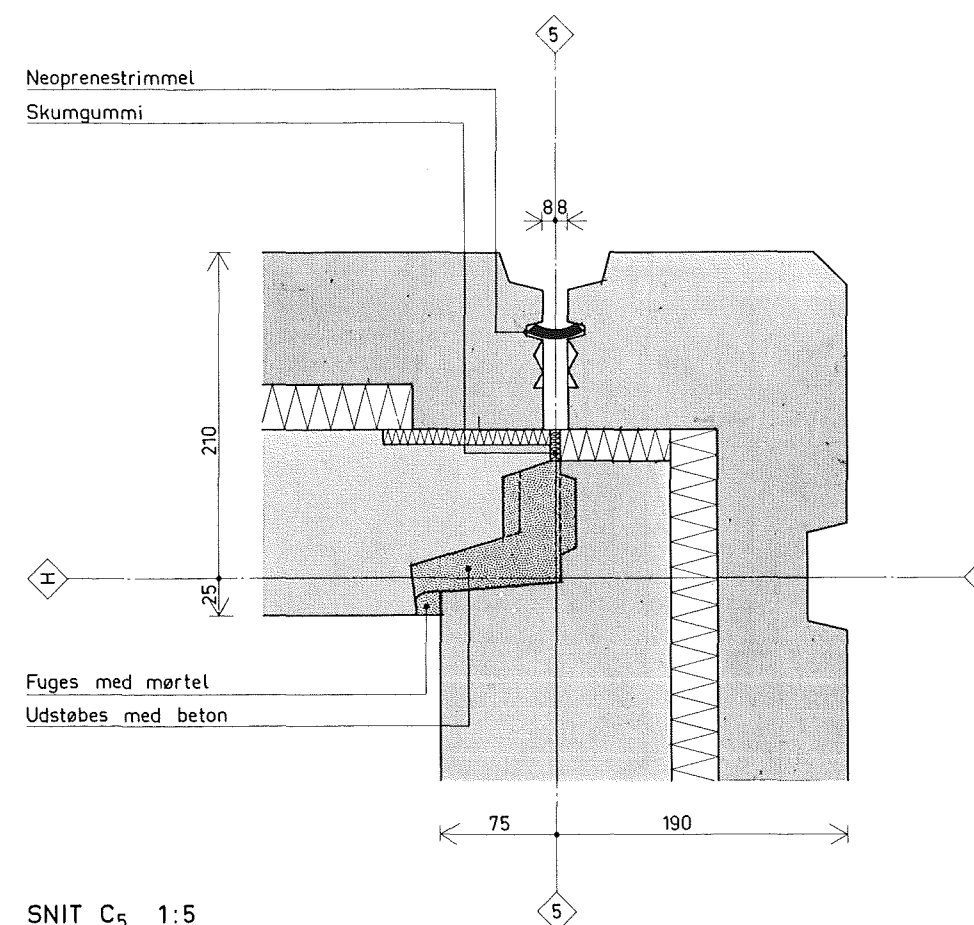
Figur 11.39 viser et lodret snit i fugen mellem to facadeelementer ud for centerlinien i en tværvæg. På figuren ses de »vaskebrædt«-profilerede sidekanter af facadeelementerne og indføringen af Neoprene fugebåndet, der afskærmer det ventilerede hulrum i fugen. Desuden ses den gennemgående ringarmering, der omgiver hele bygningen i dækkenes plan i samtlige etager.

Figur 11.40 viser vandret snit i samlingen mellem facade- og gavlelementer. Også i denne samling er der anvendt ventileret facadefuge og gennemgående varmeisolering.



SNIT B₅ 1:5

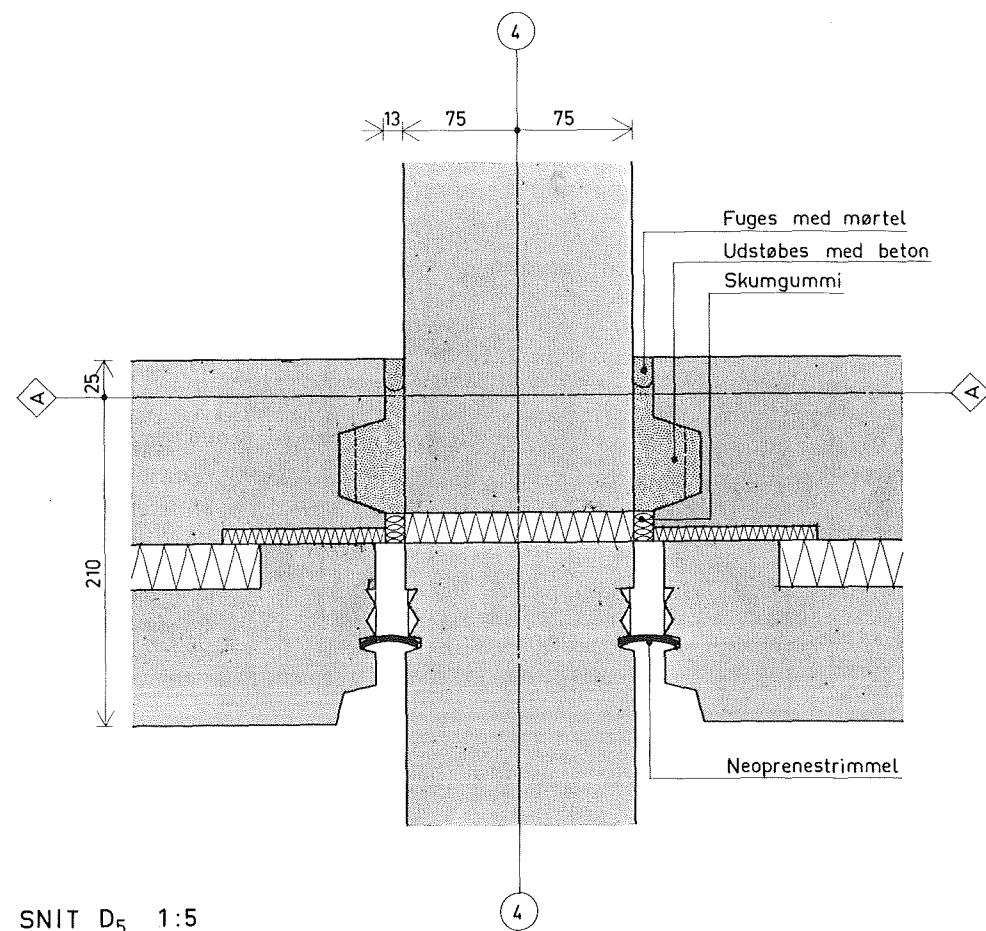
Figur 11.39
Lodret snit i fugen mellem to facadeelementer ud for tværvæg.



SNIT C₅ 1:5

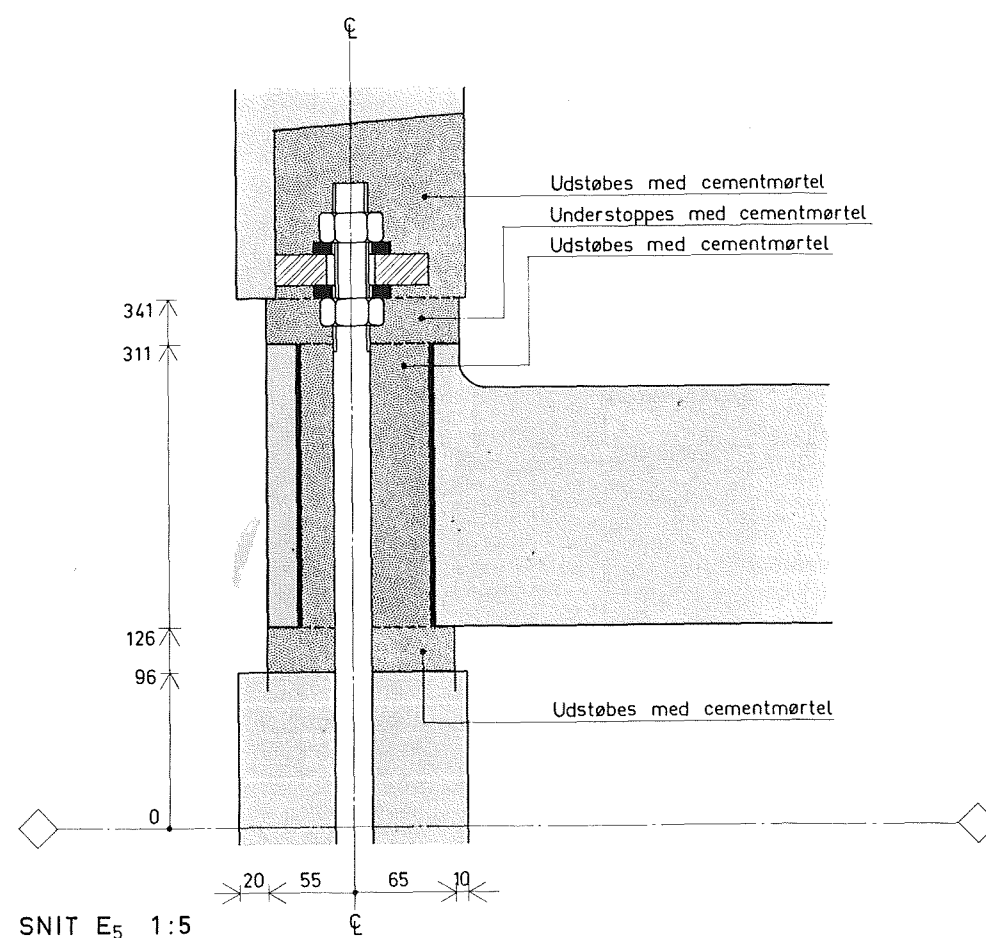
Figur 11.40
Vandret snit i samling mellem facade og gavl.

Figur 11.41
Vandret snit i samling
mellem tværvæg og
facade i etage 5 og 6.



SNIT D₅ 1:5

Figur 11.42
Lodret snit i samling
mellem altanvæg og -plade.



SNIT E₅ 1:5

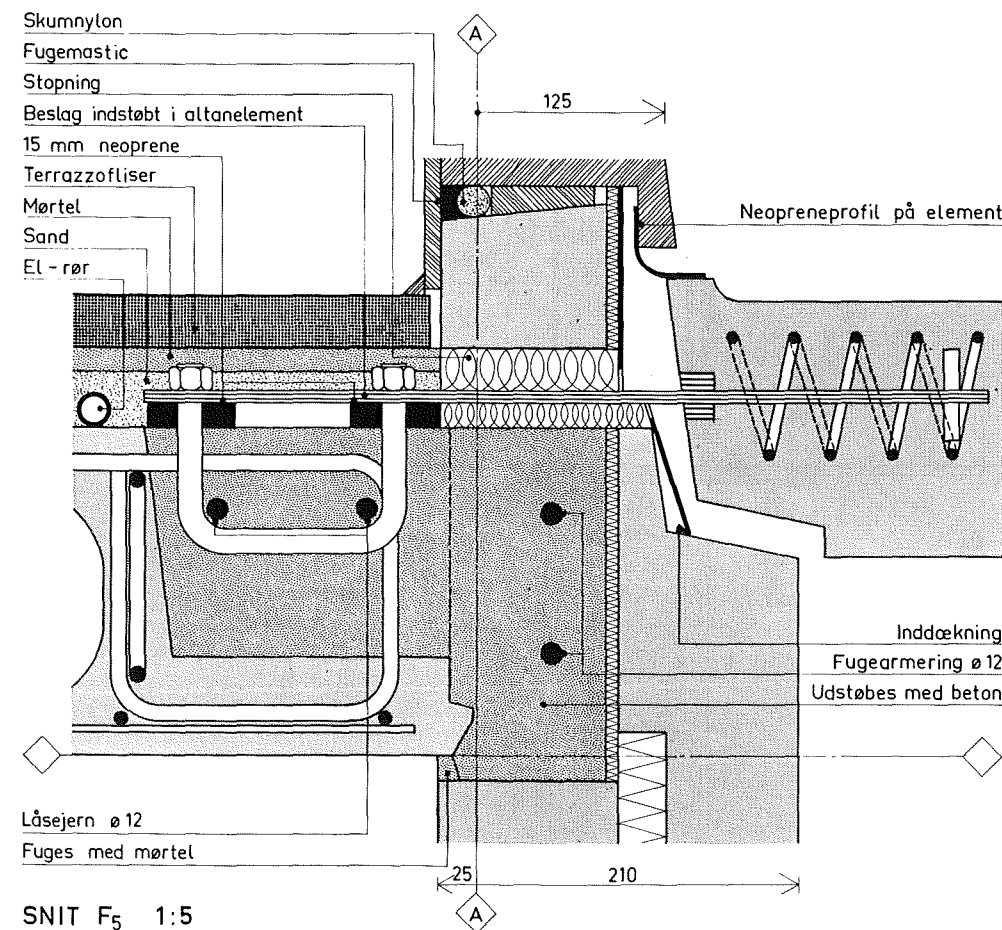
Figur 11.41 viser vandret snit i samlingen mellem facade og tværvæg i de øvre etager 5 og 6, hvor tværvæggene af arkitektoniske grunde er forlænget ud gennem facaderne. Der er indstøbt isolering i væggene ud for facaden, således at kuldebroer også her er undgået.

Det fremgår af figurerne 11.40 og 11.41, at facaderne er udført af sandwich elementer med 120 mm indvendig skive. Denne del af facaden indgår i bygningens afstivende system og er beregnet for optagelse af vandrette jordskælvskræfter i længderetningen. Ud for etagedækkene er samlingerne derfor i princippet udført som i gavlen med trækoptagende stibøjle-armering; se figur 11.38. Der er således to stibøjler i samtlige elementer i bygningens periferi.

Figur 11.42 viser lodret snit i samlingen mellem altanvægge og -dæk. Også her er anvendt en stibøjle for at sikre altanvæggenes stabilitet.

Da den bærende altankonstruktion er placeret uden på bygningen, se figur 11.37, opstår der relative bevægelser mellem denne og altanerne som følge af temperaturdifferencer. Derfor er altanpladerne forankret til hovedkonstruktionen gennem bevægelige, rustfri beslag, som det fremgår af samlingerne, figur 11.43 og 11.44. Disse samlinger viser desuden påny den gennemgående periferiarmering i projektet.

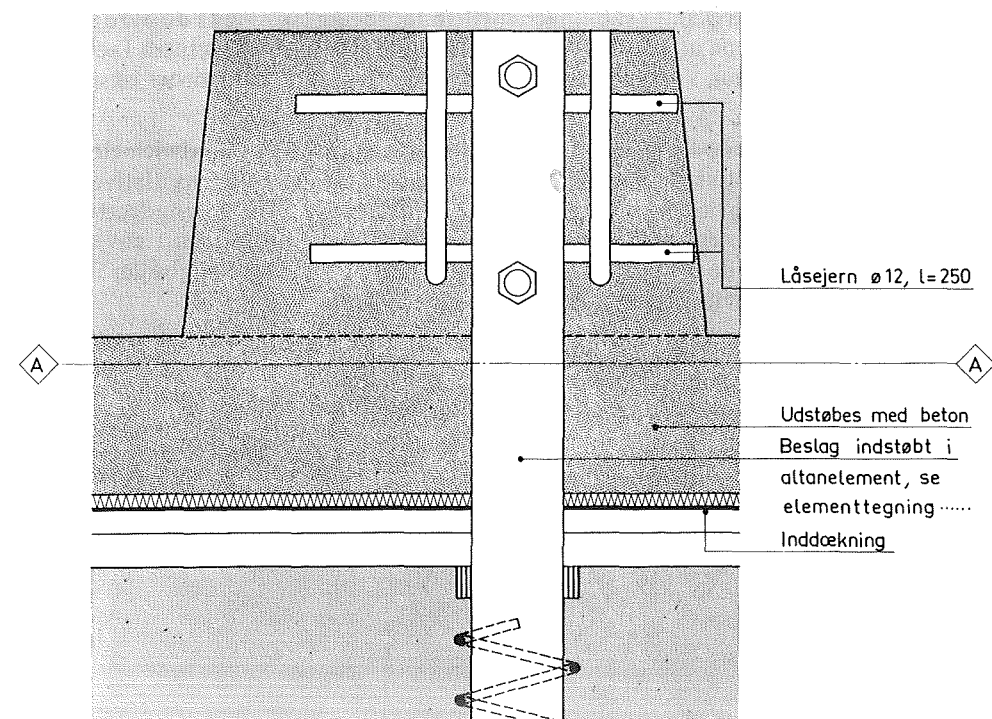
Facadefuger



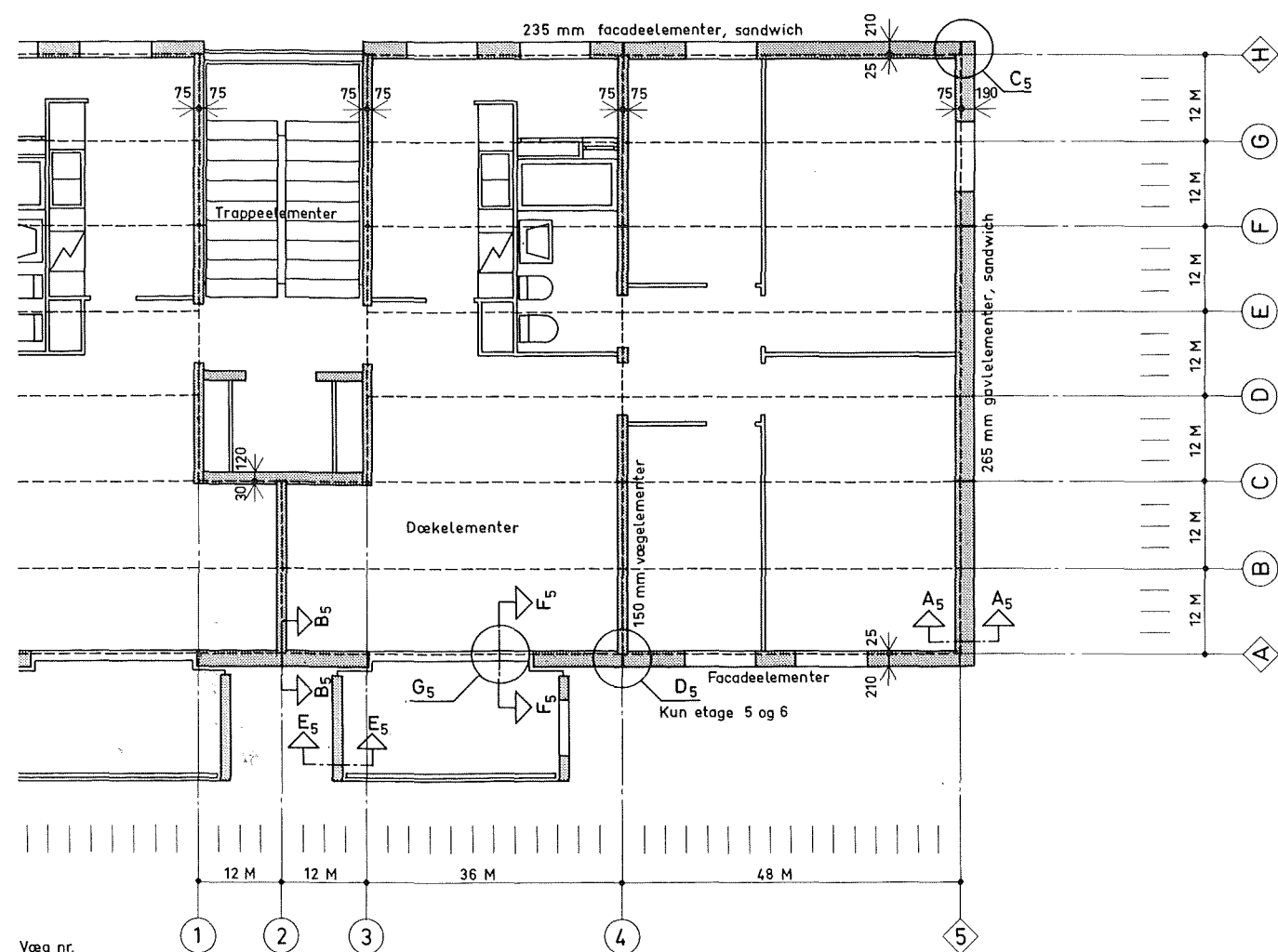
SNIT F₅ 1:5

Figur 11.43
Lodret snit i samling
mellem altan, facade og dæk.

Figur 11.44
Vandret snit i samling
mellem altan, facade og
dæk.



SNIT G₅ 1:5



Væg nr.
EKSEMPEL 5
MODULOVERSIGTSTEGNING 1:100

Figur 11.45
Moduloversigtstegning med indtegnet placering af hovedkomponenterne i planen.

Også andre steder i projektet er der taget hensyn til dilatation. Det kan således nævnes, at der er udført dobbeltvægge i de lange bygningsfløje, og bygningernes gesims-elementer er styret af særlige beslag, således at ophobning af temperaturbevægelser undgås.

Med denne gennemgang afsluttes analysen af samlingsdetaljerne i projektet. Der er naturligvis mange andre samlinger, der skal opklares, inden projektet er færdigbehandlet, men de her viste detaljer indeholder de mest karakteristiske løsninger.

Figur 11.45 viser projektets moduloversigtstegning, der bringer alle modulkomponenterne på plads i planlægningsmodulnettet, og hvorfra procestegninger for dæk- og vægmontage mv kan udføres, som det er vist i kapitel 8-10.

11.6 Litteratur

- | | | |
|------|----------------------------------|---|
| 11.1 | Kjeldsen, M. og Simonsen, W.R.: | Industrialized Building in Denmark, Teknisk Forlag, København 1965. |
| 11.2 | Kjeldsen, Marius: | Industrialized Housing in Denmark, Eget forlag, Kbh. 1976. |
| 11.3 | Munch-Petersen, J.F.: | Facadeelementer, Danmarks tekniske Højskole, København 1979. |
| 11.4 | Munch-Petersen, J.F.: | Dæk- og vægelementer, DTH 1982. |
| 11.5 | Instituttet for Husbygning, DTH: | Diverse rapporter og forelæsningsnotater mv. |
| 11.6 | Byggeindustrien 1974.7: | Barcelona-forstaden Sardanyola, Teknisk Forlag, Kbh. 1974. |
| 11.7 | Byggeindustrien 1974.12: | 14 boligbebyggelser. Teknisk Forlag, Kbh. 1974. |

Terrassehuset er 60'ernes ny form i etagebyggeriet. På en bjergskråning som her i Oslo's udkant er princippet brugsmæssigt og konstruktivt indlysende rigtigt. I det flade Danmark er det mere problematisk; - det er vanskeligt at sikre tilstrækkeligt dagslys til de nederste etager med stor husdybde.



12

12. Terrassehus

Modulprojekt, eksempel 5

»Uderum« på 10-20 m²; dagslysproblemer i de nederste etager

Arbejdet med udvikling af nye boligtyper har i slutningen af 1960'erne ført til bygning af terrassehuse i Danmark og i det øvrige Vesteuropa. Med denne husform, der som navnet angiver, består af en terrassevis opbygget husblok, tilstræber man at opnå en del af enfamiliehusets fordele i en etagebebyggelse med relativ høj udnyttelsesgrad. Terrasseformen giver mulighed for at bygge lejligheder med store uderum, der kan anvendes til ophold, leg, tøjtørring mv i lighed med udearealerne ved et enfamiliehus. Altanstørrelsen på 2-3 m² i det traditionelle etagehus bliver til et »uderum«, en terrasse, på 10-20 m² eller mere i terrassehuset. Ulempen ved den terrasserede husform er den store husdybde i de nederste etager, som vanskeligt kan få tilstrækkeligt dagslys. Dette problem er størst for høje huse på vandret terræn. Hvor der bygges på en skræning med hældning 30-40°, bliver terrasseformen mere naturlig og problemfri, se fx indgangsbilledet til dette kapitel samt figur 12.18 og -19.

12.1 Byggeprogram og byggesystem

Terrassehuse kan bygges med standardelementer

Terrassehuset i eksempel 5 er et studieprojekt udført til Dansk Ingeniørforening, Efteruddannelsen, hvor det har været anvendt i kurset, Montagebyggeriets Statik og Teknik. Projektet er baseret på arkitekt Børge Kjærs vinderprojekt fra Vestamagerkonkurrencen i 1965. Der er i kursusprojektet udført en del forenklinger med et pædagogisk sigte. Tegningsmaterialet er udført og stillet til rådighed af montagekursets lærere: Owe Eriksson, Erling Lemming Pedersen og Henrik Nissen. Den pædagogiske idé i projektet har været at vise, at et moderne terrassehus kan bygges med de normale elementtyper, der anvendes i det almindelige montagebyggeri, suppleret med visse specialelementer.

Moduloversigtstegninger

Lejlighedsplanerne er meget forskellige i husets 3 etager, men alle ligger betydeligt over den sædvanlige standard i dagens byggeri. Figur 12.01, -02 og -03 viser planerne for etage 1-3. På planerne er vist opdeling af huset i elementer, og planerne svarer således til de foregående eksemplers moduloversigtstegninger, dog mangler der betegnelser på de forskellige elementtyper.

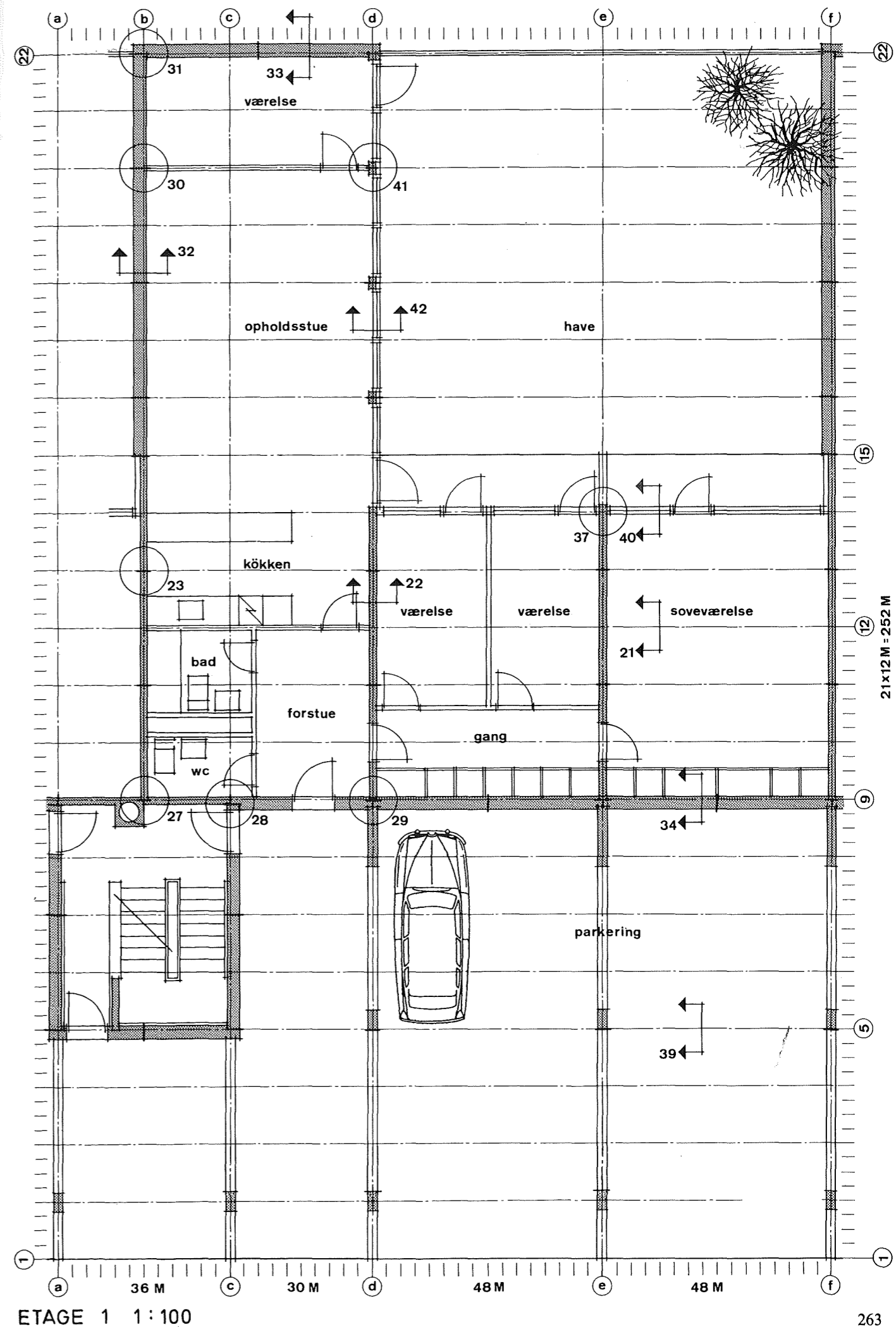
Lejlighedsplanerne og adgangsforsholdene

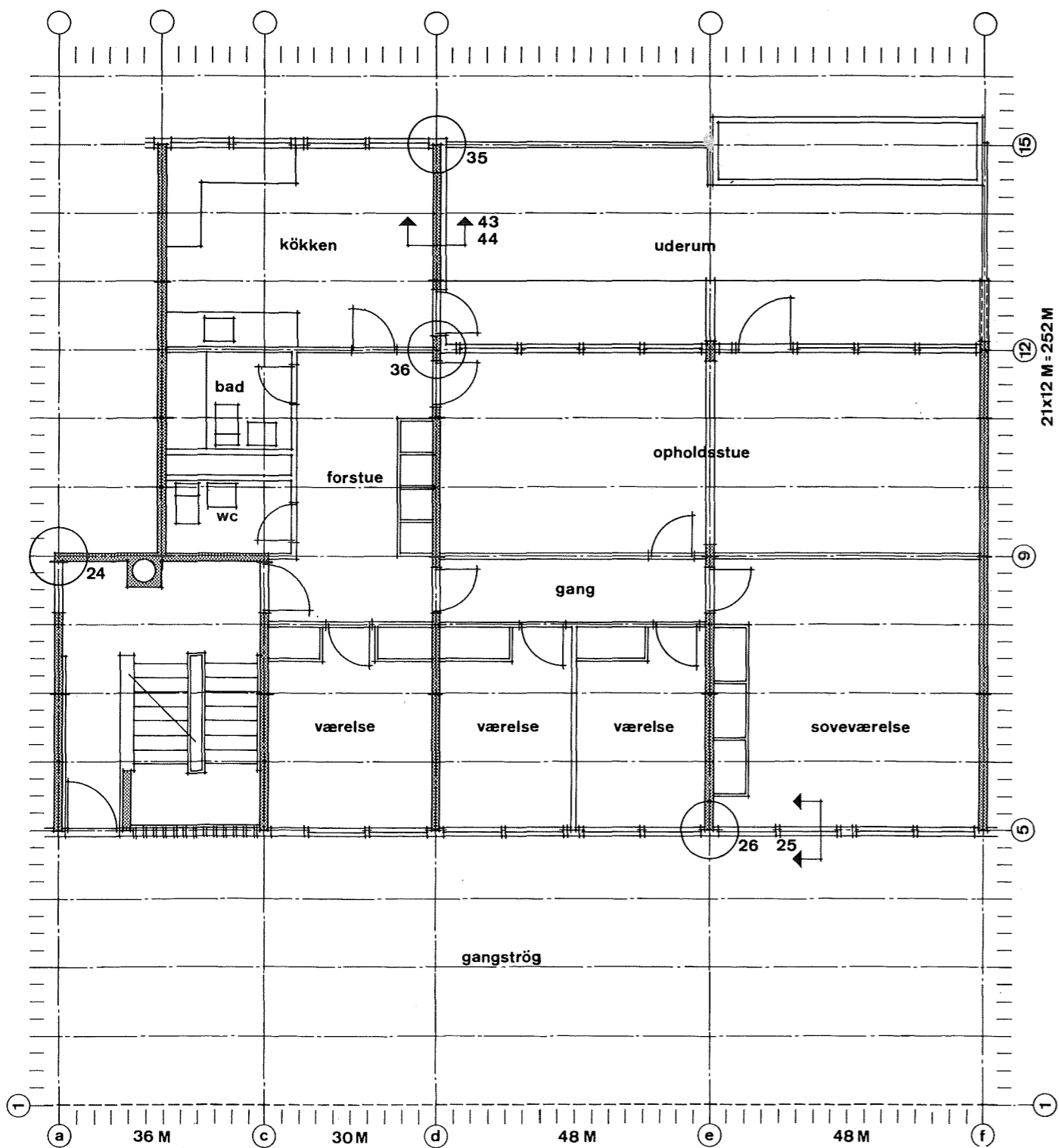
Planen, etage 1 figur 12.01, viser en vinkel-formet lejlighed med 150 m² bruttoareal og en atrium-have. Planen er delt i en opholdsafdeling og en soveafdeling. Køkkenet er bygget sammen med opholdsstuen og er derfor uden eget vindue - en løsning, der kan kritiseres. Køkkenet som gennemgangsrum til stuen er heller ikke heldigt. Ved indgangssiden er der et overdækket parkeringsareal, og over dette ligger et gangstrøg, således at den gående og kørende trafik er adskilt. I havesiden er der anvendt lette elementer, mens øvrige ydervægge er tunge, blandt andet for at skærme mod trafikstøjen.

Lejligheden i etage 2 er på 142 m² med en terrasse på 33 m². Spisekøkkenet er på 16 m², mens de to baderum er på henholdsvis 3,8 og 2,8 m². Baderummene er adskilt af en installationsvæg. På lejlighedens indgangsside ligger gangstrøget, og for at undgå indblik herfra, udføres vinduerne højtiddende. Alle ydervægge er udført med lette materialer, den bærende væg mellem køkkenet og uderum dog af beton med en let beklædning.

Lejligheden i etage 3 er på 130 m² med en 21 m² terrasse; den svarer i sin opbygning til planen i etage 2.

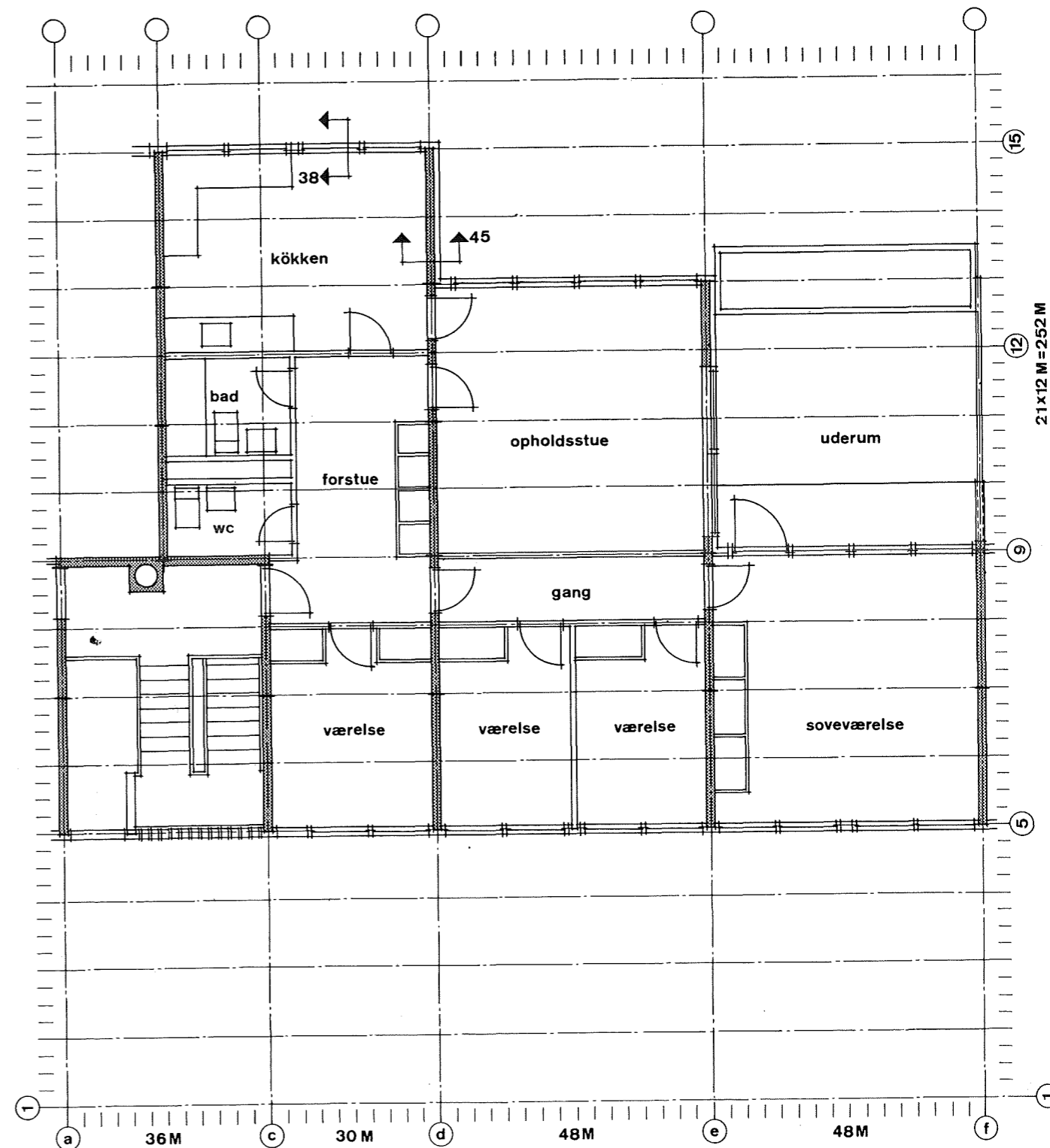
Figur 12.01 (næste side)
Plan af terrassehus, etage 1.





ETAGE 2 1:100

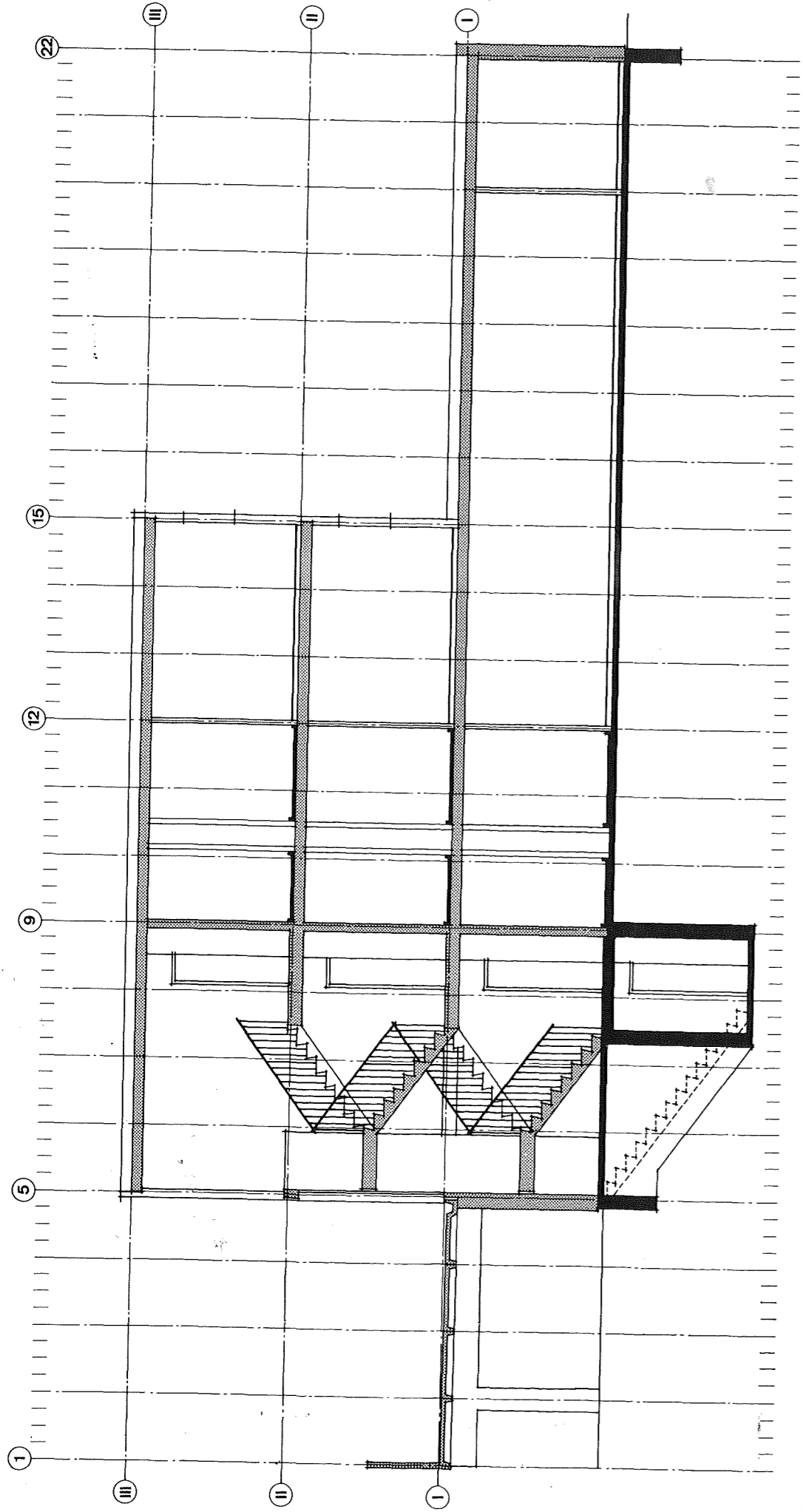
Figur 12.02
Plan af terrassehus, etage 2. Planen, der er optegnet over et 3M x 12M planlægningsmodulnet, viser elementopdelingen og beliggenheden af detailsnittene.



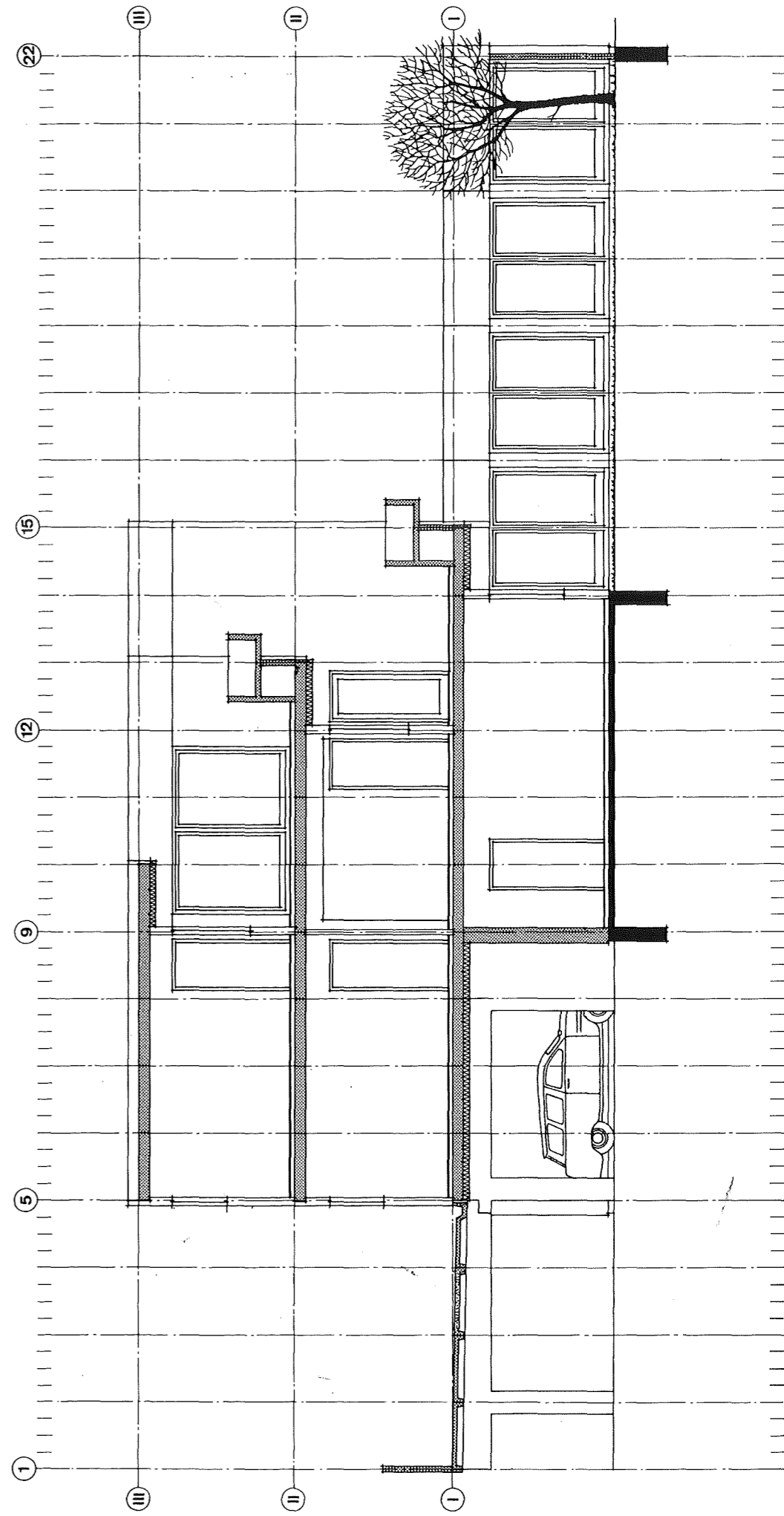
ETAGE 3 1:100

Figur 12.03
Plan af terrassehus, etage 3.

Figur 12.04 (næste side)
Tværsnit i trapperum og bad mm. Bemærk de tunge facader i etage 1, og de lette i etage 2 og 3.



TVÆRSNIT VED TRAPPE 1:100



TVÆRSNIT, UDERUM 1:100

Figur 12.05 (forrige side)
Tværsnit i udestuer og opholdsrum mm. Bemærk de udvendigt isolerede dæk, hvor isoleringen skal begrænse varmetab og temperaturspændinger i konstruktionen.

- Bærende hovedsystem** Den bærende konstruktion er udført som i eksempel 1 med 150 mm bærende tværvægge og simpelt understøttede hulplader. Pladerne er maksimalt 48M lange og giver således ingen nedbøjningsproblemer. Hvor der er brug for større åbninger i væggene, er der udført armerede rammelementer, 150 mm tykke. Rammerne i parkeringsarealet, etage 1, er dog 200 mm tykke af hensyn til den store belastning fra de to øvre etager. Trappeendevæggen udgør husets længdefastivning, idet denne væg er den eneste langsgående, der er ført op igennem alle etager. Bygningen består i øvrigt af samme komponenter, som i eksempel 1, suppleret med følgende:
- Projektets elementkatalog** 280 mm betonsandwichfacader
230 mm betonsandwichgavle (etage 1)
150 mm betonfacader (etage 2 og 3) beklædt med
110 mm snedkerpartier med 75 mm isolering
- Massive ribbedæk i gangstrøget og normale hulplader i udestuer med afretning, isolering, built-up og træriste som bræddegulv
- Terrasseformen** Figur 12.04 og -05 viser tværsnit i terrassehuset. Tværnittene viser den bærende konstruktion og illustrerer samtidig terrasseformen med nogle af dens muligheder og problemer vedrørende indblik mellem de forskellige etagers uderum. I det følgende afsnit er der redegjort for, hvorledes komponenterne sammenbygges ud fra de byggetekniske krav.
- Varmeisolering** Terrassehuset er varmeisoleret efter kravene i Bygningsreglementet 1966 (BR 66). I det følgende skema er givet en oversigt over isoleringstykkelser og k-værdier efter kravene i BR 66 og BR 82.

Skema over k-værdier og isoleringstykkelser

A. Bygningsdel	B. Isolerings- tykkelse	C. k-værdi W/m ² °C	D. BR 66 krav	E. BR 82 krav	F. Isolerings- tykkelse
1. Tunge, beklædte YV	75	0,45	0,99	0,40	100
2. Tunge sandwich YV	70	0,49	0,99	0,40	100
3. Lette sandwich YV	75	0,45	0,58	0,30	150
4. Tage	85	0,37	0,46	0,20	200
5. Terrasser	60	0,46	0,46	0,20	200
6. Gulv over parkering	100	0,36	0,46	0,20	200

Det ses af kolonne C og D, at de tunge ydervægge er rigeligt isolerede i forhold til BR 66-kravene, mens de lette vægge, tage og især terrasserne kun lige opfylder kravene. Kolonne F angiver isoleringstykkelser svarende til BR 82-kravene, afrundet til gængse handelsdimensioner. Det ses af disse tal, at de tunge vægge kun får små forøgelse i isoleringstykkelsen; mens de lette facader skal have dobbelt så store tykkelser som tage, og tage og terrasser endnu mere.

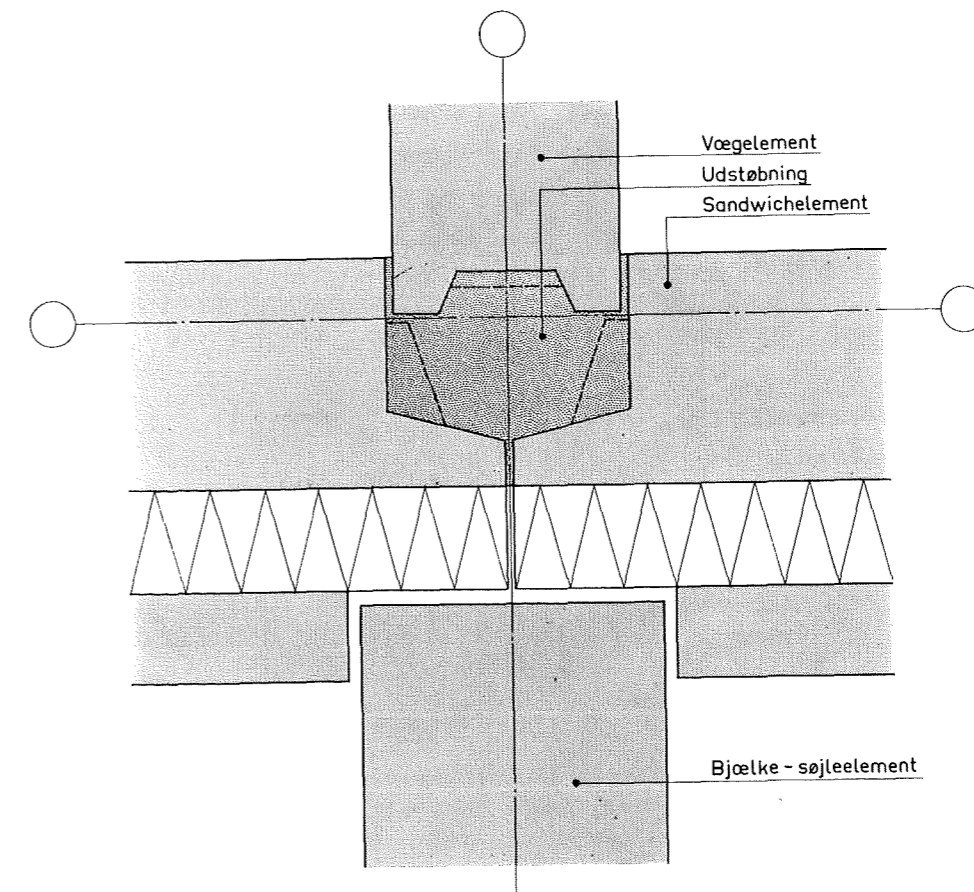
De nye store isoleringstykkelser giver betydelige konstruktive problemer i projektet, som gennemgangen af de følgende detaljer vil vise. Hele projektet er vist med de oprindelige dimensioner, mens de ændringer, der skal til for at bringe det op på niveau med dagens krav, er diskuteret under de enkelte detailsnit.

12.2 Opklaring af detaljer

Samlingerne mellem de almindelige standardelementer i den bærende konstruktion er som i eksempel 1. Der kan anvendes følgende detaljer fra afsnit 4.7, se dette: Snit A₀, C₀, R₀ og S₀ samt D₀, beliggende under snit 38 på figur 12.03. Det fremgår af disse snit, at alle tværvægge placeres centrisk, mens trappeendevæg og ydervægge placeres ekscentrisk, sammenlign figur 12.01-03.

De vigtigste af de for terrassehuset specielle samlinger er gennemgået i det følgende, hovedsageligt beliggende ved facader og dæk. Snittene er nummereret i overensstemmelse med planerne figur 12.01-03. Angående de manglende snit henvises til DIF's kursusmateriale. Alle snittene er vist som moduldetaljer eller principtegninger, der beskriver samlingernes opbygning og funktion men uden at angive detailmål og specifikationer til materialer, arbejdsudførelse etc. Især vil de viste snedkerdetaljer kræve en nærmere bearbejdning, før de kan anvendes som procestegninger.

Figur 12.06 viser vandret snit i samlingen mellem sandwichelementer, tværvæg og rammeben ved parkeringsarealet. Tværvæggen er symmetrisk placeret, mens sandwichelementerne er placeret med modullinien 40 mm fra indersiden svarende til den normale længdevægsplacering. Fugen mellem rammeelement og ydervæg ligger helt i læ under overbygningen og kan derfor lukkes med meget enkle midler - eventuelt efterlades åben som vist. Som alternativ kan rammeelementet trækkes fri af sandwichfacaden, som derefter kan udføres af normalelementer med normalfuge.



Fordoblede isoleringstykkelser

Generelle detaljer og modulplanlægning

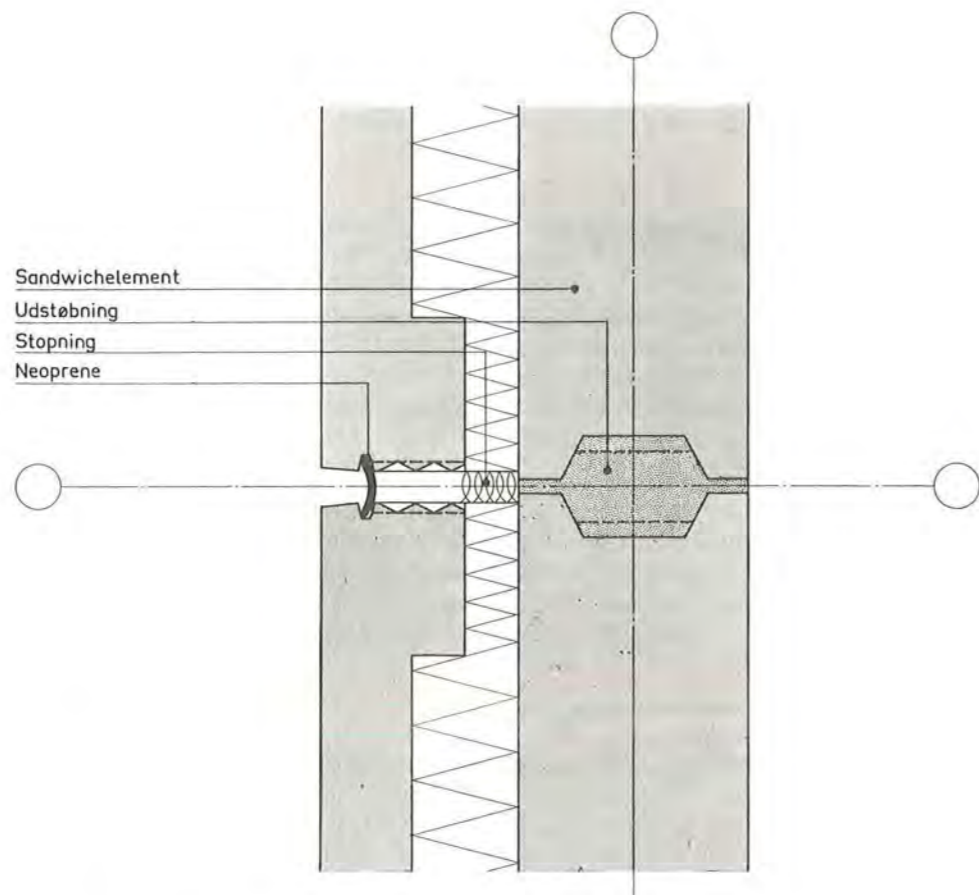
Moduldetaljer contra samlingsdetaljer

Rammelementer og ydervæg

Figur 12.06
Vandret snit i samling mellem tværvæg, sandwichfacade og rammeben.

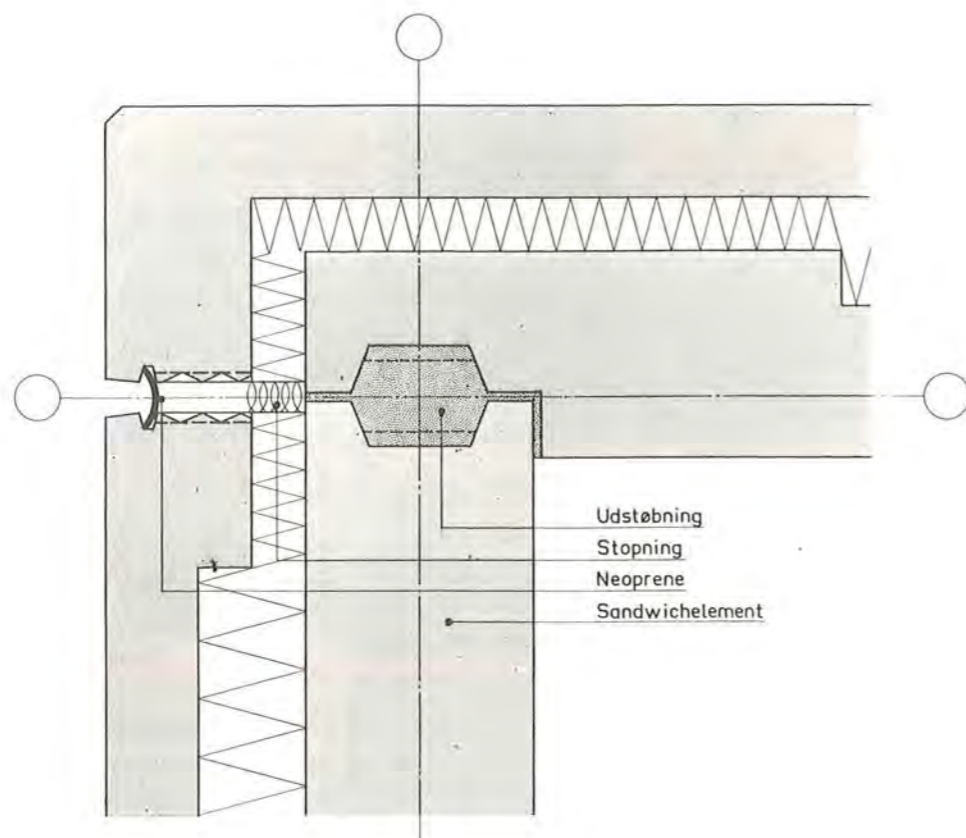
SNIT 29 1:5

Figur 12.07
Vandret snit i fuger mellem sandwichelementer.



SNIT 30 1:5

Figur 12.08
Vandret snit i hjørnesamling mellem sandwich-elementer.

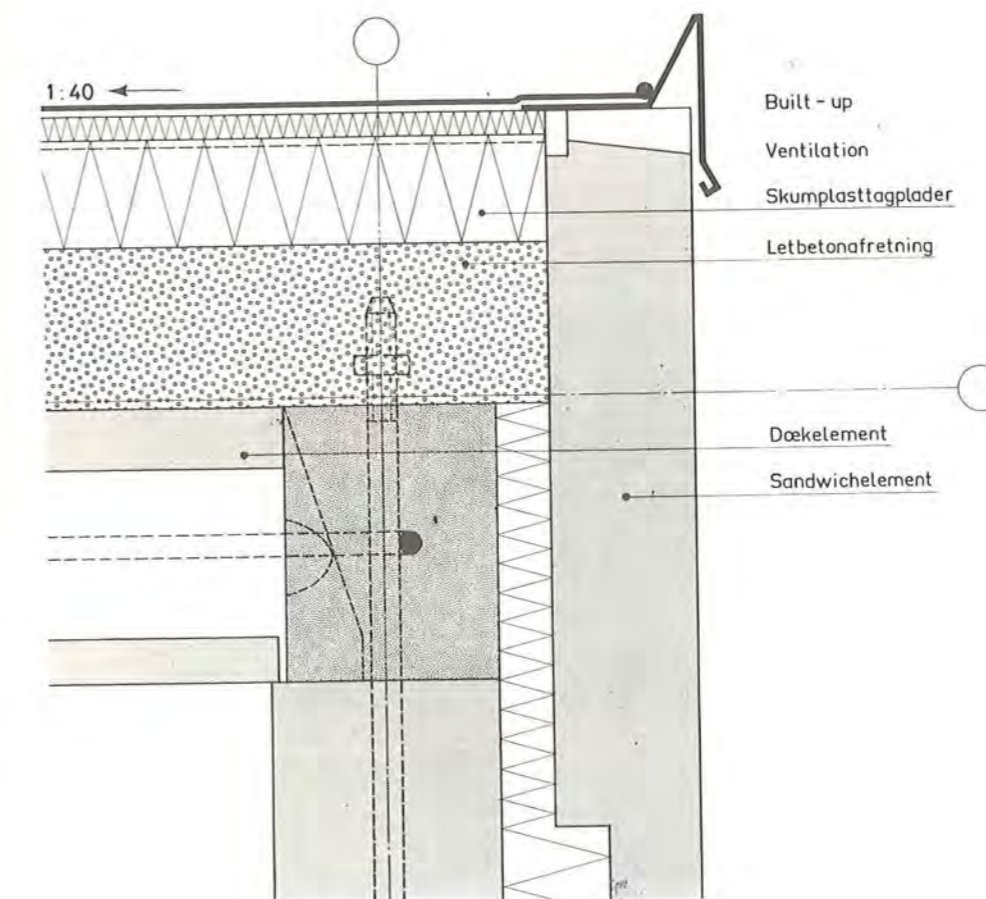


SNIT 31 1:5

Figur 12.07 viser vandret snit i den normale fuger mellem sandwichelementerne. Disse er opbygget af en 150 mm bærende vægdel, 70 mm isolering og 60 mm forstøbning. Fugen er udført med Neoprene fugebånd og »vaskebræt«-profilerede kanter. Hulrummet bag fugebåndet er ventileret til det fri. Sandwichelementerne kan relativt let ændres til en isoleringstykkelse på 100 mm, og den viste kantforstærkning ved fugen kan eventuelt undværes; sammenlign løsningerne i kapitel 8, figur 8.18 m.fl. Hvis kantforstærkningen bibeholdes, skal der tages hensyn til den ved beregning af elementets k-værdi.

Figur 12.08 viser hjørnesamlingen mellem sandwichgavl og -facade. Det ses, at det ene element har kunnet udføres som normalelement, mens hjørnets specielle krav er klaret alene i det andet element, som til gengæld bliver ret vanskeligt at støbe. Modullinieplaceringen er her som i den anden langsgående væg: 40 mm inde i væggen. Målet kommer fra samlingen mellem væggen og dækkets sidekant, hvor der skal være tæthed, men ikke kraftoverføring. Fugen er som normalfugen i figur 12.07. Bemærk at kuldebroer er undgået i samlingen. Den nedsatte isoleringstykkelse er udført for at få tilstrækkelig plads til at profilere vaskebrættet. For isoleringstykkelserne gælder iverigt bemærkningerne anført under figur 12.07.

Figur 12.09 viser lodret snit i det bærende vederlag mellem dæk og sandwichvæg, samt afslutningen ved taget. Dæk og væg er låst sammen med fugejern, der er bøjet ind i dækfugerne, og over dækket er der udført et afretningslag af letbeton med fald. Isoleringen er udført med skumplast, og under 4 lags built-up'en er der ventileret til det fri ved vindskeden. Hermed er alle statiske og hygrotermiske funktionskrav tilgodeset efter BR 66-kravene. Men efter BR 82-kravene skal tykkelsen af skumplastisoleringen, som nævnt, sættes op til 200 mm. Ændringen medfører, at konstruktionen bliver 115 mm højere, hvilket kan klares blot ved at øge sandwichelementets højde tilsvarende.



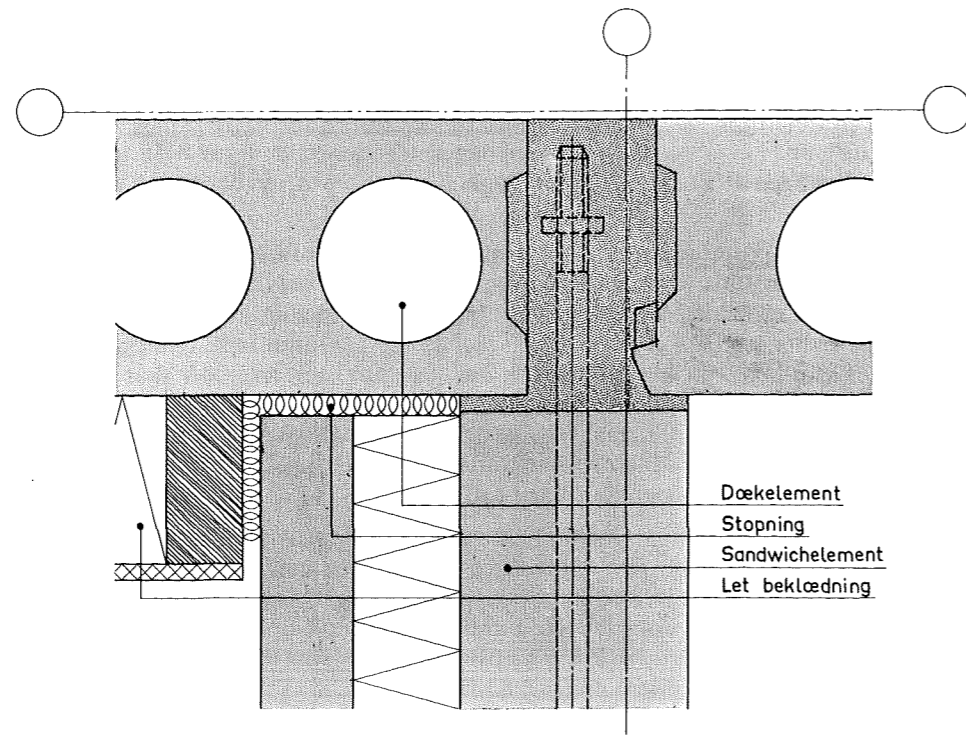
SNIT 32 1:5

Ventileret facadefuge

Ventilering under damp-tæt lag

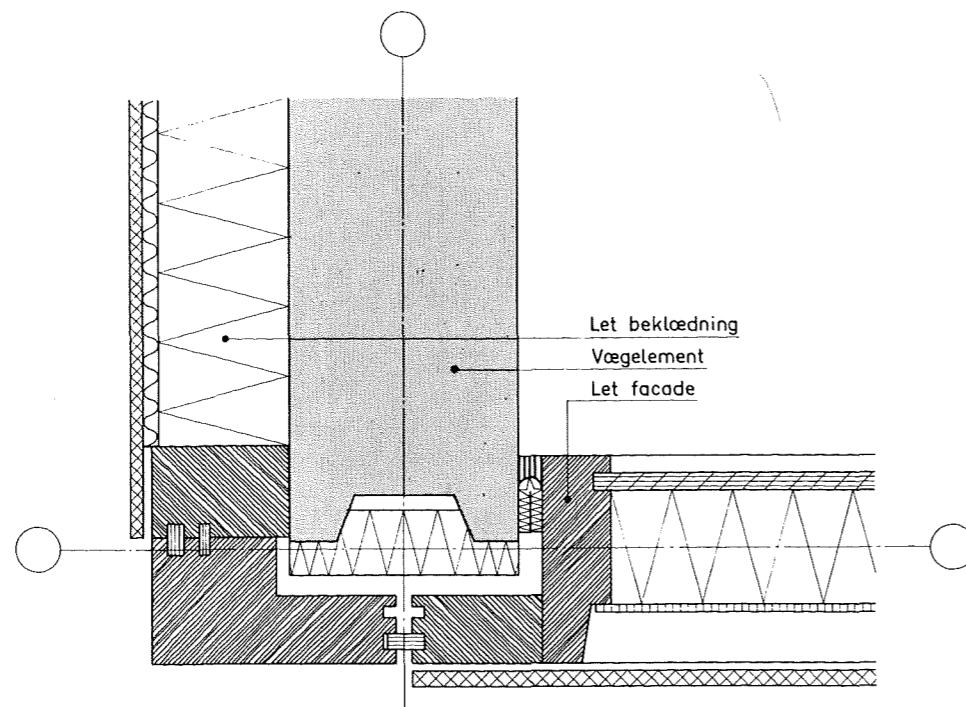
Figur 12.09
Lodret snit i samling mellem tagdæk og sandwichfacade.

Figur 12.10
Lodret snit i samling
mellem sandwichfacade
og dæk.



SNIT 34 1:5

Figur 12.11
Vandret snit i samling
mellem let facade og
beklædt tung facade.



SNIT 35 1:5

Figur 12.10 viser lodret snit i samlingen mellem sandwichfacaden ved parkeringsarealet og dækket. Modullinieplaceringen er som i figur 12.06, 40 mm fra væggenes inderside. Det ene dækelement er vist afskåret for at give plads til væggenes løftebolte. Isoleringen under dette element strækker sig frem til gangstrøgets bagkant, se figur 12.05 og 12.14, og giver foruden varmeisolation af gulvet i etage 2 en jævn temperaturfordeling i dækskiven, hvorved revnedannelser og temperaturbevægelser begrænses. Med den viste varmeisolerings på 100 mm har etageadskillelsen en k -værdi = $0,36 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, og der skal således indlægges yderligere 80-100 mm isolering i konstruktionen for at imødekomme 1982-kravene. Dette kan gøres enten under eller over betonpladen, uden at ændre konstruktionen radikalt.

Figur 12.11 viser vandret snit i hjørnesamlingen mellem let facade og beklædt, bærende betonfacade i etage 2. Den ene modullinie ligger midt i den 150 mm betonvæg (af hensyn til dækvederlaget), den anden langs betonvæggens kant; herved bliver beton-elementet et normalelement. Den tunge facade skal have isoleringen øget til 100 mm; mens den lette facade skal have isoleringen øget fra 75 til 150 mm. Dette vil kræve en anden opbygning af facadens træskelet, se fx løsningerne i kap. 8, figur 8.14-16.

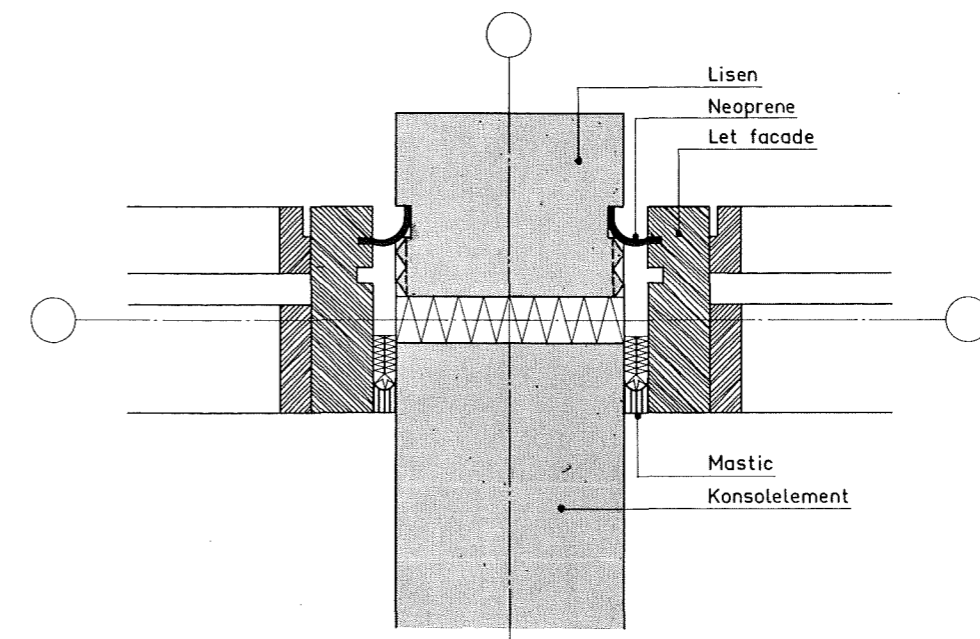
Den lette facade, der er fastgjort til dækket, slutter sig til den tunge med en normal samling, svarende til fx figur 8.16, se denne. Hjørnet og den lette beklædning fastgøres til betonvæggen med indboringsinserts eller trappebolte, sammenlign figur 12.16. Enkeltheder vedrørende denne fastgørelse og træprofilerne må detaljeres nærmere.

Figur 12.12 viser vandret snit i samlingen mellem bærende tværvæg og let facade i etage 1. Figuren svarer til figur 8.16, men tværvæggen er her afsluttet med det viste konsolelement, som bærer den udkragede altan ovenover. Foran konsolelementet sidder en facadelisen, der dels bryder kuldebroen i væggen, dels muliggør den viste fugeløsning. Samlingen er kendt fra højhusene i Gladsaxe. Fugen med Neoprene fugebånd, vaskebræt og vandrille i karmtræet giver en sædvanlig to-trins tætning. Snedkerdetaljerne skal også her justeres, bl.a. ud fra de øgede krav til den lette facades varmeisolerings.

Temperaturspændinger

Hjørnesamling

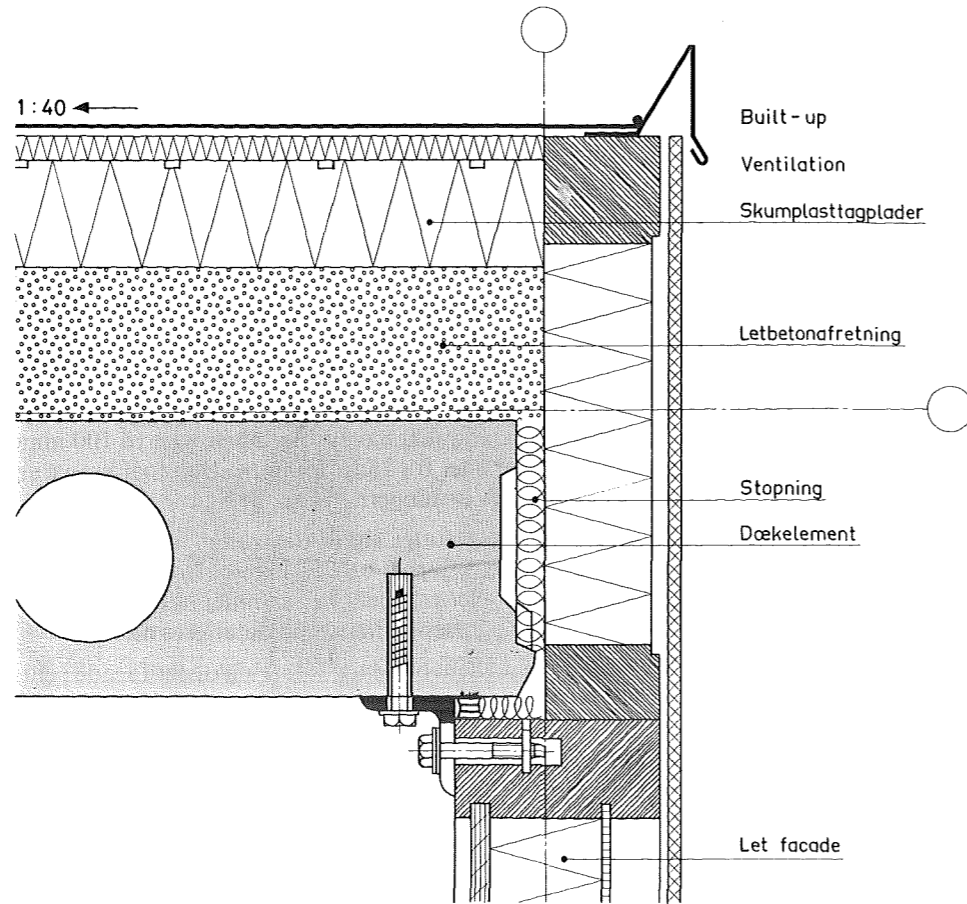
Konsol og lisen fra
Høje Gladsaxe med
totrins tætning



SNIT 37 1:5

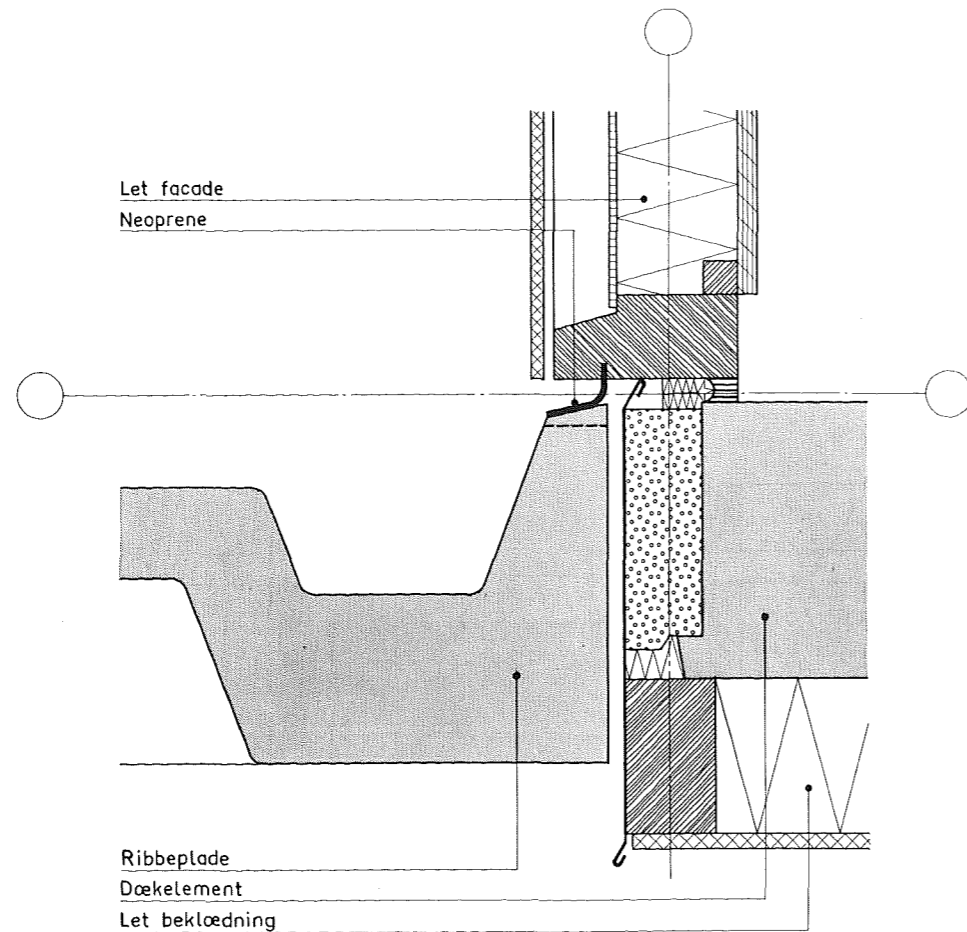
Figur 12.12
Vandret snit i samling
mellem tværvæg og let
facade.

Figur 12.13
Lodret snit i samling
mellem let facade og tag.



SNIT 38 1:5

Figur 12.14
Lodret snit i samling
mellem ribbedæk, let
facade og dæk.



SNIT 39 1:5

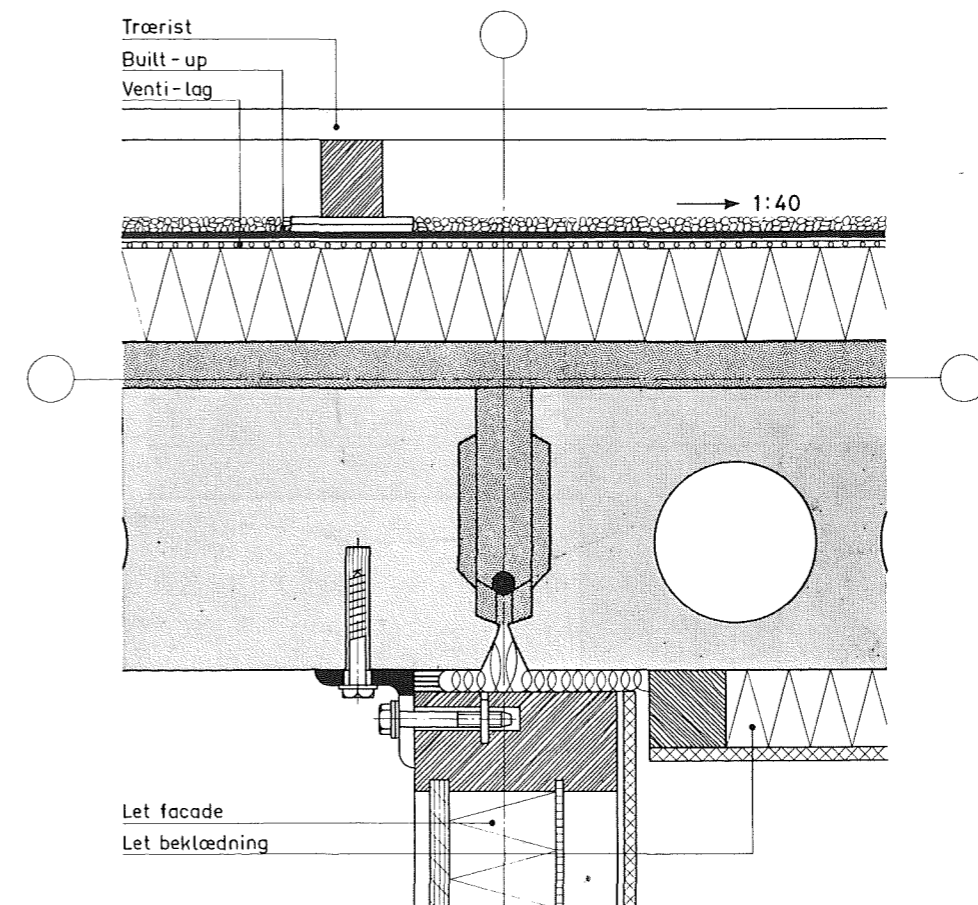
Figur 12.13 viser samlingen mellem den lette facade og tagkonstruktionen i etage 3. Modullinien ligger langs dækkanten, og dækket har således normal bredde. Facadeelementet er forsynet med en opragende del, der afslutter væggen mod tagfladen. Taget er som i figur 12.09 isoleret med skumplast og afdækket med en ventileret built-up. Isoleringstykkelsen skal øges til ca. 200 mm, og facadeelementets højde skal justeres tilsvarende.

Figur 12.14 viser lodret snit i samlingen mellem gangstrøgets ribbedæk, den lette facade og det normale dæk med udvendig isolering. Fugen mod ribbedækket er udført med Neoprene fugebånd, og til sikring mod oversvømmelse er der yderligere inddækket langs dækkanten med zink. Ribbedækket er massivt for at sikre det mod frost. Dækkantens isolering er næppe tilstrækkelig, hvis der anvendes porebeton som kantisolering; en hård celleplast vil være bedre, men hele samlingen bør nyvurderes.

Figur 12.15 viser samlingen mellem udestuens dækkonstruktion og den lette facade. Der er anvendt normale dækelementer, det ene isoleret på undersiden for at begrænse temperaturspændinger. Tagsisolering og built-up er udført trædefast, og som gulv i udestuen er anvendt løse træriste. Tagpapbelægningen er udført med et ventilationslag, dvs en pap med spredt bestrøning af 2-4 mm sten eller celleplastkugler. Den bestrøede side vendes nedad, og pappen punktklæbes til underlaget, hvorved det ventilerende mellemlag opstår.

Afvanding af gangstrøg

Trædefast skumplast
isolering

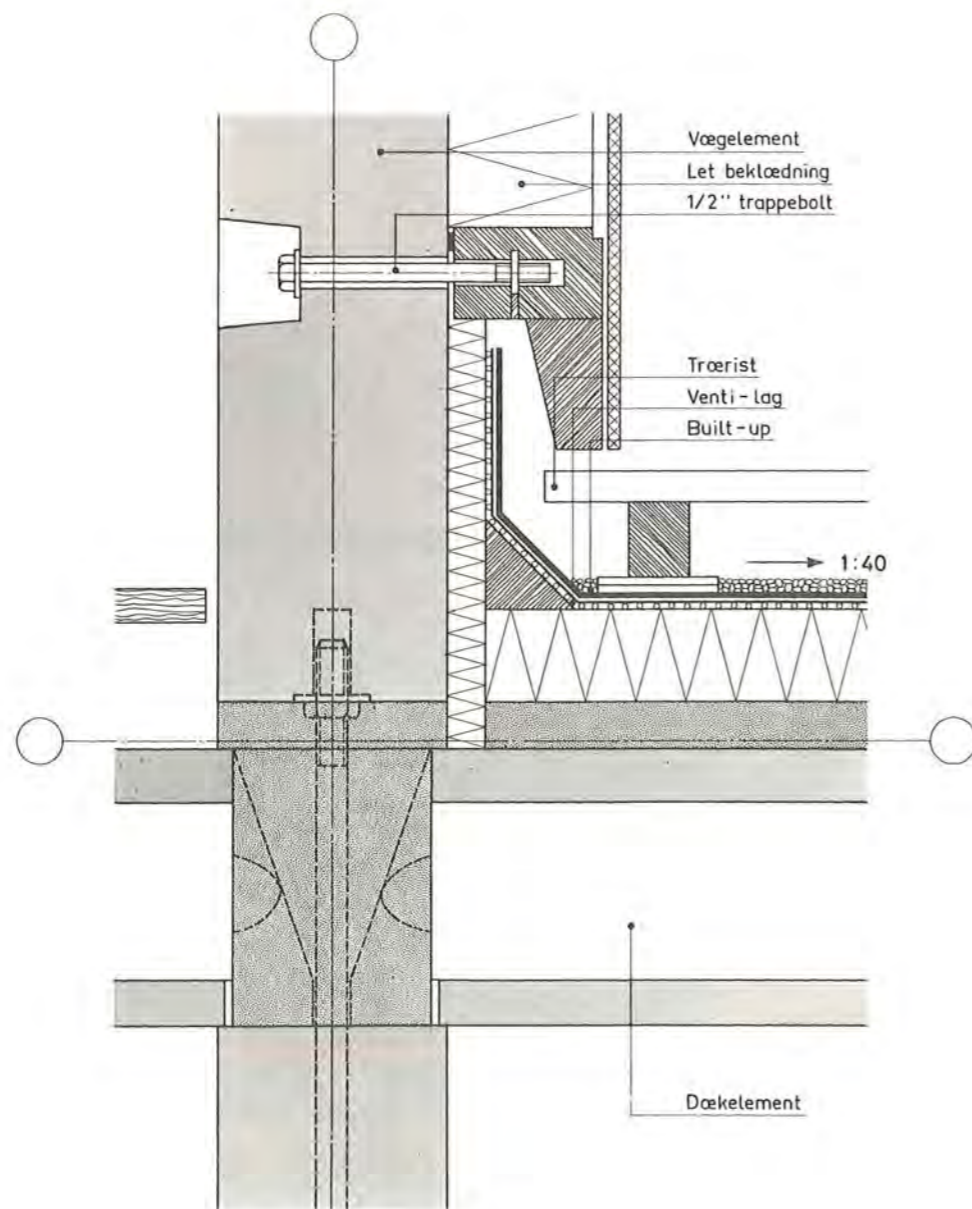


SNIT 40 1:5

Figur 12.15
Lodret snit i samling
mellem dæk i udestue og
let facade.

Figur 12.16 viser samlingen mellem udestuens dæk og den bærende facade. Det ses, hvorledes det ventilerede lag er ført op langs betonvæggen og inddækket under den lette beklædning. Fastgørelsen af denne er vist med trappebolt gennem betonvæggen, der må forsynes med de tilsvarende udparinger, men i øvrigt har normalmål. Når isoleringstykkelsen øges til 200 mm for at imødekomme BR 82-kravet, bliver træristen, som udgør terrassens gulv, hævet ca 140 mm. Dette skaber problemer ved tilslutningen til ydervæggen, især hvor der er terrassedøre i denne. På figuren er markeret den normale indvendige gulvhøjde, og det ses, at der bliver en højdeforskel mellem inde og ude på ca 200 mm, som må udlignes med et trin eller lignende.

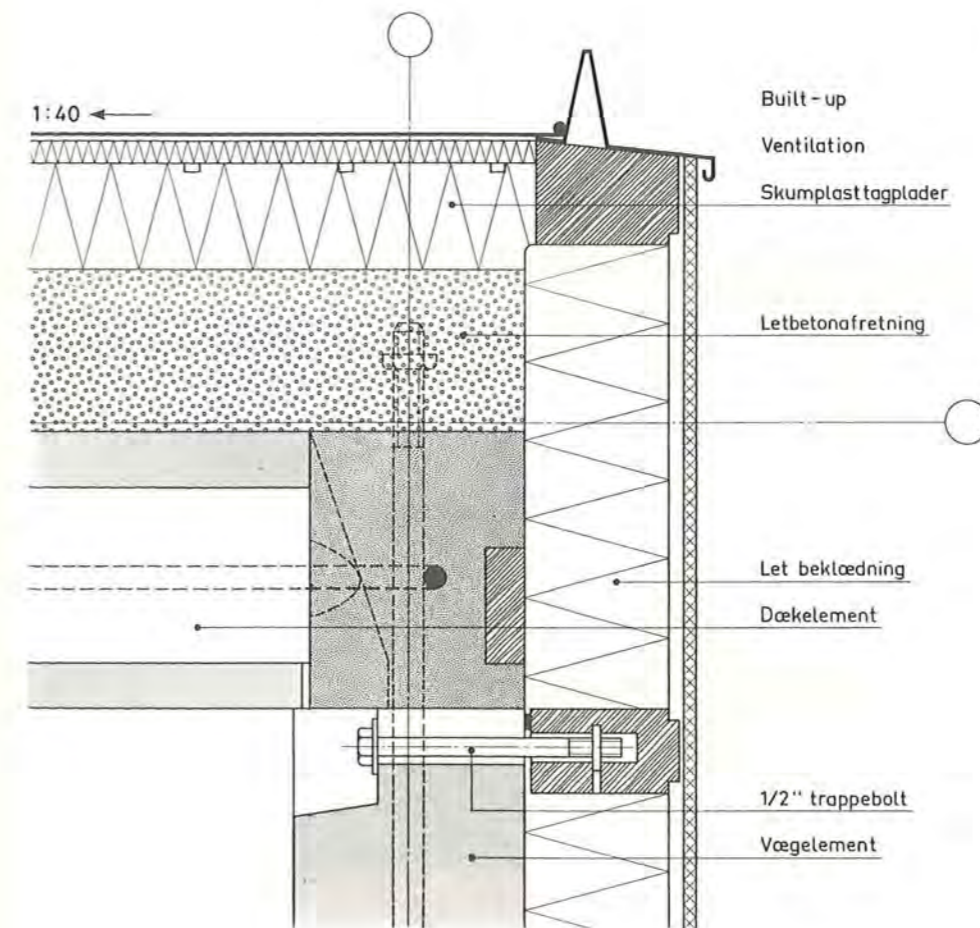
Figur 12.16
Lodret snit i samling
mellem bærende facade
og udestuens dæk.



SNIT 43 1:5

Figur 12.17 viser afslutningen af den tunge, beklædte facade mod taget, sammenlign figur 12.13, som er analog hermed. Beklædningen er fastgjort med en trappebolt, og vægten af beklædningselementet overføres af den viste planke, som er fastgjort til de lodrette karmstykker og indstøbt i fugebetonen. Fugejern og montagebolt forankrer facaden til dækket.

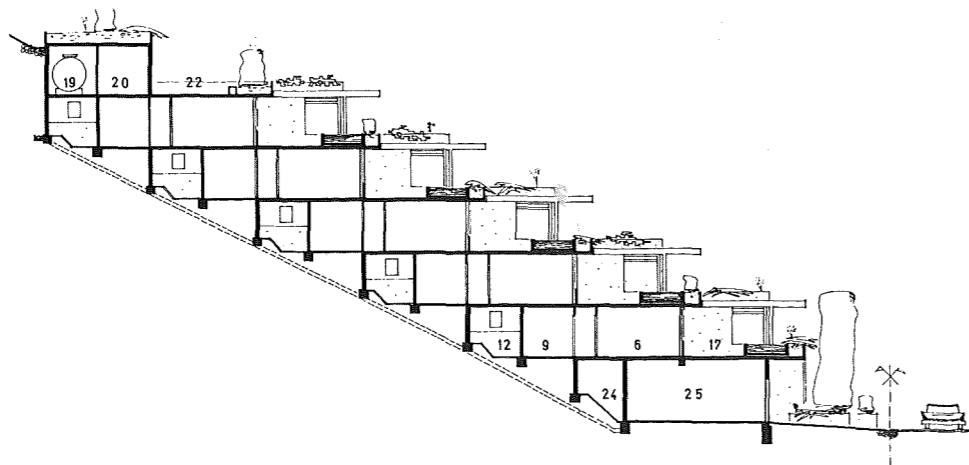
Hermed er de mest karakteristiske detaljer i terrassehuset gennemgået. Der er adskillige andre snit, som må tegnes op, jævnfør planerne, figur 12.01-03, før der kan udføres elementtegninger til samtlige elementer, og hertil kommer så de øvrige procestegninger, der udføres efter samme principper, som vist i kapitel 8, 9 og 10, men som ikke er medtaget i denne fremstilling.



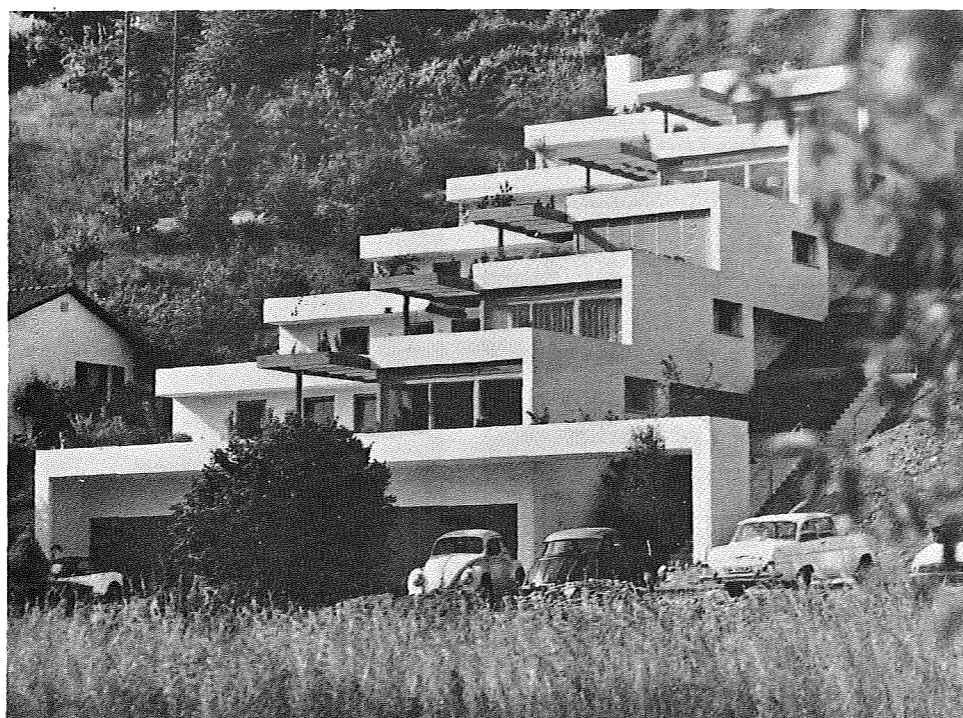
SNIT 45 1:5

Figur 12.17
Lodret snit i samling
mellem tung facade og
tag.

Figur 12.18
Snit i terrassehuse på
bjergskrånning i Unter-
siggenthal, Schweiz.



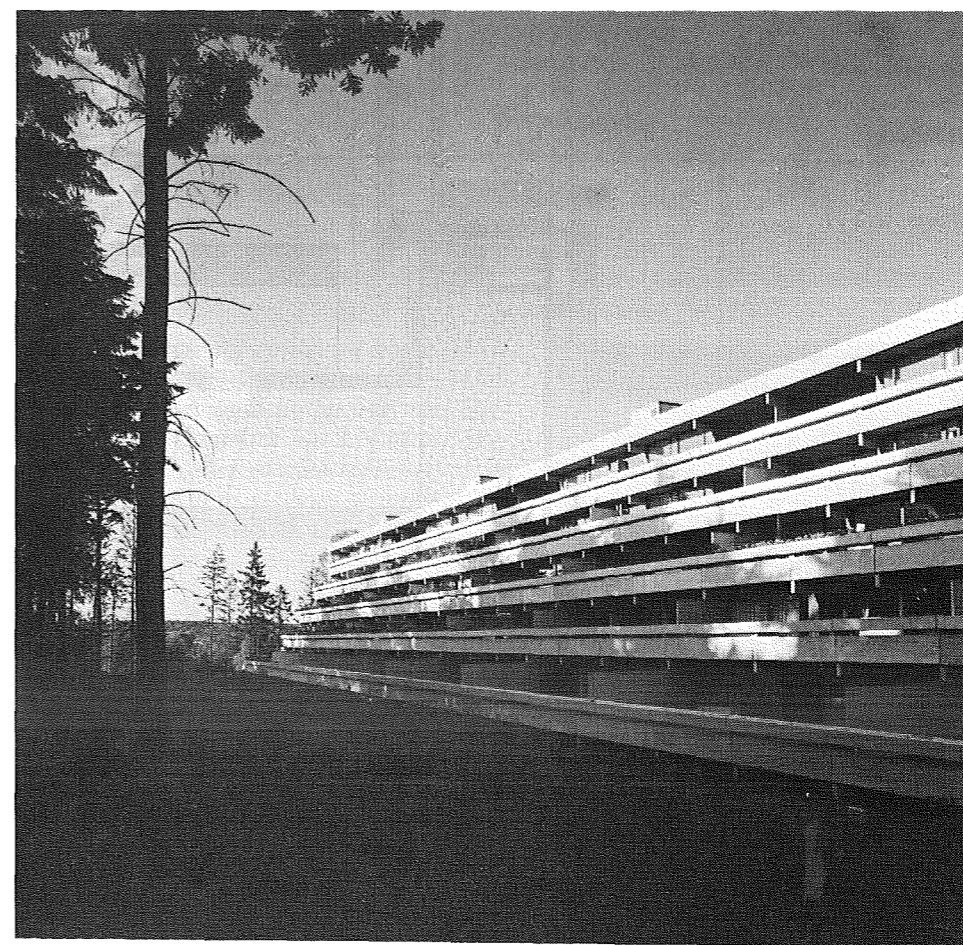
Figur 12.19
Terrassehuse i Untersig-
genthal, Schweiz.



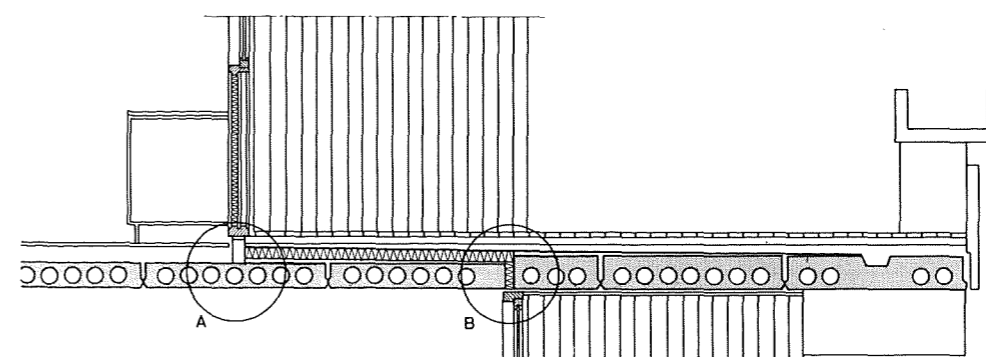
Vejlesøparken i Holte

Figurerne 12.18 og 12.19 viser eksempler fra schweiziske terrassehuse. Det ses, hvorledes disse bygninger passer til det terræn, de er placeret i. Det fremgår også af figurerne, at man i husene har anbragt vinduer i de facader, der ligger vinkelret på dalretningen for at kompensere for det manglende dagslys i den del af bygningerne, der vender ind mod bjergsiden. Figurerne er hentet fra Burckhardt og Beutler: »Terrassenhäuser« Werk, Wintherthur 1969.

Figur 12.20 viser et foto af et af de mest kendte og vellykkede danske terrassehuse, Vejlesøparken i Holte. Huset, der er i 5 etager + parkeringskælder, er opført med en sædvanlig hovedkonstruktion af bærende betontværsvægge med standard dækplader. Projektet er beskrevet i litt. 8.7.



Figur 12.20
Terrassehus fra Vejlesø-
parken i Holte.



SNIT I TERRASSE 1:50

Også dette projekt er gennemført med en kombination af standardelementer og specialplader til terrasser, gavle mv. Figur 12.21 viser et lodret snit i terrassekonstruktionen med tilhørende detaljer, snit A og B i figur 12.22 og -23.

Vejlesøparkens terrasser er isoleret med 80 mm celleglas, som er robust, uorganisk og dampdiffusionstæt. Materialet er således velegnet til anvendelse i de kritiske terrassekonstruktioner, hvor tæthed, stabilitet og fugtbalance er afgørende. Men der er to ulemper ved materialet. Prisen er relativt høj, og isoleringsevnen er væsentlig ringere ($\lambda = 0,06 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) end for celleplast ($\lambda = 0,03$) og mineraluld ($\lambda = 0,04$). Hvis terrassekonstruktionen skulle opfylde BR 82-kravet om en k-værdi $= 0,2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ville celleglastykkelsen blive 280 mm, hvilket ville være dyrt og desuden give geometriske problemer med den store lagtykkelse.

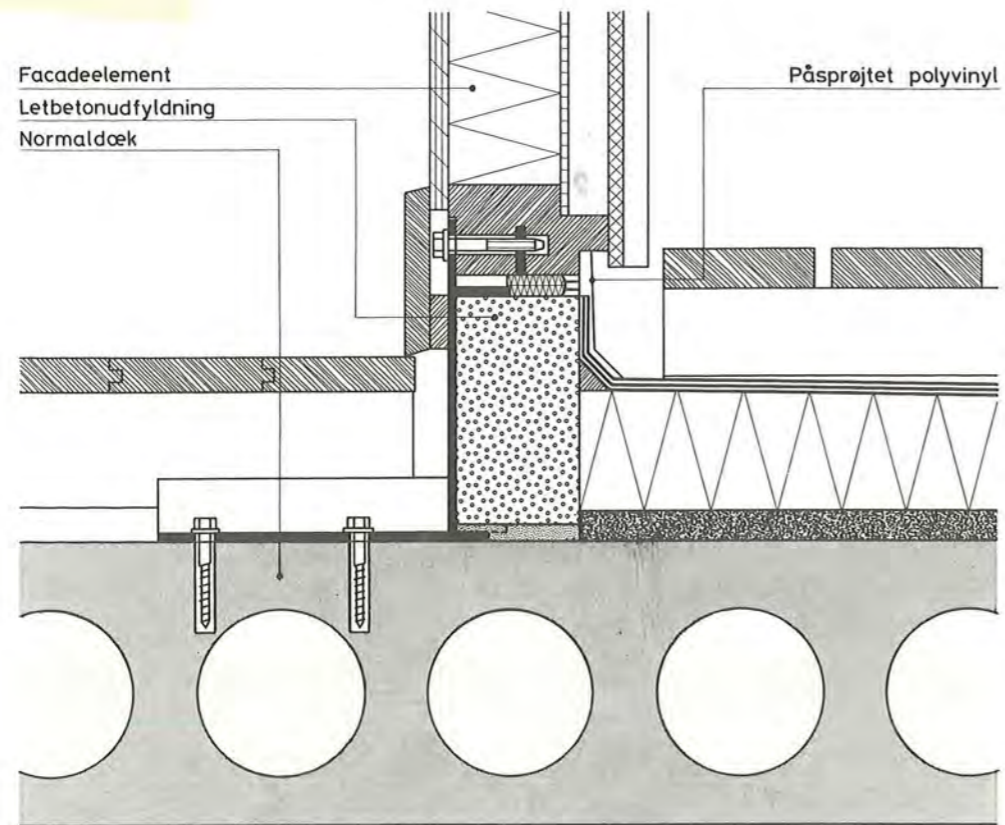
En anden mulighed ville være at nøjes med en ringere isolans og kompensere andre steder i huset, fx med 3 lag glas; men de sidste år har man i Danmark foretrukket løsninger med mineraluld - eller celleplastisolering, som nu fås i tilstrækkeligt robuste kvaliteter.

Figur 12.21
Lodret snit i terrasse- og
facadekonstruktion.

Normal- og special-
elementer

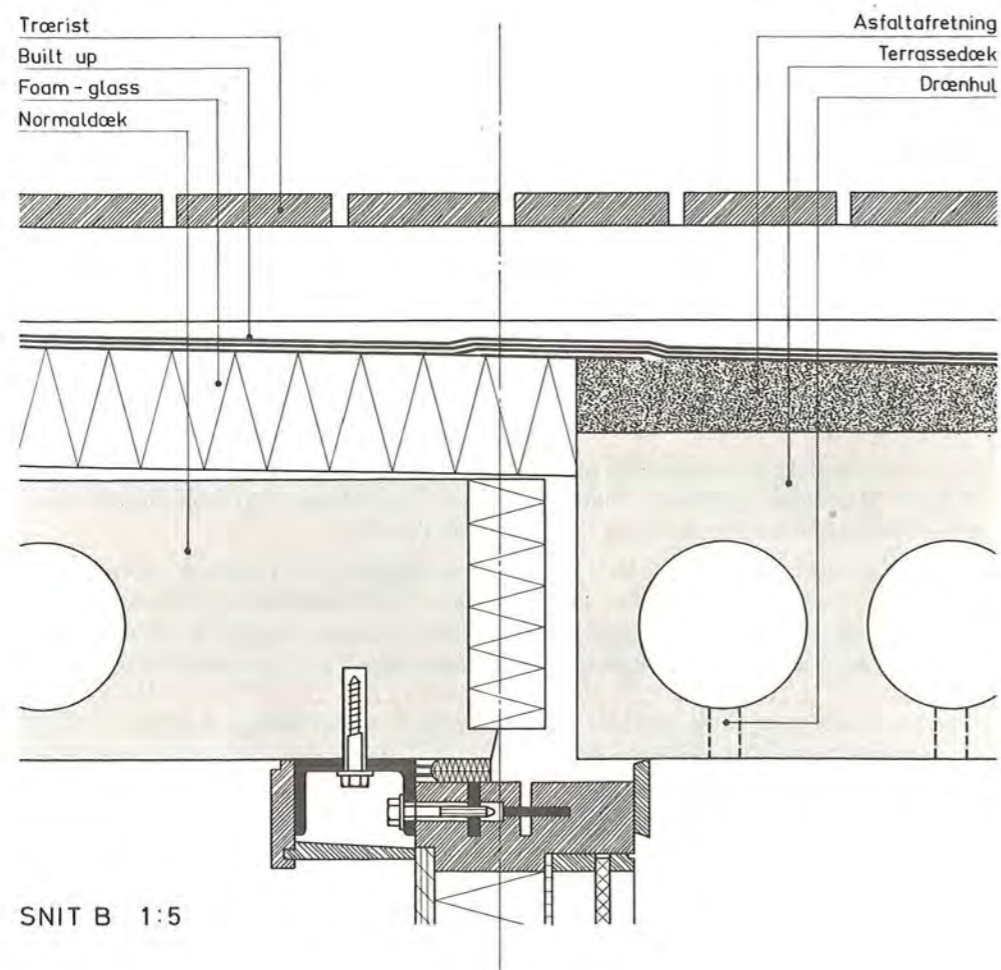
Terrassens isolerings-
problemer

Figur 12.22
Lodret snit A.



SNIT A 1:5

Figur 12.23
Lodret snit B.



SNIT B 1:5

Larsen & Nielsen har spillet en hovedrolle i udviklingen af dansk montagebyggeri siden 1950. Firmaet var også tidligt ude med byggeeksporten. I Danmark har LN oftest bygget som hoved- eller totalentreprenør og er derved kommet til at stå som eksponent for det såkaldte »lukkede system«. Billedet viser LN's elementfabrik i Malešice ved Prag.



13

13. Larsen & Nielsen byggesystemer

Modulprojekt, eksempel 6

Larsen & Nielsen startede som et traditionelt dansk entreprenørfirma i 1931. Da den industrielle udvikling begyndte i byggeriet efter 2. verdenskrig, gik firmaet aktivt ind i arbejdet med de nye byggemetoder, og i begyndelsen af 1950-erne var Larsen & Nielsen i gang med den udvikling, som har bidraget til at føre dansk montagebyggeri op til det høje stade, hvor det befinder sig i dag.

Det var samfundets krav om en større byggekapalet, der lå bag den rationalisering, som fandt sted i 50-ernes danske byggeri. Boligministeriet, Ingeniørforeningen, Standardiseringsrådet, Statens Byggeforskningsinstitut og en række private firmaer og personer arbejdede intenst med opgaven at industrialisere byggeriet og øge dets kapacitet. LN har deltaget med afgørende bidrag i denne udvikling, og meget hurtigt dannede firmaet sig sin egen filosofi om byggeriets industrialisering. LN betragter den færdige bygning som den vare, der skal fremstilles og markedsføres som et industriprodukt. Derfor bliver hele byggeprocessen fra den første programmering over planlægning og produktion til den endelige aflevering et mål for firmaets rationaliseringsbestræbelser.

LN har ydet bidrag til udviklingen af så mangeartede områder inden for byggeriet som beboeranalyser, betonteknologi, konstruktionsudformning, arbejdsplanlægning, management og eksport, - både af byggeprodukter, bygninger og know-how. I 1950-erne blev hovedparten af de byggetekniske løsninger udviklet, som anvendes i LN byggesystemerne i dag. I 1960-erne organiseredes firmaets interne opbygning med henblik på en optimal løsning af de mangeartede byggeopgaver, og samtidig blev der indgået licens- og samarbejdsaftaler med en række udenlandske firmaer. I dag i 1980-erne, står LN-koncernen med en alsidig organisation og leverancer af produktionsanlæg over det meste af verden. Mere end 200.000 boligenheder er på denne måde opført efter LN-principper.



Figur 13.01
Brøndby Strand med sine 2850 lejligheder, fordelt på 2-, 4- og 16-etagers huse, er den største danske LN-bebyggelse.

13.1 LN organisationen

I 1960-erne var LN's omsætning vokset til en størrelse, der gjorde det ønskeligt at opdele firmaet i en række associerede selskaber. Opdelingen foretoges efter aktiviteterne, boligbyggeri, institutions- og erhvervsbyggeri samt udenlandske partnere og licenstagere.

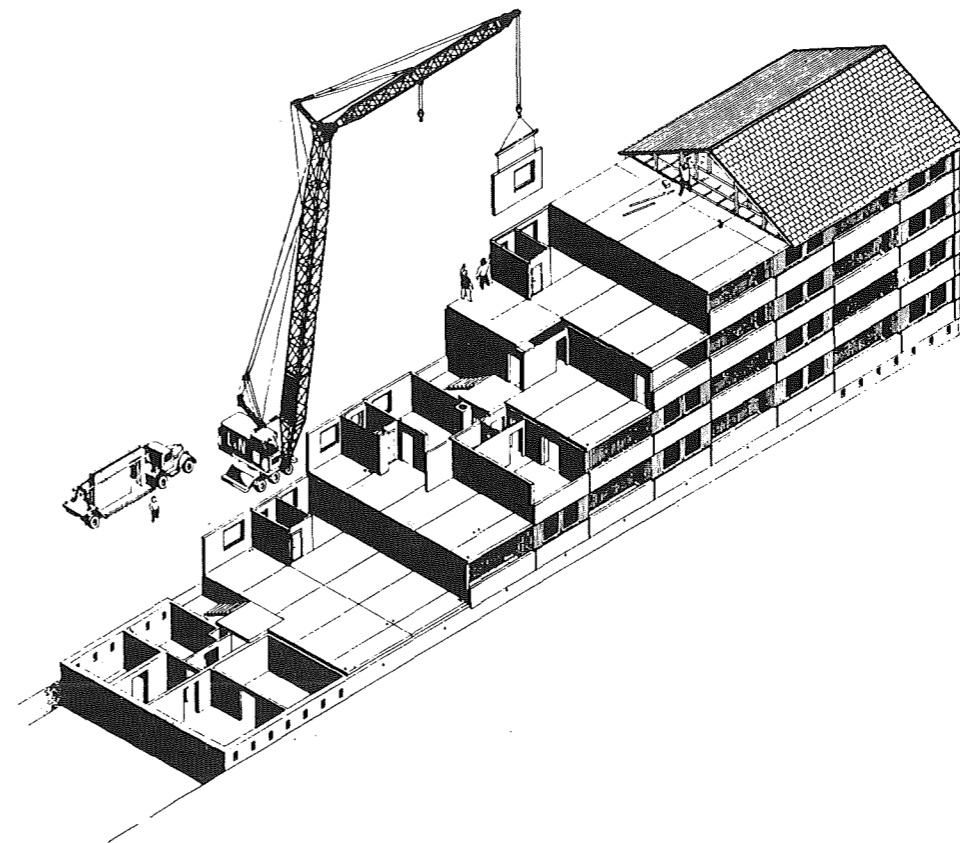
Den samlede LN-koncern havde i 1982 en omsætning på 870 mill. d.kr. Det samlede antal beskæftigede i de danske LN-selskaber var pr. 31.12.1982 820 personer.

De udenlandske aktiviteter omfatter projektering og levering af komplette fabrikanlæg incl. den nødvendige instruktion til igangsætning, indkøring og montage på byggepladserne i den første periode. I nogle tilfælde udfører LN desuden totalprojekter til større bebyggelser, opført i overensstemmelse med lokale behov, myndighedskrav og byggeskik. Sådanne projekter, hvoraf flere er opført under fremmede klimatiske betingelser, viser LN-systemets tilpasningsevne og fleksibilitet.

Larsen & Nielsen's byggesystem for boliger er et skive-plade-system af betonelementer. Det første større projekt, firmaet har opført efter dette system, er bebyggelsen »Vesterbo« fra 1957, se figur 13.02. I dette projekt anvendtes for første gang betonsandwich-elementer med færdigt beslæede vinduer med glas. Projektet er et typisk tværvægsbyggeri med 2,4 m brede, hule dækelementer oplagt på 150 mm massive vægelementer af uarmeret beton.

På basis af erfaringerne fra dette projekt udvikledes i de følgende år standard boligtypen LN-BO, af hvilken der er bygget over 9000 lejligheder i Danmark. Se afsnit 13.4. Gennem 60-erne har LN gennemført en intens produktudvikling på denne boligtype, der herved er kommet til at stå som prototypen på præfabrikeret boligbyggeri inden for et lukket system.

Blandt de ændringer, der er gennemført i produktionsmetoderne for at rationalisere systemet, kan nævnes følgende: *Kælderkonstruktioner*, som tidligere blev støbt på stedet, udføres nu af præfabrikerede elementer. *Badeværelser* udførtes oprindeligt kun med præfabrikerede dækplader. I begyndelsen af 60-erne gik firmaet over til at anvende færdige badeværelser, udført af betonelementer på byggepladsen, sammenlign afsnit 5.3. I de seneste år er denne unit, med en vægt på ca. 6-7 tons, afløst af lettere typer udført af glasfiberarmeret polyester.



Opdeling efter aktiviteter

Koncernens størrelse

L&N International A/S

Byggesystemet

LN-BO

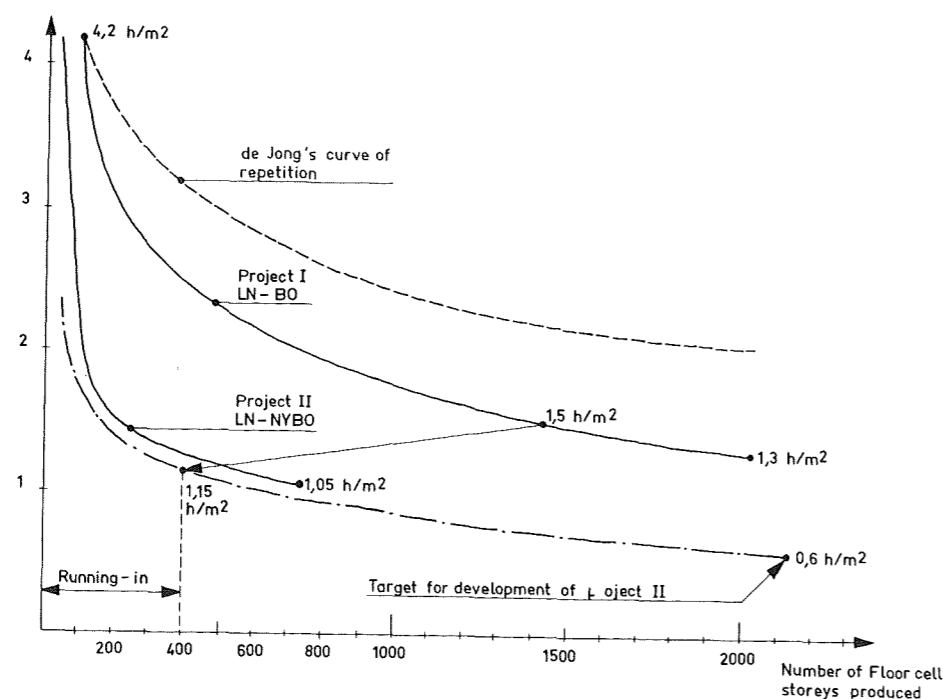
Rationalisering og produktudvikling

Figur 13.02
Vesterbo i Værløse. Dette projekt blev prototypen for LN-BO, Larsen & Niensens typiserede etagehuse.

I andre projekter har det vist sig hensigtsmæssigt at samle de præfabrikerede installationer i blokke eller vægge og derefter bygge et badeværelse op herom. De mange nye gulv- og vægmateriale gør ofte denne fremgangsmåde fordelagtig. Ikke-bærende skillevægge udførtes tidligere som træskeletvægge med pladebeklædning. I dag anvendes 64 mm betonelementer med overflader færdige til malerarbejde. Køkkeninventaret og skabe mv i lejlighederne har i 60-erne gennemløbet en kraftig udvikling fra halvfabrikata, der bearbejdedes og samledes på bygningen, til fuldt færdige komponenter, der kun skal installeres på deres plads i råhuset. Endelig skal nævnes malerarbejdet, som på bygningerne stort set er reduceret til sprøjtebehandling af lofter og vægge, idet hovedparten af inventaret og installationerne leveres med færdige overflader.

Gennem sådanne foranstaltninger er store arbejdsmængder sparet eller overført fra byggepladsen til fabrikkerne med en betydelig tidsgevinst og produktionsfremgang som resultat. Figur 13.03 illustrerer dette forhold med de påfaldende lave værdier for mandtimeforbruget i montageprocessen.

Figur 13.03
Forbrug af mandtimer pr. m² for LN-BO og LN-NYBO. Tallene omfatter råhusproduktion incl. fabrikation og færdige overflader.

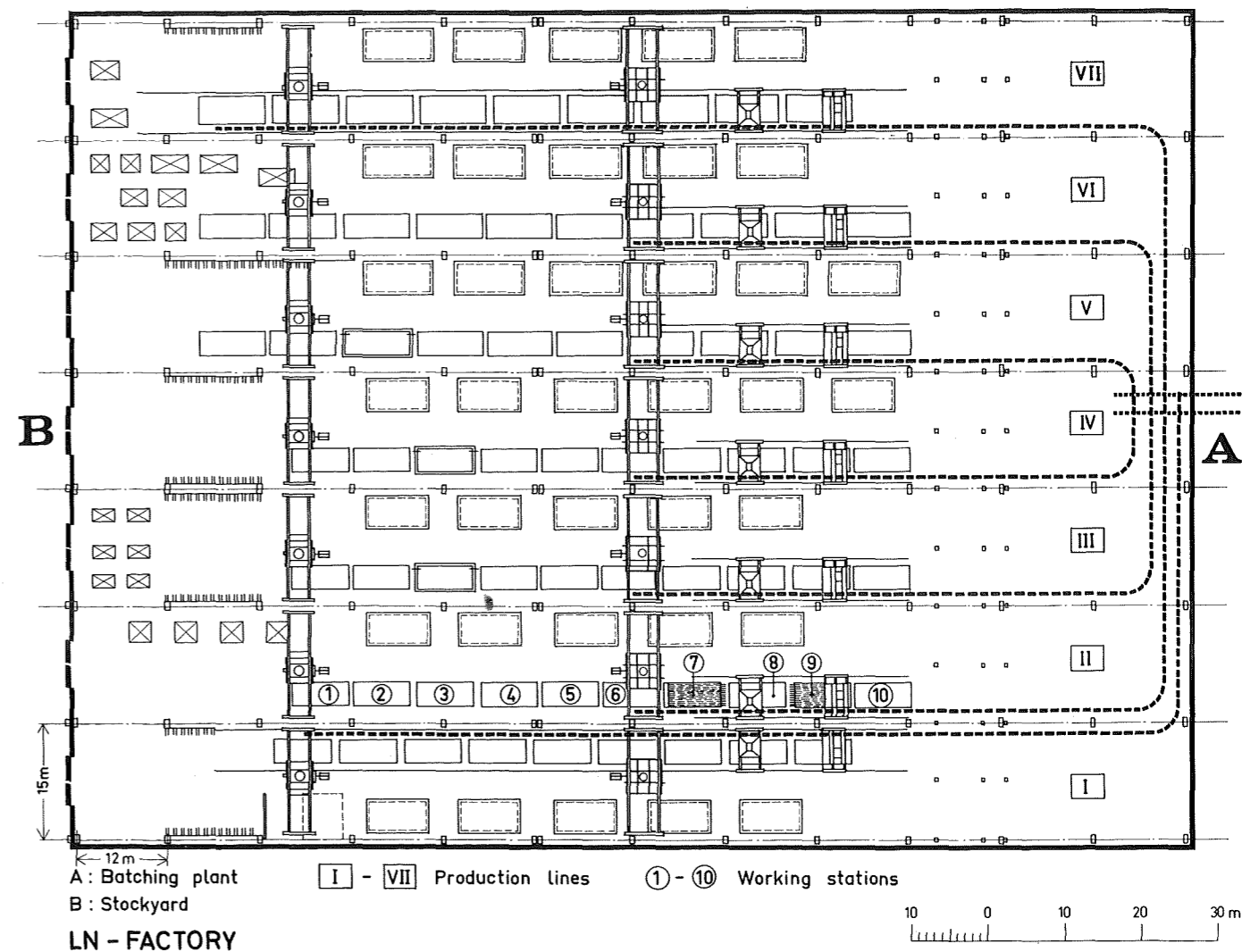


Labourproductivity of LN-BO & LN-NYBO

13.2 Elementfabrikken

En typisk LN-elementfabrik er opdelt i produktionslinier, hvor hver linie står for fremstilling af beslægtede elementtyper med tilhørende varianter. Produktionen foregår dels i åbne, horisontale stålforme, dels i vertikale batteriforme. Figur 13.04 viser en plan af en fabrik med 7 produktionslinier for horisontale forme. I tilslutning til den egentlige produktionslinie ligger lagre for råmaterialer og halvfabrikata, blandestationer til normal og speciel beton, armeringsværksted, kedelrum osv.

På figur 13.04 angiver II en produktionslinie for dækelementer. Linien indeholder 9 positioner foruden varmekammeret. I 1. position ankommer de afhærdede elementer i formene fra varmekammeret. I 2. position afformes elementerne og formene glider derpå videre ad transportbåndet til 3. position, hvor de renses, justeres og samles, inden de sprøjtes med formolie. I position 4, 5 og 6 placeres armering, elinstallationer og diverse indstøbningsgenstande såsom udsparinger, sømklodser, inserts og lign. I position 7 indskydes de rørkerner, som danner kanaler i de normale hulplader, hvorefter der udstøbes og vibreres, se figur 13.05.



Figur 13.04
Plan af LN-fabrikken i Malešice ved Prag.



Figur 13.05
Dækstøbning med dornmaskine på en LN-fabrik i Saudi Arabien.

Efter udtrækning af kernerne bearbejdes elementerne med glittemaskine i station 8, og der udlægges et tyndt lag cementmørtel til afretning af den færdige overflade. Endelig foregår den afsluttende kontrol med eventuel manuel efterbehandling i station 9, hvorfra elementerne går videre til varmebehandling.

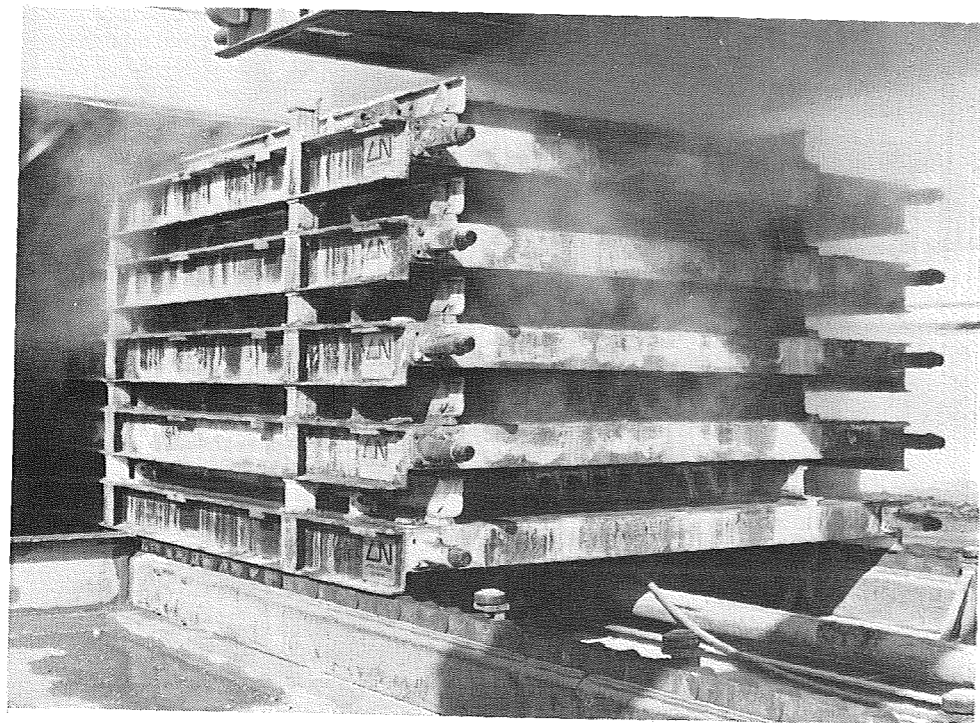
Varmehærdning

Varmebehandlingen foregår enten i varmekamre med 8 elementer i hver stabel, eller i varmetunneller, hvor elementerne glider gennem tunnelen i løbet af 3-7 timer, afhængig af den anvendte cementtype og betonblending. Figur 13.06 og 13.07 giver indtryk fra produktionsgangen på typiske LN-fabrikker i udlandet.

Figur 13.06
En udendørs produktionslinje med forskellige batterityper på en LN-fabrik i Saudi Arabien.



Figur 13.07
Støbte huldækelementer på vej ud af damphærdekammeret, hvori de på kort tid har opnået den fornødne afformningsstyrke.



13.3 LN bygningskategorier

I dette afsnit gives en kort præsentation af Larsen & Nielsen's indenlandske programmer for præfabrikeret byggeri, mens en mere detaljeret, teknisk gennemgang af et LN-projekt kan findes i afsnit 13.4. Larsen & Nielsen bygger i Danmark inden for kategorierne *boliger*, *erhvervsbyggeri* og *institutionsbyggeri*. Boligsektoren omfatter følgende bygningstyper:

LN-BO, LN-NYBO og LN-VARIBO

typiserede etageboliger som blokbebyggelser, højhuse etc.

LN-HAVEBO m. fl.

tæt, lav bebyggelse, udformet som klyngehuse, atriumhuse, rækkehuse mv.



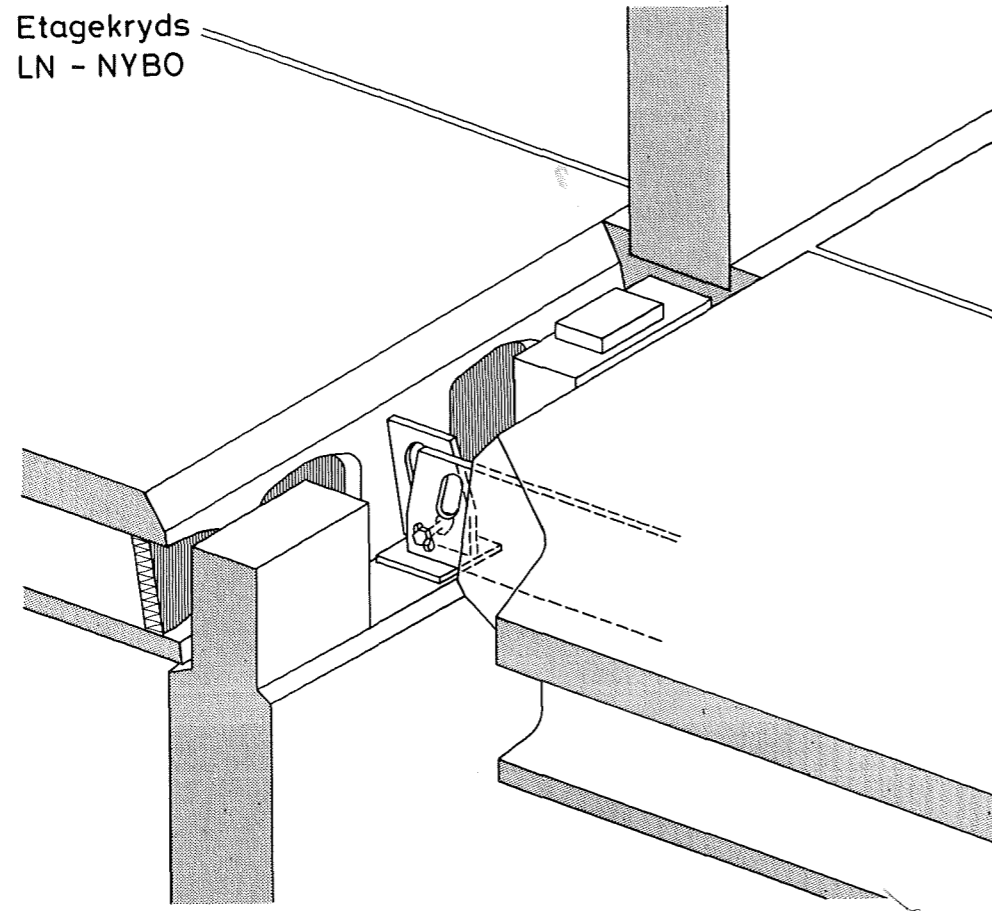
Figur 13.08
Bebyggelsen Tranebærhaven, et eksempel på LN-NYBO, opført som ejerlejligheder.

I begyndelsen af 70'erne medførte den økonomiske stagnering i Danmark krav om mindre boliger og en lavere boligstandard. Hertil kom det nye bygningsreglement med bl.a. krav om øget isolering. Den udviklede boligtype LN-Varibo kom derfor ikke i produktion og de allerede eksisterende boligtyper måtte tilpasses de nye forhold.

LN-BO bearbejdedes indenfor et mere tilpasningsegnet byggesystem, LN-Bogram der i højere grad kunne opføres i bymæssige bebyggelser og i mindre enkeltopgaver.

Den almindelige drejning mod mindre, mere tilpassede boligbyggerier fremmede overgangen til den tæt-lave boligform, omtalt senere i dette afsnit.

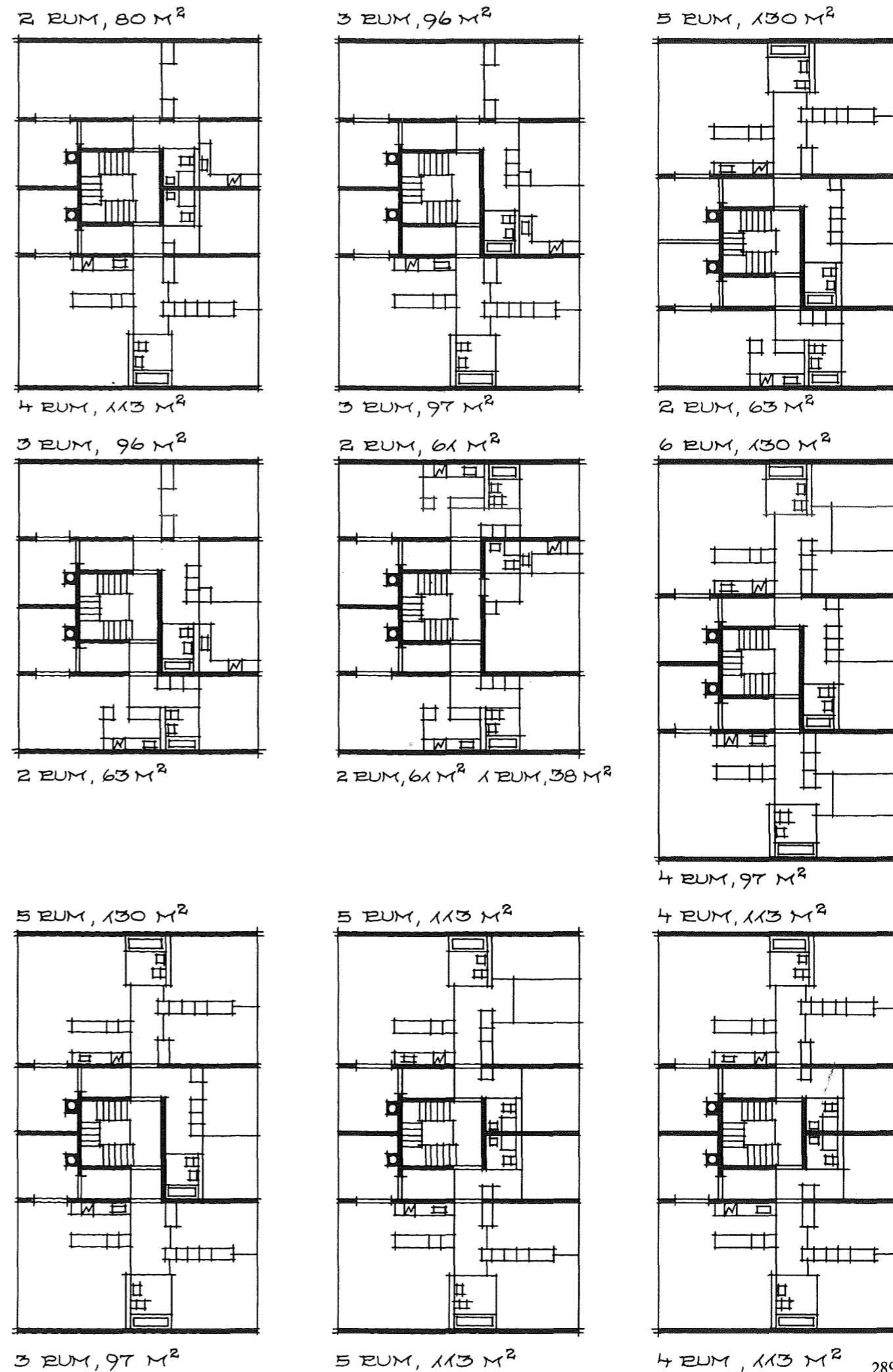
Figur 13.09
Isometri af etagekrydset i
LN-NYBO. Sammenlign
figur 4.38.



I 1970 præsenteredes LN-NYBO, som er en boligtype baseret på et nyt plade-skive system af betonelementer med høj færdiggørelsesgrad. I byggesystemet anvendes 230 mm hulplader med spændvidder op til 6,6 m, og deraf følgende friere opdeling af arealet mellem de bærende tværvægge. Facader og gavle er af sandwichtypen, og de bærende tværvægge er sædvanlige 150 mm betonvægge. Figur 13.09 viser en isometri af etagekrydset, som muliggør udstøbning af dæk-væg fugerne i en enkelt operation uden understøtning og uafhængig af den øvrige montage.

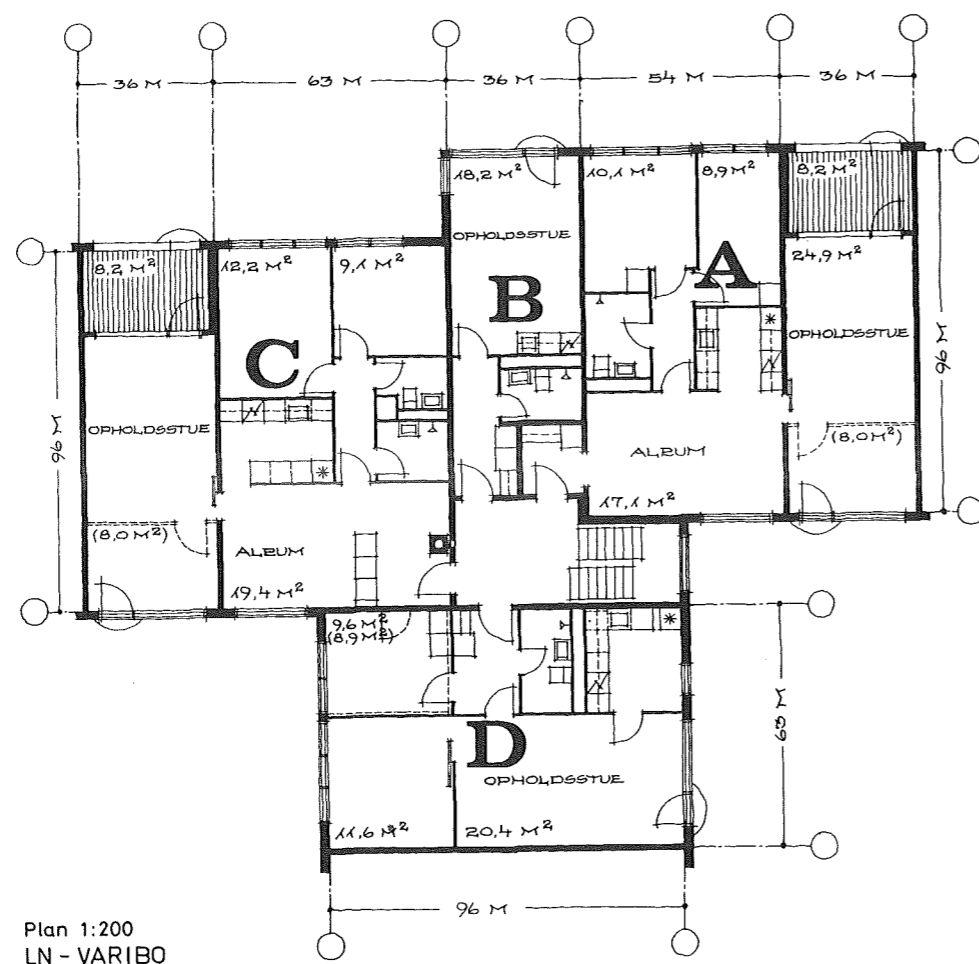
Byggeprogrammet for LN-NYBO omfatter lejligheder fra 33 til 117 m². Et udvalg af planerne er vist i figur 13.10. Lejlighederne sammensættes i opgangsetager med 2 eller 3 lejligheder omkring 3-løbstrappen. Således kan praktisk taget alle lejlighedsfordelinger opnås.

Figur 13.10 (næste side)
Lejlighedsplaner fra LN-NYBO programmet. Tegningen viser programmets 14 forskellige planer med et nettoareal fra 33 til 117 m². Til nettoarealerne hører trapperum 15 m², indgangspartier i parterre, 40 m² og gavlandele på 2,5 m².

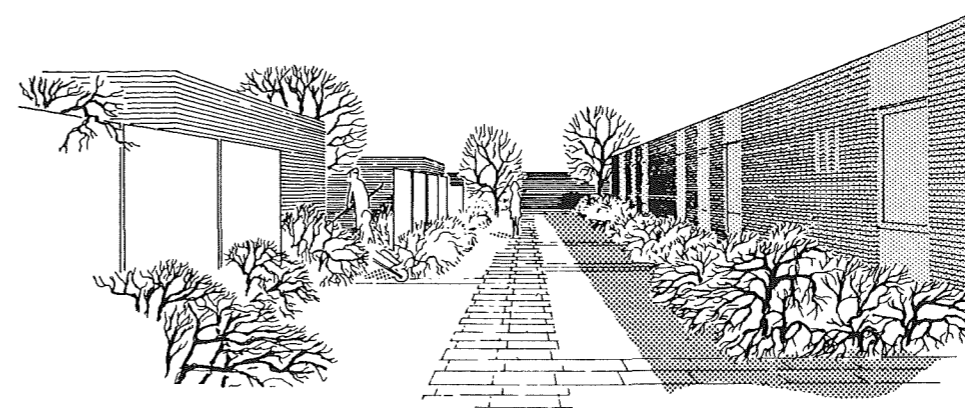
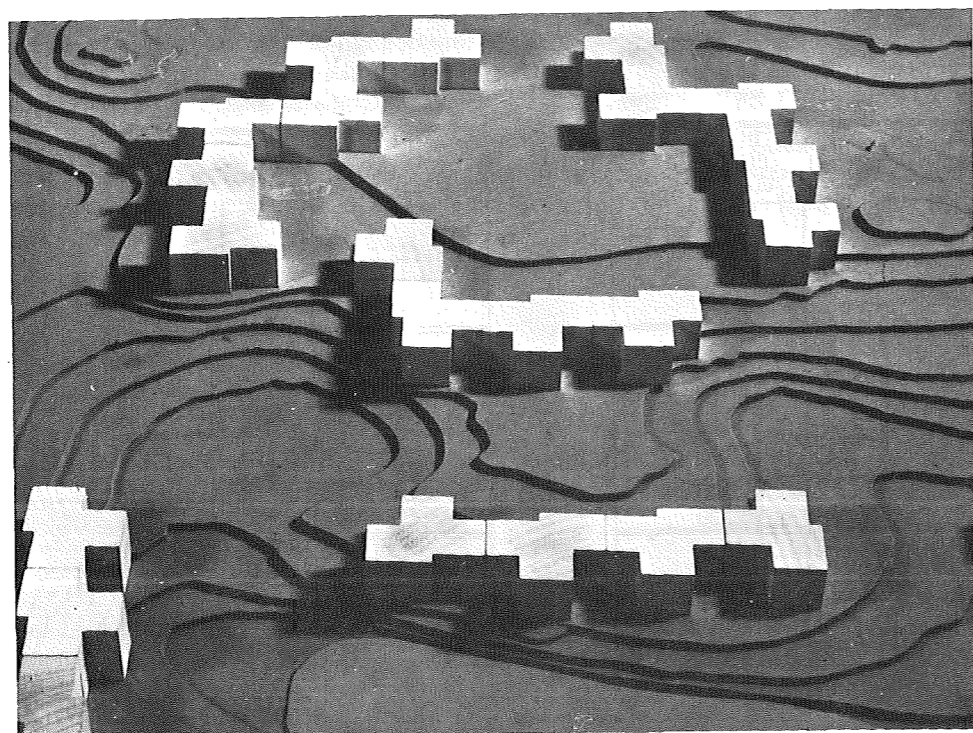


I 1973 præsenterede LN i samarbejde med professor Henning Larsen den nye etageboligtype LN-VARIBO. Ideen i denne boligtype er at forene de tilsyneladende modstridende krav om variation i bebyggelsen med kravet om variantbegrænsning for industriel produktion. Ved at placere 3 lejligheder omkring en fælles trappe, som vist på planen figur 13.11, med mulighed for fri sammenbygning med næste opgangsetage langs alle tre lejlighedsskel fås et meget stort antal kombinationsmuligheder, og deraf følgende rige muligheder for varierede bebyggelsesplaner, se figur 13.12.

Figur 13.11
LN-VARIBO. Den viste opgang kan udbygges langs alle 3 mellemvægge.



Figur 13.12
Bebyggelsesplan for LN-VARIBO.



Figur 13.13
LN-HAVEBO er en tæt, lav bebyggelse med vinkelformede huse med gårdhaver.

LN-HAVEBO er en nyudviklet gårdhustype i et plan med 3 lejlighedsstørrelser. Typen er opført første gang i 1973, og er et blandt flere eksempler på LN's interesse for det tætte, lave byggeri.

I foråret 1974 udskrev LN en konkurrence om det tætte, lave byggeri. Der indkom 58 forslag, hvoraf 4 præmieredes, og 5 indkøbtes. Afhængig af den boligpolitiske udvikling i Danmark står firmaet således nu med muligheder for betydelige nydannelser i boligsektoren i de kommende år.

Konkurrencens umiddelbare resultat var tæt-lave boligtyper, baseret på de tidligere erfaringer i industrialiseret elementbyggeri.

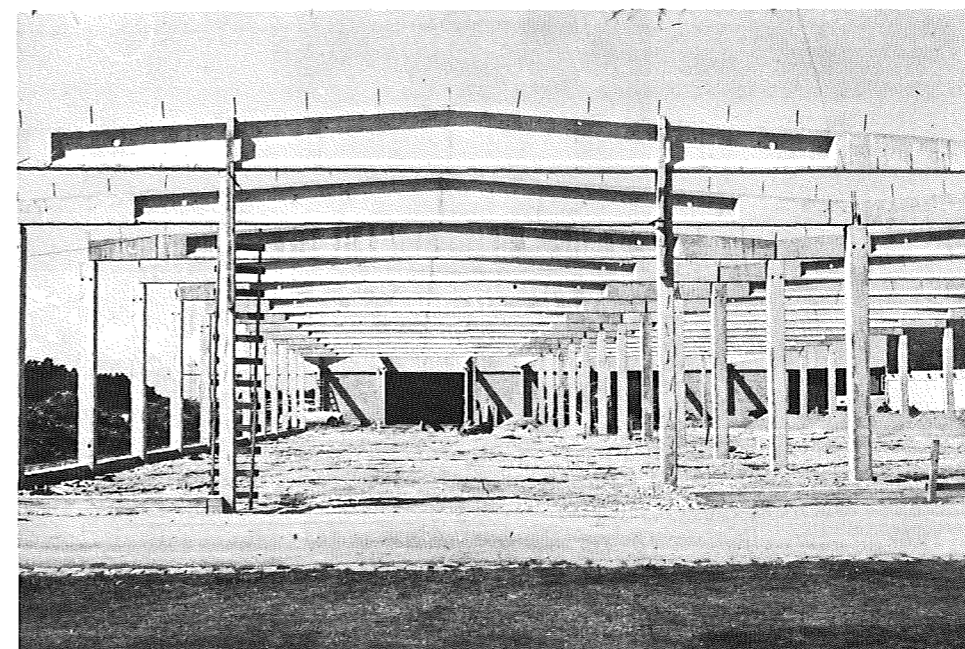
I tilpasningen af konkurrencen til de rådende markedsforhold i slutningen af 70'erne og i begyndelsen af 80'erne udvikledes både tæt-lave boligprojekter og etagebyggerier.

Disse projekter baseredes på tidligere års elementsystembyggeri og udnyttede specielt processtandardiseringen for derigennem at tilfredsstille kravene til varieret byggeri.

Det reducerede ressourceforbrug ved det industrielle elementbyggeri kunne opretholdes ved tæt-lavt boligbyggeri og i de mere miljøpassende byggeopgaver, der har karakteriseret byggeriet omkring 1980.

Sektoren erhvervsbyggeri omfatter fabriksbygninger, kontorer og lagre mv. De vigtigste bygningstyper i denne sektor, hallerne og kontorhusene, er velegnede for typisering og præfabrikering, og LN har derfor udviklet typeprojekter for disse bygninger, der ofte opføres som nøglefærdigt byggeri i totalentreprise.

LN-typehaller leveres i to udgaver: 01 og 02. Den væsentligste forskel ligger i tagkonstruktionen, hvor type 01 har tagplader, der spænder mellem facade og hoveddrager i bygningens midtlinie, mens type 02 har hoveddragere, der spænder på tværs over hal-skibene. Figur 13.14 viser et eksempel på en typehal 02.



»Tæt lav«

LN konkurrencen i 1974

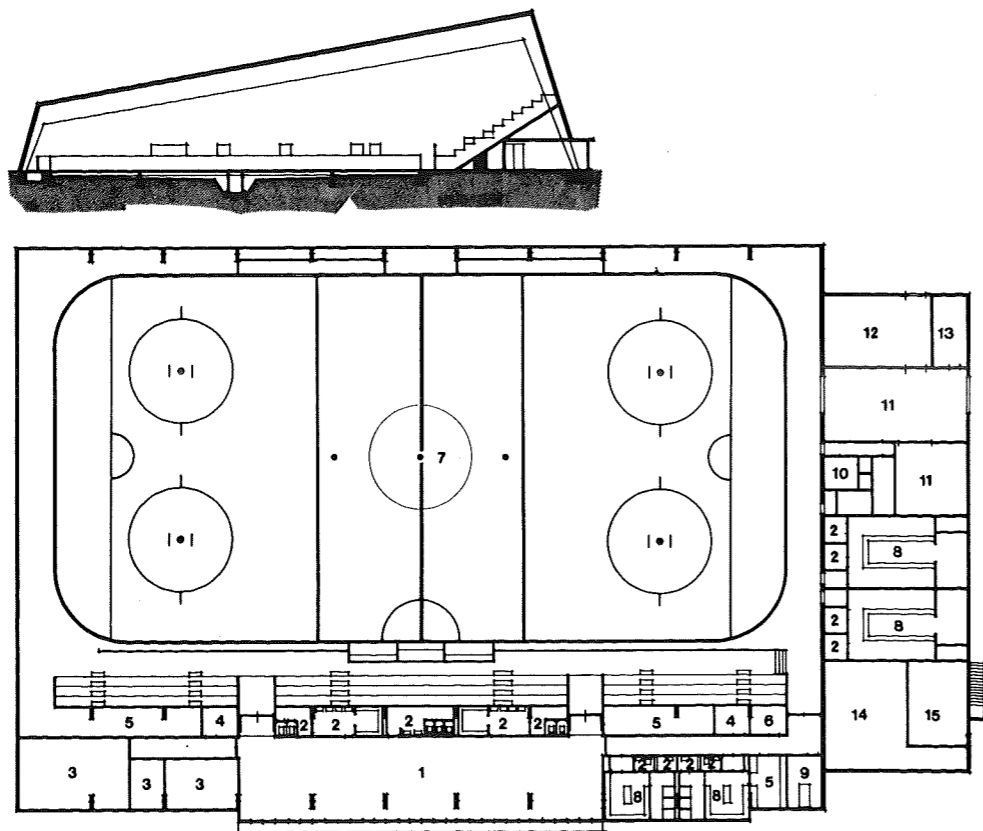
LN erhvervsbyggeri

Typehaller

Figur 13.14
LN-typehal 02. Hallen er projekteret over et planlægningsmodulnet på 24 M, 25 M eller 30 M, svarende til bredderne af facade- og gavlelementerne.

Sektoren institutionsbyggeri omfatter skoler, sportsanlæg, omsorgscentre mv. Også disse bygninger fremstiller LN som typiserede, præfabrikerede projekter. Produktionen planlægges ud fra de samme forudsætninger, den samme filosofi, der ligger bag firmaets øvrige produktion: rationelt byggeri med høj færdiggørelsesgrad af de anvendte elementer og delsystemer. Standardisering og målkoordinering ud fra en afbalancering af de brugsmæssige krav mod de produktionstekniske. Figur 13.15 viser et eksempel på en LN-typeskøjtehal.

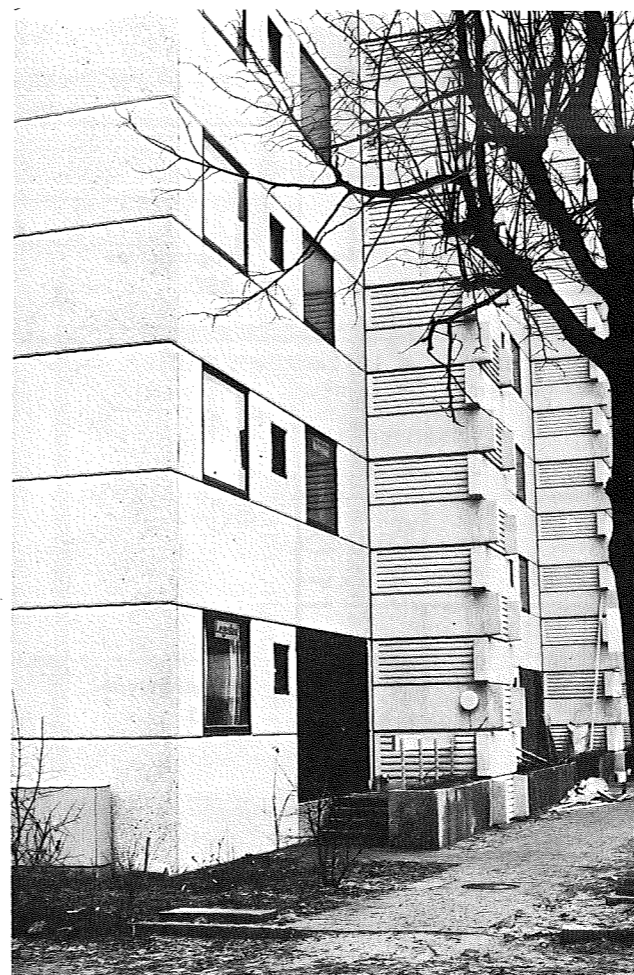
Figur 13.15
(ikke i mål)
LN-typeskøjtehal er opbygget af præfabrikerede betonelementer med en overbygning af laminerede træbjælker.



13.4 LN-BO »Stjernen«

Modulprojekt, eksempel 6

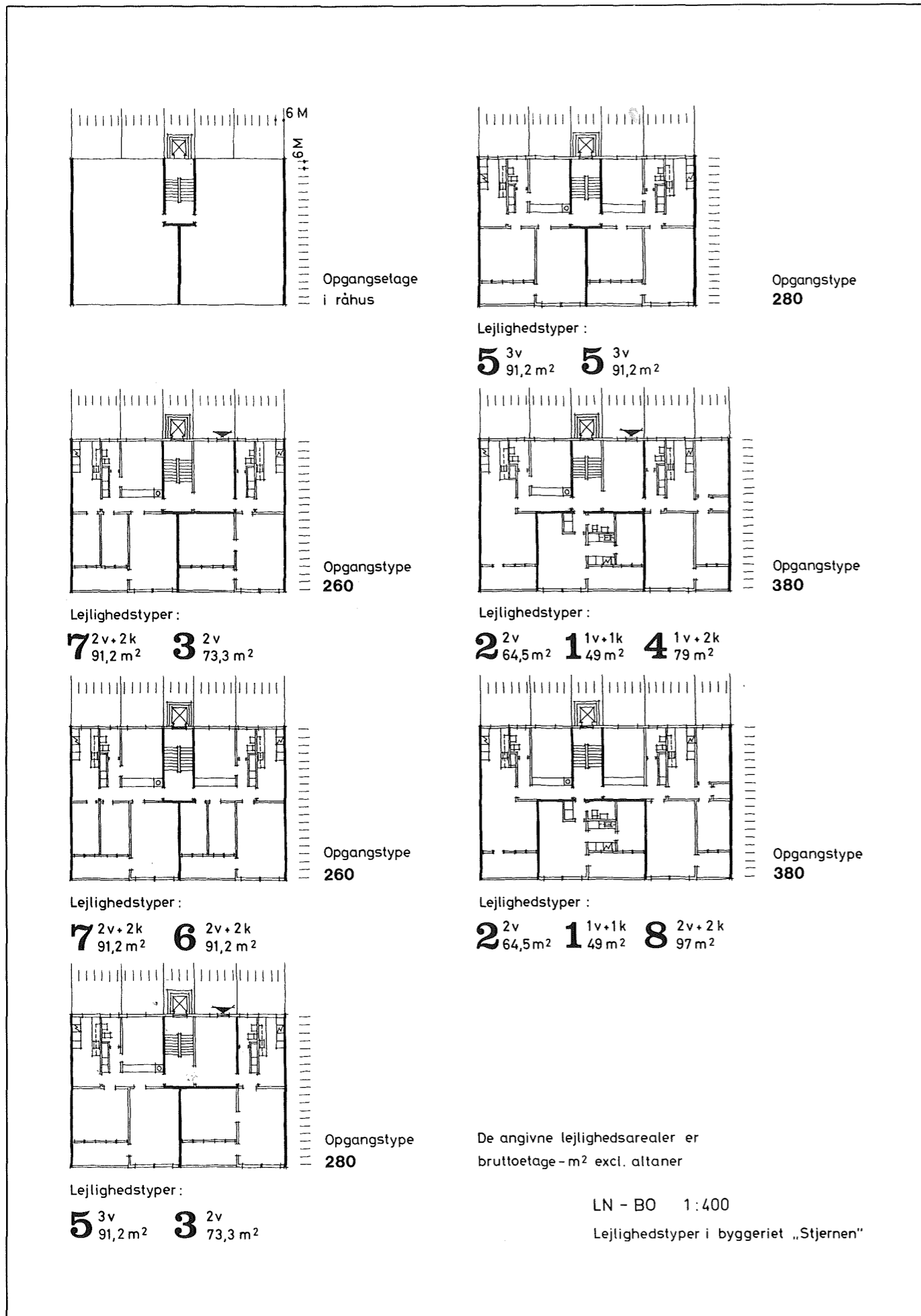
LN-BO er den hyppigst opførte danske præfabrikerede bolig. Mere end 9000 lejligheder er bygget, siden typen første gang blev opført i Espergærde ved København i 1957. Senere er projektet undergået flere ændringer, både hvad angår planløsning og byggeteknik; men de bærende principper i projektet er forblevet de samme, og hustypen har yderligere påvirket et stort antal udenlandske projekter, opført af LN's partnere i udlandet.



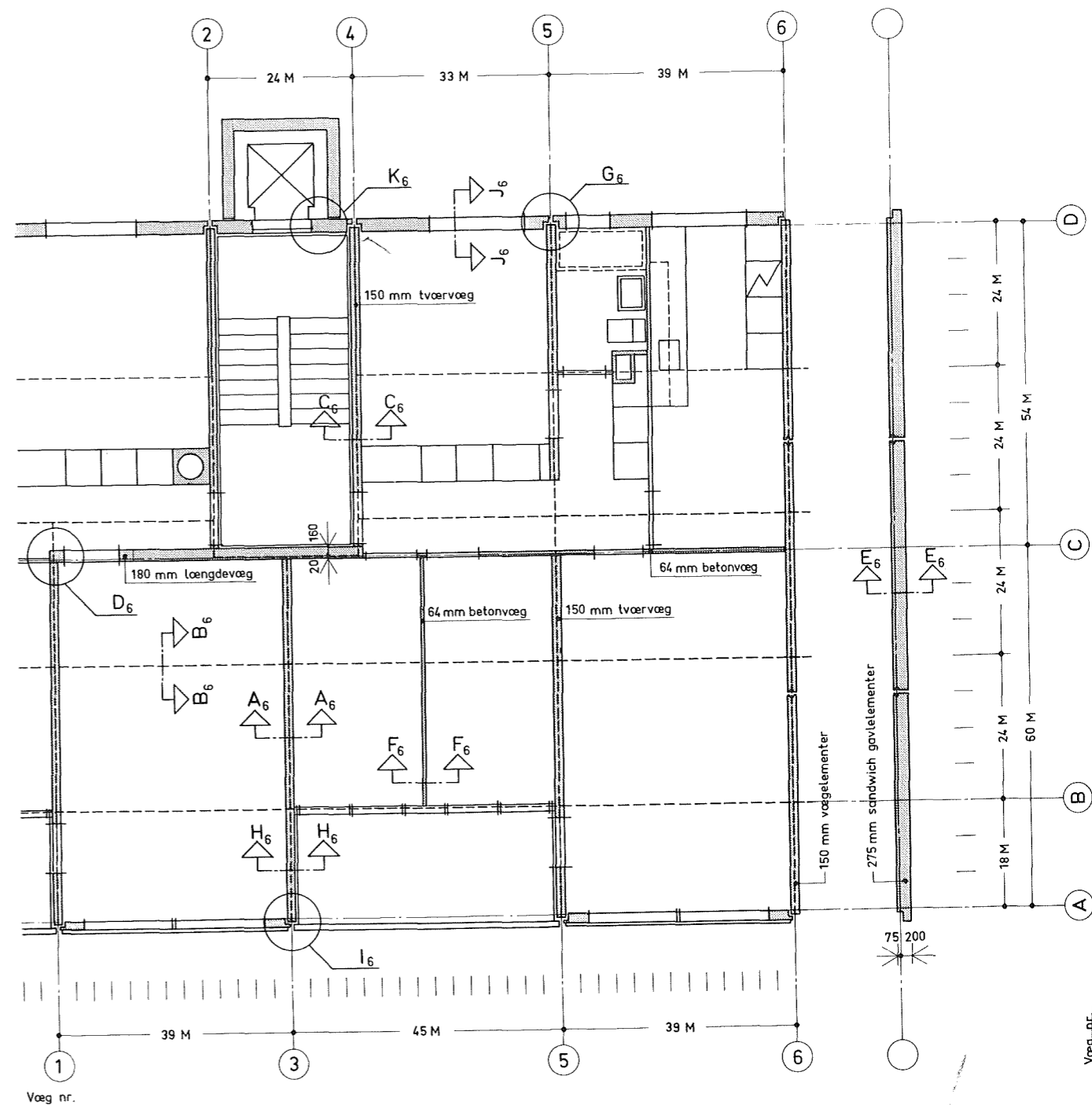
Figur 13.16
LN-BO »Stjernen« opført i 1973-74 på Frederiksberg.

Udvalget af lejlighedstyper i LN-BO kan varieres efter byherrens behov, mellem 30 m² (1 værelse) og 120 m² (2 værelser og 2 kamre) - eller mere. I projektet »Stjernen« findes typer fra 33 m² til 103 m², se figur 13.17. Fordelingen mellem små og store lejligheder kan vælges relativt frit, ligesom blokkene kan forsynes med fællesanlæg i kælder- og stueetage efter behov. Figur 13.17 viser udvalget af lejlighedstyper i LN-BO »Stjernen«. Projektet indeholder ialt 627 boliger med en nogenlunde ligelig fordeling mellem 2-, 3- og 4-rums lejligheder.

Fordeling af lejlighedstyper



Figur 13.18 viser en typisk lejlighedsplan udført som moduloversigtstegning. Det ses, hvorledes tværvæggene er placeret i den sædvanlige 3M-takt, mens længdevægge og facader følger en 6M-rytme. Opdelingen af dækket i elementer sker i princippet efter en 24M-takt, men på grund af brugsmæssige krav til lejligheds- og rumarealer samt til altanbredden har planen måttet suppleres med 18M brede dækelementer. Desuden optræder der specialelementer, hvor længdevæggen, C, føres igennem dækket.



EKSEMPEL 7
 MODULOVERSIGTSTEGNING 1:100

Figur 13.18
 Moduloversigtstegning for lejlighedstype 6, LN-BO »Stjernen«.

← Figur 13.17
 »Stjernen« indeholder 8 forskellige lejlighedstyper, ialt 627 boliger, varierende i størrelse mellem 33 m² og 103 m².

Længde- og tværvægge

LN-BO er det typiske tværvægsbyggeri, hvor de 150 mm betolvægge dels bærer dæk- og facadeelementerne, dels afstiver bygningen i tværrretningen. Elementerne udføres med bredder, der så vidt muligt svarer til dybden af et rum; største mål er $B = 60M$, og kun få af elementerne har modulære breddemål. I længderetningen består det afstivende system af trapeendevæggen, som er forlænget ind i den ene lejlighed for at få tilstrækkelig stivhed til den 8 etager høje bygning. Dækkene er de normale 180 mm hulplader, som er tilstrækkelig stive ved de anvendte, begrænsede spændvidder, op til 45 M.

64 mm ikke-bærende vægge

Som ikke-bærende vægge anvendes 64 mm tykke massive, uarmerede betonelementer, suppleret med sneckervægge omkring skabspartier.

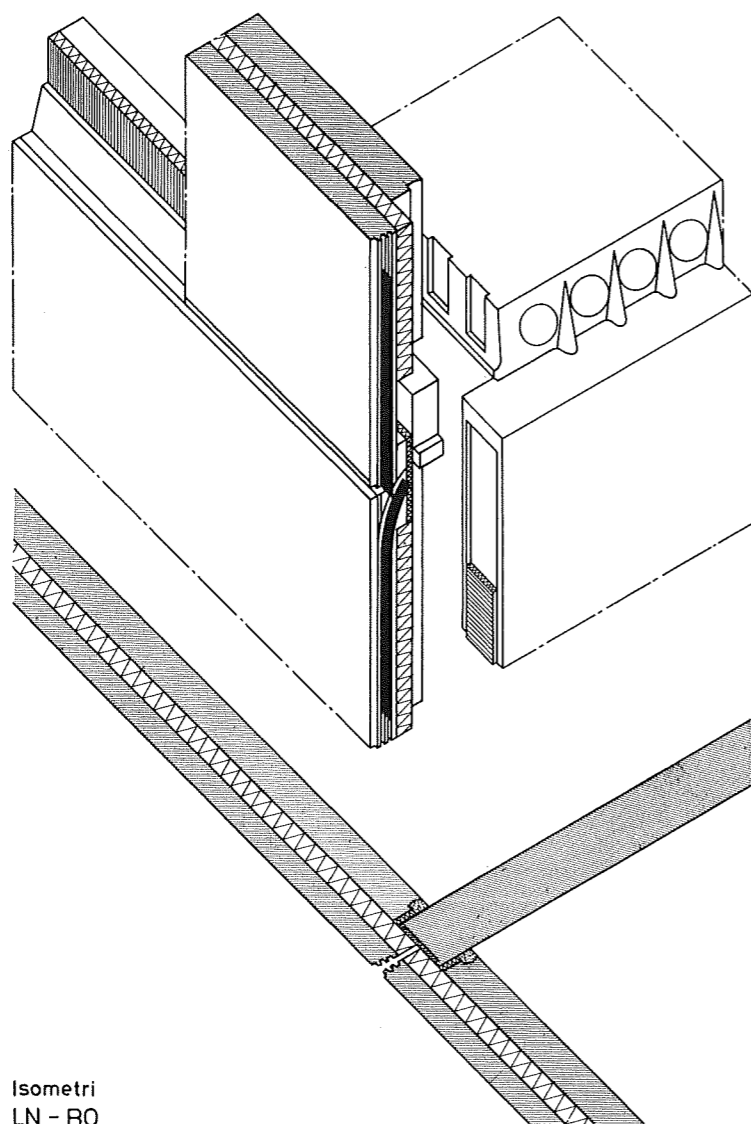
Gavlelementer

I gavlene anvendes 275 mm tykke sandwichelementer med indvendig bærende betonskive. Største elementbredde er her 42 M, der giver projektets højeste elementvægt på 60 kN.

Facader

Facaderne er opbygget af betonsandwichelementer med indstøbte, færdigbeslåede vinduer samt sneckepartier omkring altanerne. Facaderne ophænges med bæreknafter af armeret beton på beslag på hovedkonstruktionen. Figur 13.19 viser en isometri af sammenbygningen.

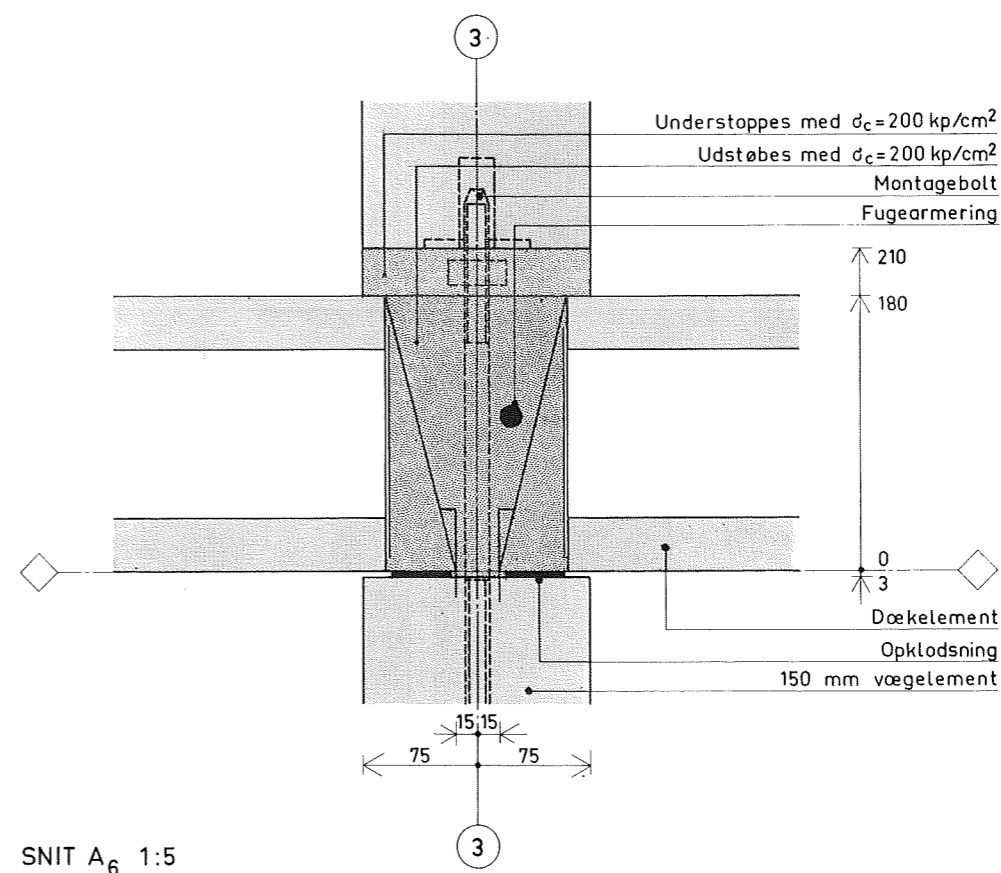
Figur 13.19
Isometri af sammenbygningen mellem facader, dæk og tværvægge i LN-BO.



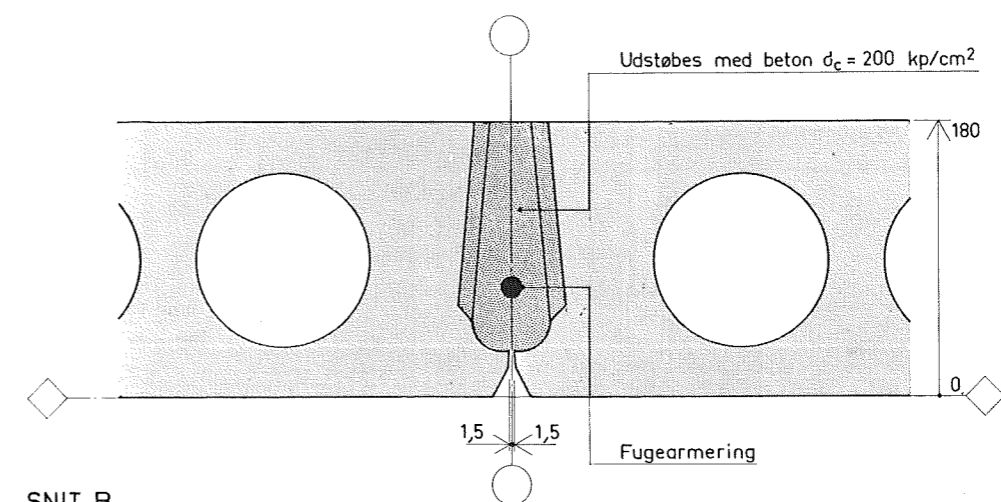
Isometri
LN - BO

Figur 13.20 viser den normale udførelse af etagekrydset. Samlingen fungerer efter de samme principper, som beskrevet generelt i kapitel 4, med den ene forskel, at bæreknafterne, som vist, er opklødet 3 mm. Derved vil der foregå en understøtning af knasterne med cementmørtel, hvorved en sikrere kraftoverføring mellem dæk og væg opstår. Løsningen er dog ikke uden problemer, idet den medfører en del nedsivning af cementslam over væggene, og der må derfor foretages en systematisk afrensning af væggene umiddelbart efter hver støbning.

Figur 13.21 viser samlingen mellem to normale dækelementer. Også her kan henvises til den generelle beskrivelse i kapitel 4. Bemærk den rigelige bredde i fugen, maksimalt 74 mm, som muliggør en god omstøbning af fugearmeringen, der sikrer dækskivens kontinuitet.



SNIT A₆ 1:5



SNIT B₆
Dækfuge 1:5
LN - BO - II

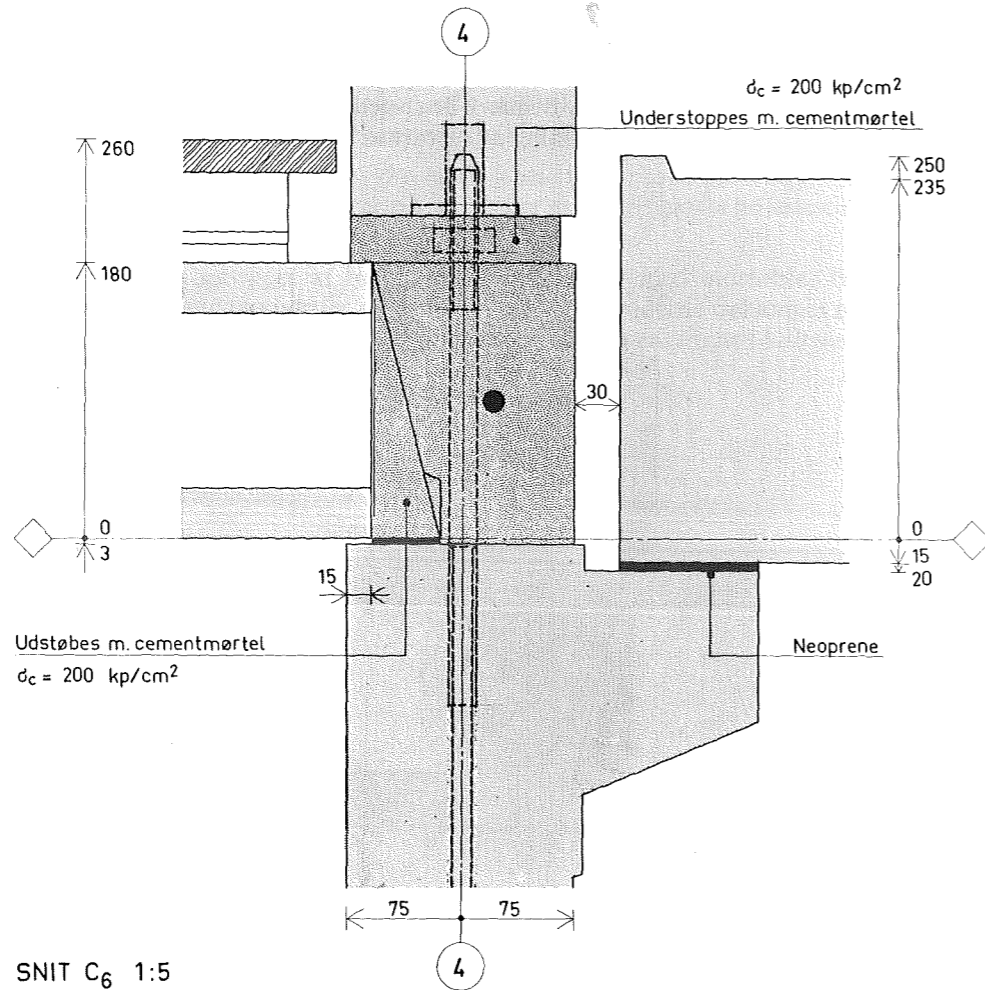
Etagekrydset

Figur 13.20
Lodret snit i samlingen mellem dæk og tværvæg.

Figur 13.21
Lodret snit i samlingen mellem to dækelementer.

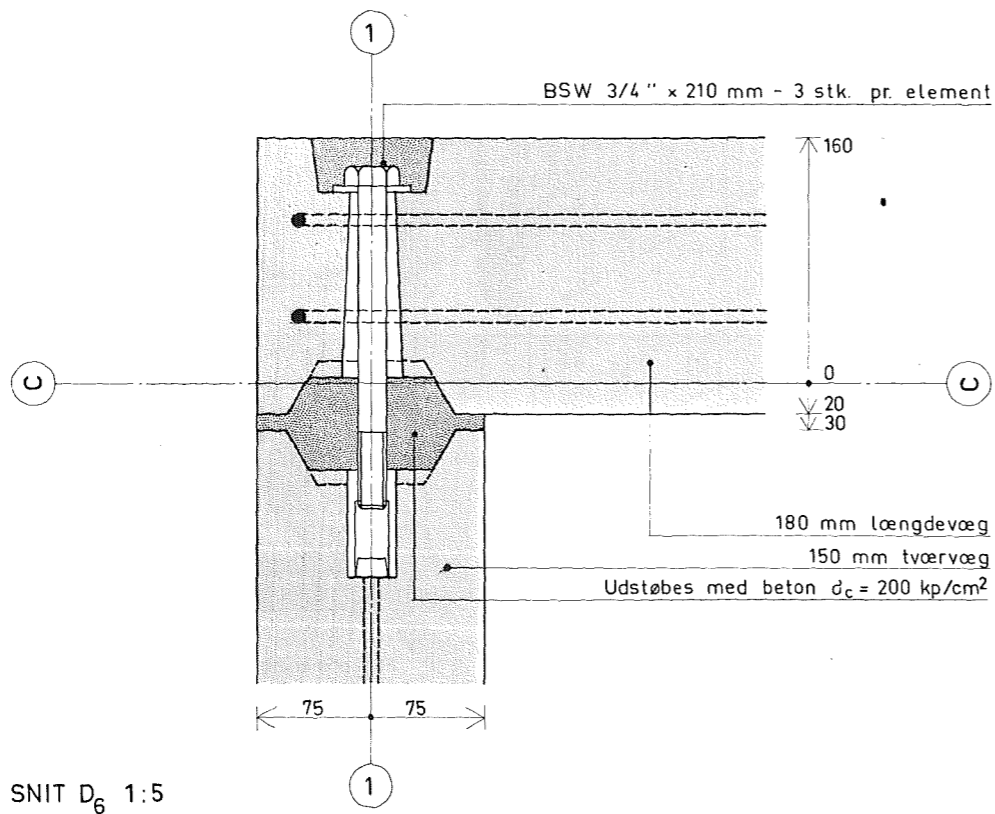
Figur 13.22 viser samlingen mellem dæk, trappesidevæg og hovedrepos. Reposen er oplagt på en Neopreneplade for at reducere trinøjstøjen fra trappen til lejlighederne. Vægsamlingen svarer til den normale i snit A₆, idet dog understøtningen er udført med den viste 10 x 30 mm reces, som danner skyggenot i samlingen og dermed slører eventuelle målafvigelse mellem etagerne.

Figur 13.22
Lodret snit i samling mellem dæk, trappevæg og repos.



SNIT C₆ 1:5

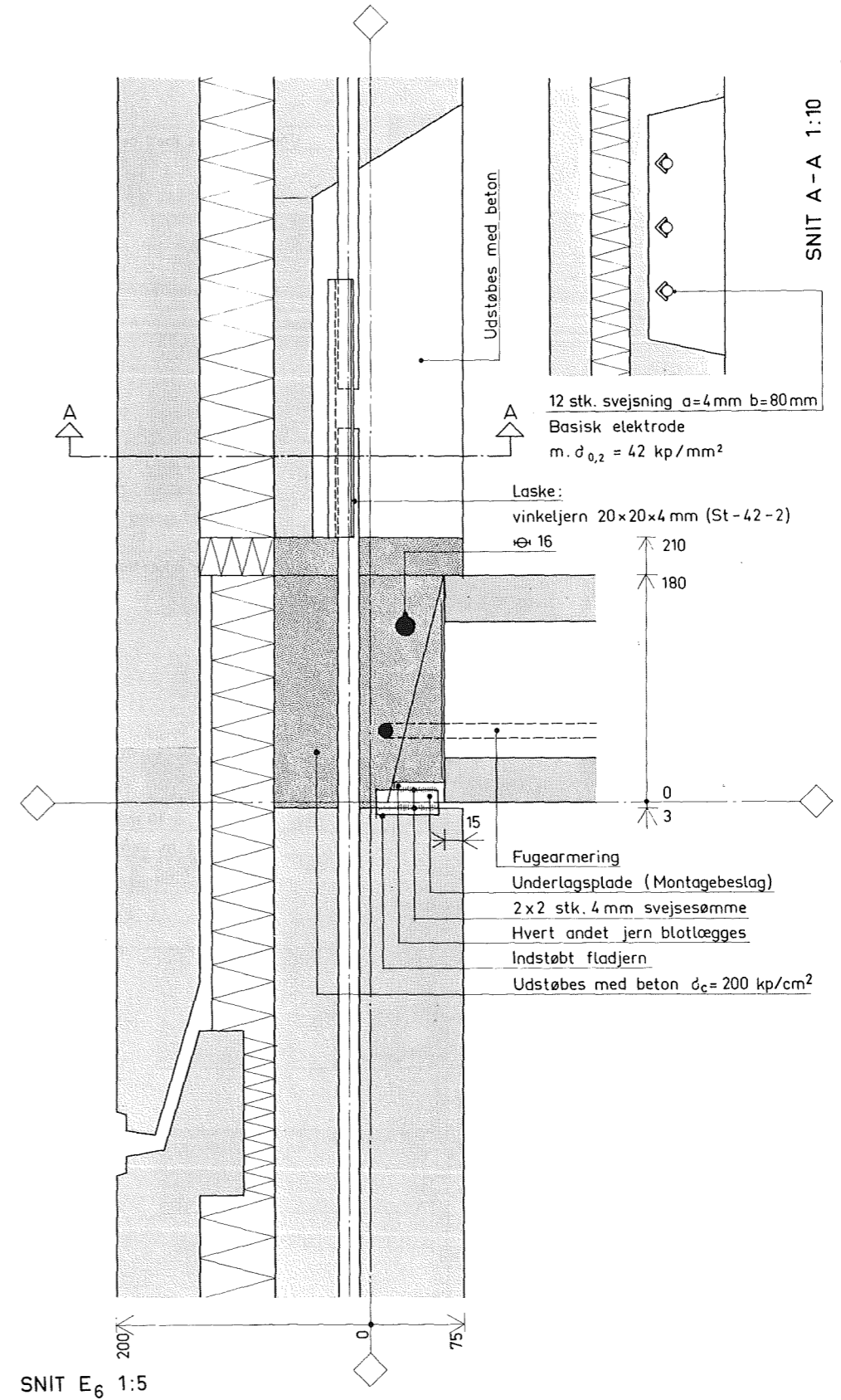
Figur 13.23
Vandret snit i samling mellem længdevæg og tværvæg.



SNIT D₆ 1:5

Figur 13.23 viser hjørnesamlingen mellem længdevæg C og tværvæg 1. Den viste boltesamling i forbindelse med den normale fortandede vægfuge gør samlingen kraftoverførende og betinger således, at man kan regne sammenbygningen af disse vægge som en helhed i det afstivende system. Samlingerne mellem længdevæggen C og tværvæggene 2, 3 og 4 er udført på tilsvarende måde, men i det aktuelle projekt er længdevæggen i sig selv tilstrækkelig til at sikre bygningens længdestabilitet, og boltesamlingerne tjener således hovedsagelig til sikring mod revnedannelser.

Bemærk modulliniens placering, 20 mm inde i længdevæggen. Herved opnås, at det tilhørende dækelement ikke reducerer væggen kraftoverførende areal væsentligt. Sammenlign iøvrigt afsnit 8.3, figur 8.07.



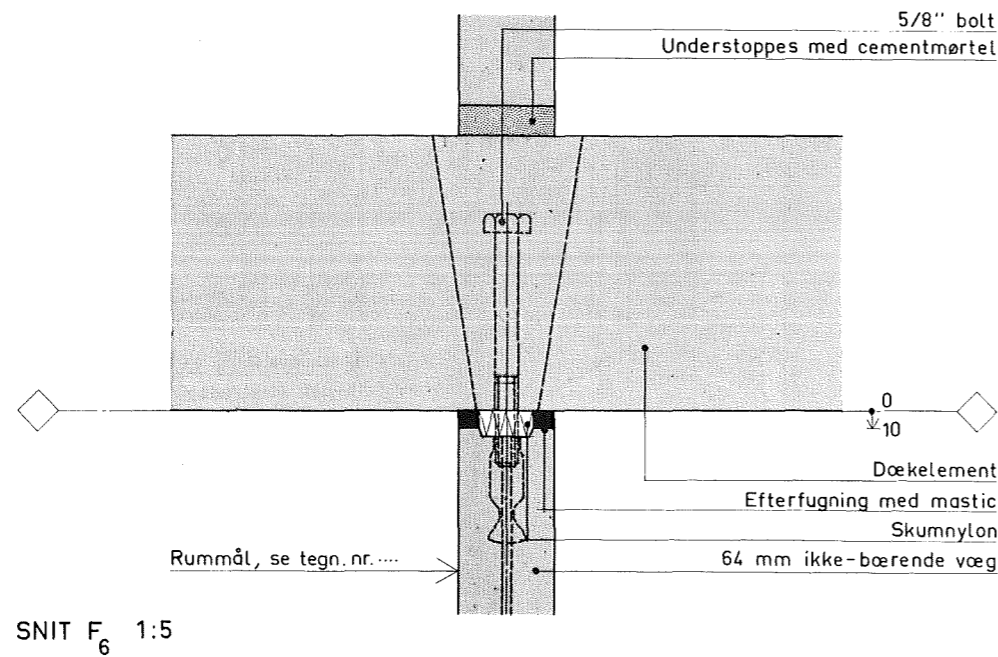
SNIT E₆ 1:5

Figur 13.24
Lodret snit i samling mellem dæk og gavlelementer.

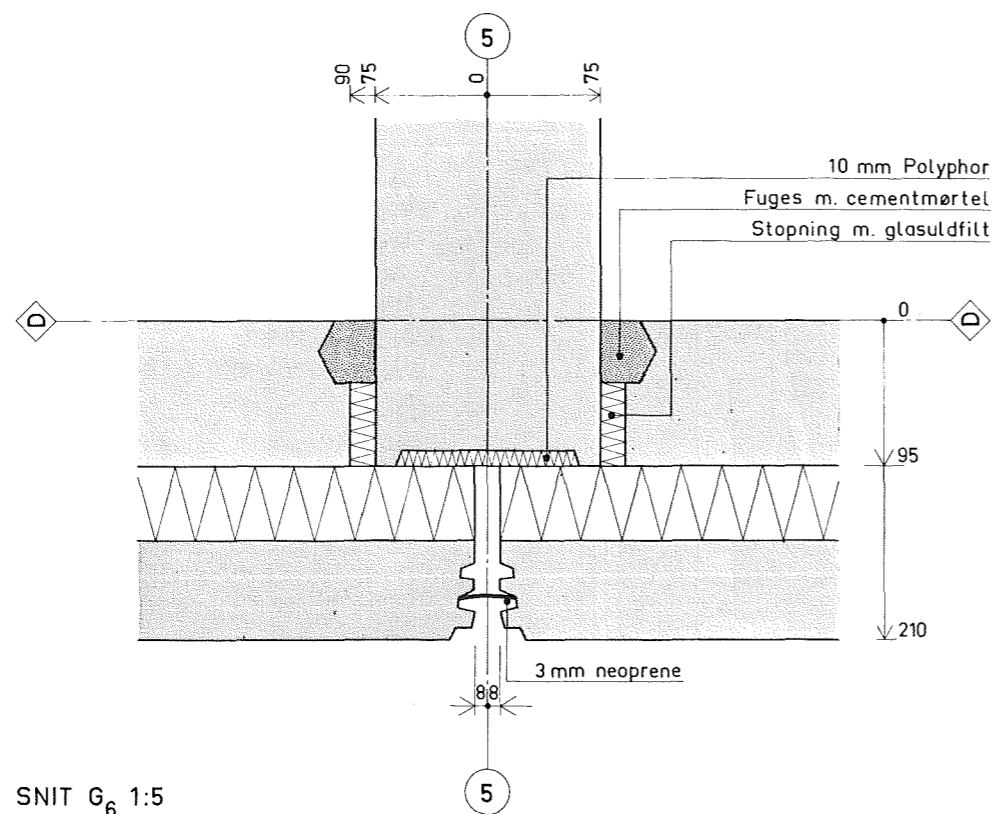
Figur 13.24 viser samlingen mellem dæk- og gavlelementer. Denne samling er afgørende for bygningens stabilitet overfor ekstraordinære påvirkninger. I Danmark skal samlingen for bygninger med mere end 4 etager beregnes efter DIF's sikkerhedsnorm, DS 409, afsnit 5.2, lastkombination 3, ulykkeslast. Dette medfører, at samlingen skal kunne optage trækkræfter både mellem dæk og væg og mellem væggene i de to etager. I samlingen figur 13.24 sker dette ved hjælp af de viste montagesvejsninger. Gavlelementerne monteres iøvrigt på sædvanlige montagebolte, der ikke er vist på snittet.

Figur 13.25 viser samlingen mellem dæk og ikke-bærende skillevæg. Samlingen regnes ikke kraftoverførende men skal naturligvis kunne fastholde skillevæggen. Desuden skal fugerne give en rimelig tæthed mod lydtransmission, selvom der ikke er officielle krav til sådanne interne vægge i lejligheden. Bemærk, at samlingen er stiv og derfor ikke tillader gensidige deformationer. Dækkenes nedbøjninger vil således overføres til skillevæggen, der herved kommer til at optage en del af lasten på dækket.

Figur 13.25
Lodret snit i samling
mellem dæk og ikke-
bærende skillevæg.



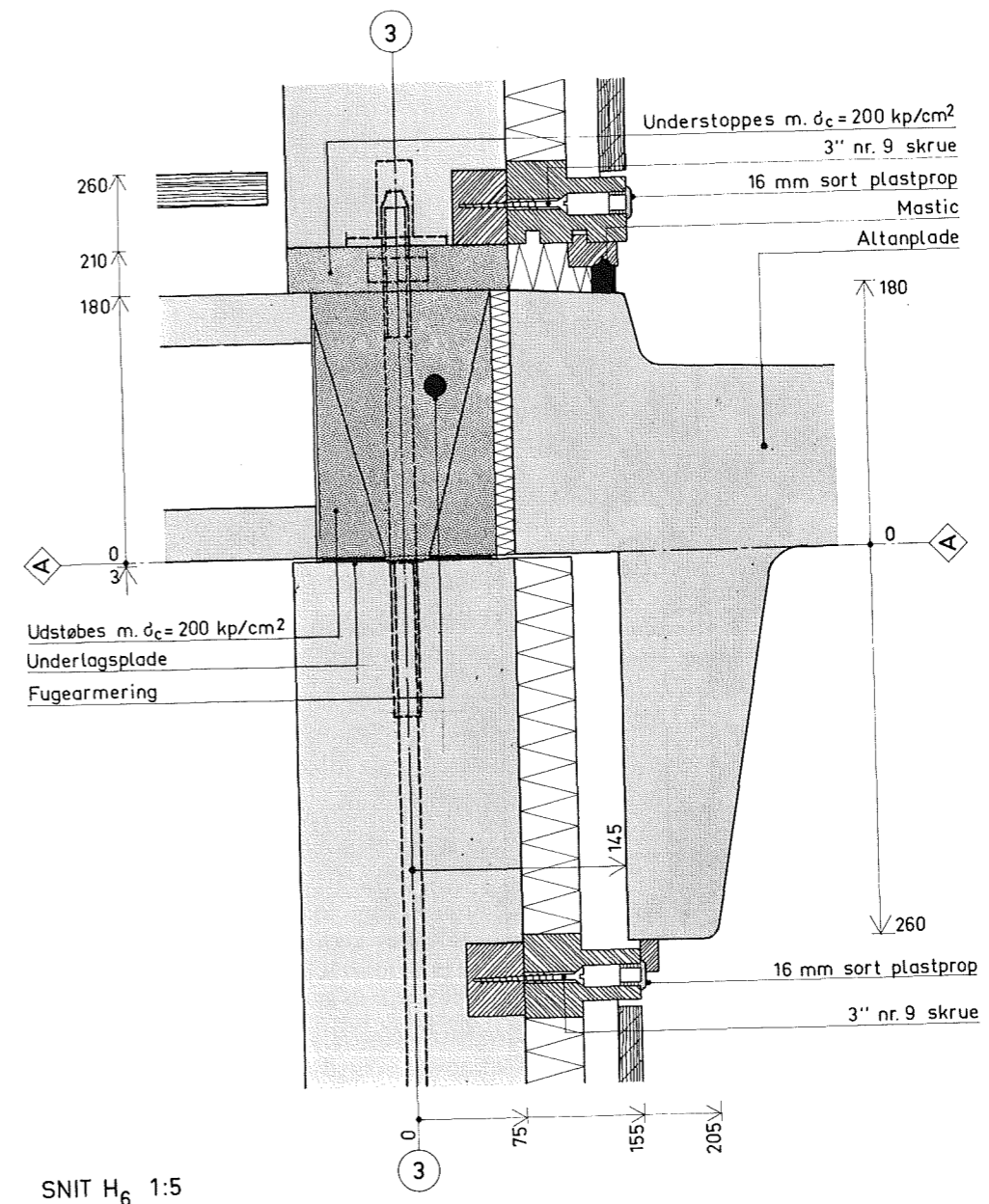
Figur 13.26
Vandret snit i samling
mellem facade og
tværvæg.



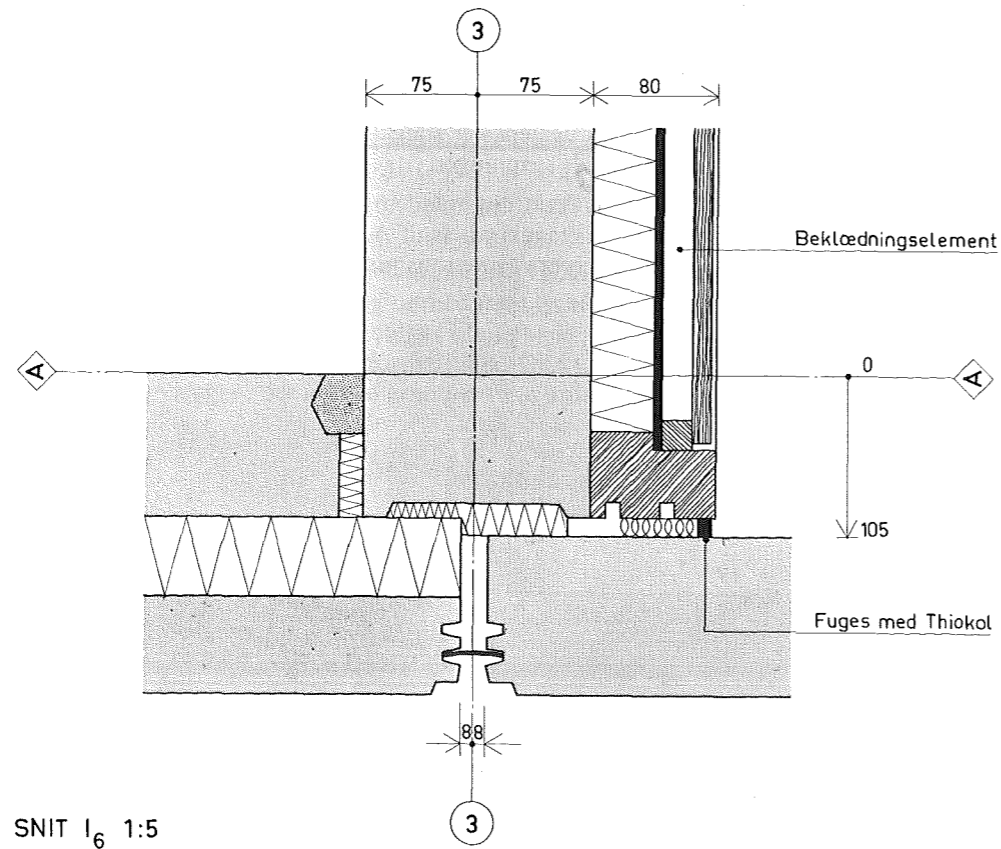
De følgende snit viser samlingsdetaljer fra facadekonstruktionerne. Figur 13.26 viser således et vandret snit i samlingen mellem sandwichfacadeelementer og bærende tværvæg. Fugen er den velkendte ventilerede facadeuge med to-trins tætning, som er omtalt mange steder i de seneste års faglitteratur. Bemærk, at kuldebroer er undgået i samlingen, og at lydtransmissionen ligeledes er stærkt reduceret, forudsat at samlingen udføres med omhyggeligt tætnede stopninger.

Figur 13.27 viser samlingen mellem dæk, altanplade og tværvæg. De bærende vederlag er udformet som i det normale etagekryds (snit A6), men altanpladen er isoleret med den viste skumplast, som reducerer varmetransmissionen i vederlaget.

Figur 13.27
Lodret snit i samling
mellem dæk, altan og
tværvæg.

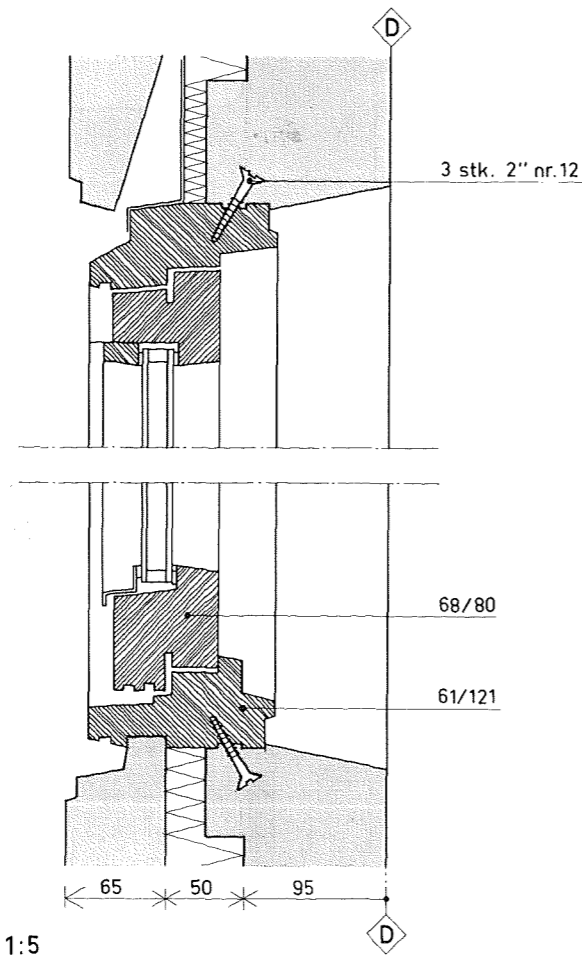


Figur 13.28
Vandret snit i samling
mellem facade, tværvæg
og altanbrystning.



SNIT I₆ 1:5

Figur 13.29
Lodret snit i indstøbt
vindue.



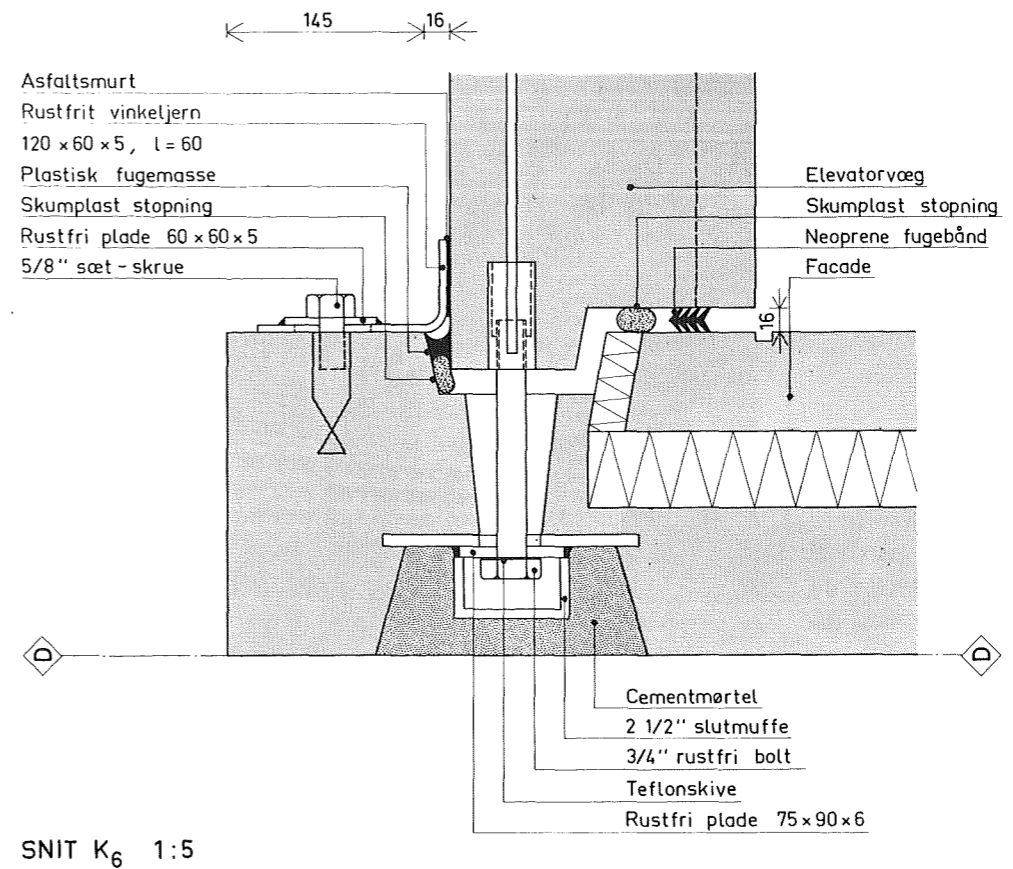
SNIT J₆ 1:5

Figur 13.28 viser samlingen mellem facade, tværvæg og altanbrystning. Det ses, hvorledes facade-tværvægsamlingen er udført med normale elementer. Sammenlign fx figur 13.26, mens tværvæggens varmeisolering kræver den viste beklædning med isolerende lette elementer.

Figur 13.29 viser samlingen mellem sandwichfacadeelement og vindue. Vindueskarmene forsynes med de viste 2'' skruer, hvorefter de indstøbes i elementet.

Figur 13.30 viser samlingen mellem facaden og det udvendige elevatorårn. Tårnet, som er uisolaret, skal kunne bevæge sig op og ned langs facaden med temperatursvingningerne. Samtidig skal det fastholdes til facaden for at kunne optage vindpåvirkninger. Dette opnås ved, at den rustfri 3/4'' bolt kan bevæge sig i forhold til den rustfri 6 mm underlagsplade, der er forsynet med lodret langhul. Samtidig hindres elevatorårnets vandrette bevægelser af de rustfri vinkeljern, der glider på den asfalsmurte betonoverflade.

Elevatorårn



SNIT K₆ 1:5

Figur 13.30
Vandret snit i samling
mellem facade og
elevatorårn.

Samlingens tæthed er sikret med de viste fugematerialer, suppleret med den i facadeelementet udsparede, lodrette vanddrille, der opfanger hovedparten af det vand, som drives ind mod hjørnet. Elevatorvæggene er støbt som U-formede elementer i en halv etagehøjde, og tårnet bliver derfor stabilt med de viste forankringer.

Hermed er de mest karakteristiske konstruktioner i LN-BO projektet beskrevet. Det vil nu være muligt at færdiggøre det omfattende projektmateriale med de mange forskellige proces tegninger, der er nødvendige for produktion og montage. Det understreges, at det her viste udvalg kun udgør en meget beskeden, omend central del af det samlede materiale. Vigtige tegningstyper som armeringsdetaljer, montagetegninger, elementtegninger osv. har måttet udelades af pladshensyn.

13.5 Udenlandske projekter, eksempler

Første LN-licenstager i 1953

LN's samarbejde med udenlandske firmaer begyndte allerede i 1950-erne, hvor den hastige udvikling af det danske montagebyggeri kaldte mange udenlandske byggefolk til Danmark for at studere vore metoder og systemer. I 1960-erne opnåede LN aftaler i form af licenskontrakter, konsortier eller andet med mere end 25 firmaer fordelt på 15 lande i Europa, Afrika, Asien og Amerika. I det følgende gives en kort orientering om et lille udvalg af karakteristiske eksempler på sådanne projekter, der er opført af LN's udenlandske partnere.

Eksemplerne omfatter Vesttyskland, Malaysia og Spanien og beskriver dermed aktuelle boligprojekter i 2 vestlige industriland og 1 asiatisk udviklingsland.

4 vesttyske LN-licenstager

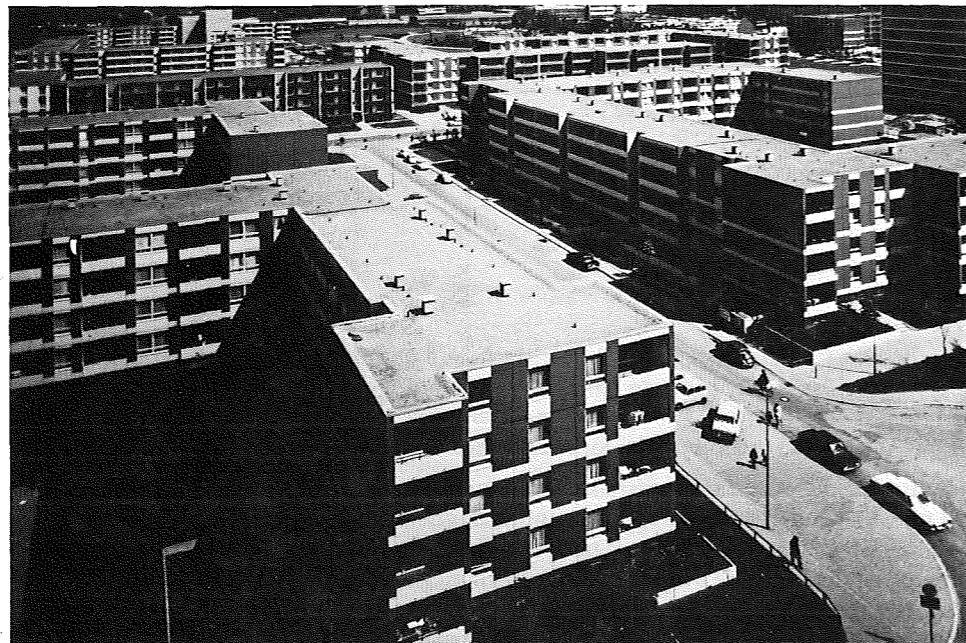
Første eksempel er fra Vesttyskland, hvor LN fik sin første licenstager i 1959. De tyske licenstagerere, der opererede i områderne Schleswig-Holstein, Hessen, Berlin og Nordrhein-Westfalen har tilsammen bygget mere end 24.000 boliger efter LN-systemet.

Figur 13.31 viser et boligkomplex fra Köln, opført af Betonfertigbau West, GmbH (BFW) for det kooperative boligselskab »Neue Heimat«. Bebyggelsen omfatter 350 lejligheder fordelt i 20- til 24-etagers blokke.

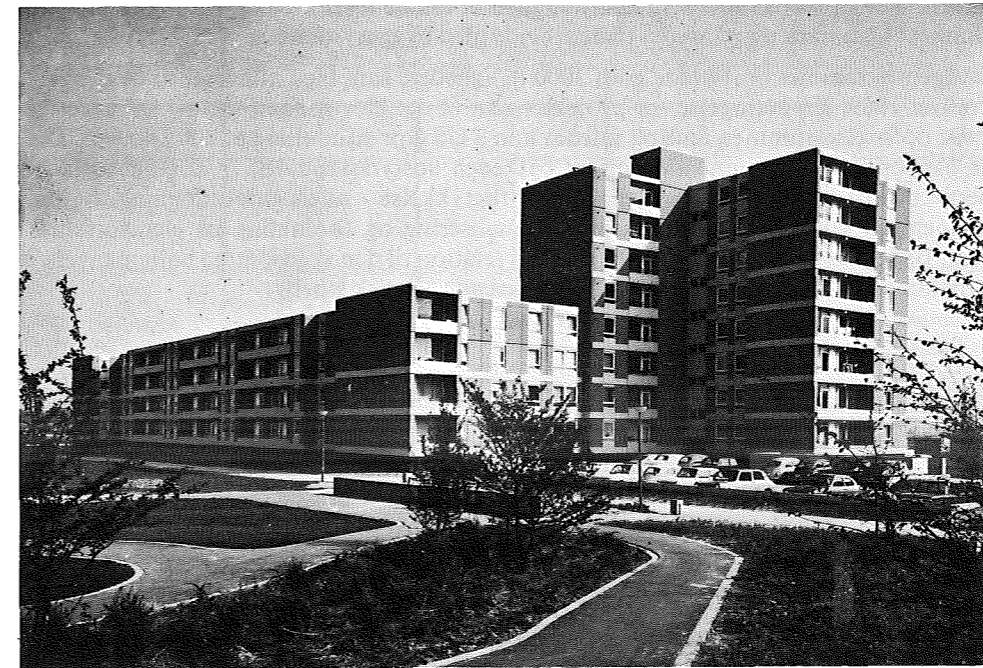
Figur 13.31
Højhuse i Köln bygget af LN-licenstageren Betonfertigbau West (BFW) for boligselskabet »Neue Heimat«.



Figur 13.32
BFW-projekt for »Neue Heimat« i Köln.



Figur 13.32 og -33 viser en anden af BFW's bebyggelser med 4-8 etagers boligblokke opført efter samme byggesystem. Det fremgår af disse fotos og af grundplanen figur 13.34, at BFW-projekterne arbejder med relativt frit formede bygninger, der kan indpasses i stærkt varierede bebyggelser opført efter moderne byplanprincipper, og det har således været producentens opgave at finde en hensigtsmæssig elementløsning til disse projekter. BFW anvender rumstore betonelementer, som vi også kender dem fra danske projekter.



Figur 13.33
BFW-projekt type 311a for »Neue Heimat« i Köln.



Figur 13.34
Lejlighedsplan fra BFW-projekt type 311a for »Neue Heimat« i Köln.

BFW TYP 311a 1:200

Planer og konstruktioner

Det ses af lejlighedsplanen, at bygningen er et tværvægsbyggeri med 2 bæreretninger. Facaderne, der er udført som betonsandwichelementer, er ophængt på tværvæggene på samme måde som i de danske LN-konstruktioner. Installationerne er udført med skjult rørføring, idet ledningerne er placeret i særlige rørsække eller dobbeltvægge. Største spændvidde for dækpladerne er 5,0 m.

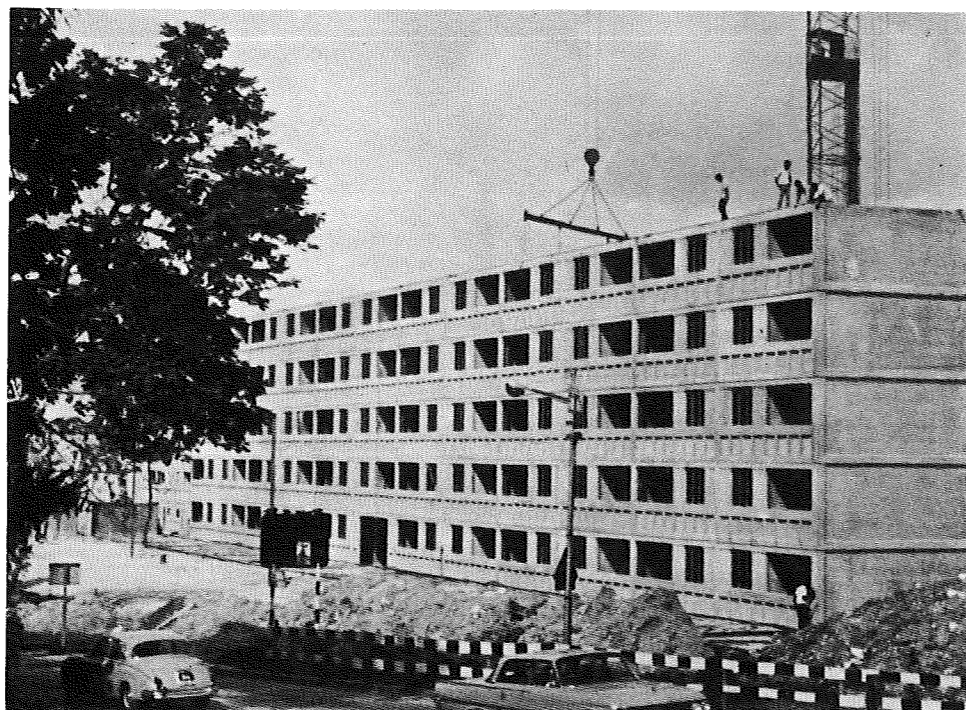
LN i Asien

I 1966 dannede LN et partnerskab med det malayiske selskab Gammon South East Asia Berhad Ltd. med det formål at opføre billige boliger for bystyret i Kuala Lumpur efter LN's byggesystem. Arbejdet på byggepladsen påbegyndtes i 1967, og en elementfabrik blev opført i området, samtidig med at lokale teknikere og formænd blev uddannet i Danmark og på stedet til at arbejde med byggesystemet.

3000 lejligheder i Kuala Lumpur

Byggeprogrammet omfattede godt 3000 lejligheder, som blev afleveret til bygherren i foråret 1969. En betingelse for projektet var, at det blev gennemført til en meget lav pris; opførelsessummen androg således kun 3 US \$ pr sqft. eller ca. 200 Dkr/m². Dette blev opnået dels gennem en meget beskedne udstyrsstandard, fx er etageadskillelserne udført som ribbedæk med 40 mm fligtykkelse - uden gulvbelægning, og dels gennem en konsekvent gennemført rationalisering og forenkling på elementfabriken. Både pris og udstyrsstandard må ses i relation til den voldsomme boligmangel i et udviklingsområde omkring en kraftigt voksende asiatisk storby.

Figur 13.35
Montage af facadeelementer på LN-Gammon Malaya projekt i Kuala Lumpur.

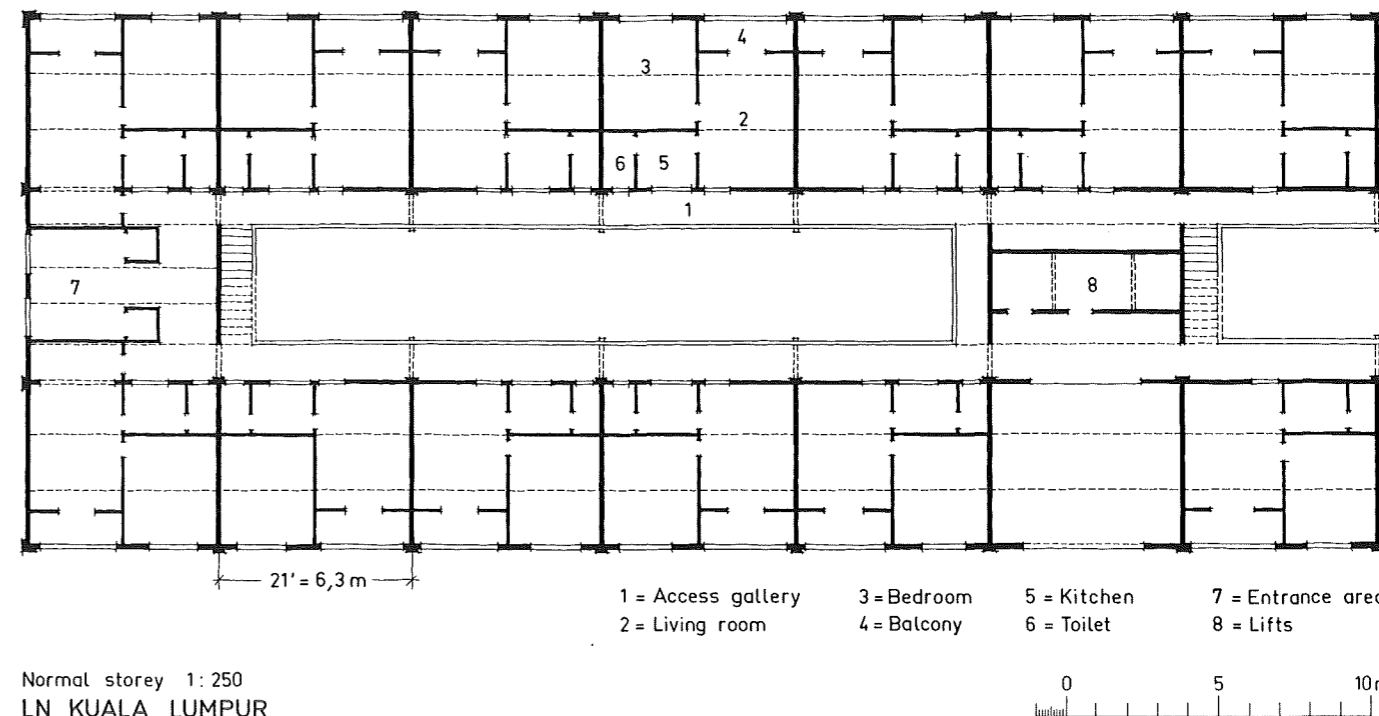


LN i Spanien

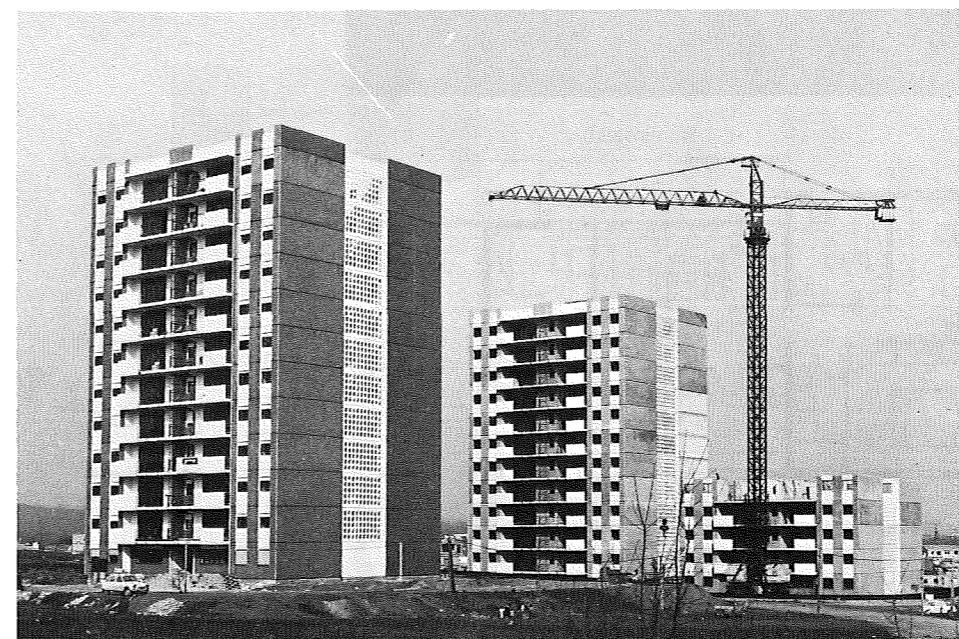
Figur 13.36 viser en etageplan fra det malayiske projekt. Huset er opbygget omkring en åben skakt med adgang til de enkelte lejligheder fra en indvendig balkon.

Lejlighederne, der er på ca. 40 m², indeholder stue, soveværelse, køkken, bad og balkon. Det var et krav fra bygherren, bestemt af de sociale forhold på stedet, at alle lejlighederne i projektet skulle være ens. Dette har naturligvis forenklet elementløsningerne i høj grad, og derved medvirket til den meget lave anskaffelsessum.

LN har i Spanien samarbejdet med firmaet »CIDESA«-Construcción Industrial de Edificios S.A. Firmaet gennemførte i slutningen af 1960-erne en række store boligbyggerier i Barcelona, hvor man anvendte en konstruktion bestående af et på stedet støbt råhus forsynet med præfabrikerede facader af betonsandwichelementer.



Figur 13.36
Etageplan fra LN-projekt i Kuala Lumpur.



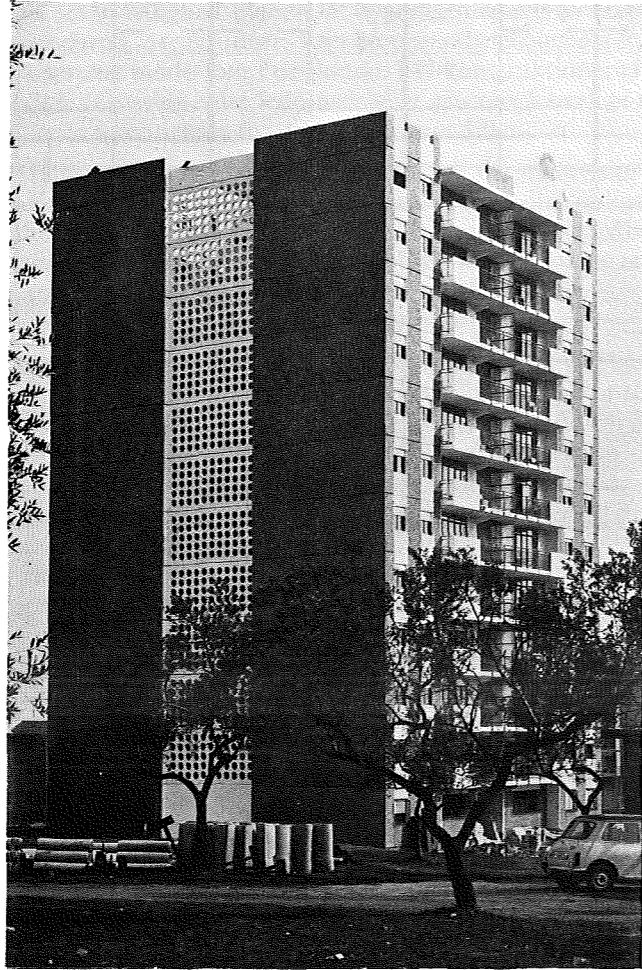
Figur 13.37
Montage af højhuse fra CIDESA projektet Sabadell ved Barcelona.

I 1972 byggede CIDESA en ny elementfabrik i forstaden San Andres de la Barca, 20 km uden for Barcelona og påbegyndte samtidig projekteringen af en række store bebyggelser med 100% præfabrikerede LN-konstruktioner og en fabrikkapacitet på ca. 1000 boliger om året. I 1974 blev endnu en LN-CIDESA fabrik opført, denne gang i Alcalá de Henares i provinsen Madrid, og hermed nåede CIDESA's produktionskapacitet op på ca. 3000 boliger om året.

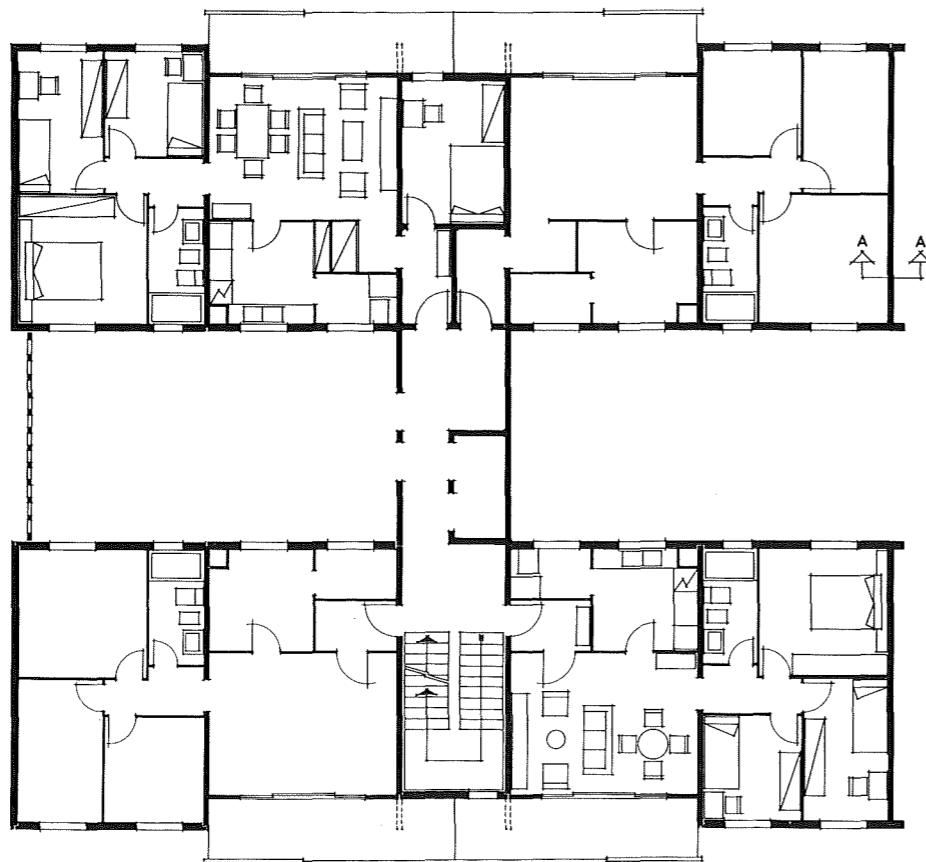
Figur 13.37 og -38 viser højhusene fra projektet »Sabadell« under opførelse i en forstad til Barcelona. Opførelsen påbegyndtes i slutningen af 1972, og i 1974-75 blev ca 1200 lejligheder fuldført.

Sabadell-projektet

Figur 13.38
Højhus fra CIDESA
projektet Sabadell ved
Barcelona.



Figur 13.39
Plan af CIDESA
projektet Sabadell i
Barcelona.



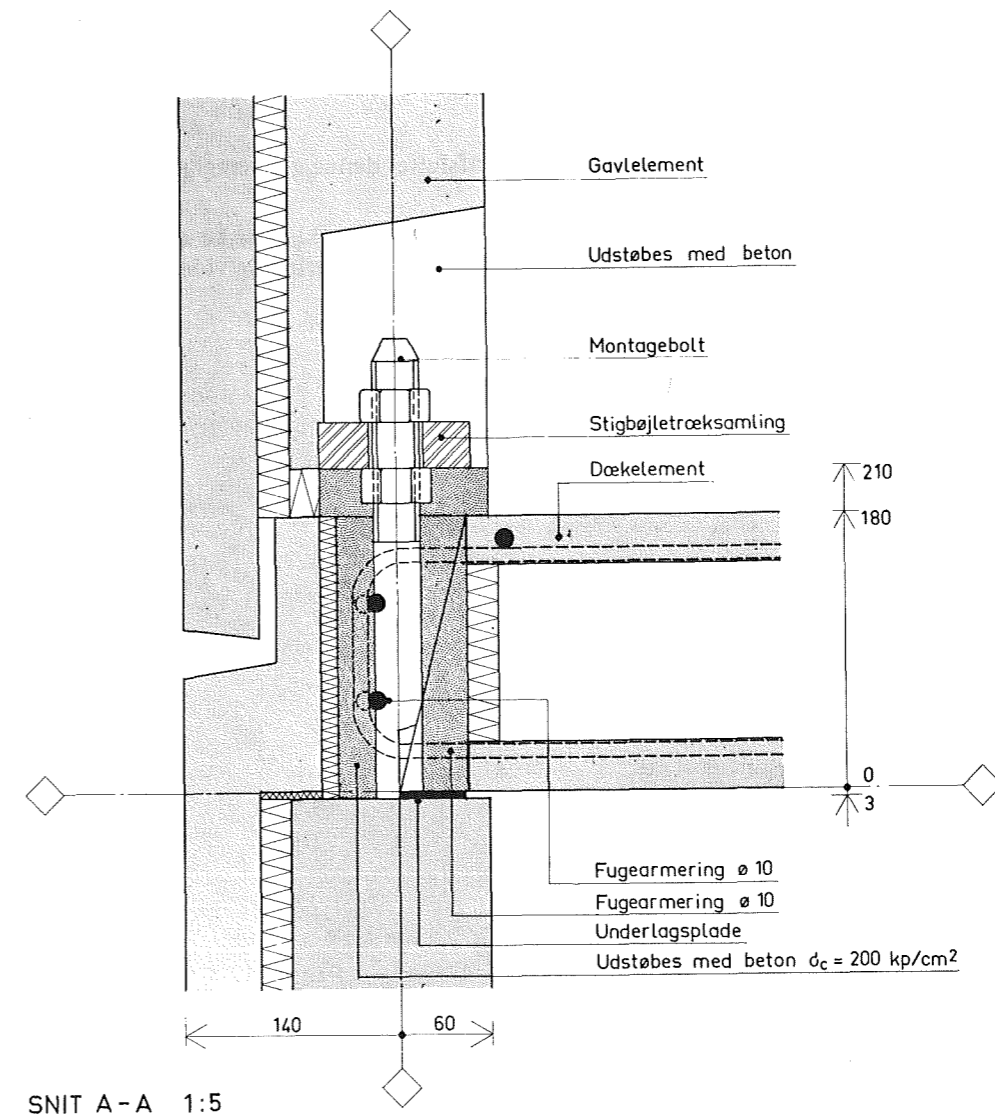
Plan 1:200
LN - CIDESA PROJEKT, SABADELL

I CIDESA projekterne er anvendt de fra danske projekter kendte komponenter, 24M brede hulplader, 180 mm tykke, og 150 mm tykke uarmerede tværvægge og rumstore betonsandwichelementer.

Figur 13.39 viser en H-formet plan af Sabadell projektet med 4 lejligheder à ca 80 m² pr etage.

Det fremgår af planen, at bygningen er et typisk tværvægsprojekt med meget få indvendige langsgående vægge. Facaderne er derfor udført som betonsandwichelementer med 130 mm indvendig kraftoverførende skive, som afstiver bygningen i længderetningen. Gavlkonstruktionen, der ligeledes er opbygget af betonsandwichelementer, er sikret mod progressiv kollaps gennem træksamlinger mellem etagerne samt forankring af dækket med fugejern i gavlen, se figur 13.40. Det ses på figuren, hvorledes træksamlingen mellem gavlelementerne i to etager er etableret med anvendelse af den såkaldte stigbøjleløsning, hvor montagebolten indgår som en del af træksamlingen.

Statisk hovedsystem



Figur 13.40
Lodret snit i samling
mellem dæk- og gavl-
elementer.

I de senere år er der opført adskillige LN fabrikker i Ægypten, Iraq og Saudi Arabien for produktion af betonelementer til omfattende boligbyggerier, der har høj prioritet i det mellemøstlige område. Figurerne 13.05, -06 og -07 viser eksempler fra produktionen på disse fabrikker; mens figur 13.41 viser et LN byggeri i Bagdad, Iraq.

Figur 13.41
LN byggeri i Bagdad,
Iraq.



Afsluttende
bemærkninger

Med disse få, men karakteristiske eksempler afsluttes denne gennemgang af Larsen & Nielsen's byggesystemer.

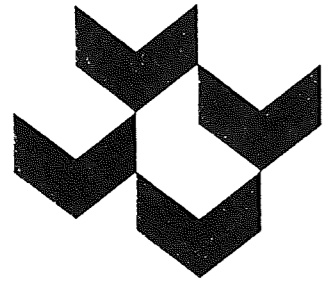
Systemernes afprøvning under vidt forskellige, tekniske, klimatiske og sociale forhold, fordelt over hele verden giver muligheder for nyvurdering og videreudvikling af montagebyggeriets teknik til gavn for dansk byggeeksport.

Mens terrassehuset bryder formen på den traditionelle kasseformede etageboligblok langs en eller to facader, giver TERRA-FORM-projektet muligheder for terrassering af alle fire facader. Byggesystemet er retningsfrit.



14. Tæt - lav, Terraform

Modulprojekt, eksempel 7



TERRAFORM

Byplanlægning og byggesystem

Den enkleste, mest rationelle bygningsform er den, man i geometrien kalder kassen, dvs et legeme begrænset af seks rektangler. I det danske klima overdækkes denne kasse som regel med en eller flere skrå tagflader. Når et hus af denne form passende udsmykkes med varierende materialer, farver og detaljer efter tidens byggeskik, opføres i en eksisterende by, har det gode chancer for at falde ind i miljøet uden at vække opsigt, og vi får det, vi kalder et selvgroet bysamfund.

Opfører vi derimod vore »kasser« i store mængder - fx 1-2000 ad gangen - på en åben mark og eventuelt af nye, uprøvede materialer, har vi en helt anden situation, som vi iøvrigt har gennemlevet mange gange i 1960-erne og 70-erne. Beboerne i den nye by vil ofte føle sig fremmede i det uvante miljø. Moderne arkitekter og byplanlæggere har arbejdet intenst med disse problemer i mange år, og resultatet af dette arbejde er ofte blevet nye byer, hvor alt er gennemtænkt og planlagt i detaljer på forhånd, ofte med gode resultater - men med egenskaber, som er meget forskellige fra den ældre bys. Det selvgroede, det naturligt varierede er nogle af de kvaliteter, som det næsten er umuligt at opnå i nye bydele, i hvert fald de første år.

Arbejdet med at forbedre de fysiske omgivelser i vore nye bydele omfatter såvel den overordnede planlægning, fx af trafik, offentlige bygninger, butikker osv, som udformningen af de enkelte bygninger. I dette kapitel beskrives et interessant eksempel på et byggesystem, hvor man har opnået en række særlige kvaliteter både i bygnings- og bebyggelsesformen. Kvaliteter som ikke kan nås med den i indledningen omtalte kasse. Alligevel indgår kasseformen som et grundelement i projektet, og det er også lykkedes at bevare en del af de rationelle egenskaber, som denne bygningsform besidder.

14.1 Projekteringsforudsætninger

Projektets fædre

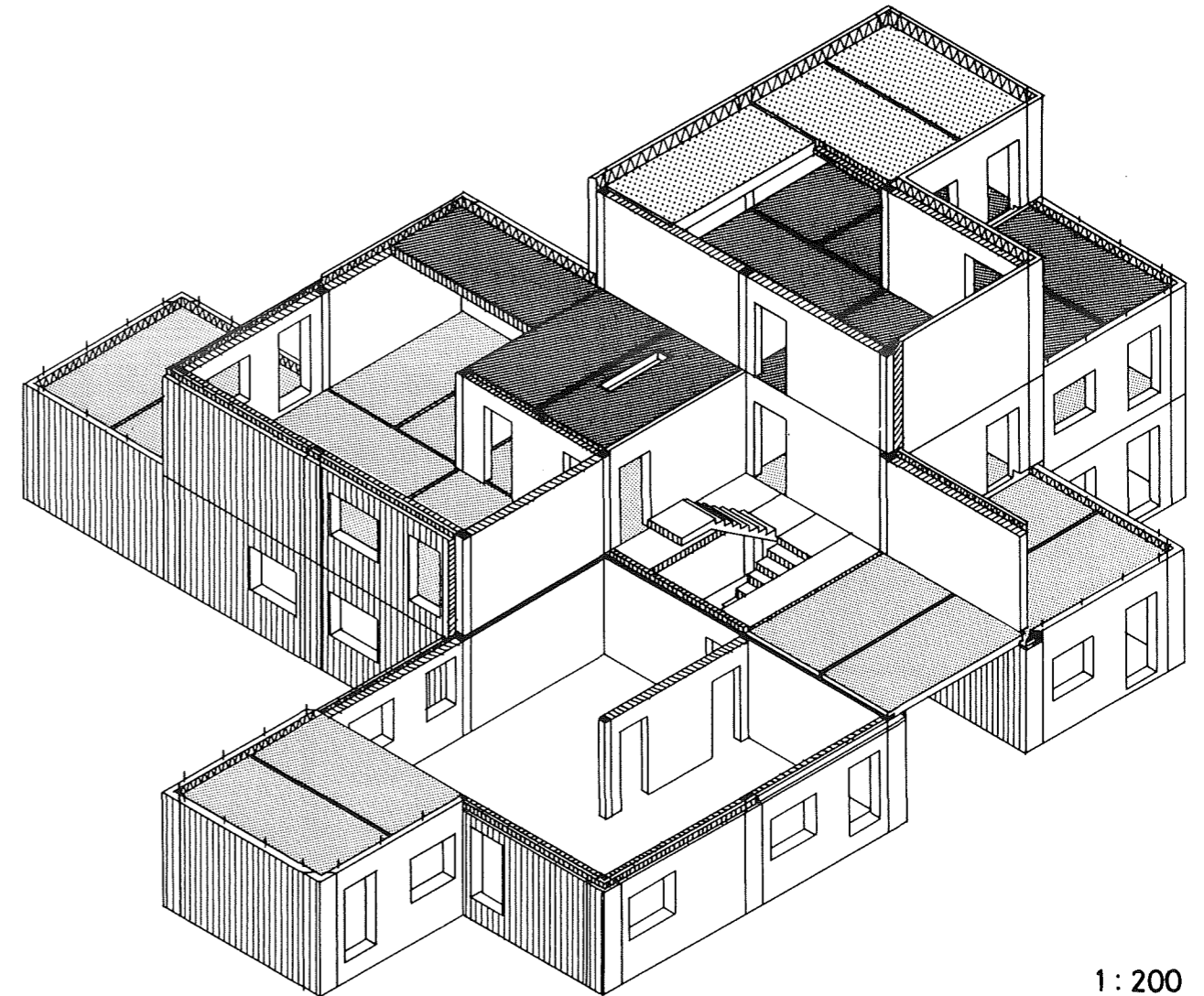
Terraform er projekteret og opført i et samarbejde bestående af følgende tre parter: Arkitekt - Svend Høgsbros Tegnestue, ingeniør - i-68, Rådgivende Ingeniørfirma K/S, totalentreprenør - Rasmussen & Schiøtz A/S.

Figur 14.01
Terraform bebyggelsen i
Askerød.



Projektet, som er udviklet i begyndelsen af 1970-erne, imødekommer både kravet om tætte, lave bebyggelser, og kravet om fleksibilitet såvel i bebyggelsesplanen som i den enkelte bygning. Flexibiliteten er opnået ved at gøre byggesystemet retningsfrit, i planen i de fire retninger og i højden i indtil fire etager. Figur 14.02 viser en isometri af byggesystemet, og det ses, hvorledes der er spring i samtlige facader såvel som i tagfladerne. Grundenheden, eller den »byggekloks«, hvoraf de stærkt varierede projekter opbygges, er en etagehøj rumenhed, projekteret over et kvadrat i grundplanen. Med denne »kasse« kan man komponere den færdige bygning med utallige variationsmuligheder. De byggetekniske og modulære forudsætninger for dette er beskrevet i det følgende afsnit.

Terraform systemets princip



1:200

Figur 14.02
Isometri af byggesystemet.

Et væsentligt træk i byggesystemet er muligheden for at etablere terrasser ovenpå enhver tagflade i det kvadratiske multimodulnet. Terrasserne, der måler ca. 22 m², kan orienteres frit imod alle fire verdenshjørner. Traditionelt har man altid tilstræbt at orientere altaner og terrasser mod syd og vest; men med en terrassestørrelse på ca. 22 m², afskærmet på alle fire sider og eventuelt med en overdækning, der forlænger opholdsmulighederne, og gør terrasserne til udestuer, kan også nord- eller østvendte terrasser give gode brugsmæssige egenskaber.

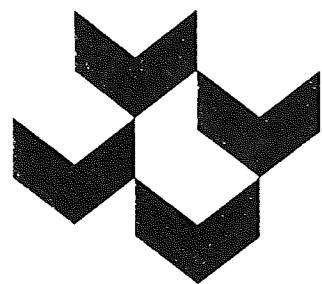
Terrasserne

Flexibiliteten inden for den enkelte bygning er opnået ved at anvende et søjle-pladesystem med en søjle placeret i hvert knudepunkt af multimodulnet. Ved at føre dæklasterne ned via tunge vægge, som er ophængt mellem søjlerne, opnås en betydelig projekteringsfrihed for planløsningerne. Se figur 14.03 og det følgende afsnit, hvor byggesystemets egenskaber er nærmere beskrevet.

Flexibilitet

14. Tæt - lav, Terraform

Modulprojekt, eksempel 7



TERRAFORM

Byplanlægning og byggesystem

Den enkleste, mest rationelle bygningsform er den, man i geometrien kalder kassen, dvs et legeme begrænset af seks rektangler. I det danske klima overdækkes denne kasse som regel med en eller flere skrå tagflader. Når et hus af denne form passende udsmykket med varierende materialer, farver og detaljer efter tidens byggeskik, opføres i en eksisterende by, har det gode chancer for at falde ind i miljøet uden at vække opsigt, og vi får det, vi kalder et selvgroet bysamfund.

Opfører vi derimod vore »kasser« i store mængder - fx 1-2000 ad gangen - på en åben mark og eventuelt af nye, uprøvede materialer, har vi en helt anden situation, som vi iøvrigt har gennemlevet mange gange i 1960-erne og 70-erne. Beboerne i den nye by vil ofte føle sig fremmede i det uvante miljø. Moderne arkitekter og byplanlæggere har arbejdet intenst med disse problemer i mange år, og resultatet af dette arbejde er ofte blevet nye byer, hvor alt er gennemtænkt og planlagt i detaljer på forhånd, ofte med gode resultater - men med egenskaber, som er meget forskellige fra den ældre bys. Det selvgroede, det naturligt varierende er nogle af de kvaliteter, som det næsten er umuligt at opnå i nye bydele, i hvert fald de første år.

Arbejdet med at forbedre de fysiske omgivelser i vore nye bydele omfatter såvel den overordnede planlægning, fx af trafik, offentlige bygninger, butikker osv, som udformningen af de enkelte bygninger. I dette kapitel beskrives et interessant eksempel på et byggesystem, hvor man har opnået en række særlige kvaliteter både i bygnings- og bebyggelsesformen. Kvaliteter som ikke kan nås med den i indledningen omtalte kasse. Alligevel indgår kasseformen som et grundelement i projektet, og det er også lykkedes at bevare en del af de rationelle egenskaber, som denne bygningsform besidder.

14.1 Projekteringsforudsætninger

Projektets fædre

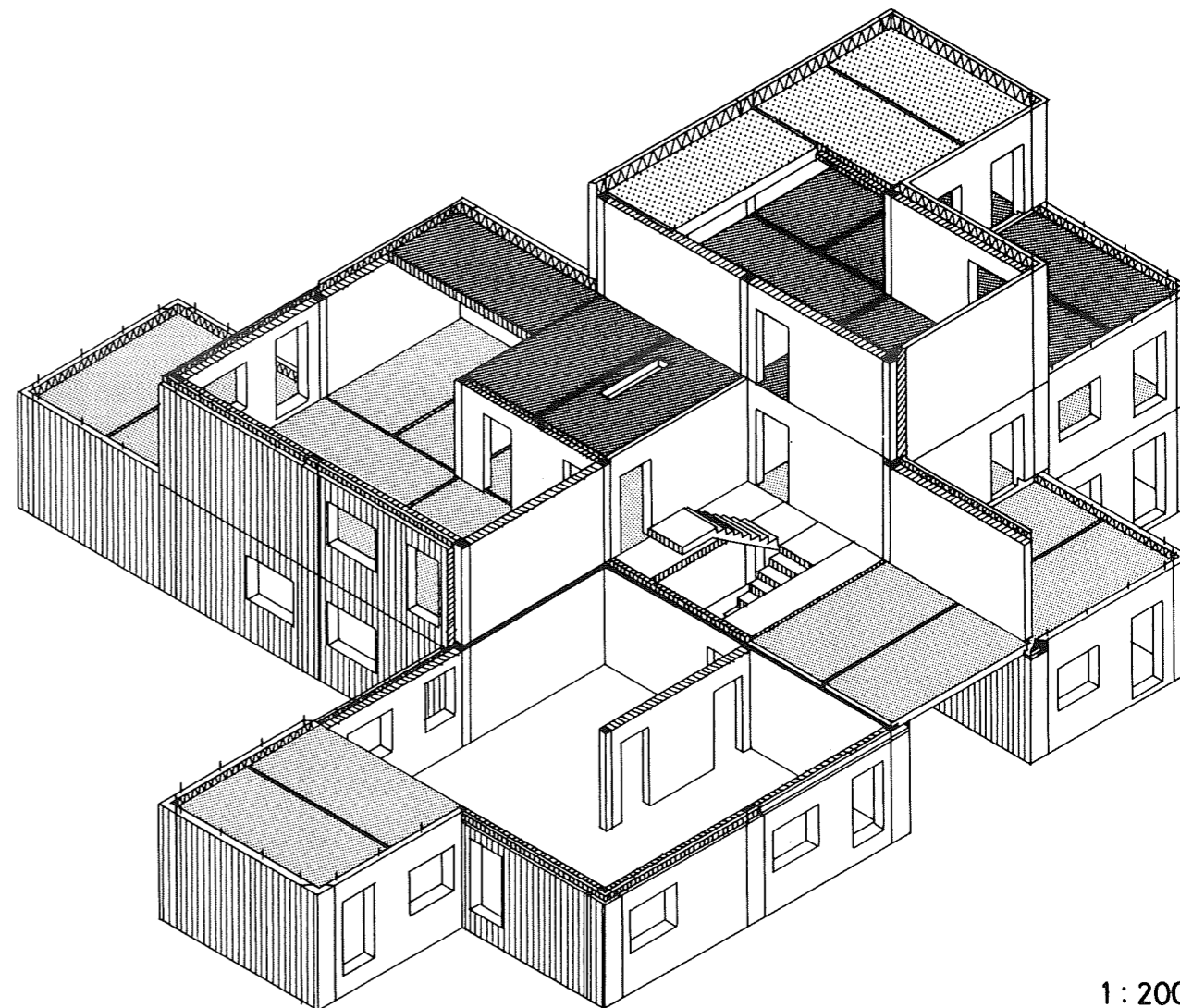
Terraform er projekteret og opført i et samarbejde bestående af følgende tre parter: Arkitekt - Svend Høgsbros Tegnestue, ingeniør - i-68, Rådgivende Ingeniørfirma K/S, totalentreprenør - Rasmussen & Schiøtz A/S.

Figur 14.01
Terraform bebyggelsen i Askerød.



Projektet, som er udviklet i begyndelsen af 1970-erne, imødekommer både kravet om tætte, lave bebyggelser, og kravet om fleksibilitet såvel i bebyggelsesplanen som i den enkelte bygning. Flexibiliteten er opnået ved at gøre byggesystemet retningsfrit, i planen i de fire retninger og i højden i indtil fire etager. Figur 14.02 viser en isometri af byggesystemet, og det ses, hvorledes der er spring i samtlige facader såvel som i tagfladerne. Grundenheden, eller den »byggeklods«, hvoraf de stærkt varierede projekter opbygges, er en etagehøj rumenhed, projekteret over et kvadrat i grundplanen. Med denne »kasse« kan man komponere den færdige bygning med utallige variationsmuligheder. De byggetekniske og modulære forudsætninger for dette er beskrevet i det følgende afsnit.

Terraform systemets princip



1:200

Figur 14.02
Isometri af byggesystemet.

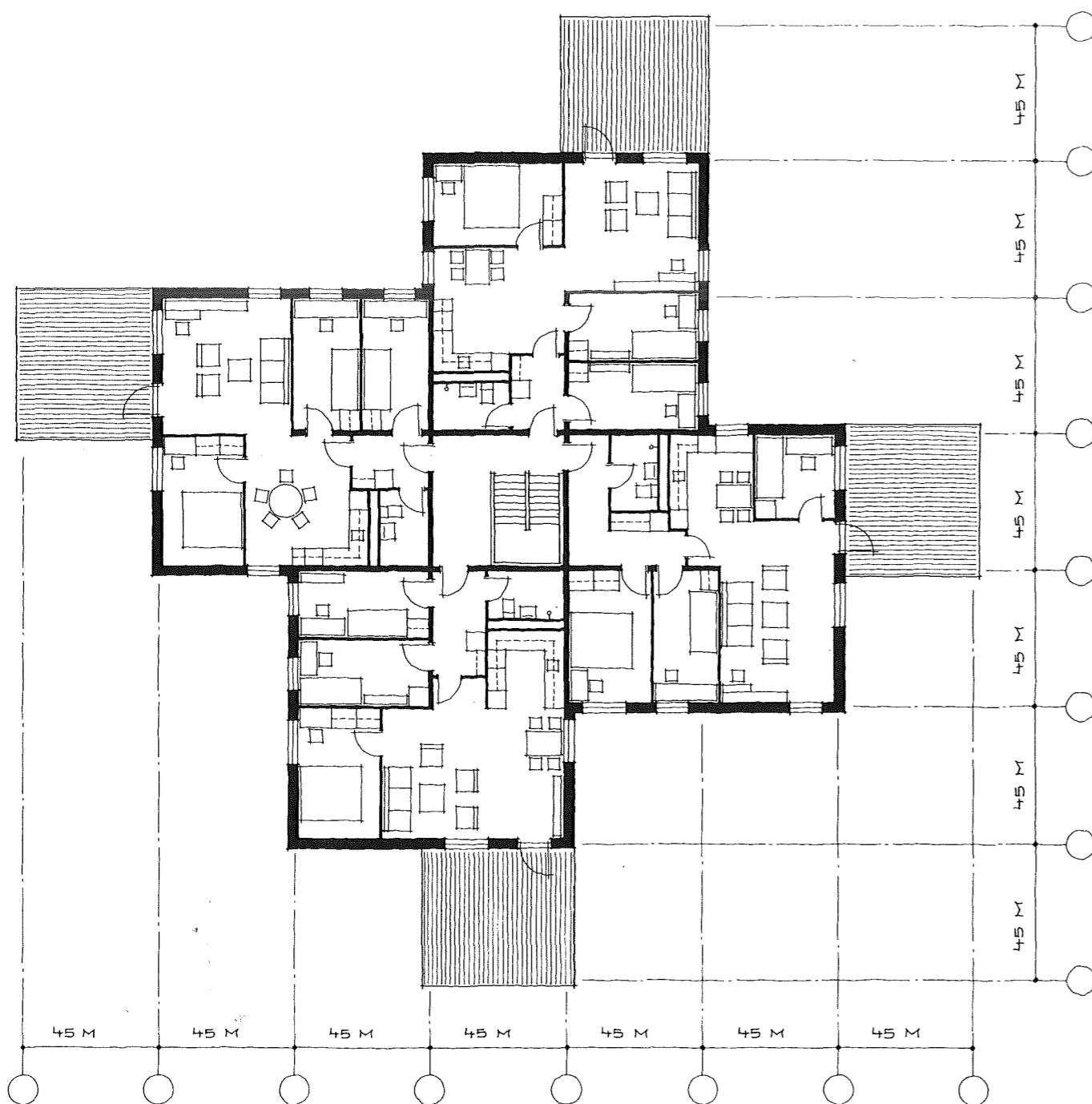
Et væsentligt træk i byggesystemet er muligheden for at etablere terrasser ovenpå enhver tagflade i det kvadratiske multimodulnet. Terrasserne, der måler ca. 22 m², kan orienteres frit imod alle fire verdenshjørner. Traditionelt har man altid tilstræbt at orientere altaner og terrasser mod syd og vest; men med en terrassestørrelse på ca. 22 m², afskærmet på alle fire sider og eventuelt med en overdækning, der forlænger opholdsmulighederne, og gør terrasserne til udestuer, kan også nord- eller østvendte terrasser give gode brugsmæssige egenskaber.

Terrasserne

Flexibiliteten inden for den enkelte bygning er opnået ved at anvende et søjle-pladesystem med en søjle placeret i hvert knudepunkt af multimodulnet. Ved at føre dæklasterne ned via tunge vægge, som er ophængt mellem søjlerne, opnås en betydelig projekteringsfrihed for planløsningerne. Se figur 14.03 og det følgende afsnit, hvor byggesystemets egenskaber er nærmere beskrevet.

Flexibilitet

Terraform har foreløbigt været anvendt til to større bebyggelser i Københavns omegn. Den første, Askerød, i Køge Bugt området, er opført i et fladt, temmelig uinteressant landskab, hvorfor bebyggelsen er udlagt i krogede forløb, som bånd, der omslynger fodgængerstier, legepladser, små torve og grønne områder mv. Den anden bebyggelse, Niverød, ligger højt på et skrånende terræn, hvorfra der er vid udsigt til Nivådalen og Øresund. Man har derfor valgt at opføre bebyggelsen som fritliggende blokke med hver sin trappeopgang, så der fra alle blokkene er udsigt til det omliggende landskab.



TERRAFORM
ETAGE 2 1:200

Figur 14.03
Modulskitseplan af etage 2 i Niverød bebyggelsen. Planen viser 4 lejligheder, hver på 97 m², der er orienteret mod hver sit verdenshjørne.

14.2 Byggeprogram og byggesystem

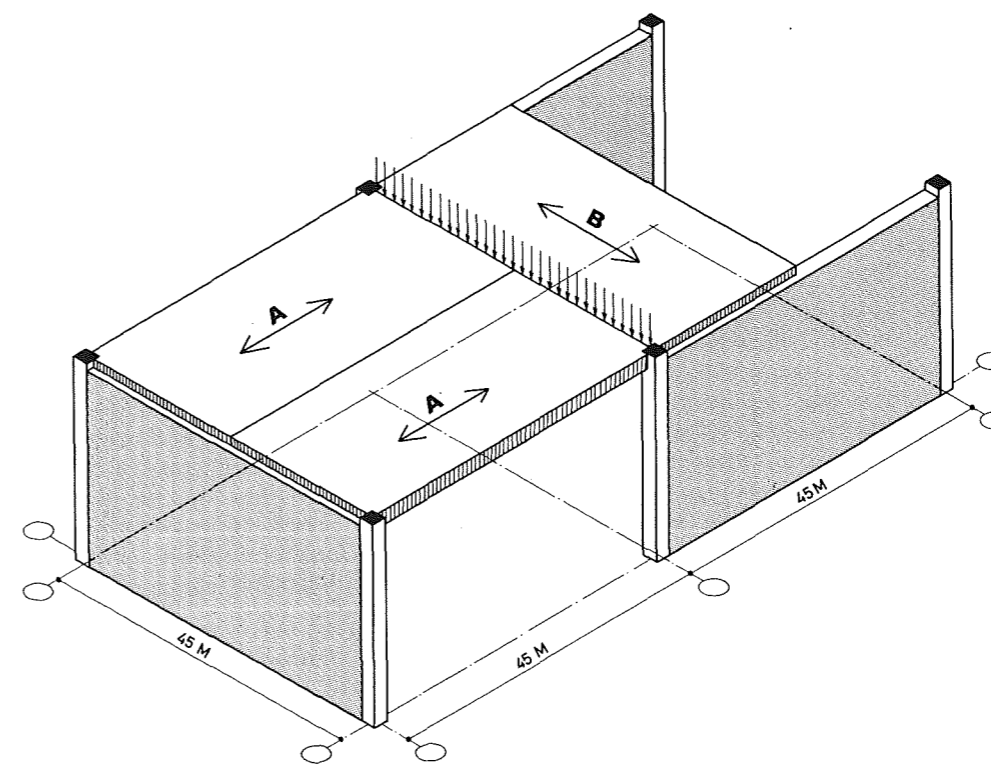
Byggeriet i Askerød omfatter 3-etages terrassehuse med 562 lejligheder og 98 supplementsrum. Hertil kommer institutioner, beboercenter og fritidsrum. Der er 53.559 m² boligareal og 131.100 m² grundareal. Lejlighedstyperne varierer fra 1-rums boliger på 32 m² til 5-rums boliger på 113 m².

Bebyggelsen i Niverød omfatter 4-etages terrassehuse med 180 lejligheder og 4 supplementsrum. Hertil kommer 412 m² fælleshus, vaskeri mm. Der er 13.740 m² boligareal og 28.304 m² grundareal. Desuden er et nyt afsnit påbegyndt i slutningen af 1980, således at bebyggelsen ialt kommer op på 360 lejligheder.

Bebyggelsen rummer lejlighedsstørrelser fra 1-rums på 40 m² til 4-rums på 103 m². Til samtlige lejligheder der er terrasse eller udestue på ca. 22 m², se figur 14.03.

Byggesystemet er planlagt over et kvadratisk modulnet med maskevidde 45M; også andre størrelser, fx 42M, 48M eller 51M kan anvendes. I hvert knudepunkt opstilles en etagehøj jernbetonsøjle med effektivt tværsnit 180 x 180 mm². Se figur 14.04. Søjleens sidekanter er fortandede og forsynet med bøjler, således at der mellem søjlerne kan indbygges en tilsvarende fortandet jernbetonvæg, 180 mm tyk. Denne væg, som danner vederlag for etagepladerne, afleverer sin last via forskydningslåsene til søjlerne, der fører lasterne til de punktformede fundamenter. Den tunge væg kan enten være en indvendig væg, eller den kan være den indvendige skive af en sandwichfacade. Med tykkelsen 180 mm bliver væggene godt lydisolerede og kan anvendes som trappevægge og lejlighedsskel. På toppen af vægskiverne hviler dækelementerne, som findes i to typer, A og B, se figur 14.04. Begge dæktyper har koordinationsmålene 45M x 22,5M og en tykkelse på 200 mm. Dækelementerne er hulplader.

Type A er en simpelt understøttet plade, der bærer sin egen vægt plus den normale etagelast. Type B er en specialplade, som udover etagelast og egenvægt tillige bærer halvdelen af lasten fra type A langs den ene kant, der er armeret som en skjult bjælke. De to dæktyper bæreretning bliver således vinkelret på hinanden, og et givet dækafsnit kan understøttes dels på de bærende vægge og dels på sidekanterne af dækkene, type B. Denne mulighed giver en meget stor projekteringsfrihed, idet den reducerer antallet af nødvendige, bærende vægge i planerne; sammenlign figur 14.02 og -04, der



Projektomfang

Statisk hovedsystem

De to dæktyper

Figur 14.04
Isometri af det statiske hovedsystem. Bemærk, at systemet er stabilt med kun 3 afstivende vægge.

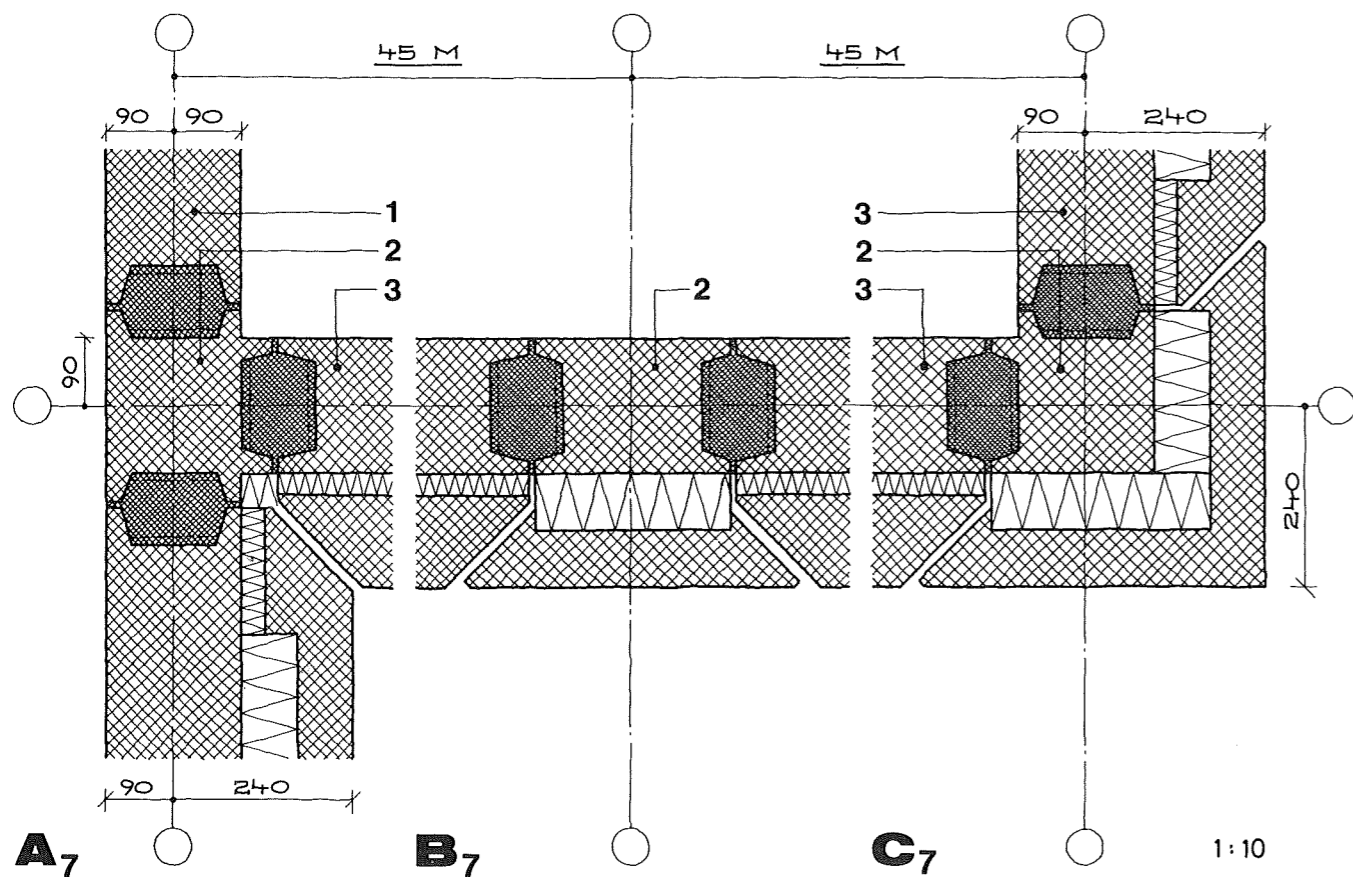
bl.a. viser, hvorledes man kan overdække opholdsstuerne med plane dæk uden synlige bjælker mellem nabofagene. Byggesystemets muligheder kan sammenfattes i følgende regler:

1. Der opstilles mindst 1 tung væg ved hver søjle.
2. Dækelementer type B skal altid bæres af de tunge vægge.
3. Dækelementer type A kan bæres enten af type B eller af tunge vægge.
4. Der kan bygges op til fire etager med 180 x 180 mm² søjler, placeret i et 45M x 45M modulnet.

Byggesystemets søjlesamlinger er blevet afprøvet ved forsøg på bkf-centralen.

Bygningens tværstabilitet etableres ved skivevirkning i dæk- og vægskiverne. Dækskiverne fordeler på sædvanlig måde de horisontale kræfter i bygningen og fører dem til de afstivende vægge. De tunge vægge afstiver bygningen gennem forskydningslåsene til søjlerne. Det er en særlig egenskab ved Terraform systemet, at de tunge vægge ikke hviler på hinanden og derfor ikke behøver at føres ubrudt ned til fundamentene. Det er også muligt at etablere skivesystemer, hvor skivekræfterne føres til jord via de forskellige etager, uden at de afstivende vægge er ført ned igennem hele bygningen. Det er især denne egenskab ved byggesystemet, som giver det dets store fleksibilitet, sammenlignet med normalt tværvægssystemer, der som bekendt forudsætter, at alle bærende vægge føres ubrudt ned til fundamentene. Ved en passende udformning af det afstivende skivesystem kan det yderligere opnås, at facaderne, der i de hidtil opførte projekter er tunge betonsandwichkonstruktioner, kan udføres lette, således at de kun optager vindlast og ikke udgør en del af det afstivende hovedsystem. Denne mulighed er en anden af Terraform systemets gode egenskaber, idet den gør det muligt at vælge fuldstændig frit mellem alle kendte facadematerialer, såvel tunge som lette.

Det afstivende system

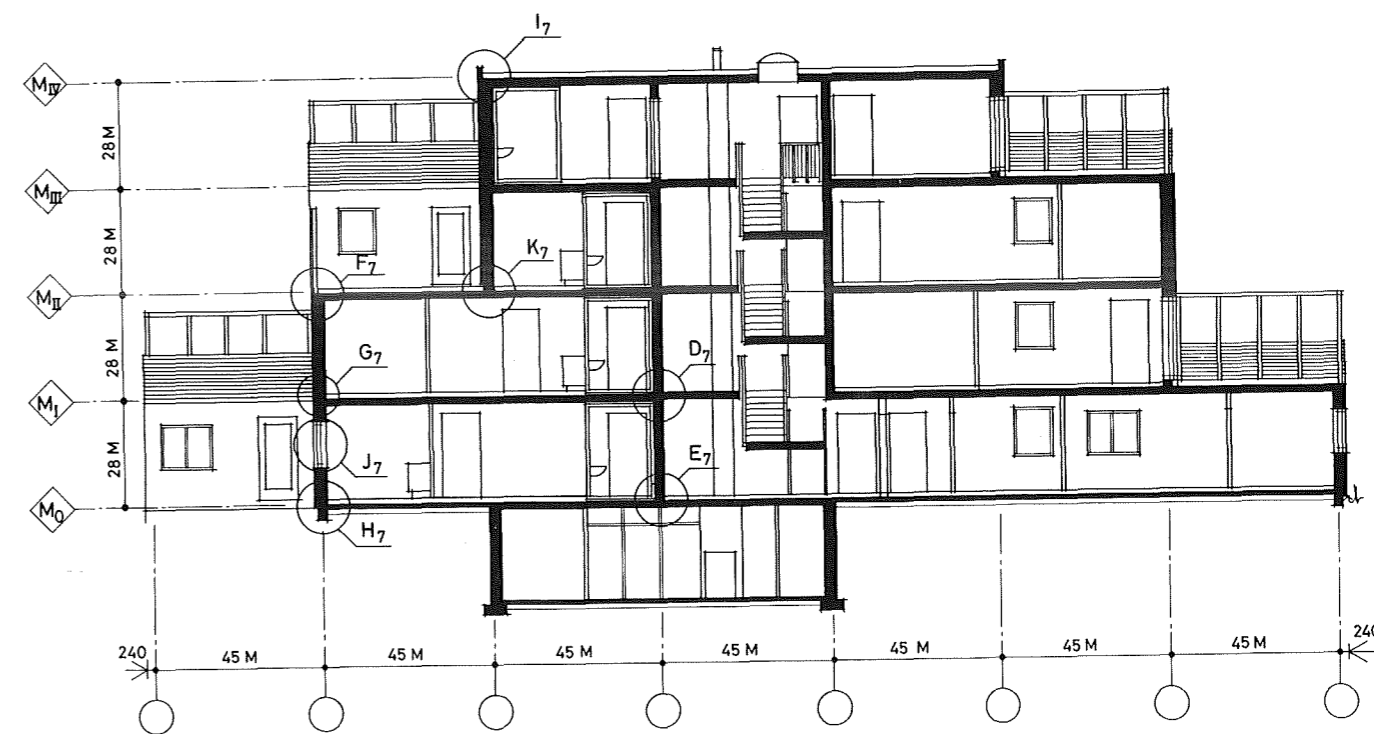


Figur 14.05
Moduldetaljer af facadesamlinger. Bemærk, at facadeelementernes geometri er ens i alle 3 samlinger. 1. Indvendig betolvæg. 2. Søjle. 3. Bagskive i ydervæg.

14.3 Modulplanlægning

Byggesystemets søjler opstilles centrisk overalt i det kvadratiske modulnets knudepunkter. Hvor der findes tunge vægge mellem søjlerne, opstilles disse ligeledes centrisk. Ydervæggene placeres således, at den indvendige 180 mm tykke betonskive opstilles centrisk imellem søjlerne. Vi får herved en modulær situation, der svarer til figur 2.24 nr. 2, se denne, og alle løsninger med indvendige søjler bliver enkle og klare både for hjørne- og T-samlings vedkommende.

Centrisk placering



TERRAFORM
HOVEDSNIT 1:200

Figur 14.06
Lodret snit i Terraform projektet i Niverød.

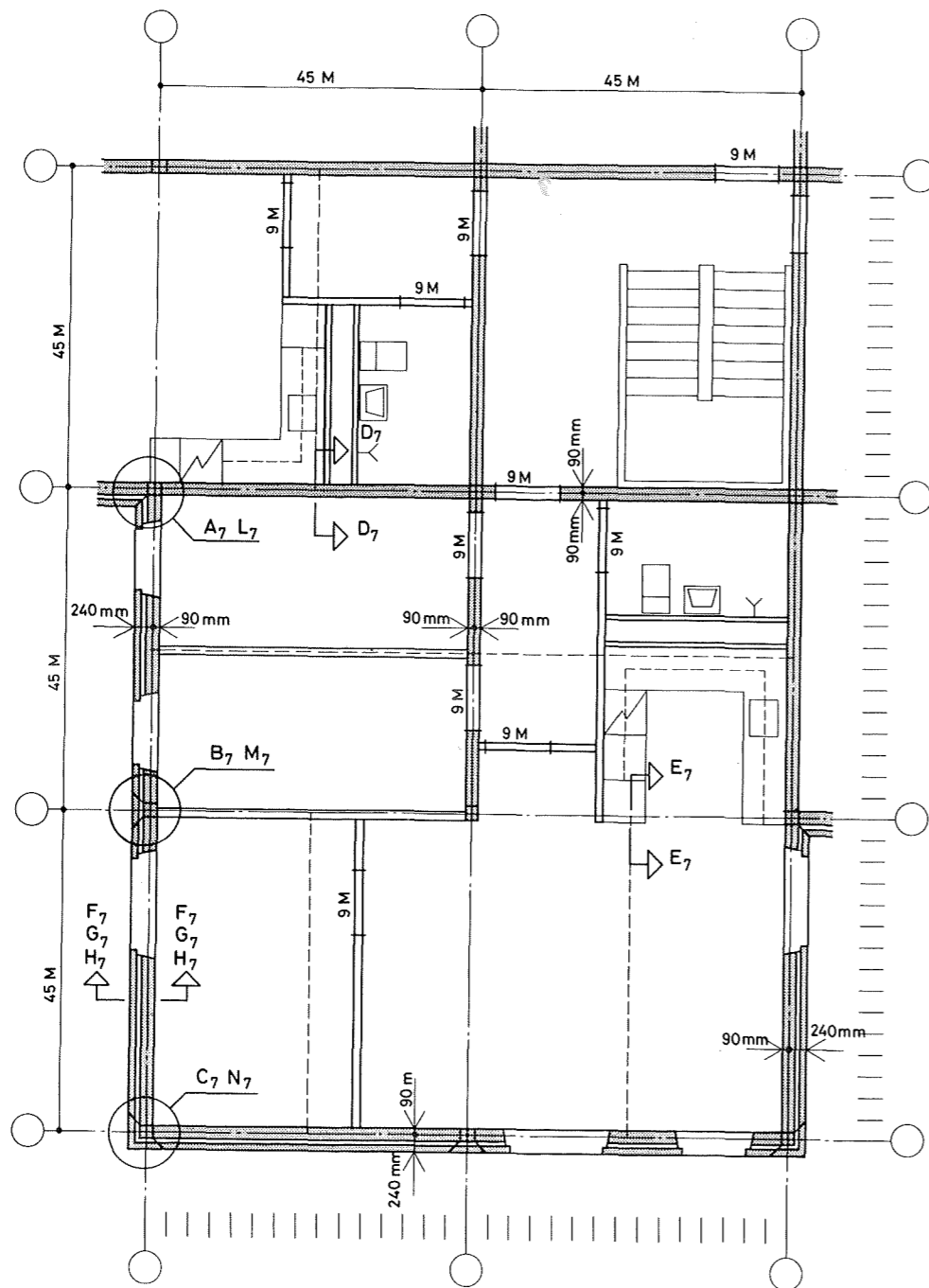
For de ud- og indgående hjørner i facaderne byder Terraform systemet på meget elegante løsninger, hvor begge disse hjørnetyper klares med samme facadeelement, som er »skåret på gering«, se figur 14.05. Det ses, hvorledes facadeelementerne er afskåret under 45°, således at de passer umiddelbart sammen i facadens indadgående hjørne, hvor fugen blot skal lukkes med et fugebånd. Til det udadgående hjørne anvendes de samme facadeelementer, hvorefter hjørnet lukkes med et specielt hjørneelement, se figur 14.05 og sammenlign med figur 2.24 nr. 9. Princippet med et særligt paselement i samlingen mellem to facadeelementer anvendes også i den lige sammenbygning i en facadeflugt, og det er således muligt at anvende den samme type facadeelement til alle sammenbygninger i systemets facader.

Hjørneløsninger

I lodret retning er bygningerne som normalt for boligbyggeri planlagt med en etagehøjde på 28M. Modulnettets referenceplan lægges efter DS 1049, 5 mm over rådækkets overside. Se figur 14.06 og -10. Figur 14.07 viser moduloversigtstegningen, med elementopdelingen og elementernes placering i forhold til modulnettet. Tegningen viser desuden placeringen af de i næste afsnit omtalte detailsnit.

Vertikale moduler

Figur 14.07
Moduloversigtstegning af
planudsnit.



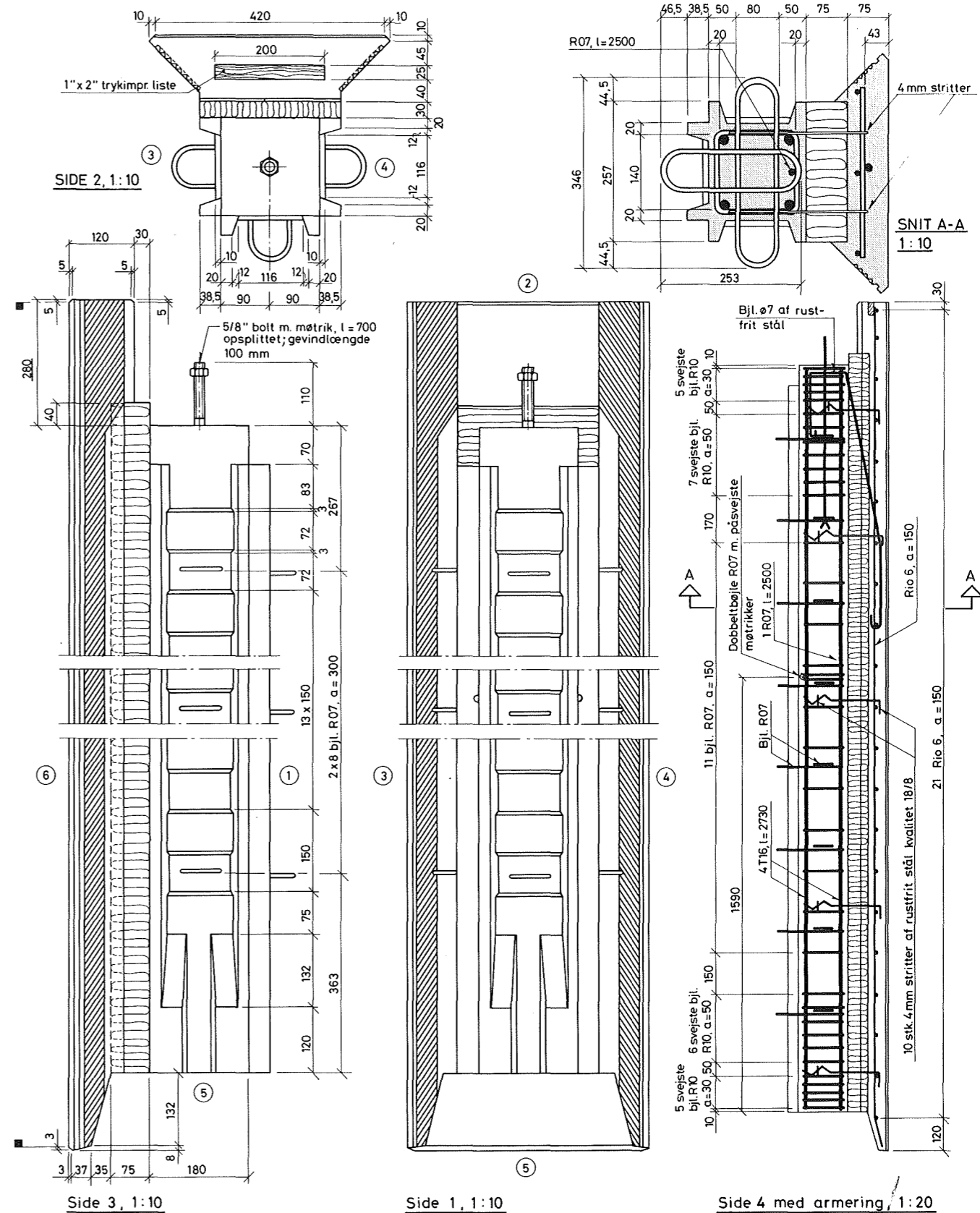
EKSEMPEL 7
MODULOVERSICHTSTEGNING 1:100

14.4 Elementer og samlinger

Varmerammeberegning

Byggesystemets tunge vægge består som nævnt i forrige afsnit af indvendige, massive 180 mm betolvægge og tunge betonsandwichfacader, opbygget af en indvendig 180 mm tyk betonskive, som eventuelt indgår i det bærende og afstivende hovedsystem. Facaderne er isoleret med 75 mm mineraluld, og den udvendige skive består af 75 mm beton med en afkostet overflade. Det bemærkes, at facadernes k-værdi er lig med $0,54 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, hvilket ligger over BR 82-kravet på $0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Der kompenseres for dette øgede varmetab ved anvendelse af 3 lag glas i vinduerne, hvorved BR-kravet til den samlede varmeramme er opfyldt.

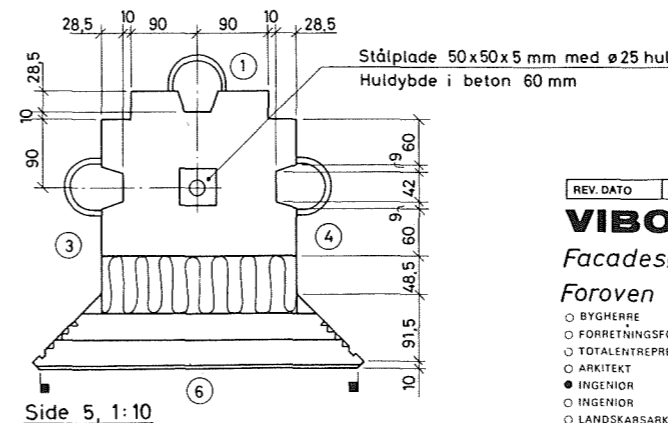
Figur 14.08 (se næste side)
Elementtegning af søjle med tilslutning til tag øverst, og til normal etage nederst.



Side 3, 1:10

Side 1, 1:10

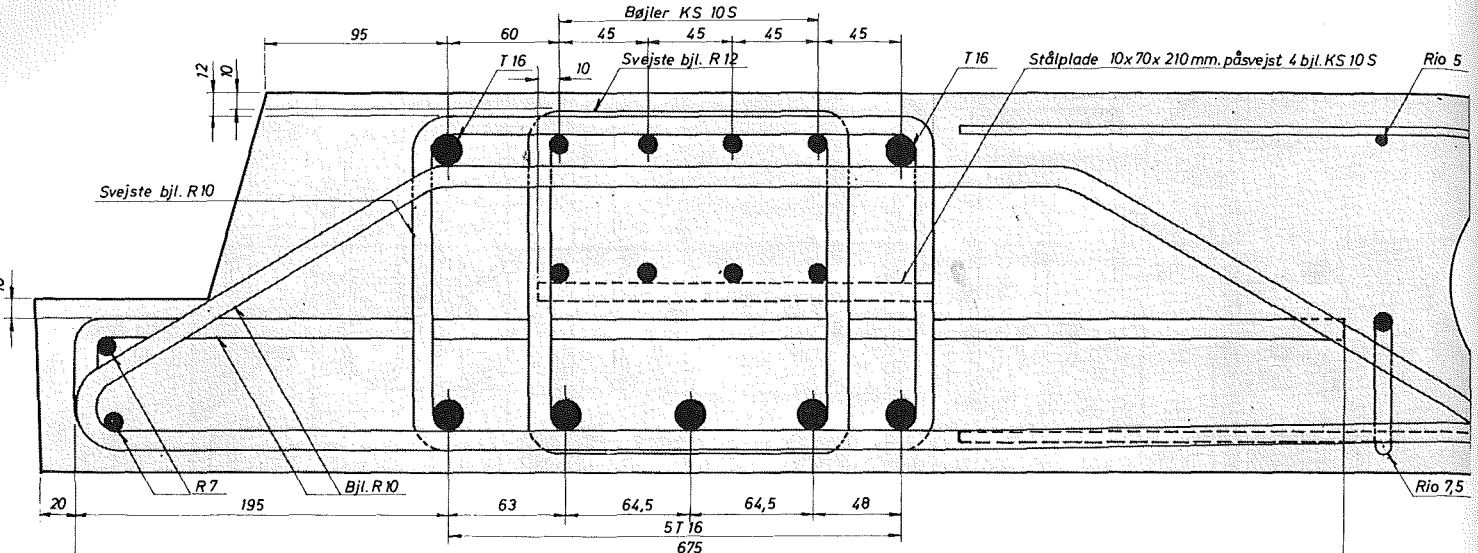
Side 4 med armering, 1:20



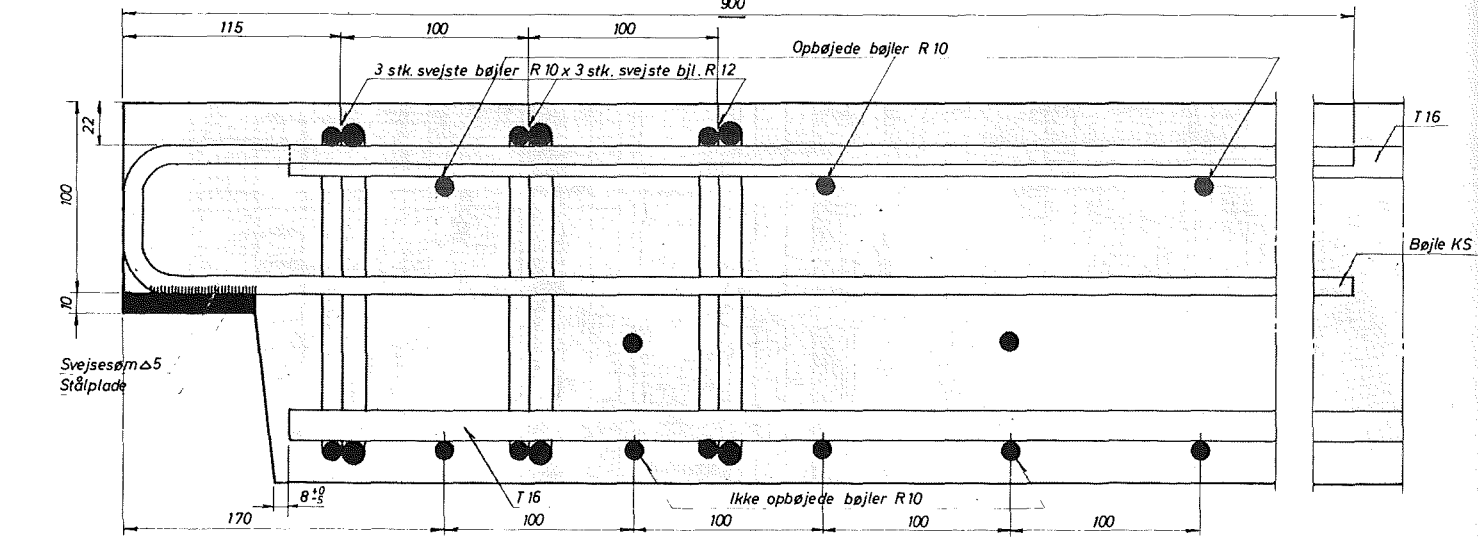
Side 5, 1:10

Der anvendes Rockwool pladebatts LB, evt. suppleret med pladebatts 1
Isolering afdækkes inden udstøbningen med kraftigt papir.
■ Angiver udstrækning af afkostet overflade.
Ubenevnte mål er mm.

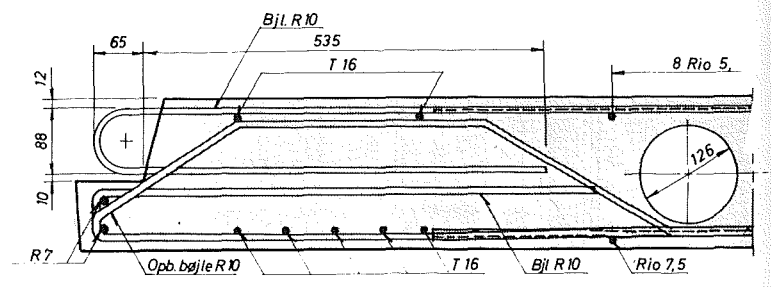
REV.	DATO	A	B	C	D	E	F	G
VIBO-NIVERØD MATR. NR. 1CT. NIVERØD BY KARLEBO SOGN, SAG NR. 0183								
Facadesøjle, lige m. vægttilslutning Foroven tag, forneden normal								
MÅL :		DATO :		SIGN :		TEGNING NR :		SE 172
BYGHERRE		BØLIGSELSKABET A/S VIBO SANKT ANNA PLADS 20 1250 KØBENHAVN K		TÆL :		01 14 87 06		
FORRETNINGSFORER		ARBEJDERBO BYTORVET 25 2620 ALBERTSLUND		TÆL :		02 64 40 22		
TOTALENTREPRENØR		RASMUSSEN & SCHIØTZ A/S DATAVEJ 26 3460 BIRKERØD		TÆL :		02 81 66 00		
ARKITEKT		SVEND HOGSBRØ'S TEGNESTUE LOTTENBORGVEJ 21 2800 LYNGBY		TÆL :		02 86 66 00		
INGENIØR		I-68 RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA K/S ORDRUPVEJ 74A 2920 CHARLOTTEENLUND		TÆL :		01 64 45 70		
INGENIØR		VAGN STOTTTRUP BJERREGÅRDS SIDÉVEJ 4 2500 VALBY		TÆL :		01 30 20 11		
LANDSKABSARKITEKT		KNUD CHRISTENSEN ARKITEKTFIRMA A/S KONGSHVILEBAKKEN 54 2800 LYNGBY		TÆL :		02 88 03 61		



Snit D-D, 1:2



Snit C-C, 1:2



Snit A-A, 1:5

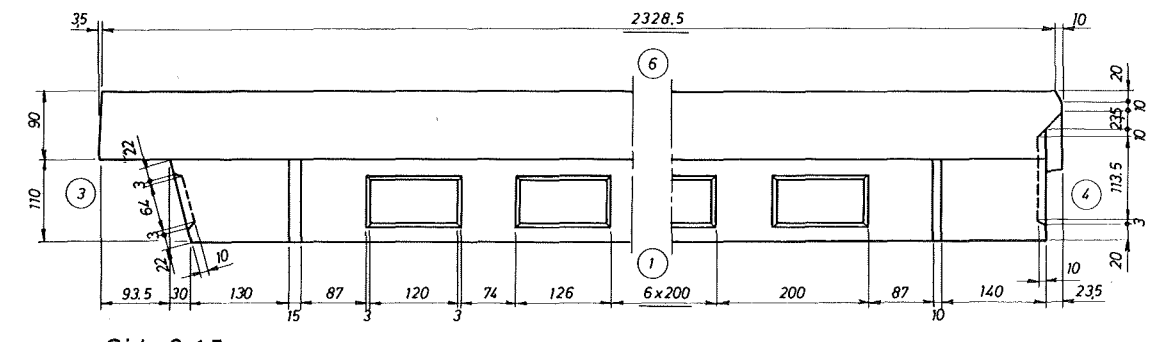
Material specifications table including items like 'Rustfrit', 'Svejet', 'Tegsten', etc., with corresponding standards and quantities.

Angiver bundformens udstrækning (Indicates the extent of the formwork).

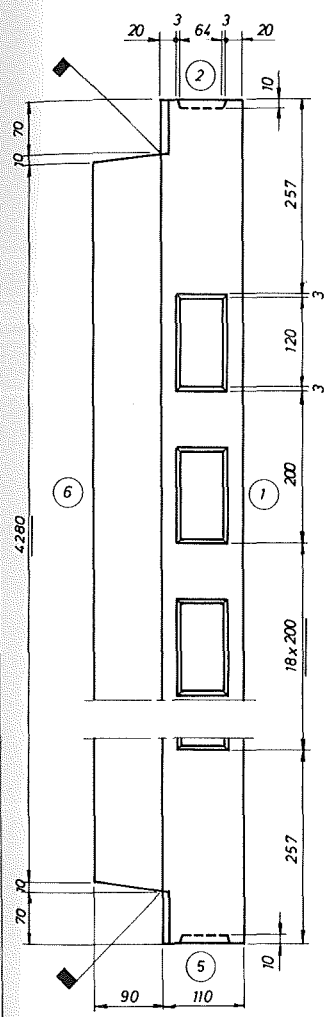
Revision table with columns for date, and letters A through G.

VIBO-NIVERØD MATR. NR. 1CT. NIVERØD BY, KARLEBO SOGN, SAG NR. 704/1. Dækelement Hovedtegning.

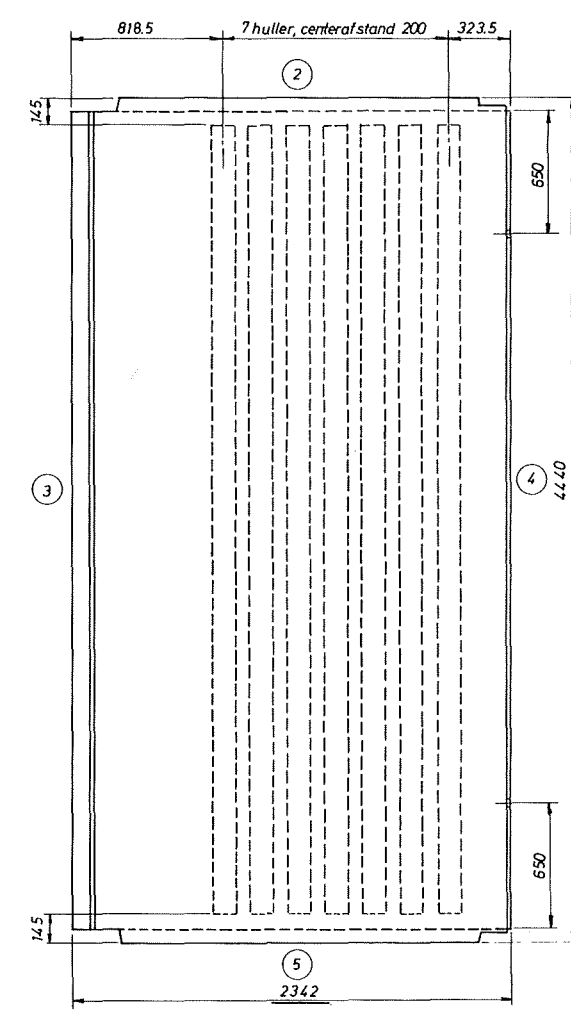
Project information including client (BYGHERRE), contractor (FORRETNINGSFØRER), architect (ARKITEKT), and engineer (INGENIØR) details.



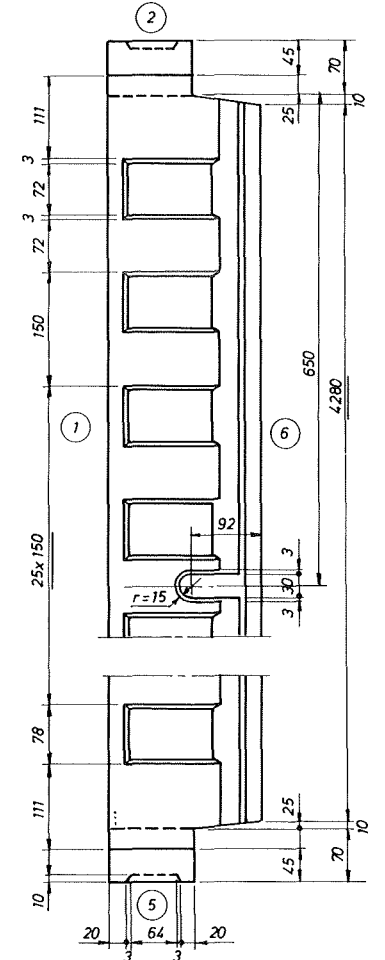
Side 2, 1:5



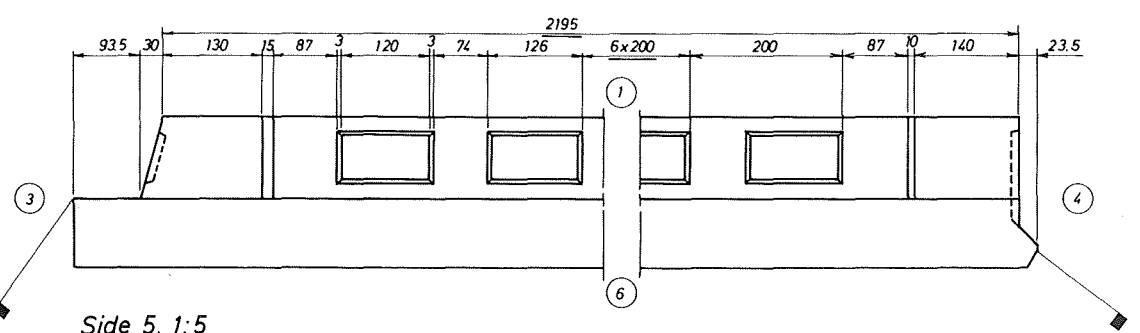
Side 3, 1:5



Side 1, 1:20



Side 4, 1:5



Side 5, 1:5

Figur 14.09 (2 sider) Elementtegning af dækelement type B med skjult bjælke langs den ene kant til bæring af dækelement type A. Bemærk, at tegningen er gengivet i halvt målforshold.

Vinduernes k-værdi falder herved fra 2,9 til 2,1 W/m² °C, en forskel på 0,8 W/m² °C, hvilket betyder, at gevinsten i varmetab på vinduerne er ca. 6 x tabsforøgelsen af ydervæggene. 1 m² vinduesareal med 3 lag glas ækvivalerer således ca. 6 m² ydervægsareal med k = 0,54 i varmeramberegningen. For taget med k = 0,25 W/m² °C er den tilsvarende faktor 16. På denne baggrund kan Terraform projektet opføres efter BR 82 (og BR 77), som det er sket i Niverød, uden at ændre facadeelementernes isoleringstykkelse, 75 mm.

Søjler og dæk

De følgende figurer viser de to elementtyper, som er mest karakteristiske for byggesystemet, nemlig søjlelementer og dækelementer. Figur 14.08 viser elementtegning af en typisk facadesøjle. Da søjlen indgår i ydervægskonstruktionen, er den opbygget og isoleret som en sandwichkonstruktion med 75 mm mineraluld. De andre 3 søjlesider er udført med fortanding og bøjlearmering til sammenstøbning med de tunge vægelementer i en forskydningslås. Bøjlearmeringen er især nødvendig, hvor søjlerne afslutter en vægrække, således at der ikke er noget sidetryk fra nabofaget. Det ses, hvorledes søjlerne kan transporteres og monteres med montagebolte ligesom vægelementer.

Dækelementer

Figur 14.09 viser typetegningen af dækelementerne, type B, med den indbyggede skjulte bjælke, som bærer dækelementerne, type A. Det ses, at udgangspunktet for konstruktionen har været en hulplade, hvor man har etableret den skjulte bjælke langs en af dækkanterne. Den fals, der er udført i dækelementet, således at det kan bære elementerne af type A ved en udveksling, forøger ikke dækkets konstruktions-tykkelse. Falsen findes også i de bærende dækvederlag, se snit B-B og figur 14.10 og -12. Det ses endvidere af figur 14.09, at samtlige dæksidekanter er fortandede, således at skivekræfter kan overføres langs alle 4 dæksider.

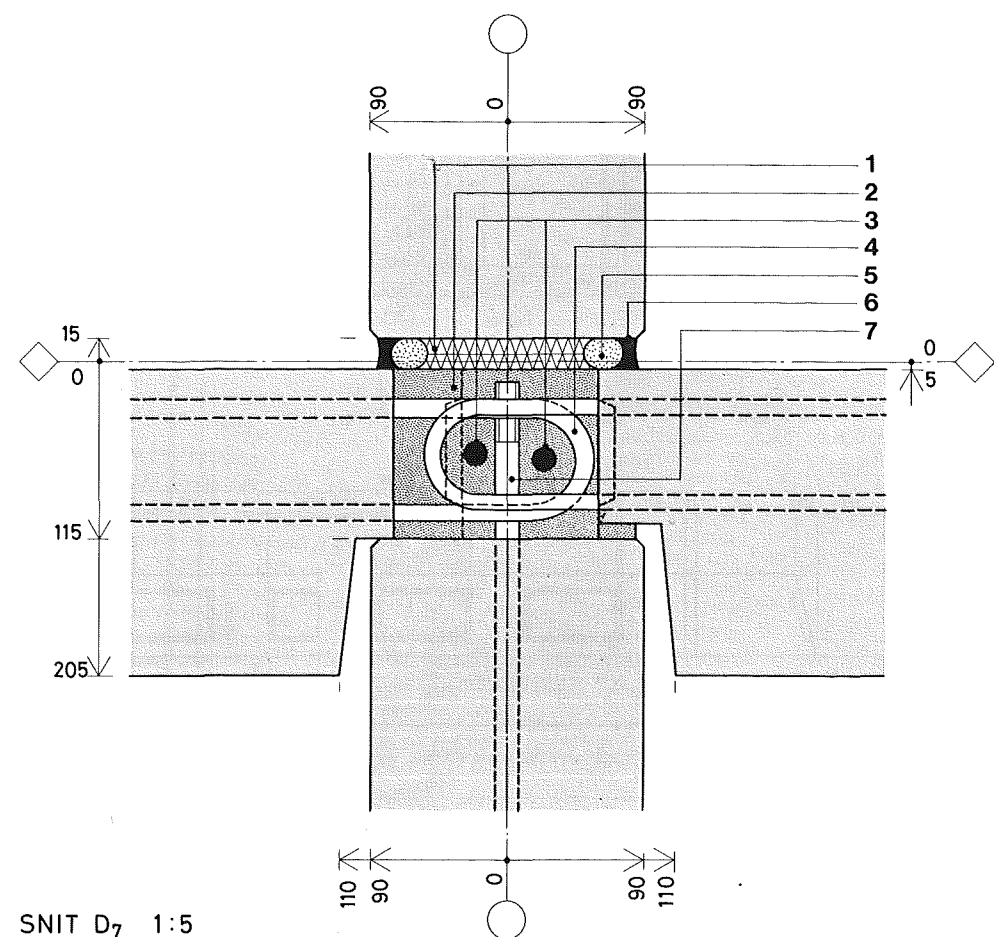
Dækfuger

Figur 14.10 viser lodret snit i samlingen mellem to dækelementer på en bærende væg. Også i denne samling er anvendt bøjlearmering og låsejern for at etablere en effektiv skivevirkning i dækket.

Samlingen med den overliggende tunge væg er, som det ses, udført med bløde fuger, idet der ikke her finder nogen kraftoverføring sted. Fugen er stoppet med mineraluld og efterfuguet med elastisk fugemasse mod et fugeunderlag, således at der etableres en permanent lydtæt samling.

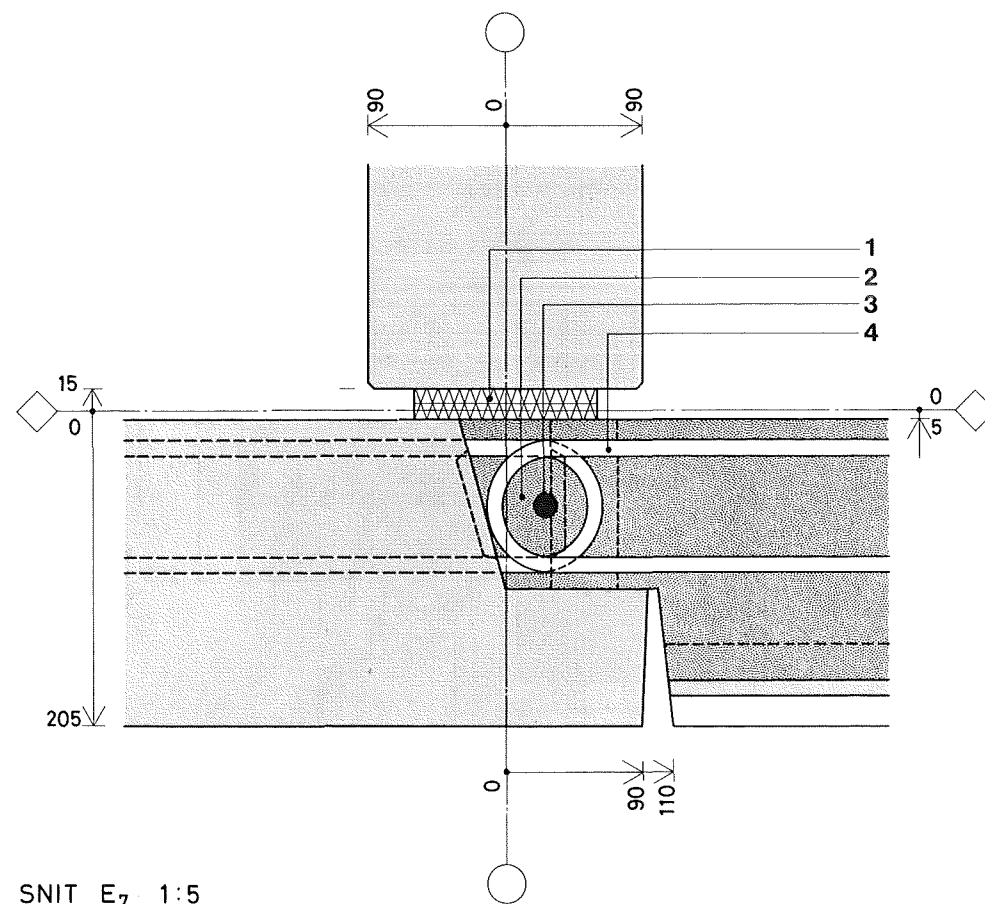
Figur 14.10
Lodret snit i samling mellem dæk og tunge vægge.

- 1 Mineraluldstopning
- 2 Beton 20
- 3 Fugearmering T 16
- 4 Bøjler R 10
- 5 Fugeunderlag
- 6 Elastisk fuge
- 7 Montagebolt.



SNIT D₇ 1:5

Figur 14.11 viser lodret snit i samlingen mellem dækelementerne, type A og B, hvor dækelementet type B bærer dækelementet type A. Type A elementets bærende vederlag er udformet således, at det både passer til falsen i dækelementet B og til vederlaget på den bærende væg, se figur 14.10. Skivevirkningen er igen etableret med bøjler og fortanding. Den bløde fuge over dækket er vist uden elastisk fugemasse, en løsning, der kun kan anvendes, hvor der ikke stilles særlige lydkrav til skillevæggen.



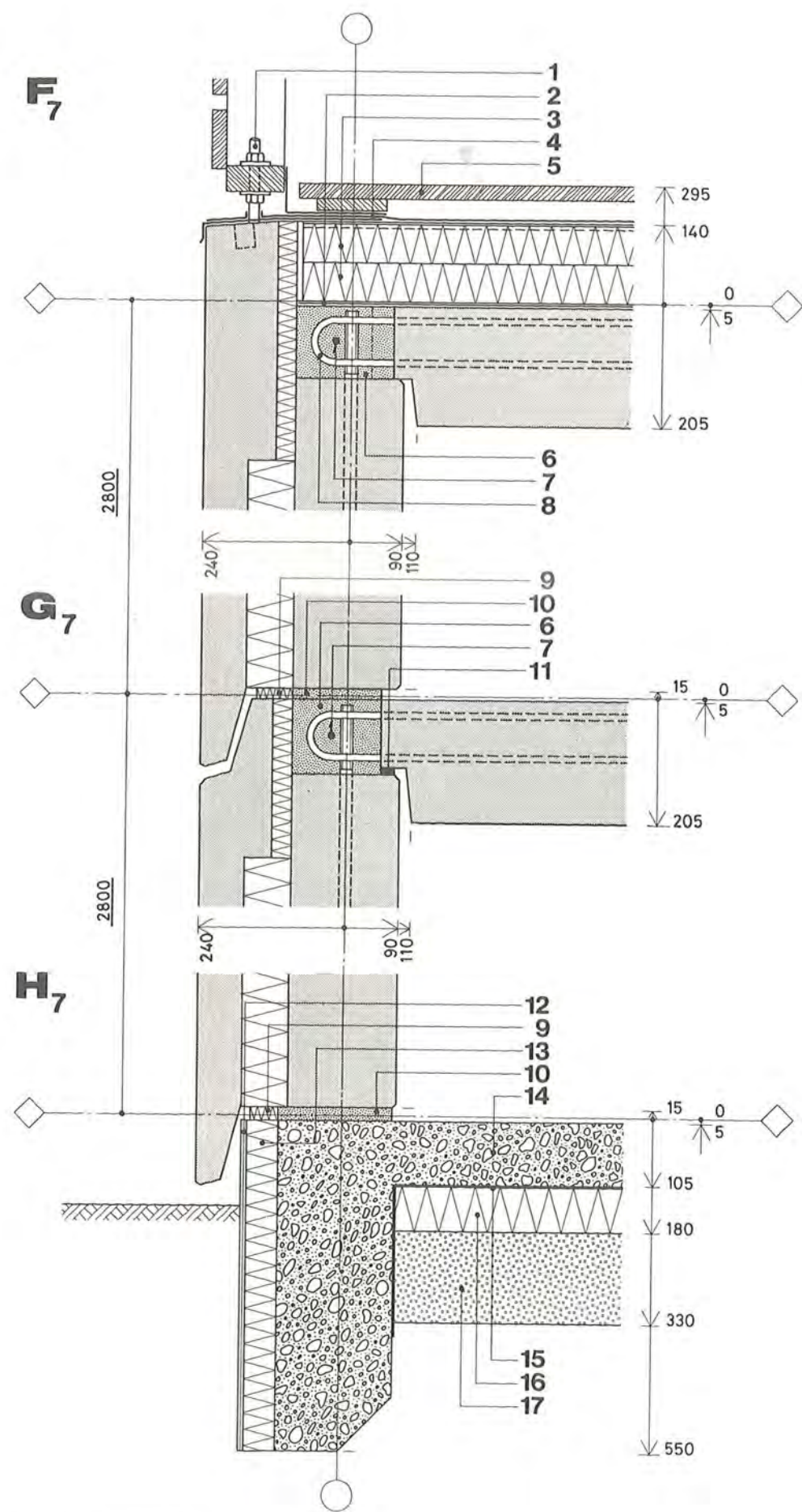
SNIT E₇ 1:5

Figur 14.11
Lodret snit i samling mellem dæk, type A og B, samt tung væg.
1 Mineraluldstopning
2 Beton 20
3 Fugearmering T 16
4 Bøjler R 10.

Figur 14.12 viser lodret snit i facaden fra fundament til tagterrasse. Samlingen mellem øverste dæk og væg er vist bærende, mens mellemtaggen er vist med en ikke-bærende dæksidekant støbt sammen med den tunge facade. Sandwichfacaderne er, som det ses, udført med gennemgående isolering, der ligeledes korresponderer med fundamentisoleringen og isoleringen af tagfladen. Der er udført åbne ventilerede fuger i facaden. Snit F viser opbygningen af terrassekonstruktionen, som består af 140 mm isolering ovenpå betondækket, afdækket med et enkelt lag svær folie af plast eller kunstgummi. Ovenpå dette er lagt et gulv af bræddeflager, som kan demonteres for inspektion og eventuelle reparationer.

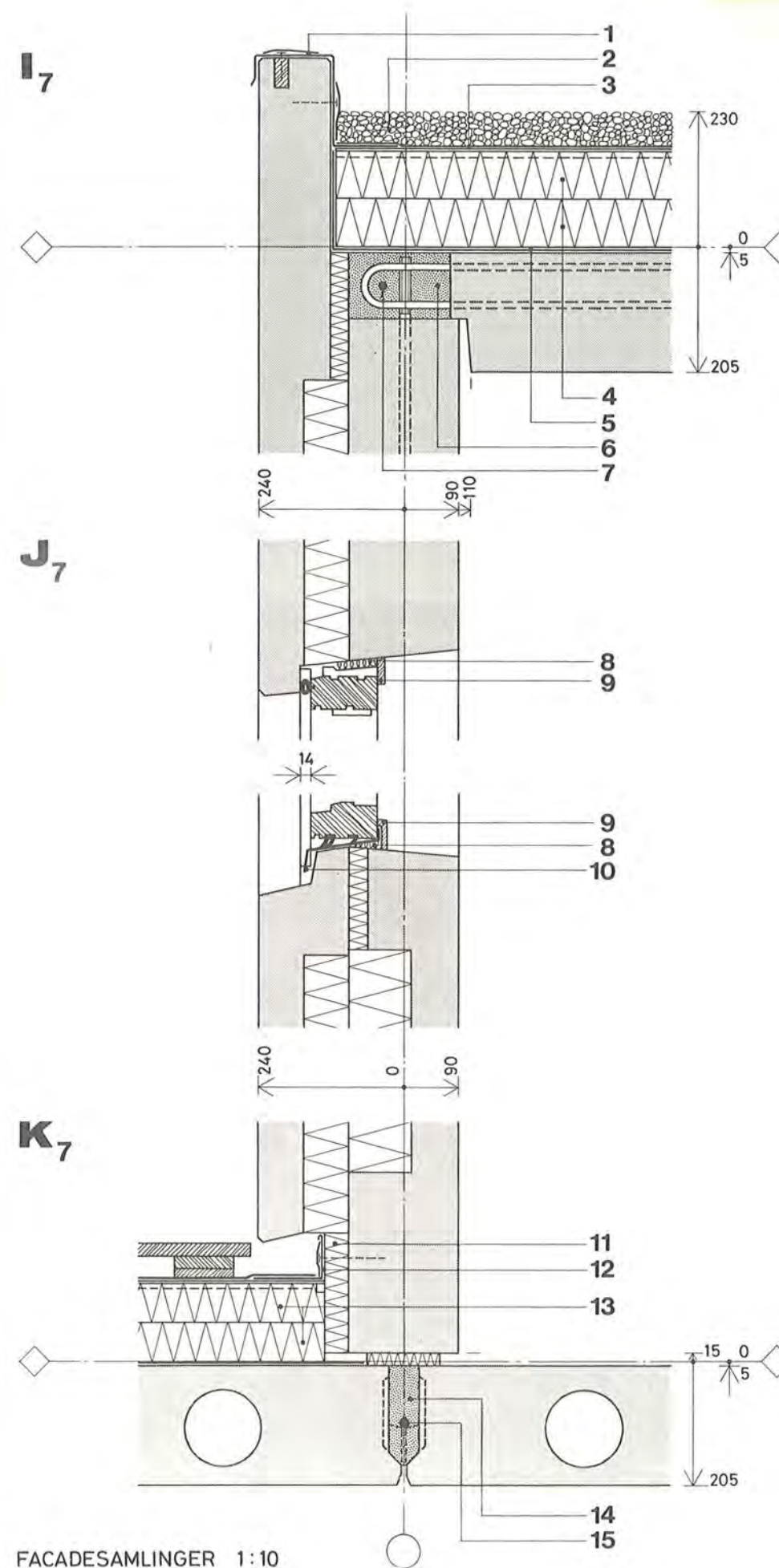
Figur 14.13 viser en anden serie lodrette snit i facaden, hvor denne sammenbygges med tagflade, vindue og terrasse. Det ses, hvorledes trævinduerne ligger godt beskyttet i en 70 mm dyb fals i betonfacaden. Trævinduerne monteres inde fra bygningen med Neoprene fugebånd.

Figur 14.12
 Lodrette snit i facadesamlinger, tag-fundament.
 1 Rustfri bolt M 16
 2 Dampbremse
 3 2 x 65 mm celleplast
 4 Alu-inddækning
 5 Trærister 25 mm
 6 Beton 20
 7 Fugearmering T 10
 8 Bøjler R 10
 9 Mineraluld
 10 Understopning beton 20
 11 Celleplastfugestrimmel
 12 PVC plade 2 mm
 13 A-batts 50 mm
 14 Beton 10
 15 Dampbremse
 16 A-batts 75 mm
 17 Kapillarbrydende lag.



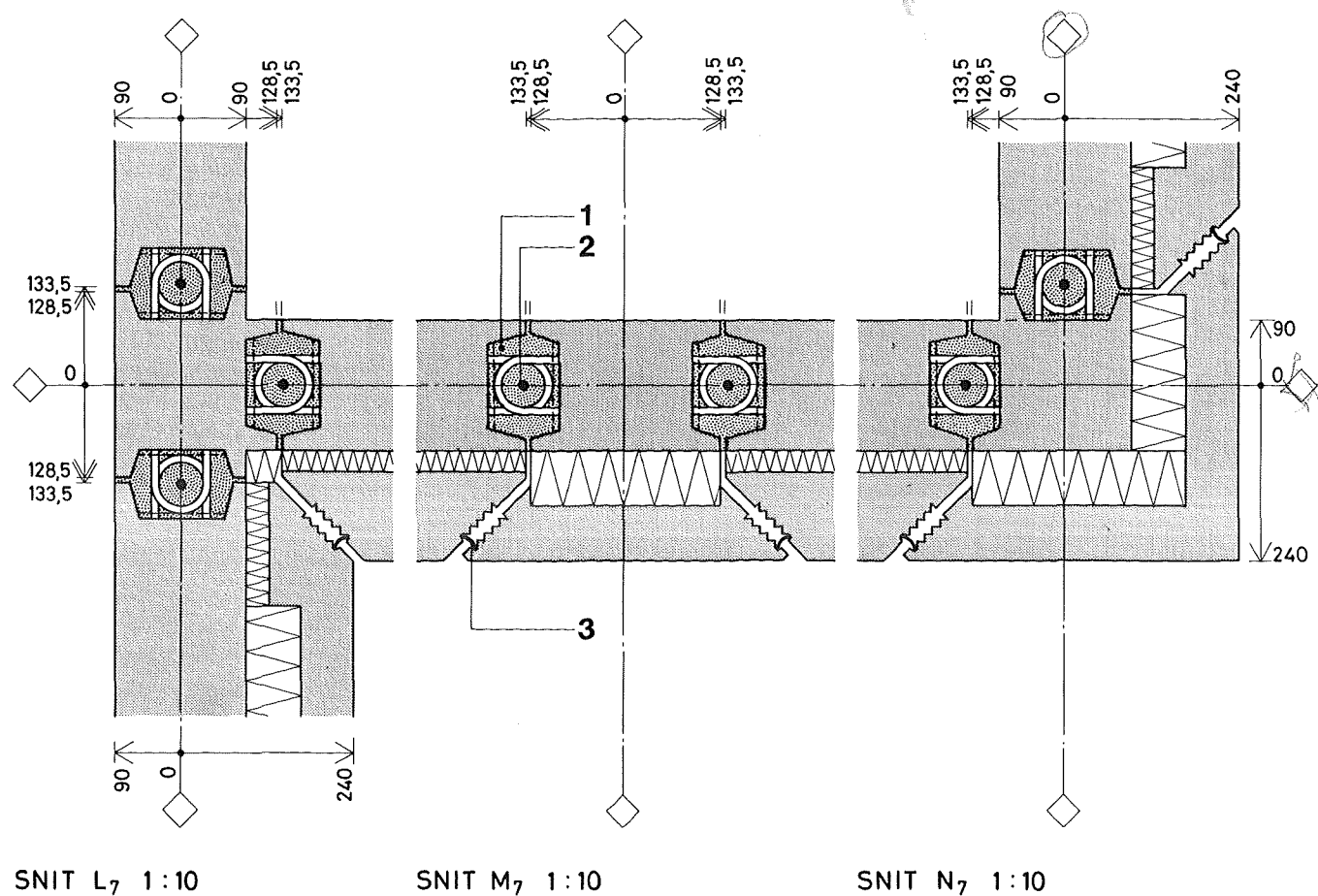
FACADESAMLINGER 1:10
 SNIT F₇, G₇, H₇

Figur 14.13
 Lodrette snit i facade-samlinger, tag-terrasse.
 1 Zinkinddækning
 2 Ærtesten
 3 Kunstgummifolie 3 mm
 4 Celleplast 2 x 75 mm
 5 Dampbremse
 6 Beton 20
 7 Fugearmering T 10
 8 Stopning
 9 Dækklister
 10 Neoprene inddækning
 11 Celleplast 35 mm
 12 Zinkinddækning
 13 Celleplast 2 x 75 mm
 14 Beton 20
 15 Fugearmering T 16.



FACADESAMLINGER 1:10
 SNIT I₇, J₇, K₇

Figur 14.14 viser de tilsvarende vandrette snit i sandwichfacaden. Tegningen svarer til figur 14.05 men er nu færdiggjort med detailmål og fugegeometri mv. På tegningen, som er en procestegning til byggepladsen, er de oprindelige modullinier i multimodulnettet anvendt som målafsetningslinier.



Figur 14.14
Vandrette snit i facadesamlinger.
1 Beton 20. 2 Låsejern T 14. 3 Neoprene fugebånd.

14.5 Installationer og udstyr

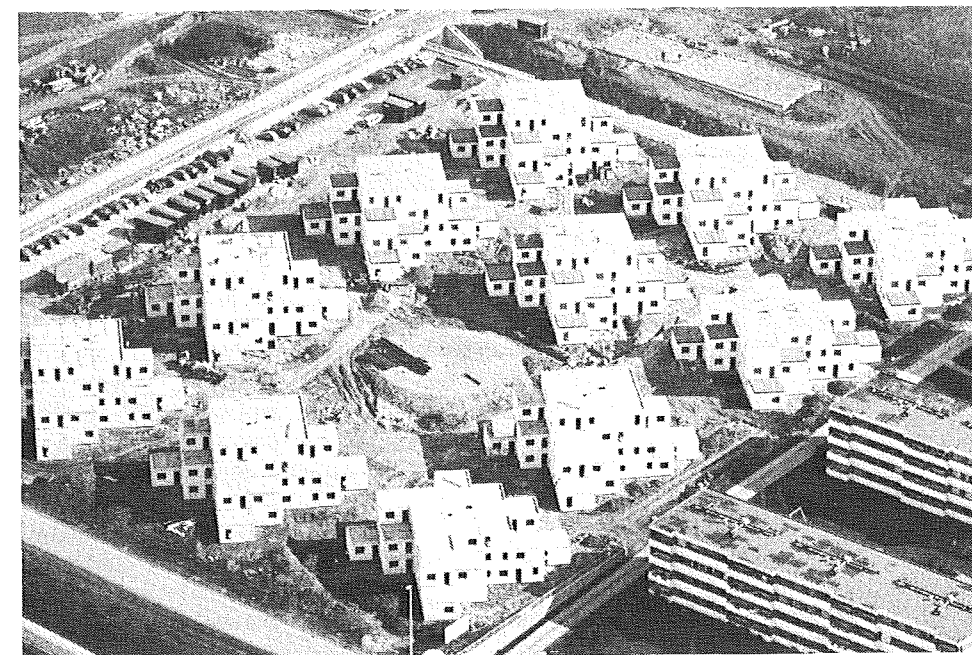
Ledningsføring

Terraform-projekterne er udstyret med sædvanlig dansk installationsudstyr af høj standard. Opvarmningen leveres som fjernvarme til fordelerrum i de enkelte blokke, hvorfra der gøres ud til installationsskaktene i hver lejlighed. Fra installationsskaktene udføres horisontal fordeling af varmerør under gulv til et enstrengt radiatorsystem. Køkken og bad er forsynet med mekanisk ventilation, og elforsyning er udført med fælles måler for hver blok.

Badeværelserne i Niverød-projektet er leveret som færdige kabiner med gulve af stiftmosaik og flisebeklædte vægge af letbeton. I køkkener og opholdsstuer er gulvene udført af bøgemarket på strøer. Vægge leveres normalt tapetserede, mens lofterne er sprøjtemalede.

Terraform i Mellemøsten

Terraform minder med sine kubistiske former, sin terrassering og sine udnyttede tagterrasser om mange bebyggelser i Mellemøsten. Det skulle derfor synes en oplagt mulighed at markedsføre projektet i det område. De projekterende har udført et komplet projekt på engelsk med et tilhørende salgsmateriale; men desværre er det endnu ikke (1983) lykkedes at opføre bygningerne i udlandet.



Figur 14.15
Terraform bebyggelsen i Niverød.

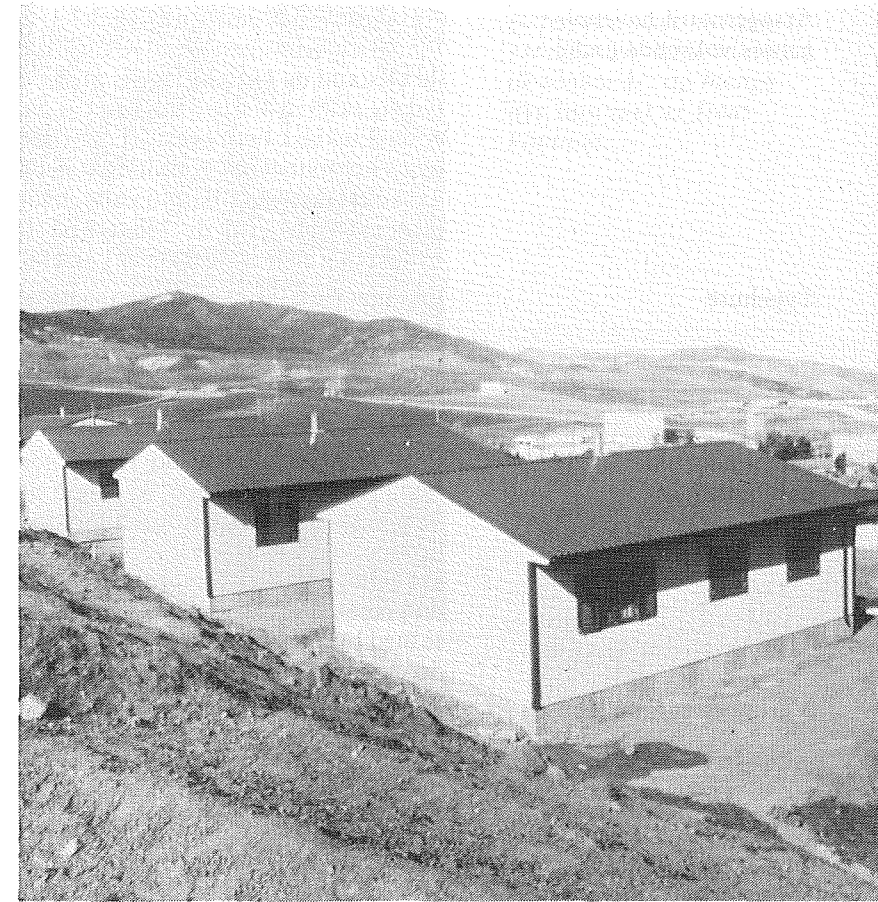
14.6 Litteratur

- | | | |
|------|-------------------------|---|
| 14.1 | Byggeindustrien 1974.2 | Askerød. Teknisk Forlag 1974 |
| 14.2 | Boligen 1974.3 | Bebyggelsen Askerød. Kbh. 1974 |
| 14.3 | Arkitektur 1974.7 | Boligbebyggelsen Askerød. Kbh. 1974 |
| 14.4 | Kjeldsen, Marius | Industrialized Housing in Denmark
Eget forlag 1976 |
| 14.5 | Byggeindustrien 1978.10 | Terraform. Kbh. 1978 |
| 14.6 | Høgsbro, i-68 og R & S | Brochurer mv |

Det danske enfamiliehus har gennemgået en omfattende teknisk udvikling i den sidste snes år. Dets markedsandel har været helt oppe på 85% af den årlige boligproduktion. Efterhånden er enfamiliehuset også blevet en eksportvare.

Billedet viser et typehus fra et projekt på over 1000 huse, opført af A. Jespersen & Søn i El Asnam, Algeriet. Byggeriet er baseret på den danske typehusproduktion med lette, præfabrikerede komponenter.

Sidst i kapitlet vises et andet projekt, opført med betonelementer af Højgaard & Schultz i Saudi Arabien.



15

15. Modul og enfamiliehus

Enfamiliehusets boligstatistik

De fritliggende enfamiliehusenes andel i boligbyggeriet voksede fra 27% i 1957 til 51% i 1962 - altså næsten en fordobling i løbet af 5 år - et resultat af den stigende levestandard i Danmark.

Væksten i enfamiliehusenes andel fortsatte i de følgende år, se figur 15.01, og nåede et maximum i 1979 på 85%. I rekordåret 1973, hvor der byggedes 55.000 boliger, var 78% af disse eller 43.000 enfamiliehusene mv.

I den officielle statistik optælles fritliggende enfamiliehusene, rækkehusene og tofamiliehusene under et og benævnes haveboliger.

Årsagerne til haveboligerens voksende andel

Haveboligerens voksende andel i det samlede boligbyggeri skyldes flere forhold. Blandt de samfundsmæssige forudsætninger for denne stigning kan nævnes den øgede velstand og befolkningens ønske om at eje deres egen bolig. Hertil kommer en betydelig skattemæssig fordel ved at bo i eget hus. Stigningen i antallet af enfamiliehusene er også teknisk betinget, idet der i den nævnte periode er sket en hastig udvikling af de byggekomponenter, som indgår i enfamiliehuset. Klarest kommer dette vel til udtryk for køkkenernes vedkommende, hvor præfabrikerede køkkenelementer helt har overtaget markedet efter de tidligere på stedet byggede køkkener. Et stort antal firmaer tilbyder i dag elementkøkkener i præfabrikeret udgave af meget høj kvalitet.

Typehuse

Et andet forhold, der har betinget enfamiliehusenes store andel i boligmarkedet er udviklingen af de såkaldte typehuse. En række firmaer har organiseret deres enfamiliehusproduktion således, at de arbejder med en typisering ikke blot af husene men også af komponenter og samlingsdetaljer til projekterne. Herved opnås den gentagelseseffekt, som er betingelsen for en øget produktivitet; sml. afsnit 1.5.

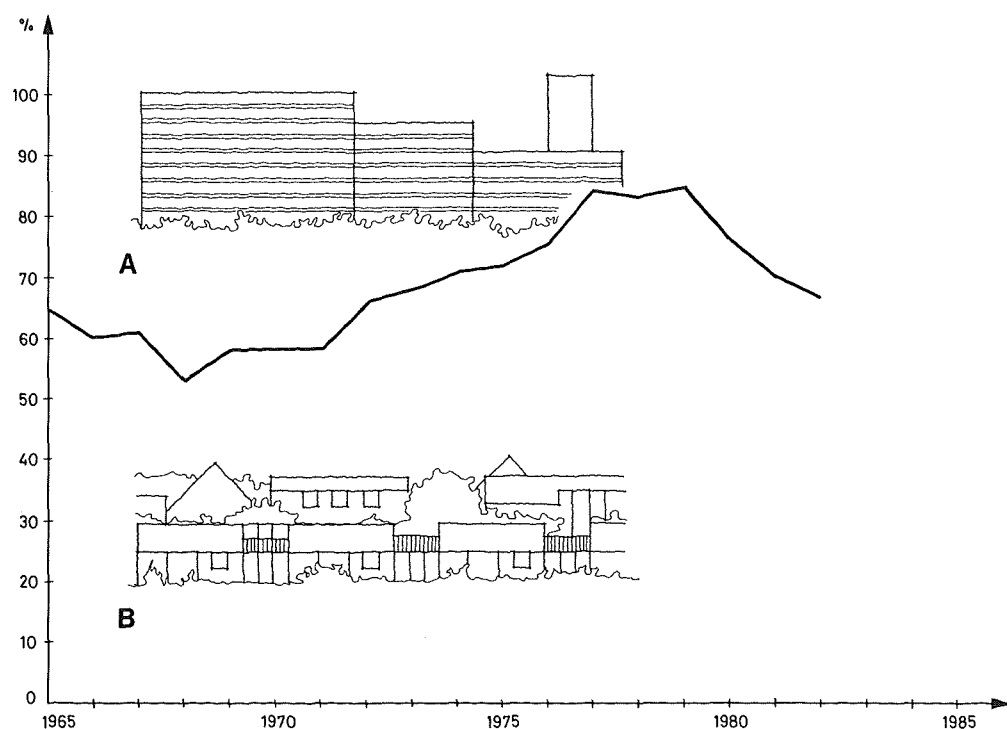
Modulkoordinering af enfamiliehusene

I ovennævnte tekniske udvikling, som har betydet en stor produktivitetstigning i enfamiliehusproduktionen, har også modulordningen spillet en væsentlig rolle. Der er ikke noget lovkrav om modulprojektering af enfamiliehusene i Danmark. Men mange producenter har set deres fordel i at anvende modulære standardkomponenter fra det åbne marked. Der foreligger også adskillige eksempler på enfamiliehusene, som er modulprojekteret. Hvordan det gøres, afhænger af, hvilke valg der er truffet i forbindelse med byggeprogrammet og produktionsformen. Man kan dele enfamiliehusene efter deres planlægning og opførelsesmåde i følgende tre grupper:

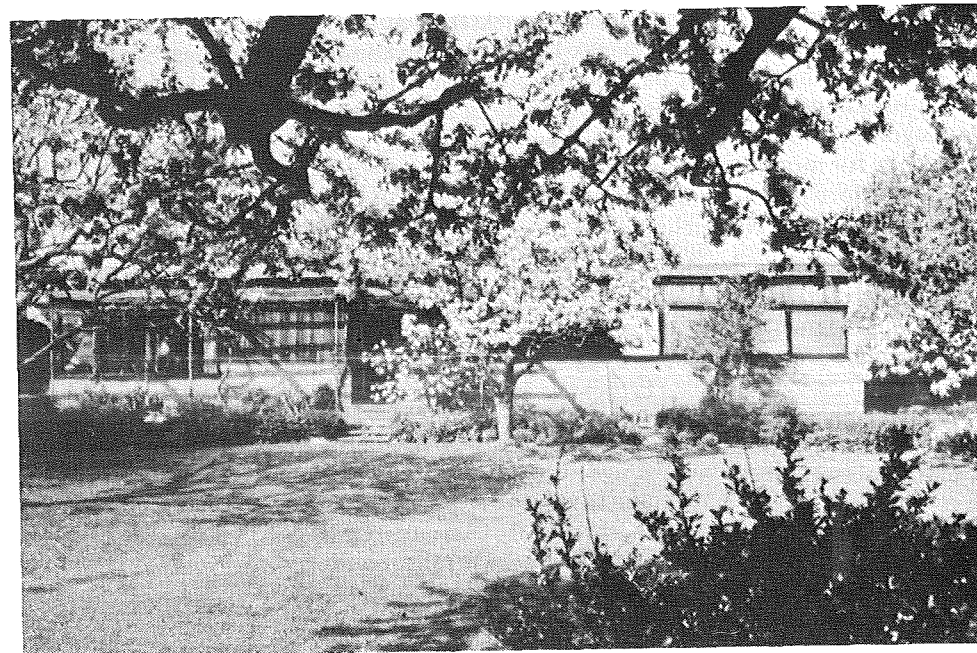
3 grupper enfamiliehusene

- A. Individuelle huse opført med håndværksmæssig byggeteknik.
- B. Typehuse opført hovedsagelig med håndværksmæssig teknik.
- C. Typehuse opført hovedsagelig som montagebyggeri med præfabrikerede elementer.

Figur 15.01
Fordelingen af haveboliger og etageboliger 1965-1982.



Modulprojektering af huse i de tre grupper forløber noget forskelligt, som den følgende gennemgang vil vise, men i alle tre tilfælde vil det som regel være fordelagtigt at anvende flest mulige standardiserede katalogvarer. Ved at udarbejde projektet således, at der er skaffet plads til disse modulære komponenter, opnår man den fordel at kunne indhente tilbud fra flere leverandører på de forskellige katalogvarer, som ofte vil være modulstandardiserede.



Figur 15.02
Enfamiliehuset har gennemgået en rig udvikling i de senere år, og mange nye hustyper er fremkommet.

15.1 Individuelle huse, gruppe A

Til enfamiliehusene i gruppe A kan vi afhængigt af konstruktioner og materialer vælge mellem følgende standardiserede, modulære bygningskomponenter:

Råhus:	Murværk	DS 1048
	Byggeblokke	DS 1041
	Bærende tagkomponenter	DS/R 1083
	Vinduer	DS 1003 m.fl.
	Udvendige døre	DS 1080
	Pladeformede bygningskomponenter til dæk, til bærende og til ikke-bærende indvendige vægge	DS 1101
	Krybekælderdæk af letbetonelementer	Efter firma-standard.
Færdighus:	Indvendige døre	DS 1028
	Køkkenkomponenter	DS 1043
	Installationer	DS 1036 og 1037.

Enfamiliehusets modul-katalog

Valg af modulære komponenter

Når arkitekten vælger døre, vinduer og inventar mv, bør han i videst muligt omfang give disse modulmål - også selvom han vælger at fremstille dem individuelt. Herved opnår han at kunne anvende det store udbud af modulære katalogvarer fra det åbne marked, enten som alternativer til det projekterede eller som kontrol på de indhentede priser. For bygherren vil det tillige være et afgørende argument, at de industriprodukter, markedet kan tilbyde indenfor de nævnte kategorier, idag er af en kvalitet, som individuelt projekterede og producerede komponenter vanskeligt kan konkurrere med. Dette skyldes naturligvis det store udviklingsarbejde og den lange erfaring, der ligger bag de veletablerede produktioner.

Projektering over 3M x 3M planlægningsmodulnet

Når valget af komponenter og de øvrige materiale- og konstruktionsvalg er truffet ud fra byggeprogrammet, foregår modulprojekteringen på den måde, at man sammenbygger komponenterne byggeteknisk korrekt og så rationelt som muligt. Skitseringen bør som sædvanligt foregå på modulpapir, men hvis man har valgt konstruktioner, der udføres håndværksmæssigt traditionelt på byggepladsen, vil man kunne anvende planlægningsmodulerne mere frit. Tegningseksemplerne i afsnit 15.2 kan også være vejledende for modulprojektering i gruppe A. For arbejdstegningernes vedkommende bør man udføre proces tegninger i den udstrækning, den pågældende byggeopgave gør det økonomisk overkommeligt.

Modulprojektering med færdige modulkomponenter

Sammenfattende kan det siges, at man i den individuelle byggesag i gruppe A kan modulprojektere med de i handelen værende modulkomponenter, der indpasses i en plan, som er tegnet over et 3M x 3M modulnet, der sikrer modulområder til de valgte komponenter. Den individuelle byggesag giver sjældent mulighed for at udvikle helt nye modulære bygningsdele. Projektets modulkomponenter markeres på en moduloversigtstegning, eller på den normale hovedtegning, som fremsendes til bygningsmyndigheden. Projektet færdiggøres derefter på sædvanlig måde med det nødvendige antal proces tegninger.

15.2 Typehuse, håndværksmæssigt udført, gruppe B

Modulprojektering af nye modulkomponenter

Typehusene kan bære en betydelig større investering i projekterings- og planlægningsarbejdet. Der er således mulighed for at produktudvikle nye bygningsdele ud over de katalogvarer, byggemarkedet i øjeblikket kan tilbyde. For de teknikere, som deltager i et sådant udviklingsarbejde, vil det være en fordel, hvis de nye komponenter i videst muligt omfang bliver generelt anvendelige. Dette opnås dels ved at give komponenterne modulære byggemål, og dels ved at undersøge alle de sammenbygningstilfælde, komponenterne normalt optræder i, således at detailudformningen passer til flest mulige samlingstyper.

Figur 15.03
Typehuse er blevet dominerende i dansk en-familiehusbyggeri. Produktudvikling, rationalisering og anvendelse af gentagelsesprincippet har gjort denne byggemåde meget konkurrencedygtig.



For producenterne er komponenternes generelle anvendelighed en klar fordel. Selvom man starter under beskedne forhold med en håndværkspræget produktion, vil der ofte være muligheder for, at produktet - hvis dets generelle anvendelighed er sikret - kan få et betydeligt større marked med tiden. De fleste produktioner, også blandt de allerstørste, har under en eller anden form gennemløbet denne udvikling.

Modulprojektering af typehuse i gruppe B forløber nu således:

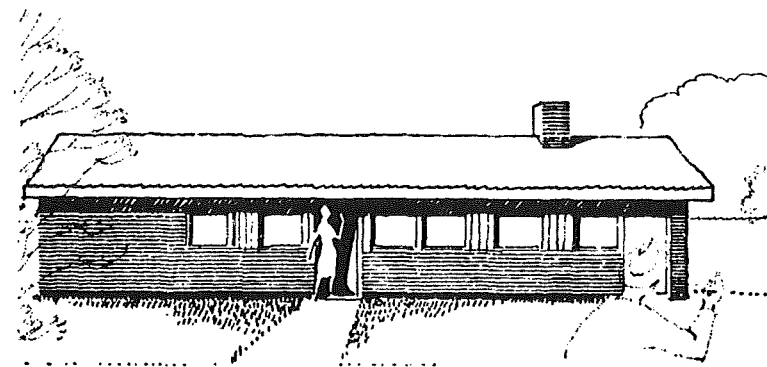
1. Der vælges flest mulige modulære bygningsdele som katalogvarer.
2. Disse suppleres med nye, generelt anvendelige, modulære komponenter udviklet til det pågældende typehus.
3. Man sammenbygger disse elementer indbyrdes og med de på byggepladsen udførte konstruktioner i rationelle, byggeteknisk korrekte løsninger til det færdige hus.
4. Projektet illustreres med en moduloversigtstegning og de nødvendige proces tegninger.

I det følgende er vist et projekt fra Arkitekternes Typehuskontor, gennemført efter ovennævnte projekteringspraksis. Typehuskontoret blev nedlagt for en del år siden; men projektet er så vel bearbejdet og karakteristisk for denne del af modulkoordineringen, at det er velbegrunderet at vise et lille udvalg af projektmaterialets tegninger. Projektet er desuden et godt eksempel på anvendelsen af modulære komponenter i et råhus af modulært murværk.

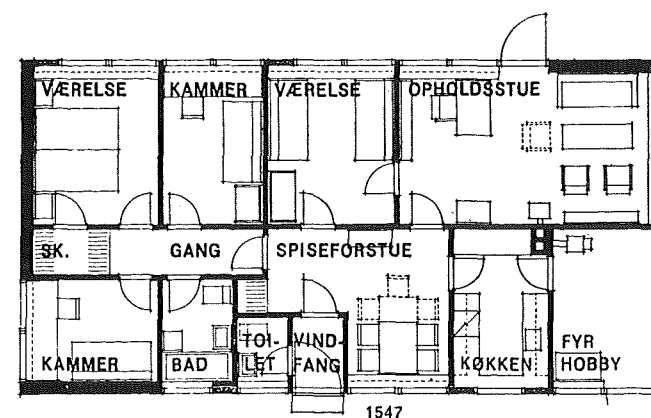
Typehusprogrammet omfatter to serier med et meget stort antal varianter, som alle er projekteret over et modulnet på 6M x 6M. Planlægningsmodulnettet er under projekteringen anvendt til at lokalisere såvel råhusets som færdighusets komponenter. Herved forenkles planløsningerne, og antallet af sammenbygningstilfælde begrænses med fuld hensyntagen til de relevante brugskrav. De mange hustyper kan yderligere varieres ved valg af forskellige materialer, farver osv, således at det samlede program kan tilfredsstille de fleste individuelle ønsker og lokale forudsætninger. Alligevel rummer programmet et så stort antal gentagne komponenter, samlinger mv, at der er skabt basis for en rationel produktion. Den grundige gennemarbejdning af samtlige detaljer betinger en afklaring i projektet, som sjældent kan opnås i de individuelle projekter. Typehusene er totalprojekteret med et omfattende tegningsmateriale, der belyser samtlige detaljer i bygningerne.

Oversigt over modulprojektering af huse i gruppe B

Totalprojektering



Figur 15.04
Facade og plan af typehus B-2 fra Arkitekternes Typehuskontor. En anden variant, type B-24A danner endnu i dag (1983) grundlaget for Danmarks Statistiks udregning af byggeindekset for enfamiliehuse.

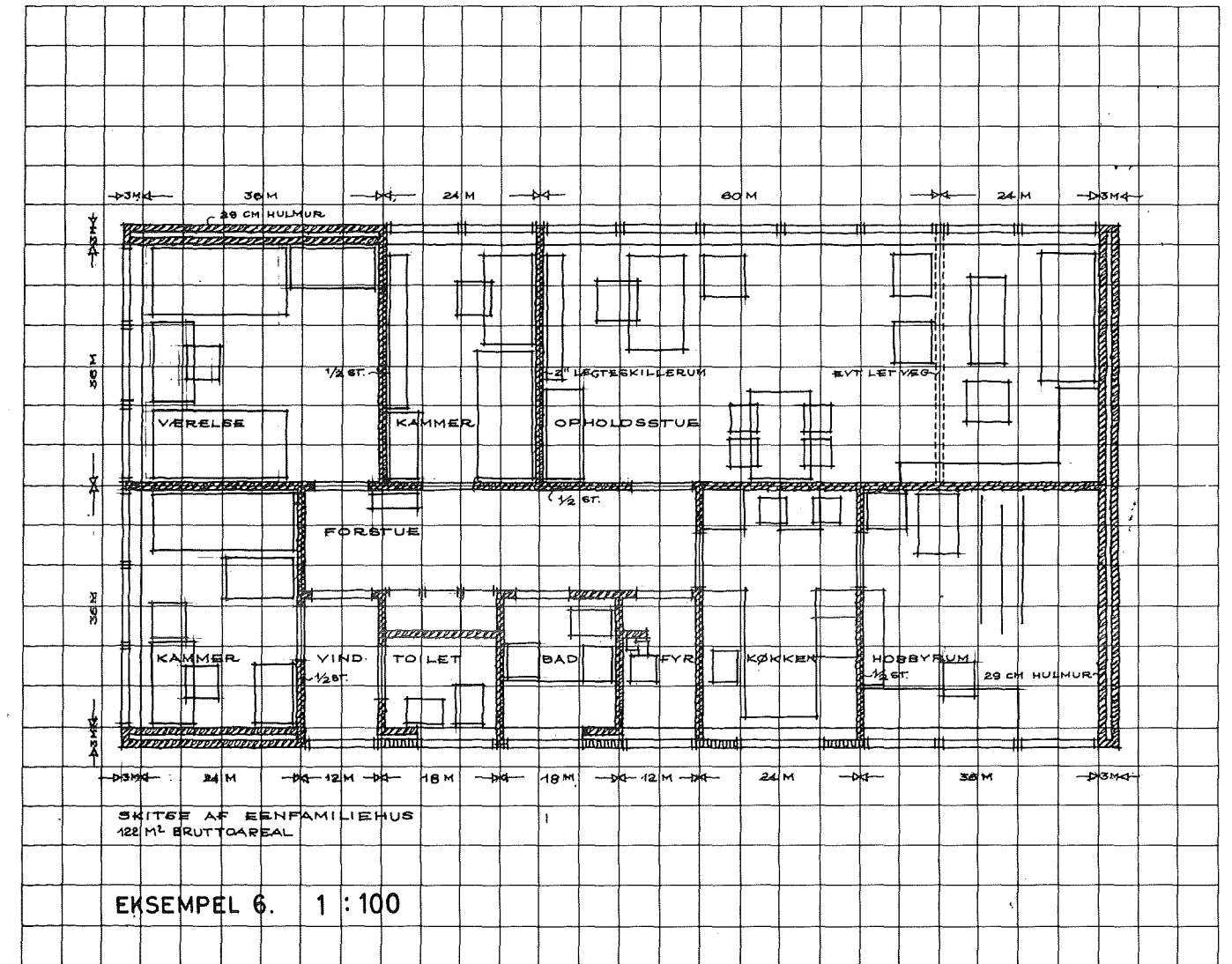
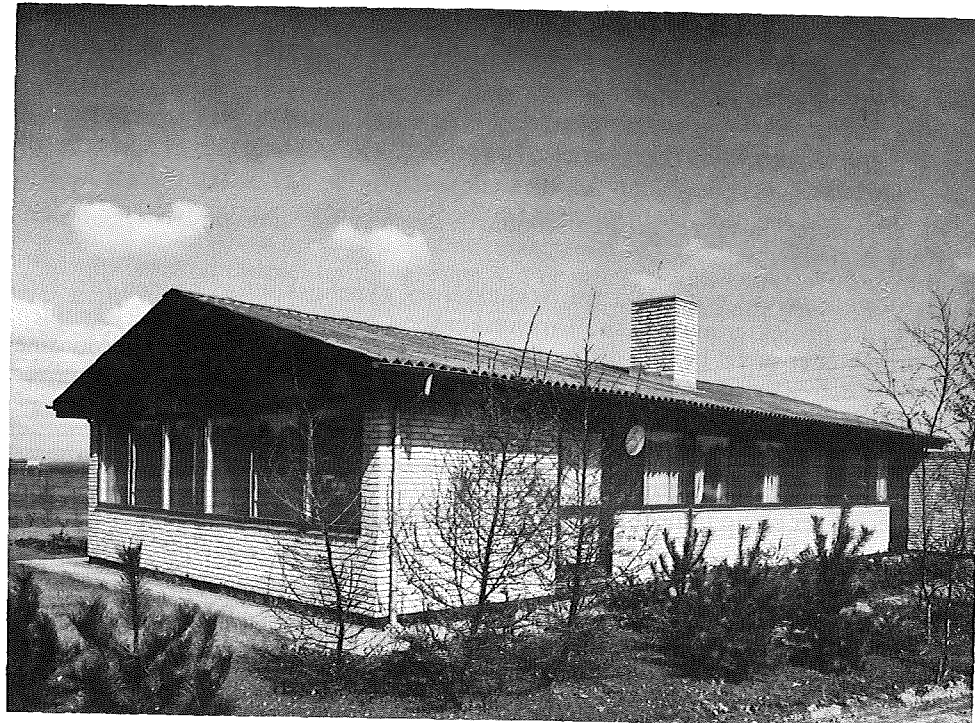


Type B2-
3 værelser + 2 kamre
Adskilt bad - toilet, arbejdskøkken, spiseafstue, skabsrum
Boligareal 110 m²
Bebygget areal . . . 122 m²

mål 1:200 (5 mm = 1 m)

Fra programmet vises i det følgende udvalgte tegninger af et hus med et bruttoareal på 122 m², hvoraf 104 m² er boligareal. Planen rummer opholdsstue, 3 soverum, badeværelse, gæstetoilet, vindfang, forstue, køkken og udhus-hobbyrum.

Figur 15.05
Typehus fra Arkitekternes
Typehuskontor.



Figur 15.06
Skitseplan optegnet over et 6M x 6M modulnet.
Væggernes nøjagtige placering i forhold til modullinierne er ikke fastlagt med denne skitse, men kan først opklæres ved gennemarbejdningen af de følgende moduldetaljer.

Det ses, at typehuset er isoleret bedre end krævet efter BR 66; men at det naturligvis ikke kan leve op til BR 82 kravene efter to oliekriser. Typehusets konstruktioner kan dog let ændres til at opfylde de nye krav, idet de tunge vægge blot skal udføres som 350 mm hulumure med 100 mm mineraluld, og de lette vægge og loftet skal have henholdsvis 150 mm og 200 mm mineraluld. Disse ændringer kan gennemføres uden at ændre på konstruktionernes type; men tykkelserne i ydervægge og loft må naturligvis øges.

Desuden må vinduerne ændres, idet typehusenes glasareal udgør over 30% af gulvarealet, hvor BR 82 kræver max. 15% - eller 3 lag glas og en varmeberegning. Men også denne ændring kan indarbejdes relativt let i projektet.

3 lag glas og en varme-rammeberegning

Typehusets modulkatalog og byggematerialer

Huset er projekteret med bærende facader og bærende hovedskillevæg, overdækket med en tagkonstruktion af præfabrikerede gitterspær. Der er valgt følgende bygningsdele og materialer:

- Ydervægge: 3M hulumure efter DS 1048 og 6M x 12M snedkerpartier
- Vinduer: B x H₁ = 12M x 12M og B x H₂ = 12M x 14M efter DS 1028
NB! hele typehusprogrammet rummer kun disse to vinduesformater
- Udvendige døre: B x H = 12M x 21M
- Fundamenter: Beton støbt på stedet
- Tag: 75 mm x 125 mm gitterspær med bølgeeternit
- Indervægge: ½-stens murværk og lægteskeletvægge med gipsplader
- Indvendige døre: B = 8M og B = 9M, H = 21M
- Gulve: 22 mm brædder på strøer.

Typehusets varmeisolering

Typehuset er projekteret efter reglerne i BR 66, hvor kravene til varmeisolering var væsentlig mindre end i dag (BR 82). Den følgende opstilling giver et overblik over de vigtigste konstruktioners k-værdier, sammenholdt med de gamle og nye krav.

k-værdier i W/m² °C

	Typehuset	BR 66	BR 82
Murede ydervægge	0,62	0,99	0,40
Lette ydervægge	0,54	0,58	0,30
Vinduer	2,70	3,13	2,90
Lofts- og tagkonstruktion	0,40	0,58	0,20

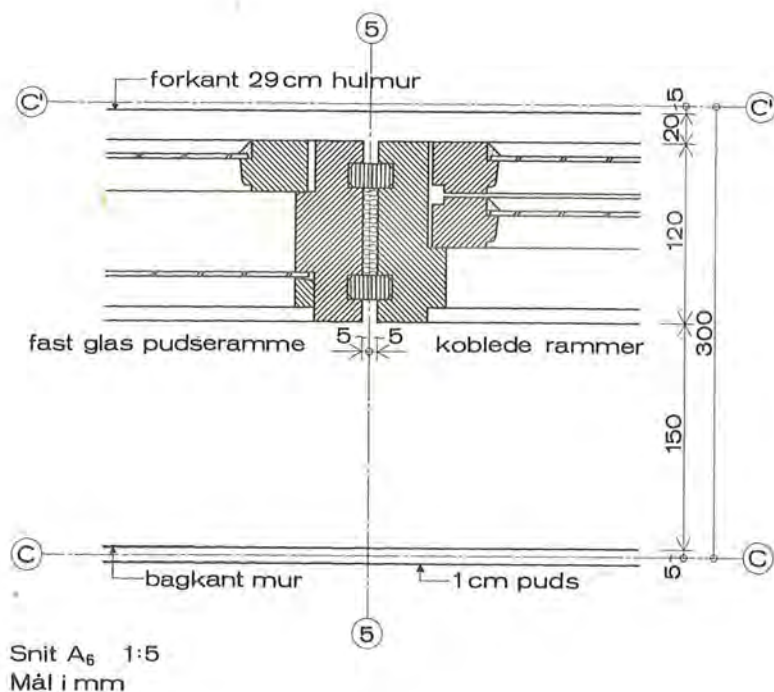
Sideplacerede modulkomponenter

Neutral zone

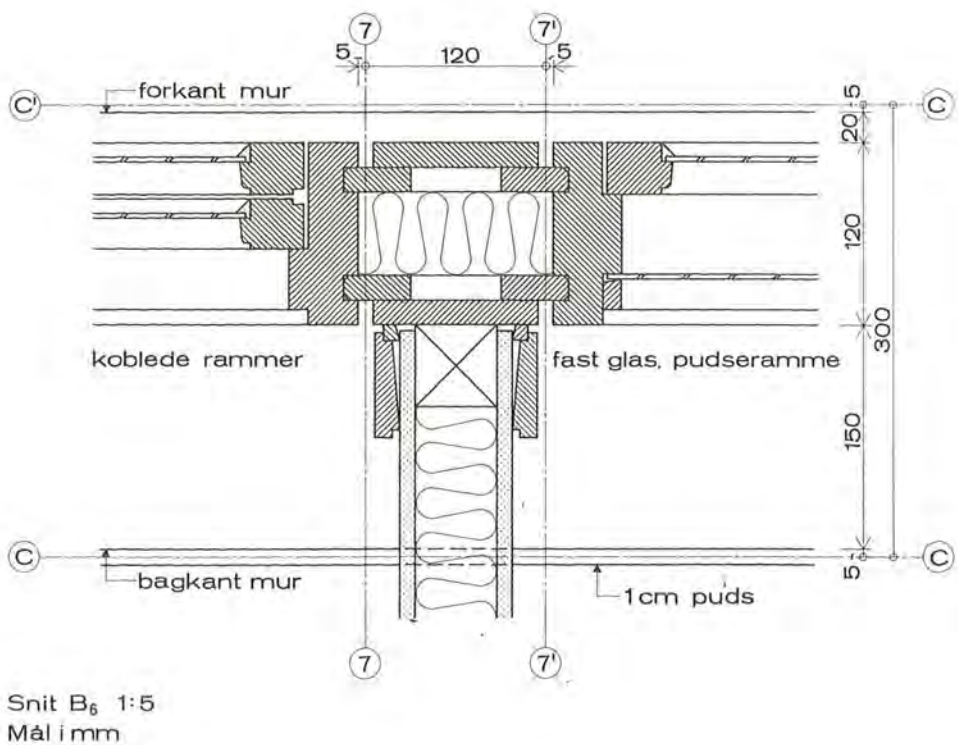
Figur 15.07 viser samlingen mellem vinduerne i havefacaden. Samlingen er udført med to snedkersløjfer med mellemliggende isolering. Komponenterne ligger på normal måde i deres modulområde, og modullinien 5 er symmetrilinie. På den anden led ligger modullinierne C og C' $\frac{1}{2}$ fuge = 5 mm fra murflugten, således at 3M-hulmuren også bliver normalt placeret i sit modulområde.

Figur 15.08 viser den tilsvarende samling ud for den lette tværvæg mellem opholdsstue og kammer. For at kunne klare denne samling og få tværvæggen til at »lande« på vinduespartiet, er det nødvendigt at rykke vindueskomponenterne fra hinanden. Da vindueskomponenterne er modulære, opstår der en neutral zone, som af hensyn til murværksforbandtet og tværvæggens tykkelse vælges til 120 mm. Med denne frarykning, som er byggeteknisk begrundet, klares tværvæggens sammenbygning med vindueskomponenterne; men der må tages hensyn til det nu afbrudte modulnet i den videre planlægning.

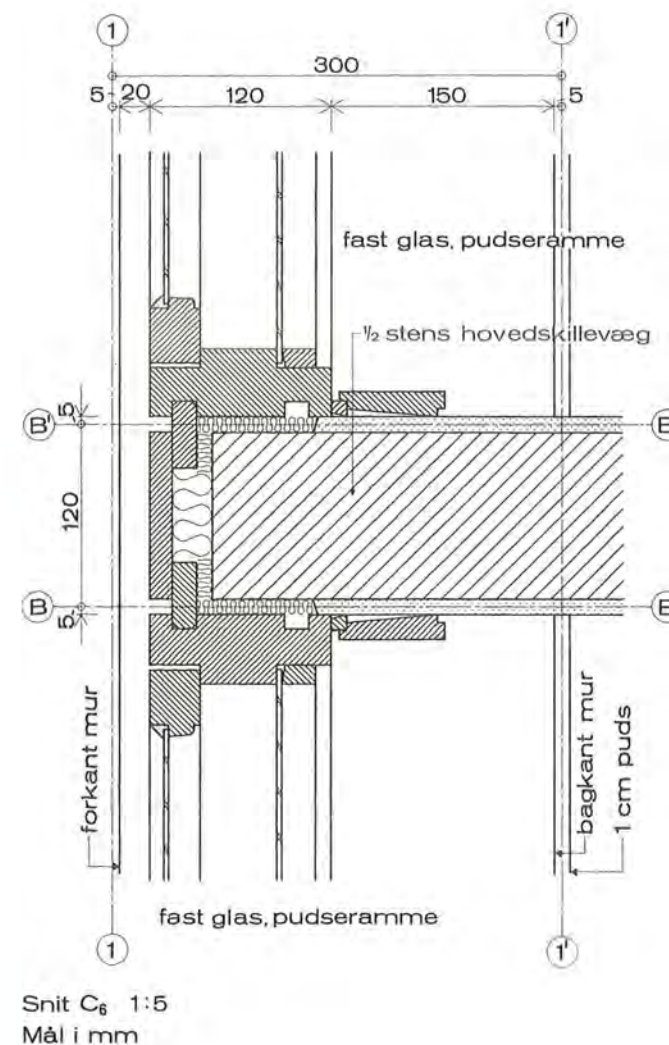
Figur 15.07
Vandret snit i samling mellem vindueselementer.



Figur 15.08
Samling mellem vindueselementer og tværvæg i havefacaden.



Figur 15.09 viser samlingen mellem vindueskomponenterne i gavlen ud for hovedskillevæggen, som er $\frac{1}{2}$ sten tyk. Også her er vinduerne rykket 120 mm fra hinanden for at give plads til $\frac{1}{2}$ stensvæggen, og samlingen er således analog med figur 15.08. Set udefra er de to samlinger ens på grund af det anvendte dækbræt.

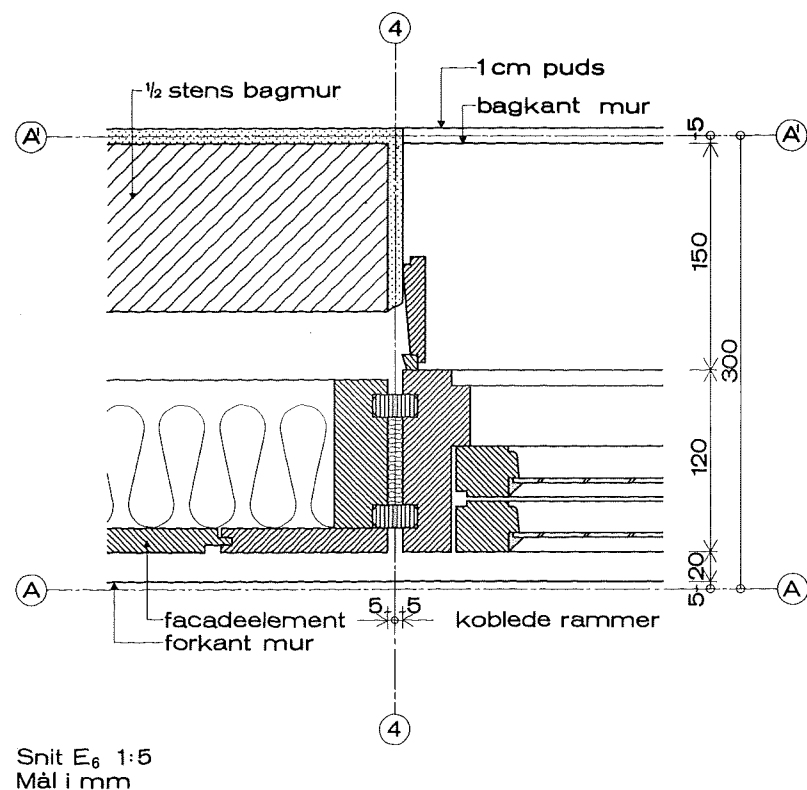


Figur 15.09
Samling mellem vindueskomponenter og $\frac{1}{2}$ stens hovedskillevæg i gavl.

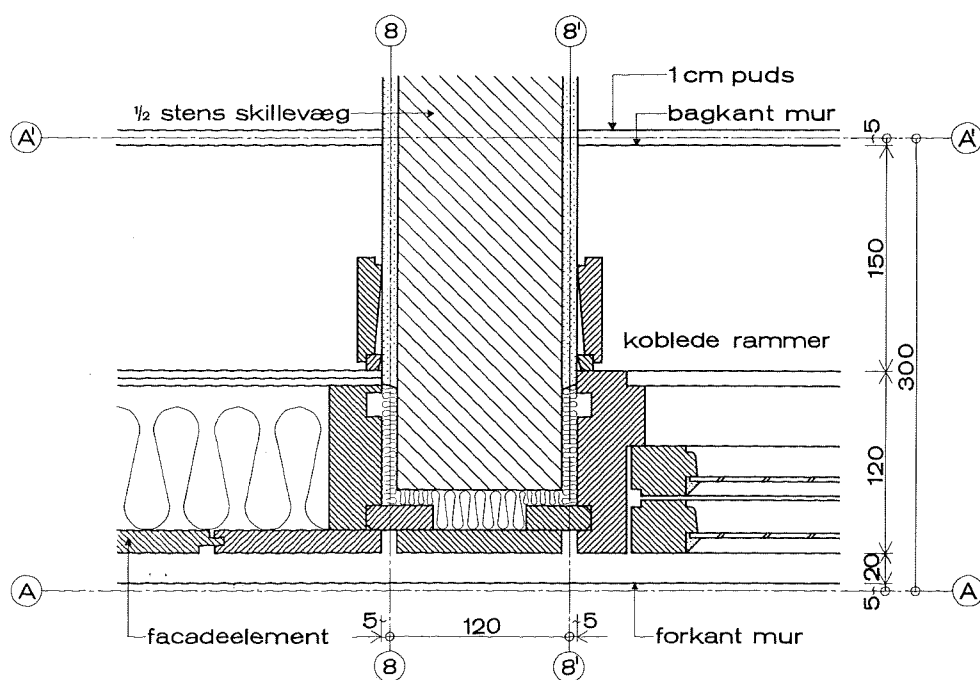
Figur 15.10 viser samlingen mellem vindue og facadeelement i indgangssiden. Samlingen er helt normal med de to modulkomponenter beliggende i hvert sit modulområde, symmetrisk om modullinie 4. Bag træfacaden er opmuret en 1/2 stens bagmur, fordi rummet her er et toilet, som skal have fugtbestandige vægge. Ydermuren under vinduespartiet ligger som i havesiden midt i sit 3M-modulområde.

Figur 15.11 viser samlingen mellem vindue og facadeelement ud for en 1/2 stens tværvæg i indgangsfacaden. Komponenterne er også her rykket fra hinanden, og samlingen er analog med figur 15.08 og -09.

Figur 15.10
Samling mellem vindue og facadeelement.



Figur 15.11
Samling mellem vindue, facadeelement og 1/2 stens tværvæg.

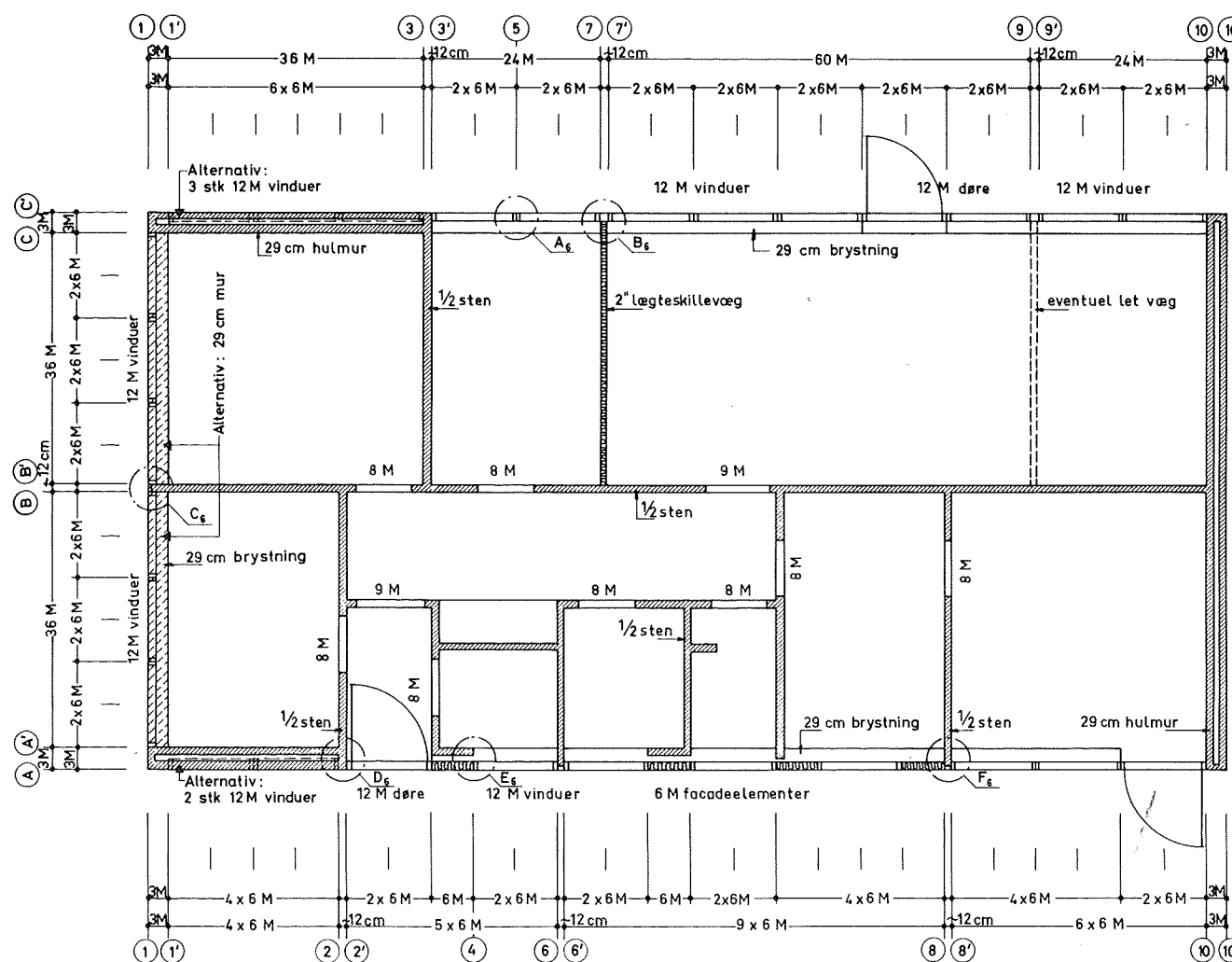


15.3 Moduloversigtstegning

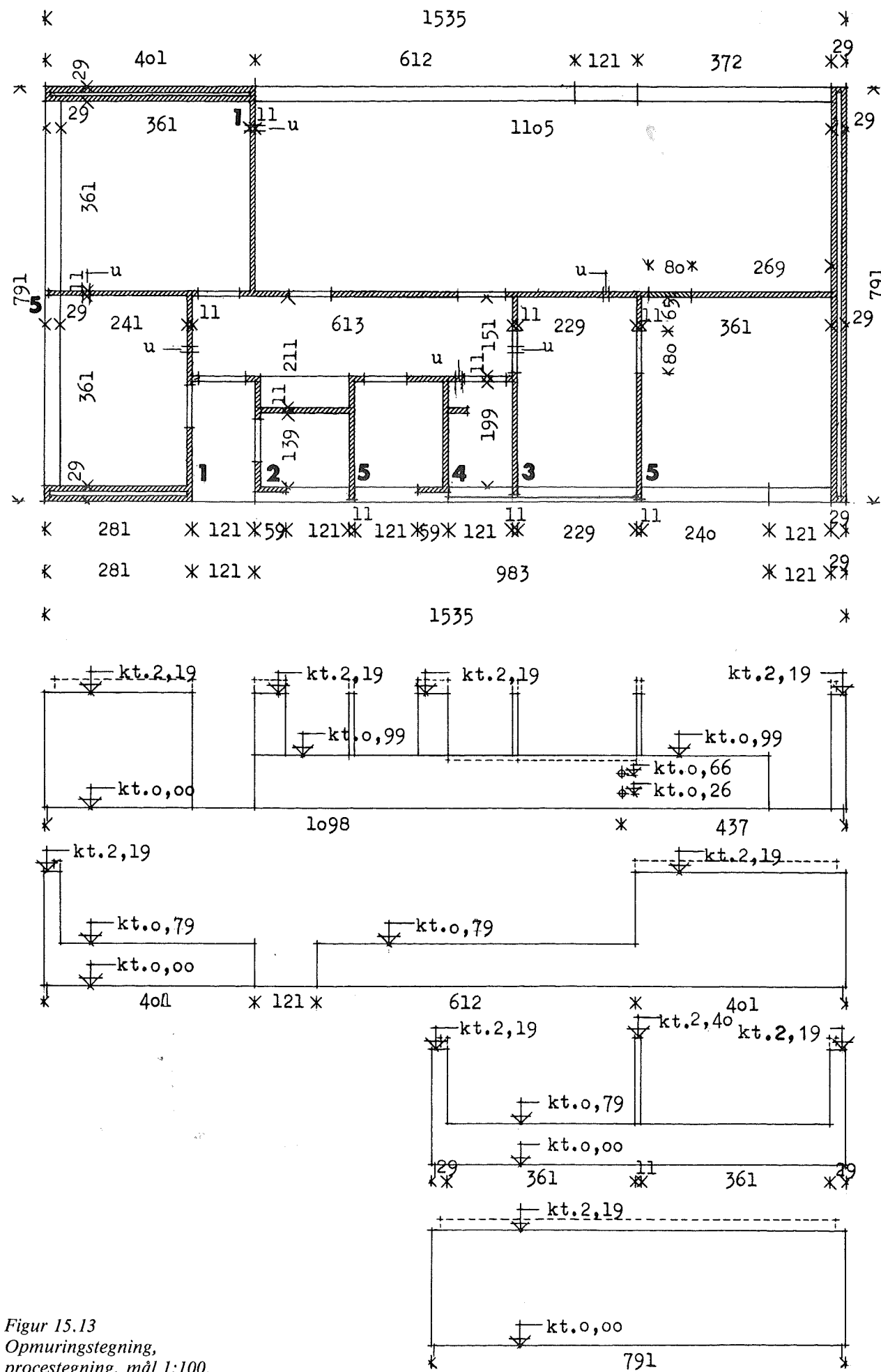
Efter opklaring af de vigtigste samlinger i råbygningen kan moduloversigtstegningen optegnes, se figur 15.12.

Tegningen viser råbygningens komponenter og deres beliggenhed i forhold til hinanden og til modulnettet. Desuden er detailsnittene markeret. Det fremgår af tegningen, at husets længde er udvidet tre gange i hver facade med neutrale zoner, hver på 120 mm. Desuden er der indført en neutral zone i begge gavle. Hermed er det oprindelige modulnet fra skitseplanen, figur 15.06, skåret op i 8 delområder, hvilket gør modulnettet mindre egnet som koordinatsystem for målafsætning på byggepladsen. Men som vist i forrige afsnit er alle disse neutrale zoner begrundet i den byggetekniske afklaring af samlingerne. Det er en selvfølge, at antallet af neutrale zoner i husets to facader må være det samme, for at bevare de rette vinkler i planløsningen.

Neutrale zoner i moduloversigtsplanen



Figur 15.12
Moduloversigtstegning med indtegnede detailsnit.



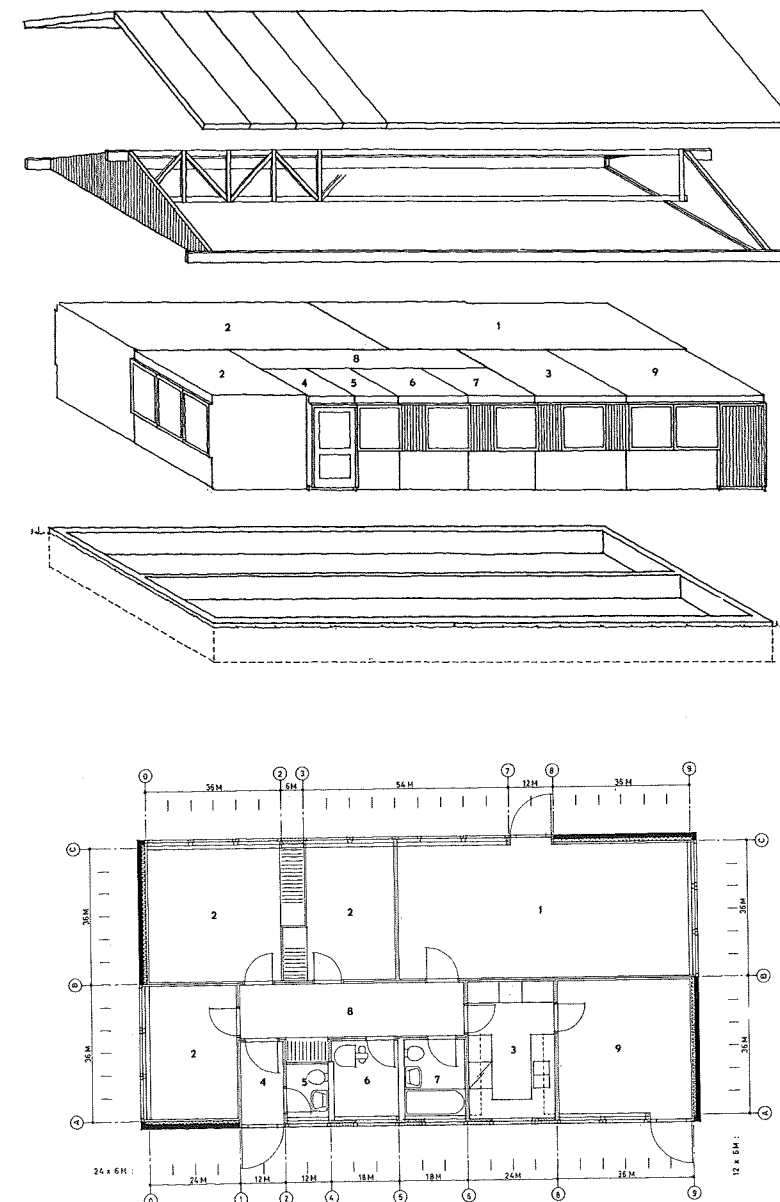
Figur 15.13
Opmuringstegning,
processtegning, mål 1:100.

15.4 Arbejdstegninger

Typehusets projektmateriale indeholder processtegninger for samtlige delarbejder og entrepriser. Tegningerne giver, ligesom de øvrige eksempler her i bogen, alle nødvendige oplysninger om udførelsen af det pågældende arbejde. Tegningerne er målsat med sande mål, og der forekommer normalt ingen modulmål på dem. Figur 15.13 viser opmuringstegningen, som i overensstemmelse med tidligere praksis er målsat i cm og med kædemål for opmuringsarbejdet. Sml. reglerne for målaf sætning i kapitel 7 og i DS 1012.

Arkitekternes typehus er, som det fremgår af de foregående tegninger, beregnet på en håndværksmæssig byggeteknik med indbygning af de præfabrikerede vindues-, dør- og facadeelementer mv. I 1970'erne var der en dansk træindustri, som omprojekterede typehusene og udviklede et projekt, hvor husene blev fremstillet af præfabrikerede bokse på fabrik. Hvert rum i huset var en særskilt boks, som blev færdiggjort på fabrikken med alt fast inventar, installationer og malerarbejde mv. Efter støbning af fundamenter og lægning af ledninger i jorden blev boksene transporteret ud til de enkelte byggepladser og monteret på de forberedte fundamenter. Med denne teknik kunne et helt hus gøres færdigt på byggepladsen i løbet af ganske få dage. Figur 15.14 viser et eksempel på denne produktion.

Typehusets industrialiseringsmuligheder, typehuse, gruppe C



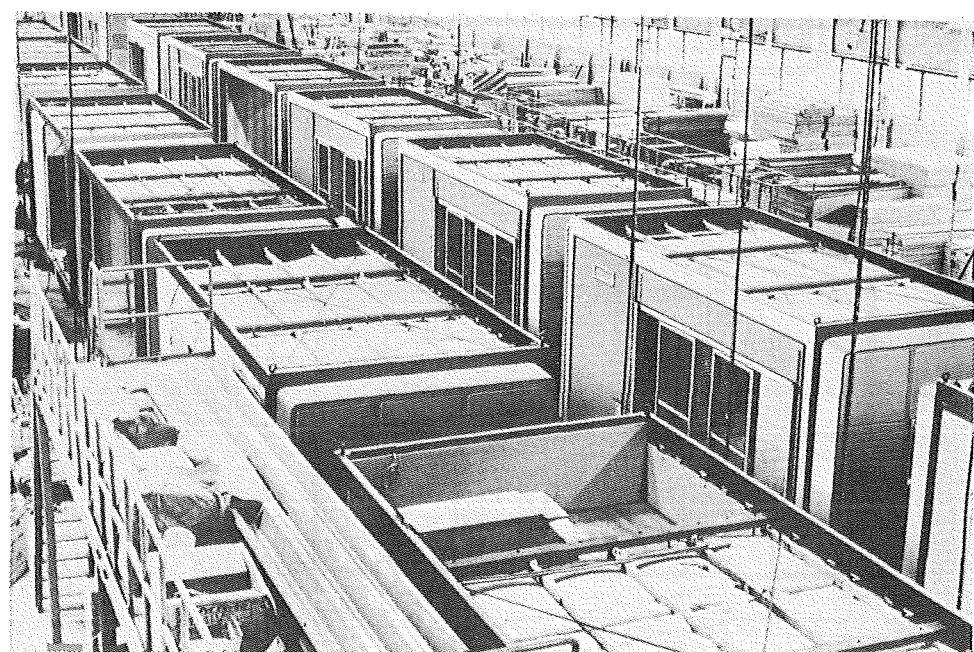
Figur 15.14
Præfabrikeret typehus opført af rumstore bokse. Bygningen er projekteret over et ubrudt planlægningsmodulnet på 6M x 6M. De modulære bokse ligger normalt i deres modulområde, og alle fugemidter falder i modullinierne.

Boksene blev fremstillet af spånpladebeklædte træskeletkonstruktioner, og bygnin-
gerne blev efter montagen på fundamenterne færdiggjorte med en udvendig ½ stens
skalmur.

»Mobile Homes«

Ideen med at gøre husproduktionen til en fabriksproduktion af færdige bokse rum-
mer meget store muligheder for rationalisering. Teknikken kendes således fra USA,
hvor den især anvendes til bygning af de såkaldte »mobile homes«, som er transpor-
table boliger, monteret på hjul, således at de kan flyttes, hvis der er behov derfor. Fi-
gur 15.15 viser et eksempel på en sådan bolig.

Figur 15.15
Mobile home fra USA.



Figur 15.16
Japanske enfamiliehuse
produceres i denne fabrik
på samlebånd af lette
materialer, der samles til
bokse. Produktionen har
mange lighedspunkter
med bilindustrien. Der
bruges kun 1,3 mandtime
pr m².

Figur 15.16 viser et andet eksempel på anvendelsen af samme princip, denne gang fra
Japan, som har en betydelig produktion af præfabrikerede huse udført som færdige
bokse. Den japanske industri kan opvise forbavsende produktionsresultater med et
mandtimeforbrug pr. m² helt nede på ca. 1,3. Teknikken er baseret på anvendelse af
metal-, træ- og gipsplader etc på et skelet af tynde, galvaniserede stålprofiler.

1970'ernes store, danske typehusmarked, kombineret med en høj levestandard blev
grundlaget for en industri, som vakte international opmærksomhed. Fra midten af
70'erne påbegyndtes en eksport af typehuse fra Danmark, hovedsageligt til naboland-
et Tyskland, og der udvikledes nye transportvenlige løsninger.

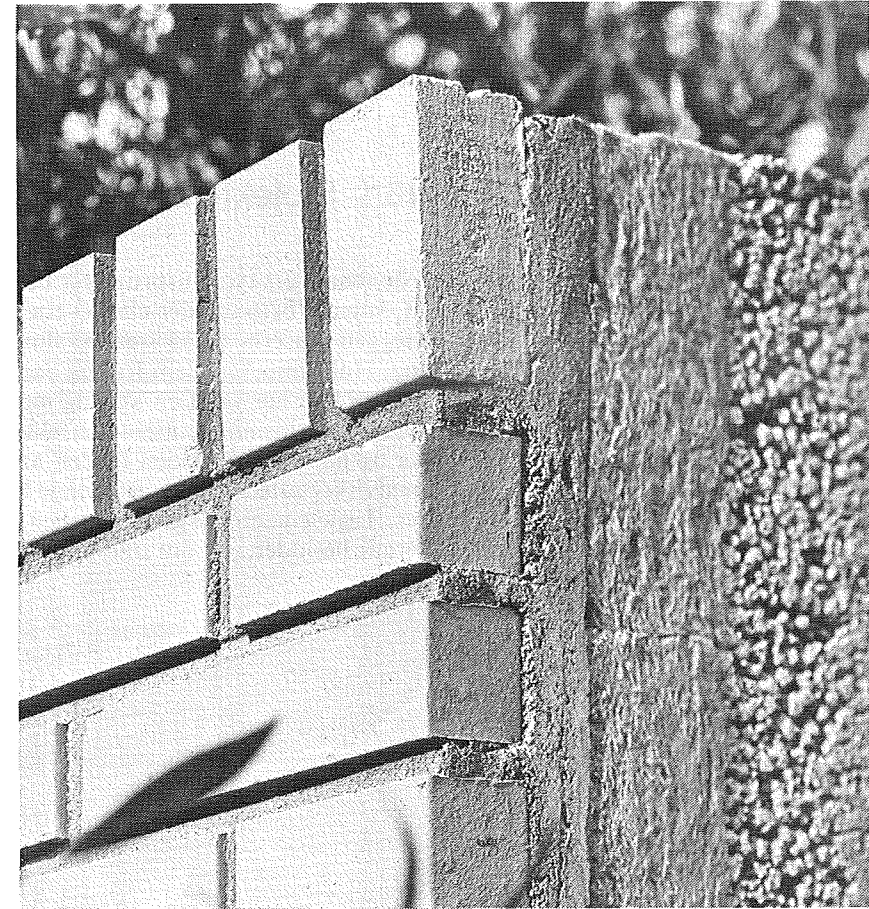
I dag under 80'ernes byggekrise er byggeeksporten også for typehusproducenterne et
af de få lyspunkter; men konkurrencen er naturligvis meget hård på de internationale
markeder. Figur 15.17 viser et billede fra Saudi Arabien, hvor Højgaard & Schultz har
opført 350 huse i en kombineret teknik af betonelementer, produceret på stedet, og
lette materialer til tagkonstruktioner og indvendige vægge.

Eksport af danske
typehuse



Figur 15.17
350 enfamiliehuse opført
af Højgaard & Schultz
ved Jeddah i Saudi
Arabien. Arkitekt: Klaus
Johansen.

Teglelementer som ydervægge er en syntese mellem murværkets gode materialeegenskaber og montageteknikkens høje produktivitet. Teglelementer er blevet afviklet gennem de sidste 30 år i Danmark og er i dag også en eksportvare.



16

16. Teglelementhus

Modulprojekt, eksempel 8

Enfamiliehus, gruppe C

I 1960'erne blev en betydelig del af enfamiliehusene projekteret individuelt. Mange arkitekter interesserede sig for enfamiliehusets problemer, og en væsentlig del af den forbedring af den danske boligstandard, som er sket i de sidste 20 år, foregik i 1960'erne med arkitekternes indsats på enfamiliehusområdet.

Med de stigende priser i 1970'erne, ikke mindst på jord og finansiering, blev den individuelle løsning for dyr for de fleste. Da der samtidig skete en betydelig rationalisering og typisering af byggeprocesserne, blev typehuset den naturlige løsning, som efterhånden dominerede boligmarkedet helt. I dette kapitel beskrives et typehus af gruppe C, dvs et projekt, der fremstilles som montagebyggeri af præfabrikerede elementer.

16.1 Projekteringsforudsætninger

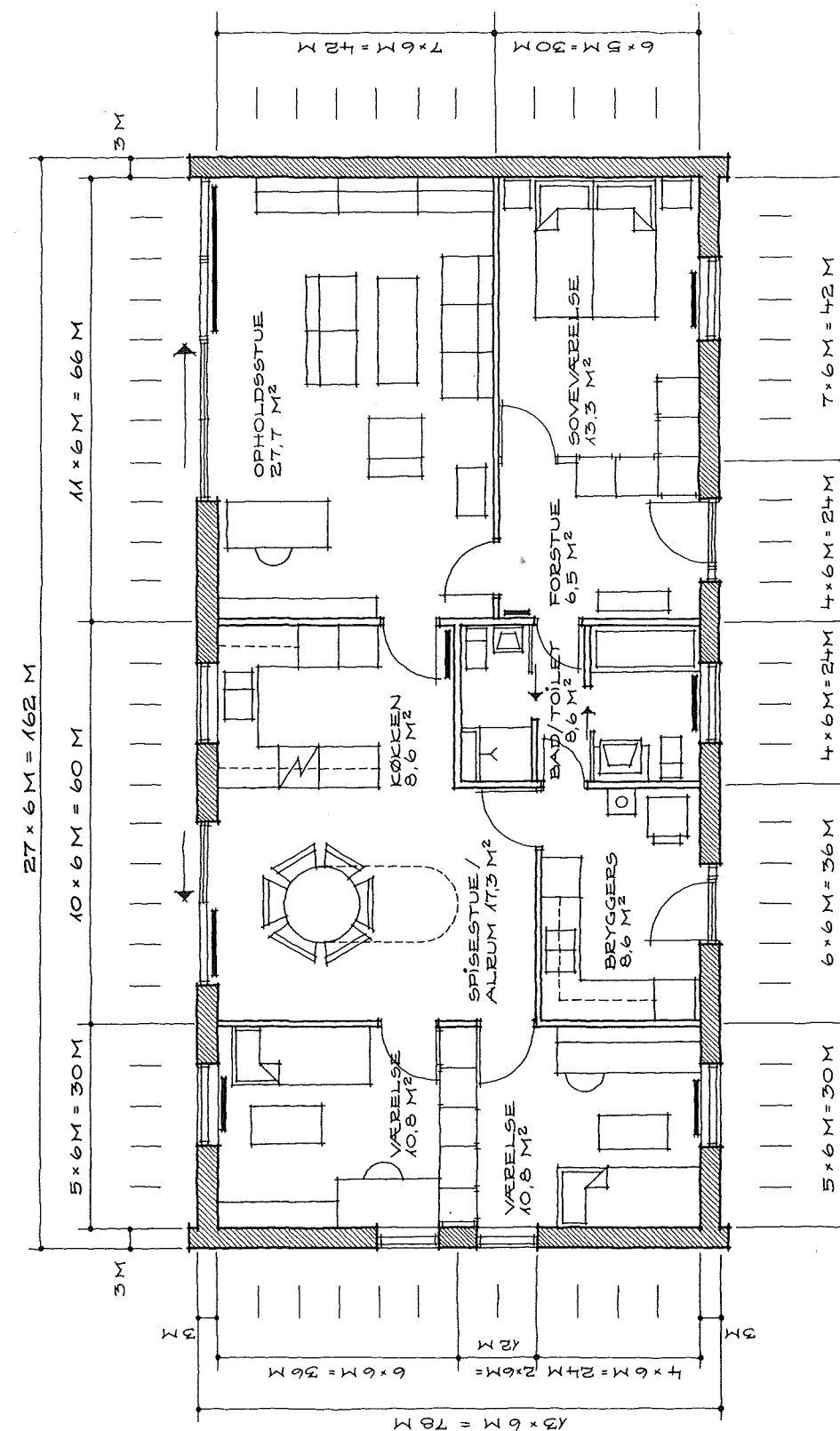
Typehusenes facader

I de senere års typehusprojekter består ydervæggen som regel af en bagvæg opbygget af enten letbetonplader eller et træskelet beklædt med lette byggeplader. Foran bagvæggen placeres en 1/2 stens skalmur, der opmures efter, at huset er kommet under tag. Hulrummet mellem for- og bagvæg isoleres med mineraluld. Som ydervæg til eksempel 8 er her valgt en løsning med præfabrikerede teglelementer; se figur 16.01 og -15. Denne løsning er mere konsekvent i sin anvendelse af præfabrikerede komponenter og har yderligere den fordel, at råhuset kan opføres på en å to dage. Løsningen medvirker således til at nedbringe byggetiden og dermed udgifterne til byggelånsrenter. Teglelementerne giver desuden projektet alle de fordele, som dette velegnede materiale besidder, og som stadig er det foretrukne materiale for de fleste husejere.

Figur 16.01
Præfabrikeret teglelementhus, typehusgruppe C.



Teglelementerne fremstilles med en bagstøbning af leca-beton, som afrettes plant og nøjagtigt i formene, således at der kan males og tapseteres direkte på vægfladerne uden anden efterbearbejdning end en spartling over fugerne. Denne teknik er forudsætningen for et nøjagtigt råhus, som gør det muligt at udføre de kompletterende bygningsdele hurtigt og nøjagtigt. Den samlede byggetid kommer herved ned på en å to måneder, afhængigt af den arbejdsstyrke, der er disponibel for færdiggørelsen.



Figur 16.02
Skitseplanen er optegnet over et 6M x 6M planlægningsmodulnet. Ydervæggene er placeret med deres indvendige side i en planlægningsmodullinie, medens de lette indvendige vægge er placeret efter akseprincippet.

EKSEMPEL 8
SKITSE AF ENFAMILIEHUS 1:100

16.2 Byggeprogram og byggesystem

Hustypen og dens brugsfunktioner

Byggekomponenter

Typehusets element-katalog

Planen, figur 16.02, viser en hustype på 126 m² med 4 værelser, spisestue/alrum, køkken, bryggers, bad og gæstetoilet. Husformen er den enklest mulige, rektanglet, som både giver simple konstruktioner og veldisponerede rum med gode møbleringsmuligheder og bekvemme adgangsforhold.

Udover de tidligere omtalte teglelementer er huset opbygget af præfabrikerede komponenter i størst muligt omfang, se efterfølgende modulelementkatalog.

Råhus:

Fundamenter:	Beton støbt på stedet
Kældervægge:	3M Leca-betonblokke med udvendig isolering
Dæk over kælder:	6M brede letbetonelementer
Gulv:	22 mm parketbrædder på hård mineraluld
Ydervægge:	3M tykke teglelementer
Yderdøre:	12M brede elementer
Vinduer:	B x H = 9M og 12M x 15M

Færdighus:

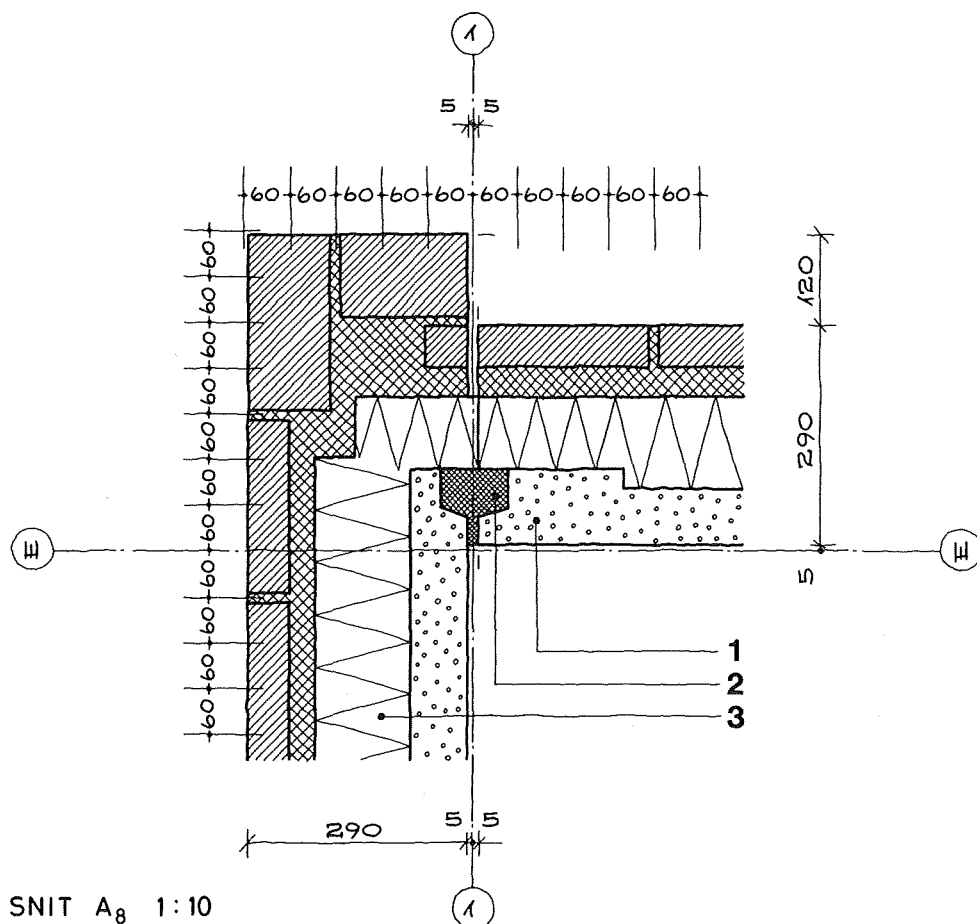
Indervægge:	6M brede lægtevægge
Døre:	8M og 9M brede
Køkkeninventar:	B = n x M

Konstruktivt system

Den bærende konstruktion består af simpelt understøttede elementer. Tagkonstruktionen er udført af fritbærende sømgitterspær, der understøttes på facadernes murremme. Herfra føres de lodrette laster gennem teglelementerne til husets fundamenter. Alle indvendige vægge bæres af dækket over krybekælderen. Disse dækelementer er simpelt understøttet på ydervæggene og en blokstensvæg midt i krybekælderen, se figur 16.14. Husets stabilitet for vandrette kræfter sikres af teglelementerne som skiver, der er låst sammen i hjørnerne. Desuden virker tagkonstruktion og dæk over krybekælder som vandrette skiver, der fordeler kræfterne til ydervæggene.

Figur 16.03
Vandret snit i samling mellem facade og gavlelement. Moduldetalje.

- 1 Facadeelement
- 2 Fuge
- 3 Gavlelement.



16.3 Modulplanlægning

Projektets komponenter placeres, som vist i det følgende, ved en hensigtsmæssig kombination af centrisk placering og sideplacering. Der indgår ingen neutrale zoner i projektet. Figur 16.03 viser samlingen mellem facade og gavl, som moduldetalje. Det ses, hvorledes begge ydervægskomponenter er sideplaceret langs modullinierne 1 og E. Figuren viser tillige, hvorledes teglstenenes egenmodul på 60 mm er indpasset i 3M-modultakten. Teglelementerne ligger således normalt i deres modulområde, bortset fra det ene specialelement i hjørnesamlingen.

Figur 16.04 viser vandret snit i samlingen mellem facadeelement og vindue. Også i denne samling er elementerne normalt placerede i deres modulområder med 5 mm fugeandele.

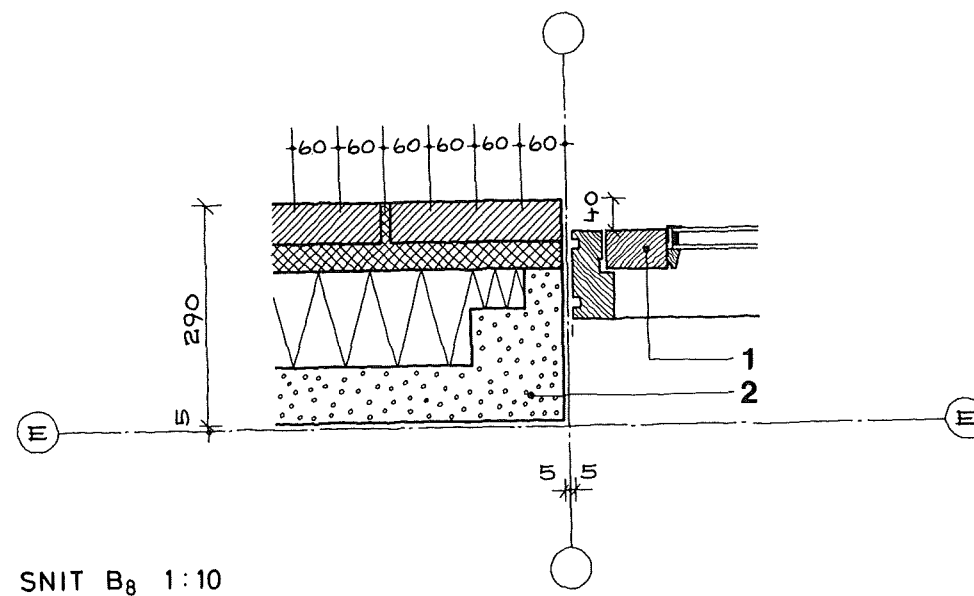
Figur 16.05 viser vandret snit i samlingen mellem ydervæg og let indervæg. Ydervæggen er sideplaceret med en fugeandel på 5 mm i forhold til modullinie E. Indervæggen er centrisk placeret i forhold til modullinie 2 og slutter sig til ydervæggen med en lægte, der fastholder den lette væg.

Placering af komponenter

Facade- og vindues-elementer

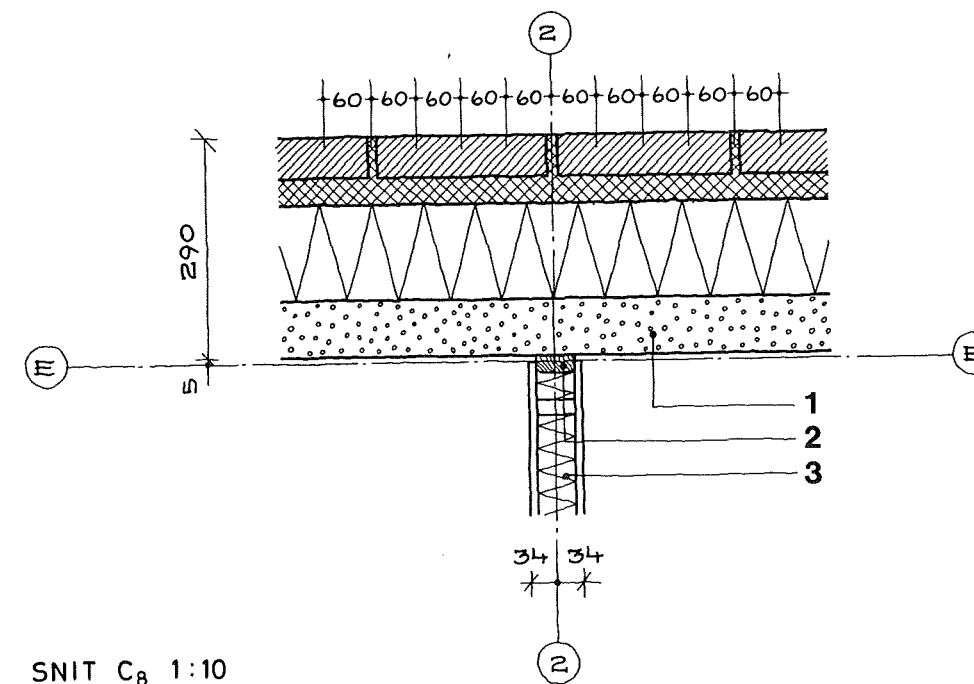
Figur 16.04
Vandret snit i samling mellem facadeelement og vindue. Moduldetalje.

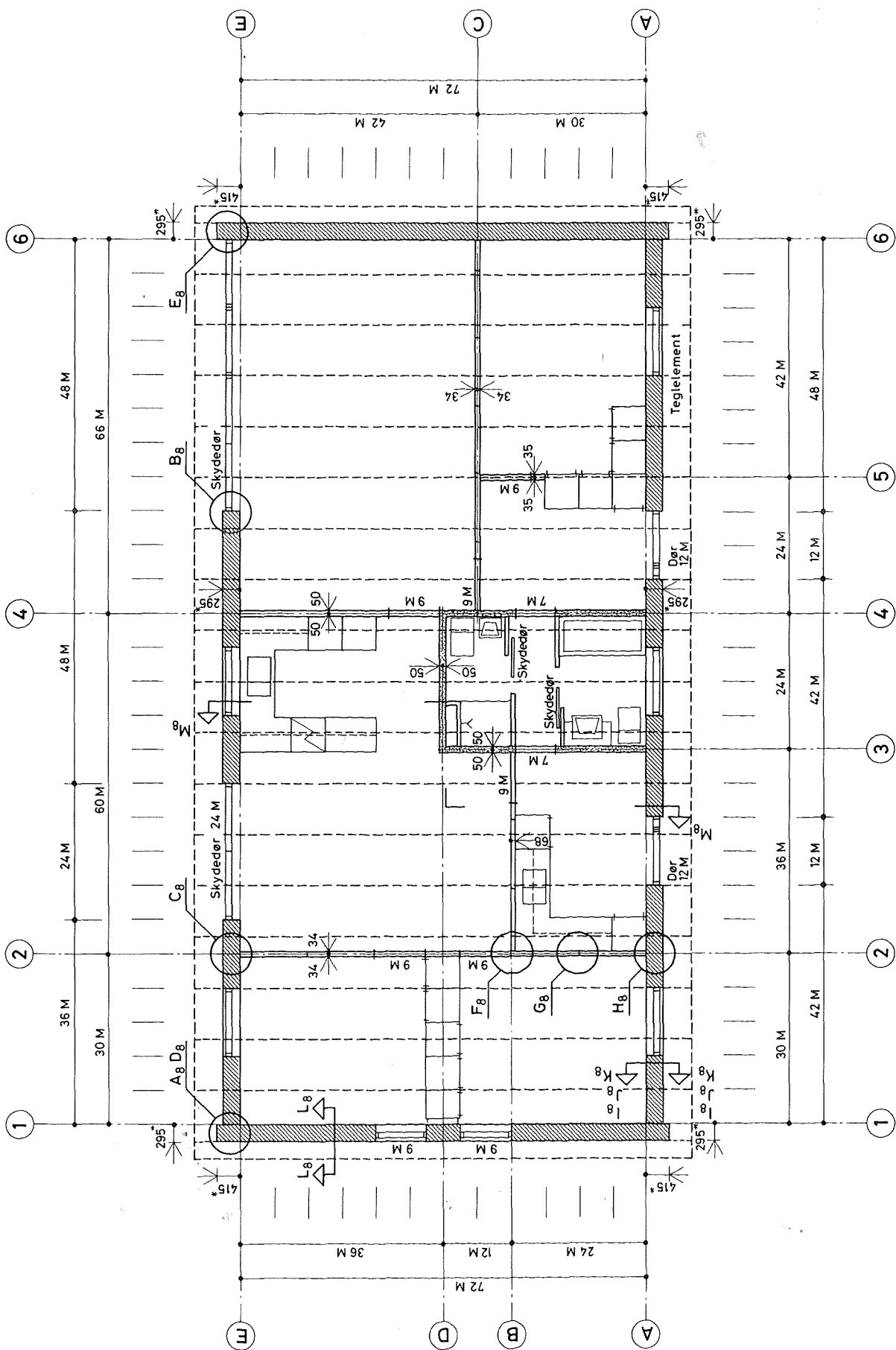
- 1 Vindue
- 2 Facadeelement.



Figur 16.05
Vandret snit i samling mellem ydervæg og let indervæg. Moduldetalje.

- 1 Facadeelement
- 2 Lægte
- 3 Let skillelæg.





EKSEMPEL 8
MODULOVERSIGTSTEGNING 1:100

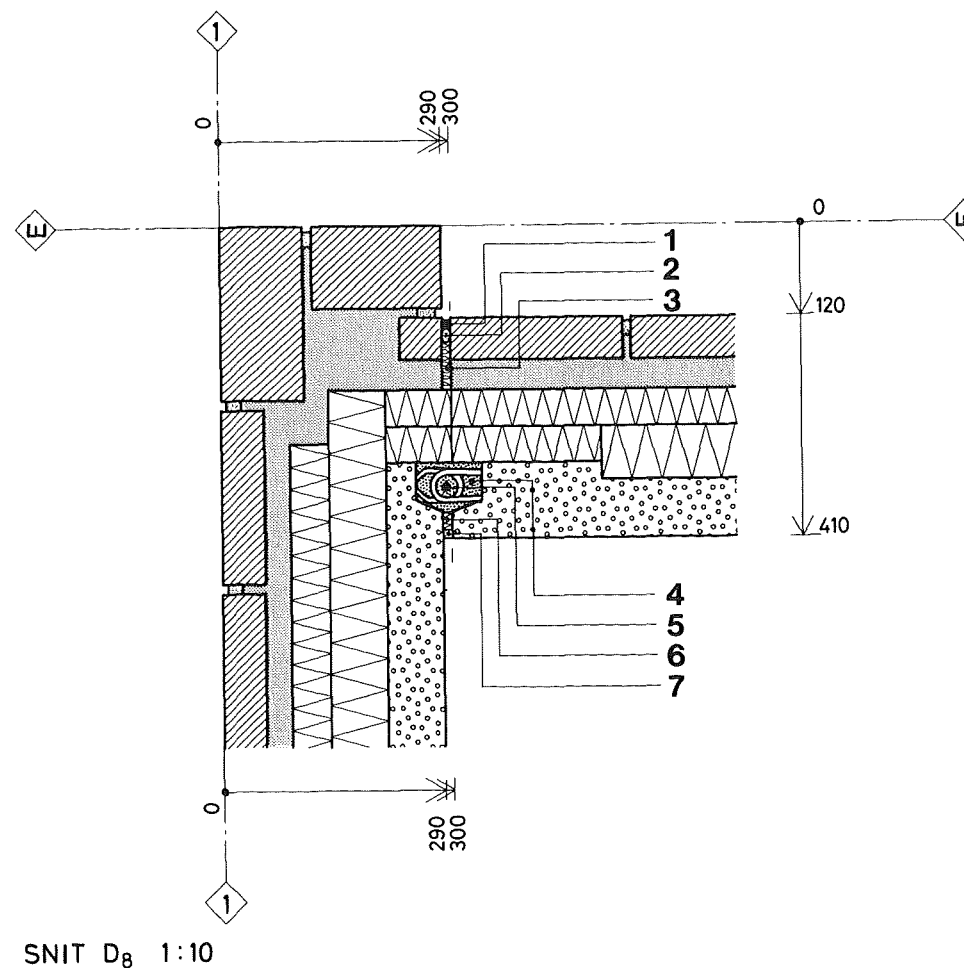
Figur 16.06
Moduloversigtstegning med husets komponenter placeret i forhold til 6M x 6M modulnettet.

Figur 16.06 viser projektets moduloversigtstegning med husets opdeling i komponenter og disses placering i forhold til modulnettet. Planen viser desuden beliggenheden af de forskellige detailsnit, både moduldetaljerne og de senere omtalte samlingsdetaljer. Det ses af planerne, at ydervæggene er udført af komponenter i størst mulig bredde. Således er de to gavle hver for sig udført i et stykke, 84M brede + de overragede hjørner; mens facaderne er opdelt i 3, henholdsvis 2 stykker mellem de viste yderdøre. Alle projektets 9M/12M brede vindueskomponenter er indsat i murhuller i teglelementerne. Tegningen viser desuden den centrale placering af alle de lette, indvendige vægge, undtagen væggen i modullinie B. Hvis brugsmæssige krav til rummålene havde gjort det ønskeligt, var der ikke noget i vejen for at afvige fra den viste strengt formelle anvendelse af placeringsreglerne for de lette, indvendige vægge. Eventuelle flytninger af væggene ville kunne klares med anvendelse af egnede passtykker i vægopstillingerne.

16.4 Elementer og samlinger

Figur 16.07 viser hjørnesamlingen mellem teglelementerne i gavl og facade. Tegningen viser elementernes opbygning som sandwich-elementer, bestående af en indvendig 85 mm Leca-betonskive, 125 mm mineraluldisolering og yderst en 90 mm forstøbning af tæt beton, hvori der er indlagt specialteglsten i formatet $b \times h \times t = 228 \times 55 \times 55$ mm. Sandwich-elementets to skiver er forbundet med en armering af rustfri »lyn«, se figur 16.15. De to elementer er støbt sammen i hjørnet med den viste forskydningslås armeret med bøjler og låsejern. Herved etableres en stiv hjørnesamling, der sikrer bygnings stabilitet overfor vandrette kræfter. Den udvendige fuger mellem elementerne er lukket med en mineraluldstopning, et fugeunderlag og en elastisk fuger. Fugerne mellem teglelementernes sten er udført på fabrikken med normal fugemørtel. Samlingen er, som det ses, målsat udfra de to målaf sætninglinier 1 og E, beliggende i flugt med gavlhjørnet.

Teglelementerne



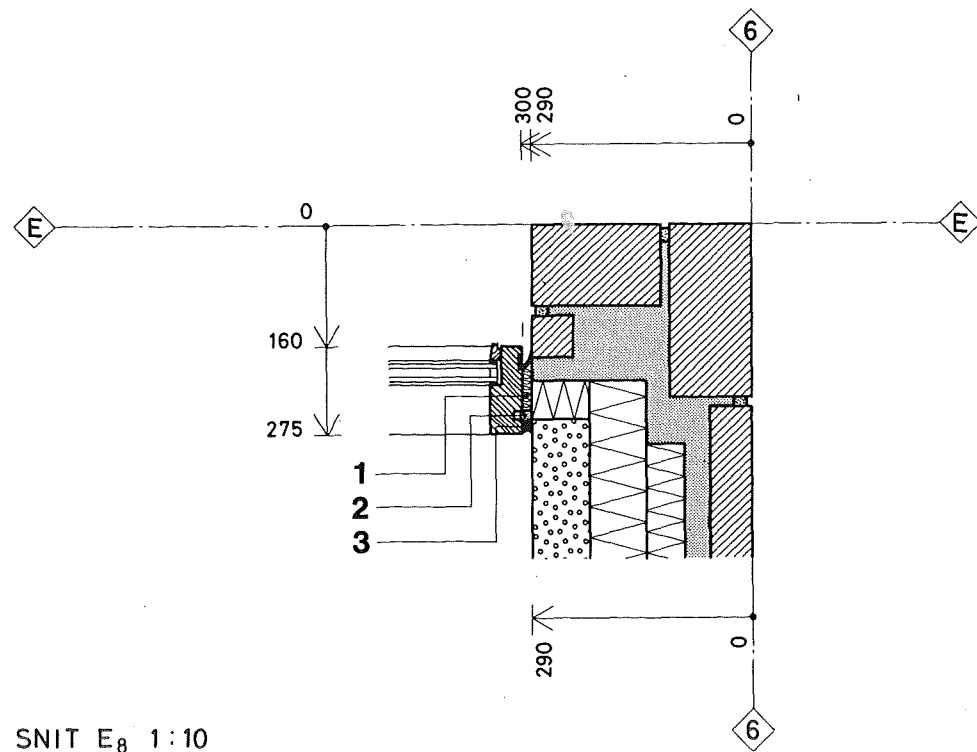
Figur 16.07
Vandret snit i samling mellem gavl og facadeelement. Samlingsdetalje.

- 1 Elastisk fuger
- 2 Fugeunderlag
- 3 Stopning
- 4 Fugebeton
- 5 Låsejern R10
- 6 Fugeunderlag
- 7 Elastisk fuger.

SNIT D_B 1:10

Figur 16.08
Vandret snit i samling mellem gavlelement og vindue. Samlingsdetalje.

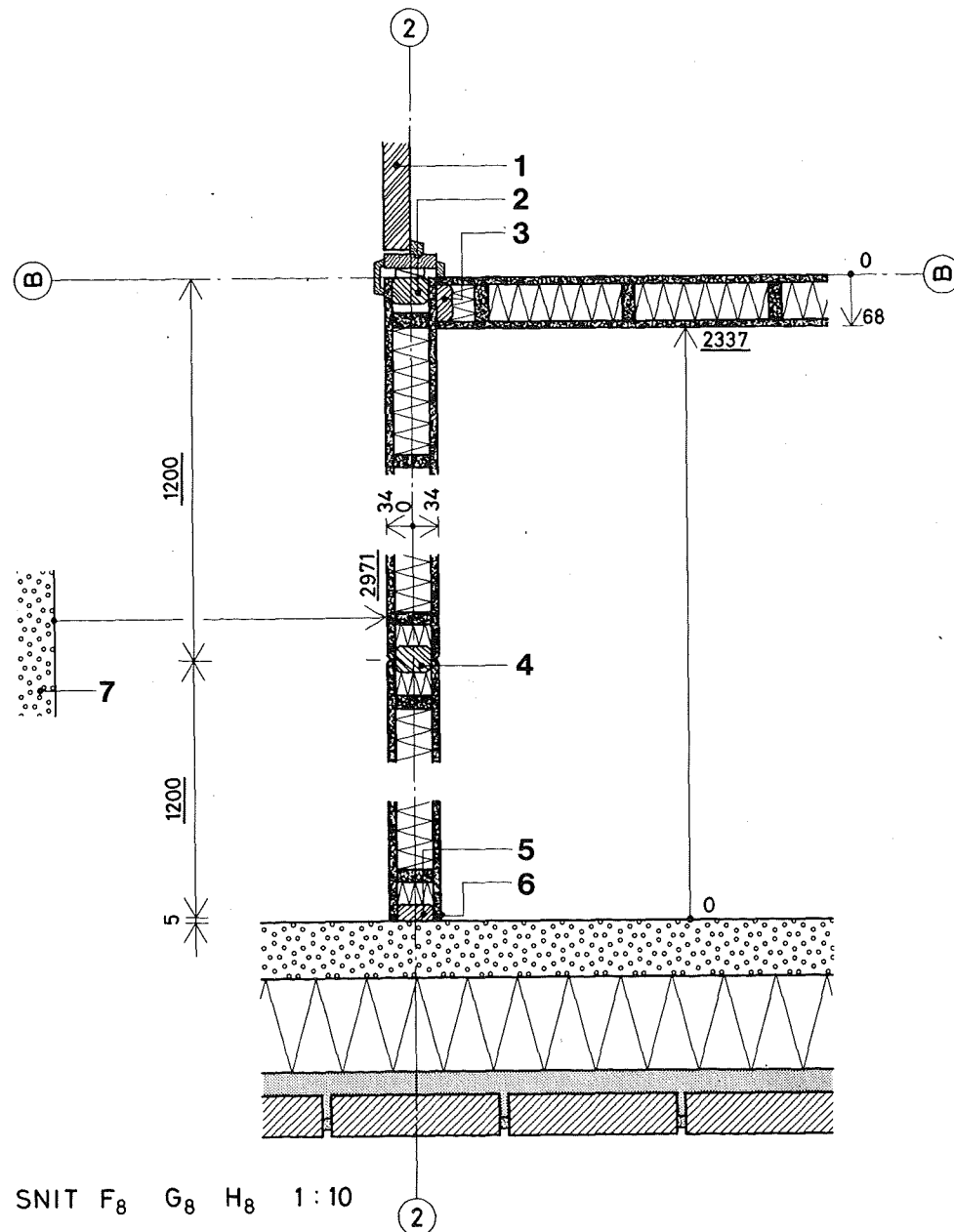
- 1 Stopning
- 2 Fugeunderlag
- 3 Elastisk fuger.



SNIT E₈ 1:10

Figur 16.09
Vandret snit i samlinger mellem lette vægge og ydervæg.

- 1 Dør
- 2 Stolpe
- 3 Lægte
- 4 Lægte
- 5 Lægte
- 6 Elastisk fuger
- 7 Gavl.



SNIT F₈ G₈ H₈ 1:10

Figur 16.08 viser samlingen ved det andet gavlhjørne mellem teglelement og vindue. Fugen mellem de to elementer er udført med en Neoprene-fugestrimmel yderst, derefter en mineraluldstopning og inderst en elastisk fugemasse, udført mod et egnet fugeunderlag. Samlingen er som figur 16.07 målsat fra målafsningslinier i flugt med gavlhjørnet.

Figur 16.09 viser vandrette snit i samlingerne mellem de lette vægge og deres tilslutning til ydervæggene. Der kan i projektet vælges frit mellem en række forskellige typer af lette vægge. De her valgte løsninger viser 12M brede gipspladevægge, som er opstillet på det færdige gulv. Vægelementerne samles indbyrdes og med ydervæggene med de viste 45 mm brede trælægter. Samlingen er målsat ud fra de eksisterende ydervægges overflader samt udvalgte modullinier i planen. De lette vægge kan give en lyd-isolation mellem rummene på $R'_w = \text{ca } 35 \text{ dB}$, hvis samlingerne udføres omhyggeligt. Se fx samlingen mellem den lette væg og facaden, hvor der er tætnet med en elastisk fugemasse.

Figur 16.10 viser lodret snit i krybekælderens ydervæg og gulv. Fundamentsrenderne og det 100 mm tykke kældergulv er udført af beton støbt på stedet. Under gulvet ligger et kapillarbrydende lag af fx singles eller nøddesten. Der er udført omfangsdræn omkring kælderen. Ydervæggen er opført af 290 mm tykke Leca-betonblokke, som er isoleret på ydersiden med 50 mm mineraluld beskyttet af en eternitplade. Vandrette mål er afsat ud fra den tidligere anvendte målafsningslinie i flugt med husets gavlhjørner.

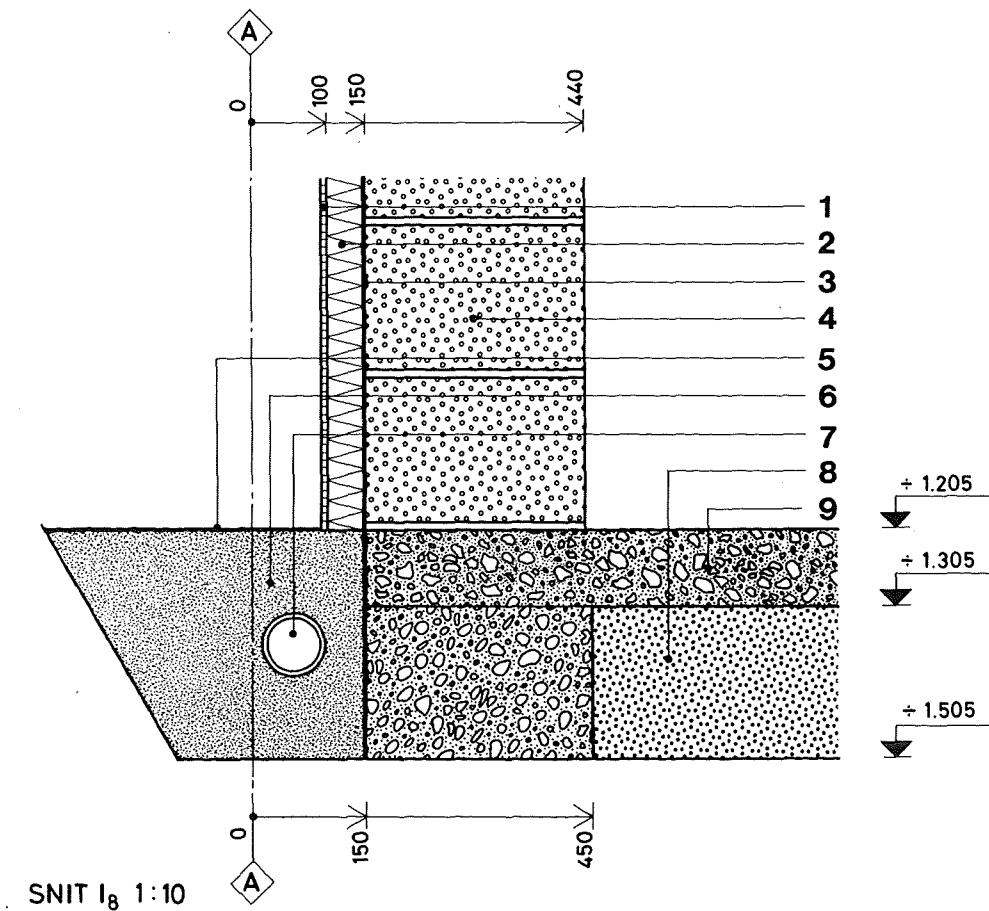
Hjørnesamling ved vindue

Lette vægge

Krybekælder

Figur 16.10
Lodret snit i krybekælders ydervæg og gulv.

- 1 Eternitplade, 8 mm
- 2 Mineraluld
- 3 Asfalt
- 4 Leca blokke
- 5 Tagpap
- 6 Singles
- 7 Drænrør
- 8 Nøddesten
- 9 Betongulv.



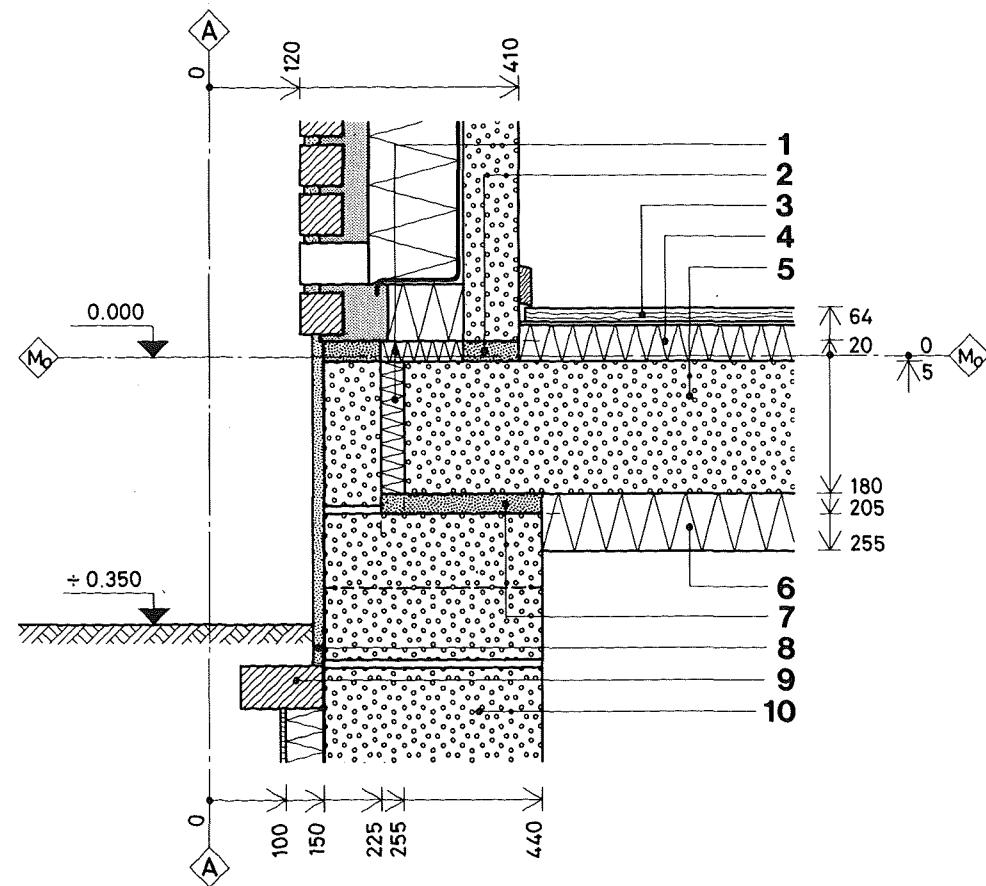
SNIT I₈ 1:10

Figur 16.11 viser lodret snit i samling mellem ydervæg, dæk og kældervæg. Dækket er udført af 175 mm tykke letbetonelementer, 6M brede. Da krybekælderen er ventileret til det fri, skal dækket isoleres, hvilket er gjort med isolering både af dækkets under- og overside. På undersiden er limet 75 mm tykke mineraluldsbatts; mens der på oversiden er udlagt et gulv, bestående af 50 mm hårde mineraluldplader, pålimet en hård træfiberplade. På dette underlag er der udlagt et 22 mm parketgulv.

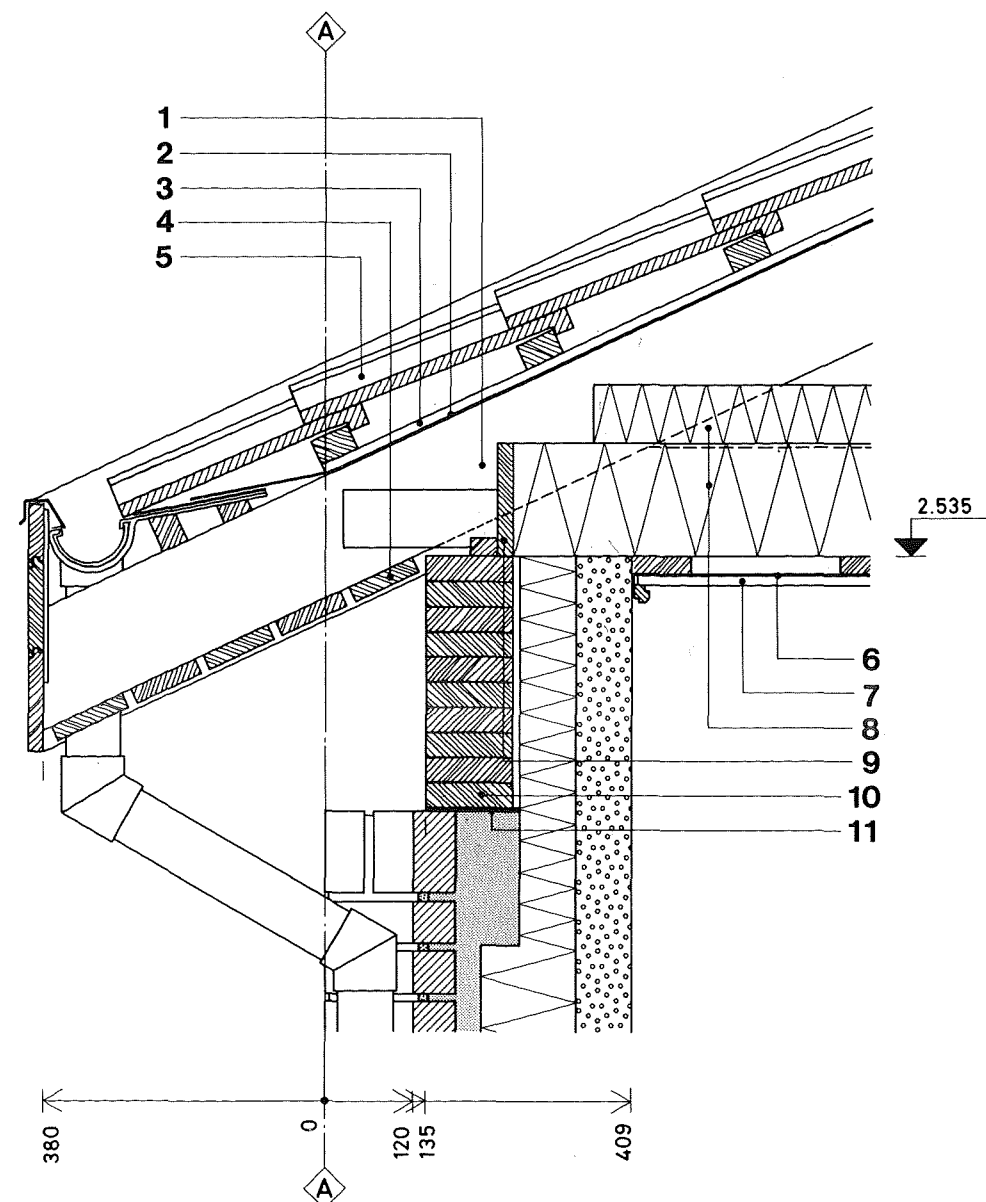
Ydervægselementerne er opstillet som vist med to understøpningsfuger af cementmørtel adskilt med en isolering, der er ført videre som kantisolering mellem dæk og sokkel. Det er ikke lykkedes at gennemføre en helt sammenhængende kantisolering i samlingen; men da »kuldebroen«, der forbinder soklens yderside med ydervæggens inderside, hovedsageligt forløber gennem letbeton, vil den kun give anledning til et meget begrænset varmetab. Samlingen er målsat udfra den tidligere viste målsætningslinje A og fra rådæckmodulplanet beliggende 5 mm over letbetondækket, jvf DS 1049.

Figur 16.11
Lodret snit i samling mellem ydervæg, krybekælder og kældervæg.

- 1 Kantisolering
- 2 Understopning
- 3 Parketgulv
- 4 Mineraluld 50 mm
- 5 Leca plader
- 6 Mineraluld 50 mm
- 7 Fuge, C 100
- 8 Puds, KC 20/80
- 9 Mursten
- 10 Leca blok.



SNIT J₈ 1:10



SNIT K₈ 1:10

Figur 16.12 viser lodret snit i samlingen mellem ydervæg og tag. Konstruktionen er opbygget således: På teglelementets yderskal oplægges den viste limtrærem, som boltes til de i elementet indstøbte bolte, se figur 16.15. På remmen oplægges præfabrikerede gitterspær, samlet med sømbeslag. Loftet opbygges på en spredt forskalling med dampbremse og pladebeklædning. Loftet isoleres med 225 mm mineraluld til $k = 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Tagfladen afsluttes med tagsten på lægter; på grund af den lille taghældning 25° , må der oplægges et undertag som vist. Med den viste opbygning honorerer tagkonstruktionen alle de aktuelle funktionskrav. Den lille »hylde« på toppen af teglelementet er kun acceptabel på grund af det store tagudhæng. Uden dette ville det være nødvendigt at afdække det øverste skifte i teglelementet med en metalafdækning for at undgå opfugtning og frostsprængning.

Figur 16.12
Lodret snit i samling mellem tagkonstruktion og ydervæg.

- 1 Sømbeslag
- 2 Undertag
- 3 Liste, 10 mm
- 4 Beklædning
- 5 Tagsten
- 6 Dampbremse
- 7 Loftsplader
- 9 Kantbræt, 20 x 150 mm
- 10 Limtræbjælke
- 11 Asfaltpap.

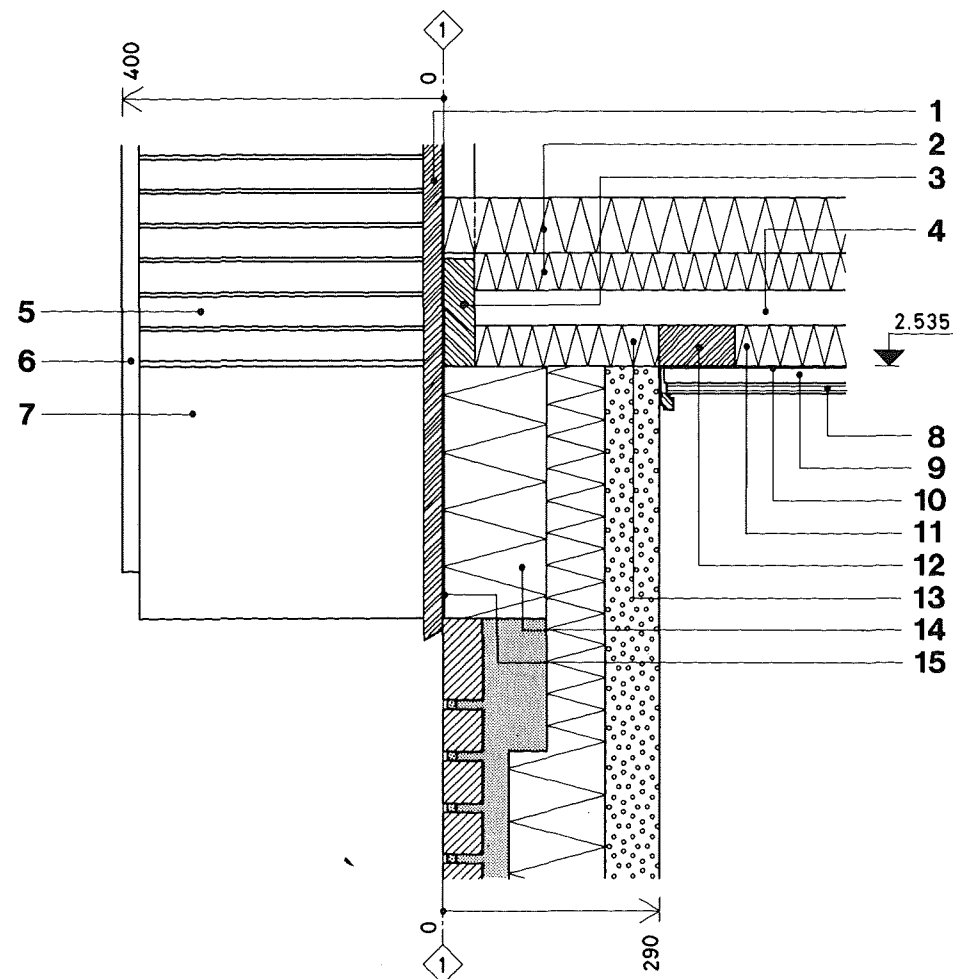
Tagfod

Samling mellem tag og gavl

Figur 16.13 viser lodret snit i samlingen mellem tagkonstruktionen og gavlens teglelementer. Tagkonstruktion og loft er opbygget som vist og beskrevet i figur 16.12. Samlingen mellem taget og ydervæggens teglelement er her ved gavlen afdækket med en bræddebeklædning, bag hvilken der er isoleret ekstra, som vist, og isoleringen er beskyttet med vindtæt pap.

Figur 16.13
Lodret snit i samling mellem tag og gavl.

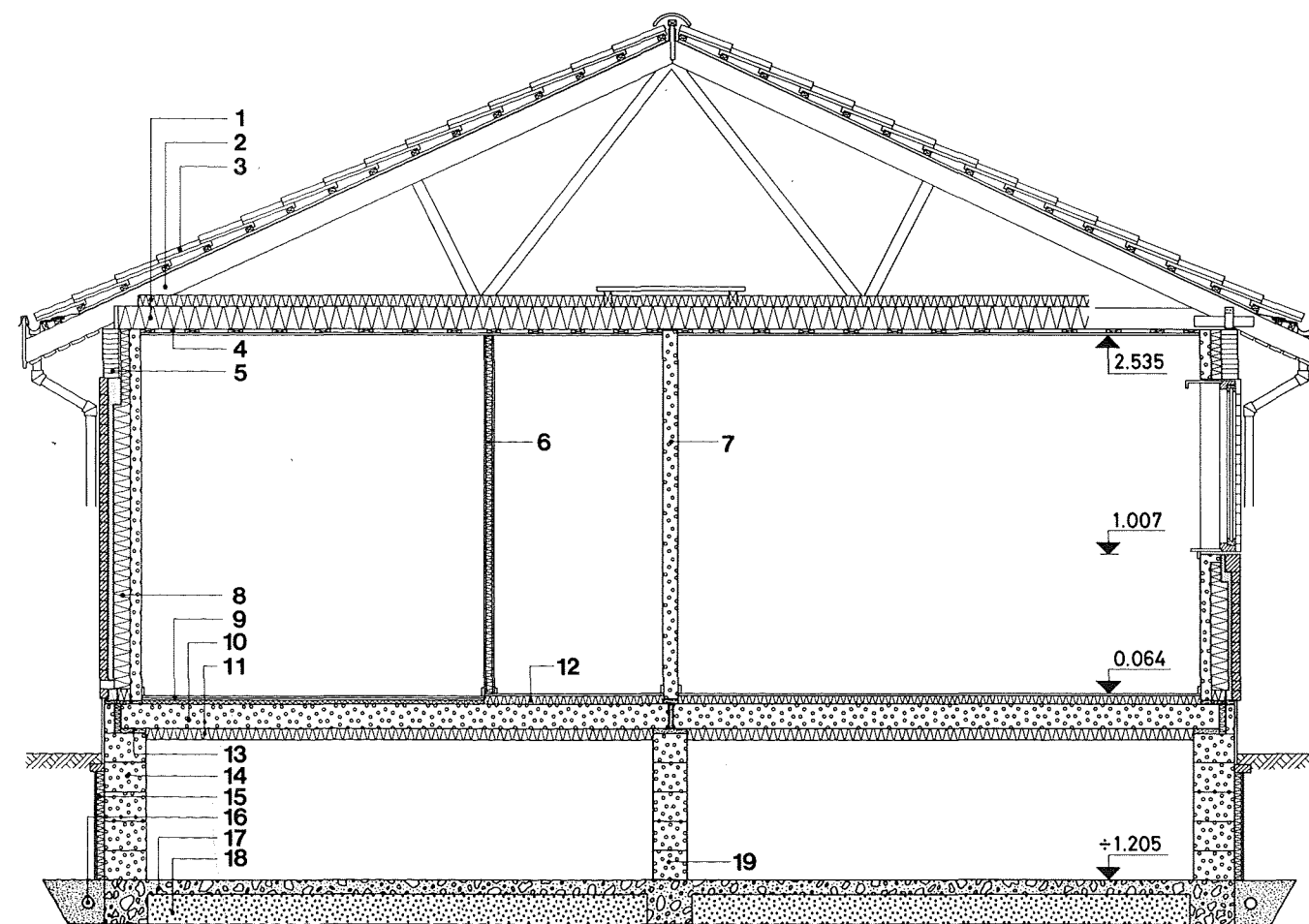
- 1 Bræddebeklædning, 25 mm
- 2 Isolering, 225 mm
- 3 Sømspær
- 4 Lægte
- 5 Bræddebeklædning
- 6 Vindskede
- 7 Limtræbjælke
- 8 Loftsplader
- 9 Spredt forskalling
- 10 Dampbremse
- 11 Isolering, 50 mm
- 12 Plankeunderlag
- 13 Isolering, 50 mm
- 14 Isolering, 140 mm
- 15 Asfaltpap.



SNIT L₈ 1:10

Figur 16.14 viser lodret snit i hele huset. Tegningen illustrerer bygningens konstruktive system og resumerer de i det foregående beskrevne samlinger.

Hovedsnit



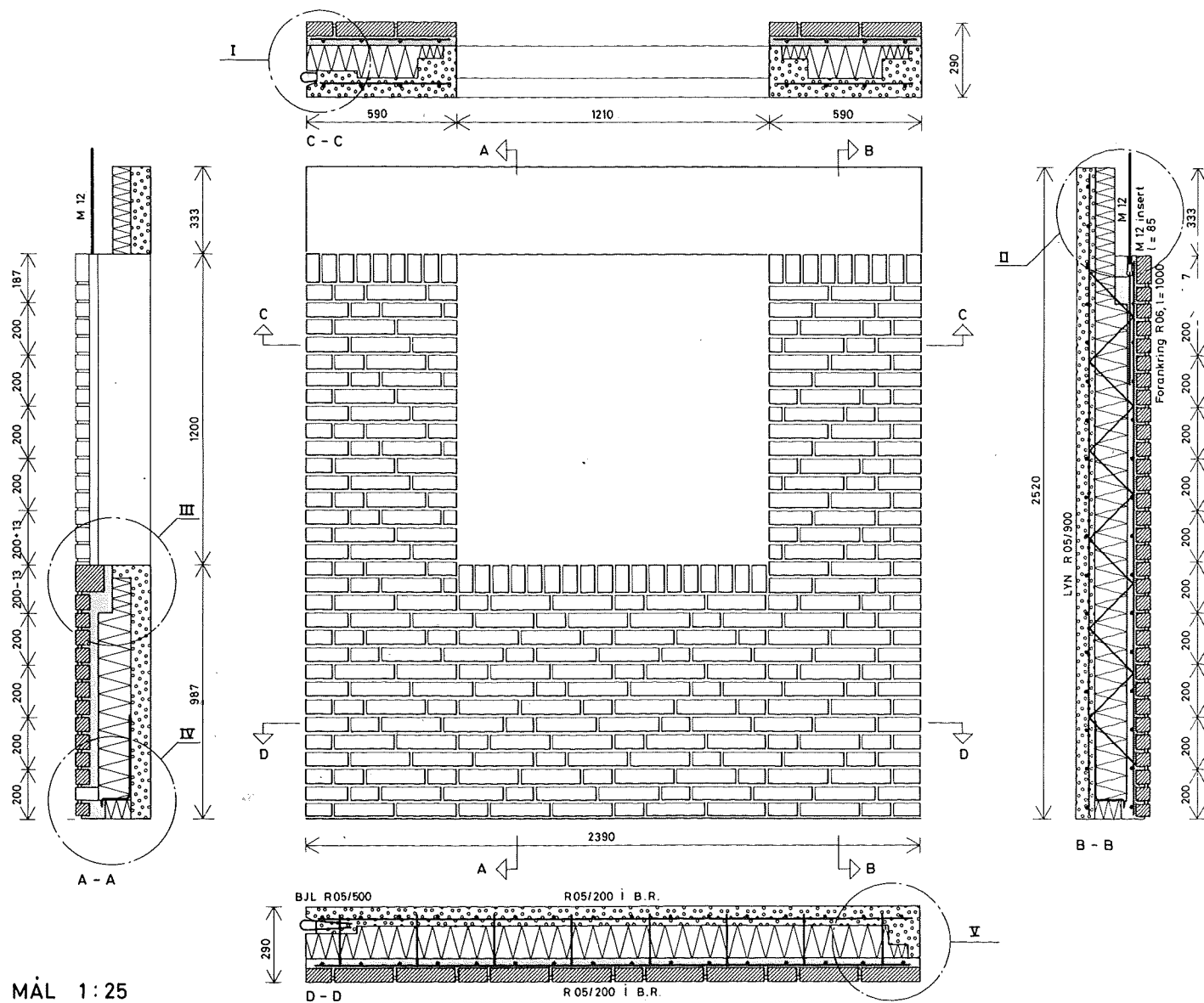
SNIT M₈
TVÆRSNIT 1:50

Figur 16.14
Lodret snit i typehuset.

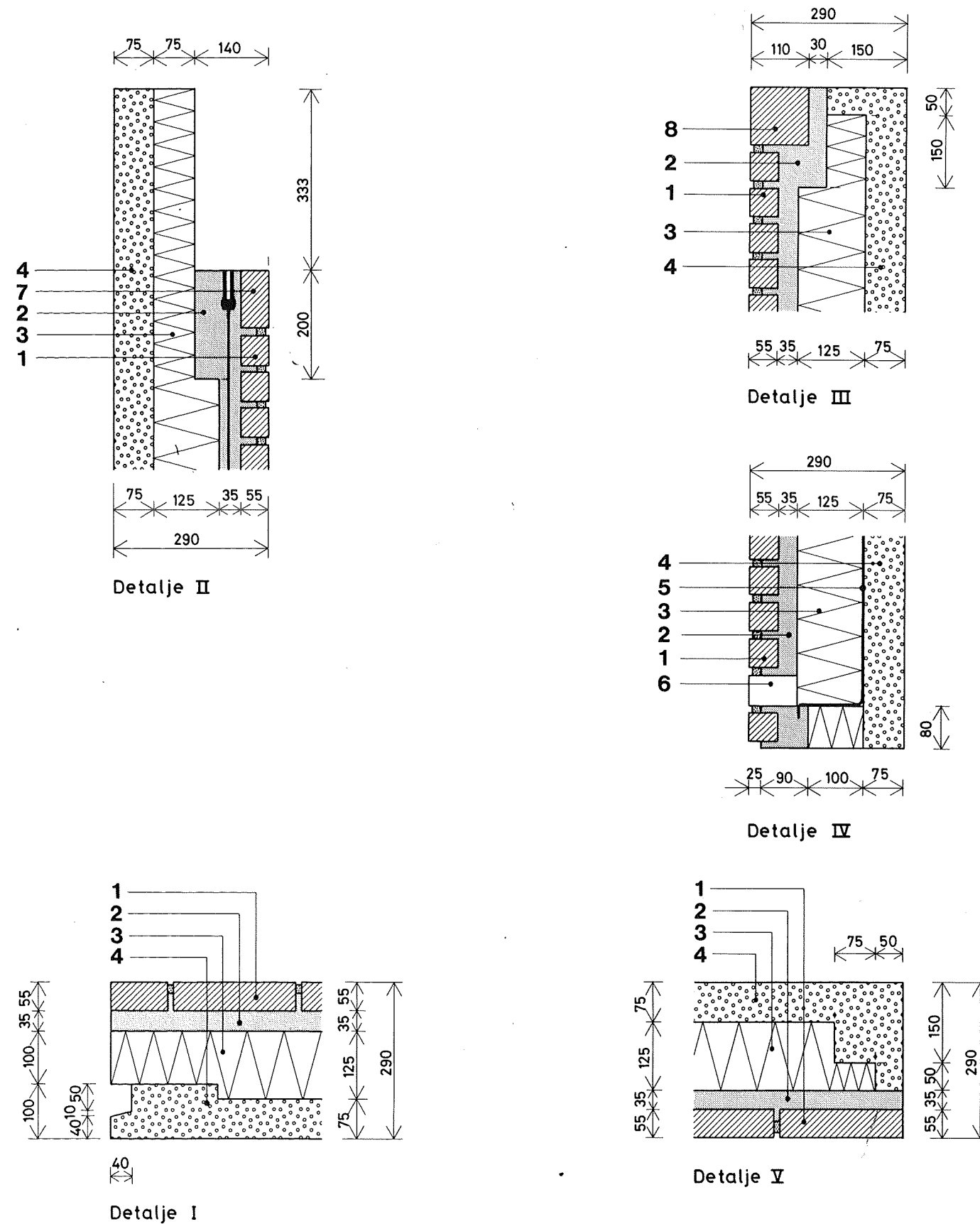
- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 Loftisolering | 2 Sømspær | 3 Isolering |
| 4 Pladeloft | 5 Limtræbjælke | 6 Lægtevæg |
| 7 Letbeton væg | 8 Tagelement | 9 Flisegulv |
| 10 Leca plader | 11 Isolering | 12 Parketgulv |
| 13 Fuge, C 100 | 14 Leca blokke | 15 Eternitplade |
| 16 Singels | 17 Betongulv | 18 Nøddesten. |

Figur 16.15 viser elementtegning af et typisk facadeelement. Tegningen viser elementets opbygning som et sandwichelement med armering i begge skiver og rustfri »lyn«, der forbinder for- og bagskive. Elementet er som vist forsynet med løftebolte M12, der også anvendes til forankring af den på figur 16.12 viste facaderem. Ydervægselementet er type-godkendt af Boligministeriet med følgende ydeevner: Bæreevne - 42 kN/m som regningsmæssig last, der kan påføres enten elementets for- eller bagskive. Varmeisoleringen med 125 mm mineraluld og de viste kuldebroer giver en resulterende k-værdi = 0,24 W/m² °C. Brandkrav, - elementet er klassificeret som BS 30.

Figur 16.16 viser detailsnit af teglelementet. Tegningen viser bl.a., hvorledes kuldebroer er begrænset til det minimum af kantforstærkninger, der er nødvendige. I snit III og V er sandwichelementets for- og bagskiver støbt sammen, idet man på disse steder har false, der skal bygges sammen med vinduer og døre. Ved alle øvrige elementkanten er kuldebroer helt undgået.



Figur 16.15
Teglelement fra Skakbeton.



MÅL 1:10
Figur 16.16
Detailsnit af teglelement.

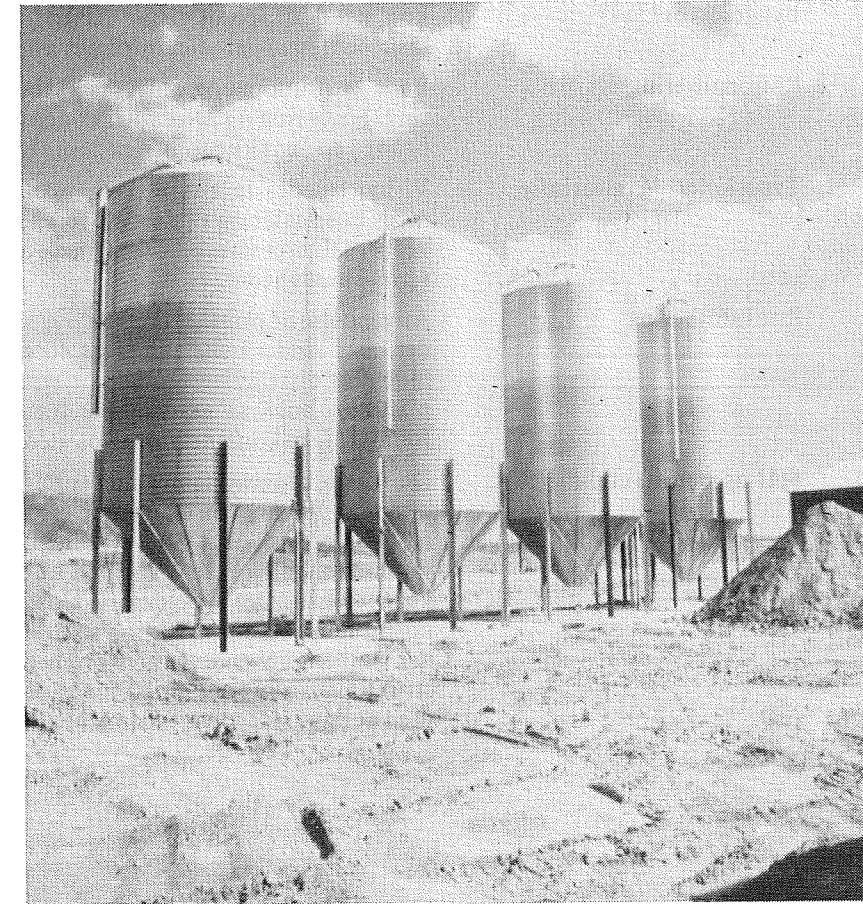
- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1 Teglsten | 2 Beton | 3 Mineraluld |
| 4 Lecabeton | 5 Asfaltpap | 6 Udluftning |
| 7 Rulskifte | 8 Rulskifte. | |

16.5 Installationer og udstyr

Fleksibel udstyrsstandard

Typehuset er et rendyrket eksempel på en bygning, hvor installationer og konstruktioner er adskilt. Indenfor facaden, som udgør bygningens statiske hovedsystem sammen med tagkonstruktionen, er bygningen helt fleksibel. Lette vægge kan opstilles og nedtages, hvor det ønskes, og installationerne kan fremføres under krybekælderdekke til et vilkårligt punkt i planen. Det bliver herved muligt at projekttere husets installationer og udstyr helt frit, og der kan således vælges et vilkårligt højt niveau af husets udstyrsstandard. Det er ikke mindst denne egenskab ved projektet, som betinger husets høje kvalitet og generelle anvendelighed.

Dansk know-how om montagebyggeri og landbrug arbejder sammen i dette store projekt fra Libyen, hvor Danfarm Contractors opfører en serie kyllinge- og kvægfarme i Wadi el Hira, 65 km syd for Tripoli. Kontrakten er på 1,3 milliarder d.kr. Projektet er beskrevet i AKTUELLE BYGGERIER, »Byggeindustrien«, december 1982.



17

17. Institutions- og erhvervsbyggeri

Bolig-, institutions- og erhvervsbyggeri

Gennem 1960'erne udgjorde boligbyggeriet ca. halvdelen af den samlede byggeproduktion i Danmark, se litt. 17.1, figur 17.04. I begyndelsen af 70'erne, hvor både bolig- og privatforbruget kulminerede, nåede boligbyggeriet op på en 75% andel. Men efter oliekriserne, den økonomiske afmatning og boligmarkedets mætning, udgjorde erhvervsbyggeriet i 1980 ca. 50% af den i øvrigt stærkt faldende byggeproduktion; se figur 17.01.

En voksende erhvervsbyggesektor?

Denne tendens med en voksende erhvervsandel i byggeriet vil muligvis fortsætte i de kommende år, fordi vi har behov for en større erhvervssektor til at modvirke arbejdsløsheden; men det vil naturligvis afhænge af landets politiske situation iøvrigt.

Rationalisering

Både institutions- og erhvervssektoren rummer opgaver, som egner sig til rationalisering, typisering og præfabrikering, og en udvikling på dette område har da også været i gang i en årrække, omtrent som i boligsektoren.

Typeskoler, -kontorhuse mv

Vi har således fået typiserede skoler, kontorbygninger, fabrikskøkkener og plejehjem; mens hospitaler og til dels universiteter har været så store enkeltopgaver, at de er blevet projekteret særskilt, selvom de ud fra et funktionssynspunkt også indeholder typiseringsmuligheder.

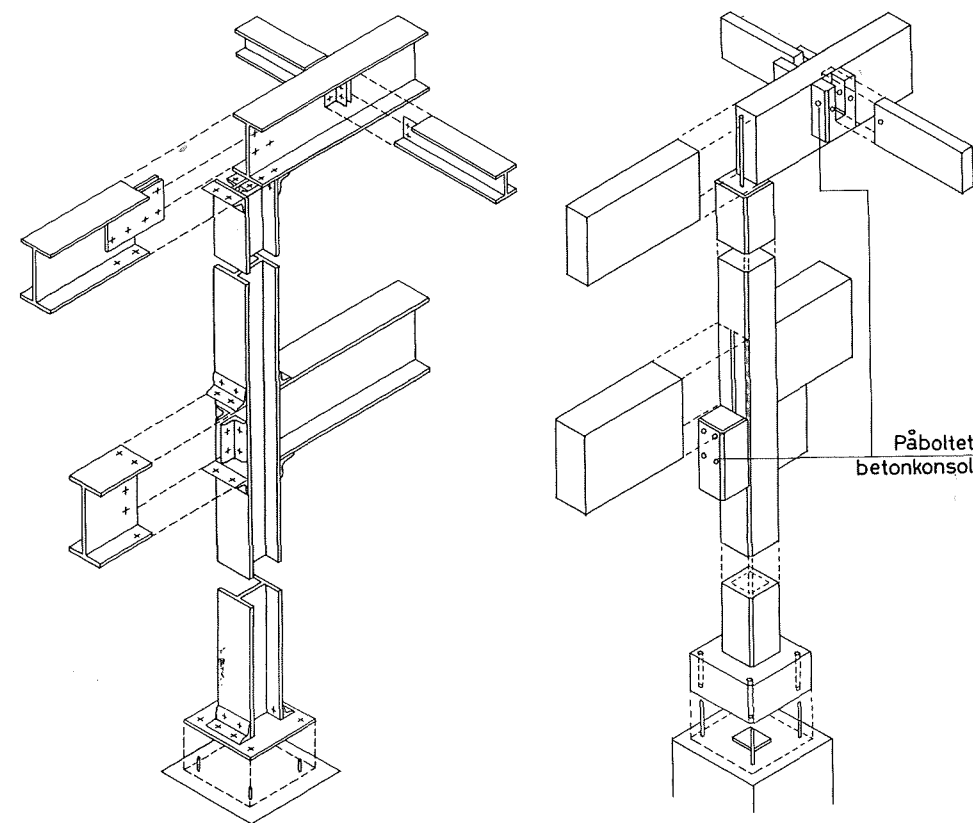
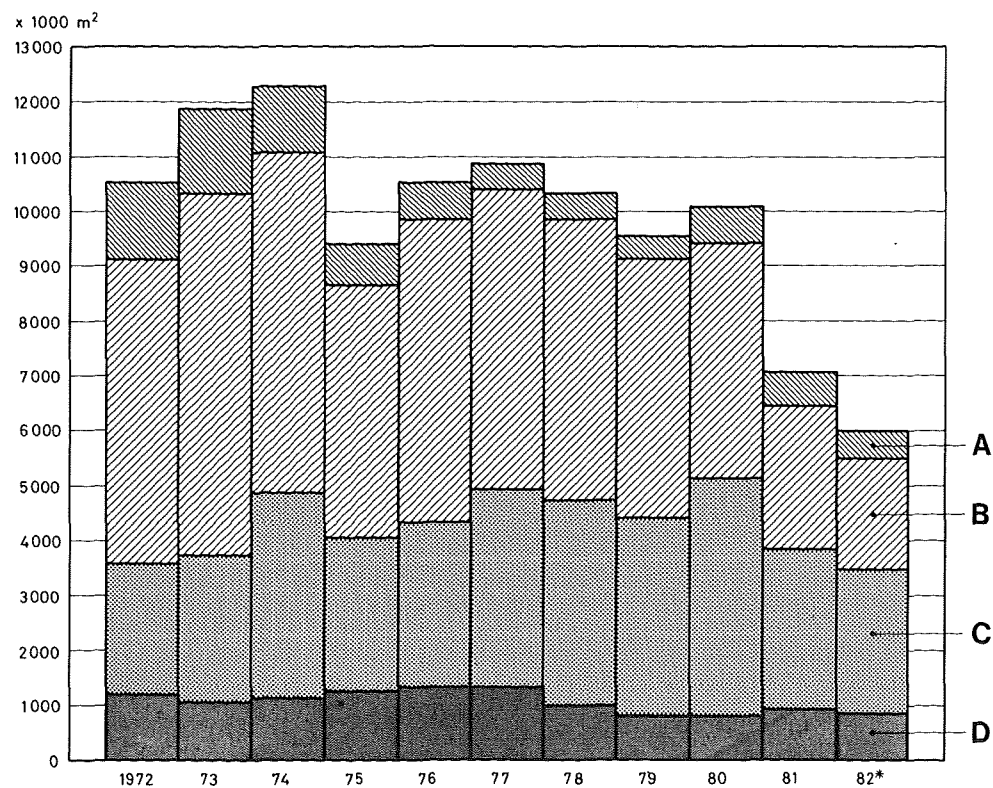
Præfabrikering

Anvendelse af præfabrikerede bygningsdele til institutions- og erhvervsbyggeri begynder her i landet i slutningen af 40'erne. De relativt 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 konstruktioner på stedet.

Stål og beton, chokbeton

De første byggesystemer med præfabrikerede betonelementer dukker op i Amerika omkring 1930, hvor elementer og samlinger udvikles med stålkonstruktionerne som forbillede. Se figur 17.02. 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 17.03.

Figur 17.01
Fordelingen af byggeri i Danmark 1972-82.
A Flerfamiliehuse
B Enfamiliehuse
C Erhvervsbygninger
D Ikke-erhvervsbygninger.
Kilde: Danmarks Statistik 10-års oversigt 1983; 1982-tal foreløbigt.



SKELETKONSTRUKTIONER I STÅL OG JERNBETON

Figur 17.02
De første betonelementer udvikledes med stålkonstruktioner som forbillede.
Amerikanske byggesystemer fra omkring 1940.



Figur 17.03
Samlingerne mellem disse chokbetonelementer er udført med forspænding.

Figur 17.04
Med forspænding kan der opnås momentstive samlinger i betonelementbyggeriet.



Forspændt beton

Med den forspændte betons fremkomst åbnes yderligere muligheder for elementkonstruktioner: Dimensionerne og dermed vægten kan reduceres, og momentstive samlinger kan udføres; se figur 17.04. I dag (1983) råder byggeriet over en lang række præfabrikerede komponenter og byggesystemer inden for de tre materialegrupper, beton, stål og træ. Kapitel 18, 19, 20 og 21 viser en del af disse muligheder for henholdsvis typeskoler, kontorhuse og haller i præfabrikerede udgaver.

17.01 Målkoordinering

Ligesom målkoordinering er en forudsætning for boligbyggeriets industrialisering er den det også for institutions- og erhvervsbyggeriet. 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 præferencemålrækkerne fra DS 1075, omtalt i afsnit 2.3. Specielt for halbyggeri har DS udsendt en standard, DS 1077, der anviser præferencemål for de horisontale mål i denne bygningskategori. Figur 17.05 gengiver tabellen over disse mål.

Målene i DS 1077 er simpelthen de fire første rækker fra DS 1075. Ligesom i denne er målene udvalgt ud fra princippet voksende mål, voksende målspring, som her fører til, at man i det vigtige område fra ca. 10 - ca. 20 m anbefaler 24 M målspring. Herved får man bl.a. de tilsyneladende »skæve« mål 16,8 m og 19,2 m, som imidlertid er velegnede til mindre haller og bl.a. giver mulighed for at opbygge disse hovedkonstruktioner af 24M brede elementer. Se figur 17.06.

Præferencemålene fra DS 1077 anvendes i mange typehaller, som det fremgår af firmakataloger mv, se fx BPS-centrets Bygningsdelsoversigter Konstruktive delsystemer, litt. 17.8 - og denne bogs kapitel 21. Andre eksempler på standardisering af præferencemål findes i DS/R 1086 Planlægningsmodul og præferencemål for plejehjem, litt. 17.3 og den tilsvarende DS/R 1087 for kontorbygninger, litt. 17.4. Begge disse rekommandationer anbefaler 6M som planlægningsmodul, og præferencemål efter målrækkerne i DS 1077. I praksis vil elementleverandørerne nok stille sig ret fleksibelt til disse mål og efter behov tilbyde også nogle målspring, der er mindre end de, der anbefales i DS 1077. Sådanne spørgsmål afgøres ud fra markedsforholdene; men det forringer ikke værdien af de klare principper, der er indeholdt i standardbladene. Figur 17.06 viser en principtegning af en flerskibs halkanstruktion, hvor sammenhængen mellem de mange koordinerede mål på komponenter og fagvidder er belyst.

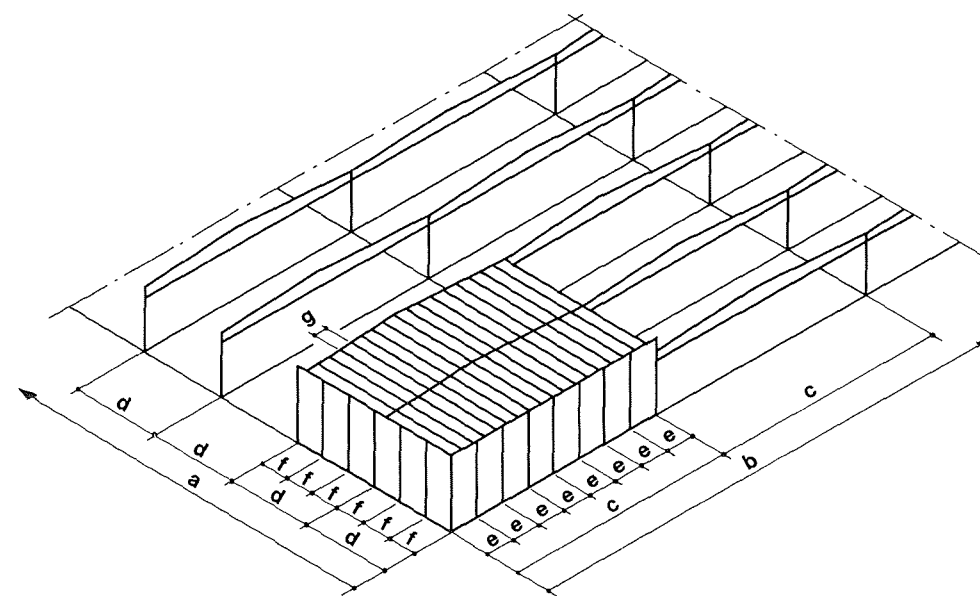
Præferencemålrækken Mål i M = 100 mm	Fordoblingsrækker			
	1	2	3	4
3M	3			
mål-	6			
spring	9	9		
	12		15	
	15	18		
	18			21
	21			
	24	24		
6M	30		30	
mål-	36	36		
spring	42			42
	48	48		
12M	60		60	
mål-	72	72		
spring	84			84
	96	96		
24M	120		120	
mål-	144	144		
spring	168			168
	192	192		
48M	240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

Figur 17.05
Horisontale præferencemål for haller fra DS 1077.

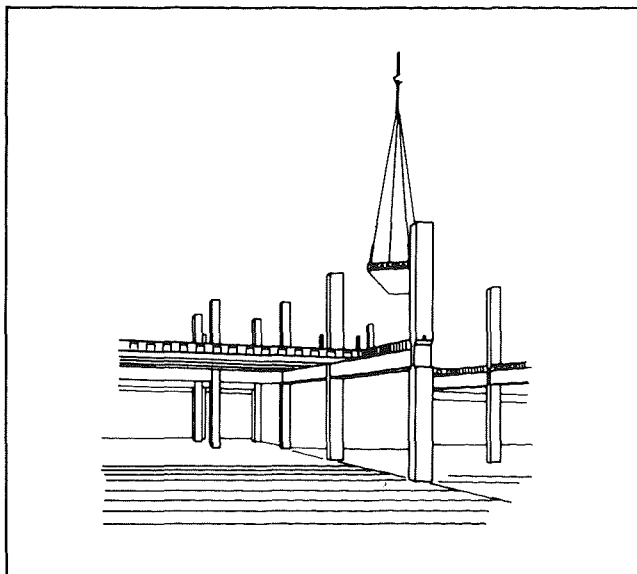
Præferencemål, DS 1075 og 1077

Eksempler på præferencemål

DS/R 1086 og 1087



Figur 17.06
Udsnit af flerskibshal med hovedmål a, b, c... g efter DS 1077.



1.0	IDENTIFIKATION			
1.1	HANDELSBETEGNELSE			
	Spændbeton System S			
1.2	MARKEDSFØRENDE			
	A/S Dansk Spændbeton A/S Nordjydsk Spændbeton			
1.3	PRODUCERENDE			
	A/S Dansk Spændbeton A/S Nordjydsk Spændbeton			
1.4	UDFØRENDE			
	Systemets komponenter leveres og monteres af producenten			
1.5	MARKEDSFØRING			
	<input checked="" type="checkbox"/> Separat markedsføring	<input type="checkbox"/> Som en del af totalprojekt	<input type="checkbox"/> Andet	
	Systemet leveres som delentreprise eller underentreprise			
1.6	LEVERANCEFORM OG OMFANG			
	<input type="checkbox"/> Projekt	<input checked="" type="checkbox"/> Element leverance	<input checked="" type="checkbox"/> Montage	<input type="checkbox"/> Andet
	Producent har projektansvaret for systemets elementer og samlinger			
1.7	MARKEDSOMRÅDE			
	<input checked="" type="checkbox"/> Sjælland	<input checked="" type="checkbox"/> Jylland	<input checked="" type="checkbox"/> Fyn	<input type="checkbox"/> Andet
	<input type="checkbox"/> Export	<input type="checkbox"/> Licenser		
	Systemet indgår i know how salg i udlandet			
1.8	BYGNINGSKATEGORIER			
	<input checked="" type="checkbox"/> Børneinstitutioner	<input checked="" type="checkbox"/> Undervisningsbyg	<input checked="" type="checkbox"/> Administrationsbyg	<input type="checkbox"/> Sundheds væsenbyg
	<input checked="" type="checkbox"/> Plejehjem	<input type="checkbox"/> Kollegiebyggeri		<input type="checkbox"/> Andet
	Systemet er hidtil ikke anvendt i Landbrugs- og boligbyggeri samt boliglignende byggeri.			
1.9	SUPPLERENDE OPLYSNINGER			
	Systemet har siden 1969 været anvendt i ca. 40 byggerier, referenceliste kan rekvireres.			

Figur 17.07
Eksempel på byggesystem i spændbeton, registreret og beskrevet i BPS-publikation 8.

2.0	KARAKTERISTIK AF DET KONSTRUKTIVE DELSYSTEM												
2.1	KONSTRUKTIONSPRINCIP				HOVEDMATERIALE								
		Loåret belastning	Tvåv stabilitet	Långde stabilitet	Situ beton	Præfab beton	Stål	Trå	Tegl				
Lodret bærende	Søjler	●				●							
	Tvårvægge												
	Gavle												
	Långdevægge												
	Facader												
	Rammer												
Vandret bærende	Plade	●	●	●		●							
	Ribbeplade												
	Krydsribbepl.												
	Bjålker	●	●	●		●							
	Rammer												
	Kryds												
Supplerende afstivning	Skakte	○	●	●	●	●							
	Vægskiver	○	●	●	●	●							
	Fundament	●				●							
2.2	ETAGEANTAL												
	<input checked="" type="checkbox"/> 1 etg	<input type="checkbox"/> 2 etg	<input type="checkbox"/> 3 etg	Max 5 etg									
2.3	PLANLÆGNINGSMODUL												
	12 M x 12 M												
2.4	HORIZONTALE KONSTRUKTIONSMÅL (Søjleafstande)												
	Præferencemål												
		12	24	36	48	60	72	84	96	120	144	168	192
	Dæk	L	n x M										
	Tagdæk	L											
	Max spændvidde	Dæk: 90 M					Tagdæk: 120 M						
2.5	VERTIKALE KONSTRUKTIONSMÅL												
	Præferencemål												
		26	28	30	32	34	36	42					
	Etagehøjde	H = 28M + nM											
	Fri loftshøjde	Under bjælker: H - bjælkehøjde					Under dæk: H - 2,5M						
2.6	TILLADELIG BELASTNING												
	400 kg/m ² og opefter, afhængigt af dækspånd.												
2.7	SUPPLERENDE OPLYSNINGER												
	Bjælkehøjder: 5M, 6M og 7M. Projekteringsgrundlag kan rekvireres.												

17.2 Typisering af systemer

Ved siden af den officielle typisering, gennemført ved hjælp af de før omtalte DS-rekommandationer, er der forløbet en tilsvarende udvikling i den private byggesektor, som i en årrække har markedsført typeskoler, -kontorhuse, -haller osv. Dette parløb mellem offentligt og privat udviklingsarbejde er et særkende for dansk byggeindustri og en af dens fornemste kvaliteter.

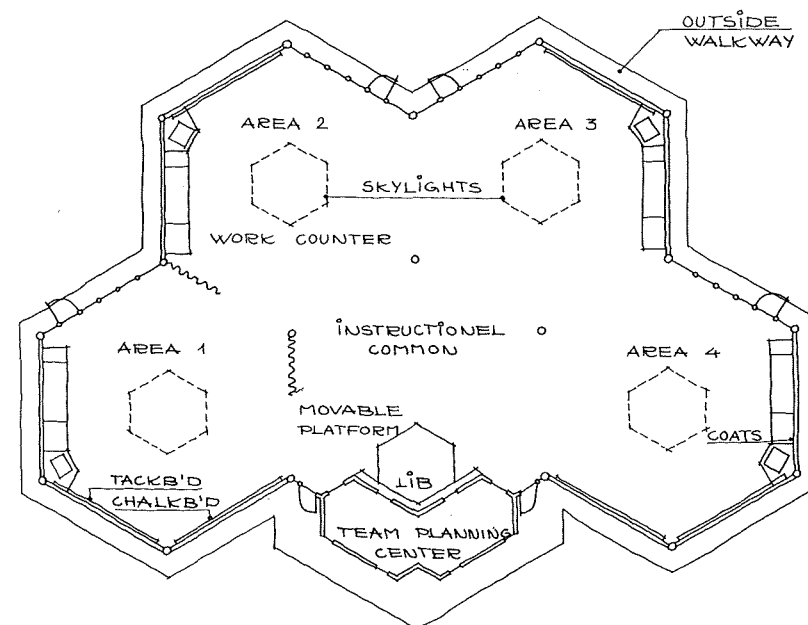
I »Byggeindustrien« 1971.2, litt. 17.10 er eksempelvis givet en oversigt over de vigtigste typeskoler på markedet i 1971. Alle skolerne er modulprojekterede - men på forskellig vis - og de tekniske løsninger udviser meget stor variation, fx med materialevalg i murværk, beton, træ og stål.

En tilsvarende oversigt over dansk kollegiebyggeri findes i BI 1972.11, se litt. 17.11.

Den bedste oversigt over det danske byggemarkeds typiserede systemer fås hos BPS-centret, som siden sin start i 1973 har beskæftiget sig indgående med en registrering af såvel hoved- som delsystemer. Dette arbejde er et væsentligt led i centrets bestræbelser på at fremme en ny, industriel byggeskik. Der henvises bl.a. til litt. 17.5, 6, 7 og 8 samt til figur 17.07, der er hentet fra litt. 17.6. BPS-publikationerne ajour-føres ca. hvert 2. år og giver således et aktuelt billede af byggemarkedet.

17.3 Brugskrav og planløsninger

Problemerne ved valg af planlægningsmoduler og præferencemål må ses i relation til brugskravene til bygningerne. Udvalget af mål inden for en præferencerække må være passende stort til at tilfredsstille rimelige funktionskrav. På den anden side er det 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 multianvendelige bygninger. En industrihal skal helst kunne bruges ikke alene til den samme industris ændrede produktion om 5 år eller om 10 år, men også til en anden industri, eventuelt 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 17.08.



Offentlig og privat typisering

Danske systemskoler i Byggeindustrien 1971.2

Dansk kollegiebyggeri i Byggeindustrien 1972.11

BPS

Funktionskrav og mål

Figur 17.08
Amerikansk skolebyggeri med »undervisningslandskab« efter åben planprincippet. Løsningen, der også har været forsøgt i Danmark, giver store problemer med bl.a. lydisolation mellem klasserne.

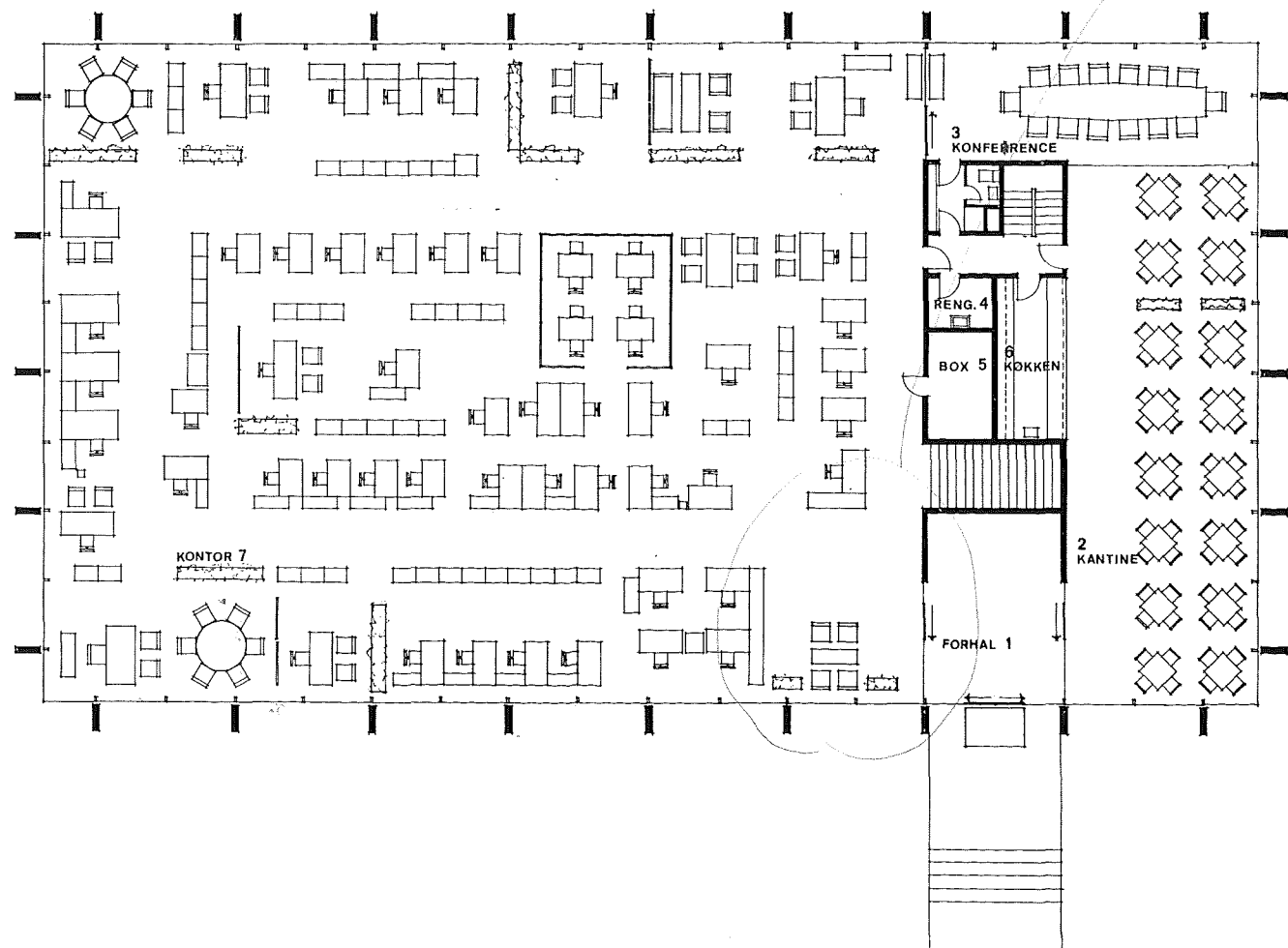
Kontorhuse med åben plan

I kontorhusbyggeriet har kravet om maximal fleksibilitet ført til mange eksempler på bygninger med mere eller mindre åbne planer, de såkaldte kontorlandskaber. Det største, kendte danske eksemplar er Topsikrings bygning i Ballerup med et »landskab« på 190 x 58 m eller 11.020 m². Projektet er omtalt i litt. 17.12. Et andet kendt eksempel er »Teknikerbyen« i Virum, hvor bygningens søjle-bjælke-dækkonstruktion muliggør en fri indretning af kontorerne med eller uden skillevægge.

Åben plan - stadig et åbent spørgsmål?

Mange års diskussioner og erfaringer med åben plan-løsningerne synes at vise, at de kan fungere tilfredsstillende, hvor bygningerne planlægges og indrettes omhyggeligt ud fra særlige krav til belysning, opvarmning og ventilation, afskærmning, lydregulering mv. Hvor kontorarbejdet væsentligt består af rutineoperationer, er problemerne med åben plan mindst, mens mere koncentreret, skabende arbejde naturligt nok kræver større isolation - i praksis oftest enkeltmandskontorer. På et større rådgivende ingeniørkontor i Teknikerbyen kan man finde alle variationer fra en- og to-mands kontorer til mindre »landskaber«; de sidste dog opdelt i små grupper ved hjælp af ca. 1,7 m høje, flytbare skærmvægge.

Figur 17.09 og 10 viser plan og interiør fra et kontorlandskab, projekteret og gennemført konsekvent efter åben plan princippet. Der henvises til litt. 17.12 for yderligere oplysninger.



Figur 17.09
Plan af kontorlandskab. J.A. Alstrup A/S, Hasselager



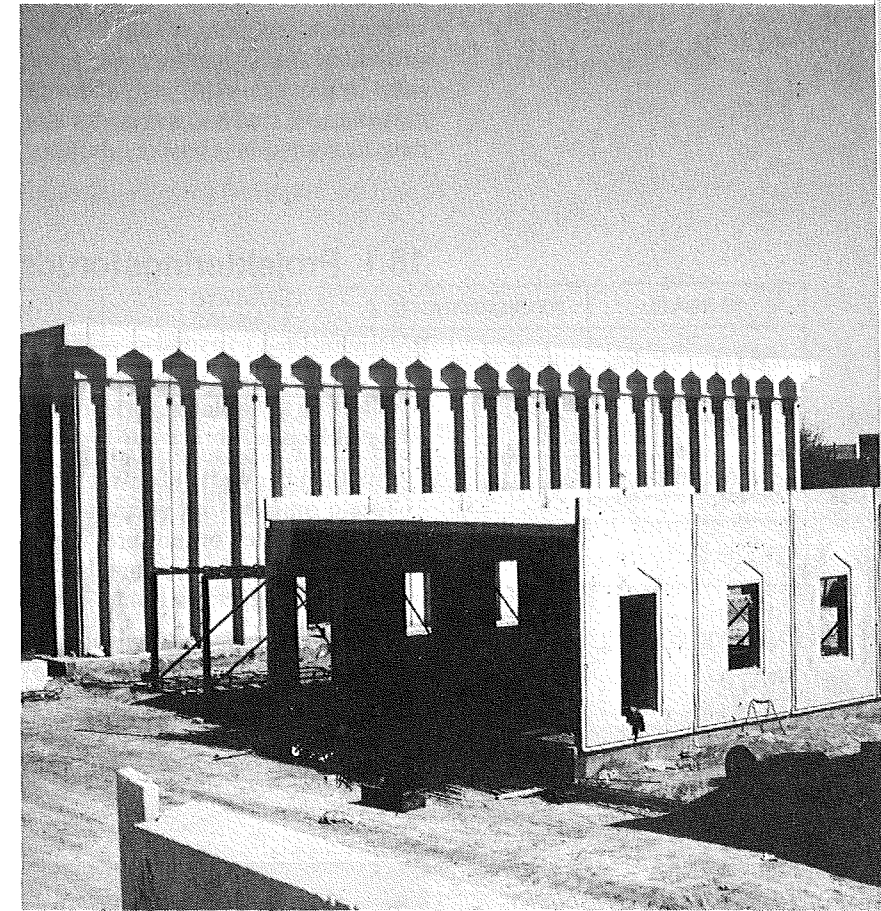
Figur 17.10
Interiør fra kontorlandskab. Samme bygning som figur 17.09.

17.0 Litteratur

- | | | |
|-------|---------------------------------|--|
| 17.1 | Nissen, Henrik | Modul og Montagebyggeri
Polyteknisk Forlag Kbh. 1970 |
| 17.2 | Dansk Standardiseringsråd | DS 1077 Halbyggeri
Horizontale præferencemål
Kbh. 1970 |
| 17.3 | Dansk Standardiseringsråd | DS/R 1086 Plejehjem.*)
Planlægningsmodul og præferencemål.
Kbh. 1972 |
| 17.4 | Dansk Standardiseringsråd | DS/R 1087 Kontorbygninger.*)
Planlægningsmodul og præferencemål.
Kbh. 1972 |
| 17.5 | BPS-centret | Publ. nr. 1. Konstruktive delsystemer
for enetages haller
Kbh. 1973 |
| 17.6 | BPS-centret | Publ. nr. 8. Konstruktive delsystemer til
institutionsbyggeri
Kbh. 1975 |
| 17.7 | BPS-centret | BPS Betonelementdetaljer.
Enetages haller. Detaljer og type-
tegninger. Kbh. 1980 |
| 17.8 | BPS-centret | BPS Bygningsdeloversigter
Konstruktive delsystemer.
Kbh. 1982 |
| 17.9 | Kraemer, Sieverts and Partners | Open-plan offices
Mc-Grawhill London 1977 |
| 17.10 | Nissen, Henrik | Danske Systemskoler.
Byggeindustrien 1971.2 |
| 17.11 | Kjærbye, Per O. | Dansk Kollegiebyggeri.
Byggeindustrien 1972.11 |
| 17.12 | Statens Byggeforskningsinstitut | Rapport 140. Kontormiljøets historiske
udvikling. Kbh. 1983.
- Denne publikation indeholder ca. 80
litteraturhenvisninger |

*) NB! ophævet i november 1983.

I Bagdad bygges 216 skoler, projekteret af Fynsplanen og A+G Consult. Projektet, som er omtalt i afsnit 18.6 er et eksempel på dansk byggeeksport af know-how om montage teknik, modulkoordinering, planlægning og styring.



18

18. Fynsplanens skoler

Modulprojekt, eksempel 9

Fynsplanen
- fra H.C. Andersens ø

Eventyret om industrialiseringen af dansk skolebyggeri foregår naturligt nok på Fyn. Det begynder i Odense i 1963 og kulminerer i Baghdad i 1983. I løbet af disse 20 år gennemlever Fynsplanens skoleprojekter en udvikling, som på enestående måde illustrerer forløbet af byggeriets industrialisering i et foranderligt samfund med vekslende økonomiske, tekniske og pædagogiske krav. Alle de vigtigste sider af industrialiseringsprocessen, som er søgt beskrevet i denne bog, er klart demonstreret i Fynsplanens projekter: Målkoordinering, præfabrikeret, produktionsplanlægning og styring - samt byggeeksport! Fynsplanens projekter er således et af de mest velegnede objekter, hvis man vil studere, hvorledes en bestemt bygningskategori ændrer sig i takt med tidens krav og den tekniske udvikling.

18.1 Projekteringsforudsætninger og byggeprogram

Boligmangelen i 1950'erne og 60'erne havde sin parallel i en ligeså alvorlig skolemangel, som bl.a. blev forstærket af de store årgange efter krigen. Dette gjorde en industrialisering af skolebyggeriet nødvendig, og i 1960'erne udvikledes over hele landet en lang række præfabrikerede typeskoler, se litt. 18.1.

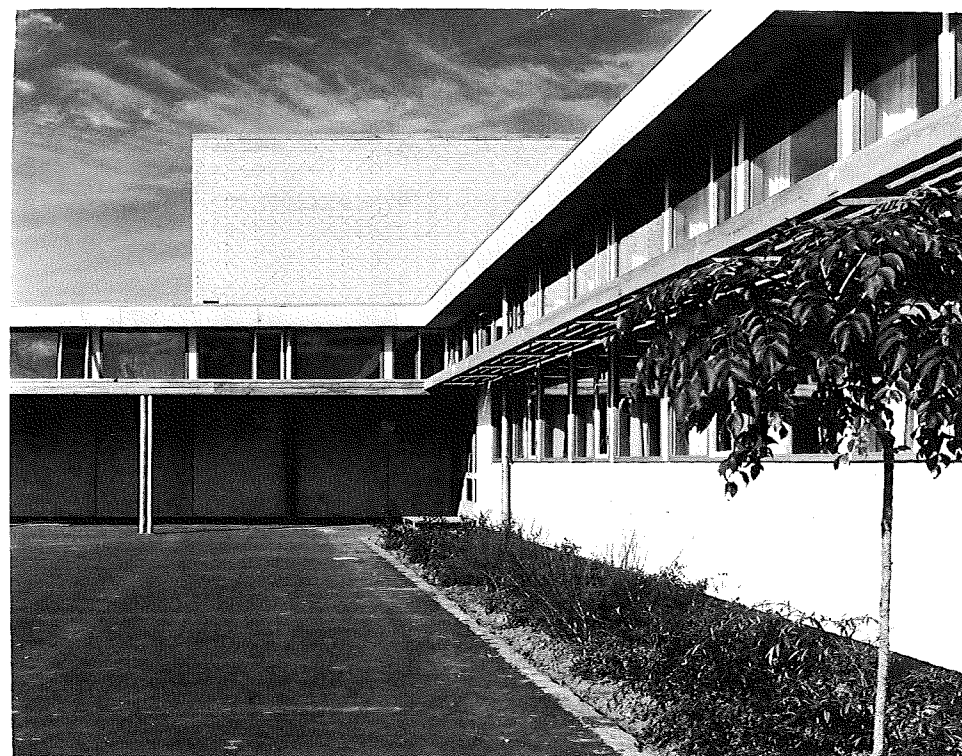
Fynsplanen begyndte i foråret 1963, idet 12 fynske arkitekter etablerede et samarbejde - i første omgang om en pulje på 9 kommuneskoler i Odense og Svendborg amter. Samarbejdet blev organiseret i en fælles tegnestue, »Centralkontoret for praktiserende arkitekter på Fyn«, som i de følgende år projekterede og ledede opførelsen af »Rationelt skolebyggeri på Fyn«, som Fynsplanen den gang blev kaldt.

Et væsentligt træk ved Fynsplanen har således fra starten været dens organisation af flere skoler i puljer, der teknisk, økonomisk og tidsmæssigt er blevet opført som en koordineret byggesag.

Centralkontoret

Puljebyggerier

Figur 18.01
Typeskole fra Fynsplanen
med lette facader og sol-
afskærmning.



De 9 skoler i Fynsplanens pulje 1 omfattede i alt 26.740 bruttoetage-m² til en samlet håndværkerudgift på 17.325.200 kr. Senere udvidedes planen med fire nye puljer fordelt på Fyn, Sjælland, Færøerne og i Jylland. De første fire puljer havde følgende omfang:

Pulje nr.	Håndværkerudgift	Etage-m ²
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, pr.jan.1970:	70.214.534,-	105.061

I 1970'erne voksede antallet af Fynsplanskoler stærkt, og med udgangen af 1983 er der opført 110 skoler med et samlet etageareal på 477.000 m² i Danmark, og desuden er der kontraheret om 216 skoler i Baghdad med et areal på 715.000 m², således at det samlede areal af skoler planlagt efter Fynsplanens projekter udgør mere end 1 mio m².

1 million etage-m²

Figur 18.02 viser en oversigt over omfanget af de forskellige typer i Danmark og Iraq.

FOLKESKOLER I DANMARK	BYGGEUDGIFTER	ETAGE-M ²
	kr. 51.538.250	m ² 35.068
	kr. 92.926.350	m ² 63.034
	kr. 23.301.100	m ² 14.223
	kr. 43.420.400	m ² 32.598
	kr. 4.910.000	m ² 3.641
	kr. 37.899.300	m ² 17.426
	kr. 62.047.920	m ² 28.309
	kr. 32.153.000	m ² 16.144
	kr. 18.683.700	m ² 9.910
	kr. 9.497.600	m ² 6.376
	kr. 5.500.000	m ² 3.288
	kr. 491.241.705	m ² 180.051
	kr. 24.572.000	m ² 7.863
	kr. 31.024.482	m ² 7.198
TOTAL	kr. 928.715.807	m ² 425.129

GYMNASIER I DANMARK	BYGGEUDGIFTER	ETAGE-M ²
	kr. 25.397.000	m ² 9.550
	kr. 32.334.000	m ² 10.230
	kr. 31.670.000	m ² 9.844
	kr. 47.481.000	m ² 8.336
	kr. 37.170.000	m ² 7.170
	kr. 44.345.000	m ² 6.667
TOTAL	kr. 218.397.000	m ² 51.797

216 SKOLER I BAGHDAD	SKOLETYPE	ETAGE-M ²
MH CB	Primary P.C. 20 CB x 3	m ² 8.880
MH CB	Primary P.C. 24 CB x 7	m ² 22.232
MH CB	Secondary P.C. 20 CB x 4	m ² 13.220
MH CB	Secondary P.C. 24 CB x 5	m ² 17.610
MH CB	Primary S.P. 20 CB x 5	m ² 14.800
MH CB	Primary S.P. 24 CB x 107	m ² 339.832
MH CB	Secondary S.P. 20 CB x 5	m ² 16.525
MH CB	Secondary S.P. 24 CB x 80	m ² 281.750
TOTAL		m ² 714.859

Figur 18.02
Fordelingen af arealer og byggeudgifter på Fynsplanens forskellige typeskoler i Danmark og Iraq. Anvendte forkortelser: MH Multipurpose hall, CB Classroom block, PC Precast, SP Semi precast.

Figur 18.03
Principskitse af skoleplan fra Fynsplanens type 1 med normalklasser, korridorer, specialklasser mv. Bemærk planlægningsmodulerne.

Med dette omfattende volumen var der tilvejebragt et solidt grundlag for det udviklingsarbejde, som til stadighed er foregået med projekterne, og som har ført til en udvikling af 5 forskellige danske skoletyper og 2 typer til Iraq. Typerne er omtalt i senere afsnit i dette kapitel.

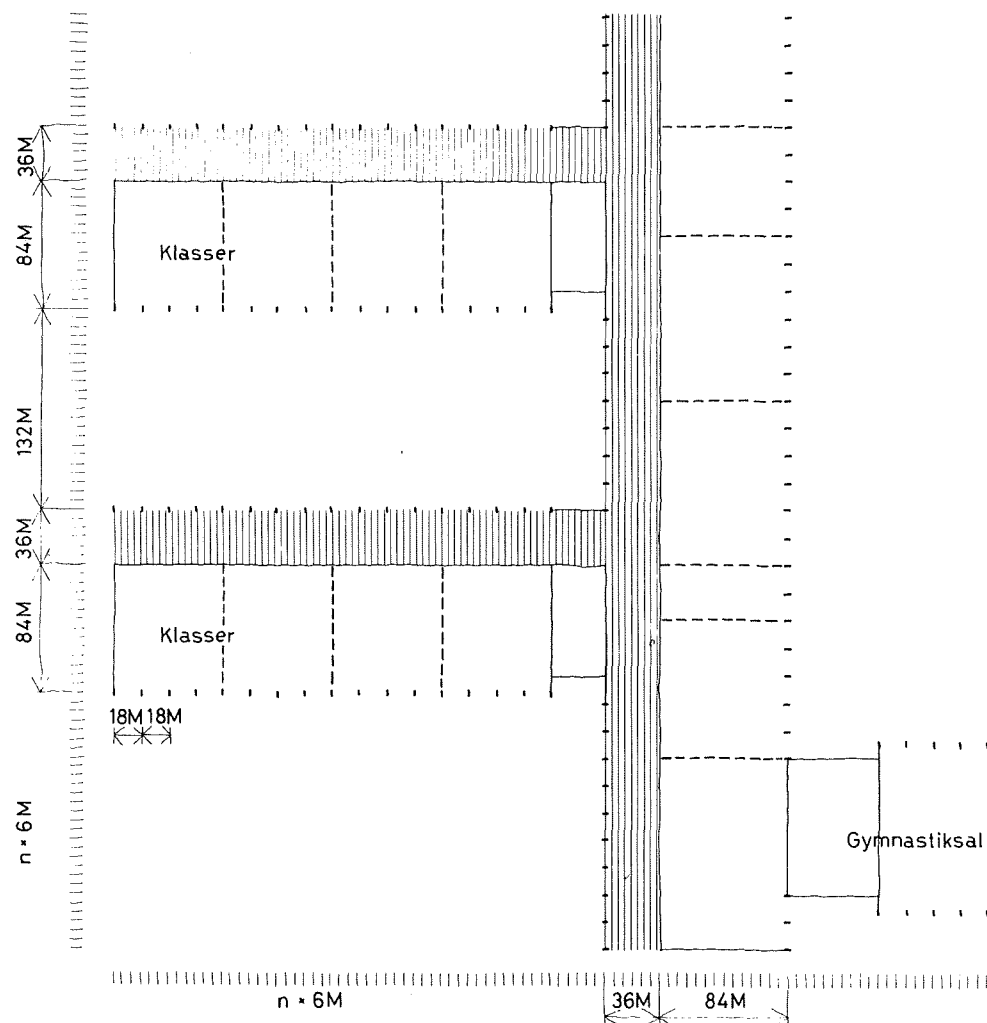
Første opgave for Fynsplanens teknikere var at udføre en typisering af klasserum og øvrige skolelokaler i samarbejde med pædagogerne. Dette arbejde blev baseret på betænkninger fra undervisningsministeriet og resulterede bl.a. i en forøgelse af normalklassens areal fra ca 50 m² til ca 60 m². Herved opnåedes også, at lokalet kunne anvendes til gruppearbejde og lignende.

I begyndelsen af 1970'erne nåede klassestørrelserne med type 3 op på ca 80 m²; men i løbet af kriseårene omkring 1980 reduceredes arealet atter til ca 60 m².

De nye pædagogiske tanker om gruppearbejde og »åben plan-skoler« fulgte Fynsplanen op med konstruktionstyper med store spændvidder og lette, ikke-bærende vægge, der ikke blot tillod opførelse af »skolelandskaber« og »torve«, men også muliggjorde hurtige ombygninger i planerne i takt med ændrede behov.

Planernes fleksibilitet på projekteringsstadiet er allerede til stede i type 1. Figur 18.03 viser således en principskitse af et skoleafsnit projekteret over planlægningsmodulerne 6M, 18M, 36M og 84M. De indvendige vægge, der er vist punkteret, kan placeres frit i modulsystemet, idet bygningerne bærer på facadesøjlerne og korridorvæggene. Med passende hensyntagen til konstruktionens stabilitet kan hovedparten af de punkterede vægge udføres lette og dermed også gøre planerne fleksible ved ombygninger. Dette princip er videreudviklet i de følgende typer, omtalt senere i dette kapitel.

En anden projekteringsfordel udover den nævnte fleksibilitet i planerne ligger 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 kun-



PLANSKITSE, FYNPLANEN 1:500

ne 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. Figurerne 18.01, 18.04 og 18.05 fra tre forskellige skoler giver et indtryk af Fynsplanens ydre variationsmuligheder, mens figur 18.06 viser lodrette snit i alternative facadeløsninger.

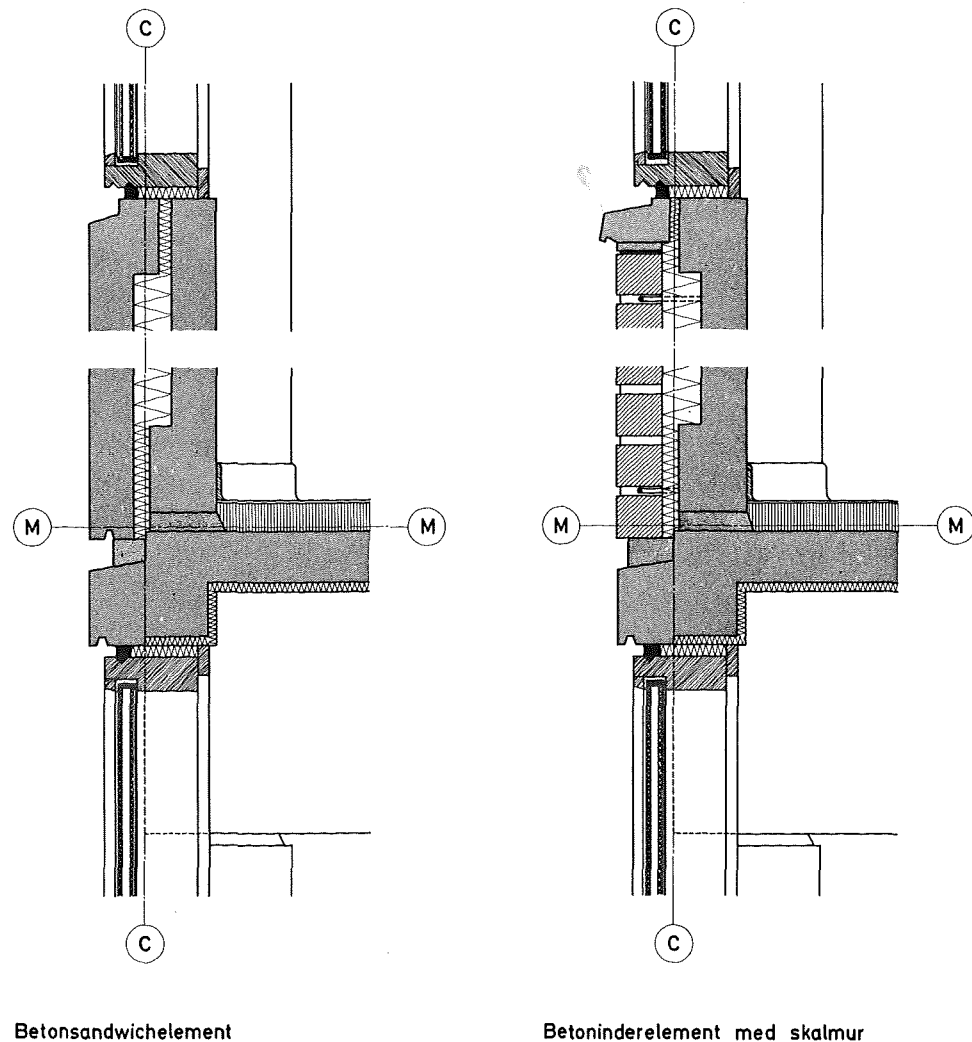


Figur 18.04
Skole med betonfacadeelementer og skalmurede gavle.



Figur 18.05
Skole med facader af betonelementer med fri-lagte overflader.

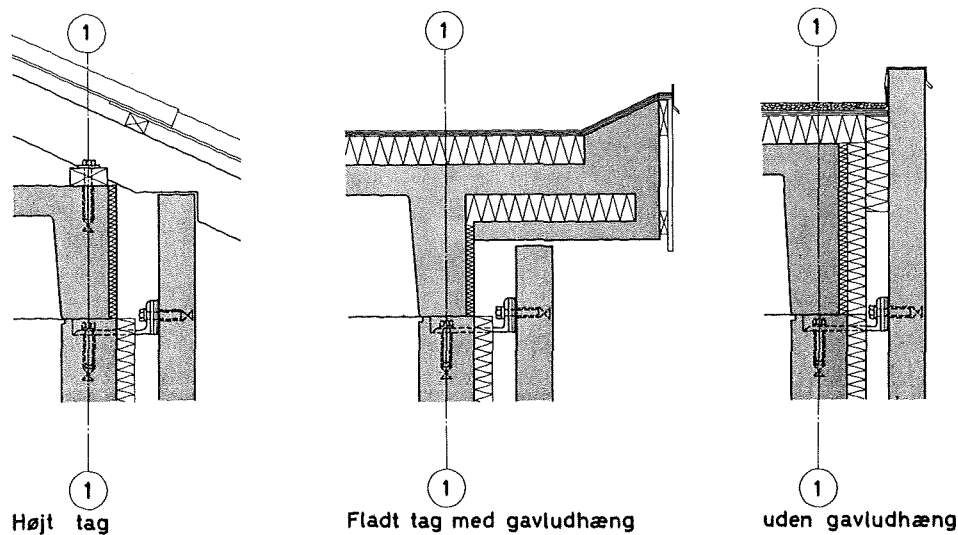
Figur 18.06
Lodret snit i facader med
1. betonsandwichbryst-
ning, og 2. skalmuring af
tegl.



Betonsandwichelement

Betoninderelement med skalmur

BRYSTNINGSVARIANTER
SNIT Kg 1 : 10



VARIATIONER I GAVLAFSLUTNINGER VED TAG
1 : 20

Den tredje valgmulighed i projekterne er 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 tagpap, med eller uden udhæng, se figur 18.07.

En oversigt over Fynsplanens 12 forskellige bygningsformer er givet i skemaet, figur 18.08, der må tænkes kombineret med det omtalte frie materialevalg for tag- og facadematerialer. Med dette udvalg kan alle rimelige ønsker til skolebyggeriets arkitektoniske udformning imødekommes.

		I een etage højt tag sidekorridor	II een etage højt tag midterkorridor
		III to etager højt tag sidekorridor	IV to etager højt tag midterkorridor
		V tre etager højt tag sidekorridor	VI tre etager højt tag midterkorridor
		VII een etage fladt tag sidekorridor	VIII een etage fladt tag midterkorridor
		IX to etager fladt tag sidekorridor	X to etager fladt tag midterkorridor
		XI tre etager fladt tag sidekorridor	XII tre etager fladt tag midterkorridor

BYGNINGSTYPER EKSEMPEL 9

Fynsplanen har som nævnt i indledningen gennemlevet hele den periode, hvor det industrialiserede byggeri er udviklet, og har formået at tilpasse sig samfundets tekniske og økonomiske krav. Det betyder også, at man hos Fynsplanen har været med i de mange forskellige faser af byggeriets rådgivning, organisation, licitation, styring og finansiering.

Fynsplanen har fra starten fungeret som rådgivende teknikere for de kommunale og amtslige bygherrer. I mange opgaver har man samarbejdet med lokale teknikere og dermed udnyttet fordelene ved lokalkundskab kombineret med Centralkontorets specialviden. Den hyppigst anvendte arbejdsform er dog, at Fynsplanen opretter kontrakt direkte med bygherren og herigennem tilbyder et fællesskab med andre kommuner i projektering og produktion; dvs en puljeordning, hvor Fynsplanen normalt tilbyder totalrådgivning, idet alle teknikeropgaver varetages af Fynsplanen, eventuelt stadig i samarbejde med lokale arkitekter og ingeniører.

Fynsplanen kan anvende alle gængse udbudsformer, fra delte fagentrepriser til hovedentreprise eller eventuelt totalentreprise, dvs nøglefærdigt byggeri. Det tilstræbes altid, at leverancer af standardkomponenter, både til konstruktioner og installationer, kan være fælles for flere byggesager, idet man herved opnår de gunstigste priser.

Type 1 og 2

I de følgende afsnit beskrives udviklingen af Fynsplanens 7 skoletyper. Stoffet er naturligvis for omfattende til at kunne rummes fuldt ud inden for dette kapitels rammer, og der henvises derfor til litteraturlisten i afsnit 18.7.

I litt. 18.2 er der givet en detaljeret gennemgang af Fynsplanens type 1; herfra er det følgende sammendrag hentet.

Figur 18.08
Skematisk fremstilling af
de 12 forskellige
bygningsformer, der kan
opføres med Fynsplanens
type 1.

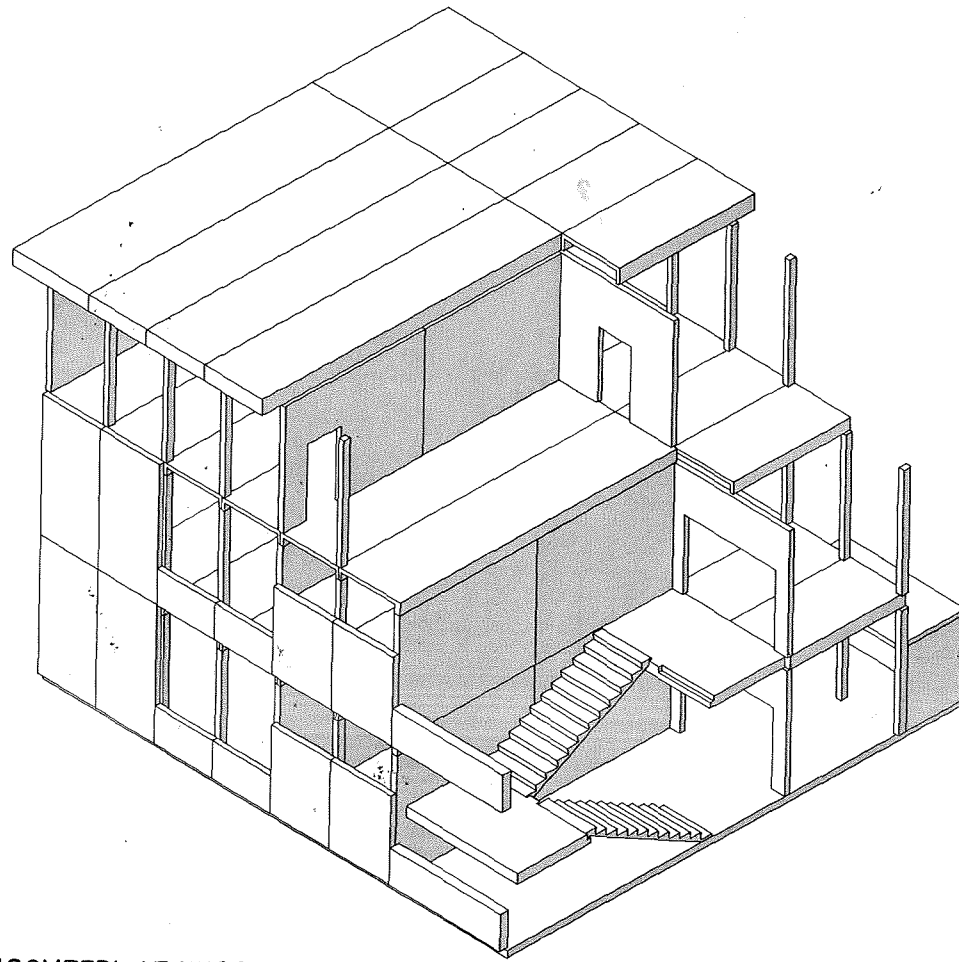
Rådgivning og udbuds-
former

Rådgivning - også i
samarbejde med lokale
teknikere

Udbud og licitation

Fynsplanens 7 typer

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



ISOMETRI AF BYGGESYSTEM
1:200 EKSEMPEL 9

Byggesystemets komponenter

Med de tidligere omtalte projekteringsforudsætninger udviklede Centralkontorets teknikere et byggesystem, hvis bærende led var udført af betonelementer, der lod sig sammenstille til alle de ønskede kombinationer af normalklasser, særklasser, korridorer osv. Betonelementerne, som danner råhuset i bygningerne, er projekteret sådan, at de kan kombineres med de 3 nævnte facadematerialer, murværk, træ og beton uden væsentlige ændringer i elementkonstruktionerne. Figur 18.09 viser en isometri af byggesystemet med de vigtigste komponenter. Blandt disse bestemmer tag- og etagepladerne planens mål. Pladerne har byggemålene $L \times B = 84M \times 18M$, henholdsvis $36M \times 18M$, og dette medfører, at råhuset kan optegnes enten over et kvadratisk planlægningsmodulnet på $18M \times 18M$ eller over et rektangulært net på $18M \times (84 + 36)M$.

Den største elementstørrelse er bestemt af transport- og montagehensyn. Vægten af de store etageplader, der er udført som ribbeplader, er ca 3,9 t, mens de tungeste væg-elementer vejer ca 5 t.

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 stive skiver i begge retninger. Facadesøjlerne skal således ikke medvirke i det afstivede system, men kun overføre de lodrette laster samt fordele vind på facaden til etagerne.

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 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.

Figur 18.10 viser udsnit af planerne med følgende mål: Normalklasse $72M \times 84M = 60 m^2$. Særklasse, $36M \times 84M = 30 m^2$. Lille klasse, $54M \times 84M = 45 m^2$. 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 byg-

ges op over modulnettet $18M \times 18M$. Ved simpel addition af byggesystemets hovedkomponenter kan rummets længdemål (parallelt med facaden) øges med $18M$ spring, mens tværmålene p.g.a. dækelementerne ligger fast på $84M$ for klasserum og $36M$ for korridorer.

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 normalfugen. 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. I begge tilfælde skal man være opmærksom på spørgsmålet om væggenes lydisolering (utætheder og flanketransmission).

I det følgende er vist et meget begrænset udvalg af de vigtigste detailsnit i type 1. Beliggenheden af disse snit fremgår af moduloversigtstegningen, figur 18.15, se denne. Der henvises iøvrigt til litt. 18.2, kapitel 18.

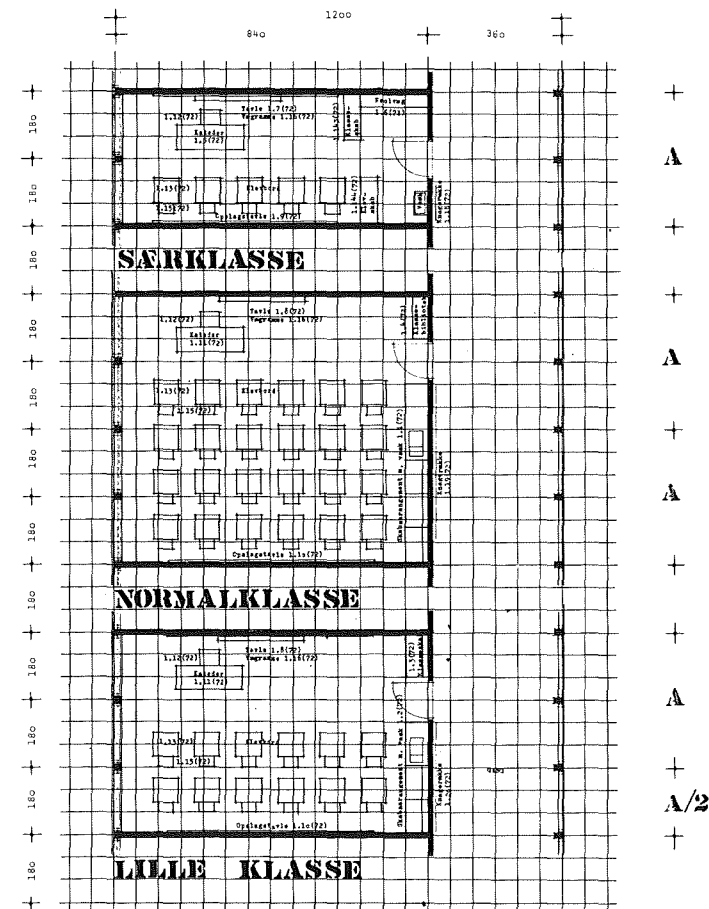
Figur 18.11 viser lodret snit i bærende etagekryds mellem dæk og længdevæg. Det ses, at samlingen er udført analog med den velkendte udgave af boligbyggeriets etagekryds, med de modifikationer som ribbepladerne betinger. Det bærende vederlag for dækkene er udformet med knasfuge, men for at forbedre lydtætheden og opnå en pæn overgang mellem dæk og væg er der udført den viste tilbageiggende fuge med elastisk fugekit.

Målafsætningslinjen B er placeret i vægoverfladen. Mellem linie B og linie C i facaden - se figur 18.12 - er der modulmålet $84M$, hvorved tværvægselementerne bliver modulære ($B = 2 \times 42M$), mens dækelementerne går ud over deres modulområde ($l = 8400 + 60 + 75 \text{ mm} = 8535 \text{ mm}$). Denne løsning er byggeteknisk begrundet ud fra samlingerne.

Lette vægge

Etagekryds med ribbeplader

Målkoordinering

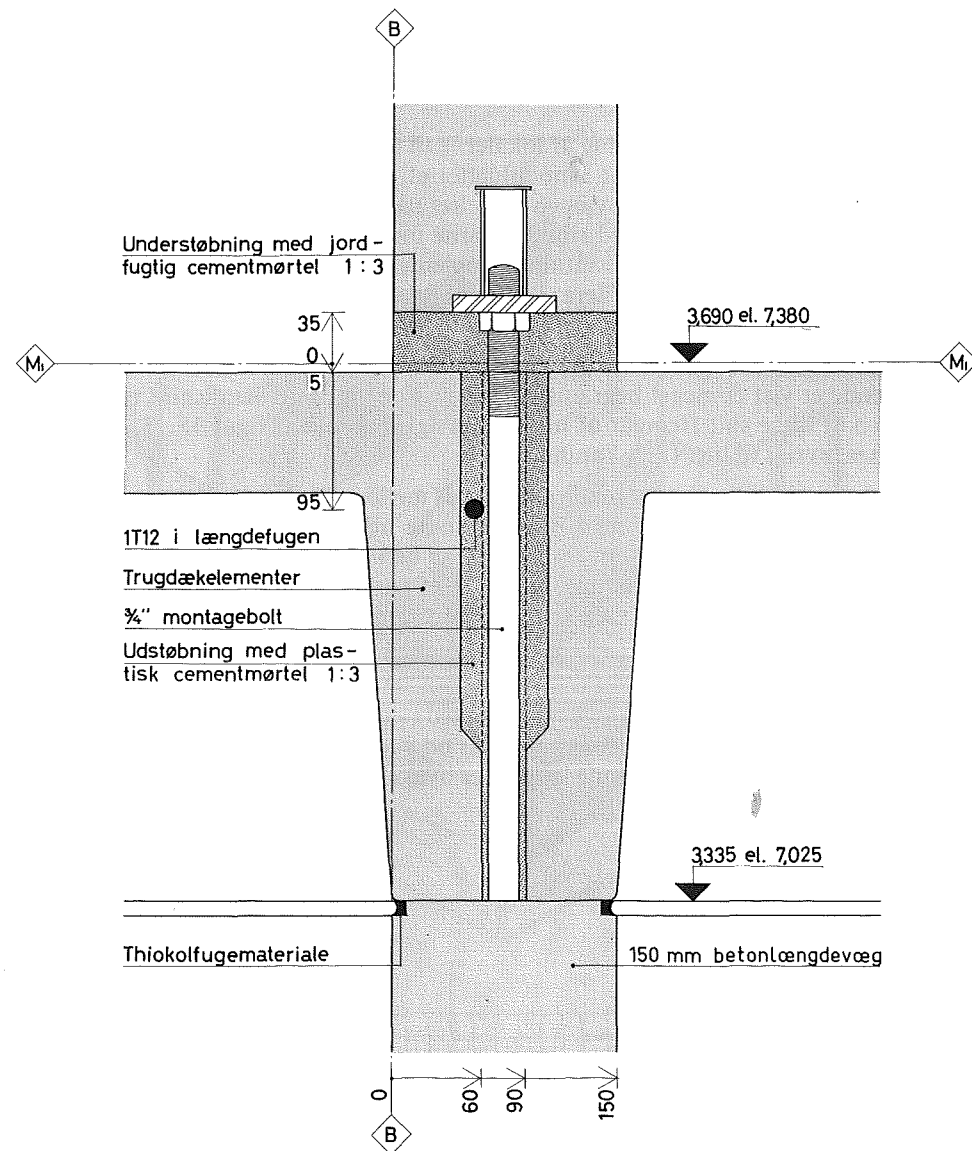


Figur 18.10
Normalklasse, $72M \times 84M = 60 m^2$, lille klasse $54M \times 84M = 45 m^2$ og særklasse, $36M \times 84M = 30 m^2$.

KLASSER 1:200

Normalklasser og særklasser

Figur 18.11
Lodret snit i etagekryds
med ribbeplader og 150
mm korridorvæg.



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

ETAGEKRYDS
SNIT B₉ 1:5

Akustiske krav

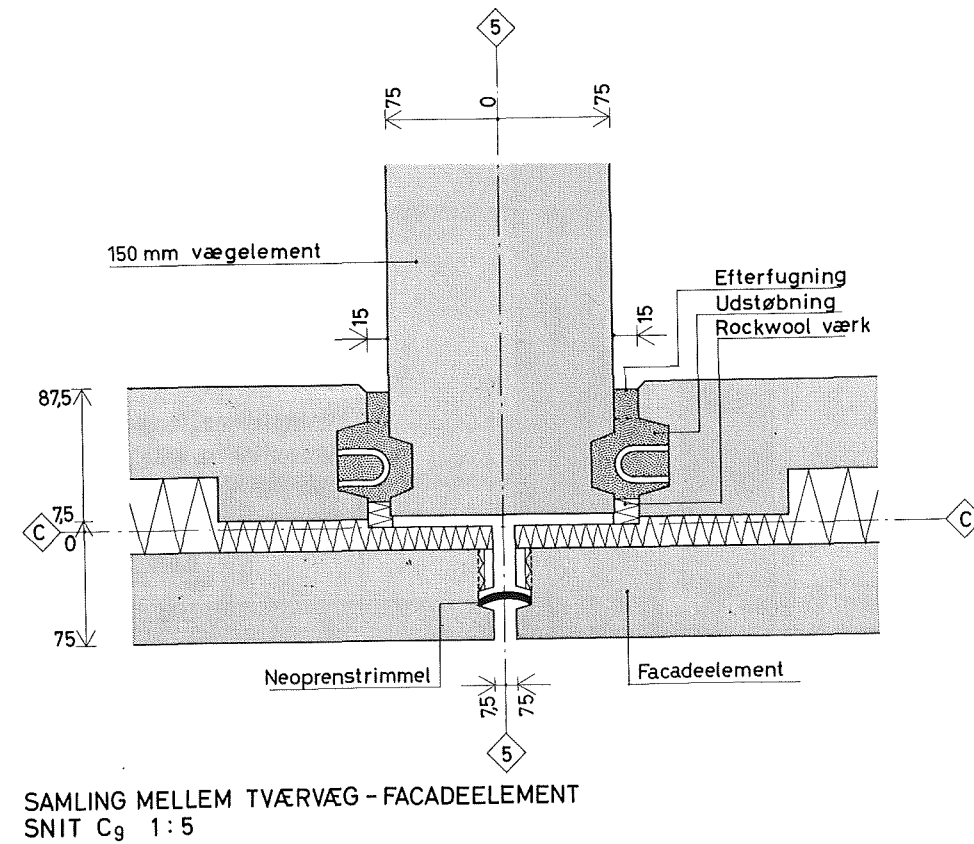
Det bemærkes, at ribbedækkernes pladetykkelse er 80 mm, hvilket giver en udjævnet plademasse på 260 kg/m². Denne masse er så lav, at der må tages særlige hensyn ved opbygning af den samlede etageadskillelse for at opnå tilstrækkeligt gode akustiske forhold i bygningen. Overgulvet udføres derfor som et svømmende gulv, type Dafon X 26 med linoleumsbelægning. Gulvet er opbygget af 15 mm hårde mineraluld-batts, 5 mm pulverasfalt og 15 mm støbeasfalt, på hvilken der klæbes linoleum. Dækundersiden forsynes med lydregulerende Dæmpa-paneler. Erfaringer og målinger fra de færdige bygninger viser, at såvel rumisolation som trinlydniveau er tilfredsstillende og opfylder BR-kravene.

Facadekonstruktioner

Figur 18.12 viser et vandret snit i samlingen mellem tværvæg og facade. Snittet viser en normal, modulær samling, hvor de 3 anvendte elementer bliver modulære. Overføring af vindkræfter fra facade sker gennem indvendig bærende betonskive med kraftoverførende mørtelfuger, mens klimataætning i den udvendige fuge er udført med neoprenstrimmel og vaskebræt. Kuldebroer er undgået i samlingen, idet sandwichelementets to betonskiver kun er i varmeledende forbindelse gennem rustfrie stritter.

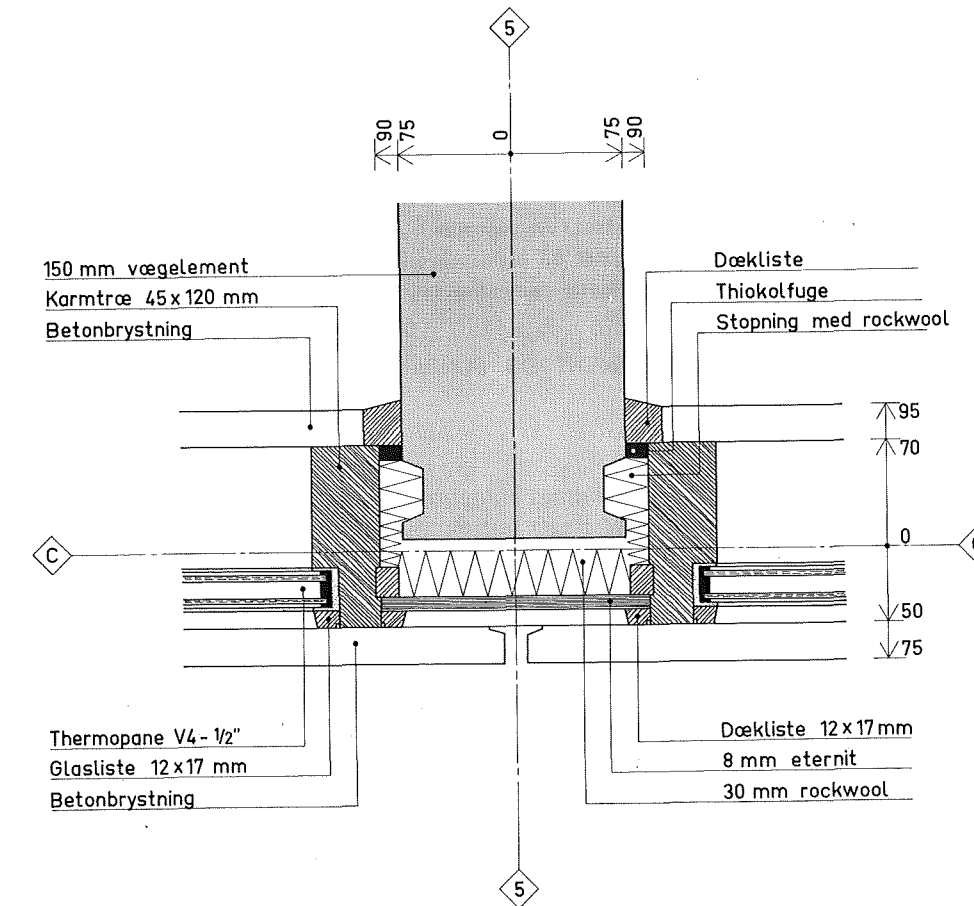
Figur 18.13 viser et vandret snit i samme tværvæg som snit C₉, placeret oppe i vinduespartiet. Samlingen mellem de to vindueskarmer er udført som en normal snedkerindklædning med eternitplade og dæklister. Rockwool og værkstopning isolerer be-

Figur 18.12
Vandret snit i T-samling i
betonfacade af sandwich-
elementer.



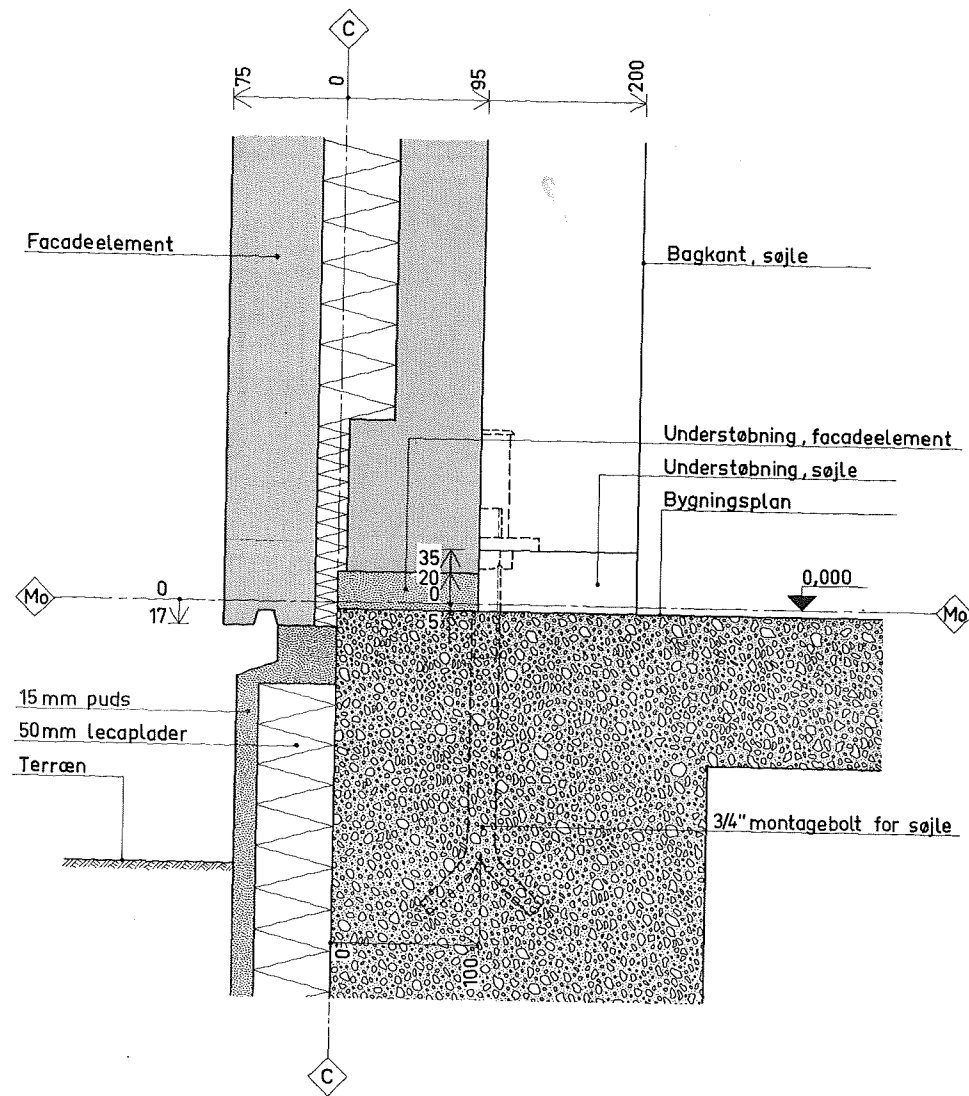
SAMLING MELLEML TVÆRVÆG - FACADEELEMENT
SNIT C₉ 1:5

Figur 18.13
Vandret snit i vinduespar-
ti.



SAMLING MELLEML TVÆRVÆGS- OG VINDUEELEMENT
SNIT D₉ 1:5

Figur 18.14
Lodret snit i facade ved sokkel.



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

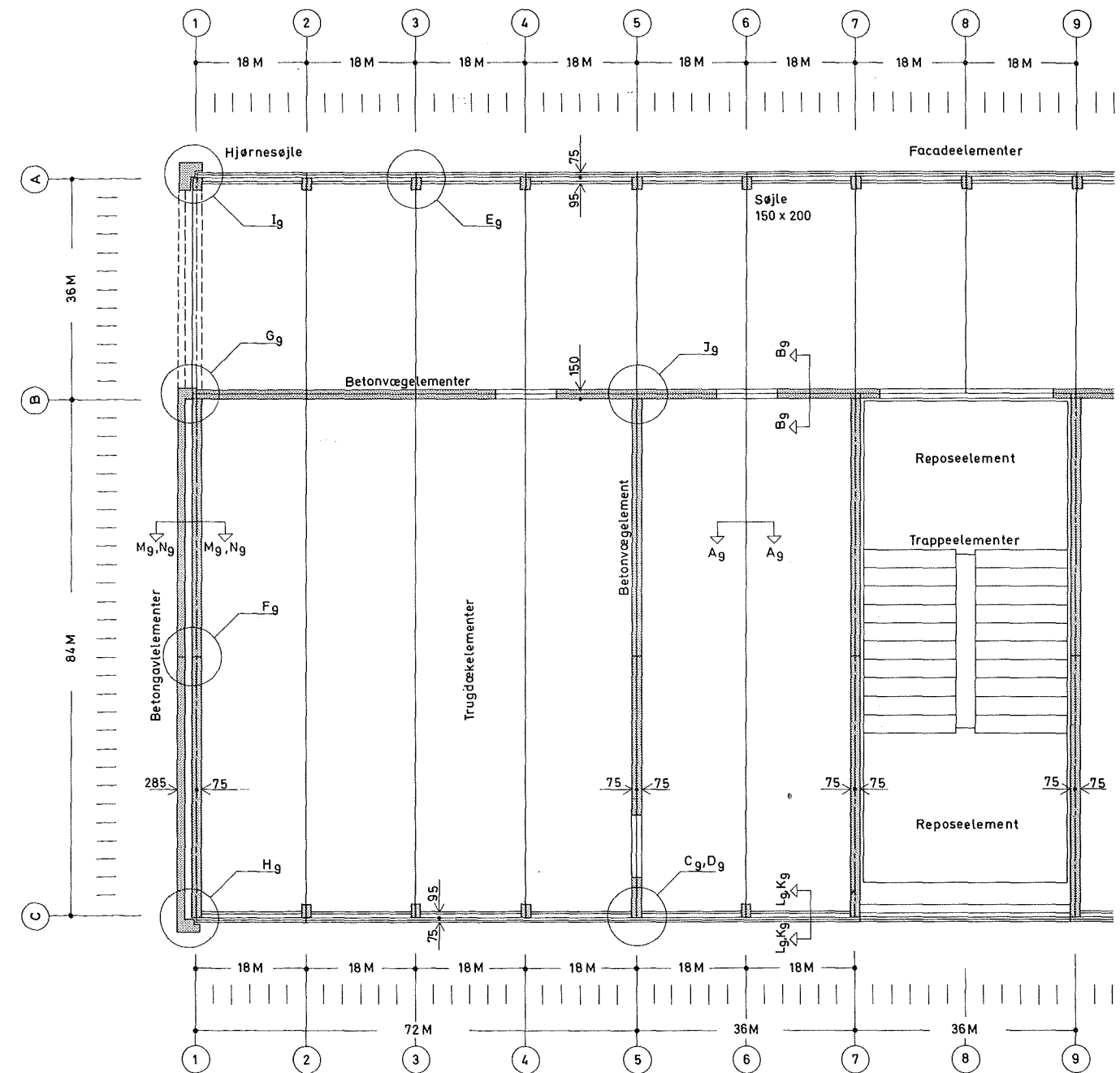
SAMLING MELLEM FACADEELEMENT OG FUNDAMENT
SNIT L₉ 1:5

tonvæggens yderside, så der ikke dannes kuldebro. Den indvendige thiokolfuge danner konstruktionens vindspærre og ligger korrekt placeret bag regnspærren. 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 18.14 viser lodret snit i samlingerne mellem facadeelement og sokkel og mellem facadesøjle og bygningsplan. Begge fuger udføres ved understøbning, igennem hvilken de lodrette kræfter overføres. Søjls 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 opfyldt ved den viste sokkelisolering af lecabeton, beskyttet med udvendig puds.

De viste betonfacader er varmeisolerede lidt bedre end kravene efter BR 60 og -66 med $k = 0,8 \text{ W/m}^2\text{°C}$, mens de lette facader har $k = 0,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Der er ingen væsentlige kuldebroer i konstruktionerne, jvf. BR 66, kap. 8.1, stk. 2.

Figur 18.15 viser et karakteristisk planudsnit udført som moduloversigtstegning. Planen lokaliserer alle byggesystemets komponenter i forhold til det anvendte modulnet. I planudsnittet indgår normalklasserum, særklasse, trapperum og sidekorridor.



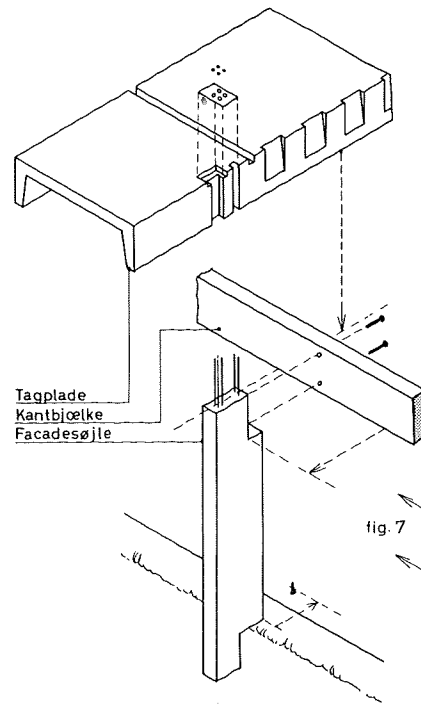
EKSEMPEL 9
MODULOVERSICHTSTEGNING. 1:100

Figur 18.15
Moduloversigtstegning for udsnit af skoleplan, type 1. Planen viser beliggenheden af komponenterne i forhold til modulnetet samt beliggenheden af detailsnittene, hvoraf nogle er gengivet her i bogen, mens resten må søges i litt. 18.2.

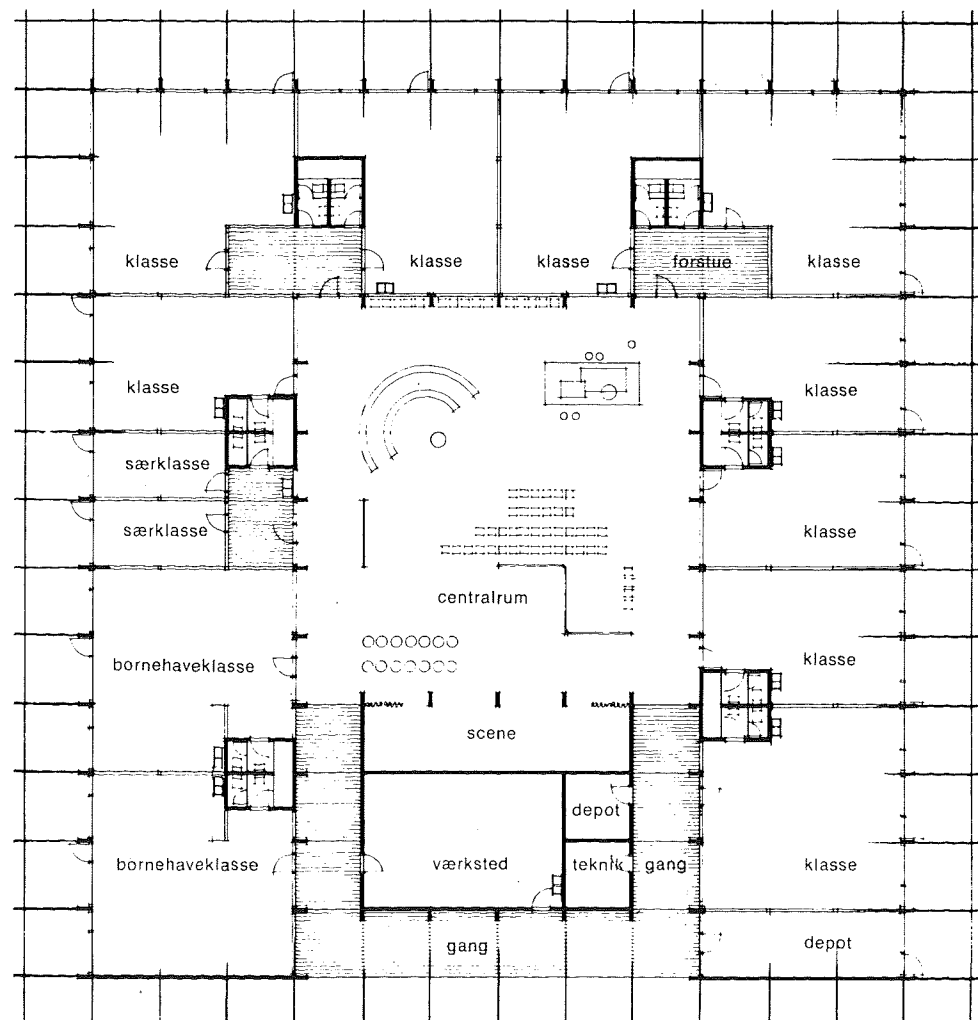
Type 2
med øget fleksibilitet

Fynsplanens type 2 er en videreudvikling af type 1 med det formål at skabe konstruktioner med store frie spænd og så få faste vægge som muligt. Herved opnås en øget fleksibilitet, som ikke blot kan udnyttes i projekteringsfasen men også i den færdige bygning.

Figur 18.16
Isometri af byggesystemet, type 2. Samlingerne mellem søjler, bjælker og plader udføres momentstive vha. de viste bolte og stødjern. Mål 1:100.



Figur 18.17
Plan af klassefløj fra Rosengårdsskolen.
Fynsplanen, type 2 med normal- og specialklasser, centralrum, toiletkerner mv. Mål 1:400.



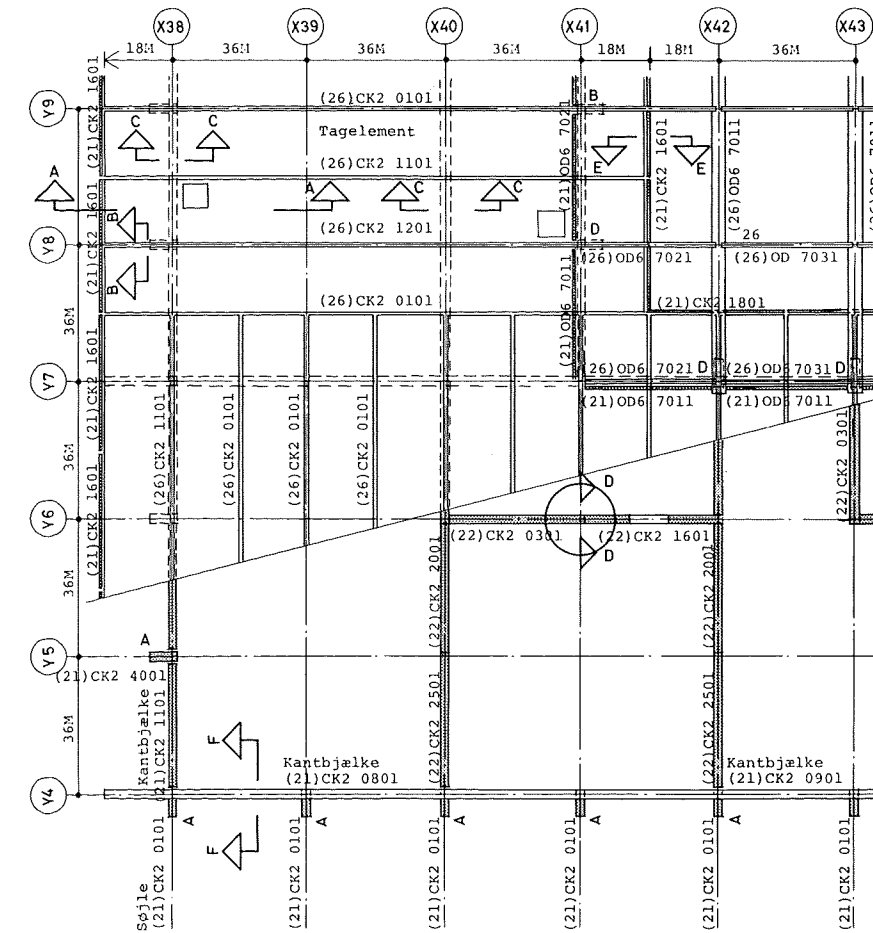
Også type 2 anvender 18M brede ribbeplader med frie spænd op til 108M og 2 udkragede ender à 18M, som danner tagudhæng; se figur 18.16, der viser byggesystemet. Da søjlerne stadig er simpelt understøttede på fundamentene opnås stabilitet i konstruktionen ved momentstive samlinger mellem søjler og kantbjælker og mellem søjler og ribbeplader.

Planerne til type 2 optegnes over et 36M x 36M planlægningsmodulnet, svarende til bredden af 2 ribbeplader. Normalklasserne får hermed arealet 72M x 108M: = 78 m², som med fradrag for toiletterne og vægtykkelser giver et nettoareal på ca. 70 m².

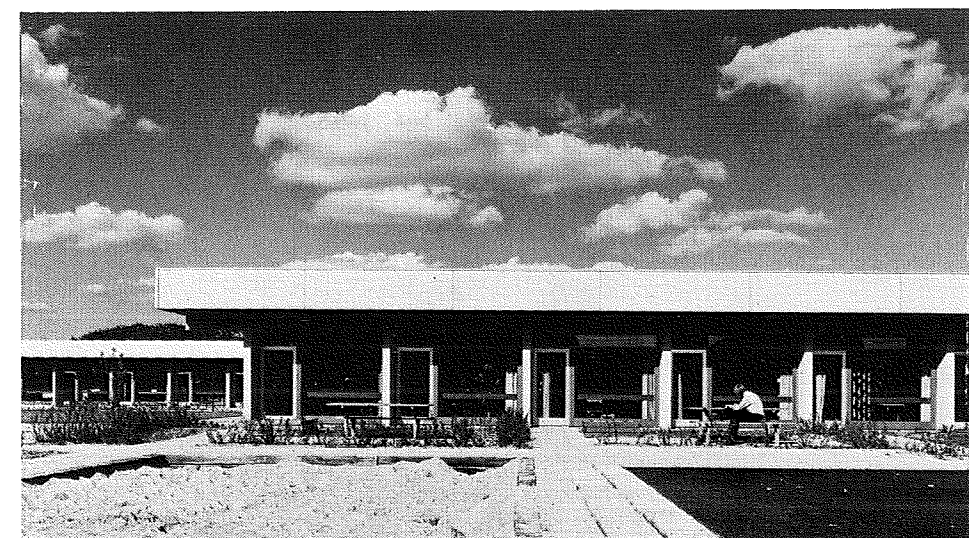
Figur 18.17 viser en klassefløj fra Rosengårdsskolen ved Odense. Figur 18.18 viser en moduloversigtsplan for et hjørne af Rosengårdsskolen. Vægge og søjler placeres centrisk, ligesom bjælker og kantdragere, mens ribbepladerne oplægges i deres respektive modulområder.

Planlægningsmoduler
36M x 36M

Moduloversigtsplan



Figur 18.18
Moduloversigtsplan af
hjørneudsnit af Rosen-
gårdsskolen.
Mål 1:200.
Elementnumrene er en
kombination af SfB-syste-
mets bygningsdelstabel og
Fynsplanens eget system.
Fra litt. 18.3.



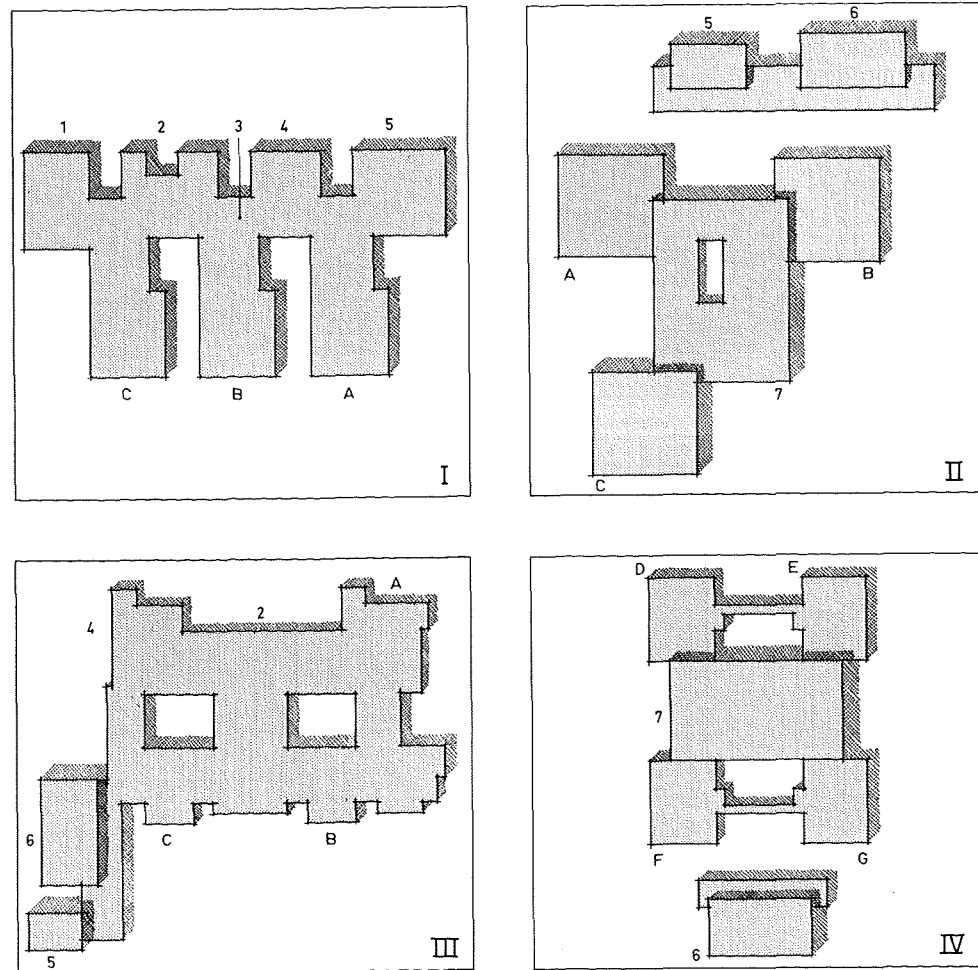
Figur 18.19
Rosengårdsskolen ved
Odense; et eksempel på
type 2.

18.3 Type 3

Fynsplanen Type 3 - et byggesystem til den moderne skole

I begyndelsen af 1970'erne var interessen for fleksible løsninger og »åben plan-skoler« meget stor hos danske skolefolk, og Fynsplanen udviklede sin Type 3, som et byggesystem, der kunne honorere disse krav til moderne skolebyggeri. Figur 18.20 viser et udsnit af de skoletyper, man arbejdede med i disse år, og figur 18.21 viser et billede fra Skt. Clemens Skolen i Odense.

Figur 18.20
Et udvalg af Fynsplanens forskellige skoleløsninger.
I Kamprincippet.
II Blokprincippet.
III »Supermarked-princippet«.
IV Centerprincippet.
A - G repræsenterer forskellige elevværelser, mens 1-7 viser forskellige lokaliteter. Fra litt. 18.6. Mål ca 1:3000.

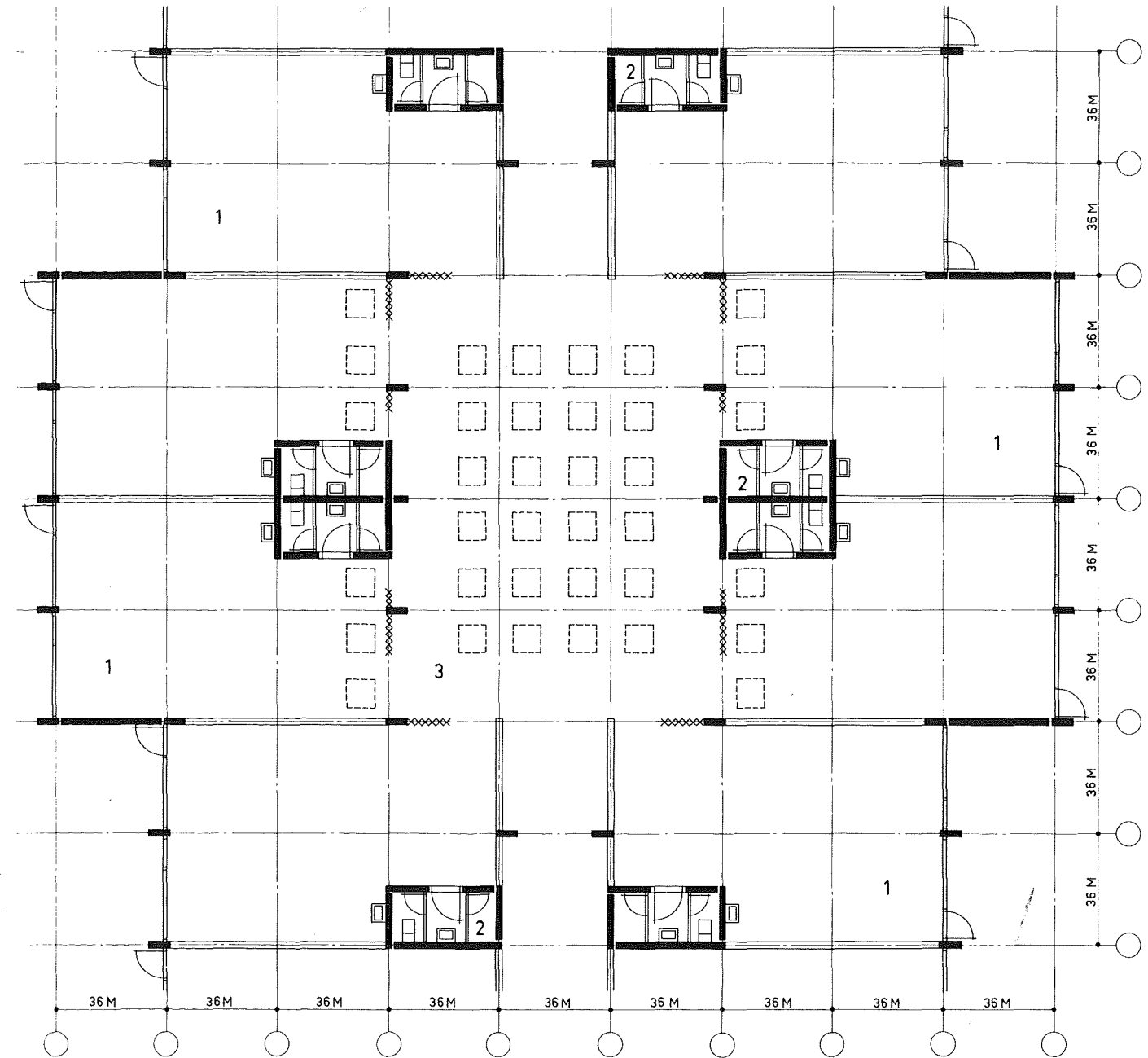


Figur 18.21
Skt. Clemens Skolen i Odense.



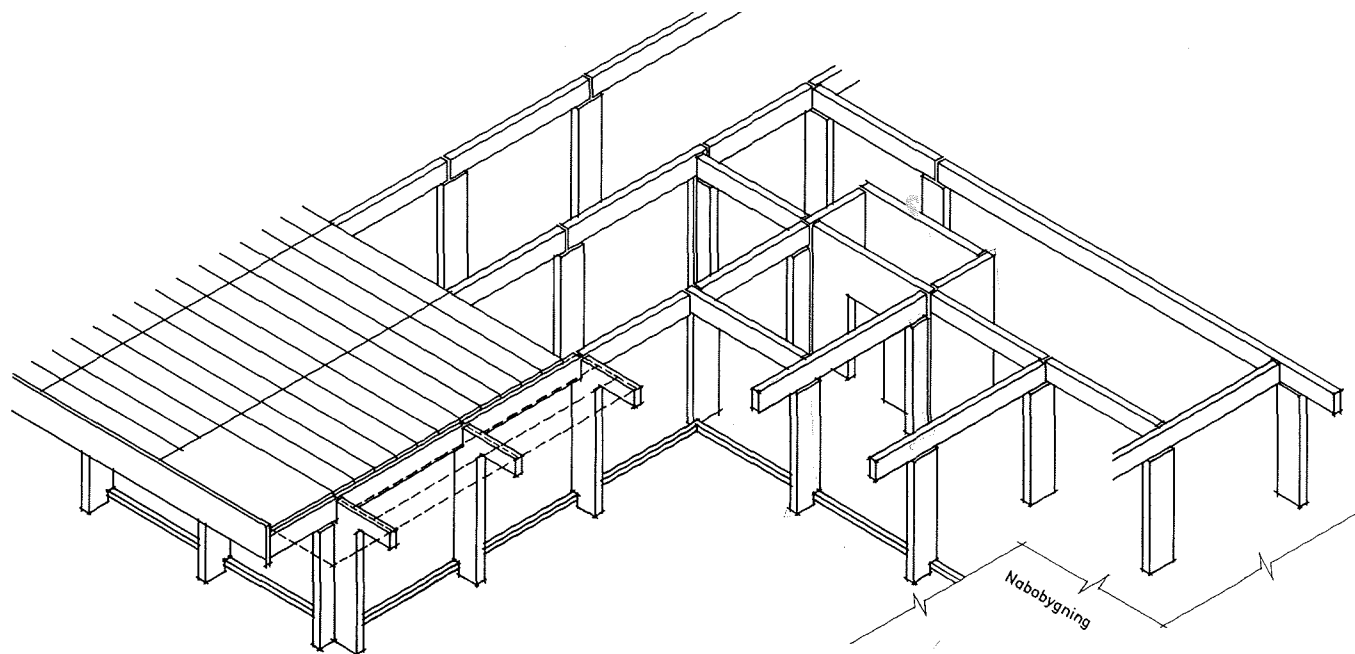
Type 3 er byggeteknisk en videreudvikling af type 2, dvs et bjælke-søjle-plade system med store frie spænd, valgfri facader og en rumopdeling med flytbare lette vægge, se figur 18.22 og 18.23. De tunge ribbedæk fra type 2 er erstattet af 120 mm lecabetonplader i format $B \times L = 6M \times 36M$ samt hoveddragere, der kan udkrages over facade-søjlerne. Alle de nævnte bygningsdele er simpelt understøttede, og bygningernes stabilitet må derfor sikres ved skivevirkning i tagfladen, kombineret med de tunge vægge omkring toiletrumene. Se figur 18.22, der viser et normalområde fra en 3-sporet skole med hjemmeklasser, centralrum og toiletkerner, optegnet over et $36M \times 36M$ planlægningsmodulnet.

Type 3's byggesystem og målkoordinering



NORMALOMRÅDE 1 : 200

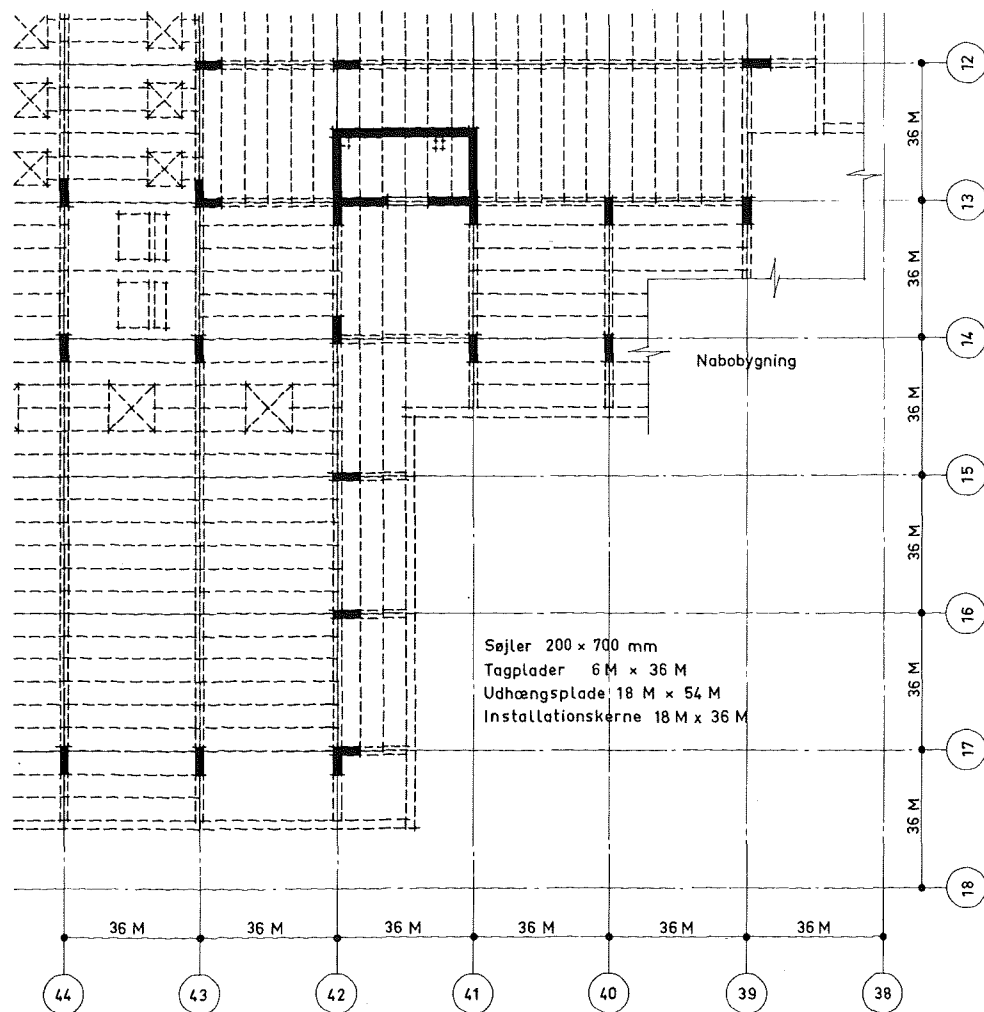
Figur 18.22
Normalområde med 8 hjemmeklasser 1, centralrum 3 og toiletkerner 2, optegnet over et $36M \times 36M$ planlægningsmodulnet.



ISOMETRI AF HJØRNER 1:200

Figur 18.23
Isometri af byggesystemet, type 3. Ved hjælp af nogle specialelementer er byggesystemet gjort retningsfrit. Mål 1:200.

Figur 18.24
Moduloversigtsplan af skoleafsnit med ind- og udadgående hjørner. Bemærk tagpladernes 2 bæreretninger og de 2 udkragede plader.

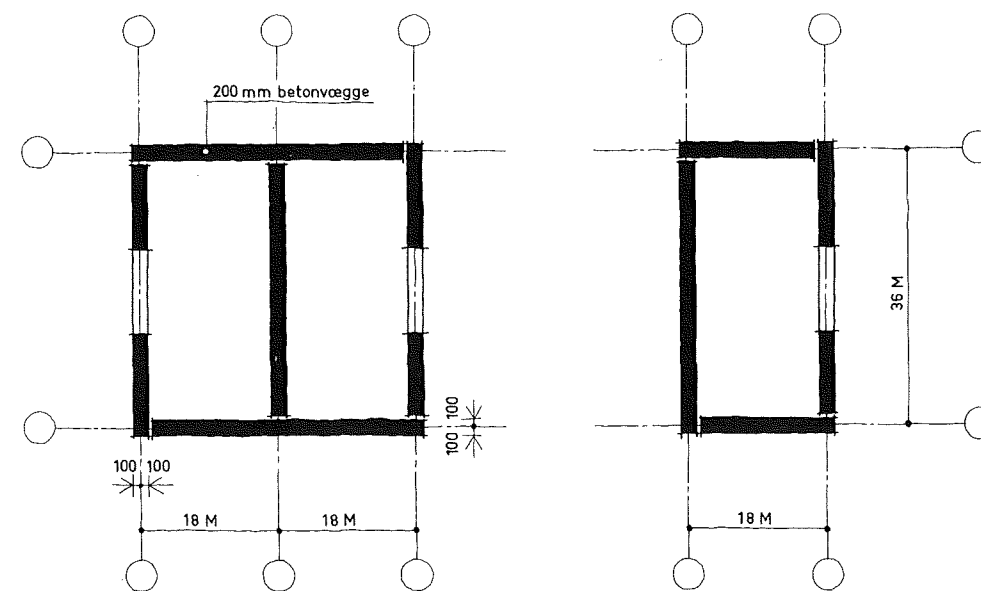


TYPE III
PLAN AF HJØRNER 1:200

Figur 18.23 viser en isometri af et bygningsudsnit med ind- og udadgående hjørner, og figur 18.24 viser den tilsvarende moduloversigtsplan. Det fremgår af disse figurer, at systemet er retningsfrit, en anden vigtig egenskab for et byggesystem til tidssvarende skoler.

I det følgende gennemgås placeringen af byggesystemets komponenter i det anvendte 36M x 36M modulnet. Der anvendes de simplest mulige regler, dvs indvendige vægge og søjler placeres centrisk, tagplader i deres modulområder og ydervægge efter en byggeteknisk vurdering af samlingernes funktion.

Figur 18.25 viser placeringen af de tunge 200 mm betonvægge i toiletkerne. Med de valgte hjørneløsninger får alle væggene undtagen midtervæggen i den store kerne modulmål: 18M ÷ 1 fuge eller 36M ÷ 1 fuge. Hjørnesamlingerne fortandes med forskydningslåse aht. kernernes funktion som afstivende skiver.



PLACERING AF KERNER 1:100

Det retningsfrie byggesystem

Komponenternes placering i modulnettet

Toiletkerner

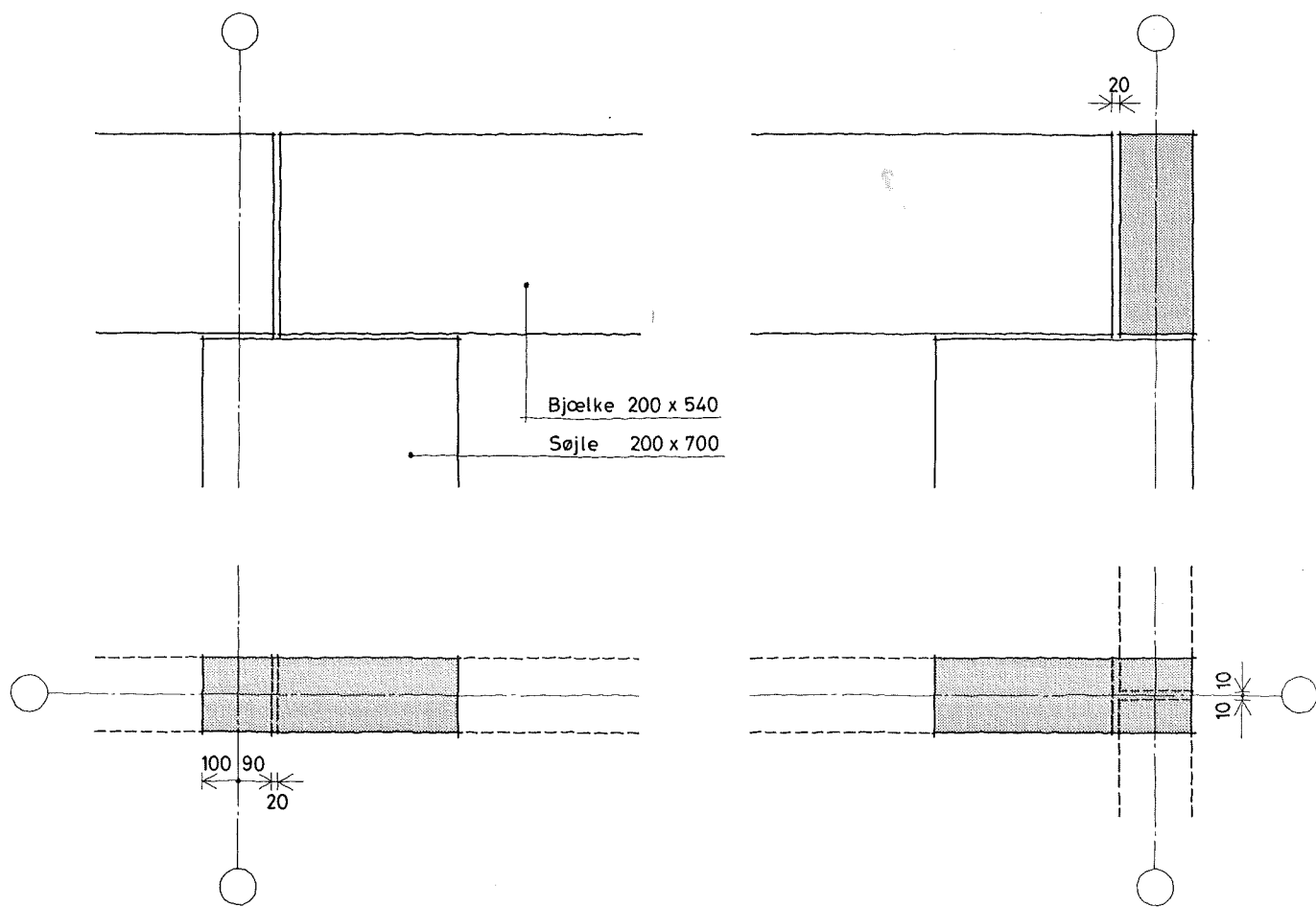
Figur 18.25
Placering af 200 mm væg-elementer i toiletkerne. Moduldetaljer.

Centrisk placering af bjælker og søjler langs hovedaksen fører logisk til de i figur 18.26 viste placeringer. Herved bliver hjørneløsningerne enkle og byggeteknisk rigtige, og flest mulige overflader »flugter«.

Også i facaderne anvendes en (modereret) centrisk placering. Facadesøjlerne placeres som de interne søjler, og de 200 mm tykke facader placeres ligeledes centrisk, se figur 18.27; men de lette ydervægge (snekkerpartierne) placeres, så deres yderside flugter med de tunge vægges ydersider, dvs. ekscentrisk.

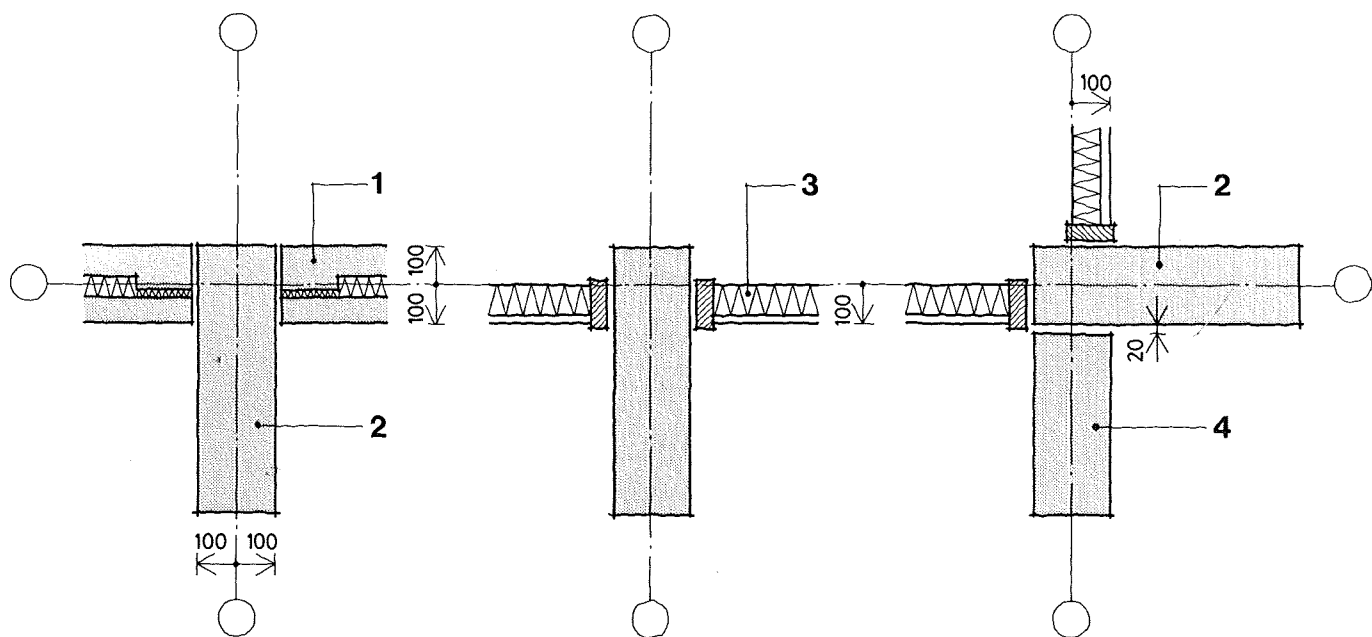
Søjler og bjælker

Facader



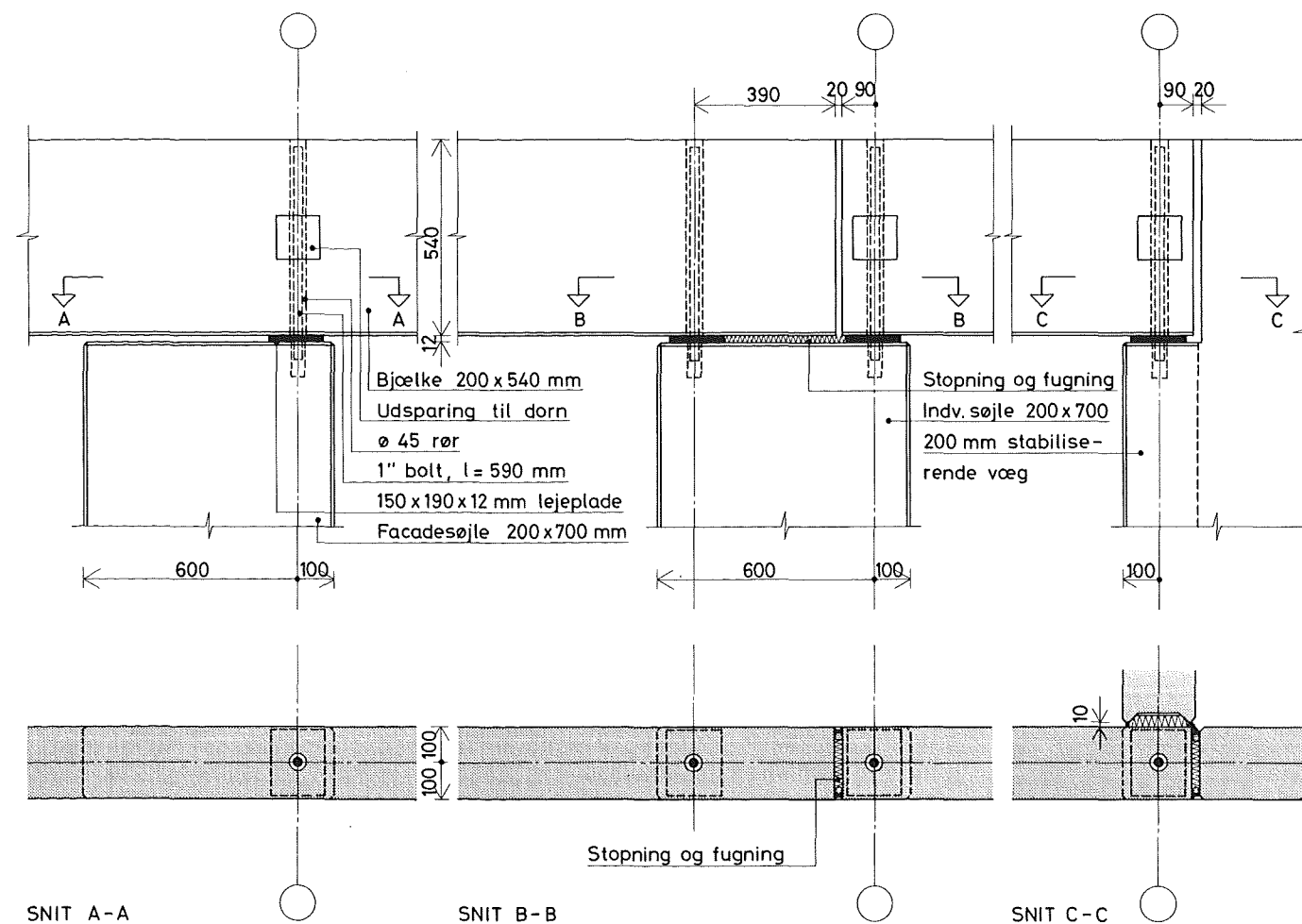
SØJLE - BJÆLKE - PLACERINGER 1:20

Figur 18.26
Placeringen af bjælker og søjler i modulnettet er baseret på akseprincippet. Modul-
detaljer.



SØJLE - FACADE - PLACERINGER 1:20

Figur 18.27
Moduldetaljer af facadesamlinger. Bemærk, at de brede søjleflader står uden for
facaden og danner kuldebroer. 1. Sandwichfacade, 200 mm. 2. Søjle, 200 x 700
mm. 3. Snedkerparti, 100 mm. 4. Søjle, 200 x 480 mm.



SNIT A-A

SNIT B-B

SNIT C-C

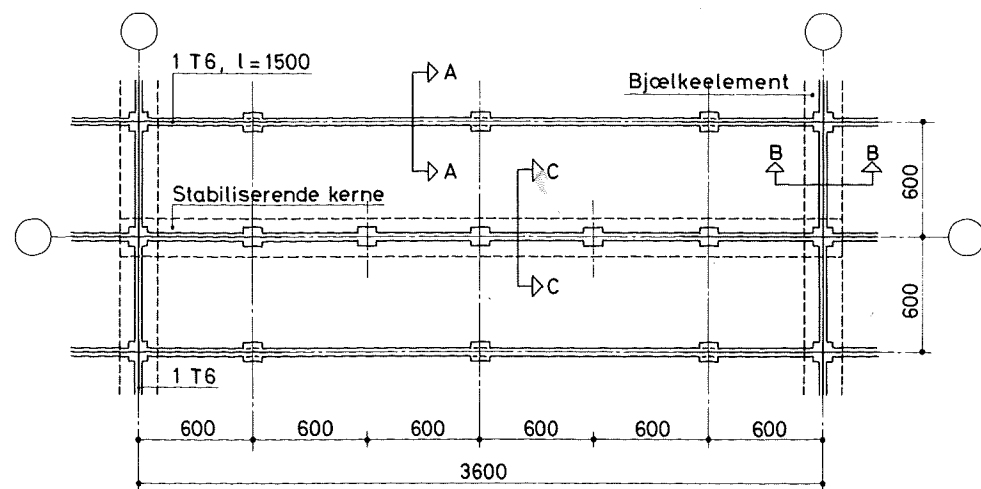
BJÆLKE - SØJLESAMLINGER 1:20

Figur 18.28
Dornsamlinger mellem bjælker og søjler.

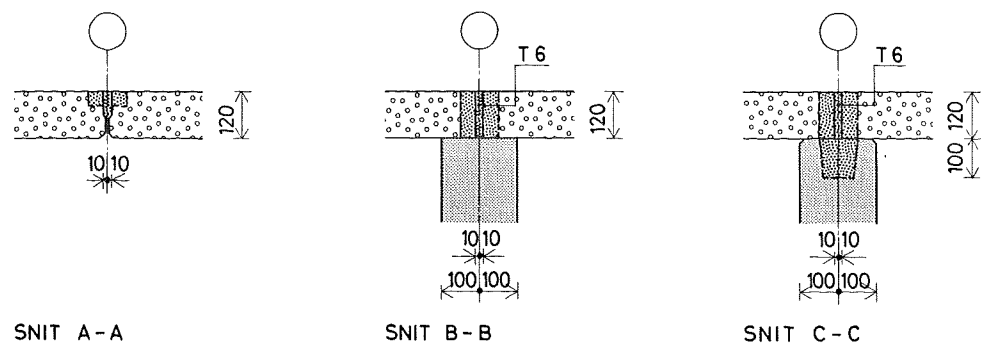
Figur 18.28 viser samlingerne mellem bjælker og søjler, der udføres med Neoprene-le-
jer og dorne. De kvadratiske udsparinger, vist i bjælkernes sider er lommer, der dan-
ner vederlag for tværgående bjælker, som oplægges med udragende dorne af RHS-
profilstål.

Figur 18.29 viser samlingerne mellem Leca tagplader og de afstivende vægge i kerner-
ne. Forskydningskræfterne mellem tag- og vægskiver overføres gennem de viste ud-
støbninger, der udføres med cementmørtel. Også mellem tagpladerne indbyrdes eta-
bleres forskydningslåse, som vist, og fugerne armeres med stringere, normalt T6.

Figur 18.29
Samlinger med forskydningslås mellem tagplader og vægskiver i toilet-kernerne.



PLAN 1:40



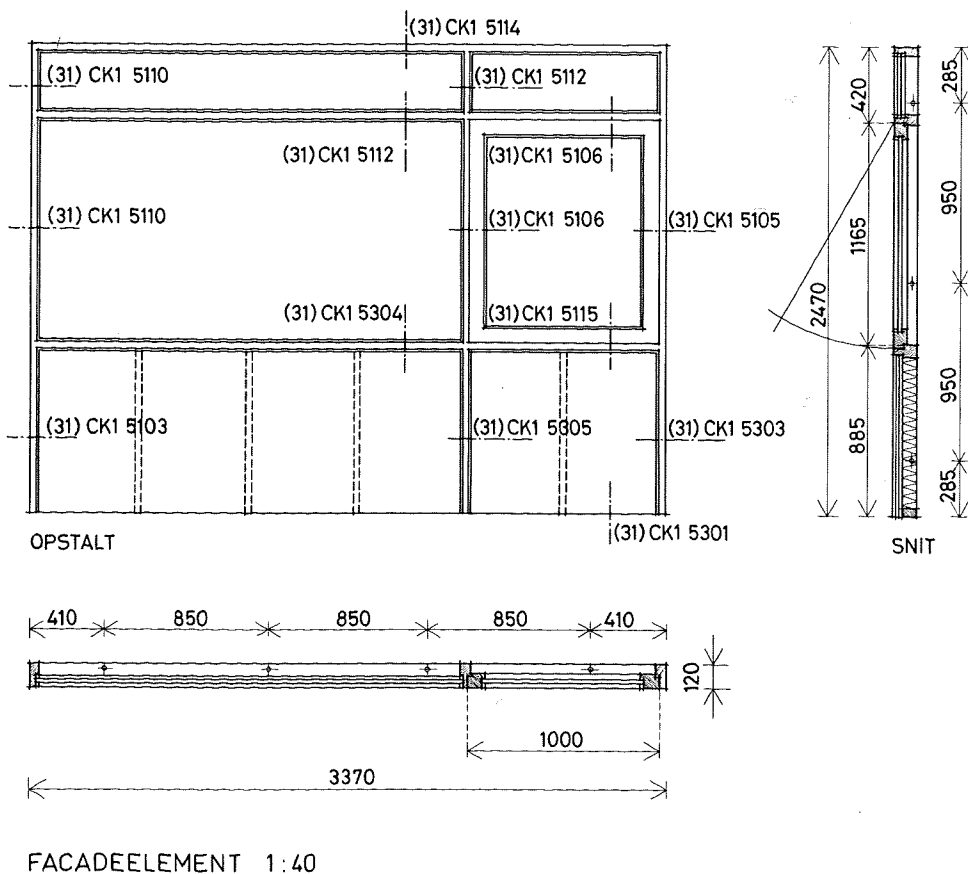
SNIT A-A

SNIT B-B

SNIT C-C

MONTAGE AF LECA TAGPLADER 1:20

Figur 18.30
Typiseret, let facadeelement fra Fynsplanens Type 3.



FACADEELEMENT 1:40

Figur 18.30 viser et eksempel på et let facadeelement, udformet som et snedkerparti. Alle de på tegningen markerede detaljer er typiserede og vist på de respektive detailtegninger fra Centalkontoret. Se også de følgende figurer 18.31, -34 og -37.

I det følgende er vist et udvalg af de mest karakteristiske samlingsdetaljer fra projektet. Det bemærkes, at konstruktionerne er udformet i overensstemmelse med BR 72, dvs. før den første oliekrise gav anledning til skærpede krav til varmeisolering. Dette betyder, at der er regnet med følgende krav:

Tunge ydervægge	$k = 1,0 \text{ W/m}^2\text{°C}$
Lette ydervægge	$k = 0,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$
Tage	$k = 0,45 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Disse krav blev først ændret med BR 77, som foreskrev en fordobling af isolationskravene fra 1. februar 1979. På dette tidspunkt havde Fynsplanen udviklet 2 nye typer, nr 4 og 5, som dels opfyldte de nye krav til energibesparelser, dels var udformet mere kompakt med normalklasser på 60 m².

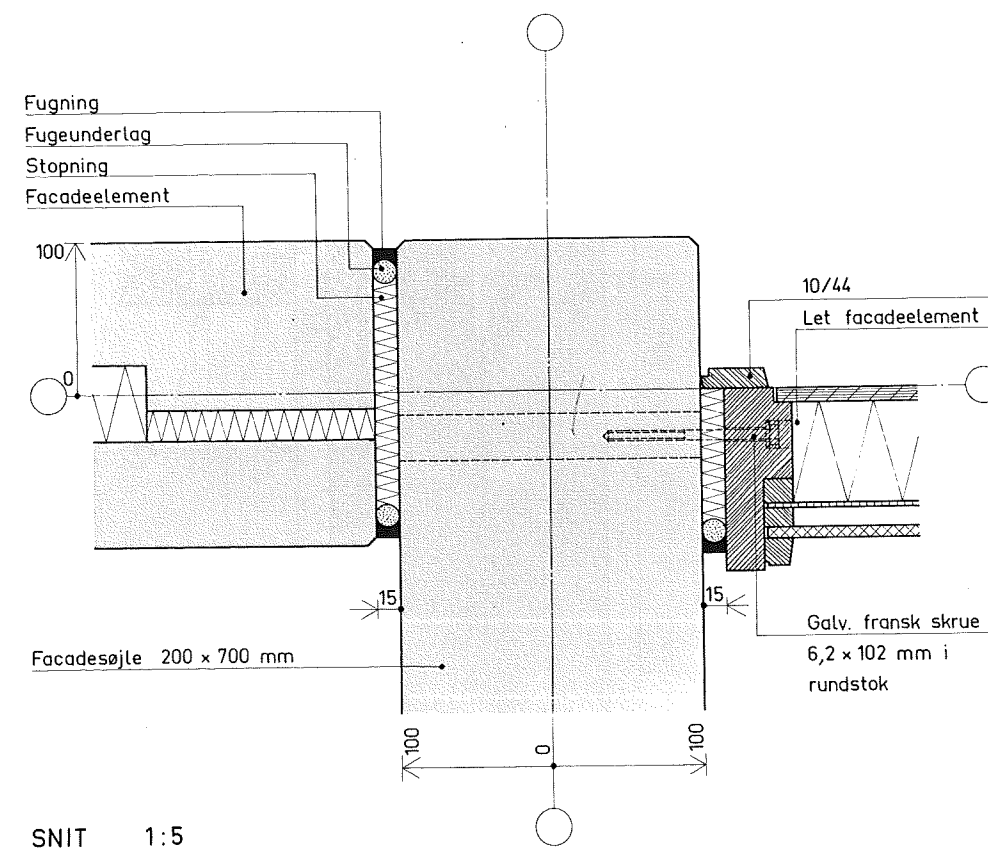
Figur 18.31 viser vandret snit i samling mellem facadesøjle og tung og let facade. Facadesøjlerne, der er 700 mm brede, træder kraftigt frem foran facaden, og er et væsentligt træk i bygningens arkitektur. Men søjlerne er også væsentlige kuldebroer i konstruktionen, et forhold som først blev ændret omkring 1977 med den i figur 18.32 viste løsning.

Figur 18.33 viser et lodret snit i samlingen mellem facadesøjle og sokkel. Den ekscentriske understøtning af søjlen svarer til bjælkevederlaget foroven.

Figur 18.34 viser det tilsvarende lodrette snit i sokkel og terrændæk mellem søjlerne. Bemærk den omhyggelige kantisolering langs fundamentet.

Figur 18.35 viser samlingen mellem den tunge facade og soklen. Samlingen er udført efter samme principper, som er anvendt i de tidligere omtalte samlinger, dvs. med montagebolte og understøpning mv. Den viste kuldebro ved understøpningen brydes af kantisoleringen i overgulvet, se figur 18.34. Bemærk at der er udført ventilation af betonsandwichelementet med 3 stk. 10 mm PVC rør pr. element. Denne sikkerhedsforanstaltning mod kondens anses normalt ikke for nødvendig ved sandwichelementer.

Samlingsdetaljer og BR-krav

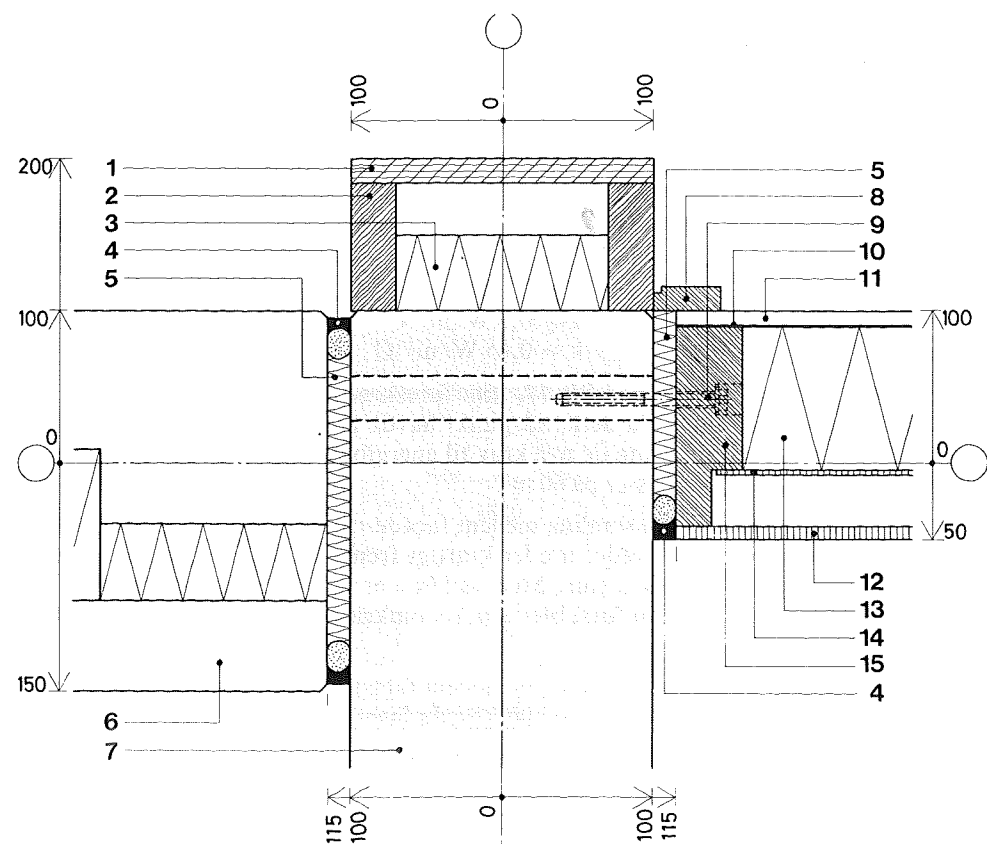


SNIT 1:5

Figur 18.31
Vandret snit i samlinger ved facadesøjle. Bemærk kuldebroen fra søjlen.

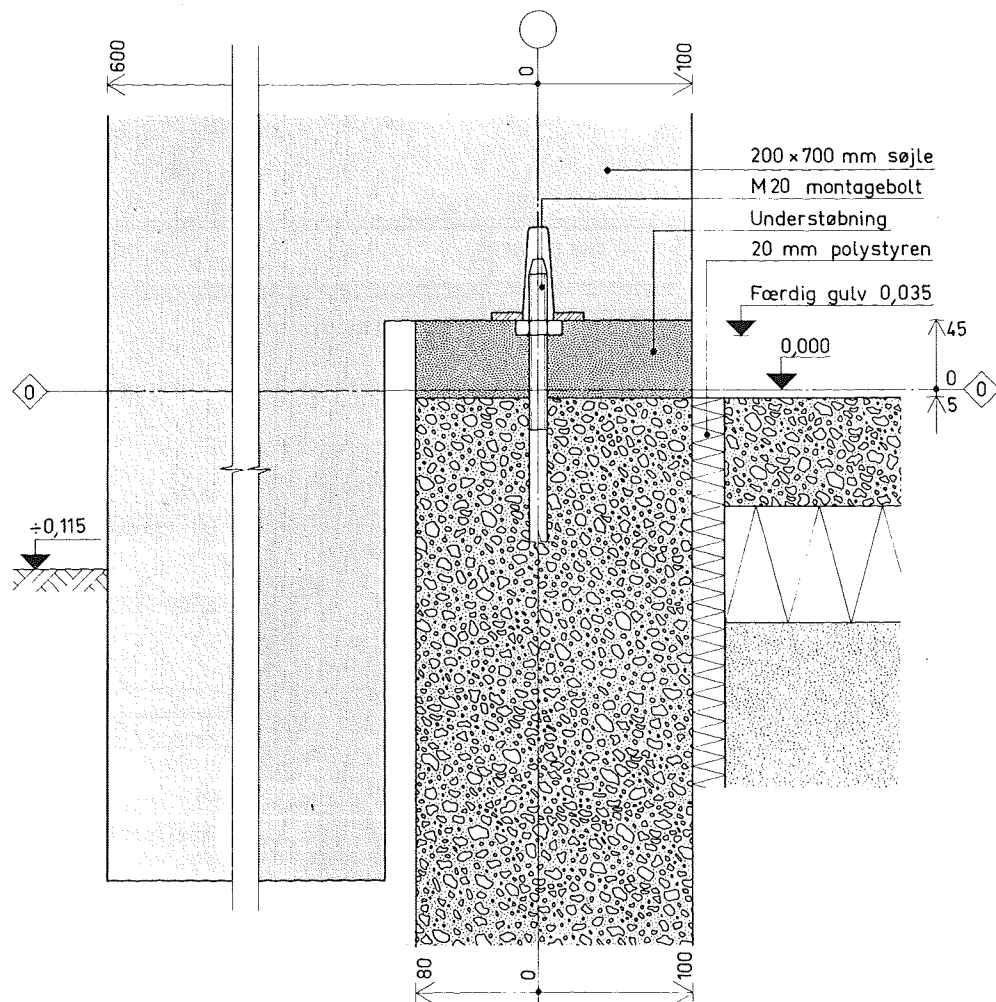
Figur 18.32
Vandret snit i samlinger ved facadesøjle med isolering af kuldebro og forbedrede k-værdier af facadeelementerne, svarende til BR 77.

- 1 Karlit 16 mm
- 2 Planke 34x88 mm
- 3 Mineraluld 50 mm
- 4 Elastisk fuger
- 5 Mineraluldstopning
- 6 Sandwichelement
- 7 Facadesøjle 200 x 700 mm
- 8 Dækliste 16x44 mm
- 9 Skruer 6x100 mm
- 10 Dampbremse
- 11 Bodex 9 mm
- 12 Eternit 10 mm
- 13 Mineraluld 100 mm
- 14 Internit 4 mm
- 15 Karmtræ 45x145 mm.



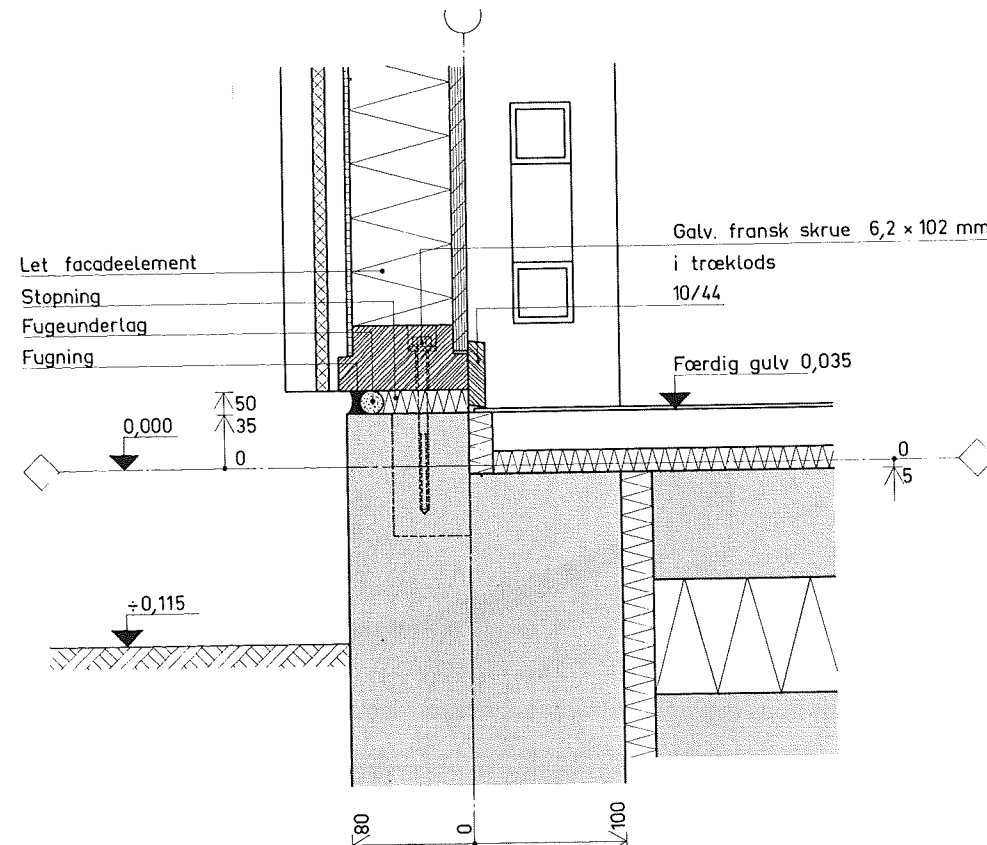
SNIT 1:5

Figur 18.33
Lodret snit i samling mellem søjle, sokkel og terrændæk.



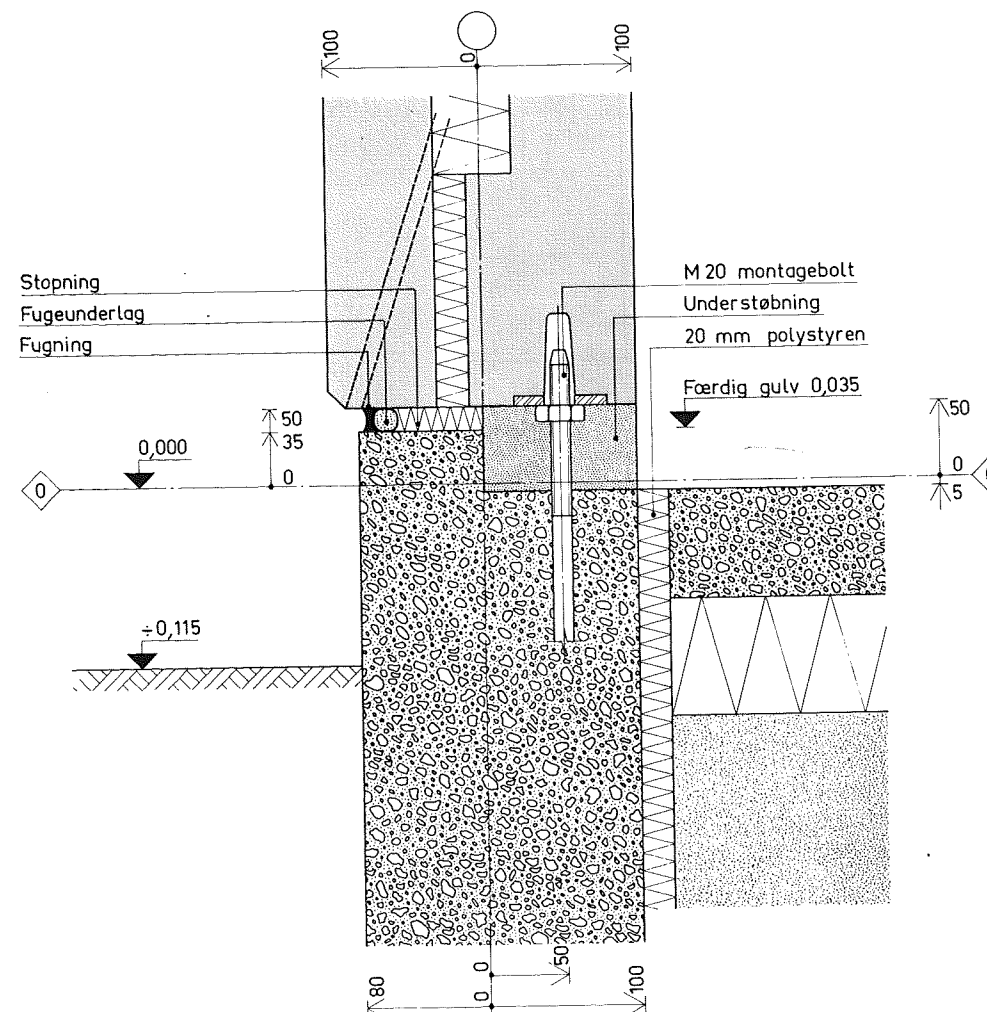
SNIT 1:5

Figur 18.34
Lodret snit i samling mellem let facade og terrændæk.



SNIT 1:5

Figur 18.35
Lodret snit i samling mellem tung facade og sokkel. Bemærk udluftningen af sandwichelementet.



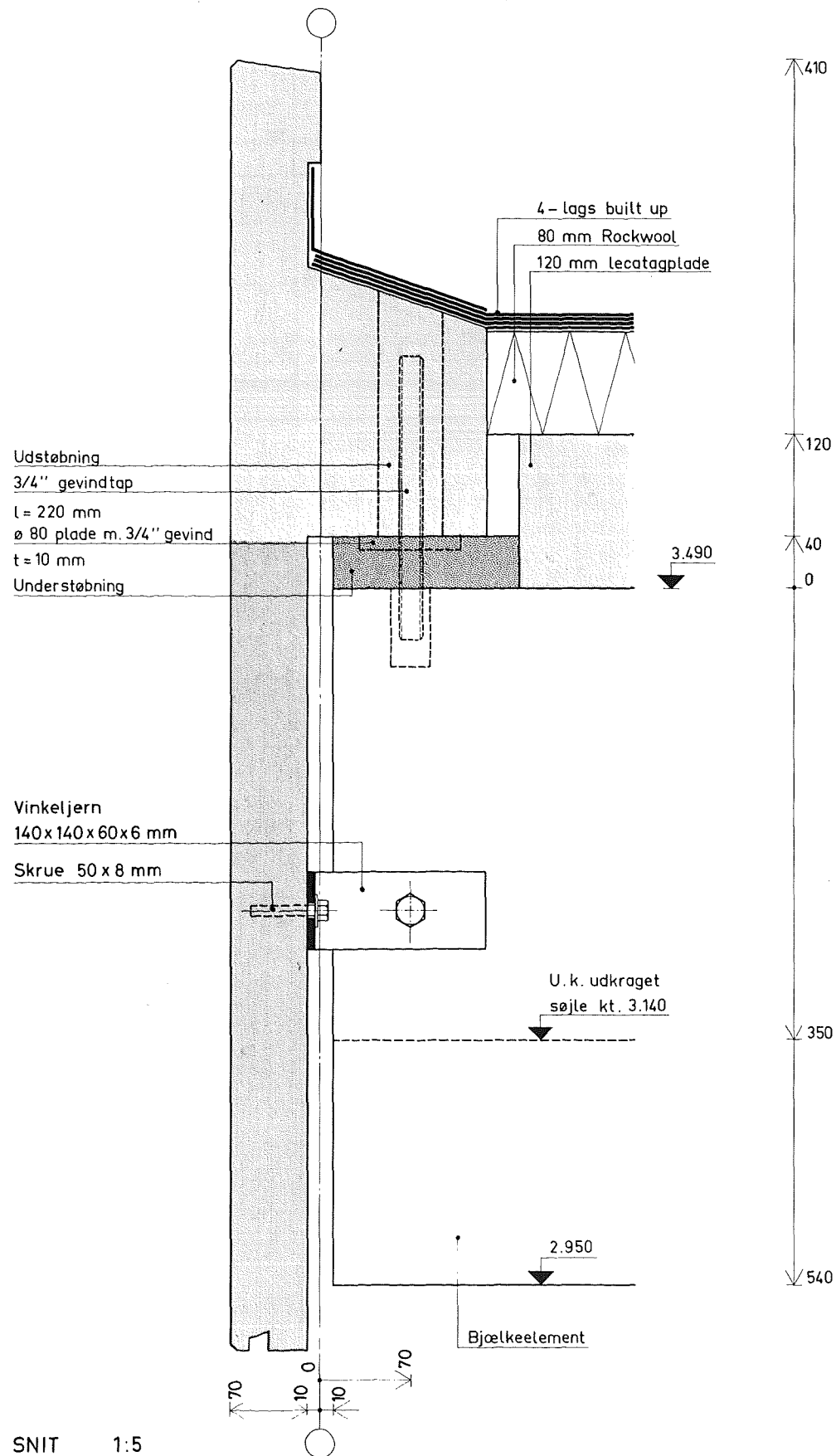
SNIT 1:5

Figur 18.36 viser lodret snit i samlingen mellem betongesims, bjælkeelement og tagplade. Fynsplanen har desuden en alternativ løsning med gesimsplader af eternit.

Fynsplanens paptage - samme problemer som på tilsvarende andre bygninger i Danmark.

Type 3 anvender udelukkende vandrette tage, tækket med tagpap, og denne løsning forekommer også hyppigt i typerne 1, 2 og 4. Disse paptage har givet anledning til de samme problemer, som nu (1983) er velkendte fra andre bygninger her i landet, hvor der er anvendt paptage uden fald. De bedste udgaver, dvs de oprindelige built-up tage

Figur 18.36
Lodret snit i gesimssamling.

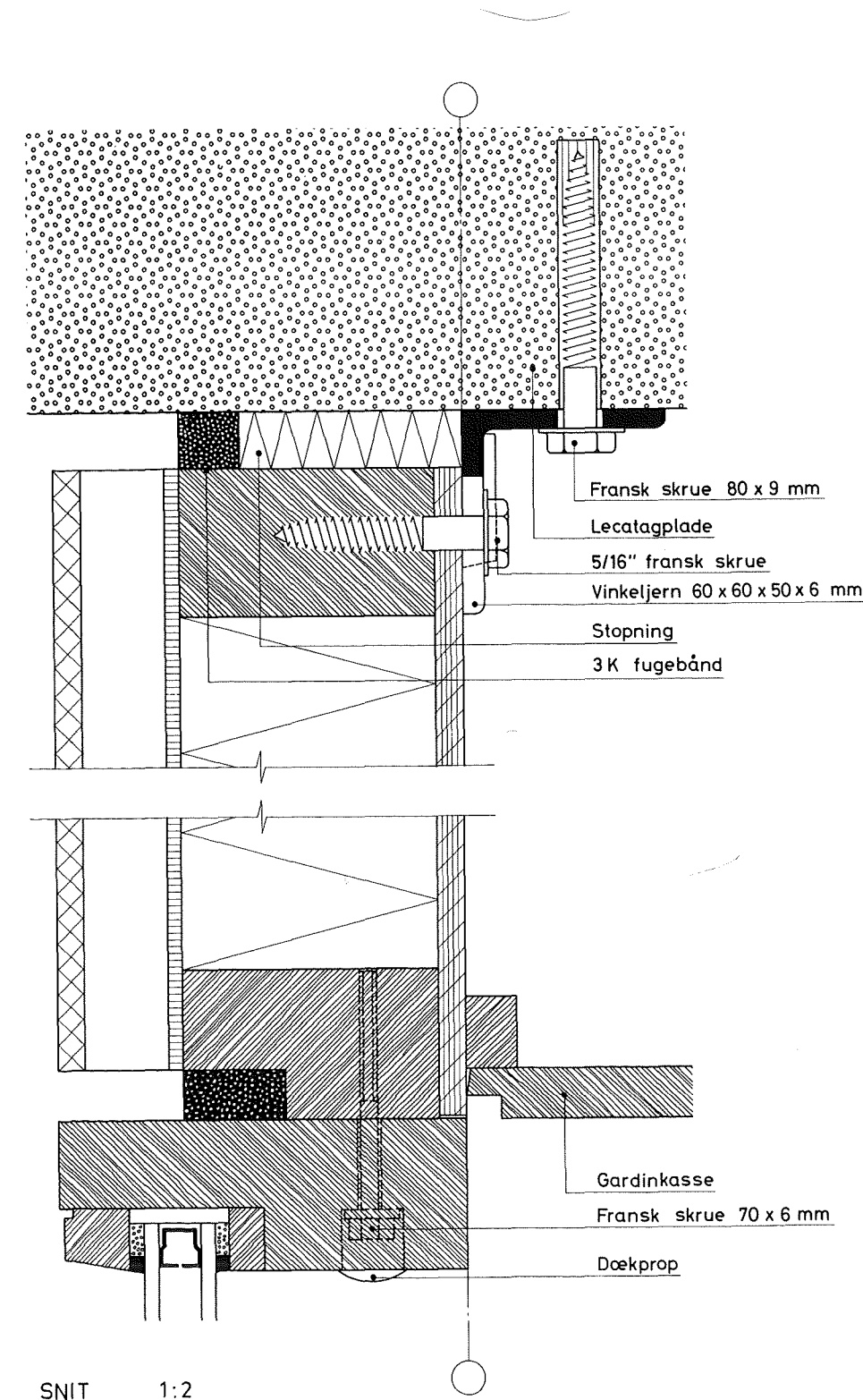


udført med 4-lags tæknings og et beskyttende lag perlesten holder rimeligt godt, men er dog udsat for frostsprængninger. De senere løsninger, specielt de der har tæknings udlagt på træfiberplader, bliver hurtigt utætte og giver anledning til alvorlige tekniske, økonomiske og juridiske problemer. Der henvises til speciallitteraturen herunder litt. 18.9. Og det skal her slås fast, at danske paptage nu skal have et fald på min. 2,5%.

Figur 18.37 viser et lodret snit i samlingen mellem den lette facade og Leca tagpladerne. Samlingen viser desuden detaljer af snedker-elementets udførelse og dets fastgørelse med de velkendte vinkeljernsbeslag til tagpladen.

Type 3 er den mest udbredte af Fynsplanens skoler og således også den, der foreligger flest erfaringer med. Typen er opført over hele Danmark og har dannet grundlag for type 4, som skal omtales kort i det følgende.

Figur 18.37
Lodret snit i samling mellem let facade og Leca tagplade.



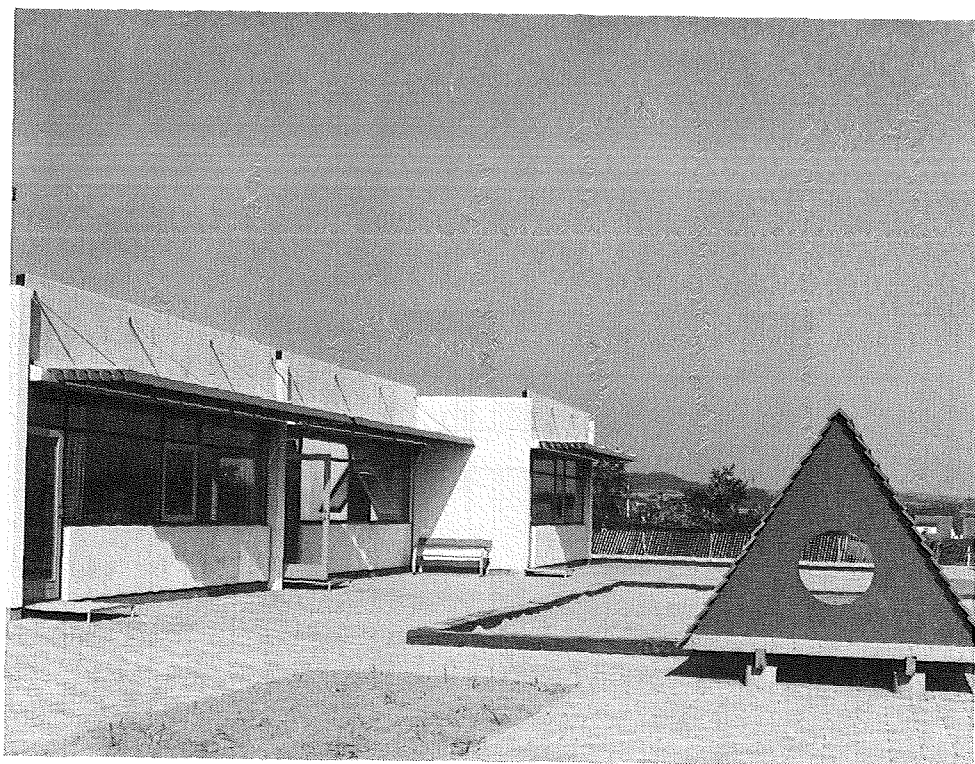
18.4 Type 4

Type 4
- fra midten af 70'erne,
efter den første oliekrise

Fynsplanen, type 4 er udviklet omkring 1974 efter den første store oliekrise, der startede recessionen i den vestlige verdens økonomi. Bruttonationalproduktet faldt - se figur 1.03 - og det danske samfund blev mere ressource- og energibevist. I overensstemmelse hermed er Type 4 en mere kompakt skole. Normalklassens areal falder igen til 60 m², og varmeisoleringen af bygningerne forbedres.

Type 4 planlægges som en skole af kompakte 1-etages blokke i en sluttet form; men man bevarer det fleksible system både under projekteringen og i brugsfasen. Figur 18.38 viser et billede af Toftegårdsskolen i Fåborg, et eksempel på en Type 4 skole.

Figur 18.38
Toftegårdsskolen i Fåborg
- Fynsplanens type 4.

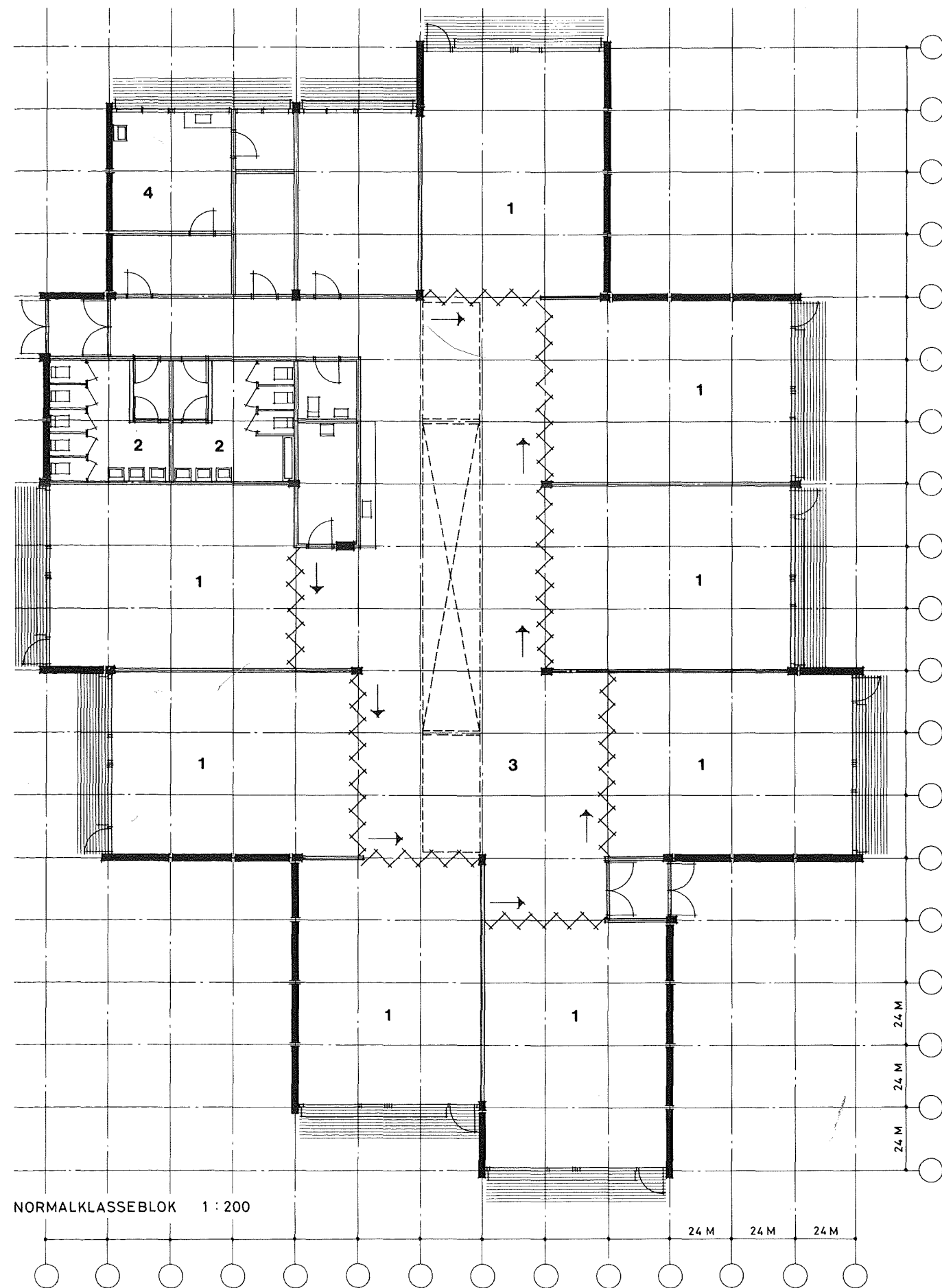


Type 4's byggesystem og målkoordinering

Type 4 skolens byggesystem er i høj grad baseret på den foregående Type 3. Skolen er projekteret over et 24M x 24M modulnet, se figur 18.39. Den bærende hovedkonstruktion består af 240 x 360 mm søjler, som er indspændt i fundamenterne og derved medvirker til bygningens stabilitet over for horisontallaster sammen med de tunge, bærende facader, se figur 18.39. Sandwichfacaderne indgår også som lodret bærende elementer i de tilfælde, hvor de kan optage lasten fra tagpladerne direkte.

Type 4's tagkonstruktion

Tagpladerne er 240-280 mm tykke Leca betonelementer, incl. 20 mm leca akustikbeton, dvs en åben, porøs belægning, som absorberer lydenergi. Pladerne oplægges på bjælker af jernbeton eller strengbeton, afhængigt af spændvidden. Tagpladerne varmeisoleres med 100 mm mineraluld, og får således en k-værdi på ca. 0,25 W/m²°C, hvilket er lidt højere end BR 77-kravet. Der kompenseres herfor gennem et vinduesareal mindre end 15%. Det bemærkes, at facesøjlerne også i Type 4 danner kuldebroer; men der er taget hensyn hertil i varmerammeberegningen.



Figur 18.39
Typisk normalklasseblok fra Fynsplanens type 4. Toftegårdsskolen i Fåborg. Bemærk foldevæggene, som gør det muligt at ændre planen til et »skolelandskab«.
1 Normalklasser, 2 Toiletter, 3 Centralrum, 4 Skolelæge mv.

18.5 Type 5

80'ernes byggekrise

Mindre end 10 år efter det største boom i dansk byggeris historie, med 55.000 boliger fuldført i rekordåret 1973 er vilkårene ændret radikalt. En ny oliekrise og en mere alvorlig økonomisk krise præger de vestlige lande. I Danmark vokser arbejdsløsheden, samtidig med at befolkningstallet for første gang i historien falder! På grund af de fallende fødselstal begynder man at lukke de første skoler i byerne. Under disse vilkår er det svært at markedsføre et masseproduceret, arbejdskraftbesparende betonbyggesystem som Fynsplanen, og Centralet tager konsekvenserne heraf: Man udvikler Type 5, som er en muret skole, og man går ind i byggeeksporten.

Type 5's byggesystem

Type 5 er en muret skole, opført med en hel traditionel byggeteknik, som vi kender den fra enfamiliehuset. Bygningerne er i 1 etage med tegltag, båret af præfabrikerede gitterspær. Ydervæggene, som er bærende, udføres af 100 mm etagehøje Leca beton-elementer med 125 mm mineraluldisolering og en skalmur af 1/2 eller 3/4 sten. Terrændæk opbygges af singels, hårde pladebatts og beton støbt på stedet. Herover udlægges fugtspærre og et 40 mm anhydrit gulv, som underlag for den afsluttende gulvbelægning. Helt igennem en traditionel løsning, som ikke udnytter Fynsplanens enorme produktionserfaring med de præfabrikerede typer. - Og alligevel den rigtige løsning i den aktuelle situation, - Fynsplanens tilpasning til det foranderlige samfund!

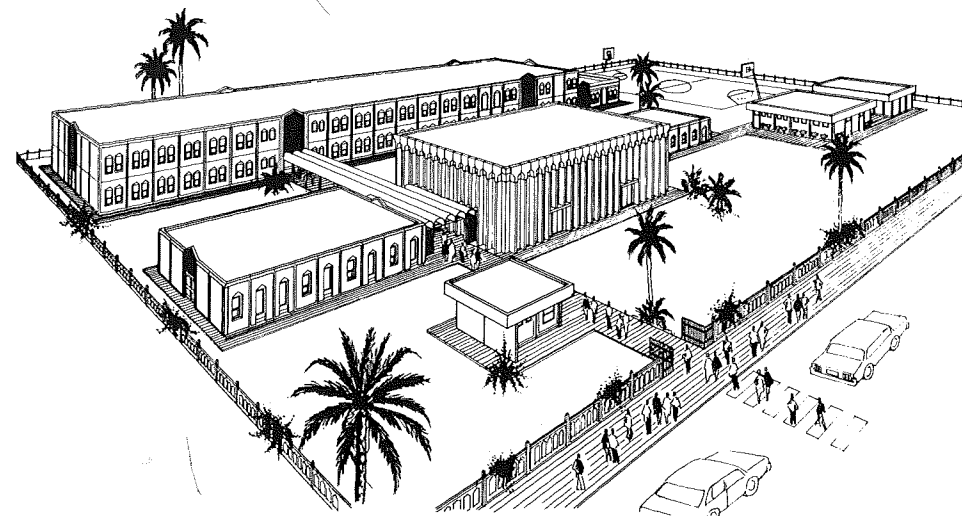
Figur 18.40
Skellerup skole i Ullerslev
Kommune. Fynsplanen
type 5.



18.6 Baghdadskolerne

Byggekrise -
byggeeksport

Med byggekrise i 1980'erne stod Fynsplanen, som mange andre danske virksomheder i en situation, hvor byggeeksporten blev en betingelse for at overleve. Med det store erfaringsgrundlag - 110 danske skoler på i alt ca. 480.000 m² - var der udviklet en byggeteknik og en organisation, som kunne sælges i udlandet. Og i sommeren 1979 skrev Fynsplanen sammen med det danske, rådgivende ingeniørfirma A + G Consult kontrakt i Bagdad på projektering og tilsyn med opførelsen af 216 skoler i Bagdad og omegn. Byggeriet, som er omtalt i litt. 18,8 og 18.11, omfatter 715.000 m² etageareal. I det følgende gives en kort beskrivelse af projektet.



Figur 18.41
Perspektiv af en af Fyns-
planens Baghdadskoler.

Det skal straks bemærkes, at Baghdadskolerne langt fra er et mønstereksempel på Fynsplanens og dens teknikeres formåen. Opgaven var meget bunden, og under projekteringen blev flere besparelser gennemført af bygherren, ligesom projektet måtte tilpasses produktionen på en eksisterende fabrik. Projektets mest interessante aspekter ligger derfor nok i de planlægnings- og styringsopgaver, som er løst med dets gennemførelse. Dette emne er behandlet nærmere i litt. 18.10.

Baghdadskolerne er typiserede over et byggeprogram, der indeholder normalklassefløje, en stor multianvendelig hal til sport, skolemøder etc. samt en række specialbygninger til administration, skolekøkken, værksteder, kontor mv. Se figur 18.41 og 18.42.

Byggeriet er detailprojekteret i 2 udgaver, hvor den ene anvender betonbyggeblokke til alle inder- og ydervægge samt Omnia plader med in situ overbeton til etagedæk og tagplader. Den anden udgave, som er vist i det følgende, er udført med præfabrikerede dæk, vægge og sandwichacader i den velkendte danske udgave.

Bygningerne er projekteret over et 12M x 12M planlægningsmodul, hvor de indvendige, tunge vægge placeres efter akseprincippet; mens sandwichfacaderne placeres med bagstøbnings centerlinie i en modullinie, se figur 18.43.

Bygningen er et plade-skivesystem, hvor de simpelt understøttede dækplader bæres på facaderne og de langsgående, indvendige vægge. Tværstabiliteten sikres af 150 mm betonskillevægge mellem klasserummene. Etageadskillelser og tagplader udføres af 200 mm tykke hule dækelementer, 12M brede, svarende til planlægningsmodulet. Tagpladerne afdækkes med 20 mm bitumen, 50 mm Styroporisolering, et lag sand udlagt med fald 1:100 og øverst 40 mm tykke betonfliser. Figur 18.43 viser typiske detailsnit fra projektet.

Samlingsdetaljerne figur 18.43 bygger på sunde, gennemprøvede, danske løsninger, tilpasset de lokale produktionsmuligheder. Det ses, hvorledes der er arbejdet med robuste fugedetaljer, således at der ikke stilles urealistiske krav til det lokale produktionsapparat.

Facadefugerne bygger på det velkendte 2-trins princip, med profilerede Neoprene fugebånd. Betonfugerne er ikke selvforskallende, men udført med plads til 20 mm skumplast fugeforskalling, således at det bliver muligt at arbejde med større tolerancer, end vi bruger ifølge dansk praksis.

Fynsplanens Bagdad-skoler viser, hvorledes et modulkoordineret, gennemrationaliseret, dansk byggesystem kan tilpasses fremmede behov og derved gøre det muligt at overkomme en akut skolemangel i et område, hvor den lokale byggetradition - sine mange kvaliteter ufortalt - ikke ville være i stand til at løse problemet.

Et projekt med bindinger
- og forbehold

Byggeprogrammet

2 byggesystemer

Modulplanlægning

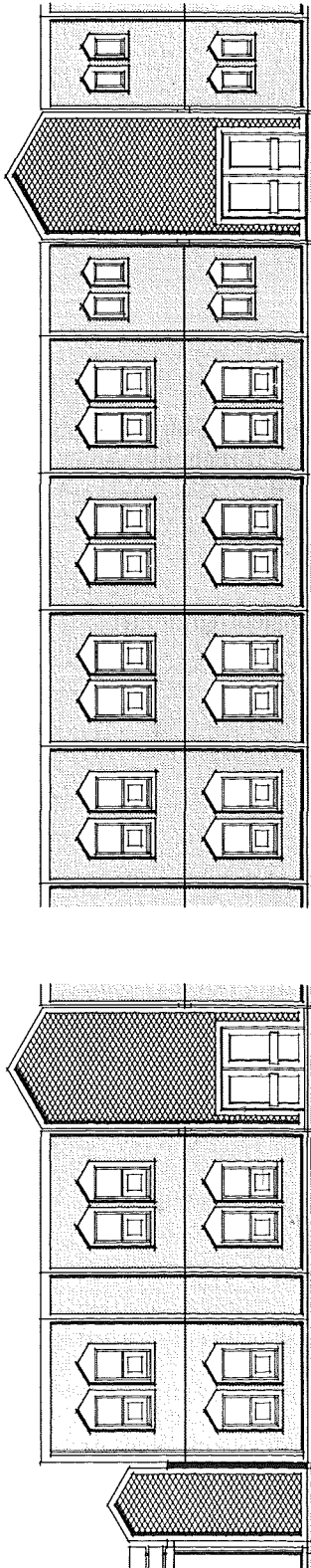
Statisk hovedsystem

Samlingsdetaljer

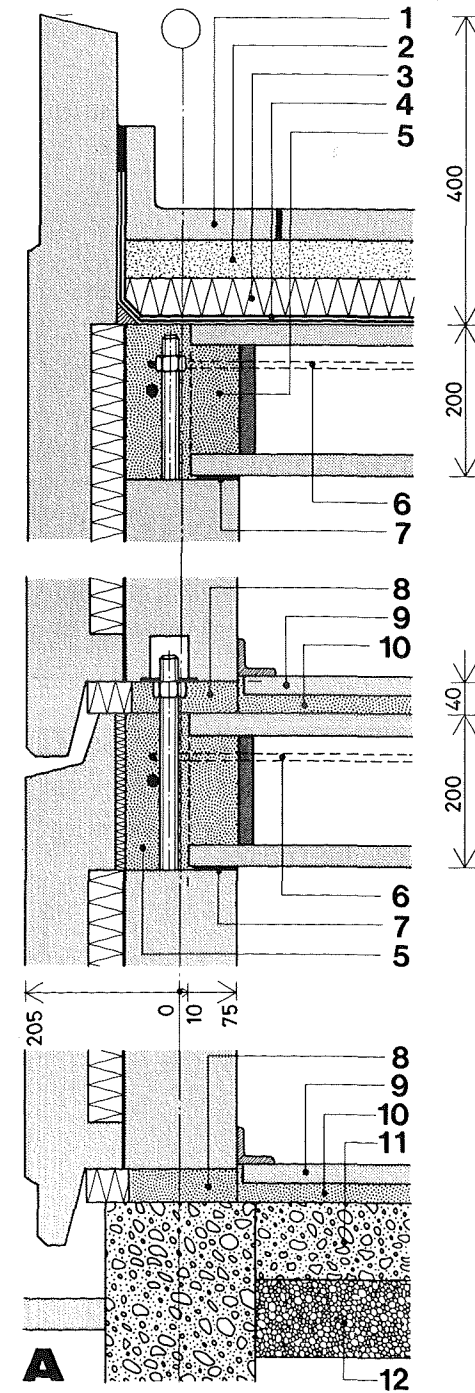
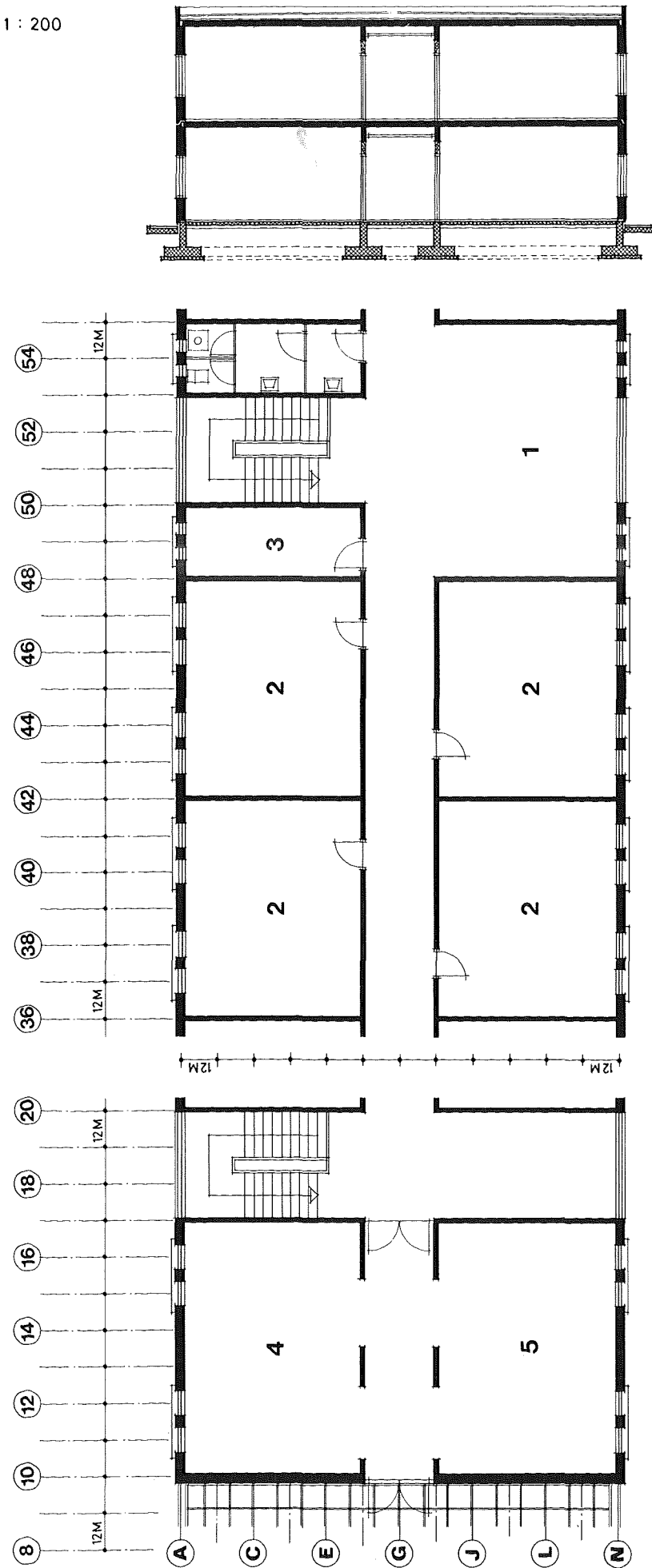
Afsluttende bemærkninger

Figur 18.42
Plan, snit og facade.
1:200.

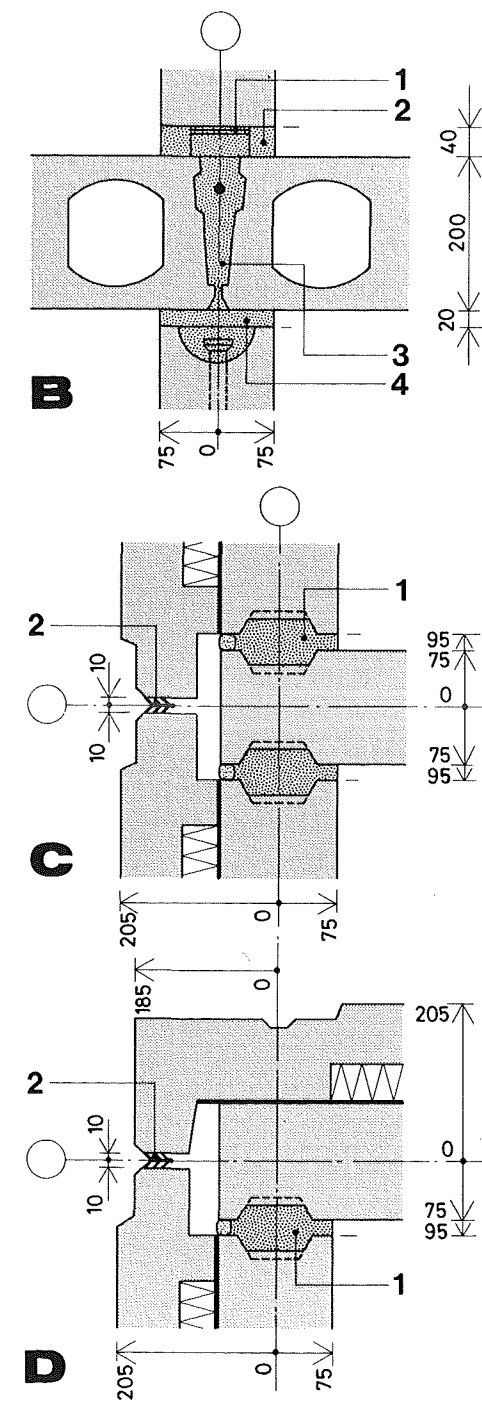
- 1 Indgang
- 2 Klasseværelse
- 3 Lærerværelse
- 4 Laboratorium
- 5 Dagligstue



1 : 200



1 : 10



Figur 18.43
Detailsnit 1:10
A. Lodrette snit i facade.
1 Betonfliser 40 mm
2 Rent sand 60 - 150 mm
3 Styropor 50 mm
4 Bitumen 20 mm
5 Beton 20
6 U-bøjle
7 Asfaltpap
8 Beton 20
9 Terrazzofliser 25 mm
10 Cementmørtel
11 Betongulv
12 Drænlag

B. Lodret snit i etagekryds.
1 Pladeclip
2 Beton 20
3 Udstøbning beton 20
4 Understopning

C. Vandret snit i facade og indvendig væg.
1 Beton 20
2 Neoprene fugebånd

D. Vandret snit i gavlhjørne.
1 Beton 20
2 Neoprene fugebånd.

18.7 Litteratur

- 18.1 Nissen, Henrik Danske Systemskoler. Byggeindustrien 1971. 2 Teknisk Forlag.
- 18.2 Nissen, Henrik Modul og Montagebyggeri. Kbh. 1970.
- 18.3 Kjærbye, Per Rosengårdsskolen. Byggeindustrien 1970.20 Teknisk Forlag.
- 18.4 Centralkontoret Rationelt skolebyggeri Type 1. 1967.
- 18.5 Centralkontoret Rationelt skolebyggeri, Fynsplanen fortsætter Type 1 + 2. 1972.
- 18.6 Centralkontoret Rationelt skolebyggeri. Type 3 1973.
- 18.7 Vagn O. Kyed og Per Kyed A/S The Fynsplan - industrialized system building. 1983.
- 18.8 The Fynsplan System & A + G Consult. A Flexible Building System 1983.
- 18.9 Tagpapbranchens Oplysningsråd Diverse anvisninger mv.
- 18.10 Nissen, Henrik 216 skoler i Baghdad. Byggeindustrien 1983.3 Teknisk Forlag.

Byggesystemer af stål er veludviklede i de stålproducerende lande. I »Elementbau 665« fra Homburg i Saar har vi et karakteristisk eksempel, der er udført præfabrikeret og modulært ligesom de øvrige eksempler i denne bog. Billedet viser en folkeskole i Düsseldorf.

»De grønne montageskoler« er et tilsvarende dansk eksempel fra midten af 1960'erne.



19

19. Systemskoler af stål

Modulprojekt, eksempel 10

Stål i husbygning

Byggesystemer af stål til husbygning anvendes i Danmark fortrinsvis til halkonstruktioner, hangarer og visse af landbrugets og industriens lagerbygninger. Valget af stål som konstruktionsmateriale er især berettiget, hvor der kræves store spændvidder, eventuelt kombineret med høje belastninger.

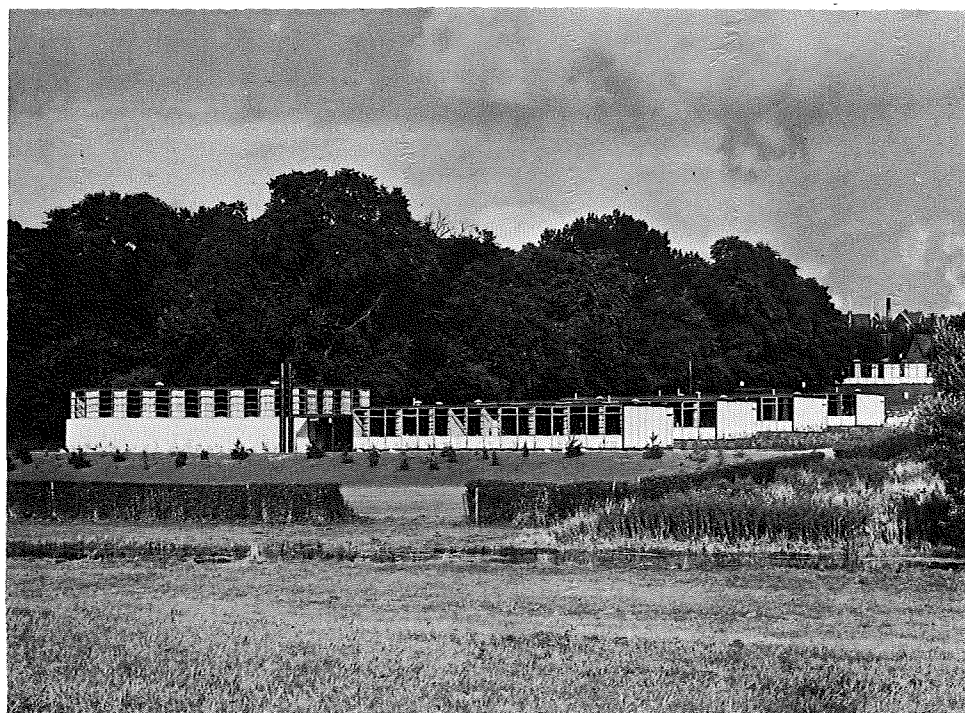
I boligbyggeriet samt i kontorbygninger o.lign. er stålet sjældent økonomisk som konstruktionsmateriale. Dette hænger formentlig sammen med, at Danmark ikke er et egentligt stålproducerende land, idet stålbygninger af denne art opføres hyppigt i lande som fx Tyskland, England og USA m.fl.

»De grønne skoler«

Der findes dog et enkelt eksempel på et rationelt, præfabrikeret byggesystem af stål anvendt til danske typeskoler. Projektet, som er omtalt i litt. 19.1 og 19.2, blev kaldt »De grønne montageskoler«, se figur 19.01 og 19.02.

De fleste af disse skoler blev opført i årene 1965-67 for Statens Åndssvageforsorg. Sidste projekt efter systemet er kommuneskolen i Ulshøj ved Kalundborg opført i 1970. At projektet ikke har været anvendt siden, skyldes formentlig flere årsager;

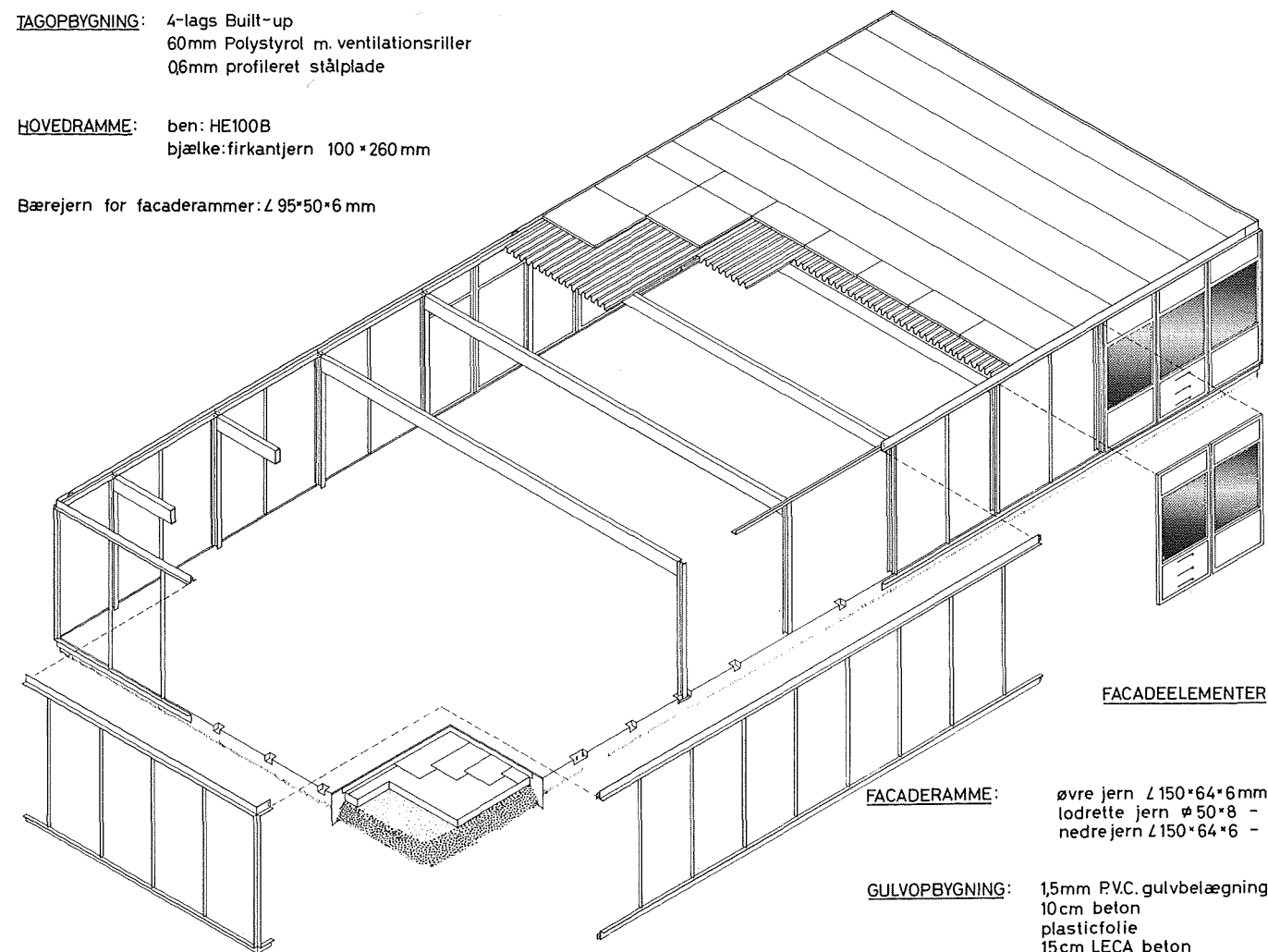
Figur 19.01
Korsevadskolen ved
Ringsted.
Dansk typeskole opført
med præfabrikerede
komponenter af stål.



TAGOPBYGNING: 4-lags Built-up
60mm Polystyrol m. ventilationsriller
06mm profileret stålplade

HOVEDRAMME: ben: HE100B
bjælke: firkantjern 100 x 260 mm

Bærejern for facaderammer: L 95x50x6 mm



FACADEELEMENTER

FACADERAMME: øvre jern L 150x64x6 mm
lodrette jern ø 50x8 -
nedre jern L 150x64x6 -

GULVOPBYGNING: 1,5mm P.V.C. gulvbelægning
10cm beton
plasticfolie
15cm LECA beton
grus eller singels

GAVLRAMME: som facaderamme. I hjørnerne: L 70x70x6 mm
L 55x55x8 -

FUNDERING: rendefundament, bredde 30cm

EKSEMPEL 10 ISOMETRI AF BYGGESYSTEMET

Figur 19.02
Isometri af byggesystemet.

blandt disse konkurrencespørgsmålet, skolemyndigheders præference for mere traditionelle materialer samt visse byggetekniske problemer i skolerne, herunder spørgsmålet om kuldebroer i stålkonstruktionerne. Figur 19.03 viser, hvorledes dette problem blev behandlet og løst under teknikernes udviklingsarbejde med projektet.

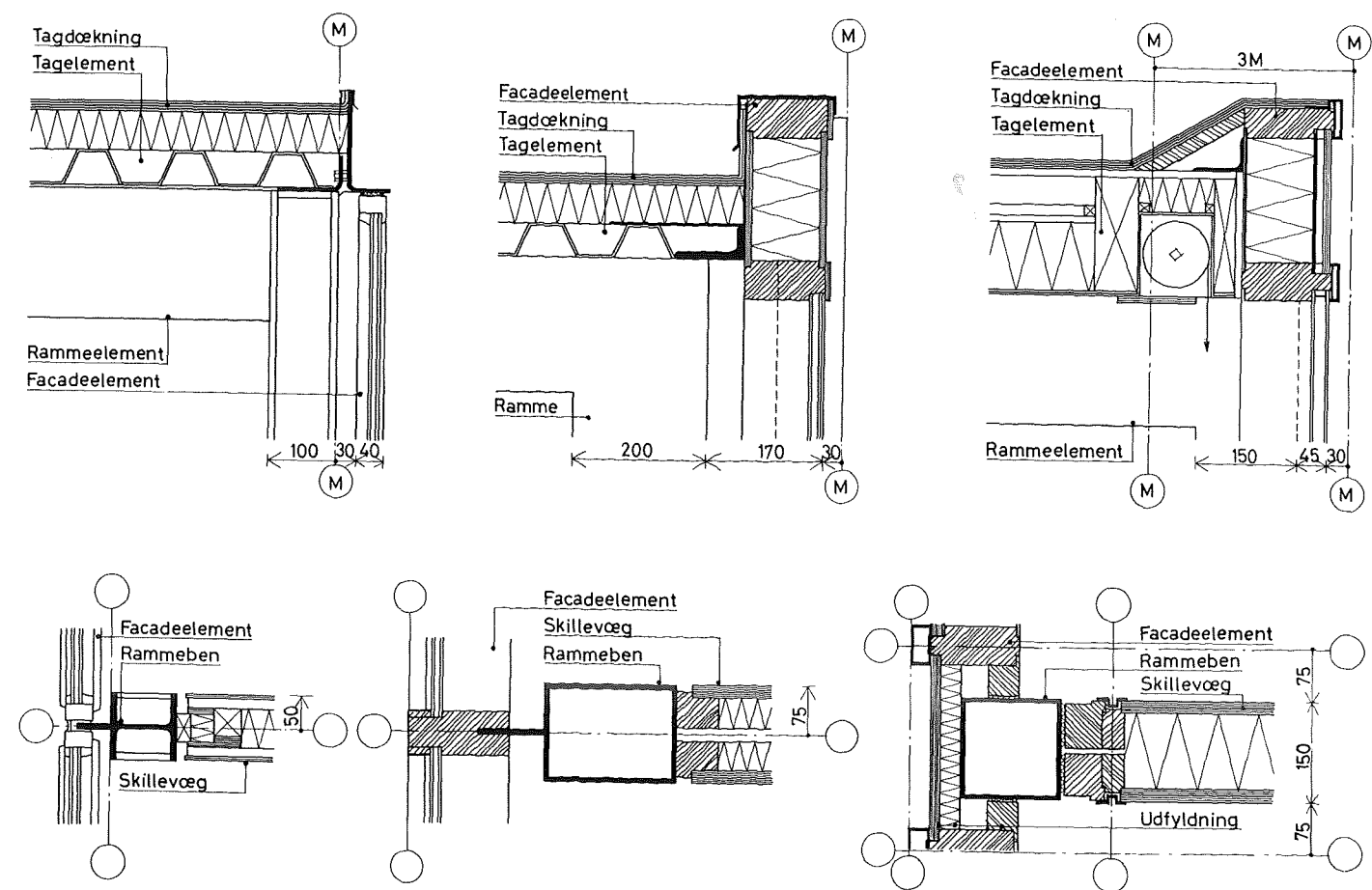
Her i kapitel 19 er valgt et eksempel på et tysk byggesystem af stål, fortrinsvis til brug for skoler. Byggesystemet har været anvendt til talrige skoleprojekter i Vesttyskland, opført siden 1967.

Beliggenhed: Fordelt over hele Vesttyskland
Bygherrer: Offentlige skolemyndigheder m.fl.
Teknikere: Arkitekt Konny Schmitz i samarbejde med Homburger Stahlbau GmbH
Hovedentreprenør: Homburger Stahlbau GmbH
Opførelsesdatoer: 1967 og fremefter

Projektet er baseret på den internationale modulordning og følger iøvrigt de i denne bog beskrevne principper for det industrialiserede byggeri, dvs. anvendelse af målkoordinerede, præfabrikerede komponenter med høj færdiggørelsesgrad og en gennemført arbejdsplanlægning, resulterende i en kort opførelsestid.

Et tysk byggesystem,
Homburger Elementbau

Projektdata



Figur 19.03
Lodrette og vandrette snit i 3 forskellige udgaver af samlingerne mellem ydervæg, tag og indervæg. Bemærk forskellene i lyd- og varmeisolering. Mål ca 1:10.

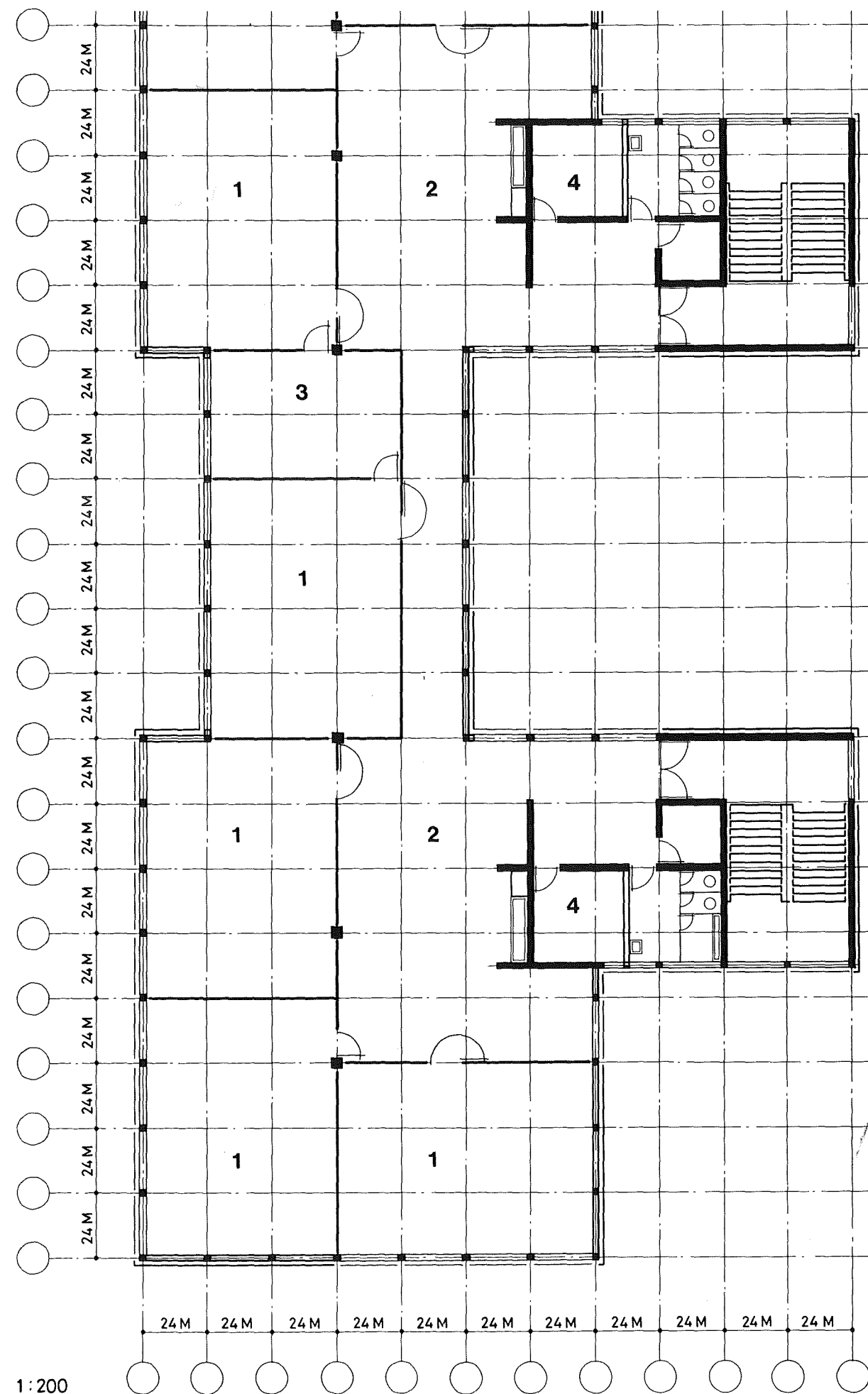
19.1 Projekteringsforudsætninger

Elementbau 665 er udviklet for at imødegå skolemangelen i Vesttyskland i 1960'erne og 70'erne.

Byggesystemet er baseret på normale profilstål til det bærende hovedsystem samt præfabrikerede elementer af stålrammer med pladebeklædninger etc. til ydervægge, indervægge, vindues- og dørpartier mv. Også disse elementer er udført med høj færdiggørelsesgrad og danner således sammen med det bærende system og de kompletterende bygningsdele et sæt »byggekloster«, som kan sammenstilles til et bredt udvalg af skoleprojekter.

Med typiseringen af projektet og dets komponenter opnås fordele i form af projekteringsfrihed, gennemprøvede bygninger og detaljer, kort projekterings- og byggetid og sikkerhed for tids- og økonomiplaner. Systemet er desuden således indrettet, at ændringer og udbygninger let kan foregå. Normalt opføres skolerne i hoved- eller totalentreprise, idet bygherren selv kan vælge, om han vil lade sine egne teknikere medvirke. Kontrakten indeholder sædvanligvis aftale om fast pris og fast tid for projektet.

Figur 19.04 (næste side)
Typisk planudsnit af skolebygning, projekt Homburger Elementbau 665.
1 Normalklasse. 2 Aula. 3 Arkiv. 4 Depot.



1:200

19.2 Byggeprogram og byggesystem

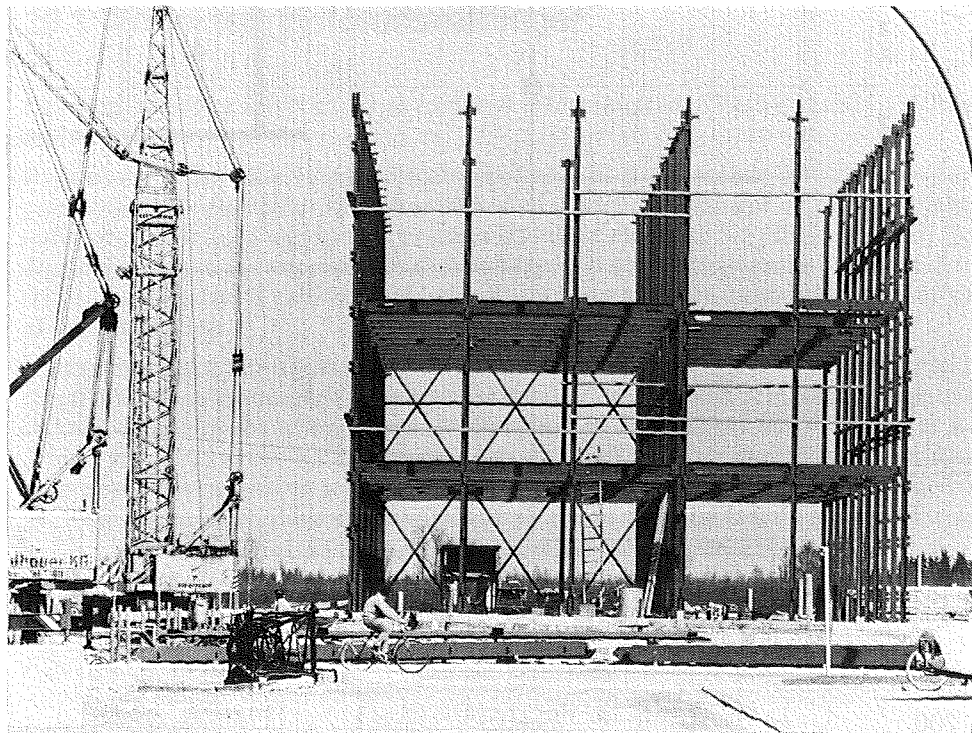
For et byggesystem, der skal kunne anvendes til opførelse af mange forskellige slags bygninger, er fleksibilitet og multianvendelighed vigtige egenskaber. »Elementbau 665« søger at imødekomme dette på følgende måde:

Systemet er retningsfrit i alle tre dimensioner både på projekteringsstadiet og ved ombygninger. Dvs. at et givet projekt kan udbygges såvel i de normale fire retninger i planen som i højderetningen. Enhederne i disse udbygninger er bestemt af planlægningsmodulerne, 24 M x 24 M horisontalt og 6 M vertikalt; se figur 19.04 og 19.07 samt det følgende afsnit. Byggesystemet kan anvendes i projekter op til 4 etager. Målene er bl.a. tilpasset kravene til undervisningslokaler, og fx bliver normalklassens modulmål 72 M x 96 M = 69 m² svarende til 2,7 m² pr. elev ved en klassestørrelse på 24 elever. Se figur 19.04.

Med bærende konstruktioner af stål rummer systemet muligheder for etablering af store spændvidder, hvilket især har betydning ved udformning af gymnastiksale, større samlingsrum o.lign. Mindre målspring i systemet er mulige ved anvendelse af det sekundære multimodul 12 M; men dette giver naturligvis anledning til specialelementer.

Systemets valgfrihed i planlægningsfasen viser sig også derved, at det bærende hovedsystem kan kombineres med en række forskellige materialer og komponenter til delsystemerne, fx ydervægge, ikke-bærende indervægge, vinduer, døre og trapper mv. Systemet kan således betegnes som et delvist åbent system, hvor kun den bærende hovedkonstruktion er et lukket system. Endelig skal det nævnes, at programønsker om atrium-, loggia- og tagterrassekonstruktioner er tilgodeset i byggesystemet.

Bygningens statiske hovedsystem er som nævnt opbygget af et bærende stålskelet. Stålsøjler, normalt af HE-120B profiler, kan opstilles frit i planlægningsmodulnettet knudepunkter. Søjlerne leveres i fuld bygningshøjde, og er således kontinuerte over alle etager, se figur 19.05. Søjlerne er fast, simpelt understøttet med lejeplader forankret til rende- eller punktfundamenter. På boltede konsoller på søjlerne monteres simpelt understøttede bjælker af I-profil, I 240 til HE 360B, afhængigt af spændvidderne. Op til spændvidder på ca. 9,6 meter bærer disse bjælker alene; mens man for større spændvidder udfører kompositdragere, hvor stålbjælkerne ved hjælp af dorne virker sammen med de overliggende betonplader.

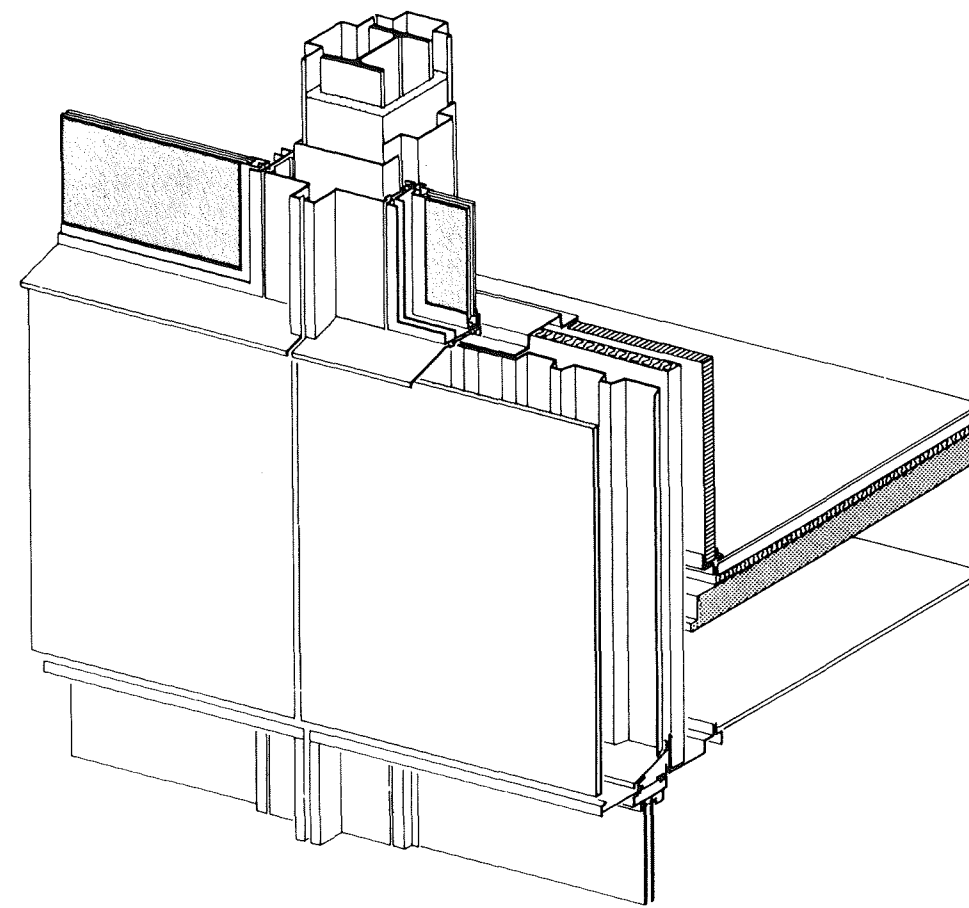


Figur 19.05
Montage af stålskelet.

Rådækket er opbygget af 100 mm tykke, massive jernbetonplader i standardformaterne 24 M x 24 M og 24 M x 12 M. Mellem pladerne udstøbes fuger, der danner forskydningslåse, således at dækskiven som helhed kan indgå i bygningens afstivende system. Dækpladerne er simpelt understøttet på stålbjælkerne.

Vindlasten overføres via bøjning i facaderne til stålskelettet, hvorfra dækskiverne fordeles horisontalkræfterne til de afstivende vægge, enten udført som på stedet støbte jernbetontrapperum eller med vindkryds i et passende antal fag i stålskelettet. Alle øvrige vægge, såvel indvendige som udvendige, udføres som udfyldningsvægge og indgår således ikke i det bærende hovedsystem. Der regnes med charniers i alle hovedsystemets knudepunkter. Bygningen er beregnet for en nyttelast på 5 kN/m² på dækkene. Snelasten på taget er 0,8 kN/m², og vindlasten er normalt 1,0 kN/m², afhængig af bygningens højde og beliggenhed.

Konstruktionerne er brandsikrede efter den tyske norm DIN 4102, som kræver F 90 (»Feuerwiederstand«) i 90 minutter for de bærende konstruktioner. Det tilsvarende danske krav for skolerne ville være BS 60. Søjlerne, der er påklæbet 25 mm glimmerskiferplader + 20 mm hård mineraluld, er indfattet i 1,5 mm galvaniseret stålplade, se figur 19.06 og 19.08. Søjlerne er godkendte som F 90 konstruktioner. Dækket, der udføres med forsænket loft af mineraluldplader og et overgulv udlagt på 30 mm mineraluld er F 120. Dækkets ståldragere af fx I 240 må beskyttes lige som søjlerne for at opnå klassifikationen F 90. De lette vægge udføres normalt af gipspladekonstruktioner med standardklassifikationer fra F 30 til F 90.



Figur 19.06
Isometri af dæk- og
facadesamling.

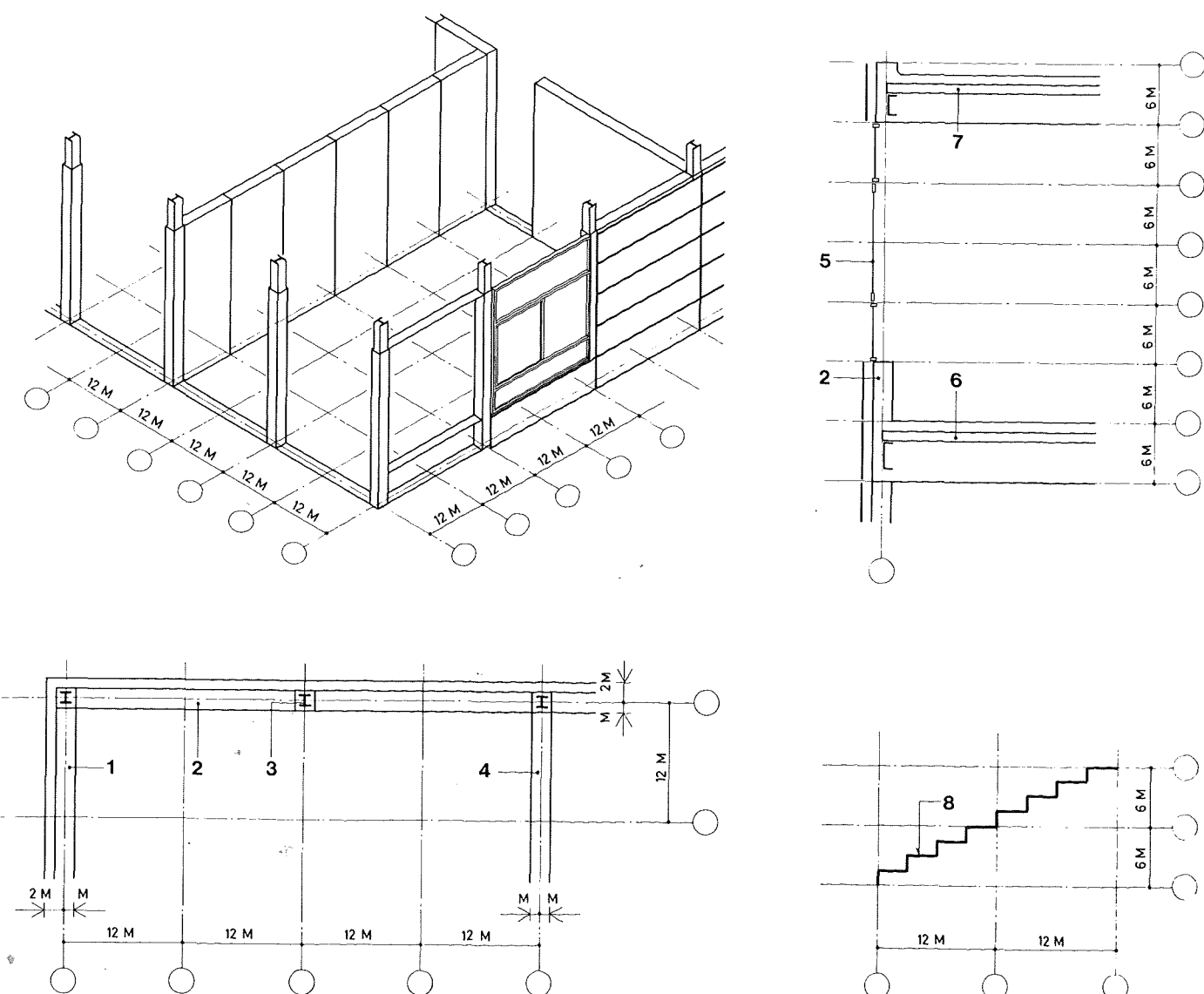
19.3 Modulplanlægning

24 M x 24 M planlægningsmodul

Bygningerne projekteres over et horisontalt, primært modulnet på 24 M x 24 M, i hvis knudepunkter søjlerne placeres centrisk. Desuden kan der anvendes et sekundært modulnet på 12 M x 12 M til planlægning af facader og indervægge mv. Alle indervægge er ligeledes placeret centrisk, medens ydervæggene bygges op omkring de akseplacerede søjler, se næste afsnit.

6 M vertikalt modul

Vertikalt anvendes et planlægningsmodul på 6 M, som styrer etagehøjder, brystninger og vinduer mv. Bruttoetagehøjden er normalt 36 M. Som suppleringsmål kan anvendes 3 M vertikalt og 12 M horisontalt. Figur 19.07 viser byggesystemet placeret i det rumlige modulnet.



Figur 19.07
Byggesystemets planlægningsmoduler. Ikke i mål.
1 Gavl. 2 Facade. 3 Søjle. 4 Indervæg. 5 Vindue.
6 Etageadskillelse. 7 Tag. 8 Trappe.

19.4 Elementer og samlinger

Figur 19.08 viser vandret snit i samlingerne mellem facadesøjle, ydervægge, vindue og dobbelt indervæg. De i figurteksten nævnte signaturforklaringer 1-32 er fælles for figurerne 19.08 - 19.14.

På figuren ses, hvorledes der omkring den bærende søjle af HE-120B er opbygget en række materialer og komponenter, som tilsammen tilgodeser alle relevante funktionskrav i konstruktionen. De vigtigste af disse krav er gennemgået i det følgende.

Søjlen HE-120B er et led i det statiske hovedsystem. Den fører lodrette laster til fundamentene og indgår eventuelt som gitterstang i det statiske system, såfremt den aktuelle søjle er udnyttet sammen med diagonaler til vindafstivning. Søjlerne beregnes som simpelt understøttede, idet der kun er ringe indspænding i etagerne. Søjlen er brandbeskyttet, som vist, til en brandmodstand efter DIN 4102 på F90.

De akustiske funktionskrav i samlingen vedrører især den viste indvendige skillevæg, hvis tilslutning til facadesøjlen er udført med tætninger af fugebånd monteret på de lette vægelementers lægter. Hvor der stilles særlig store krav til skillevæggens lydisolering, bør samlingerne mellem de enkelte pladeelementer og søjlen suppleres med elastiske fuger, der sikrer en fuldstændig tæthed. Med den viste dobbeltvæg med mineraluldisolering kan der opnås en lydisolering på $R'_w = 48$ dB, hvilket svarer til danske lydkrav til vægge mellem undervisningslokaler.

Ydervæggens varmeisolering giver med den viste 100 mm mineraluld en k-værdi på $0,40$ W/m² °C, som opfylder de tyske krav, men ikke de tilsvarende danske. Men det ses umiddelbart, at konstruktionen let kan udføres med en større isoleringstykkelse.

Klimaskærmen, der yderst består af en svær asbestcementplade, er opbygget som en ventileret konstruktion med åbne fuger både lodret og vandret. Den valgte opsætning af regnskærmen gør det simpelt at udskifte eventuelt beskadigede plader, ligesom man også uden større ændringer i konstruktionen kan vælge en række forskellige løsninger med plader af metal, plast, glas mv. Bag regnskærmen ligger en trapezprofilet aluminiumplade, som dels fastholder isoleringen, dels afdækker den og derved beskytter den mod konvektionstab. Vindtætheden i konstruktionen ligger i samlingen ved facadens lette, indvendige element, som med en fugesnor er bygget tæt sammen med søjlebeklædningen. Det bemærkes, at eventuelle beskadigelser af denne fugesnor under montagen ikke kan observeres på den færdige konstruktion. En ekstra sikring af fugens vindtæthed bør derfor etableres ved at fuge rundt om den indvendige vægoverflade med en elastisk fuge. Ved eftersyn på de færdige bygninger er der visse steder konstateret betydelige fugetab i blæsevejr, hvilket tyder på mangelfuld vindtætning i konstruktionerne.

Både indervægge og ydervægge leveres som færdige, præfabrikerede enheder, der monteres i den bærende konstruktion med bolte og selvskærende skruer. Eventuelle unøjagtigheder i stålskeletkonstruktionen udlignes inden montagen af udfyldningselementer ved indmåling og justering af søjlebeklædningen. Det ses af figurerne 19.08 - 19.13, hvorledes beslagene, der samler de udvendige elementer med hovedkonstruktionen, er forsynet med langhuller, som muliggør en udligning af målafvigelser i alle tre hovedretninger.

Byggesystemet tillader valg mellem en række forskellige vindustyper. Vinduet, vist på figur 19.08, er et aluminiumvindue med fast glas og udvendig solafskærmning bestående af forskydelige aluminiumskodder. Normalt anvendes skydevinduer til de fleste skoleprojekter. Med de viste materialer skulle facaden stort set være vedligeholdelsesfri.

Figur 19.09 viser vandret snit i en hjørnesøjle ved et udadgående hjørne. Det ses, hvorledes søjlen er placeret efter akseprincippet i begge retninger, hvilket giver mulighed for anvendelse af normalelementer i begge de tilsluttende vægge. Hjørnet lukkes med et særligt passtykke, der forbinder de to ydervægges udvendige beklædninger.

Samlinger i ydervæggene

Ydervæggens funktionskrav

Statiske krav

Brandbeskyttelse

Lydisolering

Varmeisolering

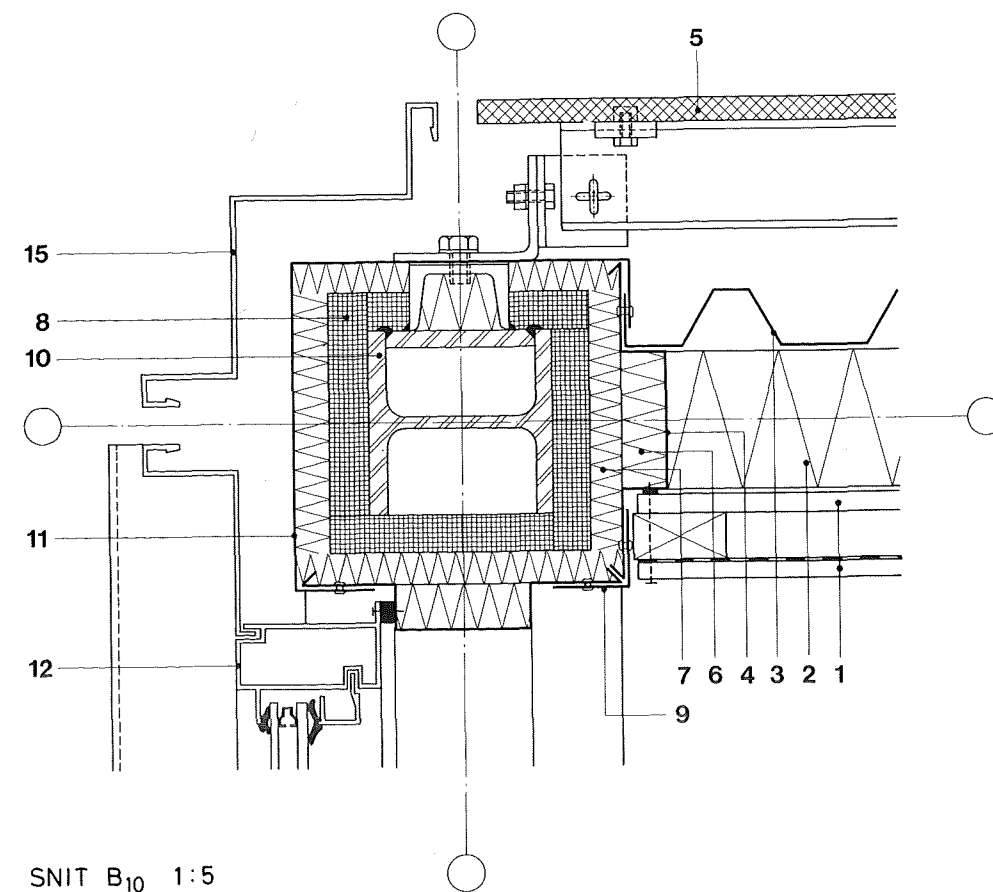
Ventileret klimaskærm

Montageteknik

Vindustyper

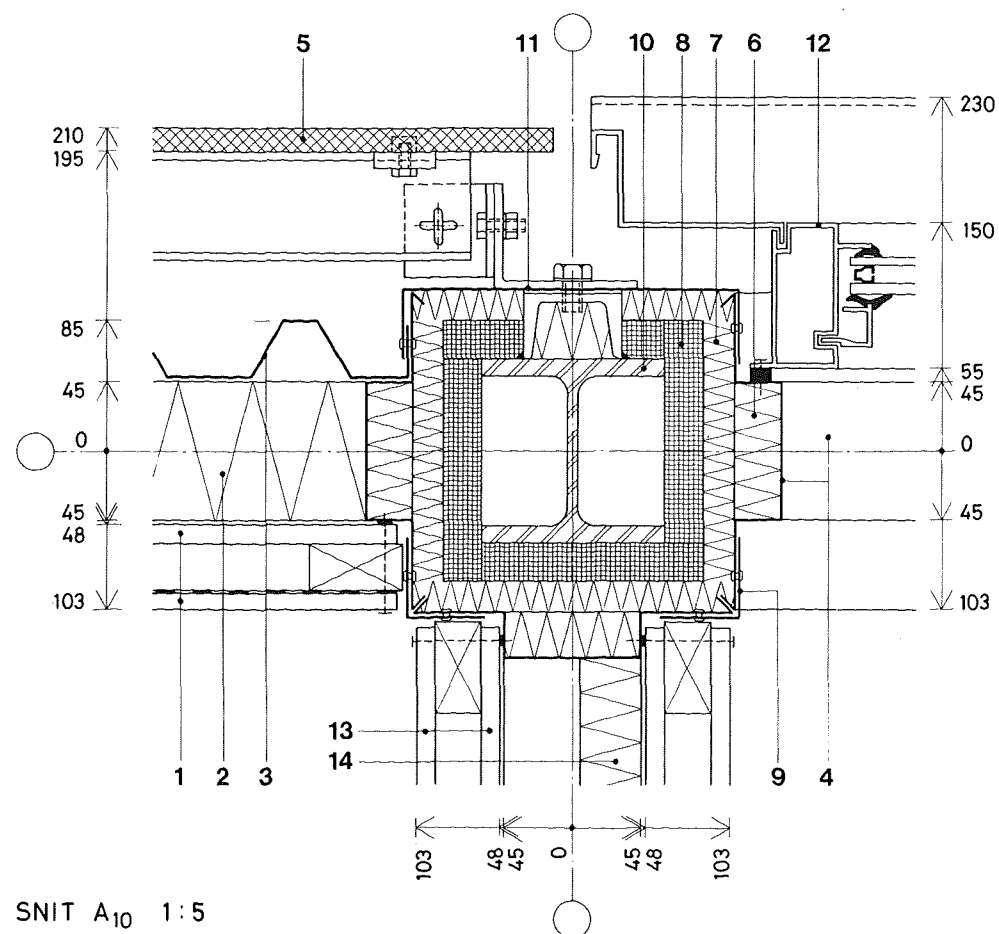
Hjørneløsning

1 Gipsplade-vægelement	16 Eternit-sålbænk
2 Mineraluld 100 mm	17 Ankerbolte M 25
3 Alu-trapezplade 0,5 mm	18 Leca 10-20 mm
4 Stålbeklædning 1,5 mm, Sendzimir-galvaniseret	19 Støbeunderlag
5 Asbestcement 15 mm	20 Beton in situ 120 mm
6 Mineraluld 30 mm	21 Mineraluld 30 mm
7 Mineraluld 20 mm	22 Asfaltgulv 40 mm
8 Vermiculite 25 mm	23 Linoleum 3 mm
9 Stålbeklædning 1,5 mm, Sendzimir-galvaniseret	24 Dækelement 100 mm
10 Stålsøjle HE 120 B	25 Nædhængt loft 15 mm mineraluld
11 Alu-plade 0,5 mm	26 Afstivning, galv.
12 Alu-vindue	27 Alu - fast glas vindue
13 Gipsplade-vægelement, som 1	28 Dampbremse
14 Mineraluld 40 mm	29 Polystyren 80 mm
15 Alu-hjørne 1,5 mm	30 PVC-dug
	31 Nøddesten 15-30 mm
	32 PVC-kappe



Figur 19.09
Vandret snit i samling
mellem søjle, facade og
gavl.

Figur 19.08
Vandret snit i samling
mellem søjle, facade og
dobbelt indervæg. Signa-
turer 1-32, se tabel.



SNIT A₁₀ 1:5

Figur 19.10 viser lodret snit i samlingen mellem sokkel, terrændæk og ydervæg. Det ses, hvorledes stålsøjlerne opstilles i udsparringer i betonsoklen. Udsparringerne er fordybet omkring de indstøbte montagebolte, således at der herved bliver en mulighed for en mindre opretning af boltene ved indmåling og justering af søjlernes placering. Ovenpå den på stedet støbte sokkel placeres et præfabrikeret sokkelement på en 35 mm tyk vandret fuge, som giver god mulighed for justering i højderetningen. Herefter isoleres og indklædes soklen med 1,5 mm galvaniseret stålplade svarende til den normale søjlebeklædning.

Ydersokkel

Gulvkonstruktionen består af 40 mm støbeasfalt ovenpå 30 mm trædefast mineraluld-isolering. Under isoleringen lægges en fugtspærre af 0,15 mm PVC-folie, og der udføres kapillarbrydende lag under det nederste betonlag. På asfaltgulvet lægges tæpper, vinyl eller linoleum, og der afsluttes mod ydervæggene med en fodliste af træ.

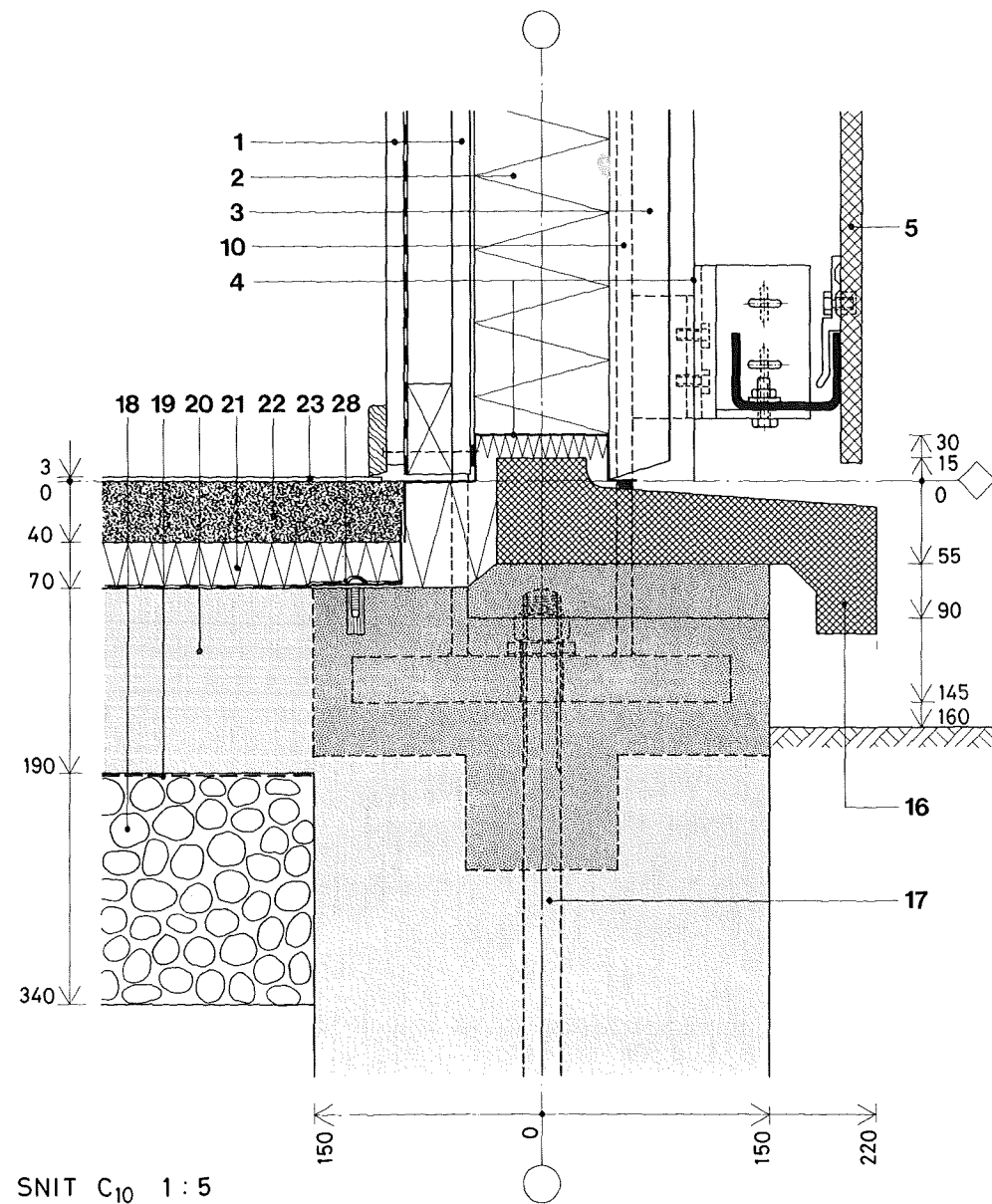
Terrændæk

Figur 19.11 viser lodret snit i samlingen mellem ydervæg og etageadskillelse. På samlingen ses den tidligere beskrevne ydervægskonstruktion og fastgørelsen af udvendig facadebeklædning via beslag til stålsøjlerne.

Ydervæg-etageadskillelse

Desuden ses oplægningen af de modulære betonplader på oversiden af de bærende stålbjælker. Ovenpå betonpladerne er udført en svømmende gulvkonstruktion, svarende til den under figur 19.10 beskrevne.

Figur 19.10
Lodret snit i samling
mellem sokkel, gulv og
facade.



SNIT C₁₀ 1:5

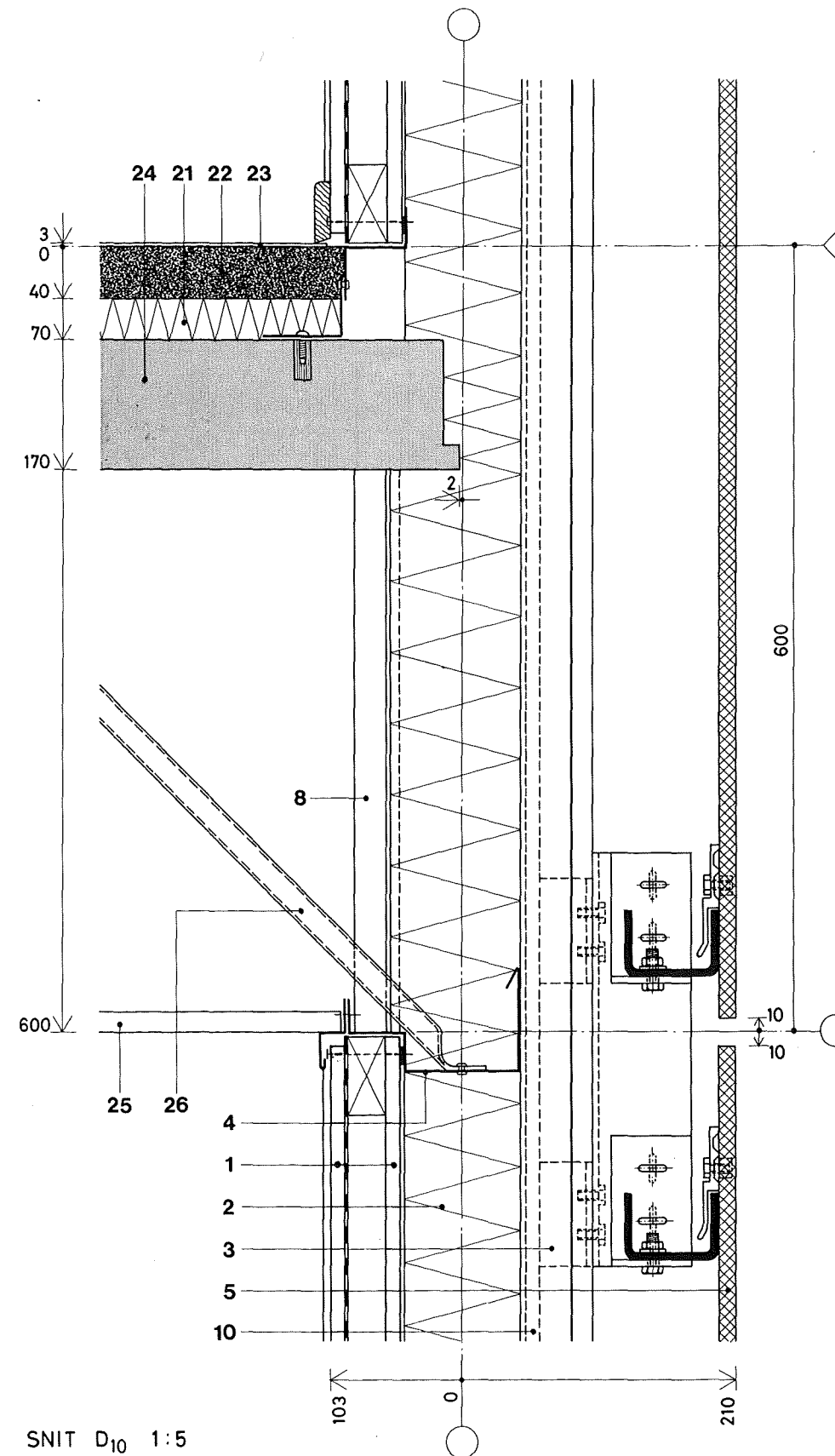
Stålpladebeklædningen, som indfatter ydervægsstrukturen, er afstivet med de viste skråstænger af U-profiljern, som er svejst til indfatningen og til hoveddragernes øverste flange.

Endelig ses det nedhængte loft, som består af 15 mm hårde mineraluldplader, der bæres af et risteværk af galvaniserede stålprofiler, ophængt med stropper i betondækket.

Figur 19.12 viser lodret snit i samlingen mellem ydervæg og underkarm af vindue. Ydervæggen er opbygget som beskrevet i de foregående figurer, og vinduespartiet, som er udført af aluminium, er fastgjort med beslag til den 1,5 mm tykke stålprofilplade, som indfatter facadeelementet. Der er kuldebroer i aluminiumvinduet; men vinduer med brudte kuldebroer kan anvendes, hvor man ønsker større sikkerhed mod kondens på vinduets indvendige overflader.

Figur 19.13 viser lodret snit i samlingen mellem facade og tagkonstruktion. Facaden er den samme, som er beskrevet under de foregående figurer. Tagkonstruktionen er opbygget på 100 mm tykke, massive betondækelementer, der hviler på de tværgående stålbjælker. Herover er lagt en dampbremse af 0,15 mm PVC-folie, en 85 mm tyk mineraluldisolering og på denne en svær PVC-dug, som er tagfladens regnskærm.

Figur 19.11
Lodret snit i samling
mellem facade og etage-
adskillelse.



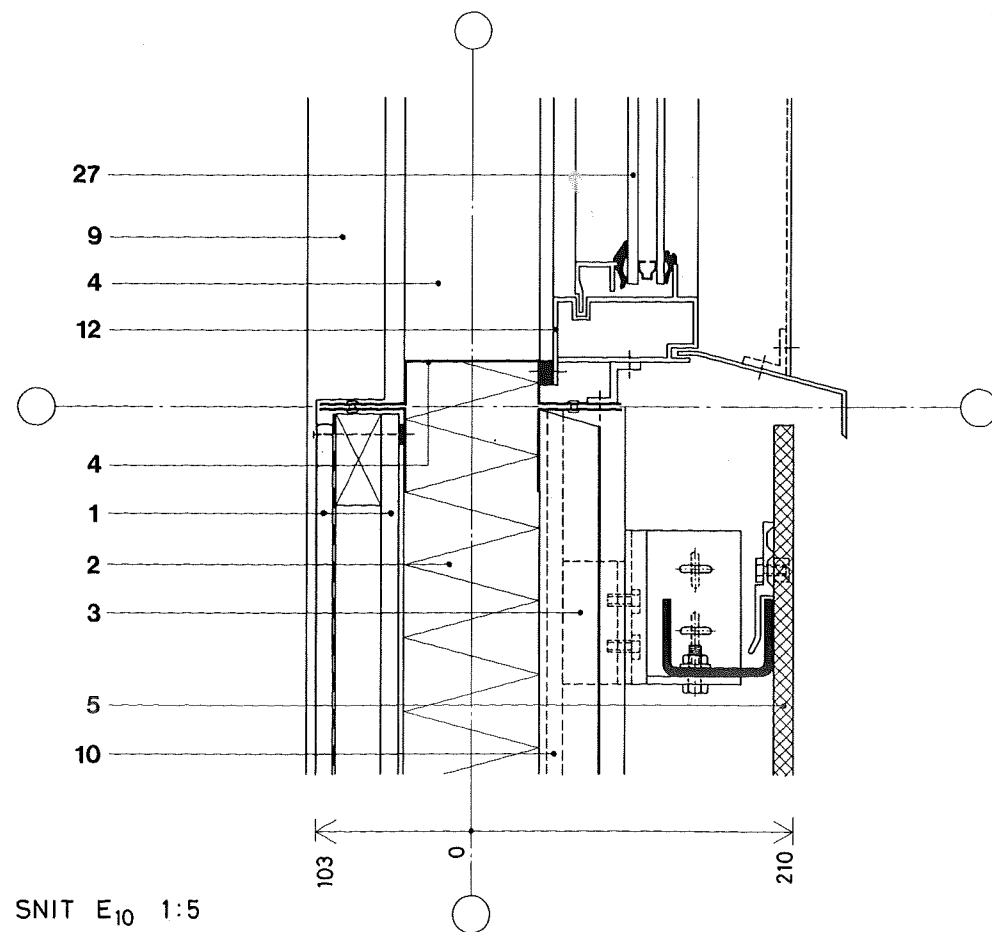
SNIT D₁₀ 1:5

Tagfladen er oplagt uden fald. Der er udført indvendige afløb, og PVC-dugen er afdækket og beskyttet med et ca. 25 mm tykt lag ral, sortering 15-30 mm. Tagfladen er inddækket imod facadekonstruktionen med de viste profiler af aluminium og hård PVC. Ud fra danske erfaringer er en tagflade af denne type - uden fald - en risikabel konstruktion. Svigt i PVC-dugens svejsninger kan give anledning til meget store vandskader; smlgn. forholdene med danske paptage.

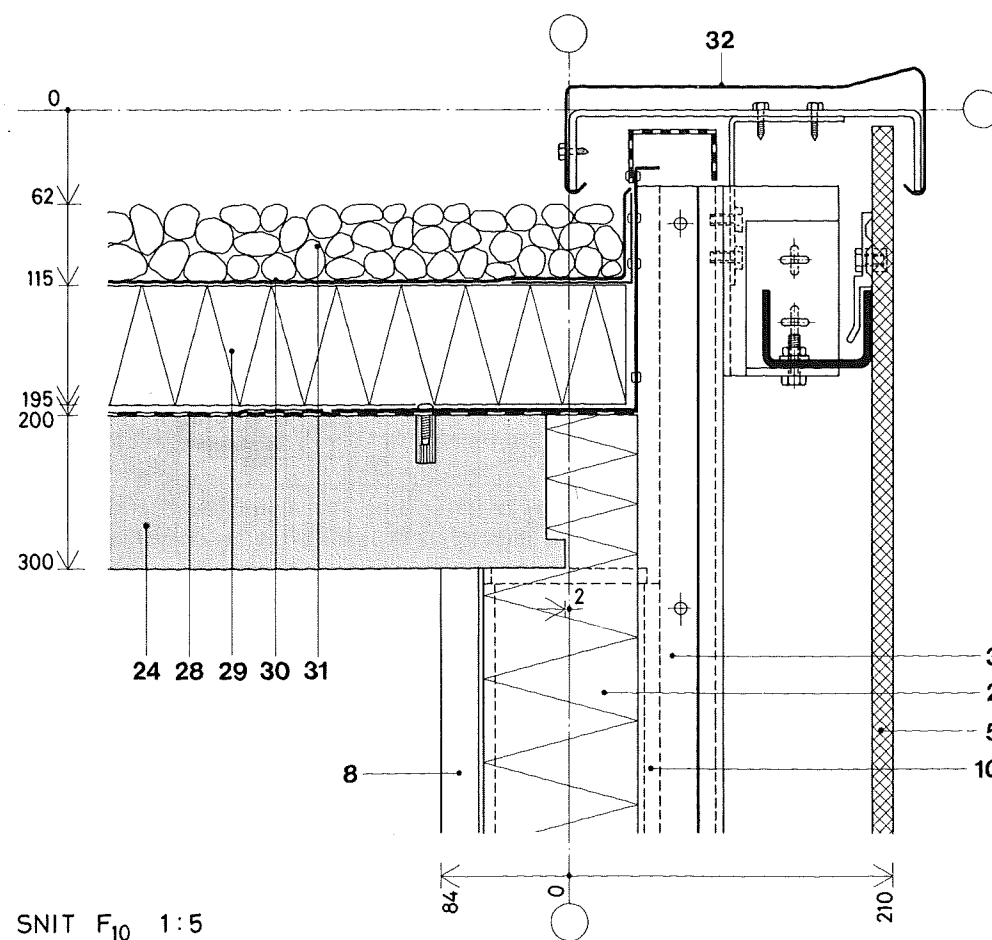
Ydervæg-vindue

Ydervæg-tag

Figur 19.12
Lodret snit i samling
mellem vindue og bryst-
ning.



Figur 19.13
Lodret snit i samling
mellem facader og tag.

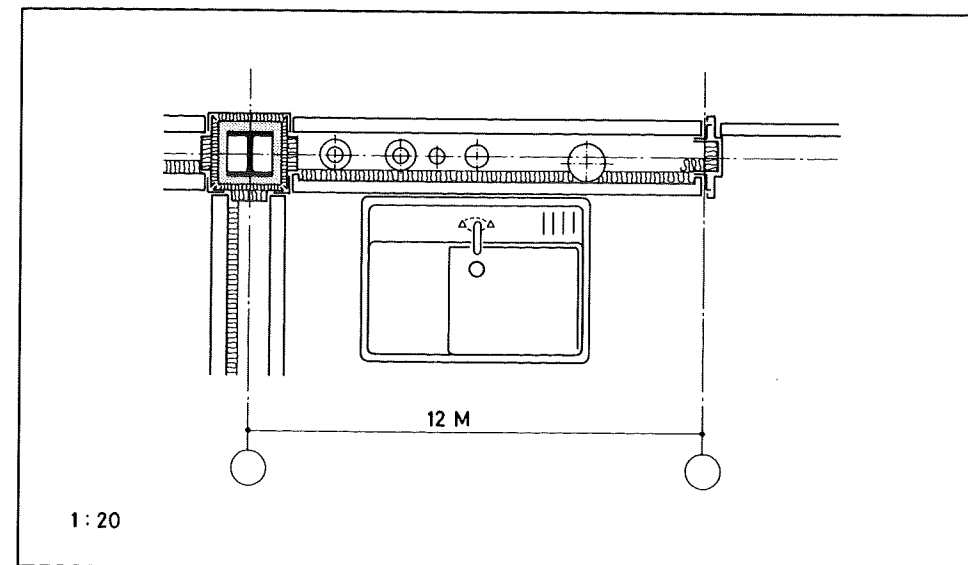


19.5 Installationer og udstyr

Byggesystemets installationer og kompletterende bygningsdele er projekteret således, at disse komponenter kan sammenbygges indbyrdes og med råhuskonstruktionen på rationel vis, dvs. med størst mulig indbyrdes uafhængighed. Dette er opnået bl.a. ved at udføre de indvendige vægge som dobbeltvægge med plads i hulrummet til fremføring af ledninger. På tilsvarende måde er etageadskillelserne udført med nedhængte lofter, således at der bliver god plads til fremføring af horisontale ledninger. Se figur 19.11 og 19.14.

I terrændæk trækkes horisontale ledninger i udsparede kanaler udført i den på stedet støbte betonplade, fortrinsvis langs facaderne.

Størst mulig uafhængighed mellem delsystemerne



Figur 19.14
Vandret snit i installationsvæg.

Bygningerne forsynes normalt med konventionelle installationer; dvs. varmeanlæg med varmtvandsradiatorer, koldt- og varmtvandsinstallationer svarende til de aktuelle krav i skolens byggeprogram, samt ventilation og el-udstyr i sædvanligt omfang.

Således som installationerne er projekteret, delvis uafhængigt af bygningskonstruktionerne, er det forholdsvis simpelt at vedligeholde og ombygge installationerne; ligesom også udførelsen af installationsarbejdet kan foregå uden større koordineringsproblemer med de øvrige byggearbejder.

I byggesystemet kan anvendes lette, ikke-bærende vægge af alle gængse typer. Homburger har udviklet en vægtype udført med gipsplader på stålskelet i hhv 100 mm og 200 mm tykkelse. Disse vægge svarer til danske gipspladevægge monteret på stålskeletprofiler.

Væggen med 100 mm tykkelse har ydeevner svarende til BS 30 og en lydisolering på $R'_w = 35$ dB. Væggen med 200 mm tykkelse er tilsvarende BS 90 og med $R'_w = 48$ dB.

De nedhængte lofter udføres af enten 15 eller 20 mm mineraluldplader båret af et risteværk af galvaniserede vinkeljernsprofiler, som er ophængt i betondækket. Se figur 19.11.

Til bygningens øvrige kompletterende bygningsdele, fx trapper, døre, foldevægge, glasvægge mv. kan anvendes alle gængse byggevarer fra det åbne marked. Herved og gennem det frie valg af facadebeklædningsmaterialer, vinduestyper, farver og bygningsformer bliver det muligt for den arkitekt, der ønsker det, at give dette gennemrationaliserede typeprojekt et individuelt præg. Med disse muligheder er det lykkedes Homburger Stahlbau GmbH at kombinere industrialiseringens fordele med en betydelig projekteringsfrihed og fleksibilitet i de individuelle projekter.

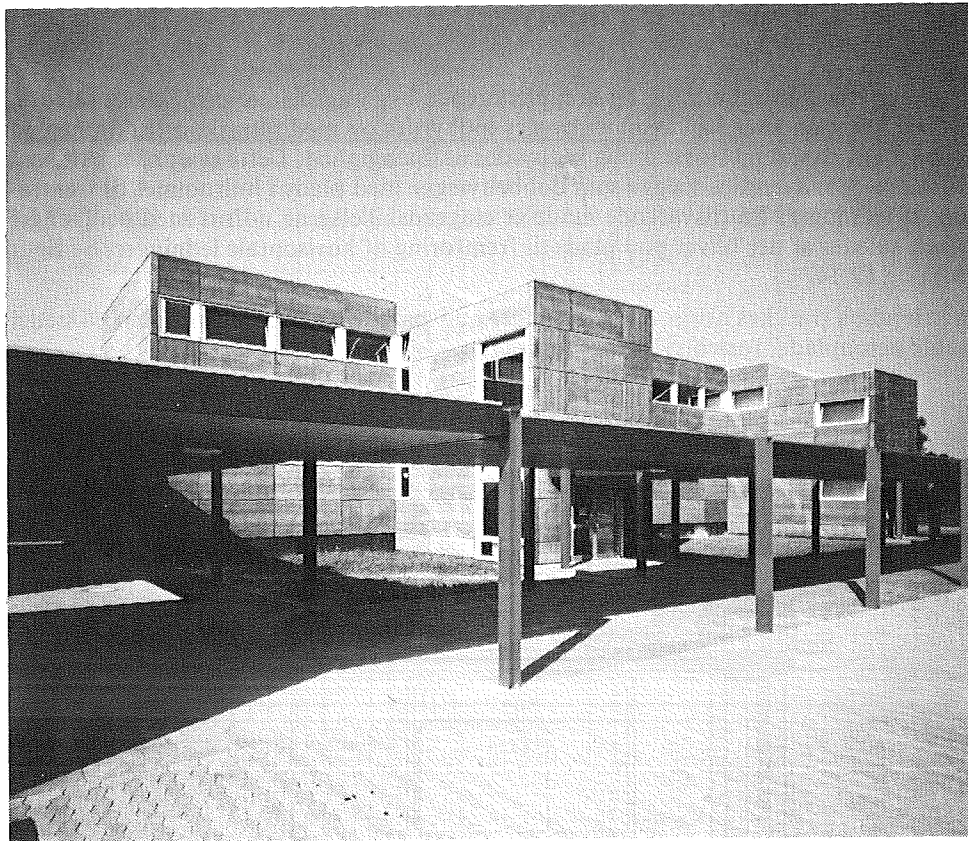
Vedligeholdelse og ombygning

Lette vægge

Nedhængte lofter

Kompletterende bygningsdele

Figur 19.15
Folkeskole i Düsseldorf.



19.6 Litteratur

- | | | |
|------|--------------------|--|
| 19.1 | Nissen, Henrik | Modul og Montagebyggeri, Kbh. 1970 |
| 19.2 | Kjærbye, Per O. | Ulshøjskolen, 3. afsnit
Byggeindustrien 1970.5 Kbh. |
| 19.3 | Homburger Stahlbau | Brochurer etc. |

Kontorhus i Lyngby opført af Rasmussen & Schiøtz A/S i totalentreprise. Projektet er baseret på firmaets kontortypehus.



20

20. R & S typekontorhus

Modulprojekt, eksempel 11

Væksten i den administrative sektor

Standardisering af delsystemer og komponenter

R & S's projekterende

Et typeprojekt under udvikling

Anvendelser

Byggesystemet giver store, frie gulvarealer

Standardisering

Administrationen vokser i det moderne samfund. Væksten i den offentlige sektor og i en række servicefag i det private erhvervsliv øger behovet for kontorhusbyggeri o.lign. Herved er der skabt et marked for en bygningstype, som gør det muligt at typisere og industrialisere disse bygninger, der tidligere blev opført som individuelle løsninger til den enkelte opgave.

Selv om funktionskravene til fx kontorbygninger, laboratorier og skoler mv er forskellige, har det alligevel været muligt at gennemføre en typisering af disse bygninger, baseret på simple, konstruktive delsystemer. Bygningerne projekteres med anvendelse af standardiserede planlægningsmoduler, komponenter og samlinger mv. Trods den store bredde i udvalget af delsystemer og brugskrav, er det alligevel lykkedes at indbygge så mange standardløsninger i projekterne, at disse kan danne grundlag for en industrialiseret produktion.

Som et eksempel på et projekt af denne kategori beskrives i dette kapitel Rasmussen & Schiøtz's typekontorhus. Projektet er oprindeligt udviklet af R & S i samarbejde med arkitekt Preben Hansen og ingeniørfirmaerne Steensen & Varming og Mogens Balslev.

Det skal understreges, at dette typeprojekt ligesom de fleste andre projekter, beskrevet her i bogen er genstand for en løbende udvikling og bearbejdning. Eksemplet er derfor en slags »øjebliksbillede« af det pågældende typehus, men det giver et klart indtryk af, hvorledes industrialiseringsprincipperne i dansk byggeri udnyttes til at frembringe et rationelt, økonomisk produkt af høj kvalitet.

20.1 Projekteringsforudsætninger

R & S kontorhussystem kan tilpasses bl.a. følgende anvendelser: Administrationsbygninger med enkeltkontorer, storkontorer eller kontorlandskaber, undervisningsbygninger, fx universitetscentre, laboratoriebygninger, værkstedsbygninger, kantiner mv. Disse byggeprogrammer stiller krav om stor variation i bl.a. rumstørrelser, spændvidder, nyttelaster, dagslys osv.

For at imødekomme disse funktionskrav anvendes en simpel bygningstype med bærende facader, eventuelt suppleret med et indvendigt søjle-dragesystem midt i huset. Herved opnås store, frie gulvarealer, der gør det muligt at udføre fleksible planer i overensstemmelse med varierende behov.

Under projekteringen af bygningerne er der især lagt vægt på følgende forudsætninger:

Projektvariation - fx med hensyn til planløsninger, materialevalg og etageantal.

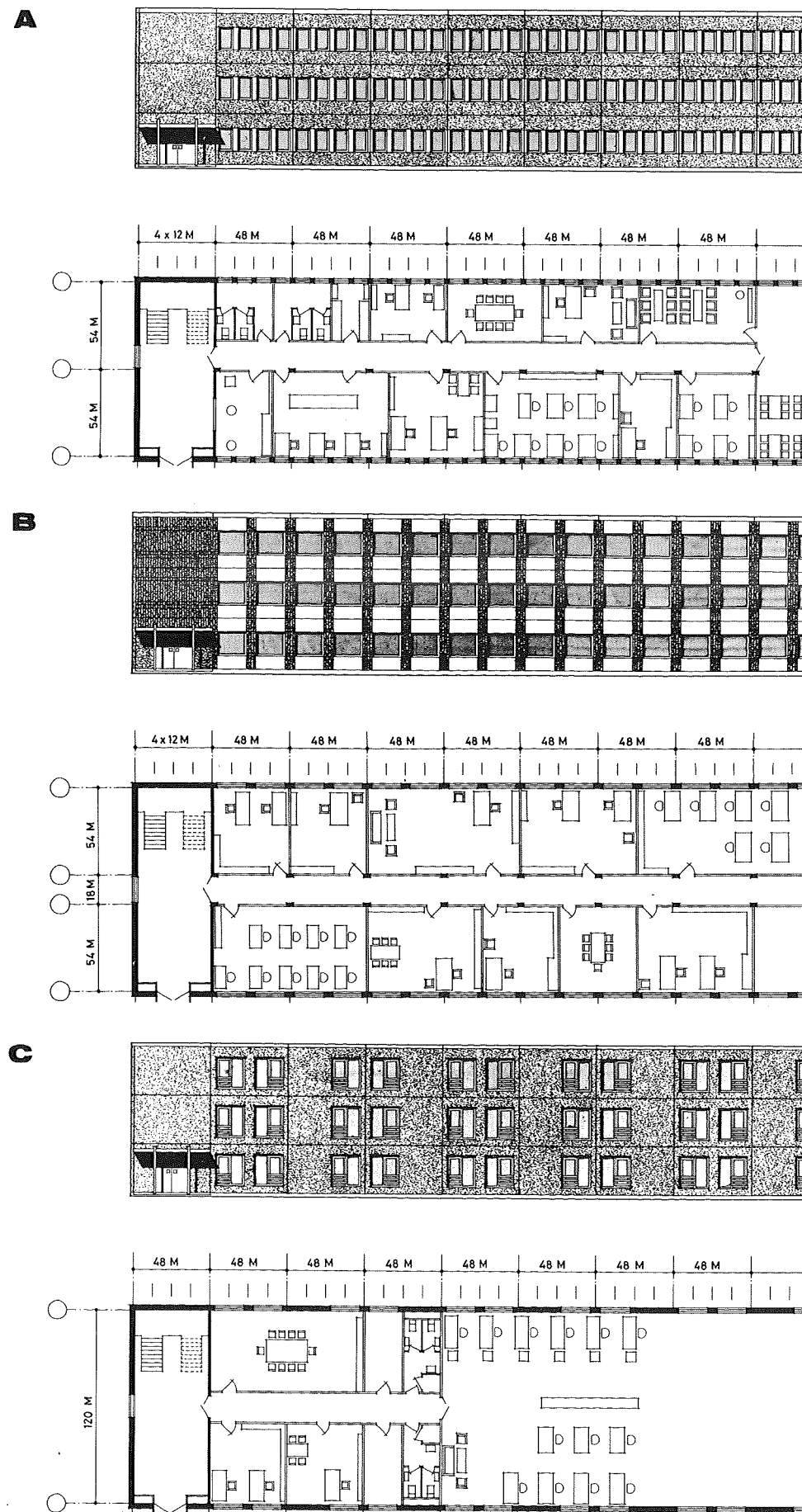
Fleksibilitet - både på projekteringsstadiet og efter opførelsen af den færdige bygning.

Multianvendelighed - for at lette ovennævnte fleksibilitet, men også for at bygningen kan bevare sin værdi ved overgang til andre formål.

Modulprojektering - for at opnå forenkling og standardisering i projektet.

Standardisering - af komponenter, modulmål og samlinger, for at muliggøre en industriel produktion.

Standardisering anvendes således i projektet, dels i form af de officielle, danske standards fx for planlægningsmoduler, dæk- og vindueskomponenter mv, og dels i en intern eller for projektet specifik standardisering, hvor komponenttyper som søjler, bjælker, facadeelementer mv og deres sammenbygninger er udformet ved en gradvis udvikling og afklaring gennem en række gentagelser af firmaets egne løsninger. Det er dette interne erfaringsgrundlag, der danner basis for begrebet et rationelt typehus, og som muliggør en industrialiseret byggeproces.



Figur 20.01
Eksempler på facader og planer med og uden bærende søjlerækker. Bygningstyper A, B og C.

PLANER OG FACADER 1:400

20.2 Byggeprogram og byggesystem

Kontorhus med bærende facader

R & S kontorhus er en betonelementbygning af præfabrikerede komponenter med høj færdiggørelsesgrad. Ved som tidligere nævnt at vælge en løsning med bærende facader opnår man at samle en række vigtige funktionkrav, fx klimaskærmende, bærende, brandbeskyttende mv i en enkel bygningsdel, facadeelementet. Dette element bliver på grund af de mange funktioner, det skal opfylde, temmelig kompliceret, se figur 20.03, men til gengæld bliver bygningsudformningen simpel, når så mange funktioner kan samles i en enkel elementtype. Dette kommer også til udtryk i projektets modulplanlægning, se afsnit 20.3.

Kontorhuset kan tilpasses de i afsnit 20.1 nævnte anvendelser. Figur 20.01 viser 3 forskellige, karakteristiske eksempler på 3-etages typebygninger.

Husdybder og spændvidder

Det fremgår af disse eksempler, at projekter med husdybder op til 12 m kan udføres med bærende facader uden mellemunderstøtninger, se figur 21.01C. Ved større husdybder vælges løsningerne A eller B med 1, henholdsvis 2 rækker midtersøjler med tilhørende bjælker, som understøtning for dækelementerne sammen med de bærende facader. Herved opnås et maksimalt frit gulvareal, som tillader en stor fleksibilitet i planlægningen af bygningens etager. Figur 20.01 giver eksempler på kontorer fra ca. 12 m² enmandskontorer op til kontorlandskaber på flere hundrede m².

Bærende søjler og midterkorridorer

I eksempel A, figur 20.01 er der valgt en planløsning med bærende søjler midt i bygningen og forskudt midterkorridor, som giver to forskellige kontordybder langs de to facader. Type B med husdybden 126 M er udført med to rækker bærende søjler omkring midterkorridoren. I alle tre typer, A, B og C, indgår facadekomponenter med bredden 48 M, men med meget varierede udformninger både med hensyn til vinduesformater og materialevalg etc. Enkelte facadeelementer kan udføres med specialmål, fortrinsvis multipla af 12 M, hvis det aktuelle projekt gør det nødvendigt.

Etagehøjder 30 M, 32 M, 34 M eller 36 M

Etagehøjden i kontorhuset er normalt 30 M, hvilket giver plads til nedhængte akustiklofter og fremføring af installationer i midterkorridoren. Hvis der ønskes større rumhøjder eller mere pladskrævende installationer, kan etagehøjden øges til standardmålene 32 M, 34 M eller 36 M i overensstemmelse med DS 1076.

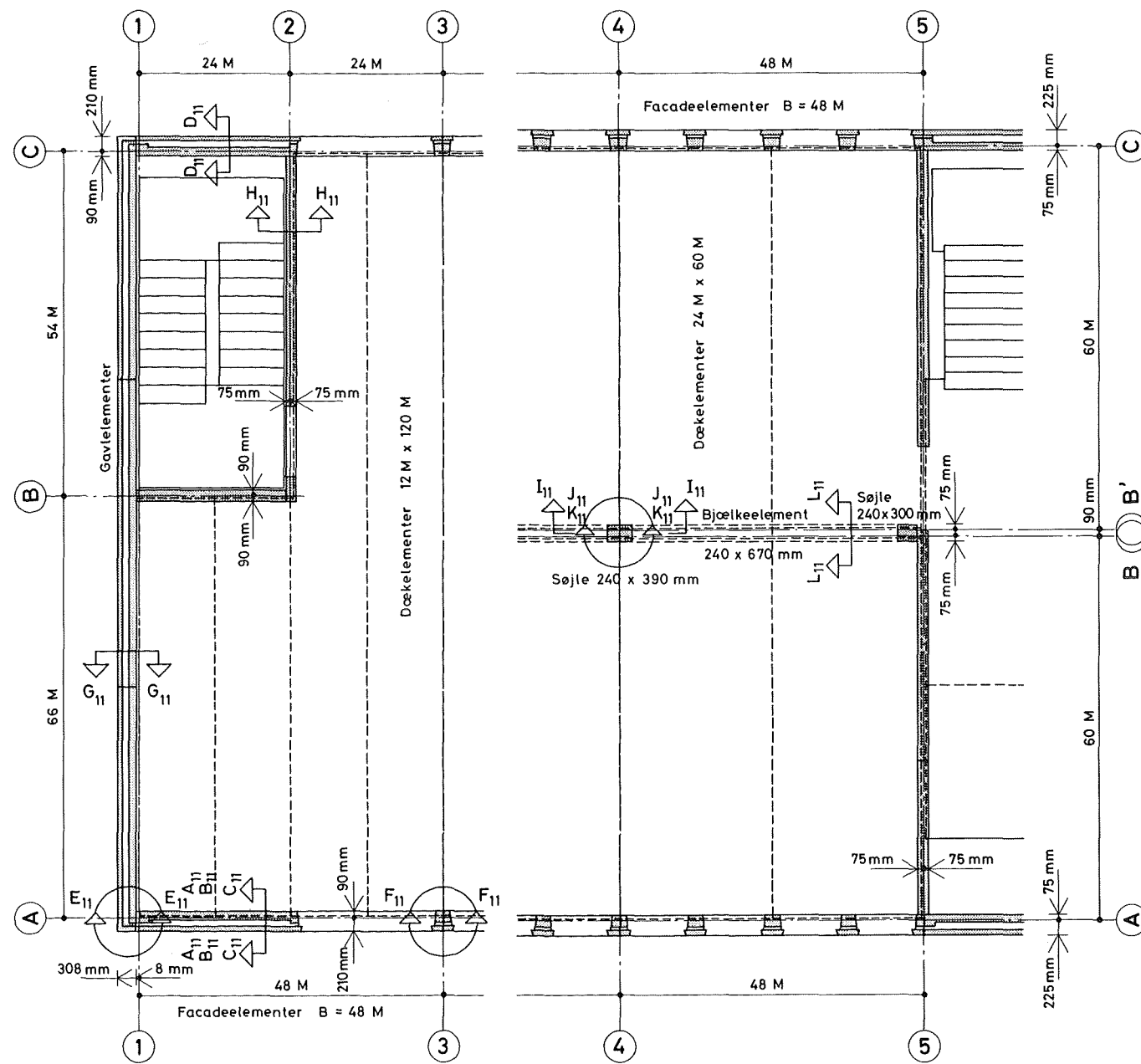
Statisk hovedsystem

Bygningens statiske hovedsystem er et plade-skivesystem, hvor facaderne virker bærende og længdeafstivende, mens gavle og tværvægge ved trapperne virker tværafstivende. Søjlerne er simpelt understøttede i hver etage, og plader og bjælker er ligeledes simpelt understøttede. De hule dækelementer med $t = 220$ mm og max. 9,6 m spænd kan bære en regningsmæssig nyttelast på 4,2 kN/m² incl. lette vægge. Huldækelementer med 50 mm overbeton og max. spænd 12,0 m kan bære en regningsmæssig nyttelast på 5,70 kN/m². Dækkene virker som skiver til overføring af horisontale kræfter til de afstivende vægge i facader og gavle. Bygningerne kan udføres med op til 48 m mellem de tværafstivende vægge. For mindre bygninger optages tværkræfterne i disse vægge ved friktion og ekscentriske normalkræfter, mens der ved større bygninger udføres træksamlinger og fortanderinger til optagelse af kræfterne i fugerne.

Planlægningsmoduler 3 M x 48 M

20.3 Modulplanlægning

I projektet anvendes de standardiserede planlægningsmoduler på følgende måde: Bygningslængder varierer normalt med 48 M spring svarende til modulmålet for de bærende facader. Husdybden varierer med 3 M spring svarende til de standardiserede målspring på dækkomponenterne. Hvor der anvendes bærende søjlerækker midt i bygningen, optræder der en neutral zone på 90 mm, som giver plads for kraftoverføring i etagekryds og søjlesamlinger; se figur 20.11 og 20.12. Med de valgte horisontale planlægningsmoduler får dækelementerne præfererede breddemål på 24 M og 12 M, se figur 20.02.



EKSEMPEL 11 C
MODULOVERSICHTSTEGNING 1 : 100

EKSEMPEL 11 A OG B

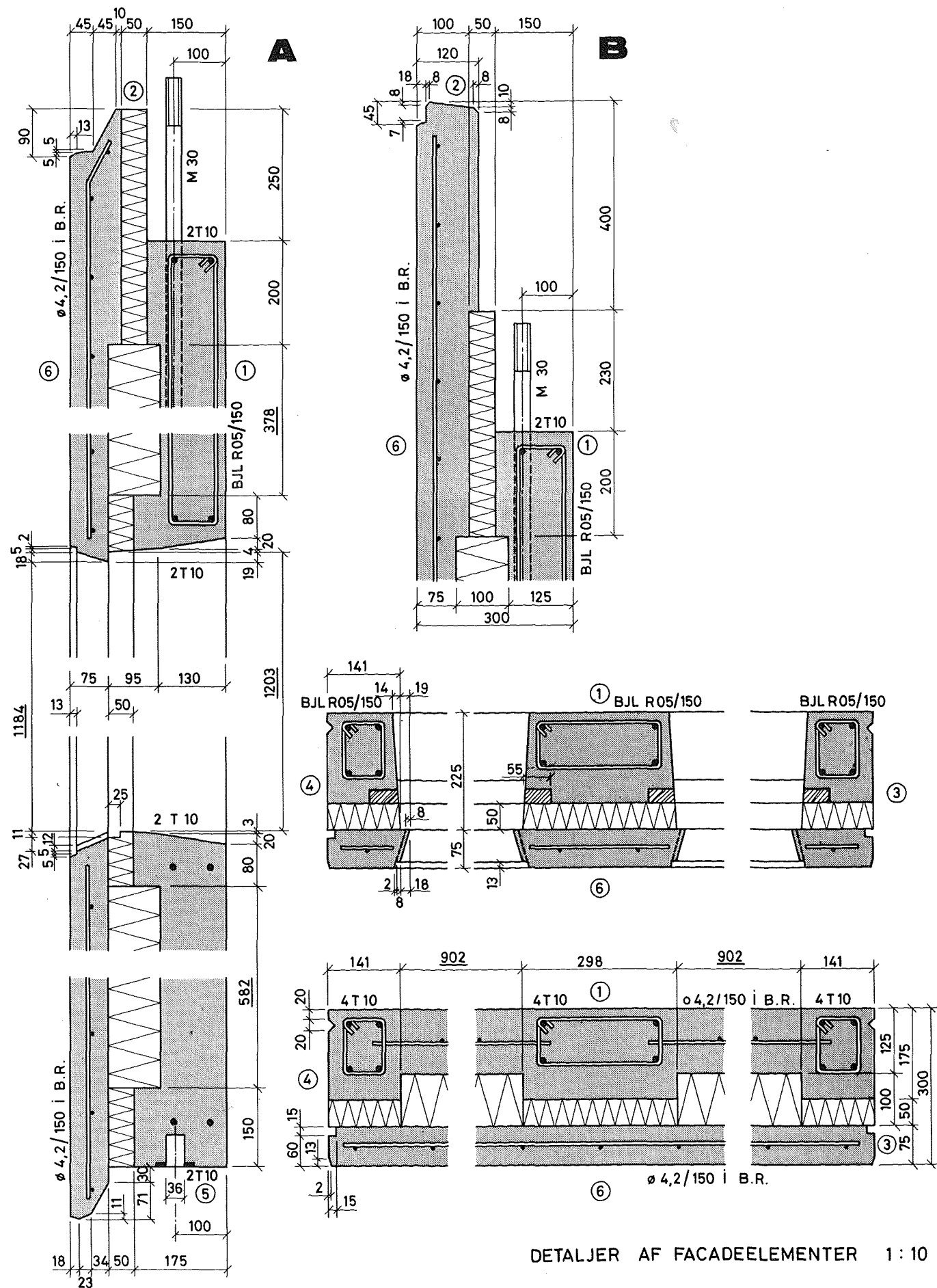
Figur 20.02
Moduloversigtsplan, eksempel A, B og C. Bemærk den neutrale zone ved modul-linie B-B'.

Figur 20.02 viser moduloversigtsplanen med de vigtigste komponenter i den bærende konstruktion. Modullinieplaceringen i facader og gavle er bestemt af dækladernes sammenbygning med disse vægge. For type A og B anvendes der et nominelt, bærende vederlag på 75 mm, se også figur 20.12. For type C med de større dækklaster anvendes et nominelt vederlag på 90 mm, se figur 20.06. I tværvæggene benyttes normalt centrisk placering, se figur 20.09. Planen figur 20.02 viser desuden beliggenheden af de detailsnit, som er omtalt i det følgende.

Projektets højdemål styres ved hjælp af de vertikale multimoduler $n \times 2$ M, jvnf. DS 1076. Vertikale detailmål afsættes fra rådækmulplan, beliggende 10 mm over rådækkets overside, jvnf. DS 1049 og se figur 20.06 m.fl.

Moduloversigtsplan

Vertikale mål



Figur 20.03
 Facadeelementdetaljer. Type A til normaltag, type B til tagetage.

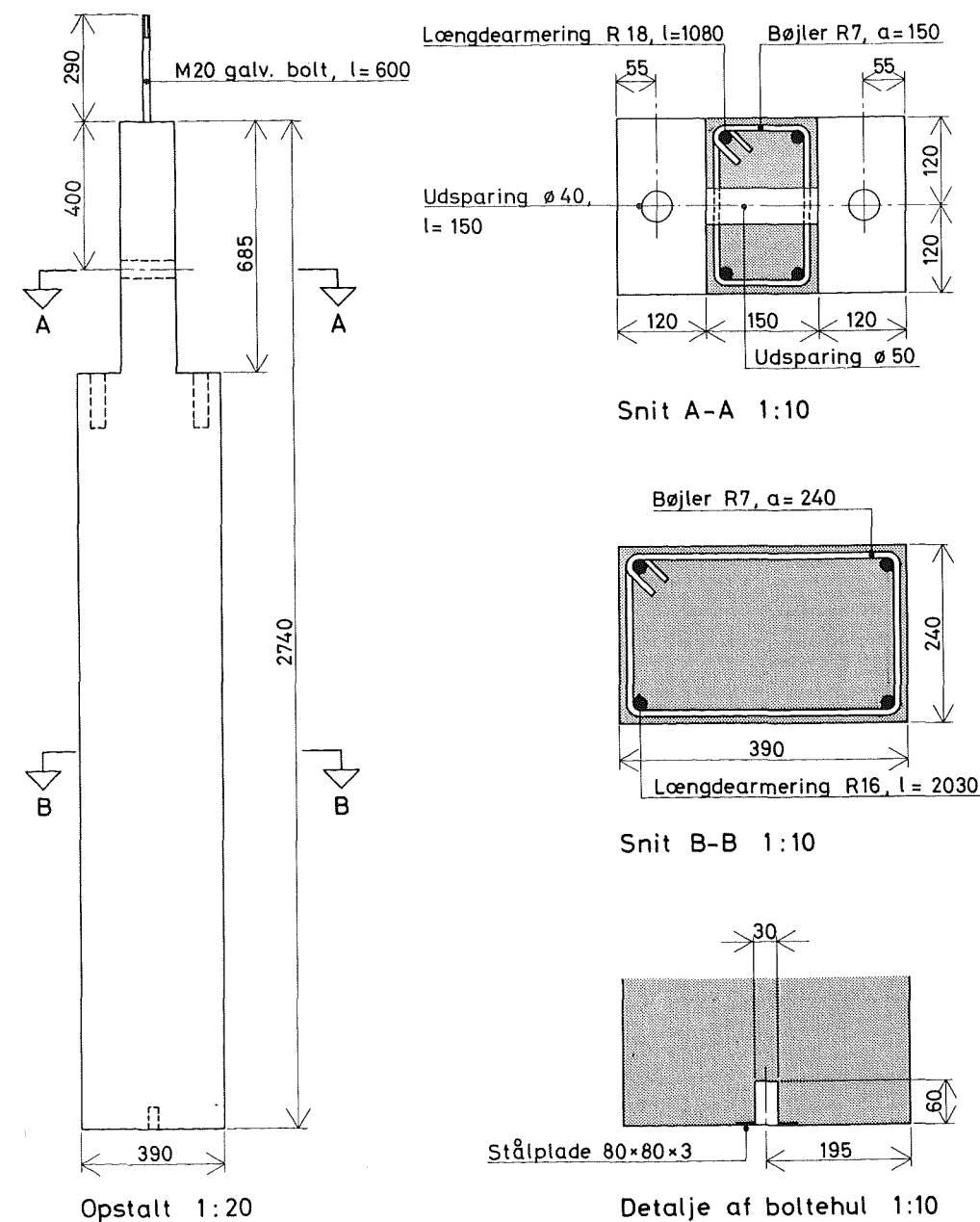
20.4 Elementer og samlinger

Bygningens mest karakteristiske elementer er facadeelementerne, der er udformet således, at de kan honorere følgende funktionskrav: Klimaskærmning, kraftoverføring ved såvel skive- som pladevirkning, brandsikring, belysning og ventilation. En så alsidig facadeløsning må nødvendigvis føre til et kompliceret element. Men lykkes det som i dette projekt at skabe en syntese af alle disse krav, opnås til gengæld en forenkling i den øvrige projektering af bygningen.

Figur 20.03 viser det typiske facadeelement. Elementet er udført som et betonsandwich-element med en 75 mm forstøbning, 100 mm mineraluldisolering i felterne mellem ribberne og en 125 mm bagstøbning, som forstærkes med indbyggede skjulte søjler og vinduesbjælker.

Facadeelementerne

Sandwichprincippet



Figur 20.04
 Søjleelementtegning.

Betonkvalitet : $f_{ck} = 40$ MPa (beton 40)
 Rundjern (R), st. 37, $f_{yk} = 235$ MPa ($d \leq 16$ mm)
 $f_{yk} = 225$ MPa ($d > 16$ mm)

Elementvægt : 540 kg

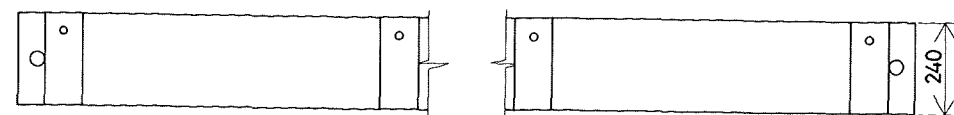
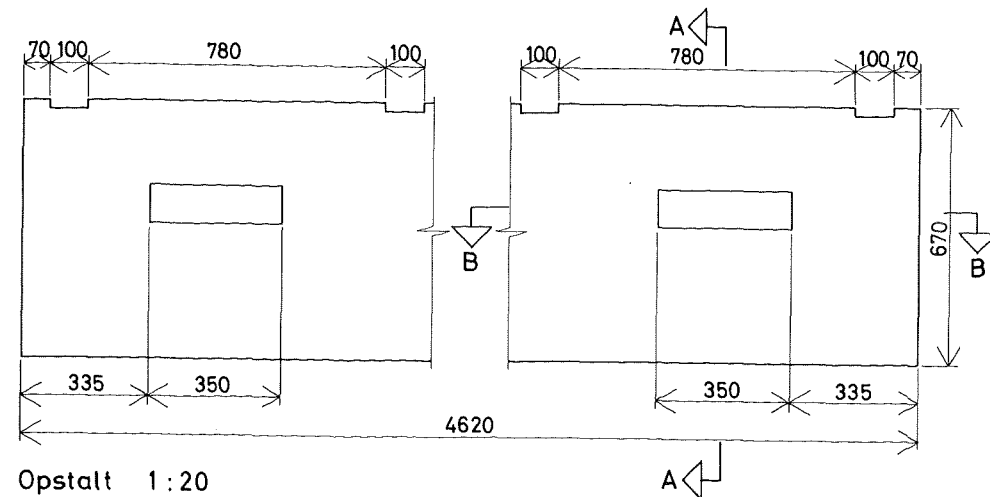
Betonklasser : se beskrivelse

SØJLEELEMENTTEGNING

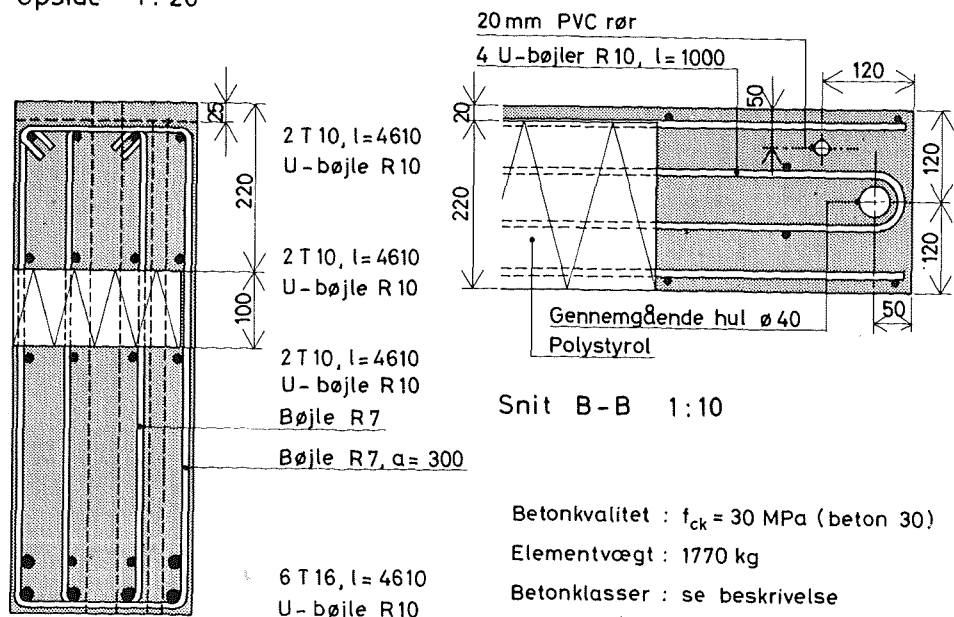
Figur 20.05
Bjælkeelementtegn.

Forstøbningen kan leveres med frilagte materialer, profilering eller andet. Vinduesudsparinger kan udformes således, at de kan modtage et meget varieret udbud af modulare standardvinduer eller individuelt udformede vinduer. Der indstøbes klodser i elementet til fastgørelse af vinduerne.

Elementets k-værdi er $0,50 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Værdien ligger således over BR-kravet $0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Hvis bygningen skal opvarmes til 18°C eller derover, udføres der en særlig varmetabsberegning, som godt gør, at det samlede varmetab for hele bygningen kommer ned på den acceptable værdi, se BR 82, kap. 8.1 stk. 6. Det kan således blive nødvendigt at forbedre varmeisolationen i andre af bygningens konstruktioner, fx ved at øge tagisoleringen, se figur 20.06, eller ved at anvende vinduer med tre lag glas, se figur 20.07. En anden mulighed er selvfølgelig at omprojektere facadeelementet med en forøget varmeisolerings, således at k-værdien kommer ned på $0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Den kraftige isolering kombineret med en stærk almen belysning kan dog gøre det vanskeligt at opretholde en tilfredsstillende varmebalance i bygningen. Der gennemføres derfor altid en nøjagtig beregning af varmebalancen for hvert projekt.



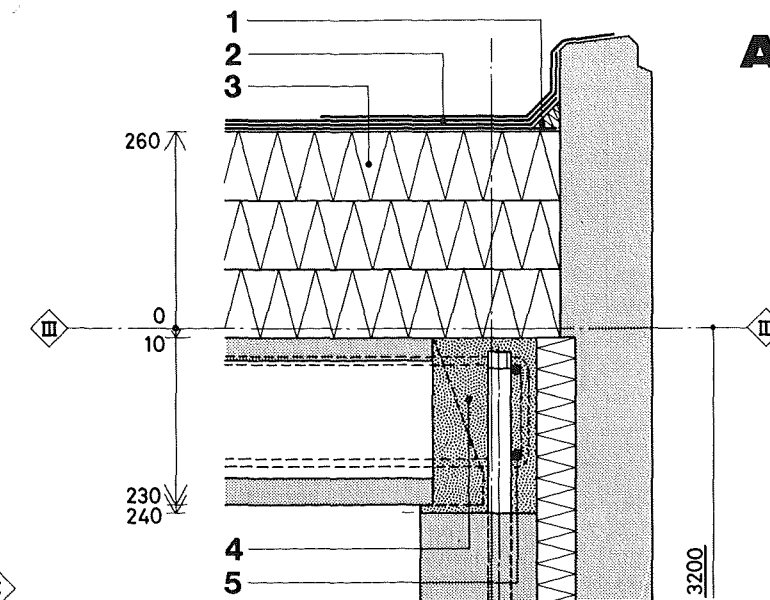
Opside 1:20



Snit A-A 1:10

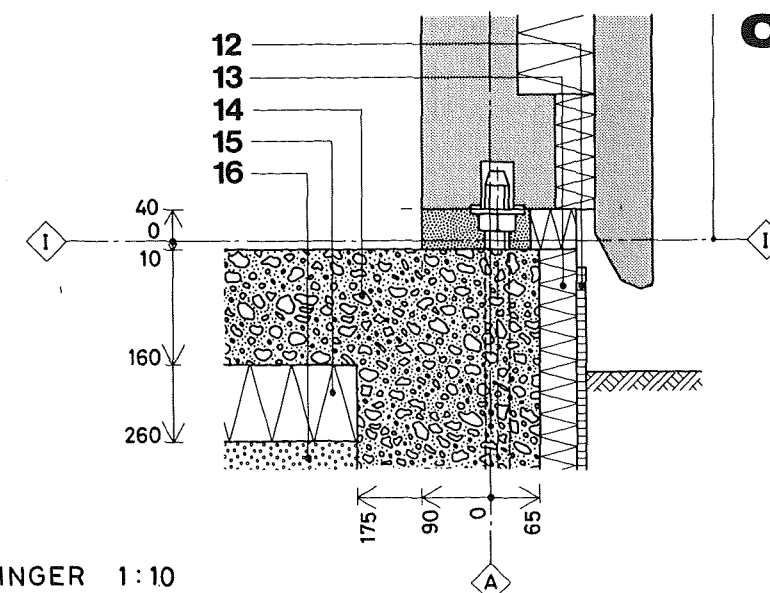
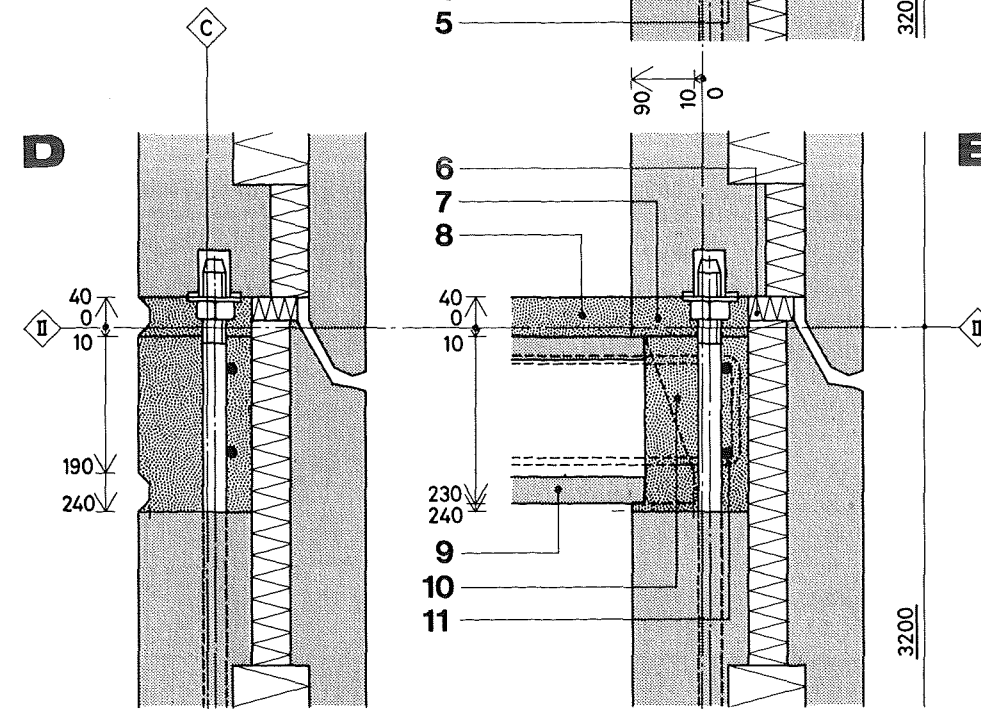
UDSNIT AF BJÆLKEELEMENTTEGNING

Betonkvalitet : $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ (beton 30)
 Elementvægt : 1770 kg
 Betonklasser : se beskrivelse
 R : rundstål, St. 37, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ ($d \leq 16 \text{ mm}$)
 $f_{yk} = 225 \text{ MPa}$ ($d > 16 \text{ mm}$)
 T : tentorstål, T 550, $f_{yk} = 550 \text{ MPa}$
 Stålkvalitet svarende til Fe 430 C,
 jvf. DS/ISO 630



Figur 20.06
Lodret snit i facadesamlinger og tag.

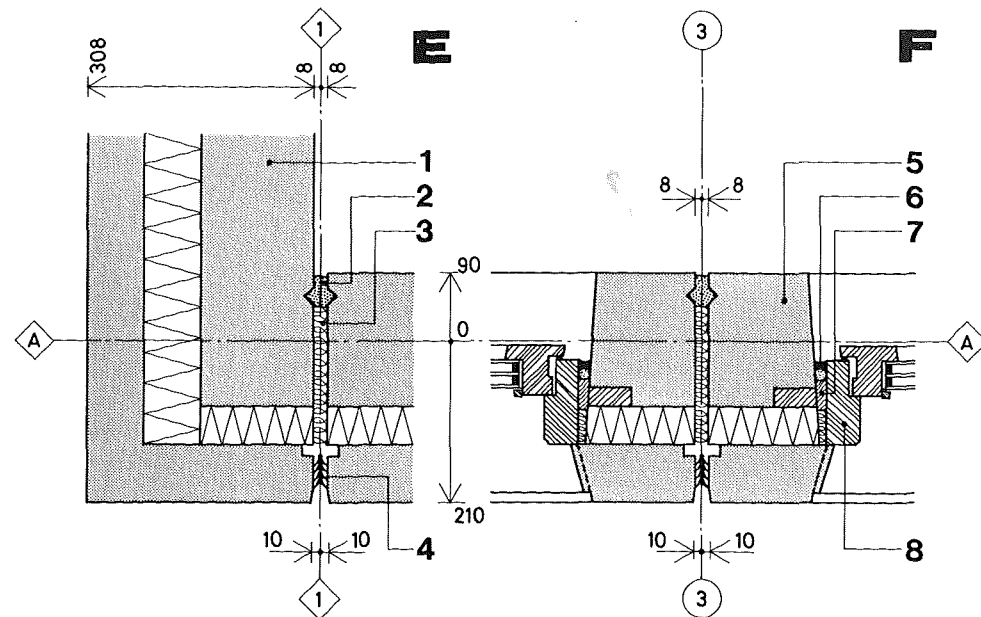
- 1 Rockwool-trekantliste
- 2 Inddækning
- 3 Rockwool A-tagplade
3 x 90 mm øverste lag
med 1 lag pap
- 4 Beton 20
- 5 Vindarmering T 14
- 6 Polystyrolstrimmel 30
x 60 mm
- 7 Beton 20
- 8 Beton 30
- 9 Spanmax langspænd-
dæk 220 mm
- 10 Beton 20
- 11 Randarmering T 14
- 12 Eternit 10 mm
- 13 Trykfast mineraluld
type A 50 mm
- 14 Terrændæk beton 15
- 15 Trykfast mineraluld
type A 100 mm
- 16 Løs Leca 10-20 mm.



FACADESAMLINGER 1:10
SNIT A₁₁, B₁₁, C₁₁, D₁₁

Figur 20.07
Vandret snit i facadesamlinger.

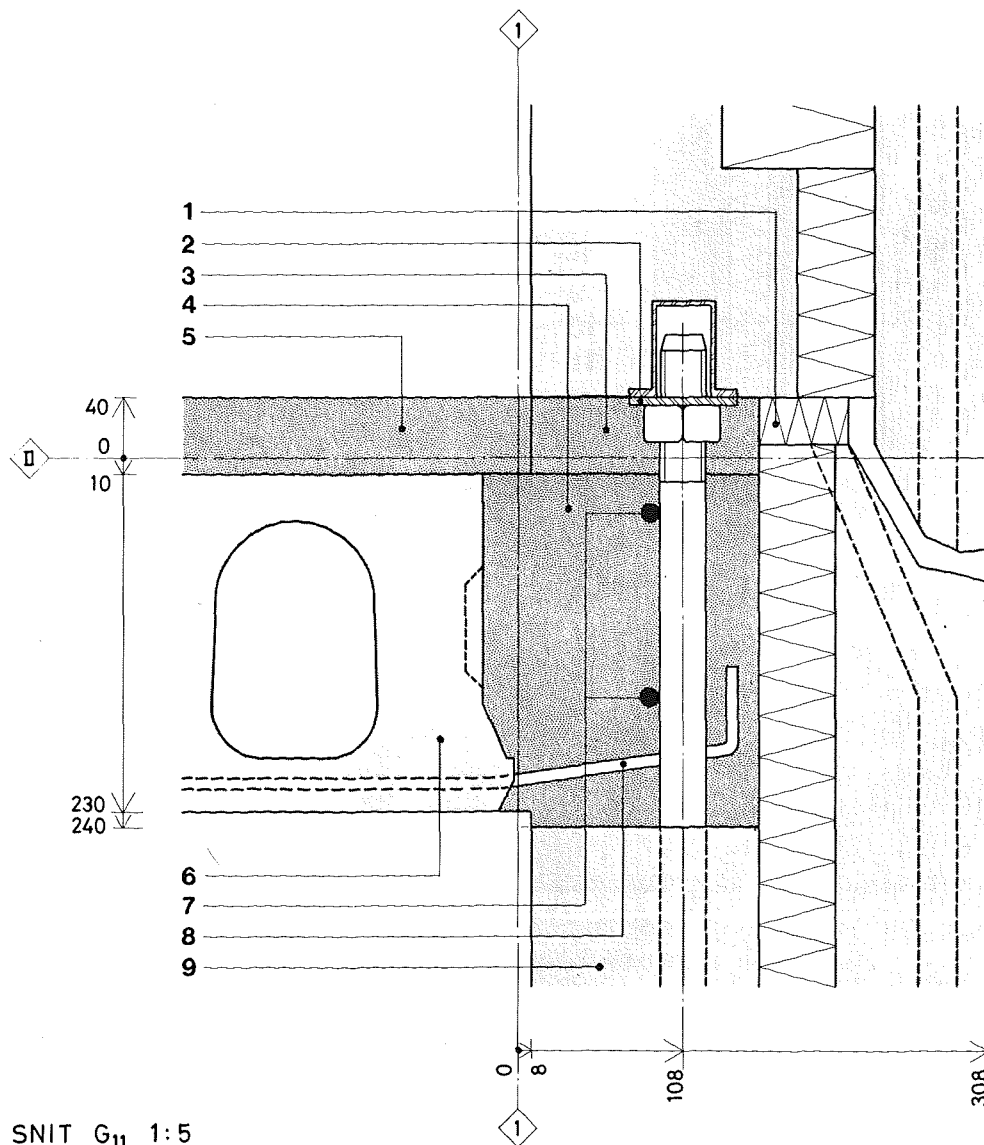
- 1 Gavlelement
- 2 Cementmørtel
- 3 Mineraluldstopning
- 4 Neoprene fugebånd
- 5 Facadeelement
- 6 Elastisk fugemasse
- 7 Trækile
- 8 Standardvindue.



FACADESAMLINGER 1 : 10
SNIT E₁₁, F₁₁

Figur 20.08
Lodret snit i gavl og dæk.

- 1 Polystyrolstrimmel 30 x 60 mm
- 2 Lejeplade 70 x 70 x 5 mm
- 3 Beton 20
- 4 Beton 20
- 5 Beton 30 (overbeton)
- 6 Spanmax langspænd-dæk 220 mm
- 7 Randarmering 2 T14
- 8 Netarmering forankring
- 9 Gavlelement.



SNIT G₁₁ 1:5

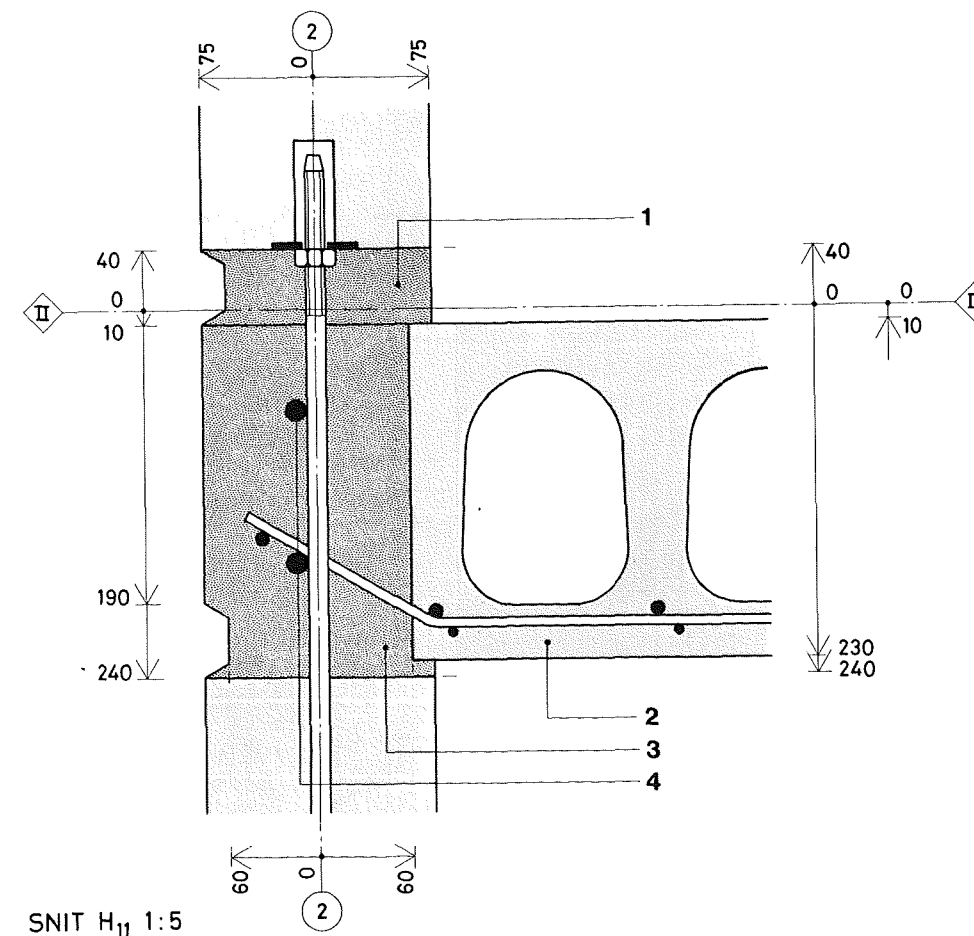
Bjælke- og søjleelementerne udføres med simple, rektangulære tværsnit, se figur 20.04 og 20.05. Deres sammenbygning indbyrdes og med dækpladerne fremgår af figurerne 20.08 - 20.12. Dækelementerne er 220 mm tykke standardplader efter DS 1038, se fx figur 20.08.

Figur 20.06 viser de karakteristiske samlingsdetaljer i facaderne for 12,0 m dækspænd (overbeton). Facadens indvendige, bærende betonskive opstilles med montagebolte på normal vis, og der udføres understøpning i fugerne. Det bemærkes, at dækkene klodses 10 mm op, således at knasfuger undgås. Fugen »forskalles« med fugesnor, fx af skumnylon, som senere fjernes, hvorefter fugen gås efter med mørtel og fugeske; se figur 20.12. Denne fugeløsning er valgt af hensyn til de relativt store vederlagskræfter fra de tungt belastede dæk. Samlingerne er iverigt analoge til de fra boligbyggeriet kendte, med justerbare montagebolte og fugearmering til forankring af dækskiverne i væggene. Snittene viser desuden, hvorledes varmeisoleringen konsekvent er ført igennem i hele facaden uden kuldebroer. Snit A i figur 20.06 viser et eksempel på ekstra isolering af tagkonstruktionen med 270 mm mineraluld, hvorved dens k-værdi bliver 0,15 W/m² °C.

Figur 20.07 viser vandrette snit i facadefuge og i fuge mellem gavl og facade. Fugerne er ventilerede facadefuger udført med Varilock neoprene-fugebånd. Bag de ventilerede hulrum stoppes med mineraluld, og indvendigt afsluttes fugen med mørtel i forsænkede noter, der markerer elementopdelingen i facaden. Endelig viser figur 20.07 også indsætning af et vindue med tre lag termoglas i facadeelementet.

Figur 20.08 viser lodret snit i samlingen mellem dæk- og gavlelementer. Også denne samling følger de kendte principper med ventilerede facadefuger, gennemgående isolering i sandwichkonstruktionen, opstilling af den indvendig bærende skive på montagebolte og forankring af dækskiven i vægskiven med armering, her udført som indstøbte stritter i dækelementet og en randarmering i samlingens udstøbning.

Figur 20.09 viser en tilsvarende samling mellem dækskiven og en indvendig tværvæg, fx trappevæg. Dækskiven forankres i vægskiven med indstøbte stritter i dækelementerne. Bemærk at dækelementerne er afskåret til en speciel, recureret bredde, for at give plads til det kraftoverførende udstøbningsareal i væggene.



SNIT H₁₁ 1:5

Bjælke- og søjleelementer

Facadens samlingsdetaljer

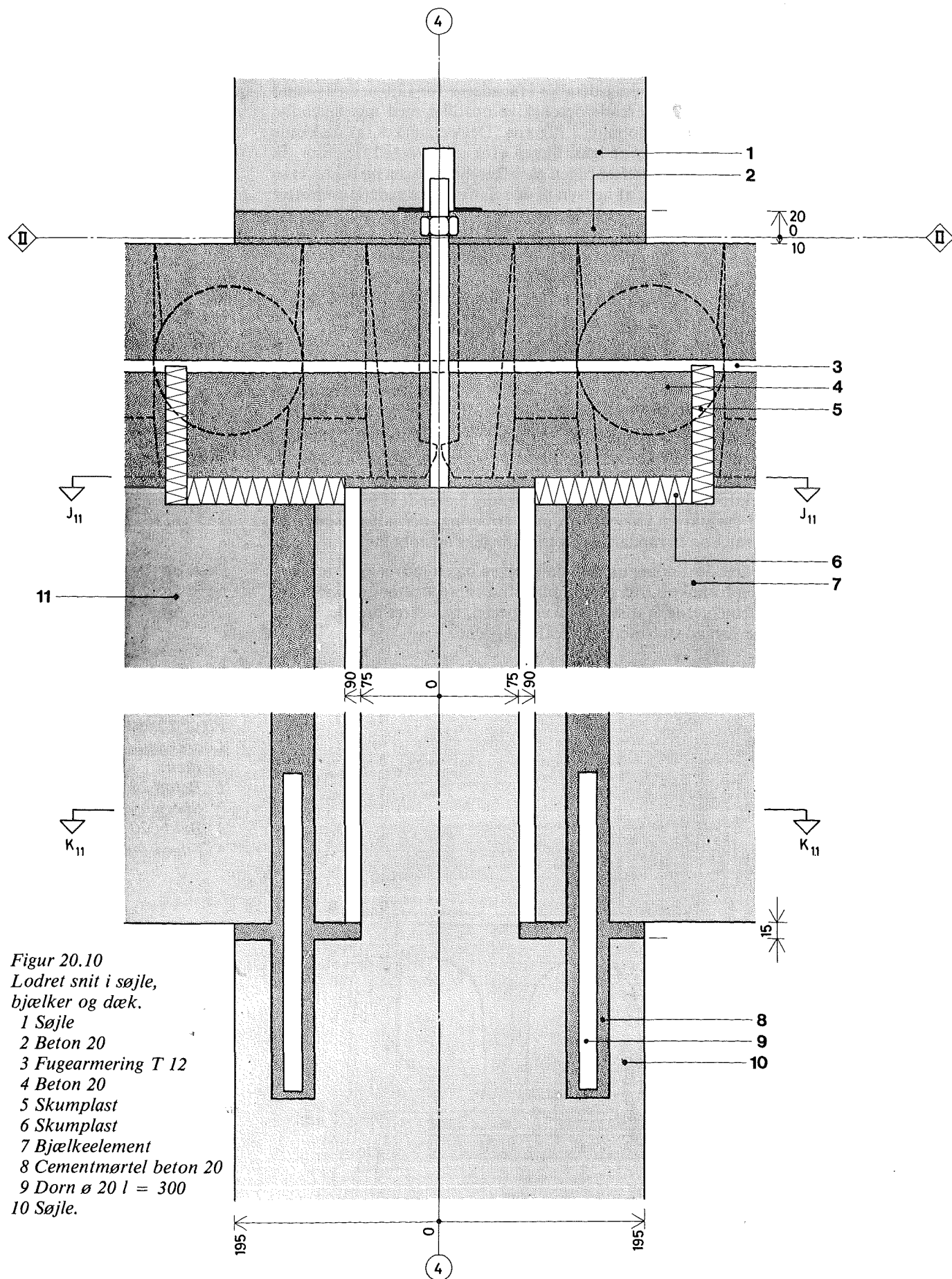
Facadefuger

Gavlfuger

Dæk og trappevæg

Figur 20.09
Lodret snit i trappevæg og dæk.

- 1 Beton 20
- 2 Specialelement
- 3 Beton 20
- 4 Fugearmering T 14.



SØJLE - BJÆLKE SAMLING, LODRET SNIT
SNIT I₁₁ 1:5

Figur 20.10 viser et lodret snit i samlingen mellem søjler, dragere og dæk. Også i disse kraftoverførende samlinger er elementerne klodset op og understøttet med cementmørtel af hensyn til en god kraftoverføring. Bjælkerne regnes simpelt understøttet på søjlerecesserne, og den 25 mm tykke polystyrolplade på bjælkeoversiden tillader en vis vinkeldrejning i samlingen. De relativt små dimensioner i vederlag og dornhuller mv kræver stor omhu ved tildannelse og placering af elementernes armering.

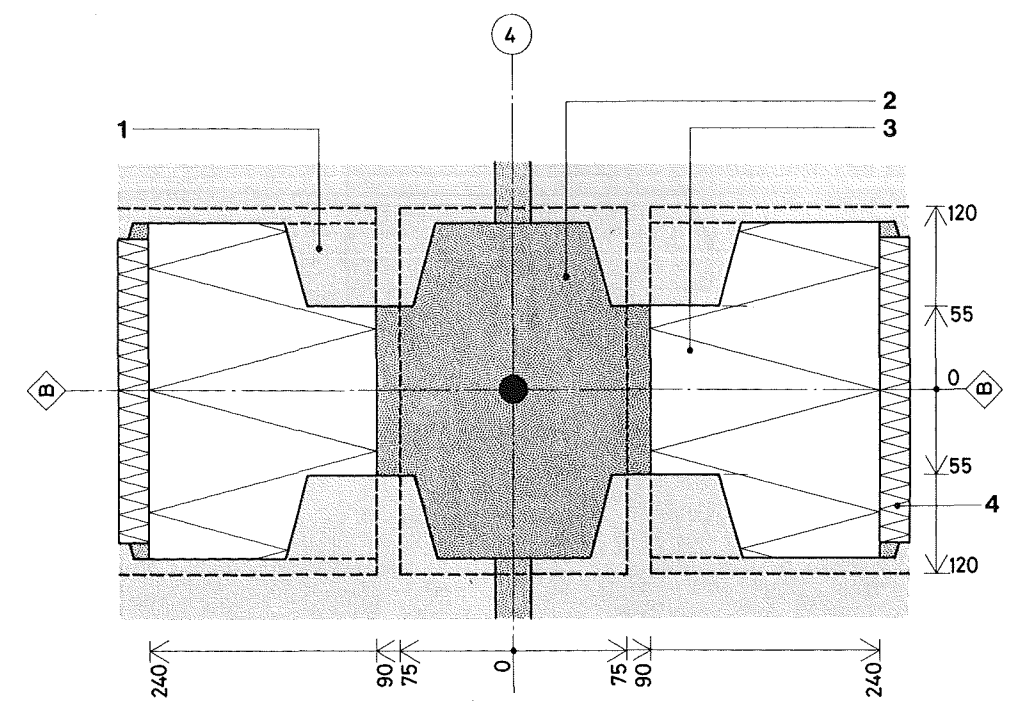
Figur 20.11 viser de tilsvarende vandrette snit i søjle-drager-dæksamlingerne. Det ses bl.a., hvordan frarykningen af dækelementerne med den tidligere omtalte 90 mm neutrale zone giver plads for den kraftoverførende udstøbningsbeton i søjlesamlingen.

Figur 20.12 viser lodret snit i samlingen mellem dæk og drager. Den neutrale zone mellem dækkene, som giver god plads til udstøbningsbetonen, har kun statisk betydning for kraftoverføringen i søjlesamlingen, som omtalt ovenfor under figur 20.11.

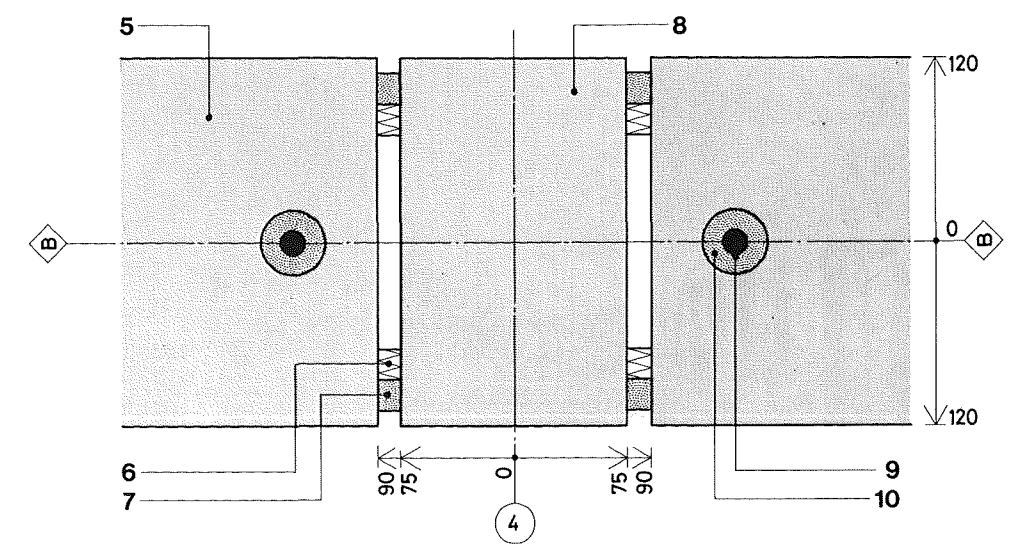
Søjle, drager, dæk

Neutral zone

Dæk og drager



DÆKSAMLING VED SØJLE, VANDRET SNIT
SNIT J₁₁ 1:5

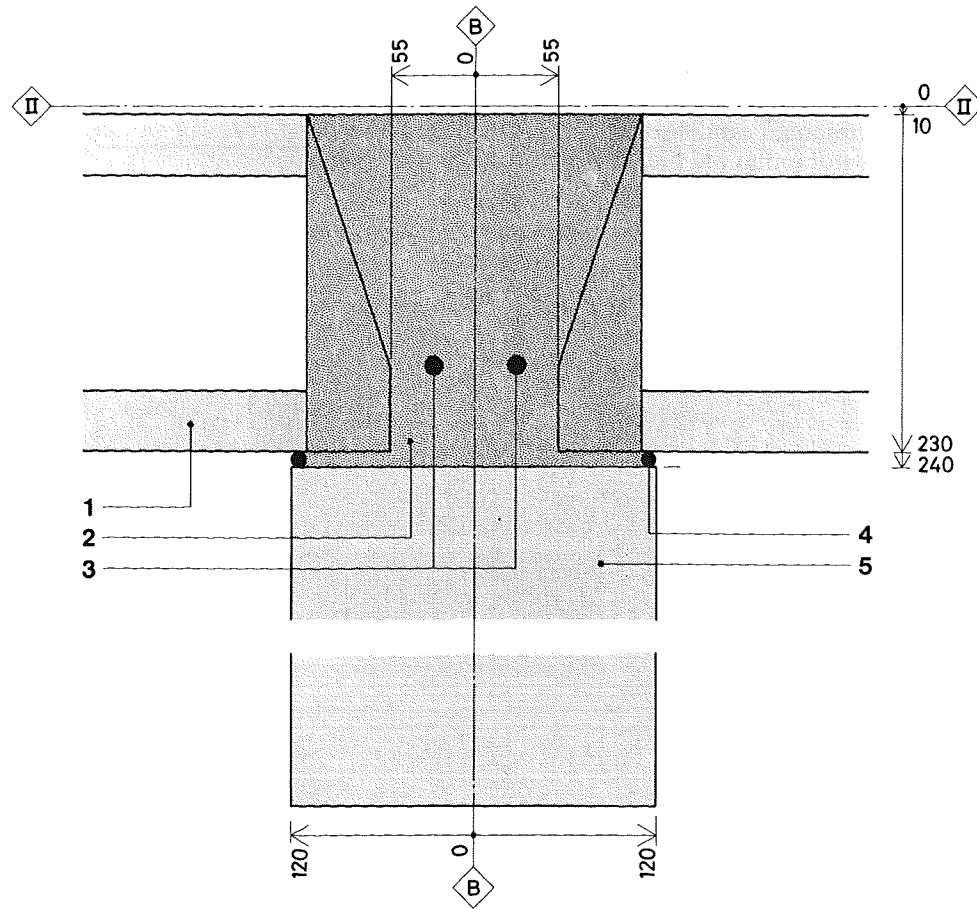


SØJLE - BJÆLKESAMLING, VANDRET SNIT
SNIT K₁₁ 1:5

Figur 20.11
Vandret snit i samling mellem dæk, søjle og bjælker.

- 1 Dækelement
- 2 Beton 20
- 3 Skumplast
- 4 Skumplast
- 5 Bjælkeelement
- 6 Fugeunderlag
- 7 Mørtelfuge
- 8 Søjletop
- 9 Dorn $\varnothing 20$ l = 300
- 10 Cementmørtel, beton 20.

Figur 20.12
Lodret snit i samling
mellem dæk og bjælke.
1 Dækelement
2 Beton 20
3 Fugearmring 2 T 12
4 Fugeforskalling
5 Bjælkeelement.



SAMLING MELLEM DÆKELEMENTER PÅ BJÆLKE
SNIT L₁₁ 1:5

Figur 20.13
Interiør fra R&S type-
kontorhus.



20.5 Installationer og udstyr

Bygningen forsynes normalt med et varmtvandsystem med ribberør i et installationspanel, som er indbygget i facaderne under vinduerne. Det styres automatisk af udeførelere på hver facade og kan desuden efterreguleres manuelt i hvert enkelt panel. Panelopdelingen følger vinduesmodulet, dvs 12 M eller 24 M.

Bygningen er beregnet for indbygning af ventilations- eller luftkonditioneringsanlæg. Der findes en række forskellige typer anlæg, hvor valget afhænger af bygningens anvendelse. Den plads, kanalerne kræver, er afhængig af anlæggets kapacitet, funktion og udstyr.

Bygningen kan, som tidligere omtalt, udføres med fire forskellige etagehøjder tilpasset de forskellige installationsønsker. De største højder giver plads til integrerede underloftssystemer for kontorlandskaber og undervisningslokaler og til forskellige installationsanlæg med stor kapacitet, fx til laboratorier og produktionslokaler.

Bygningen kan efter valg udføres med alle moderne typer af el-installationer til belysning, kraft, svagstrøm mv. Det indbyggede installationspanel i facaderne indeholder el-installationer og førings-veje til svagstrømsinstallationer. Stikkontakter og telefonstik placeres normalt efter 24 M modulet.

Til bygningen kan anvendes alle gængse typer af overflader på gulve, lette vægge og lofter mv. Ndhængte akustiklofter anvendes i stor udstrækning. Disse lofter giver den ønskede lyddæmpning samtidig med, at eventuelle installationer kan skjules. I rum uden akustiklofter males de plane betonlofter direkte. Som lette vægge anvendes sædvanligvis flytbare, lette vægge eller gipspladevægge med isolering og overflader tilpasset de aktuelle brugskrav.

Figur 20.13 og 14 viser fotos fra forskellige kontorbygninger.

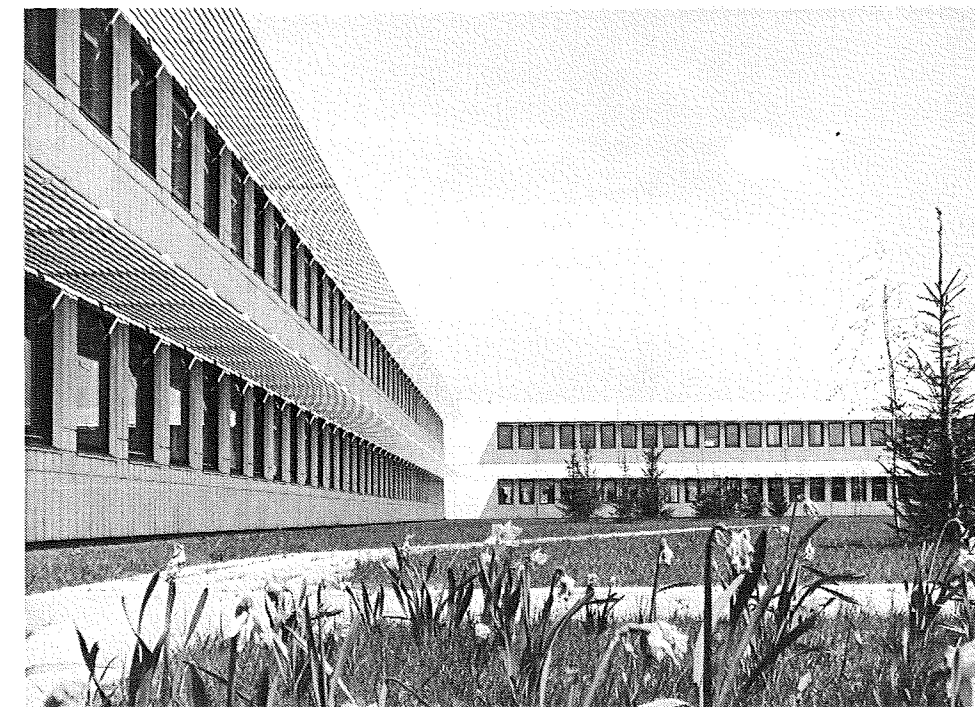
Varme anlæg

Ventilation

Variation i etagehøjder og installationer

El-installationer

Vægoverflader mv



Figur 20.14
R & S typekontorhus i Birkerød.

Industrianlæg opført i totalentreprise af Højgaard & Schultz A/S. Projektet omfatter en typehal og et kontorhus.



21

21. H & S typehaller

Modulprojekt, eksempel 12

Industrihaller som typehuse

Industriens haller til produktion og lager er en bygningstype, som i de sidste 25 år har gennemgået en udvikling fra på stedet udførte konstruktioner til præfabrikerede, højt industrialiserede typebygninger baserede på standardkomponenter. Selv om jernbetonen i denne udvikling har været det dominerende materiale, findes der også en række andre løsninger med stål, træ og murværk. Figurerne 21.02 og 21.03 viser nogle af de mest anvendte typer.

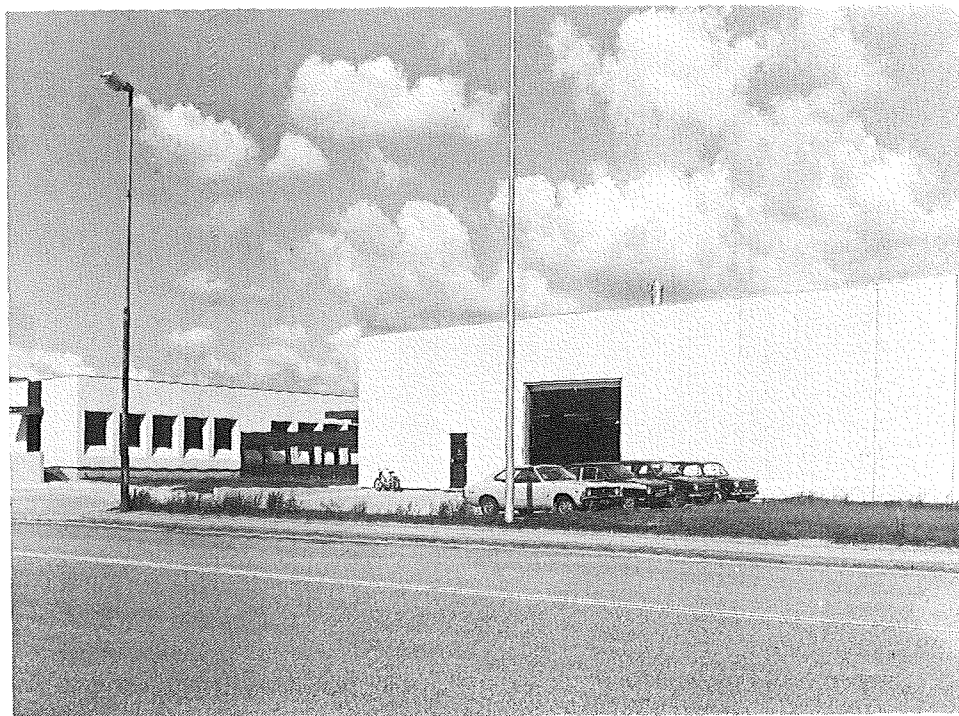
Funktionskrav og fleksibilitet

Brugskravene til industriens haller varierer stærkt fra industri til industri i takt med tekniske og økonomiske ændringer i tiden, som beskrevet i kapitel 17. Fælles for de fleste haller er imidlertid ønsket om relativt store gulvarealer, uforstyrret af bærende konstruktioner. Et andet brugskrav er fleksibilitet, som også opnås bedst i bygningstyper med store spændvidder og mulighed for variationer i planløsningerne i løbet af bygningens levetid. Disse brugskrav peger mod anvendelse af søjle-bjælkekonstruktioner i en etage, oftest med ydervægge, som ikke indgår i den bærende konstruktion, og som eventuelt kan demonteres ved ombygninger. På disse forudsætninger er der udviklet en række typiserede hallekonstruktioner, og i dette kapitel beskrives Højgaard & Schultz's typehaller, som er en karakteristisk repræsentant for denne bygningstype, se figur 21.01 m.fl.

Standardisering

Typehallen i sin rendyrkede form baserer sig på en række standardløsninger, hvor firmaet anvender egne præfabrikerede betonelementer. Der er imidlertid ikke noget i vejen for, at disse standardelementer kan kombineres med andre materialer specielt i facade- og tagkonstruktion, således at man kan tilpasse de enkelte projekter til bygherrens individuelle ønsker.

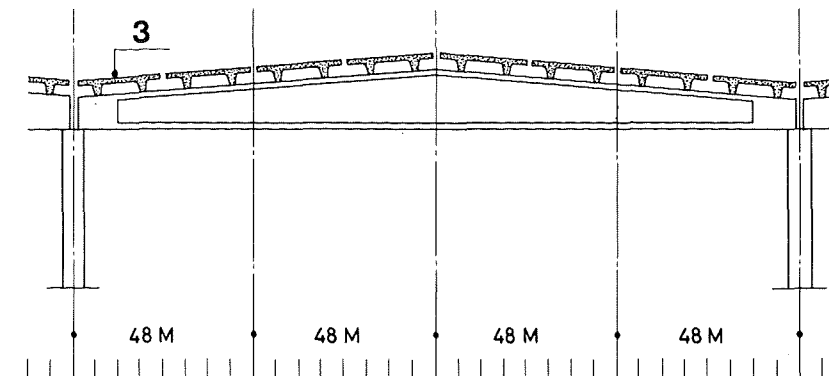
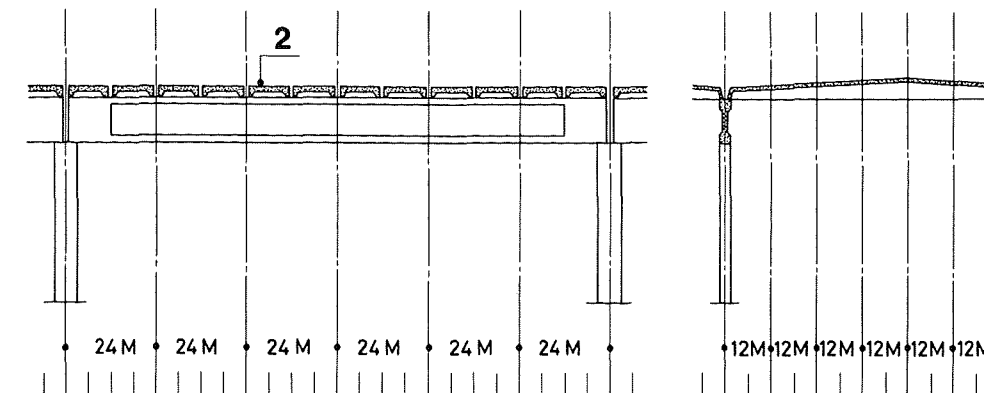
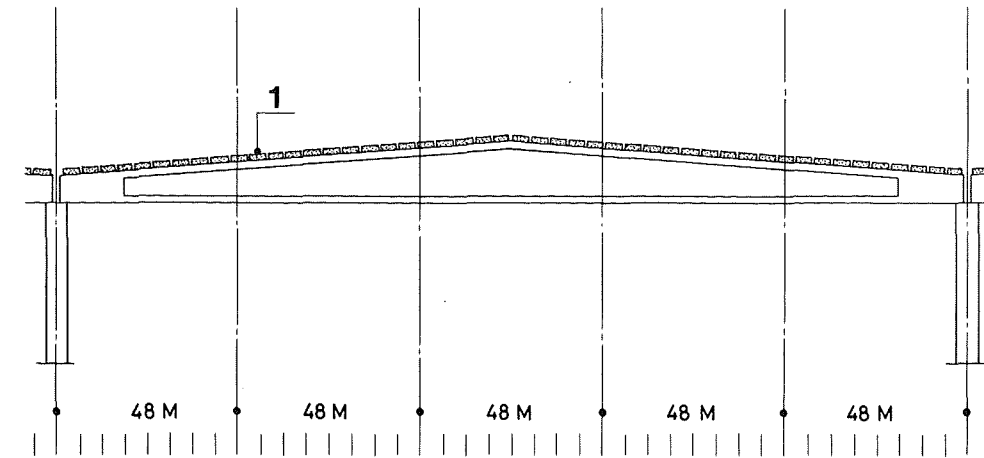
Figur 21.01
H & S typehal med beton sandwichelementer, her sammenbygget med et kontorafsnit. Billedet viser virksomheden DBI-Plastics.



Samme fleksibilitet er til stede i spørgsmålet om valg af entrepriseform. H & S tilbyder således 4 forskellige løsninger:

1. *Totalentreprise*, hvor bygherren får en nøglefærdig bygning, projekteret og produceret af H & S.
2. *Hovedentreprise*, hvor bygherren lader egne teknikere udføre projektet, som derefter opføres af H & S som hovedentreprenør.
3. *Fagentreprise*, dvs råhusentreprise, hvor H & S producerer og monterer råbygningen.
4. *Elementleverance*, hvor H & S leverer præfabrikerede elementer enten til en anden entreprenør eller direkte til bygherren.

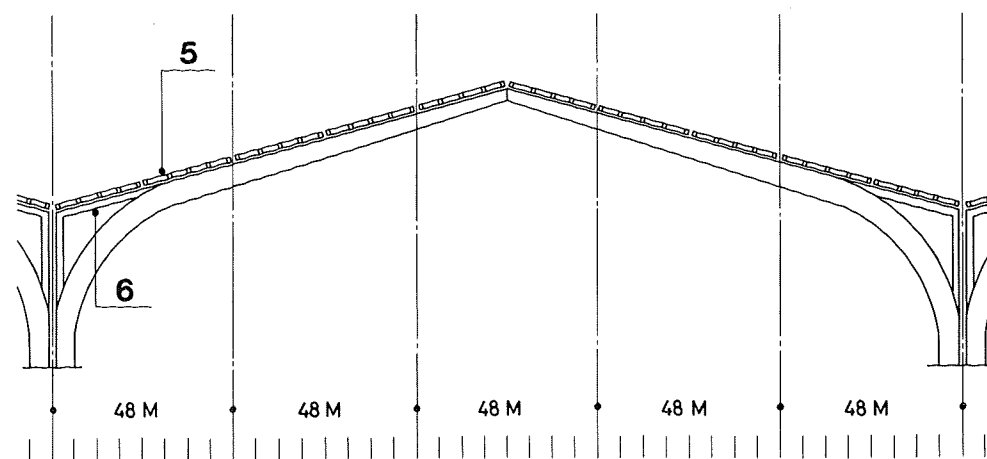
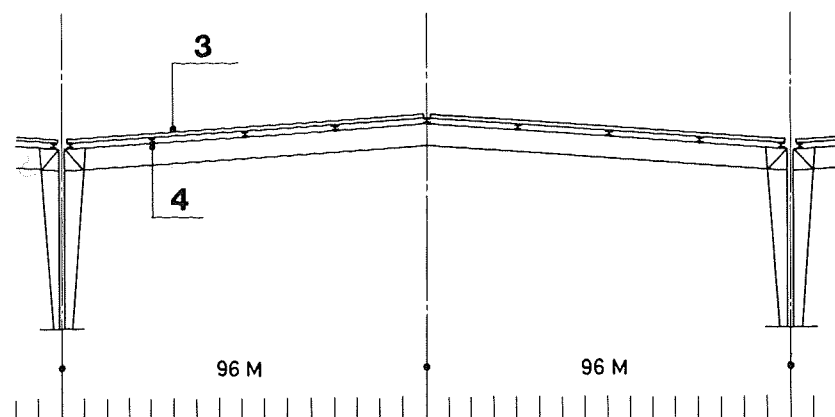
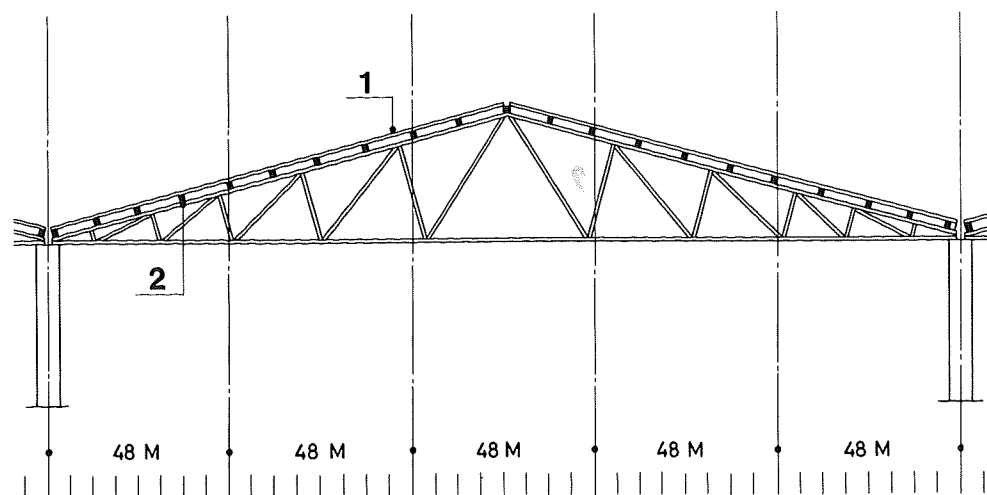
Med disse udbudsformer og et bredt spektrum af valgmuligheder vedrørende materialer og design kan de fleste bygherreønsker imødekommes, og alligevel er der gennem typiseringen skabt grundlag for en rationel og billig produktion af typehaller.



Figur 21.02
Haltper med tagkonstruktioner af beton.
1 Letbetonplade
2 Betonribbeplade
3 Dobbelt T-plade.

1 : 200

Figur 21.03
 Haltyper med tagkonstruktioner af stål og træ.
 1 Asbestcement
 2 Tagås
 3 Metalplader
 4 Tagås
 5 Stressed-skin tagelementer
 6 Halvramme.



1:200

21.1 Projekteringsforudsætninger

Industrihaller er en bygningstype, til hvilken der stilles meget forskelligartede funktionskrav. Maskiner og transportanlæg ændres hurtigt i disse år, og de svingende konjunkturer betyder stadigt nye betingelser til produktionsplanlægning og produktudvikling. Derfor skal industribygninger så vidt muligt være multianvendelige. Og de bør projekteres efter de rigelige måls princip, således at de kan bevare deres værdi også i tilfælde, hvor virksomheden omlægges totalt, fx ved at bygningen skifter ejer. Som omtalt i kapitel 17, søger man bl.a. gennem anvendelse af præferencemål at sikre bygningernes generelle anvendelighed. Se DS 1077 Halbyggeri Horisontale præferencemål.

De rigelige måls princip fører til stadig større spændvidder og halenheder. Anvender man et søjledragersystem af jernbeton, er det søjlefri areal normalt på 100 - 200 m² med voksende tendens. Spændvidderne for hoveddragerne befinder sig i området fra ca 10 - 30 m; mens fagvidden mellem hoveddragerne i længderetningen ligger i området fra ca 5 - 10 m, afhængigt af tagkonstruktionen. Med hoveddrager af stål når man op på ca 40 m spændvidde, maksimalt, og med buer af stål eller træ til max. ca 50 - 70 m. Disse store enheder viser klart, at målspringene må vokse med målenes absolute størrelse - netop det princip, som præferencemålrækkerne er opbygget efter.

Ved hjælp af præferencemålrækkerne fra DS 1077 udvælges hovedmål, se afsnit 21.3 og figur 21.05; herefter kan et stort antal varierede typehaller projekteres med standardiserede komponenter og typiserede samlinger. Det er denne standardisering, som både anvender officielle danske standarder og firmaets interne løsninger, der er basis for den typisering, som gør hallerne til et industriprodukt.

Hallernes multianvendelighed

Spændvidder

Standardisering ved hjælp af præferencemål

21.2 Byggeprogram og byggesystem

Typehallerne anvendes fortrinsvis til 1-etages haller, idet man herved undgår begrænsninger i nyttelast, ligesom man ved hjælp af ovenlys kan sikre sig tilstrækkeligt dagslys uanset hallernes størrelse.

Ved den første skitsering, hvor byggeprogrammet søges indarbejdet i projektet, vælges de optimale hovedmål for spændvidder, fagbredder, højdemål mv ud fra DS 1077 Præferencemål for haller. Samtidig bestemmes hallernes ydre totalmål, antallet af halskibe og udvidelsesmuligheder ved fremtidige udbygninger. Hele denne programmering lettes betydeligt ved anvendelse af de standardiserede planlægningsmoduler.

Efter fastlæggelse af bygningens hovedmål foretages en planlægning af ovenlys, vinduer i facader og gavle, porte og døre mv. Også disse valg kan baseres på en række standardløsninger med en betydelig projekteringsfrihed takket være det fleksible byggesystem; se figur 21.04. Da facaderne normalt ikke indgår i det bærende hovedsystem, kan der udføres store portåbninger i disse.

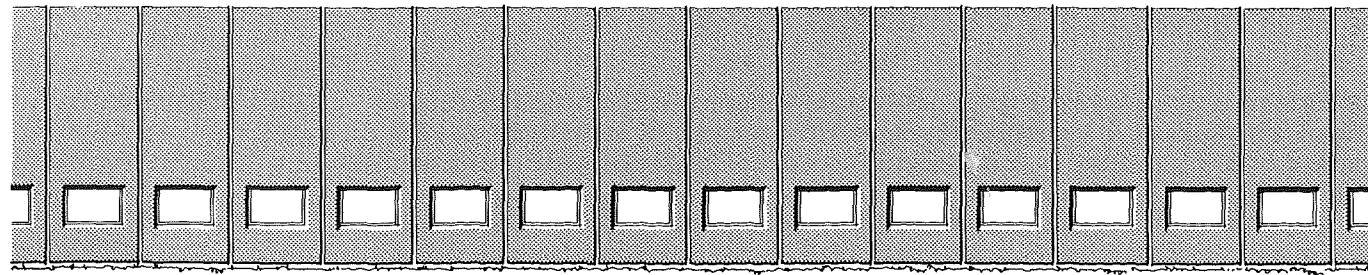
Til H & S's typehal er valgt et eksempel med elementer af jernbeton og letbeton. Søjlerne er jernbetonsøjler med tværsnit 300 x 600 mm. Hoveddragerne er af strengbeton, type SIB 108/30 med 215 mm tykke tagplader af letbeton i en speciel udførelse, som er udviklet af firmaet. Dragerne er formgivet i et samarbejde med arkitekt Knud Holscher, som har modtaget ID-prisen af DANSK DESIGN RÅD for opgaven. Tagpladerne er isoleret udvendigt med skumplast dækket med tagpap. Facaderne er udført af 300 mm tykke betonsandwichelementer, isoleret med 100 mm mineraluld. Hoveddragerne i dette projekt spænder 16,8 m, og tagpladerne 7,2 m, hvorved det søjlefri areal bliver 16,8 x 7,2 m² = 121 m²; se figur 21.05.

Etageantal, gulvareal

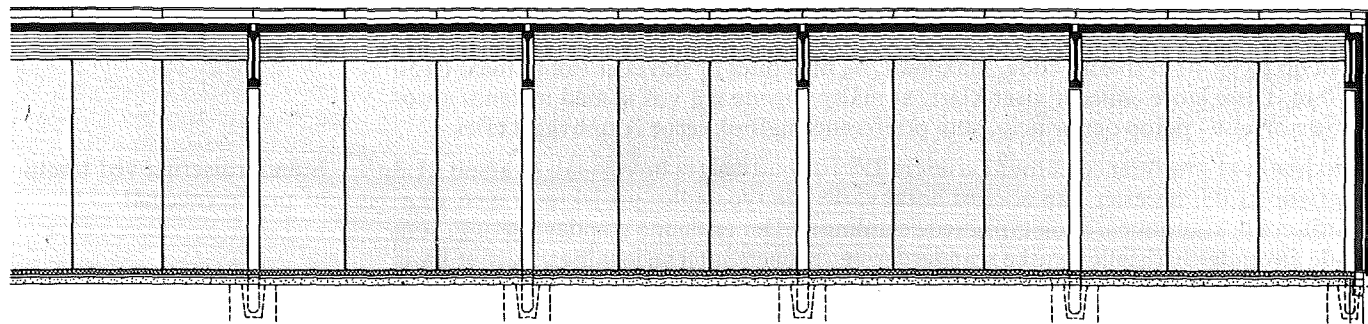
Programmering, hovedmål

Ovenlys, vinduer og porte mv

Typehallens betonelementer



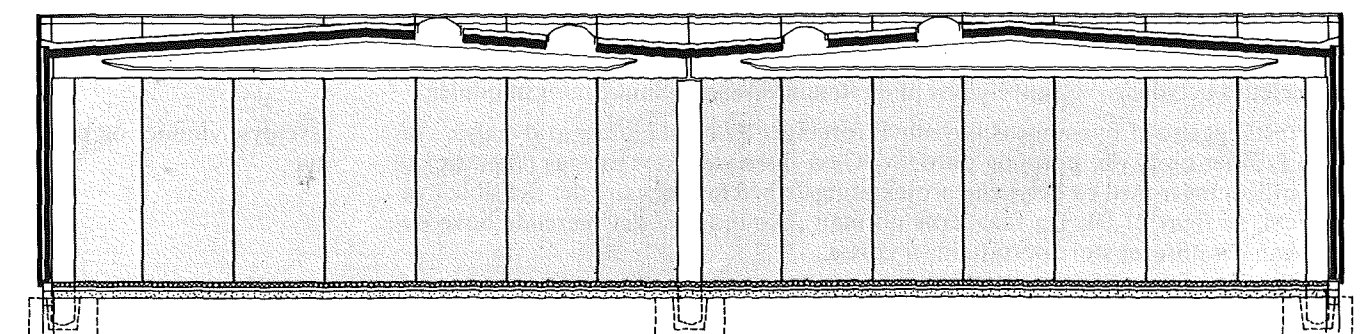
Facadeudsnit 1:200



Længdesnit 1:200



Gavl 1:200



Tvørsnit 1:200

Figur 21.04
H & S typehal. Facade, gavl, længde- og tvørsnit.

Typehallens statiske hovedsystem består af de indspændte søjler, og de simpelt understøttede bjælker og plader i tagkonstruktionen. Facaderne optager vindlasten ved pladevirkning og overfører de vandrette kræfter dels til fundamentene, dels til tagskiven. Tagskiven fordeler de vandrette kræfter til søjlerne, evt. til andre afstivende konstruktioner, hvis der i projektet indgår tunge, afstivende vægge. Ved nogle tagfacadeløsninger vil det være nødvendigt at optage den øvre, vandrette reaktion fra vindlasten i en vinddrager, som derefter fører lasten til søjlerne.

Hoveddragernes vederlag på søjletoppen vil normalt være faste, simple understøtninger. Hoveddragerne oplægges på Neoprene-plader, som giver mulighed for en vis deformation mellem drager og søjletop, men dragerne fastholdes ved dorne indstøbt i søjlerne, se figur 21.10. Dette medfører ekstra spændinger i søjlerne som følge af krybning i de forspændte drager. For flerskibs konstruktioner kan disse ekstra spændinger blive meget betydelige, og der må derfor tages hensyn hertil ved dimensioneringen af søjlerne eller ved at anordne bevægelige vederlag for dragerne på søjletoppene.

Hvis disse vederlag udføres med Neoprene-plader, skal man huske, at også denne konstruktion medfører ret betydelige spændinger i søjlerne, idet der skal store kræfter til at deformere Neoprene-pladerne. En omhyggelig gennemregning af hele konstruktionen er derfor påkrævet til klarlægning af disse forhold.

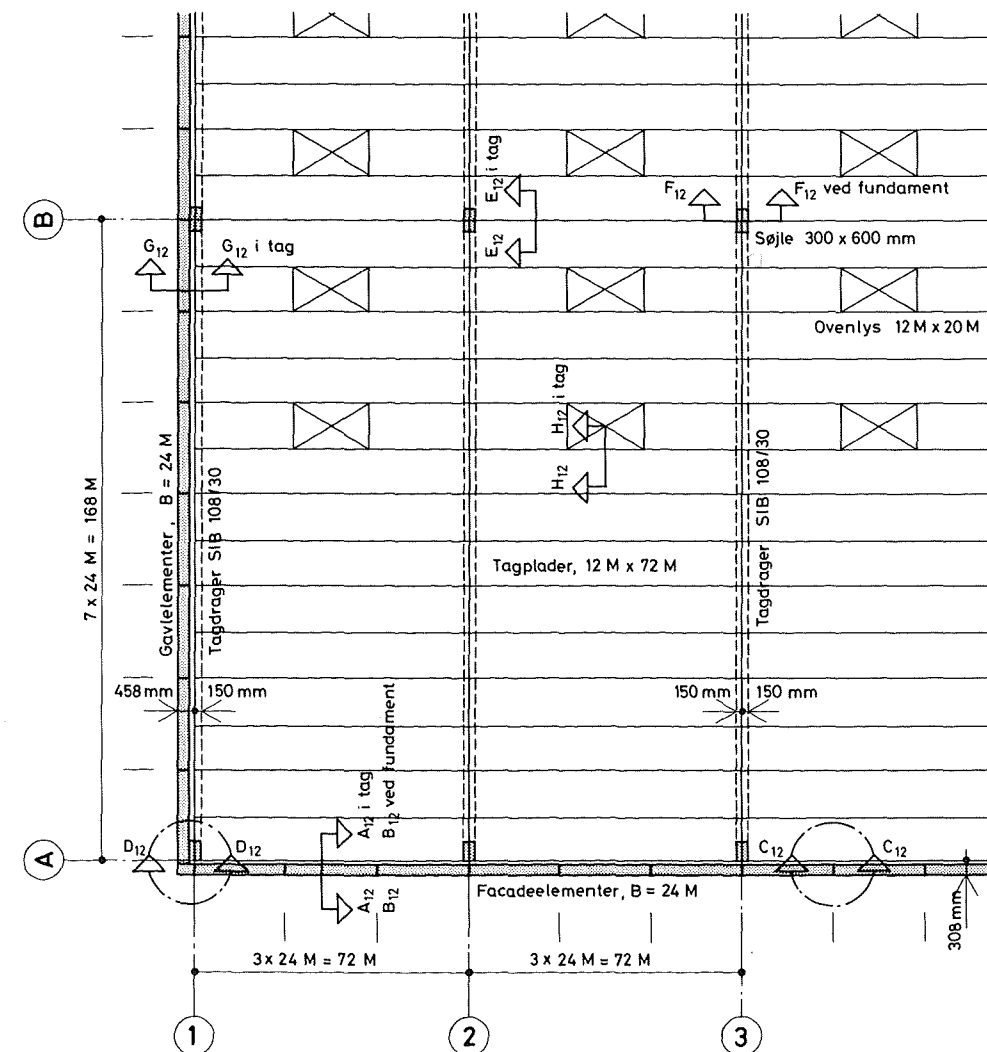
Et andet forhold, der må overvejes i forbindelse med større halprojekter, er spørgsmålet om ombygninger, specielt udvidelser. Byggesystemet er således indrettet, at facader og gavle kan demonteres og genbruges, hvis hallen ønskes udvidet i den pågældende retning. Tilbygningen af nye skibe kan da foregå uden væsentlige driftsforstyrrelser i den oprindelige bygning. Men ved tilbygning opstår der nye statiske betingelser for de horisontale kræfters optagelse i den samlede rumlige konstruktion, og det vil være nødvendigt at tage hensyn til disse forhold både ved projektets start, og når udvidelserne skal foregå.

Statisk hovedsystem

Dragere og søjler

Neoprene-vederlag

Ændringer i det statiske hovedsystem ved udvidelser



EKSEMPEL 12
MODULOVERSIGTSTEGNING 1:200

Figur 21.05
Moduloversigtstegning;
udsnit af plan.

21.3 Modulplanlægning

Moduloversigtsplan

Figur 21.05 viser typehallens moduloversigtsplan. Det fremgår af planen, at søjlerne i modullinie B er placeret efter akseprincippet, mens søjlerne i linie A er sideplaceret i en retning for at undgå specialelementer i tag og facade; se figur 21.06 og 21.09.

Placering af gavl og facader mv

Tagplader, facade- og gavlelementer er alle placerede indenfor deres respektive modulområder, og der er anvendt et specialelement til at lukke hjørnet mellem facade og gavl, se figur 21.09.

Hallens hovedmål

Spændvidden i modulmål fra søjle til søjle er for H & S-hallerne 120 M, 144 M... op til 312 M med 24 M-spring. Dette mål er lig med bredden af hallens standardgavl- og facadeelementer. Fagvidden mellem søjlerne kan udføres i målspring på 12 M fra 60 M til 96 M. Højden af hallerne udføres i alle mål indenfor de grænser, som fastlægges af bygningslovgivningen og funktionskravene, og der er således ikke valgt standardmål for de lodrette mål, som for 1-etages bygninger ikke indeholder gentagne målspring. Dog præfereres højdemål for facader og gavle med 2 M-spring, se det følgende.

Hallens modulkatalog bliver således følgende, sammenlign figur 21.05:

- Tagplader L x B = 72 M x 12 M
- Tagbjælker SIB 108/30, L = 168 M
- Gavlelementer B = 24 M; H, bagplade = n x 2 M. H, forplade = n x 2 M + M
- Facadeelementer B = 24 M; H, som gavlelementer
- Ovenlys L x B = 20 M x 12 M
- Søjler a x b = 300 x 600 mm

Det ses, hvorledes præferencemålene fra DS 1077 koordinerer modulmålene på alle komponenterne i planen, således at projektet kan udføres med flest mulige standardkomponenter

21.4 Elementer og samlinger

Tag og facade

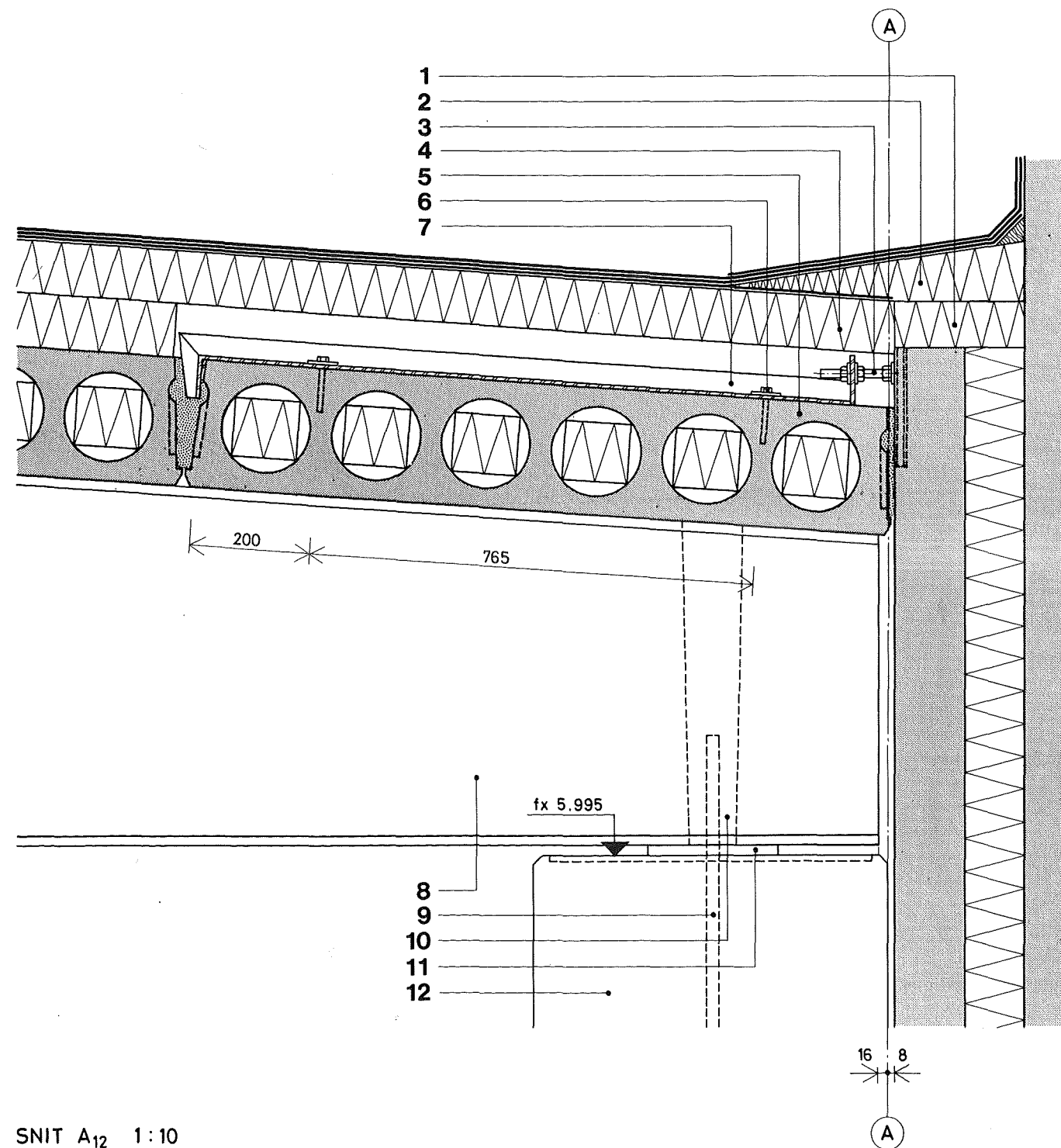
Figur 21.06 viser lodret snit i tagkonstruktion og facade samt tagpladernes oplægning på hoveddragerne og disses understøtning på søjletoppen. Som nævnt ovenfor er søjlerne sideplaceret i forhold til modullinie A, hvilket medfører en simpel sammenbygning uden passtykker mellem facade og tagflade. Til gengæld kan hallen ikke udvides ved denne facade uden opsætning af en ny søjlerække. Tegningen viser facadens forankring til tagskiven med stålbeslag fastgjort via bolteforbindelser til en ankerskinne indstøbt i facadens bagside. Denne samling er demontabel og tillader således, at facaden kan flyttes ved en evt. ombygning. Tagfladen, som har en hældning på ca. 1:15, er tækket med 3 lag pap efter standardspecifikationer. Tegningen viser bl.a. inddækningen ved facaden, som skal udføres efter nøje aftale med tagpapeleverandøren, idet facadens yderside følger temperatursvingningerne, mens tagfladen selv hviler på hovedkonstruktionen, som har nogenlunde konstant temperatur året igennem. Der må således regnes med en vis bevægelighed i fugen mellem tagflade og facade, og inddækningen skal udføres med hensyntagen hertil.

Tagpladerne

Tegningen viser også snit i de specielle hulplader af letbeton, som H & S har udviklet, og som støbes i en ekstruderingsproces på 110 m lange baner. Dækkene produceres i 2 densiteter hhv 1400 og 1600 kg/m³ med tilslag af bakkesand og leca. Dækkene kan leveres med mineraluld i kanalerne, hvorved k-værdien falder fra k = 2,2 til k = 1,0 W/m² °C for densitet 1400. Der henvises iøvrigt til brochurer fra firmaet.

Bjælkevederlag

Figur 21.06 viser desuden hoveddragerens faste vederlag på søjletoppen. Ved udstøbning omkring den viste dorn etableres en fast, simpel understøtning, jvf. bemærkningerne under afsnit 21.2.

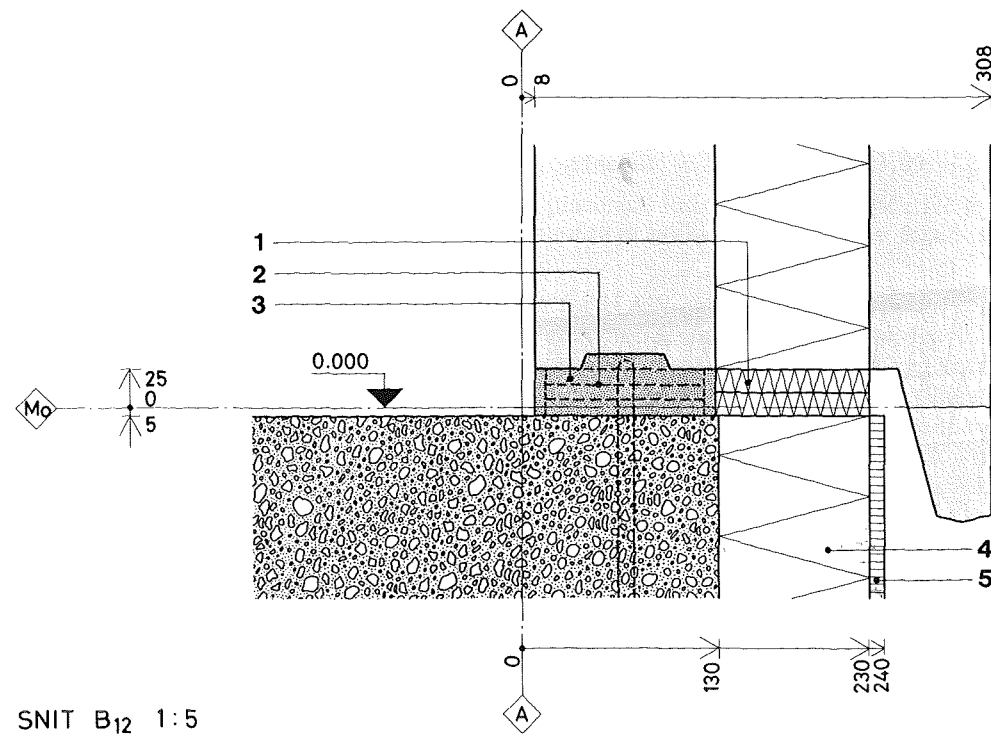


Figur 21.06

Lodret snit i samling mellem tag, facade, drager og søjle.

- 1 Rockwool-pladebatts 75 mm type 2.
- 2 Rockwool.
- 3 M 16 hagebolt type 40/22 L = 125 med 3 møtrikker og 3 underlagsskiver.
- 4 Rockwool A-tagplade 90 mm med 1 lag pap.
- 5 Letdæk 215 mm.
- 6 Fransk skrue LM 12 med 10 x 80 mm underlagsplade.
- 7 U-jern 65 x 40 x 5 mm.
- 8 SIB-drager 108/30.
- 9 Dorn R 25 L = 400 indstøbt i søjlen.
- 10 Dornhul udstøbes med beton 15.
- 11 Neoprene lejeplade.
- 12 Søjle 300 x 600 mm.

Figur 21.07
Lodret snit i samling
mellem facade og sokkel.
1 Rockwool-pladebatts,
type 1
2 Beton 15
3 Indnivellerede plader, i
stål: 80 x 80 mm, i
eternit: 100 x 100 mm
ved elementets sidekan-
ter
4 Rockwool pladebatts,
100 mm, type 2
5 Eternit, 10 mm.



SNIT B₁₂ 1:5

Facade og sokkel

Figur 21.07 viser facadeelementernes opstilling på hallens gulv (sokkel). Det ses, hvorledes soklen er varmeisoleret med 100 mm mineraluld beskyttet af en eternit-plade. Isoleringen er anbragt således, at den flugter med sandwichelementets isolering, hvorved hele hovedkonstruktionen kommer til at ligge på den varme side af isoleringen.

I samlingen mellem facade og sokkel ses, hvorledes facadeelementets højde justeres ved en nivellering med stål- eller eternitplader. Desuden ses en armering indstøbt i soklen til sikring af facadens vandrette fastholdelse ved ekstraordinære påvirkninger såsom påkørsel eller lignende. Reaktionen fra vindkraften overføres fra facaden til soklen ved friktion i understøbningsfugen.

Målafætningslinier

Modullinie A er anvendt som målafætningslinie for horisontale mål, mens højdemål afsættes ud fra måleplanet M 0, beliggende 5 mm over betongulvet, jvf. DS 1049.

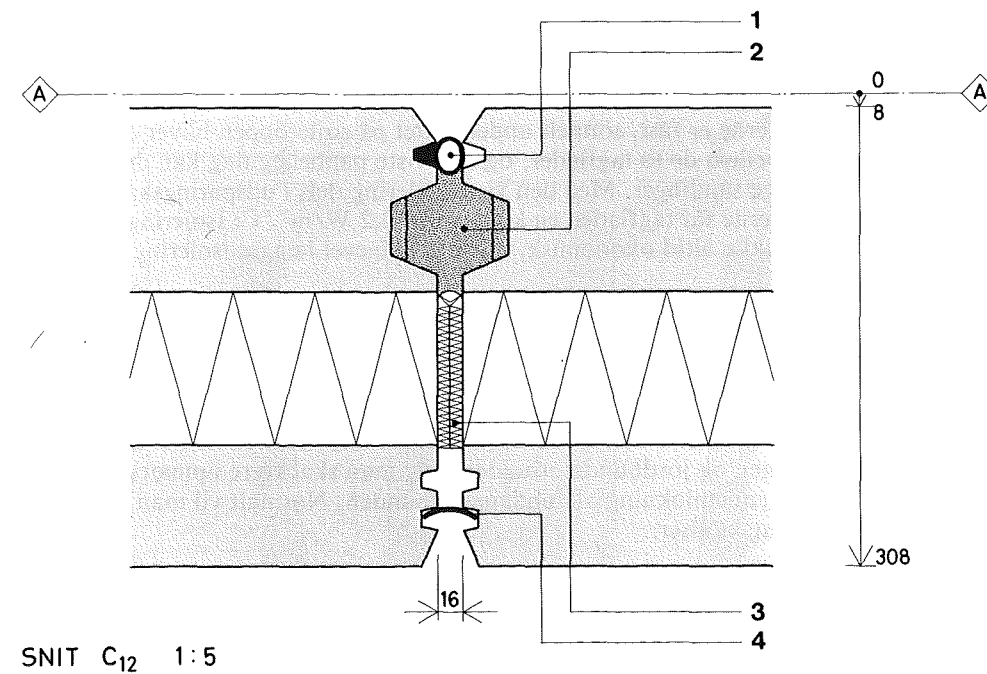
Samling mellem facade-
elementer

Figur 21.08 viser vandret snit i samlingen mellem to facadeelementer. Snittet viser elementernes opbygning af 80 mm forbeton, 100 mm mineraluldisolering og 120 mm bagbeton, som udgør den lastoptagende del af sandwichelementet. Samlingen mellem de to elementer er udført som en to-trins tætning med Neoprene fugestrimmel, stopning og fugebeton. I stedet for det i kapitel 4 og 8 omtalte vaskebræt er der anvendt en skarpkantet vanddrille bag fugestrimlen. Funktionen af denne vanddrille, som udmunder foran sokkelforkant, se figur 21.07, er den samme som vaskebrættets, og rillen er simplere at fremstille i elementproduktionen. Dens gode virkning beror på rillens skarpe kanter, der forhindrer slagregn i at trænge længere ind i konstruktionen. Løsningen er desuden mere robust end vaskebrættløsningen. Hvor der ikke er krav til optagelse af forskydning i fugen, kan udstøbning af fugebetonen undlades.

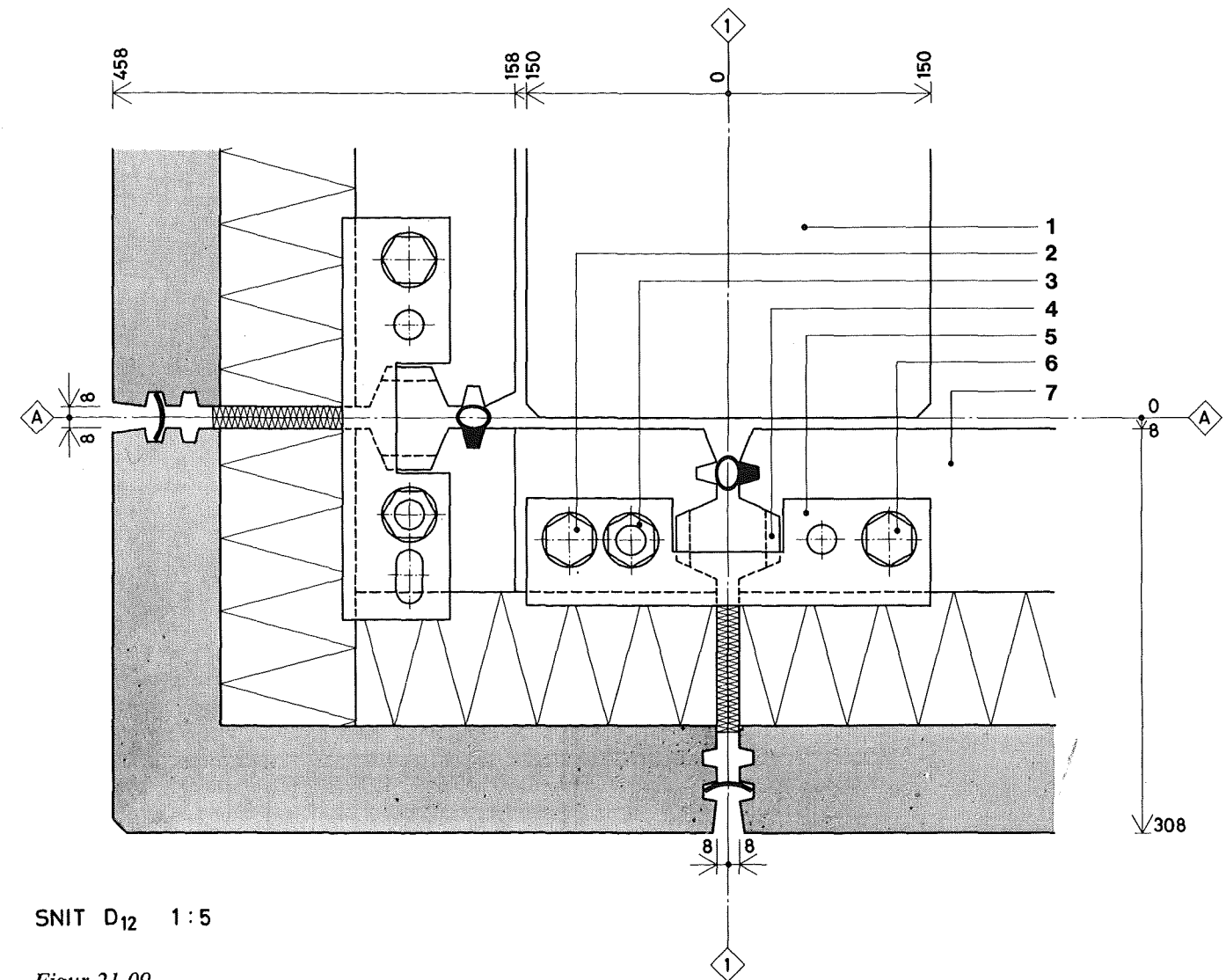
Facade-gavlhjørne

Figur 21.09 viser vandret snit i bygningens hjørnesamling. Med den viste placering af hjørnesøjlen i modulnettet kan samlingen udføres med normale, modulære facadeelementer, suppleret med et særligt hjørneelement, som udfylder arealet mellem modullinie A og 1. Dette element er ret kompliceret at støbe, fordi det har 4 formsider, nemlig de 2 yderflader og de 2 profilerede sideflader. Formen må derfor udføres med overforskalling. Hjørneelementet opstilles ligesom de øvrige facadeelementer på en oplodsning med en understøbningsfuge og fastholdes foroven med de viste fladjernsbeslag og bolte, hvoraf nogle er indskruet i inserts, mens andre af hensyn til måluddigning ibores på stedet. Bemærk, hvorledes isoleringen også i denne samling er ført ubrudt igennem og helt omslutter den bærende konstruktion.

Figur 21.08
Vandret snit i samling
mellem facadeelementer.
1 Fastlimet fugeslange
2 Beton 15
3 Stopning med Glasuld
fugefilt 120 x 20 mm
4 ETP-bånd 3 mm.



SNIT C₁₂ 1:5



SNIT D₁₂ 1:5

Figur 21.09
Vandret snit i facade-gavlhjørne.
1 Søjle. 2 M 16 sætskrue L = 40 med underlagsskive. 3 M 20 møtrik med underlagsskive. 4 Beton 15. 5 Galv. stålplade, 10 mm. 6 Parabolt M 16 L = 90 ibores på stedet. 7 Facadeelement.

Tagplader, dragere og søjletop

Figur 21.10 viser lodret snit i samlingen mellem tagplader, hoveddragere og søjletop, sammenlign figur 21.06. Tagfladen har sine laveste punkter i modullinie B, hvor de indvendige tagedløbsrør er placeret, normalt 1 stk. ved hver søjle.

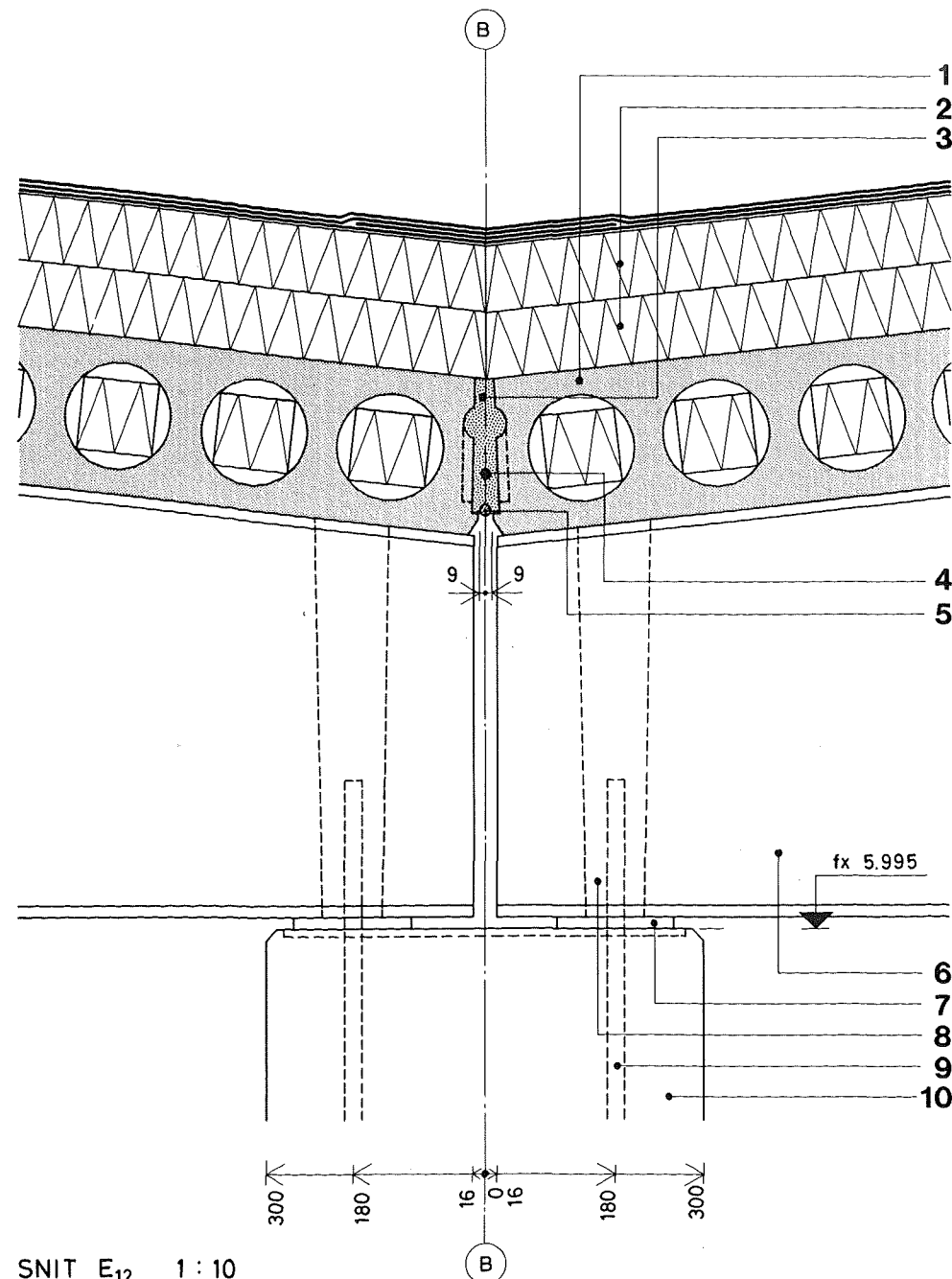
Da begge hoveddragerne er fast, simpelt understøttet på søjletoppen bliver der ingen større bevægelser imellem de to tagflader, og den viste papbelægning kan derfor udføres med almindelige samlinger. Med den viste isolering dels i udsparingskanalerne, dels oven på tagpladerne får tagfladen en k-værdi på $0,2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Isoleringen i hulpladerne er i øvrigt ikke altid økonomisk, når der alligevel lægges isolering oven på pladerne.

Figur 21.11 viser søjlens indspænding i søjlefundamentet. Søjleplaceringen såvel i højde som i plan sikres ved at indmåle og nivellere den viste lejeplade i fundamentets udsparing. Herved lettes søjlemontagen, idet kranen kun behøver at aflevere søjlen på fundamentets plade uden at skulle medvirke under justeringen, som iøvrigt blot består i at stille søjlen i lod og afstive den under udstøbningen. Søjlefundamentet dimensioneres efter belastningen og jordbundsforholdene, og man skal være opmærksom på, at der ikke sker en gennemlokning af fundamentets bunden. Normalt vil man anvende uarmerede fundamentsklodser.

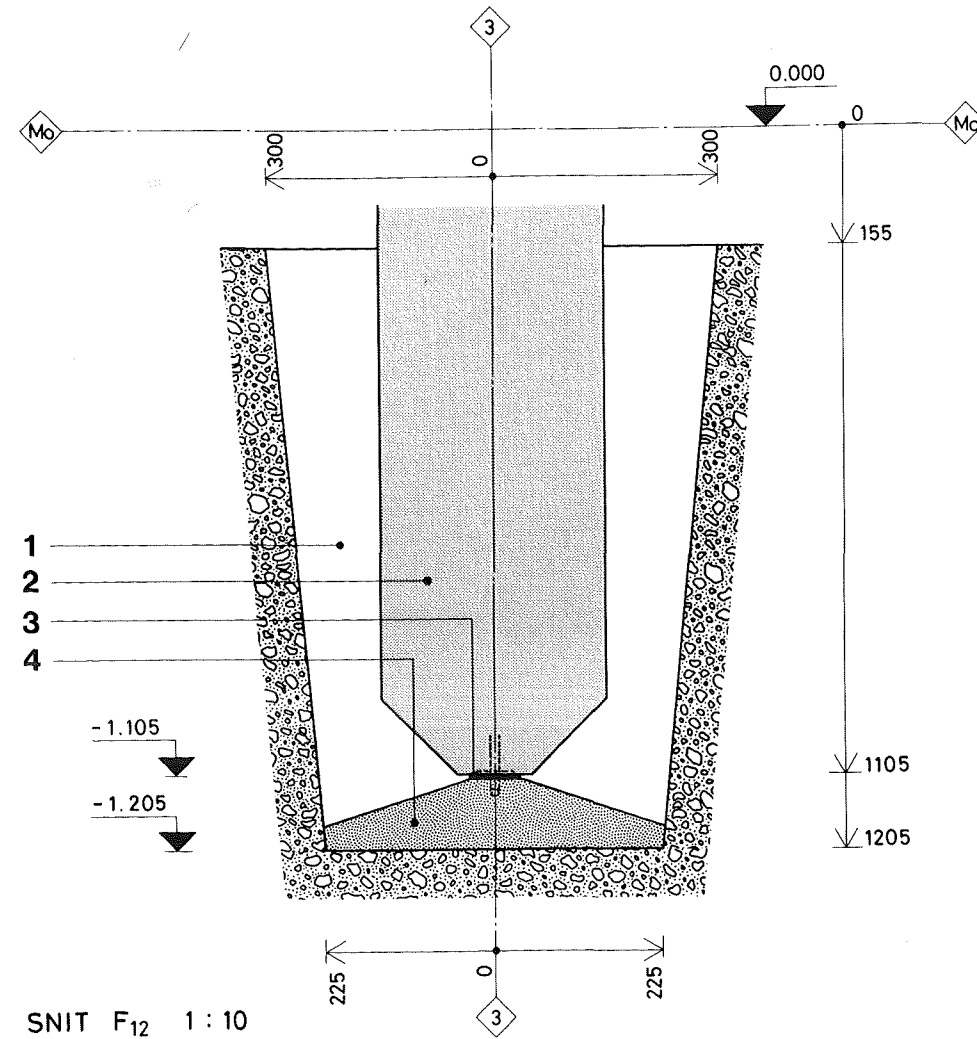
Søjlefundament

Figur 21.10
Lodret snit i samling mellem tagplader, dragere og søjler.

- 1 Letdæk 215 mm
- 2 Rockwool A-tagplade
2 x 90 mm øverste lag
med 1 lag pap
- 3 Beton 15
- 4 Fugearmring T 12
- 5 Rundstok
25 (evt.)
- 6 SIB-bjælke 108/30
- 7 Neoprene lejeplade
- 8 Dornhul udstøbes med
beton 15
- 9 Dorn R 25, L = 400
- 10 Søjle.



SNIT E₁₂ 1 : 10



SNIT F₁₂ 1 : 10

Figur 21.11
Lodret snit i samling mellem søjle og fundament.
1 Beton 20
2 Betonsøjle 300 x 600 mm
3 Lejeplade af stål 70 x 50 x 3 mm med hul Ø 20
4 Lejepladen indnives på jordfugtig cementmørtel.

Figur 21.12 viser lodret snit i samlingen mellem tagflade, gavl og hoveddrager. Gavlen er forankret til drageren med ankerskinne, bolte og vinkeljernsprofil, således at vindkræfterne på gavlen kan overføres til hoveddrageren og derfra via den viste dorn og fugearmring videre til tagskiven. Tagpladerne oplægges på hoveddrageren med et vederlag, på 100 mm, som er det normale på 300 mm brede bjælker. Bemærk, hvorledes isoleringen omslutter den bærende konstruktion, inklusive gavlelementets bagstøbning, således at man helt undgår kuldebroer i samlingen.

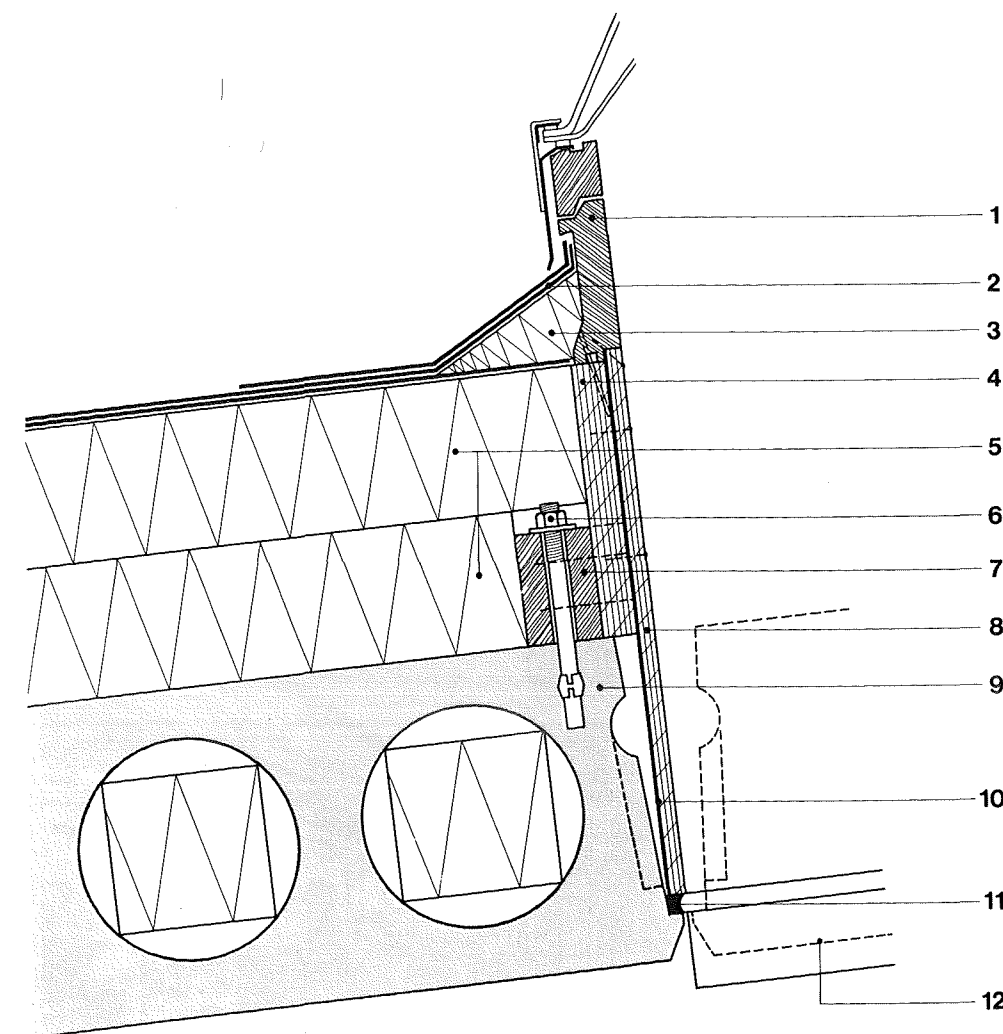
Tag, gavl og drager

Figur 21.13 viser lodret snit i en tagplade ved et ovenlys. Ovenlyset er af en type med 2 lag plexiglas og kan således regnes for at være dugfrit under moderate fugtbetingelser i hallen. I haller med høj fugtighed eller lokalt omkring fugtige rum, fx toilet- og baderum eller lignende, er det vigtigt, at fugerne mellem ovenlysets karm og tagkonstruktionen udføres tætte. Derfor er der indlagt dampstandsfolie (10) bag den vandfaste finérkarm, og der er fuget med en mastik (11), hvor karmen slutter til letbetonpladerne. Hvis disse samlinger ikke er tætte, kan der trænge fugtig luft op i tagkonstruktionen, hvorefter der dannes kondens på tagpappens underside, hvilket kan medføre store skader og en stærkt nedsat levetid for tagpappen. Der bør derfor udvises særlig omhu ved udførelse og tilsyn med dette arbejde.

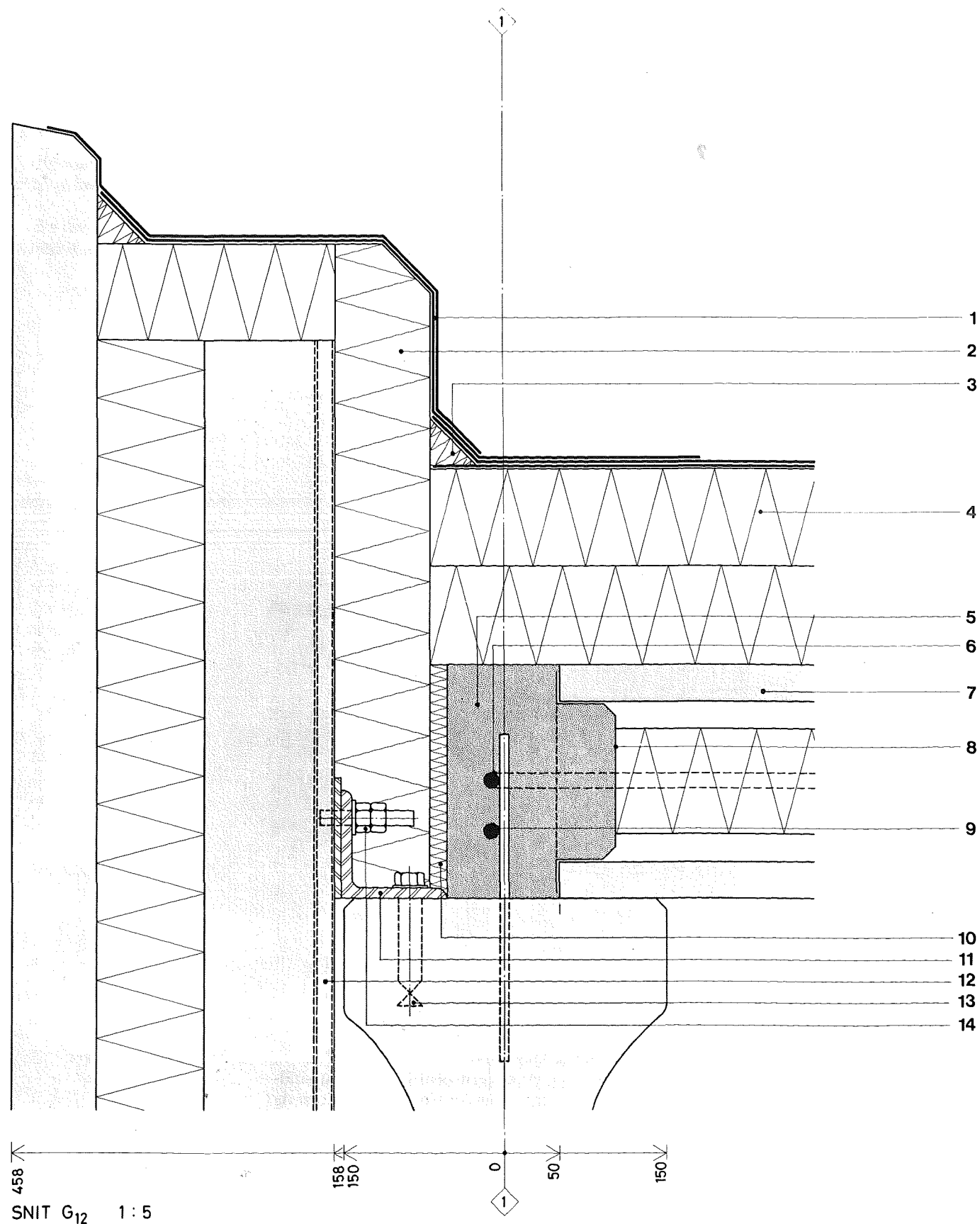
Tagplade, ovenlys

Figur 21.13
Lodret snit i ovenlyskarm.

- 1 Ovenlys type OLI-402 dobbelt
- 2 Inddækning
- 3 Mineraluld A-batts type 2
- 4 Vandfast krydsfinér 22 mm
- 5 Rockwool A-tagplade 2 x 90 mm øverste lag med 1 lag pap påklæbet
- 6 Parabolt M 12 L = 130 ibores på stedet
- 7 Lægte 50 x 75 mm
- 8 Fugt- og brandimprægneret krydsfinér 12 mm
- 9 Letdæk 215 mm
- 10 Dampbremse
- 11 Elastisk fugemasse
- 12 Profil stålbeslag.



SNIT H₁₂ 1:5



SNIT G₁₂ 1:5

Figur 21.12

Lodret snit i samling mellem tag, facade og hoveddrager.

- 1 Inddækning. 2 Rockwool A-tagplade 90 mm.
- 3 Rockwool trekantliste 45 mm.
- 4 Rockwool A-tagplade 2 x 90 mm, øverste lag med 1 lag pap påklæbet.
- 5 Beton 15. 6 Fugearmring T 14. 7 Letdæk 215 mm.
- 8 Plastprop. 9 Randarmerring. 10 Trykfast mineraluld 15 mm. 11 Vinkeljern 100 x 100 x 10; L = 130.
- 12 Ankerskinne, Halfeneisen 40/22. 13 Inserts med 16 mm bolt. 14 Hagebolt, 16 mm.

21.5 Installationer og udstyr

H & S's typehaller kan forsynes med alle gængse installationer til VVS, el og transport mv.

Vandrette rørføringer kan trækkes under loft igennem udsparringshuller i hoveddragerne. Også igennem de rektangulære søjler kan der føres rør i særlige udsparringer.

Firmaet råder over en lang række standardløsninger tilpasset hallens konstruktioner. Der henvises til specielt materiale fra H & S.

Figur 21.14
Interiør fra H & S
typehal.



Figur 21.15
Eksteriør fra H & S
typehal.

