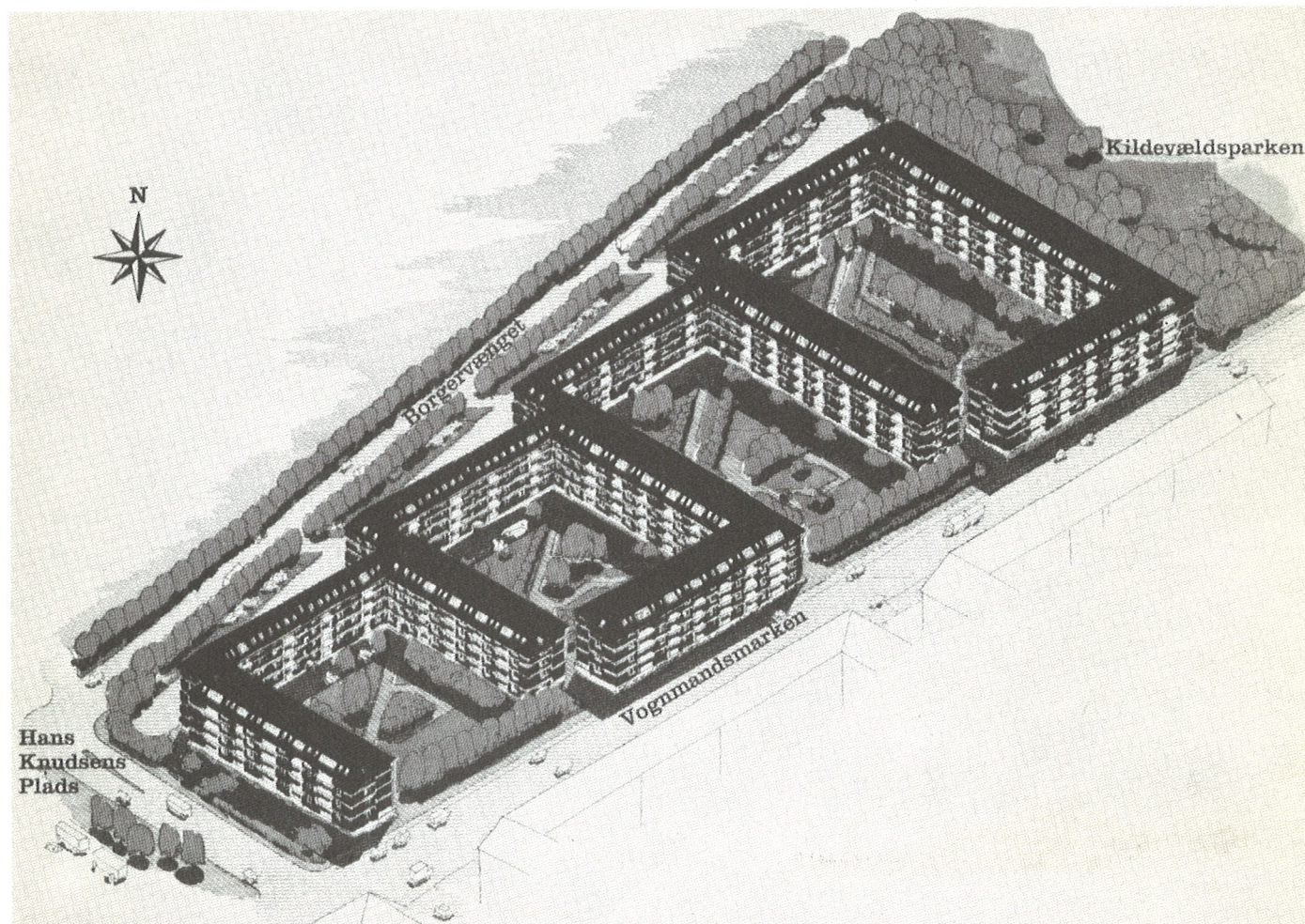


# DIAB husbygning & SBI



DIAB og SBI beskriver

**Aktuelle byggerier 1981**

Særtryk af byggeindustrien

**35**



# **DIAB husbygning**

Danmarks Ingeniørakademi, Bygningsafdelingen

## **SBI**

Statens Byggeforskningsinstitut

# **Aktuelle byggerier 1981**

Særtryk af byggeindustrien

Hermed foreligger 9. årshæfte med artikler om "Aktuelle Byggerier" fra tidsskriftet "Byggeindustrien". Serien omfatter nu beskrivelser af ialt 68 forskellige projekter fra nutidigt, industrialiseret byggeri.

1981 - artiklerne omhandler to boligbyggerier, et institutions- og tre erhvervsbyggerier. De to boligprojekter er baseret på typiserede løsninger, mens de øvrige projekter er helt individuelt udformet.

Som i de tidligere årgange beskrives såvel præfabrikerede som in situ udførte løsninger, ligesom alle gængse byggematerialer er repræsenterede.

Forfatterne takker de mange, der har leveret stof til artiklerne, og vi håber, at hæftet vil blive til nytte for byggeriets parter.

For forfatterne

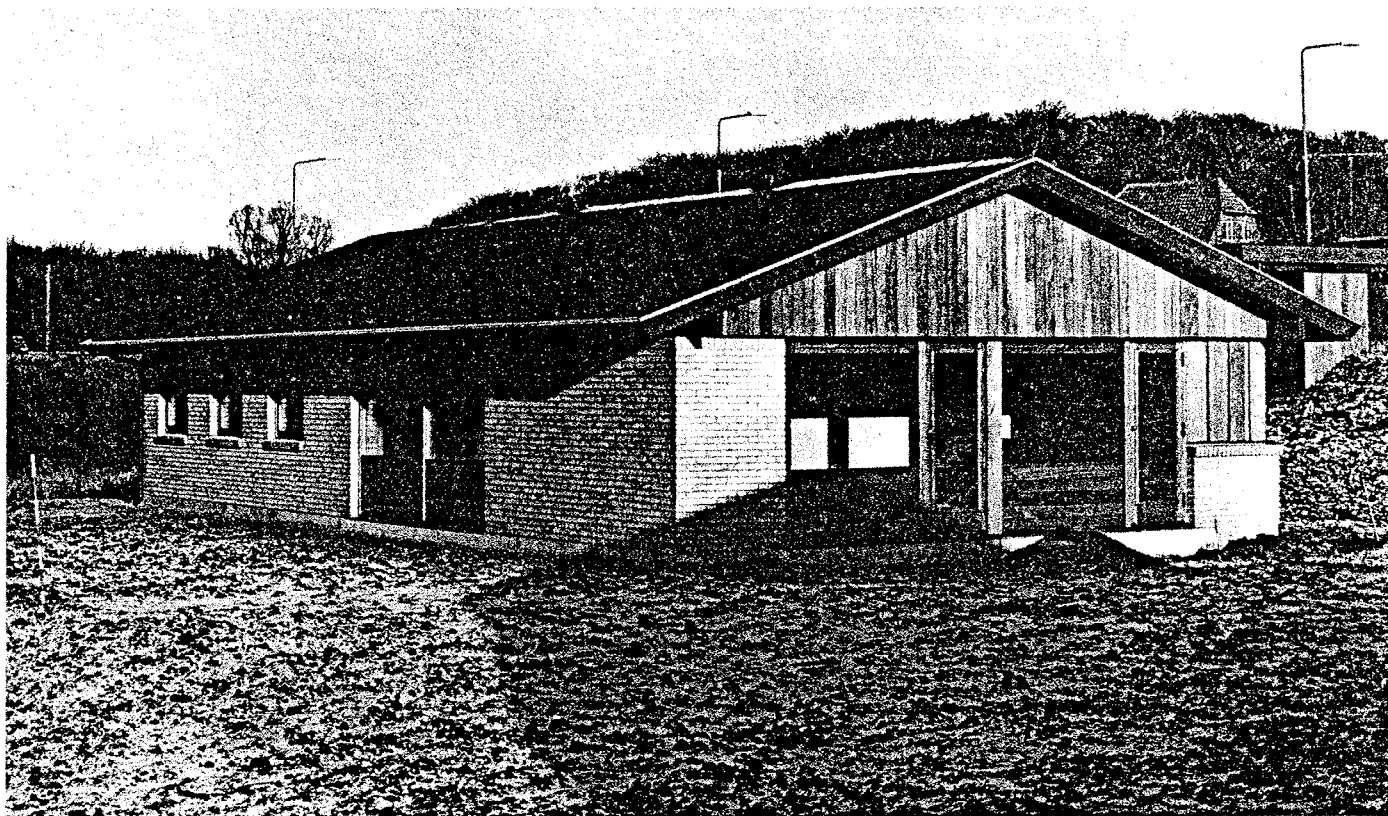
Henrik Nissen

---

#### INDHOLD AF ÅRGANG 1981

AB nr.

63	Moselodden..... 2 <i>Mogens Buhelt</i>	66	Helgeshøjparken .. 20 <i>Per Kjærbye</i>
64	Vognmandsmarken 8 <i>Bent-Erik Carlsen</i>	67	Aalborg Medborgerhus ..... 26 <i>Henrik Nissen</i>
65	Rockwool forsknings- og udviklingscenter 14 <i>Klaus Hansen</i>	68	Busanlæg for Århus Sporveje... 32 <i>Ejnar Søndergaard</i>



DIAB og SBI beskriver AKTUELLE BYGGERIER 63

af akademiingeniør Mogens Buhelt, SBI  
Tegninger: Grete Hartmann Petersen

# Moselodden - lavenergi-huse i Ballerup

## Beliggenhed:

Ved Skovvej/Egebjergvej i Ballerup.

## Art og omfang:

9 lavenergi-enfamiliehuse opført med salg for øje. Hvert hus er på 124 m<sup>2</sup> bebygget areal. Hertil kommer 7 m<sup>2</sup> udhus og 15 m<sup>2</sup> carport. Totalt grundareal 6.744 m<sup>2</sup>, heraf parceller 4.476 m<sup>2</sup>, fællesarealer (torv, gæsteparkering, friarealer) 1.200 m<sup>2</sup> og vej 1.068 m<sup>2</sup>.

## Bygherre:

Boligfonden Bikuben

## Arkitekt og hovedentreprenør:

A/S Johan Christensen & Søn

## Energikonsulent samt rådgivende ingeniør, statik og varme anlæg:

P. E. Malmstrøm A/S.

## Rådgivende ingeniør, byggemodning:

F. J. Thorsell.

## Leverandører:

Fundamentsbjælker: KH Beton A/S. Dækelementer: Lemvig-Müller & Munck A/S. Bagvægselementer og indvendige vægge: H + H-Gasbeton A/S. Lette facadeelementer og lette indvendige vægge: A/S Johan Christensen & Søn. Isoleringsruder: Glasalstrup-Thorsvald Pedersen A/S. Ventilationsanlæg med varmegenvinding: Genvex Energiteknik A/S. Jordvarme units: Vølund.

## Opførelsesterminer:

Påbegyndt 1. juni 1980, første hus færdigt dec. 1980, sidste hus færdigt feb. 1981.

De 9 huse, der beskrives i denne artikel, er dels højisolerede, dels særligt tætte, og dels forsynet med varmegenvindingsanlæg og jordvarmeanlæg. Der er tale om et forsøgsbyggeri, hvor man bruger en hel del penge på at samle erfaringer, både med hensyn til de byggetekniske problemer i forbindelse med ekstra isolering og tætning, og med hensyn til anlæggenes effektivitet og rentabilitet. Hvis beregningerne holder stik, kan foranstaltningerne forrente sig, i hvert fald på lidt længere sigt. Også på det konstruktive område omtales et par interessante løsninger, som har vist sig fordelagtige: Et præfabrikeret funderingssystem og en vindafstivning der består af forankrede letbetonvægge.

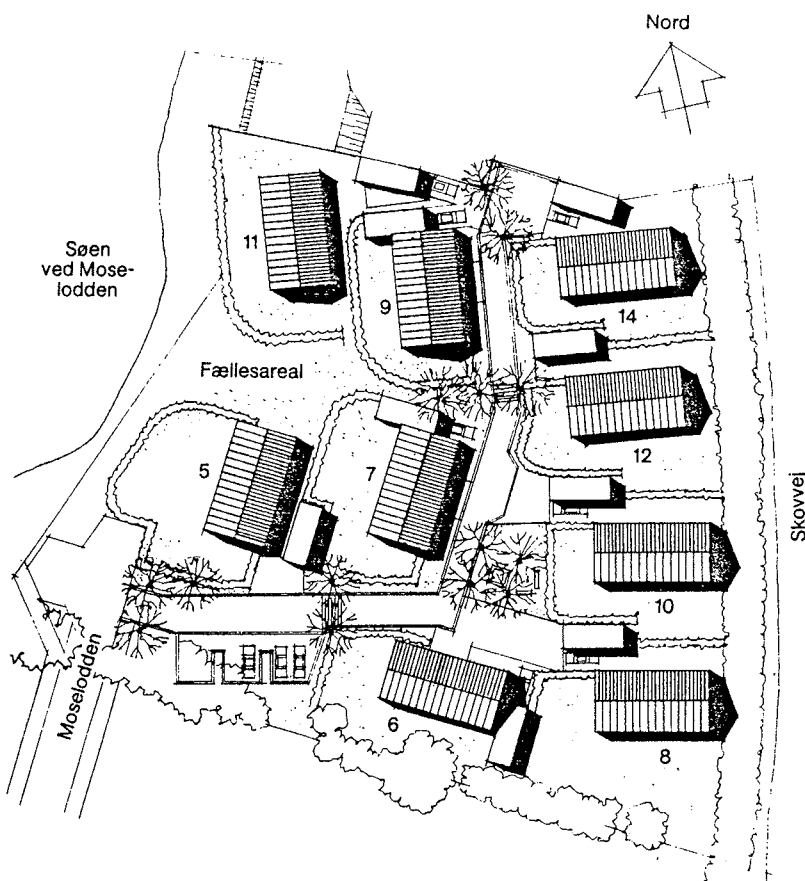


Fig. 1. Situationsplan 1:1000. De 9 huse er placeret langs vestsiden af Skovvej, der forbinder Ballerup med Lille-Værløse. Adgangen er dog fra Moselodden. Terrænet skræner fra Skovvej ned mod søen, og højdeforskellen optages primært af terrænspring langs hækkene.

### En passende grund anskaffes

Ved Skovvej, i Ballerups nordlige hjørne og lige syd for Jonstrup Vang, lå der tidligere en planteskole. Planteskolen lukkede, og kommunen købte pr. 1. januar 1979 hele arealet, ca. 22.000 m<sup>2</sup>. Størstedelen — en sø med mange åkander, samt søens omgivelser — blev udlagt som rekreativt område i forbindelse med amtets og kommunens stisystem, mens knapt 7.000 m<sup>2</sup> mellem søen og Skovvej blev videresolgt til Boligfonden Bikuben.

Her valgte boligfonden at placere sit nye lavenergiprojekt, se figur 1.

### Hustypen vælges

Fonden stillede følgende krav til huset:

- det skulle fremtræde som et almindeligt hus,
- de tekniske anlæg skulle være enkle at betjene,
- der skulle anvendes standardkomponenter og -udstyr,
- de lavenergimæssige foranstaltninger skulle være rimeligt privatøkonomisk rentable.

Disse krav opfyldtes bl.a. af et af Hjortekærhusene, nemlig hus A, som var opført af Johan Christensen & Søn med P. E. Malmstrøm som ingeniør. Boligfonden valgte at arbejde videre med denne hustype.

Huset er på 124 m<sup>2</sup>, og er en videreudvikling af en af Johan Christensen & Søns mest solgte typer. Planløsningen er den meget populære med indtil 3 soveværelser samlet i husets ene ende, se figur 2. Opholdsstuen kan udvides med det ene værelse, og kan være i mere eller mindre åben forbindelse med køkkenet. De forskellige indretningsmuligheder fremgår ligeledes af figur 2.

Fig. 2. Plan af hustypen 1:200. De punkterede dobbeltlinier angiver mulige placeringer af lette, træbaserede vægge. De øvrige indvendige vægge er af gasbeton. De punkterede pile angiver mulige placeringer af døre. 1. Spisekøkken. 2. Spisestue, del af køkken/alrum eller del af opholdsstue. 3. Del af opholdsstue. 4. Værelse, TV-stue eller del af opholdsstue. 5. Værelse. 6. Badeværelse. 7. Bryggers. 8. Teknikrum.

### Boligfonden Bikuben satser på lavenergi

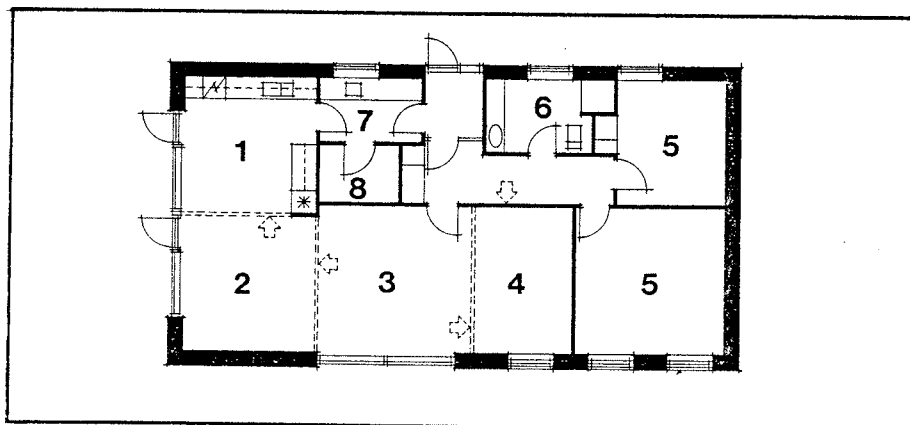
Boligfonden Bikuben har bl.a. til formål at bidrage til udviklingen af byggeriets kvalitet og produktivitet. Fonden tilkendegiver dette ved bl.a. at deltage i udviklingen af lavenergihuse.

Boligfonden var i 1978 bygherre til et lavenergihus i Humlebæk, se /1/ og /2/. Som lavenergiforsøg betragtet var dette projekt ikke helt tilfredsstillende, fordi der kun var et enkelt hus. Det var således ikke muligt at udjævne tilfældige forskelle i beboervaner osv. Tilmed blev huset købt af en enlig, mens en familie nok ville have repræsenteret en »normalanvendelse« bedre.

Handelsministeriets lavenergihusprojekt Hjortekær bestod af 6 forskellige huse, som blev opført i 1978, se /3/ og /4/. Problemet med forskelle i beboervaner blev her delvist løst ved, at husene i en forsøgsperiode »beboes« af robotter med standardvaner (elektriske varmekilder med kontakter, tidsstyrede automatiske tapventiler osv.). Men med et enkelt hus af hver slags er det stadig meget begrænsede erfaringer, man får i visse henseender.

Boligfonden Bikuben ville derfor gerne følge disse forsøg op med et forsøgsprojekt, der indeholder en serie ens huse. Formålet med projektet skulle være at:

- vurdere markedets interesse for lavenergihuse og mulighederne for at opføre lavenergihuse, der svarer til brugernes ønsker og muligheder,
- indhente byggetekniske, brugsmæssige og driftsmæssige erfaringer med lavenergihuse og installationssystemer,
- indhente oplysninger om faktiske energiforbrug i flere ens lavenergihuse med forskellige husstande, og at sammenligne disse energiforbrug med forbruget for et tilsvarende hus i Hjortekær med simuleret beboelse.



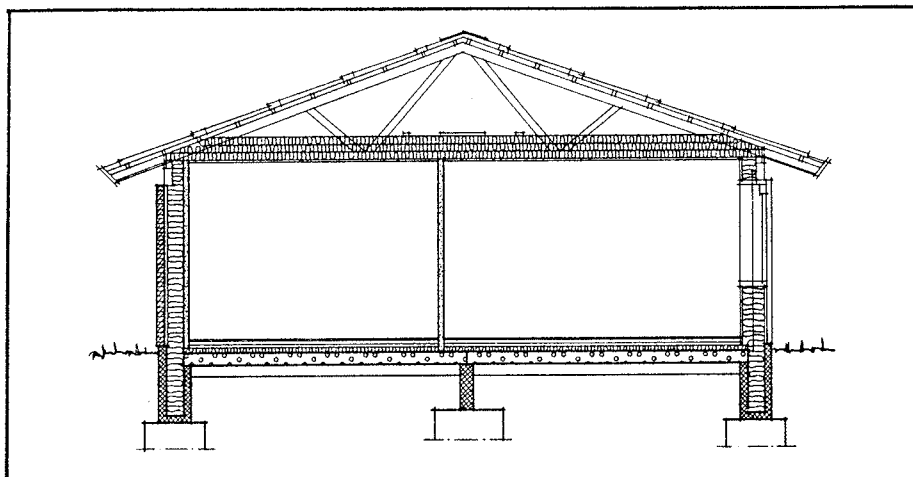


Fig. 3. Tværsnit 1:100. Ydervæggen til venstre er et tungt felt, bestående af 110 mm skalmur, 200 mm mineraluld og 75 mm gasbeton. Den samlede tykkelse er 410 mm. Ydervæggen til højre er et let felt, bestående af stolper, 13 mm træfiberplade, 200 mm mineraluld og 22 mm bræddebeklædning (mahogni). Vinduet har 3-lags isoleringsrude. Skillevæggen er 75 mm gasbeton. Se også fig. 6.

Ydervæggene i denne hustype er en kombination af lette og relativt tunge felter. De lette felter er træbaserede vægelementer, fremstillet på virksomhedens eget snedkeri. Men størstedelen af ydervæggene består af hulmurskonstruktioner med bagvægge af gasbetonelementer og formur af tegl. De fleste indvendige vægge består ligeledes af gasbetonelementer. Huset har således en ret god varmeakkumulerende evne. Vinduesarealet er ret stort, nemlig ca. 20% af husets grundflade.

De anvendte materialer og den håndværksmæssige udførelse er af høj standard. Således er facadeelementer, vinduer, døre og al udvendig beklædning fremstillet af massiv mahogni.

#### Huset gøres til et lavenergihus

Hustypen er omdannet til lavenergihus, dels gennem forbedret isolering og tætning, dels gennem installation af varmegenvindingsanlæg og varmepumper.

For syv af husene på Moselodden er behovet for tilført varmeenergi herved reduceret til 50%, og for de sidste to huse helt ned til 25% af det »normale«.

Husene på Moselodden har 325 mm mineraluld på loftet og 200 mm i ydervæggene, foruden 75 mm gasbeton i de tunge felter. Gulvet er isoleret med 75 mm mineraluld, 160 mm Lecabetonelementer og 150 mm letklinker, der samtidig tjener som kapillarbrydende lag. Ydervæggens 200 mm mineraluld fortsætter direkte i fundamentsbjælkerne 200 mm polystyrenisoleringsrude. Man har altså helt undgået den sædvanlige kuldebro, se figur 3. Vinduerne er forsynet med 3-lags argonfyldte isoleringsruder, og den gennemsnitlige k-værdi for hele vinduet inklusiv ramme er herefter beregnet til 1,80 W/m<sup>2</sup>°C.

Der er stillet store krav til tætheden af alle fuger og membraner, og der er ført særligt intensivt tilsyn med udførelsen af netop disse dele. Til et tæt hus hører styret

ventilation. I dette tilfælde er der installeret mekanisk ventilation med udsugning i køkken, bad og bryggers, og med indblæsning i opholdsstue og værelser. Ventilationsanlægget er udstyret med en varmeveksler, således at udsugningsluften afgiver en del af sin varme til indblæsningsluften.

Der er i øvrigt anvendt to forskellige systemer for varmeanlæg i husene, idet

- 7 af husene er forsynet med elradiatorer, og
- 2 af husene er forsynet med jordvarmeanlæg med vand-til-vand-varmepumper og vandradiatorer.

Varmt brugsvand skaffes i alle husene ved hjælp af varmepumper. I hvert af de 7 huse med elradiatorer er der installeret en varmtvandsbeholder med en luft-til-vand-varmepumpe, som trækker yderligere varme ud af udsugningsluften fra ventilationsanlægget. I de 2 sidste huse er varmtvandsbeholderen kombineret med jordvarmepumpen, således at jordvarmeanlægget også forsyner varmtvandsbeholderen med varme.

#### Præfabrikerede fundamenter med varmeisolering

Huset i Hjortekær udførtes med isolerende sokler, som bestod af 100 mm brede præfabrikerede sokkelbjælker for bagvæggen og for skalmuren. Bjælkerne blev oplagt på punktfundamenter, og mellem bjælkerne blev der placeret 200 mm isoleringsmateriale. Herefter blev et terrændæk støbt på stedet.

Denne funderingsmåde er videreudviklet i forbindelse med projekteringen af Moselodden. I samarbejde med Johan Christensen & Søn og P. E. Malmstrøm udviklede KH Beton et enkelt system af sokkelbjælker. Det består af randbjælker med U-formet tværsnit og indstøbt isolering, se figur 6, og af indvendige bjælker med rektangulært tværsnit, se figur 3.

Mellem randfundamenter og indvendige bjælker spænder dækelementer af Lecabeton.

#### Præfabrikerede fundamenter kan være et godt køb

Ved ukomplicerede funderingsforhold er et traditionelt rendestøbt fundament med isolering på indersiden og delvis kuldebroisolering med letklinkerblokke i sig selv billigere end punktfundamenter og præfabrikerede gennemisolerede sokkelbjælker. Og et terrændæk støbt på stedet er billigere end et elementdæk. Varmebesparelsen kan ikke opveje prisforskellen, men der er en række andre fordele ved det præfabrikerede fundament, som forbedrer dets konkurrenceevne:

- større nøjagtighed
- mindre afhængighed af vejret
- hurtig etablering af »tør« platform
- mindre byggefugtmængde
- nedsat byggetid.

Ved nogle af husene på Moselodden lå de bæredygtige jordlag ret dybt, således at der måtte ekstrafunderes. Desuden måtte der udføres en del terrænregulering på grund af det hældende terræn. Disse forhold talte også for punktfundering, sokkelbjælker og selv bærende terrændæk. En prisberegning viste, at denne funderingsform ville være den billigste under de pågældende forhold, og den blev derfor valgt.

Man opnåede således en byggeteknisk tilfredsstillende løsning, idet man undgik kuldebro, sætningsproblemer og byggefugt, samtidig med at man fik en geometrisk nøjagtig basis for den følgende montage. Det viste sig, at metoden passede godt til firmaets måde at bygge på i øvrigt. Montagen af sokkelbjælkerne blev udført nøjagtigt og uden problemer, og firmaet regner med at have sparet omkring 100 mandtimer pr. hus på byggepladsen. Firmaet vurderer derfor, at man havde valgt rigtigt, og man vil nok ikke betænke sig på at anvende samme funderingsform i andre projekter, hvor terrænforholdene ikke er meget gunstige.

#### Huset rejses.

##### Først kommer trækomponenterne

Johan Christensen & Søn har gennem årene udviklet en særlig byggerytme, som bl.a. tilgodeser det forhold, at snedkerpartier fremstilles og monteres med snævrere måltolerancer end mange andre konstruktioner. Komponenterne over terrændækket monteres i følgende rækkefølge:

- Lette facadeelementer rejses og afsværes.
- Midlertidige træstolper langs resten af facaden rejses og afsværes.
- Remme (90 × 225 mm) oplægges på facadeelementer og midlertidige stolper.
- Spærfag oplægges på remmene og forbindes til dem med sømbeslag.
- Murremme påsømmes spærføddernes

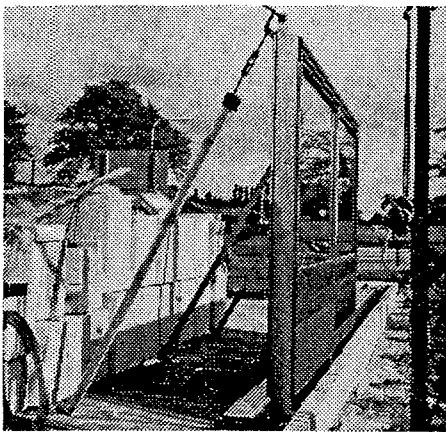


Fig. 4. Første fase i husets rejsning: Lette facade-elementer.

### Membraner og mineraluld styrer byggerytmen

Det ville egentlig være enklere at montere loftets dampspærre og spredte forskalling, inden de indvendige gasbetonvægge opstilledes. Der er flere grunde til, at denne rækkefølge ikke er valgt.

Det ene lag mineraluld i loftet skulle monteres nedefra, simpelthen fordi der ikke var plads til oplagring af al mineralulden i det lave tagrum, hvis man også skulle have plads til at lægge den ud. Men også for at få en korrekt udførelse af isoleringen i den yderste del af loftet ved facaden, hvor der ikke er megen plads i højden. Dampspærre og forskalling skulle altså monteres efter første lag mineraluld. Hvis man derefter skulle montere indvendige gasbetonvægge, måtte man fjerne noget af mineralulden igen for at kunne sømme væggenes oversider fast til forskallingsbrædderne.

En anden grund var, at med den anvendte fremgangsmåde kunne tømmerne gøre sig

færdige med hele loftskonstruktionen i én arbejdsdag.

En tæt, gennemgående dampspærre i loftet blev da opnået på følgende måde:

- Ved opsætning af murremme placeredes en bane plastfolie mellem murrem og spærfodder, hhv. løsholter, se figur 6 og 7.
- Senere opsattes dampspærre i de enkelte rum i form af baner af plastfolie.
- Alle baner blev klæbet sammen med tape.
- Langs alle ydervægge blev banerne bukket ned langs bagsiden af bagvæggen og klemmt fast i fugemasse bag en liste.

Der er ingen el-installationer i loftet. Dampspærren er kun gennembrudt af ventilationskanaler samt af en faldstammeudluftning. Ventilationskanaler for indblæsning i opholdsrummene er placeret over et forsænket loft i gangen.

undersider langs alle tunge ydervægges bagvægge.

- Bagvægge af etagehøje gasbetonelementer rejses, kiles op mod murremmene, fastsømmes hertil ovenfra, og understoppes med cementmørtel.
- Midlertidige stolper fjernes og kan genbruges.
- Tagbeklædningen, dvs. lægter og eternitbølgeplader, udføres. Resten af montagen foregår i tørvejr.
- Løsholter (40×55 mm) fastgøres med sømbeslag mellem spærfodderne i de områder, hvor indvendige vægge skal opstilles. Herunder sømmes murremme.
- Indvendige gasbetonvægge rejses, kiles op mod murremmene, fastsømmes hertil ovenfra, og understoppes med cementmørtel.
- 125 mm mineraluld fastklemmes mellem spærrene; herunder monteres dampspærre og spredt forskalling samt loftplader af Karlit.
- 2 gange 100 mm mineraluldbatts opstilles uden på gasbetonbagvægge og fastholdes af murbinderne, som er specielt udformet med henblik herpå. 2 gange 100 mm mineraluld udlægges på loftet.
- Skalmur opmures mellem sokkelbjælke og rem.

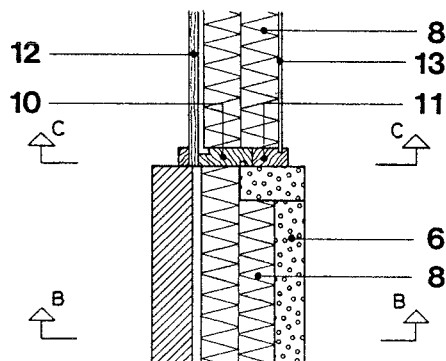


Fig. 5. Snit A-A, 1:20. Vandret snit i samling mellem let og tungt ydervægsfelt. Vedrørende tallenes betydning henvises til fig. 6. Tætning af samlingen med fugemasse er ikke vist.

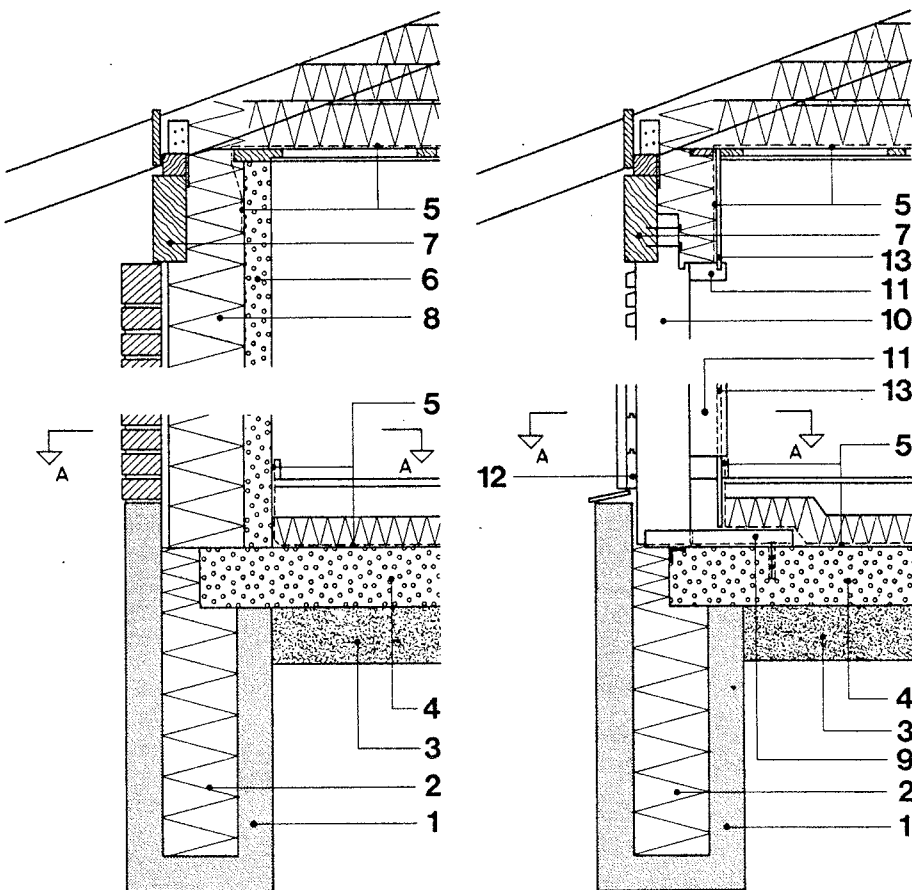


Fig. 6. Snit B-B og C-C, 1:20. Lodrette snit i tungt ydervægsfelt og i samlingen set mod let ydervægsfelt. Figuren skal primært vise de bærende konstruktioner, og varmeisoleringen på loftet er derfor kun vist antydningssvis. I virkeligheden er der gjort meget ud af isoleringen ved samlingen ydervæg/spær. Isoleringsmåttene er skåret i smig, og for at bryde kuldebroen er der lagt mineraluld ind over spærhovedet i dette område. Det bærende system er lidt kringlet. Ved det lette felt hviler stolperne (10) på et udkraget U-profil (9). Stolperne bærer remmen (7), som igen bærer spærfagene. Ved det tunge felt bærer letbetonbagvæggen (6) spærrene, hvori remmen (7) hænger. Vinduer og døre er primært fastgjort til remmen.

1. Præfabrikeret betonfundament. 2. Polystyren. 3. Letklinker. 4. Dækelement af letklinkerbeton. 5. Dampspærre, plastfolie. 6. Vægelement af porebeton. 7. Rem. 8. Mineraluld. 9. Konsol for bærende stolpe, UNP 120. 10. Bærende stolpe, 144×44 mm. 11. Påforing, 95×44 mm. 12. Mahognibeklædning, 22 mm vandret brædder med vandafvisende fals. 13. 13 mm træfiberplade.

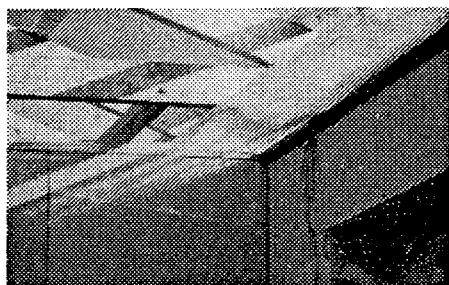


Fig. 7. Gasbetonvægge og deres tilslutning til tagkonstruktionen. Til højre lidt af facaden, til venstre lidt af en indvendig væg. De såkaldte murrømme er sømmet til væggenes oversider og til tagkonstruktionens underside. Mellem murrømme og spærflader/løsholter er indlagt en bane plastfolie, som senere skal sikre tilslutningen af loftets dampspærre.

Dampspærren i gulvkonstruktionen blev monteret over Leca-dækket, men under mineralulden i overensstemmelse med SBI's anbefalinger. For at beskytte plastfolie og mineraluld mod overlaster, monteredes rørinde installationer i gulvet, før foliebanerne udlagdes.

Banerne blev samlet med tape, og langs væggene blev folien klem fast i fugemasse bag fodlisterne.

#### Det kræver omhu at bygge tæt

Dampspærren skal dels forhindre kondens i konstruktionerne, dels sikre at huset er tæt, så den ukontrollerede ventilation bliver minimal. Ved det første hus kneb det i første omgang med at få helt tætte samlinger overalt. Der er jo tale om en betydelig ændring i forhold til etableret praksis, og det kræver naturligvis en vis indkøringstid og en særlig indsats fra alle sider. Men efter at håndværkerne havde erkendt vigtigheden af en tæt membran, og havde fået tilstrækkelig instruktion i, hvordan tætningerne skulle udføres, kunne de også udføre dem korrekt uden større problemer.

#### Vindafstivningen klares af gasbetonvæggene

Husets vindafstivende system er baseret på, at ydervæggene gasbetonbagvægge samt nogle af de indvendige gasbetontværvægge er afstivende.

Alle disse vægge er forbundet med loftskonstruktionen ved hjælp af sømning ned i væggenes oversider, således at kræfterne kan overføres både fra de vindpåvirkede ydervægge til loftskonstruktionen og fra loftskonstruktionen til de afstivende vægge. Loftskonstruktionens skivevirkning er sikret ved båndjernsdiagonaler.

Der har ikke været de store problemer med at sikre de afstivende vægges egen stabilitet. Taghældningen er kun 20°, så den samlede vandrette last på huset er temmelig lille. Der er endvidere rimeligt mange lange vægge i begge retninger, som kan dele den last.

For næsten alle væggenes vedkommende giver egenvægten alene tilstrækkelig sik-

kerhed mod væltning; kun de to stumper gavlvæg i husets køkkenende måtte forankres. Denne forankring er udført med lodrette båndjern.

Væggene egenvægt alene var dog ikke tilstrækkelig til at hindre deres glidning hen over Leca-dækket, idet der er regnet med en friktionskoefficient på 0,2. Alle afstivende vægge i tværetningen er derfor forsynet med modhold i begge ender. Disse modhold består af vinkeljernbeslag, boltet fast til Leca-dækket ved hjælp af skrue og dybel.

I længderetningen regnes kun facadebagvæggene afstivende. De påvirkes, foruden af deres egenvægt, af lodret last fra tagkonstruktionen. Med dette bidrag er normalkræfterne, og dermed friktionskræfterne, tilstrækkelige til at hindre glidning. I den forbindelse kan det være interessant at bemærke sig, at egenvægten af mineralulden på loftet yder et væsentligt bidrag til husets stabilitet. Den samlede lodrette last fra tagkonstruktionen (egenlast — vindsug) er 42 kN; heraf udgør mineraluldens egenlast 19 kN. Til sammenligning er de afstivende længdevægges samlede tyngde 40 kN.

Det er første gang, Johan Christensen & Søn har udnyttet gasbetonelementvæggene som forankrede afstivende vægge. Hidtil har firmaet anvendt indspændte stålsøjler i væggene, når man blev stillet over for krav om eftervisning af, at vindnormen var overholdt.

Stålsøjler i væggene udgør dels en ekstra omkostning, dels et antal kuldebroer. Endelig ville de være vanskelige at forene med det valgte funderingssystem. Firmaet er derfor godt tilfreds med det nye princip for vindafstivning.

#### Energibalancen — hvor meget energi kan der spares?

Nu er det jo energiforbruget, der er det mest interessante ved et lavenergihus. Et relevant sammenligningsgrundlag er et tilsvarende hus, som netop opfylder varmeisoleringskravene i bygningsreglementet, BR 77.

Der er beregnet energibalancer for et al-

mindeligt BR 77-hus og for de to hustyper på Moselodden: Huset med el-varme og huset med jordvarme. Beregningerne er foretaget ved hjælp af edb-programmet BA4, som er udviklet ved Laboratoriet for Varmeisolering ved DTH. Dette program opstiller, på grundlag af bl.a. Referenceårets vejrdata, husets varmebalance for hver halve time året rundt. På denne måde kan man bl.a. beregne, hvor stor en del af gratisvarmen (solstråling, personers varmeafgivelse og varme fra husholdningsforbrug), der kan udnyttes, og hvor stor en del der forekommer på tidspunkter, hvor der ikke er brug for den.

De vigtigste resultater af disse beregninger er vist på figur 8. Der er for alle tre huse forudsat et luftskifte på ½ gang pr. time. Enheden er overalt kWh/år. For at få den enkleste sammenligning er der regnet med, at BR 77-huset er el-opvarmet.

Man kan bemærke sig, at den mængde elektrisk energi, der skal tilføres husene ud over husholdningsforbruget, i runde tal er:

- 16.000 kWh/år for BR 77-huset
- 8.000 kWh/år for lavenergihuset med »fuld« varmegenvinding og elvarme
- 4.000 kWh/år for lavenergihuset med varmegenvinding og jordvarme.

Men et er teori, et andet praksis. Den virkelige energibalancen vil vise sig at være forskellig fra den beregnede. For at skaffe erfaringer til bl.a. forbedring af beregningsmetodernes forudsætninger, er husene udstyret med måleudstyr i form af el-bimålere, timetællere, vandmålere mv. Det er planlagt at måle forbrugene over en to-årig periode med normal beboelse.

En lidt mere udførlig redegørelse for de energimæssige aspekter og de planlagte forsøg findes i /5/.

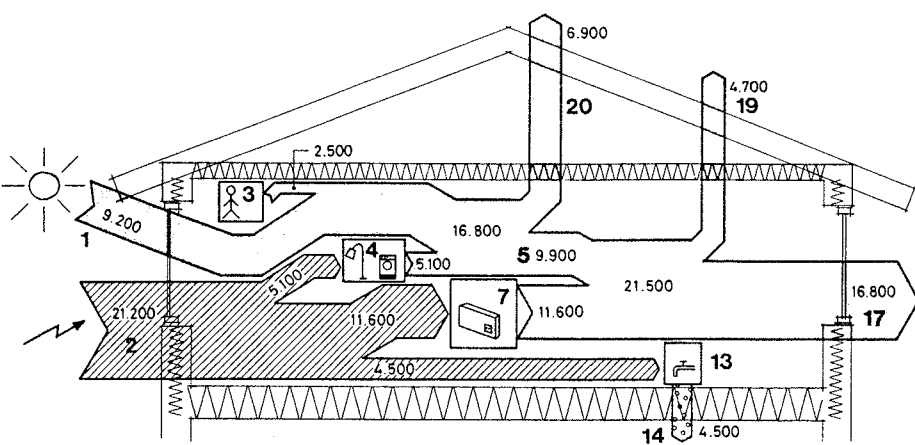
#### Kan de energibesparende foranstaltninger betale sig?

Det ser ud til, at de energibesparende foranstaltninger (ebf), der her er anvendt, kan forrente sig, i hvert fald på lidt længere sigt.

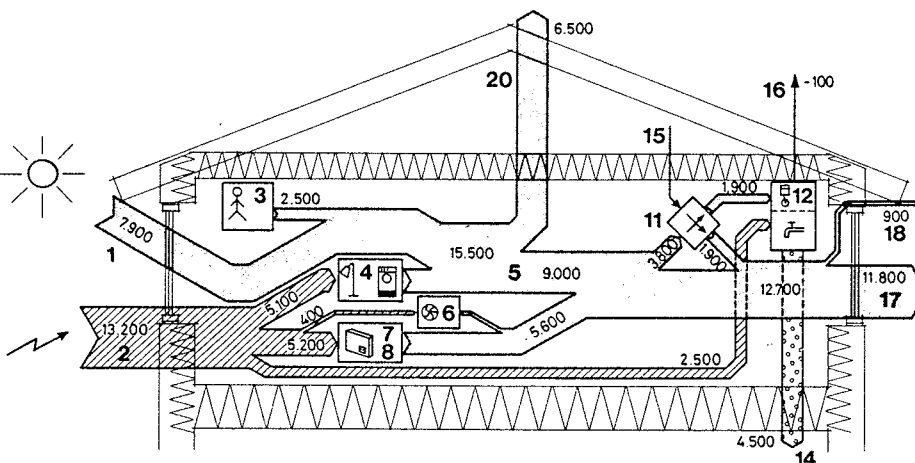
Regnskabet for de to hustyper ser således ud:

	elvarme	jordvarme
Ekstra isolering og tætning	27.000 kr.	27.000 kr.
Ventilationsanlæg med varmeveksler	13.000 kr.	13.000 kr.
Varmtvandsbeholder med varmepumpe	7.000 kr.	—
Komplet jordvarmeanlæg	—	60.000 kr.
Samlet investering i ebf	47.000 kr.	100.000 kr.
Energibesparelse	8.000 kWh/år	11.800 kWh/år
Svarer til, ved elprisen 54 øre/kWh	4.320 kr./år	6.370 kr./år
Serviceudgift	200 kr./år	600 kr./år
Nettobesparelse	4.120 kr./år	5.770 kr./år
Tilbagebetalingstid = investering/besparelse	11 år	17 år

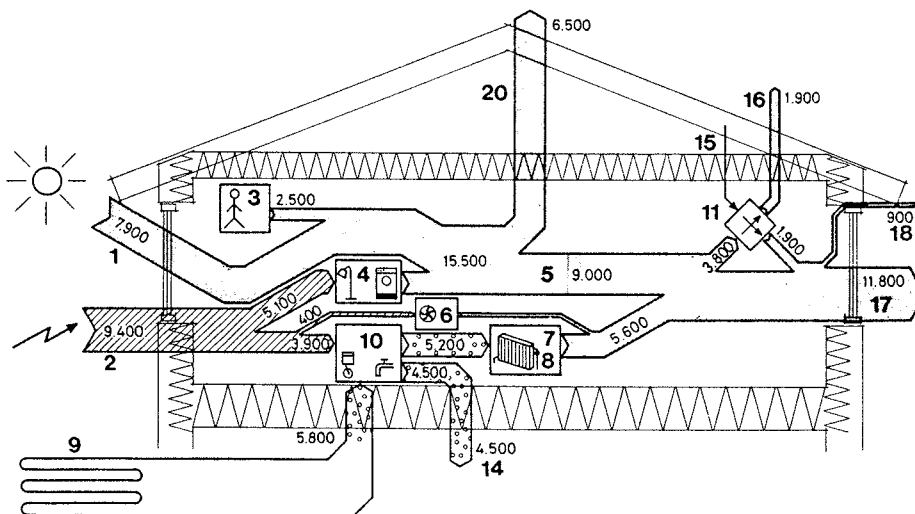




BR 77



Moselodden, elvarme



Moselodden, jordvarme

Fig. 8. Beregnet energibalace for et 124 m<sup>2</sup> hus, der netop opfylder varmeisoleringskravene i BR 77, og for de to hustyper på Moselodden. For overskuelighedens skyld er der foretaget visse simplifikationer. For eksempel afgiver det varme brugsvand i og fra varmtvandsbeholderen en del af sin varme til huset, inden det havner i kloakken. Beregningsresultaterne skal senere verificeres gennem målinger af bl.a. det virkelige elektricitetsforbrug og dets fordeling. Alle energimængder er angivet i kWh/år.

1. Solindfald gennem vinduer, vægge og tag. 2. El-forsyning. 3. Varme fra personer. 4. Husholdningsel: Belysning, elektriske apparater. 5. »Gratisvarme«. 6. Ventilatorer. 7. Radiatorer. 8. Varmeflade i forbindelse med Genvex varmeveksler. 9. Jordvarmeslange. 10. Vand-til-vand-varmepumpe med varmtvandsbeholder, Vølund Q707. 11. Luft-til-luft-varmeveksler, Genvex. 12. Varmtvandsbeholder med luft-til-vand-varmepumpe og elektrisk varmelegeme, Værvex. 13. Varmtvandsbeholder med elektrisk varmelegeme. 14. Varmt brugsvand. 15. Frisk luft ind. 16. Brugt luft ud. 17. Transmissionstab. 18. Fugetab. 19. Ventilations- og fugetab. 20. Overskudsvarme, som må ventileres bort, samt bortledning af varmt vand fra vaskemaskine m.v..

Imidlertid er tilbagebetalingstiden et meget groft udtryk for, om en ebf kan betale sig. En mængde faktorer spiller ind, såsom renteniveau, skatteprocent, inflation, anlæggets levetid og reparationsomkostninger samt energiprises stigning.

SBI har for Boligfonden beregnet rentabiliteten af ebf'erne i de to hustyper over anlæggenes forventede levetid (20 år). I forudsætningerne indgår dels et skøn over levetider og udskiftningsomkostninger for kompressorer, pumper og ventilatorer, dels en række forskellige antagelser om inflation og energiprisstigninger.

Et eksempel på resultaterne af disse beregninger er, at ved 10% årlig inflation og 10% årlig el-prisstigning er rentabiliteten af de ebf i husene uden jordvarme 14,0%, mens den i husene med jordvarme er 8,9%. Disse tal skal sammenlignes med den rente, man må betale for at låne pengene, minus skattefordelen.

På langt sigt kan begge anlægstyper altså svare sig, hvis el-prisen stiger bare 10% om året. For køberen kan 1. års rentabilitet (det reciprokke af tilbagebetalingstiden), sammenlignet med den effektive rente efter skat, dog være nok så aktuell; det handler om den kontante besparelse eller ekstra udgift det første år. Her er der balance for husene uden jordvarme, mens der for husene med jordvarme bliver et underskud på omkring 3.000 kr. det første år.

#### BUR giver støtte til projektet

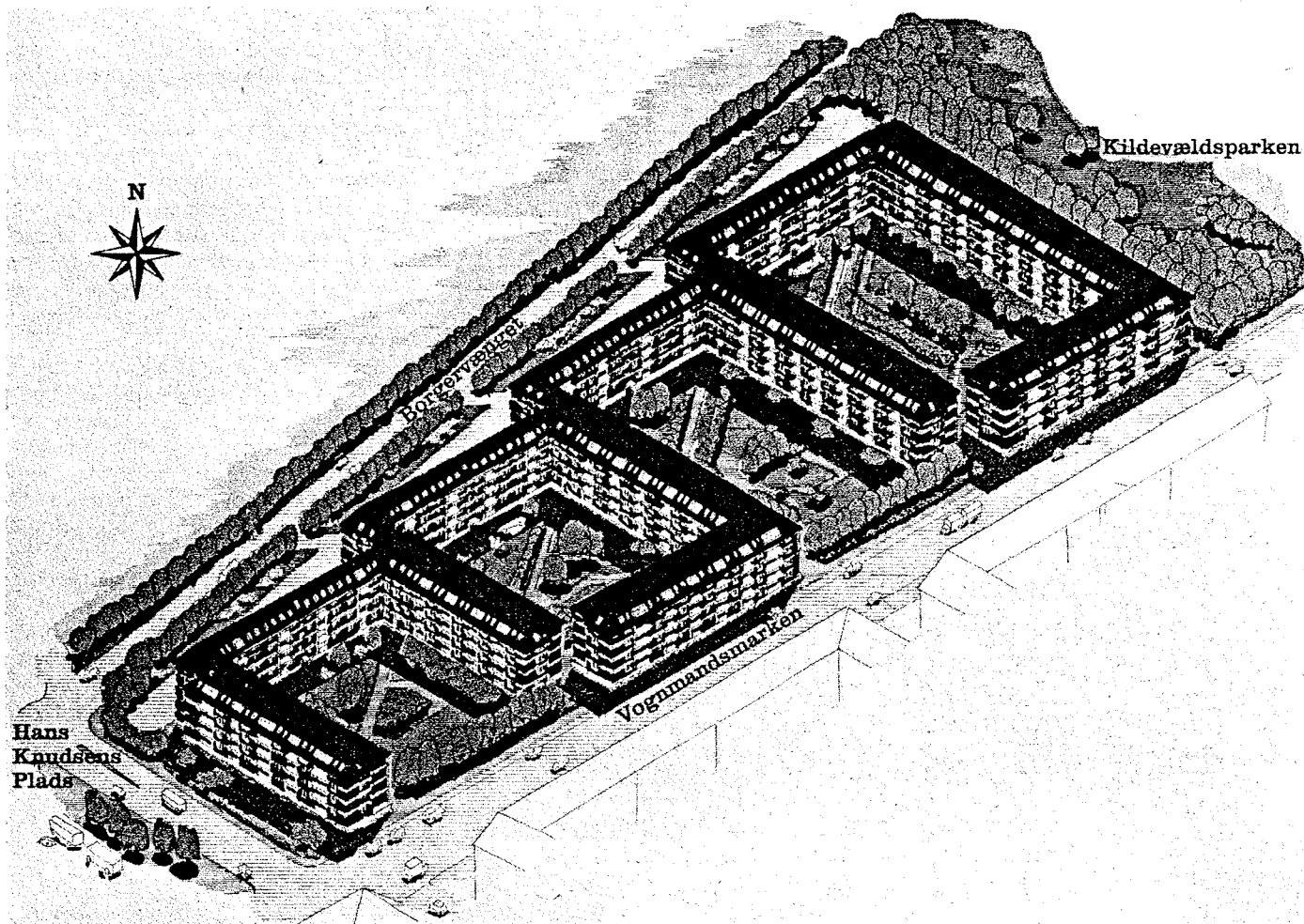
Projektet er et forsøgsbyggeri, og der er lagt et anseeligt ekstra arbejde i planlægning, forundersøgelser, ekstra tilsyn, information og forberedelse af målinger, lige som der skal lægges adskillige arbejdstimer i opfølgning og rapportering. Til delvis dækning af de hermed forbundne udgifter har Byggeriets Udviklingsråd — af puljen til forsøgsbyggeri — bevilget 545.000 kr.

Som projektleder og som planlægger af forsøgets gennemførelse fungerer firmaet P. E. Malmstrøm A/S. Desuden er Boligfonden Bikuben og A/S Johan Christensen & Søn parter i forsøget. Endelig er Laboratoriet for Varmeisolering på DTH inddraget som konsulent.

PS. To af husene vil være åbne for almindelig besigtigelse i forbindelse med udstillingen Byggeri for Milliarder i slutningen af februar.

#### Litteratur

- /1/ SBI-Lavenergihus model 79 — med 410 mm hulmur. Konstruktive og statiske forhold. Ove Eriksen. Byggeindustrien nr. 1, 1980.
- /2/ SBI-Lavenergihus model 79 — med 410 mm hulmur. Klaus Blach og Børge Kjær. SBI-rapport 121, 1980.
- /3/ Lavenergihus i Hjortekær. Jørgen Guillev. Byggeindustrien nr. 1, 1979.
- /4/ 6 lavenergihus i Hjortekær. Statusrapport 1. Laboratoriet for Varmeisolering, DTH. Meddelelse nr. 84. Juni 1979.
- /5/ Lavenergihus i teori og praksis. Boligfonden Bikuben, december 1980.



DIAB og SBI beskriver

# Vognmandsmarken

af lektor, civilingeniør Bent-Erik Carlsen, DIAB.

## Beliggenhed:

Bebyggelsen, der består af 11 blokke grupperet om 4 grønne-gårde, er begrænset af Hans Knudsens Plads, Vognmandsmarken, Kildevældsparken og Borgervænget, København Ø.

## Art og omfang:

De 11 blokke, der har 5 beboelseslag, indeholder ialt 297 boliger fordelt på ialt 28 typer. Hertil kommer 8 supplementsrum. Lejlighederne varierer i størrelse fra 2 rum med 78 m<sup>2</sup> til 4 rum med 120 m<sup>2</sup>.

Grundens areal er 21.532 m<sup>2</sup> og det samlede etageareal er 25.488 m<sup>2</sup>.

## Bygherre:

Kommunefunktionærernes Boligforening, der administreres af Arbejdernes Andels Boligforening.

## Projektering og udførelse:

Kooperativt Byggeindustri A/S i totalentreprise.

## Elementleverancer:

Højgaard & Schultz A/S (vægge og dæk).  
K. Hindhede A/S (trappeelementer).

## Råhusmontage:

J & B. Byggeproduktion A/S

## Andre udførende:

Murersvendenes Aktieselskab.

## Tømrersvendenes Aktieselskab

Bygningssnedkernes Aktieselskab

Blikkenslagersvendenes Aktieselskab

A/S Alliance (el)

A/S Foreningen Socialt Boligbyggeris Malerselskab.

## Opførelsesdata:

Byggetilladelse udstedt 1979-07-27. Byggeriet påbegyndt 1979-08-01. Første indflytning december 1980.

## Økonomi:

Samlede udgifter kr. 111 mill. kroner.

Den gamle bebyggelse »Vognmandsmarken« var kendt af alle Københavnerne som noget af det værste slum, vor hovedstad kunne fremvise. De 2-etages grønne rækkehuse blev opført til husvilde i tiden efter første verdenskrig, og de mange problemer, som myndighederne i tidens løb har haft med bebyggelsen, er kendt fra dagspressen.

Det har længe været helt klart, at området skulle saneres, og det var ligesom også givet, at området skulle bebygges med boliger.

### Projekteringsforudsætninger

Allerede siden september 1976 havde KBI arbejdet med forslag til bebyggelse af området »Vognmandsmarken«. Fra november 1976 til juli 1977 blev der i samarbejde med de kommunale myndigheder under Magistratens 4. afd. om bebyggelsens principielle udformning, således at KBI i august 1977 officielt kunne anmode Magistratens 4. afd. om at udforme lokalplanforslag på grundlag af et foreliggende skitseprojekt.

I marts 1978 fremlagde Magistraten forslag til lokalplan, der blev vedtaget samme sommer i Borgerrepræsentationen.

Bebyggelsens placering i udkanten af det egentlige byområde medførte naturligvis nogle overvejelser vedrørende højden. Som det kan ses blev resultatet en bebyggelse af samme højde som de øvrige karréer i kvarteret.

En anden væsentlig projekteringsforudsætning var planerne om en ydre ringvej – den såkaldte »Godsbaneringen« – en 6-sporet motorvej, der skulle forbinde Nordhavnen med det eksisterende motorvejsnet. Dette medførte, som der senere skal gøres rede for, nogle akustiske problemer i den del af bebyggelsen, der vender ud mod Borgervænget. Se iøvrigt si-

tuationsplanen på figur 1.

Bebyggelsens lidt besynderlige form er således direkte affødt af de afstandskrav, der blev pålagt fra myndighedernes side. Kun blokken, der vender mod Hans Knudsens Plads, er trukket tilbage fra byggelinien.

### Byggeprogram

Som det fremgår af figur 1, består bebyggelsen af 11 blokke, der omspænder 4 store gårdrum, hvoraf de 2 åbner sig mod »Vognmandsmarken«. Bebyggelsen indeholder ialt 297 lejligheder fordelt på 28 typer, som der ikke skal redegøres for her. Fordelingen af de enkelte lejligheder efter størrelse fremgår af ovenstående skema. Oversigten indeholder ikke de 8 supplementrum. Det kan yderligere nævnes, at 7,4% af lejlighederne er større end 100 m<sup>2</sup>.

Antal rum	Andel %	Areal m <sup>2</sup> ★)
2	0,3	76
3	67,4	80
4	32,3	96

★) i gennemsnit

Den nuværende husleje varierer fra ca. kr. 2.200,- for en 2-rums lejlighed til kr. 3.100,- for en 4-rums lejlighed. Hertil kommer á conto varme, der varierer fra kr. 100,- til kr. 150,-.

I bebyggelsen er der 4 kerner med elevatorer, der betjener 44 lejligheder, med særlig adgang for bevægelseshæmmede. Desuden indeholder bebyggelsen 2 be-

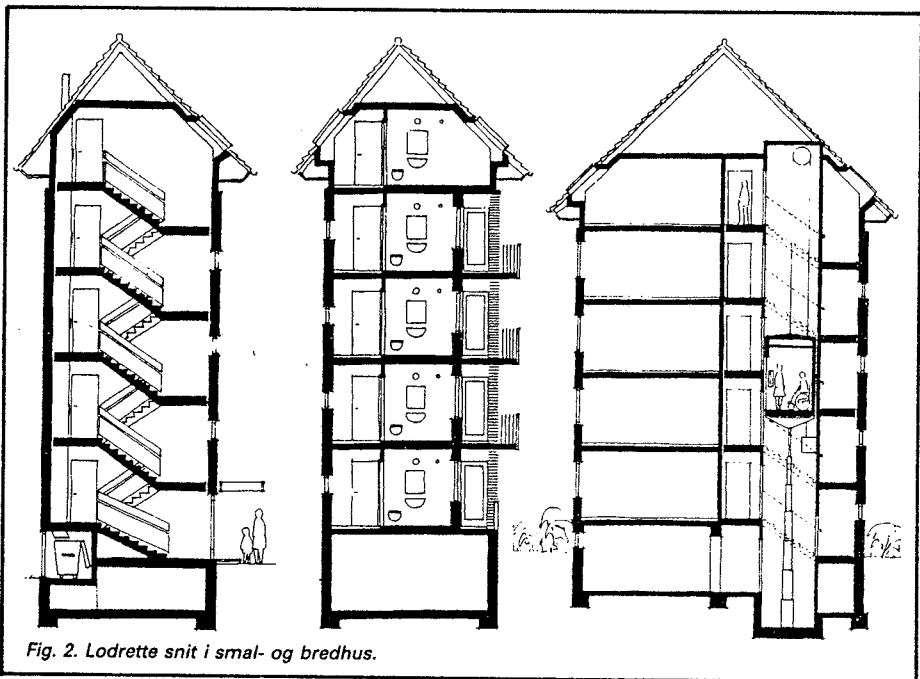
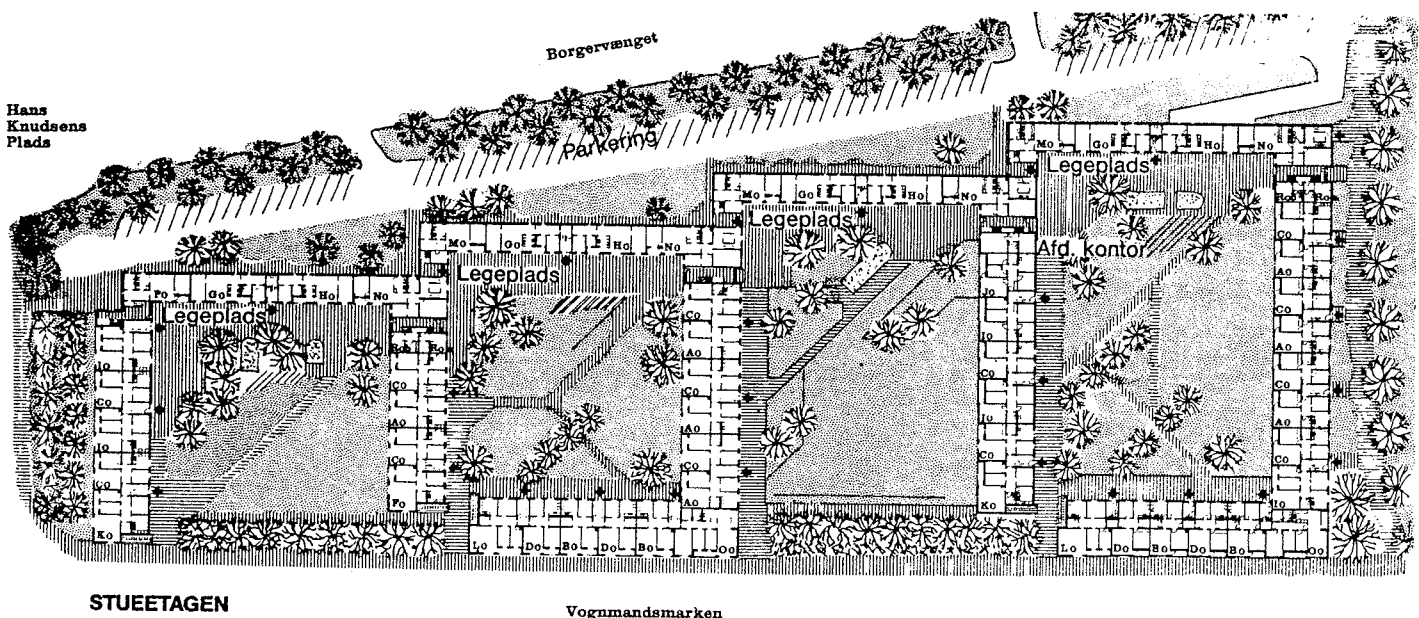


Fig. 2. Lodrette snit i smal- og bredhus.



STUEETAGEN

Vognmandsmarken

Fig. 1. Situationsplan, mål 1:1000.

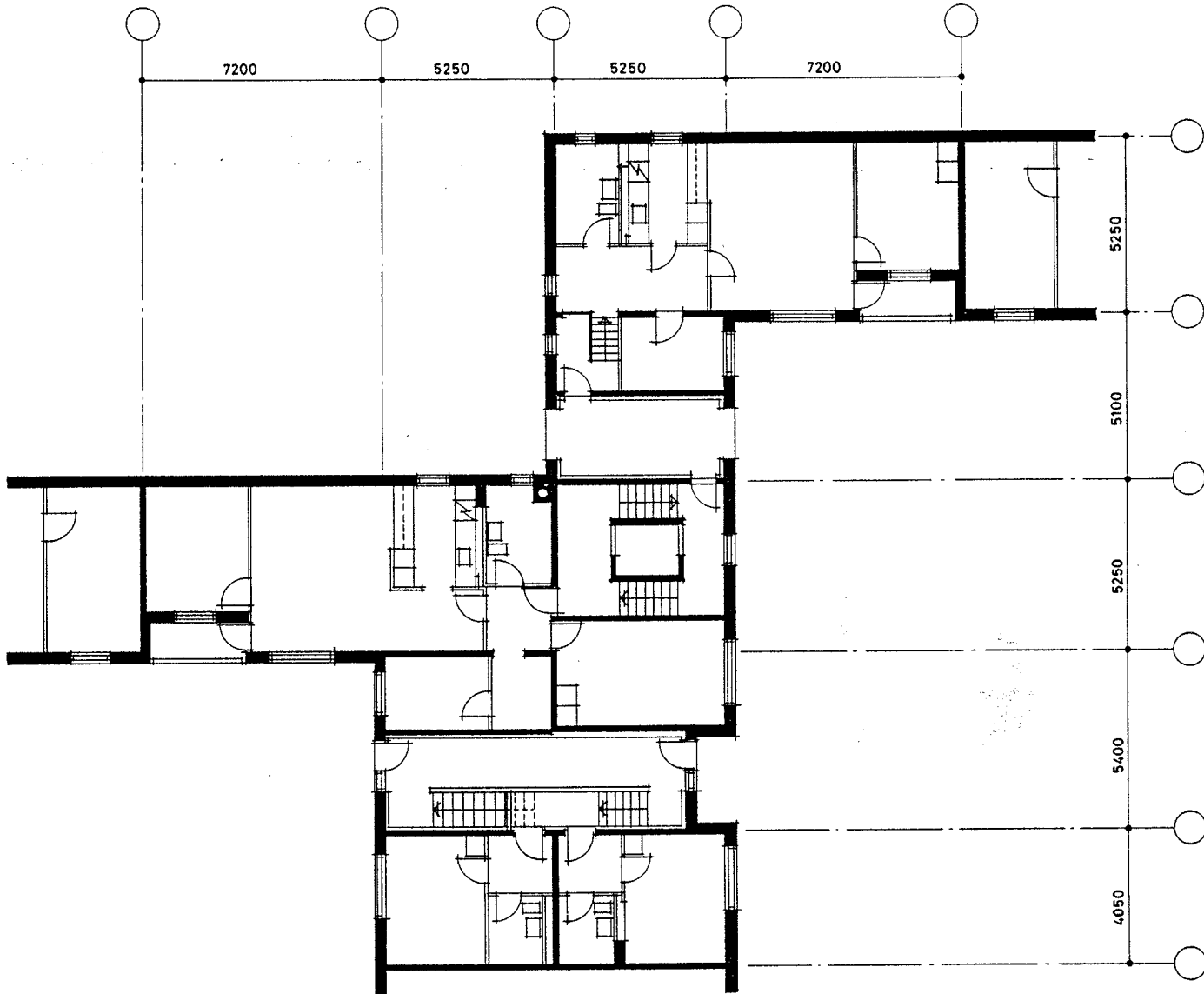


Fig. 3. Lejlighedsplan fra trappeopgang mod Borgervænget, mål 1:200.

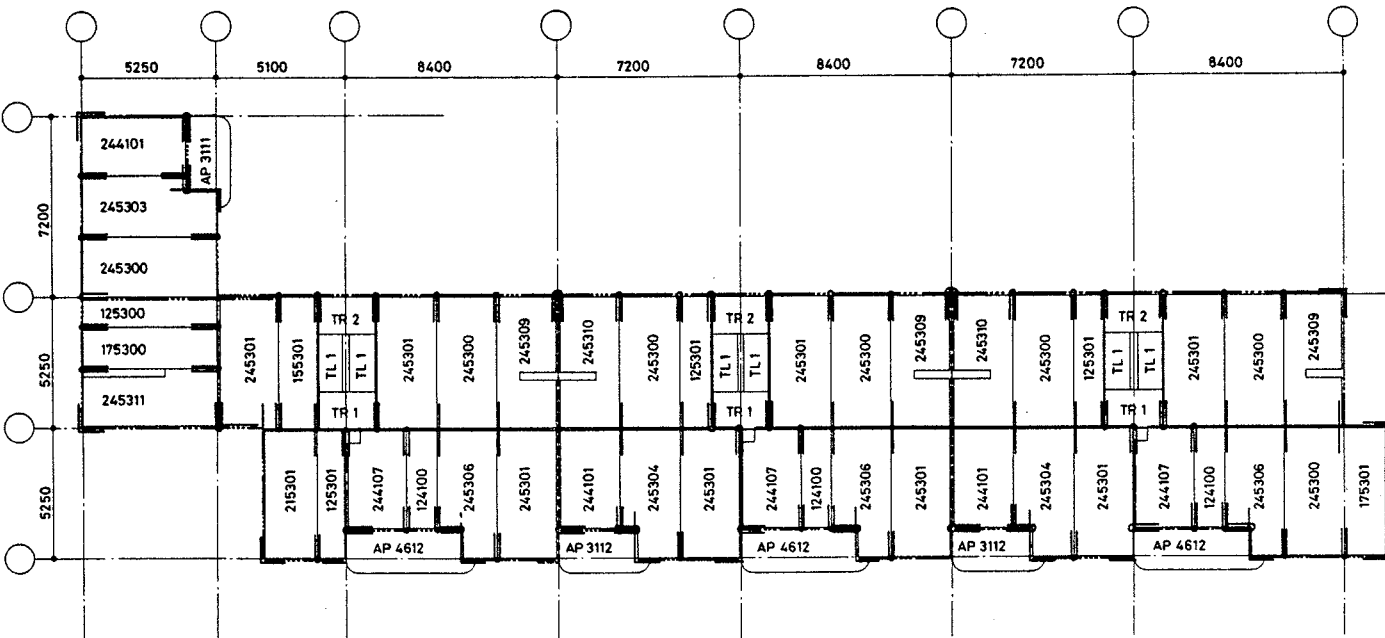


Fig. 4. Udsnit af dækelementplan mål 1:300.



boervaskerier, beboerlokaler og selskabslokaler. Desuden er der 5 cykle- og barnevognsrum, 3 varmeveksler- og beholderrum samt 1.400 m<sup>2</sup> pulterrum.

## Byggesystemet

Råhuset er opført »traditionelt« med bærende facader og bærende langsgående skillevæg. I de 4 blokke mod Borgervænget er der dog ingen indvendig bærende væg, idet bygningsdybden kun er 5,8 m. Det traditionelle er dog kun tilsyneladende, idet de bærende ydervægge er opført af teglstenselementer, udført som præfabrikeret betonfacadeelementer, hvor der i forstøbningen er indlagt teglstensskaller i forbandt, se figur 5, der viser et facadeudsnit. Byggesystemet er således et almindeligt montagebyggeri uden andre specielle forhold end den senere omtalte tagkonstruktion.

Opbygningen af facadeelementerne og deres sammenbygning fremgår af moduldetaljerne på figur 6.

Figur 7 viser et lodret snit i de øverste etager i en normal blok (bredhus i modsætning til de smalle bygninger mod Borgervænget). Da tagkonstruktionen er 45° og teglhængt, ville det være naturligt at udføre den som en hanebåndskonstruktion. På grund af den store husdybde ville dette imidlertid give meget store spærdimensioner, hvorfor tagkonstruktionen er udført på følgende noget specielle måde:

Øverste betondæk på figuren er udført som langspænd betondæk med vendt spændretning, dvs. hvilende på trappesidevægge og lejlighedsskel. På dette betondæk er opført en almindelig spærkonstruktion, der afleverer sin last i 4 punkter. Den nederste del af tagkonstruktionen er udført som et »bærende fir-tal«, hvis statiske model fremgår af figur 8. På denne måde har man kunnet holde spærdimensionen nede på 50 x 100 mm.

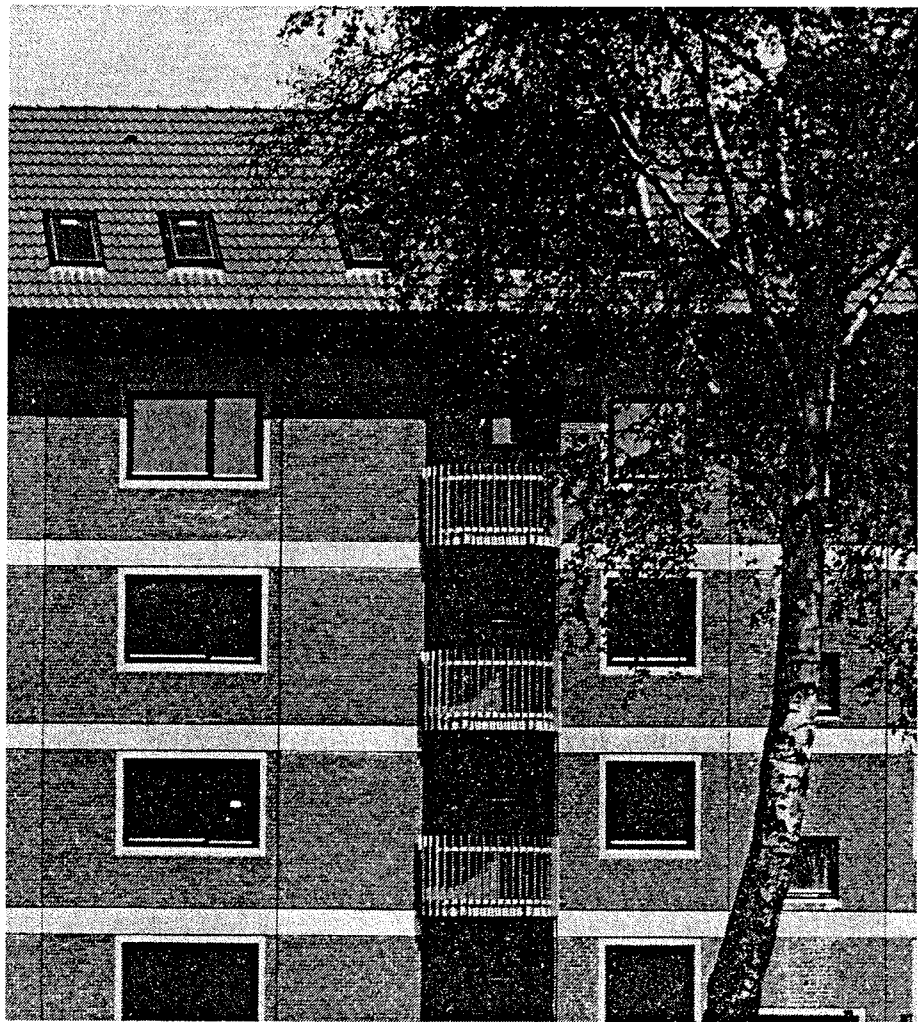
Det er i denne forbindelse unødvendigt at omtale, at varmeisoleringen naturligvis overholder kravene i BR 77.

## Installationer

Opvarmningen foregår ved fjernvarme, der føres ind i midterblokken mod »Vognmandsmarken«. Her bliver tilførselen fordelt til 3 varmevekslerrum, hvorfra et 2-strengt system fører til de enkelte lejligheder. Indenfor lejligheden er varmeforsyningen en 1-strengt sløjfe.

Alle lodrette føringer foregår i installationsvæggen mellem bad og køkken, se lejlighedsplan på figur 3.

I betondelen af installationsvæggen er monteret 3 ventilationsrør, der varetager udsugningen fra køkken og bad. Endvidere betjener de centrale ventilationsanlæg en del af de 5 skarnkasserum. Ventilationen sidder på taget, mens varmerørene føres frem i en krybekælder, der af forskellige grunde er 1,90 m i højden (!). Dette



**Fig. 5. Facdeudsnit.**

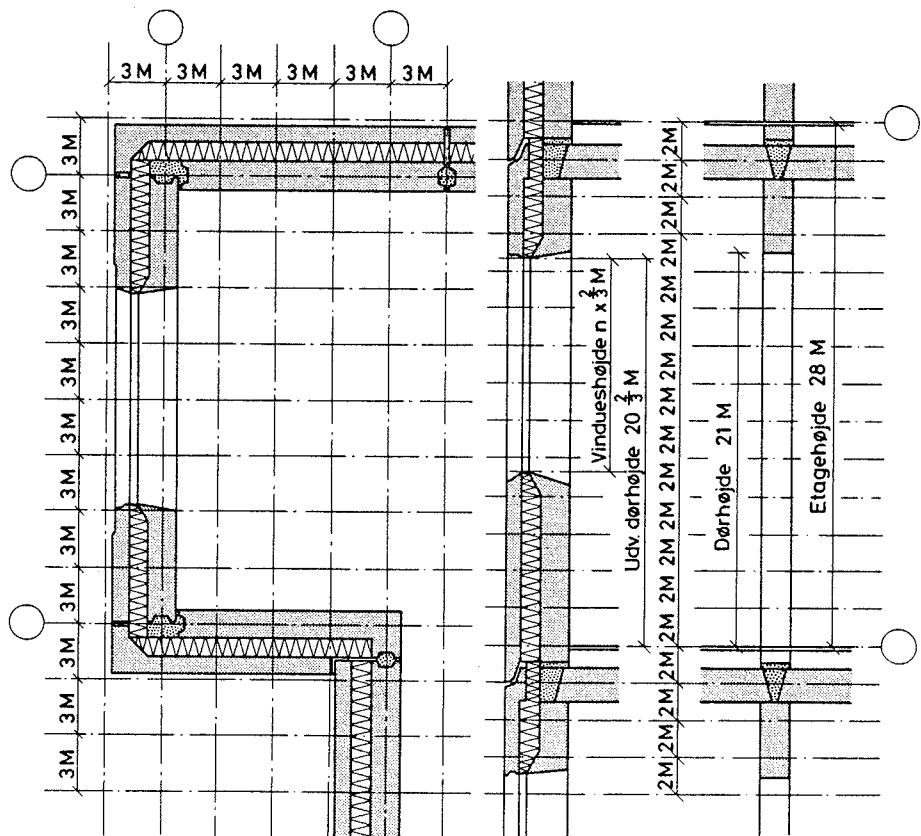


Fig. 6a. Moduldetaljer vedrørende teglfacadeelementer og deres samlinger, mål 1:20.

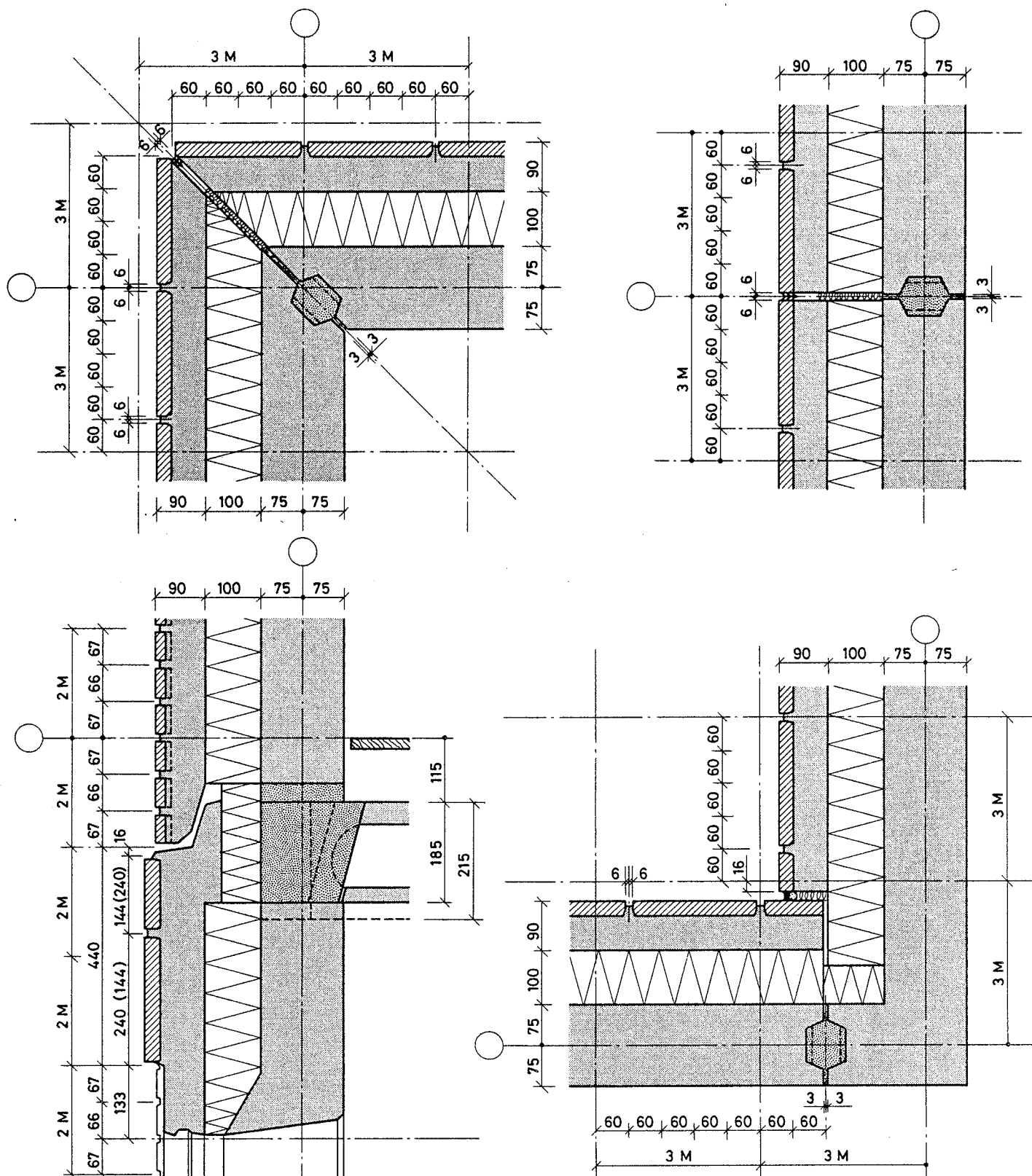


Fig. 6b. Moduldetaljer vedrørende teglfacadeelementer og deres samlinger, mål 1:10.

skyldes dels, at der i bebyggelsen er 6 terræspring og dels, at Arbejdstilsynet har skærpet kravene i forhold til tidligere praksis.

#### Overflader

De udvendige overflader er som tidligere omtalt tegl. Farven er ensartet rød (som ikke kan gengives her), og facaden frem-

træder som en ærlig elementfacade uden forsøg på at lave kunstigt forbandt i samlingerne, se figur 5. Alle indvendige overflader er enten beton eller 13 mm gips, der således tilfredsstiller brandkravene.

#### Lydforhold

På grund af planerne om at lave en 6-sporet motorvej er facaderne mod Borger-

vænget udført med meget små vinduer, se lejlighedsplanen på figur 3.

Endvidere stillede kommunens miljøtekniske kontor det krav, at facaderne mod Hans Knudsens Plads skulle have en lydreduktion på mindst 45-50 dB (A).

Dette krav blev tilfredsstillet ved, at man monterede KBI-lydvinduer samt forsatsru-

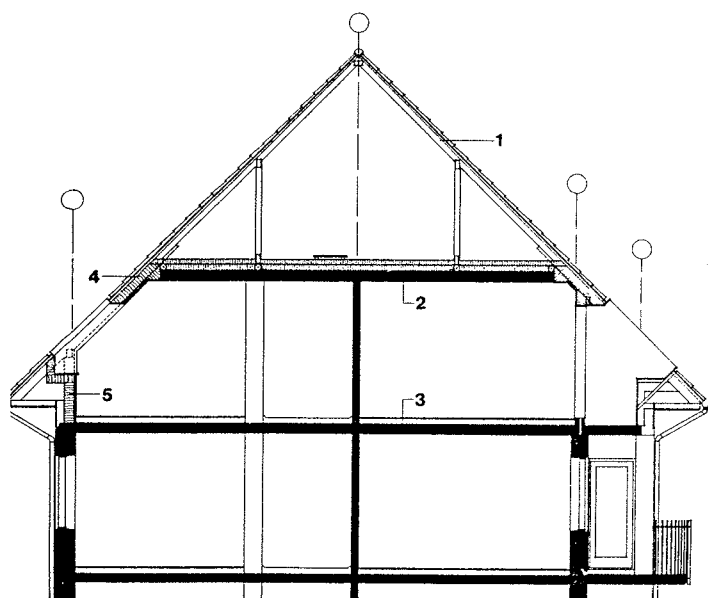


Fig. 7. Lodret snit i øverste etager af bredhus, mål 1:150.

1: øvre tagkonstruktion bestående af betontagsten på lægter, 50 x 100 mm spær, tænger og fod 50 x 100 mm. 2: langspænddæk med vendt spændretning. 3: normalt tværspændende dækelement. 4: nedre tagkonstruktion under langspænddæk bestående af 75 x 200 mm spær, vindtæt pap, 175 mm varmeisolering mineraluld type A, diffusionstæt membran, 13 mm gipsplade. 5: skunkvæg bestående af 13 mm gipsplade, spredt forskalling 25 x 100 mm, diffusionstæt membran, 150 mm fastholdt mineraluld type A, vindtæt pap.

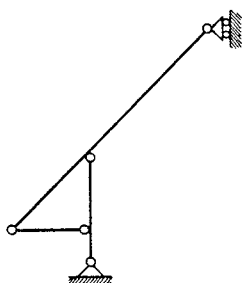


Fig. 8. Statisk model for det »bærende fir-tal«.

For facaderne vendende mod »Vognmandsmarken« var lydkravet mindst 37 dB (A), der er klaret med en lydrude alene uden forsats. I facaderne er der indbygget lydisolerede friskluftventiler.

#### Statiske forhold

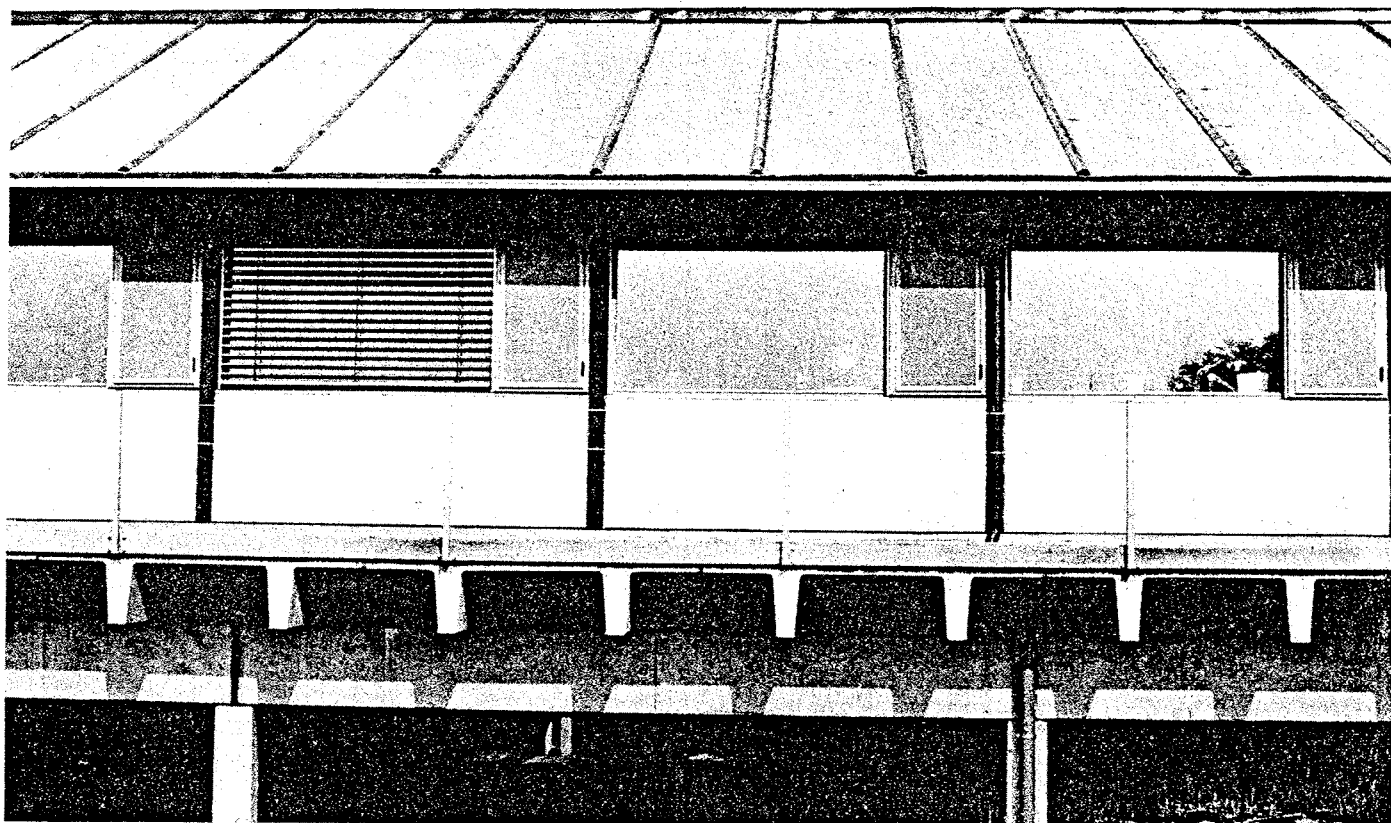
De statiske funktionskrav er tilfredsstillet på ret traditionel vis. Her skal dog omtales 2 forhold af mere speciel karakter. Selv om der ikke var et dokumenteret behov for dilatation i bebyggelsen, er alle 4 smalhuse forsynet med 2 bevægelsesskel i fjerdedelspunkterne. Dette bevirker, at smalhusene må klare deres egen tværstabilitet uden anvendelse af bredhusene. Dette er løst ved at forsyne hvert smalhus med 4 tværvægge, armeret med 4 T 20 i hver side.

Et andet interessant statisk problem er de yderste langspænddæk i bredhusene (se figur 7 med tilhørende tekst), idet disse elementer på grund af tagets valm ikke kan få noget vederlag. Problemet er løst ved at udføre de yderste langsgående, bærende elementer som stålrammer. Disse er brandisoleet med gipsplader.

Konstruktionen er designed på grundlag af bl.a. studium af Ejdersted-gården på Frilandsmuseet.

#### Afsluttende bemærkninger

Uden at komme ind på diskussionen om hvorvidt vi skal sanere mere i vor hovedstad, eller om vi skal bruge vores kræfter på en renovering af den eksisterende bygningsmasse, bør man mene, at den nye bebyggelse på »Vognmandsmarken« er et godt eksempel på et moderne byhus. En af projekteringsforudsætningerne var jo netop en sanering af den eksisterende bebyggelse.



# Rockwool forsknings- og udviklingscenter

af civilingeniør Klaus Hansen, SBI  
tegninger: Grete Hartmann Petersen

fotos: Lizzi Allesen-Holm

## Beliggenhed:

Hovedgaden 501 i Hedehusene.

## Art og omfang:

Een etages kontorbygning, 2.800 m<sup>2</sup>, med parkeringskælder, 4000 m<sup>2</sup>.

## Bygherre:

Rockwool International A/S.

## Arkitekter:

Leif Eriksen & Vagn Thorsmark, arkt. M.A.A.

## Ingeniører:

Hauch & Tvilstegaard, rådg. civil- ing. F.R.I.

## Udførende og leverandører:

Betonelementer: Dansk Spændbe-

ton A/S, Hedehusene. Betonentre- prise: Entreprenør Gustav Nielsen A/S, Hedehusene. Råhusentrepi- se, overbygning: Tømrermester Re- nan Hansen ApS., Hedehusene. Tagelementer: Fårevejle Byggeele- menter ApS. Isolering, indervægs- elementer, lofter m.m.: Rockwool A/S.

Maler: Robert Rasmussen, Køben- havn.

Vinduer: Rational Vinduer.

Tæpper: Tæppeland. El: Semco A/S.

Limtræ: Lami Limtræ, Snoldelev.

VVS: Albertsen & Holm A/S, Ros- kilde. Fugning: Termofuge Køge.

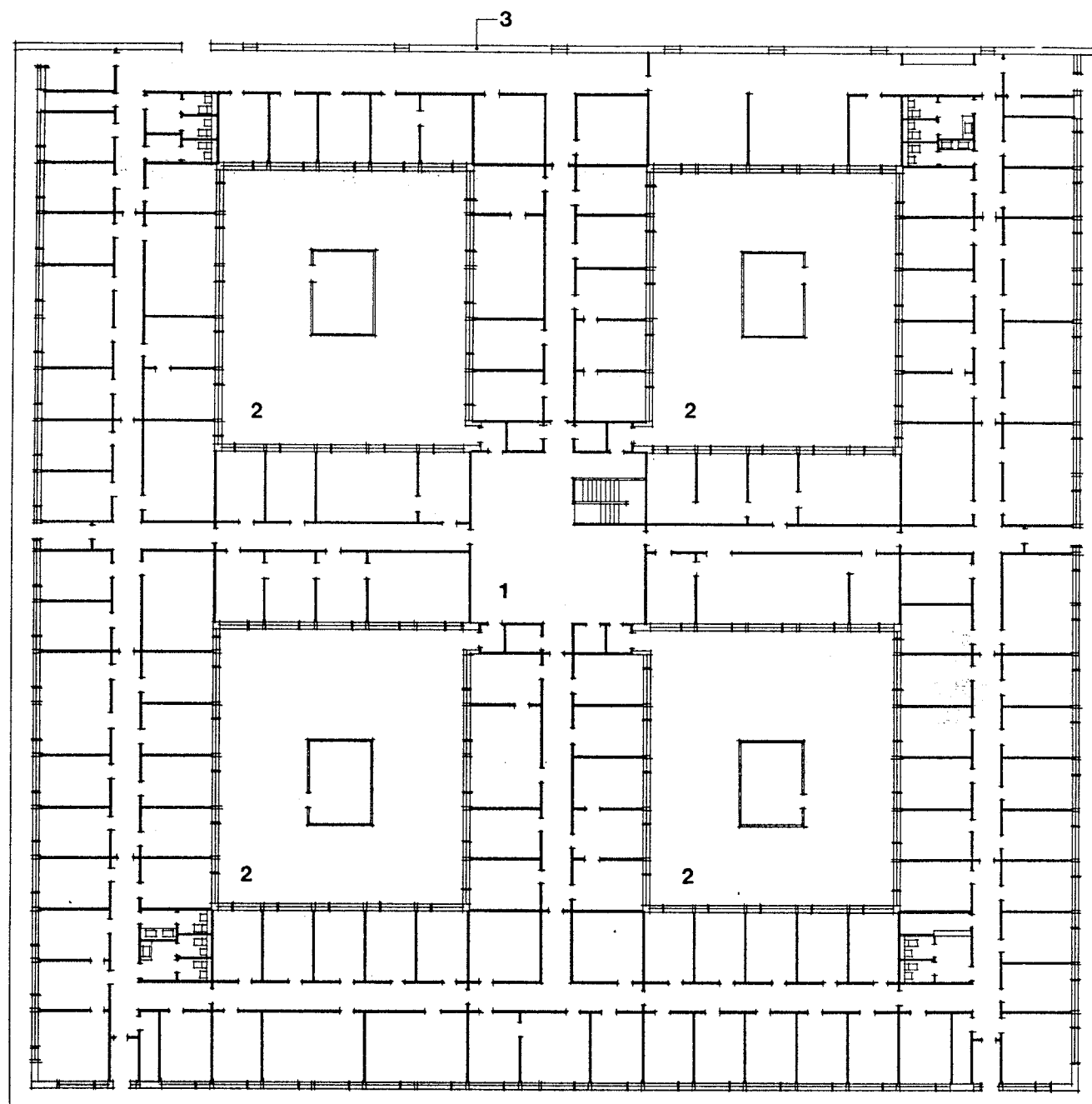
## Opførelsesdata:

Byggeriet igangsat i oktober 1979 og indflytning i november 1980.

300 mm mineraluld som tag- dækning uden regnskærm og 200 mm mineraluld som bæ- rende undergulv er to af de nye byggetekniske løsninger som Rockwool afprøver i sit nye forsknings- og udviklingscen- ter: En let højisolaret én-etages kontorbygning, hvor indeklima- reguleringen foretages indivi- duelt i de enkelte kontorer.

Hidtil er erfaringerne gode. De næste års erfaringer må vi- se, hvilke af de nye løsninger, der skal have en større udbre- delse i byggeriet de kommende år.





### Forsøgsbyggeri som led i produktudvikling

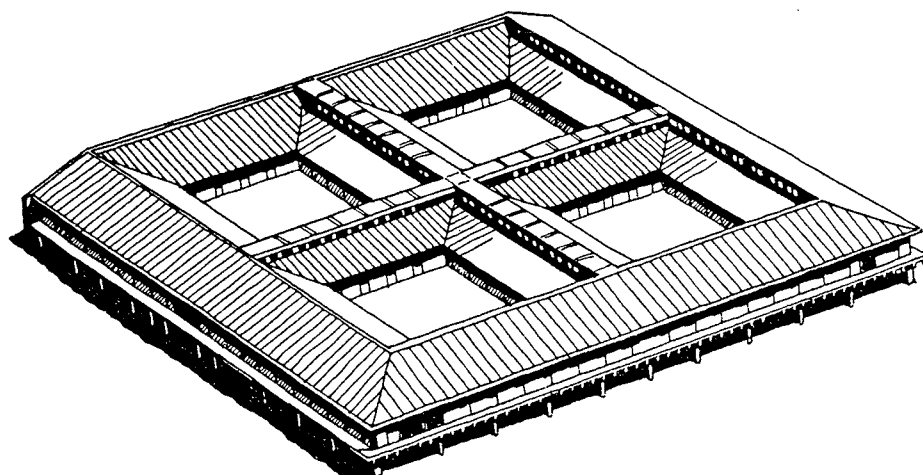
Energiforbrugets øgede betydning og den store interesse for et bedre indeklima gør Rockwools nye forsknings- og udviklingscenter til et interessant byggeri. Specielt fordi bygherren som storproducent af mineraluld har valgt at afprøve en række nye byggetekniske løsninger, som meget vel vil kunne overføres til normal praksis inden for de næste år. Også på indeklimareguleringen er der ofret stor opmærksomhed, da det drejer sig om let byggeri.

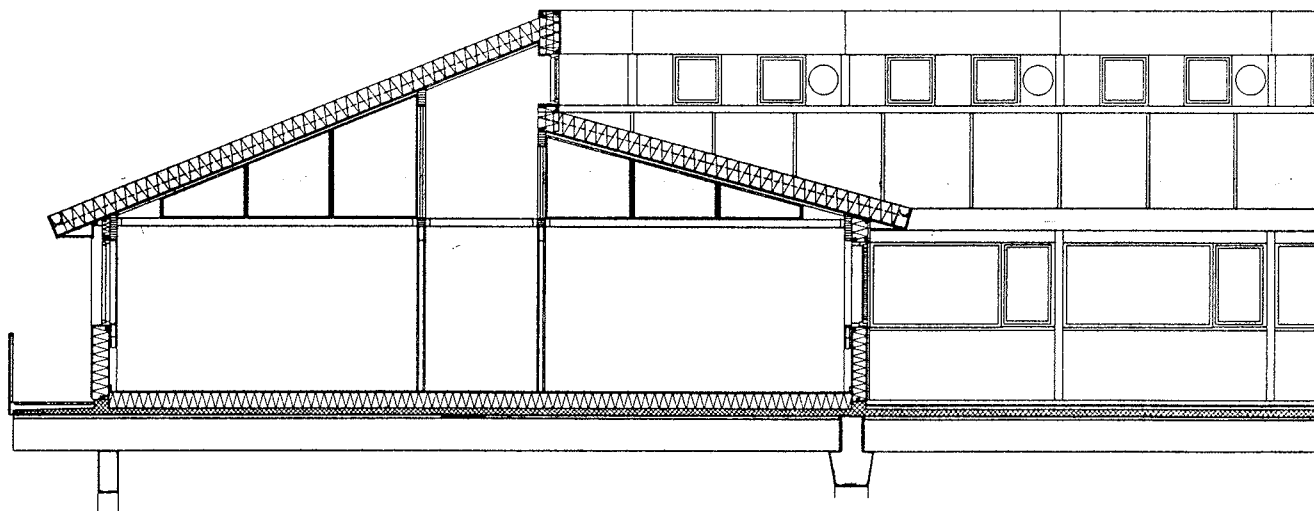
### Byggeprogram

Bygningen er første led i en større udbygningsplan for området, hvorfor der i forbindelse med planlægningen blev lavet lokalplan for dette. Bygherrens væsentligste krav til den nu opførte bygning var:

- kontorer m.v. til 120 medarbejdere,
- lavt byggeri med

Figur 1. Stueplan. Med indgangen (1) placeret centralt i et system af krydsende bygningsfløje omkring atriumgårde (2) er der korte kommunikationsveje og mulighed for at lave storkontorer i hele bygningsdybden. Væggen mod nord (3) er midlertidig af hensyn til den videre udbygning af centret.

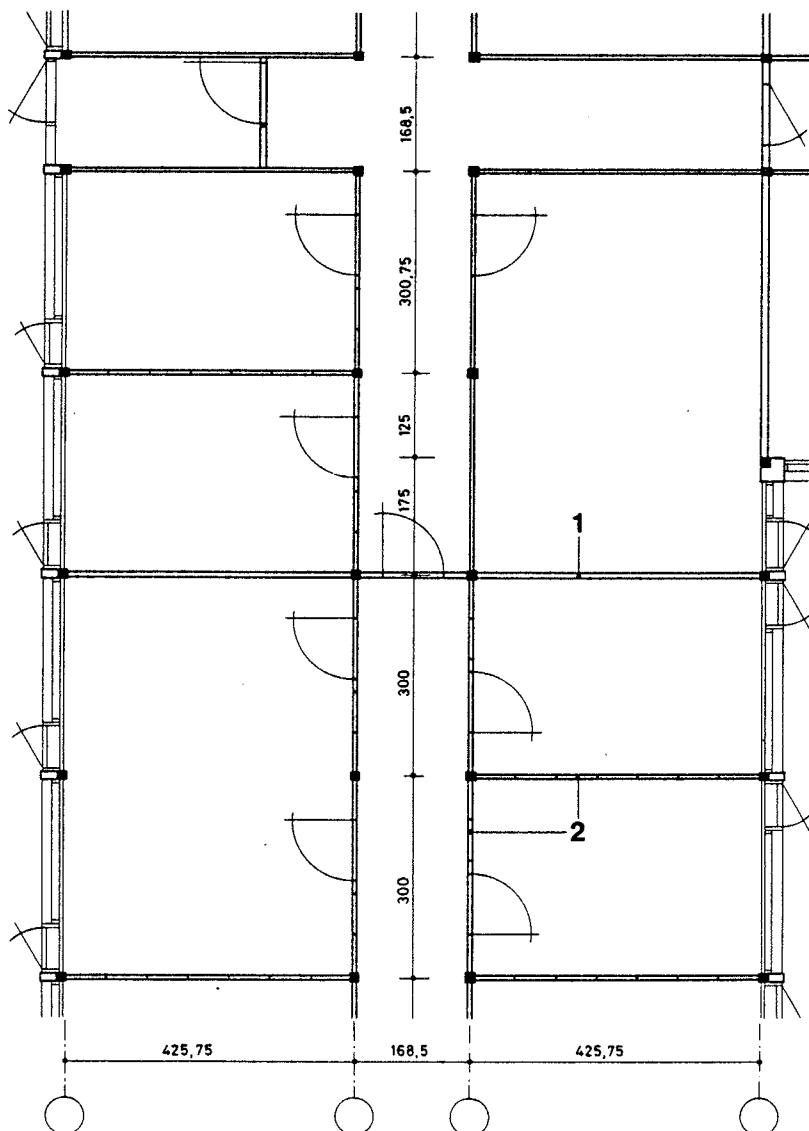




Figur 2. Tværnsnit i ydertøj, 1:100. Oven på en betonplatform opbygget af præfabrikerede betonsøjler, -bjælker og tt-plader er kontorbygningen opført af lette ribbe- og sandwichelementer båret af et rammesystem af limtræ. Over de vandrette limtrædragere er skillevæggen udført af glas.

- een indgang,
- nem adgang til P-plads,
- korte interne kommunikationsveje,
- udbygningsmulighed for kantine, laboratorier m.m.,
- lavt energiforbrug, og
- udbredt anvendelse af egne produkter

Leif Eriksen og Vagn Thorsmark har medvirket som arkitekter også i forbindelse med udarbejdelse af lokalplanen.



Figur 3. Planudsnit, 1:100. Planen karakteriseres af gode kontorstørrelser og lidt smalle, men korte gange. Brandadskillede og afstivede vægge (1) er udført som faste pladebeklædte skeletvægge. Øvrige indvendige vægge er opbygget af let flytbare væggelementer, se figur 10 og 11.

#### Bygherren deltog i projekteringen

Projekteringen blev foretaget i et samarbejde mellem arkitekter, ingeniører og bygherre, som tillige styrede byggeprocessen. Hauch & Tvilstegaard medvirkede som ingeniører og har specielt medvirket ved udformningen og dimensioneringen af limtrækonstruktionerne.

Bygherredeltagelsen udsprang af den forsøgsræmmende anvendelse af firmaets produkter og af tilstedeværelsen af særlig kompetence. Herudover blev medarbejderne inddraget og fik indflydelse på valg af kontorstørrelser, vinduesstørrelser, indeklimaerregulering og gulvbelægning.

#### Bebyggelsesplan

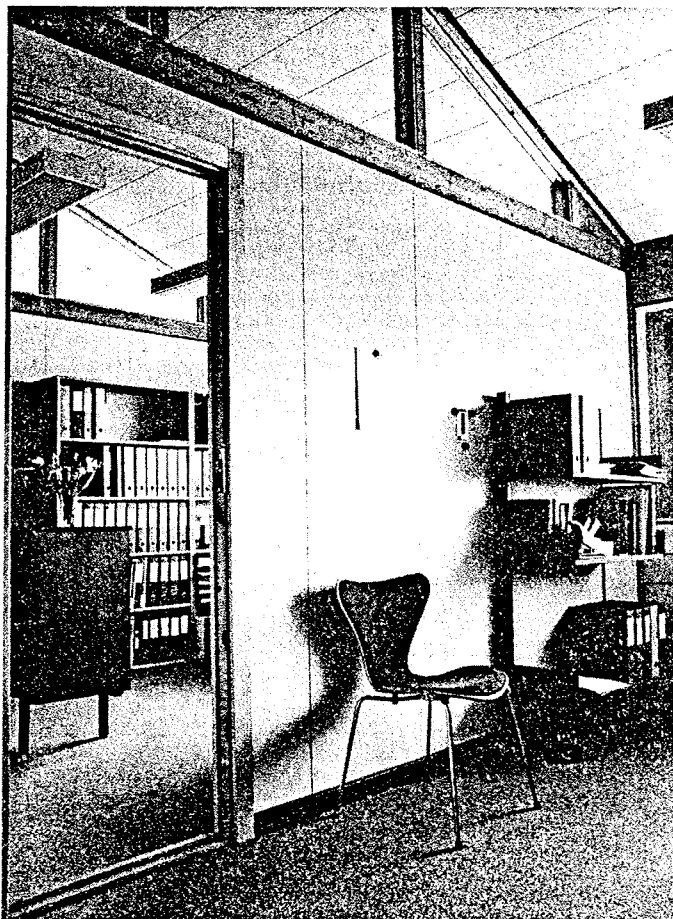
Som tidligere nævnt er bygningen det første led i en større bebyggelse, hvorfor nordvæggen er en midlertidig væg, som delvist kan fjernes, når senere tilbygninger skal iværksættes, se figur 1. Parkeringsarealerne under bygningen får sidelys og ovenlys fra huller i atriumgården. Hullerne ventilerer parkeringskælderen i tilfælde af brand.

Adgangen til bygningen sker centralt fra parkeringsarealet under bygningen. Der er kun denne ene indgang til centret. Fra det søjlefri centralrum er der via fire gange kort afstand til alle bygningens kontorer og møderum. Bygningerne udnyttes indvendigt i deres fulde højde med ovenlys fra forsætningen mellem tagene, se figur 2 og 5. I mellemfløjene er der vandret tag over gangen.

Kontorstørrelsen 3 m gange godt 4 m giver gode enkeltmandskontorer og den store fleksibilitet, som de letflyttelige skillevægge indebæ-



Figur 4. Tagflade ind mod atriumgård. Mineralulden i tagets overflade ses tydeligt.



Figur 5. Bemærk de synlige limtrækonstruktioner, glasvæggene foroven og de elementopdelte skille vægge.

rer er allerede udnyttet. Derimod er muligheden for storkontor i bygningens fulde dybde endnu uudnyttet. Brandvægge og afstivende vægge er ikke flytbare. Disse vægge er placeret i tilknytning til krydsningspunkterne mellem bygningsfløjene.

#### Let overbygning båret af betonplatform

Bygningen er markant ved sin klare opdeling i en tung underdel, som bærer en helt igennem let overbygning, se figur 2.

Underdelen består af et pladsstøbt betondæk båret af præfabrikerede tt-plader, betonbjælker og -søjler. Ved funderingen er der anvendt præfabrikerede fundamentsklodser. Også indgangsbygningen under dækket er udført af beton. Denne bygning tjener tillige som sikringsrum og som afstivende element for underbygning.

Den lette overbygning, som artiklen i øvrigt vil koncentrere sig om, består i hovedsagen af lette præfabrikerede elementer, som bæres af et rammesystem af limtræsøjler og -dragere.

#### Overflader og materialer

Udvendigt fremtræder de listedækkede mineraluldstage allerede nu med en varm grålig overflade. Facaderne fremstår med lyse glasflader indrammet af mørke inddækninger af søjler og samlinger. Atriumgårde og altangange er flisebelagt. Underbygningens grove betonkonstruktioner dæmpes nok med tiden no-

get ned af den kommende bevoksning omkring bygningen. Også atriumgårdene bliver tilplantet.

Indvendigt ses limtrædragere og -søjler samlet med enkle rødmaledede stålbeslag. Skille væggene er lyse med mat overflade. Kun magnetophængene røber stålpladebeklædningen. Ovenlysene i gangene og de højt placerede ruder i alle vægge bidrager til en god lysfordeling, og til at de ret smalle gange opleves bredere end de er. Gulvene er dækket af tæpper, som ikke skulle kunne give anledning til problemer med statisk elektricitet, da de er med indvævet kobbertråd.

#### Bærende konstruktioner

Hovedkonstruktionen består af limtræbjælker og -søjler, som bærer taget og omslutter alle inder- og ydervægge. Limtræet i brandvæggene er brandisolerings-impregneret og anvendes hovedsageligt i dimensionen 115 × 115 mm. De synlige samlinger er efterspændt efter at bygningen er taget i brug. I det søjlefri centralrum er nogle af limtræbjælkerne forbundet med tre vierenddragere, som bærer de øvrige limtræbjælker.

Taget bæres af ribbelementer som spænder på tværs af huset. Udkragningen ud over gangen i yderfløjene gav visse konstruktionsmæssige problemer for vinduesbåndet mellem de to tage.

Afstivningen af overbygningen sker via ski-

vevirkning i tagflader og enkelte faste pladebeklædte skeletvægge, som er fastboltet til betondækket.

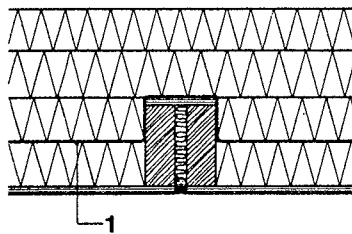
#### Omvendt tag

300 mm mineraluld uden regnskærm som tag over knap 3000 m<sup>2</sup> kontorer udføres ikke uden forudgående forsøg og ikke uden en vis betænkelse hos de involverede teknikere. Der er derfor for en sikkerheds skyld indlagt en plastfolie mellem de to nederste lag mineraluld, se figur 8. Særskilte vanddryp fra denne vil vise om taget ikke holder tæt.

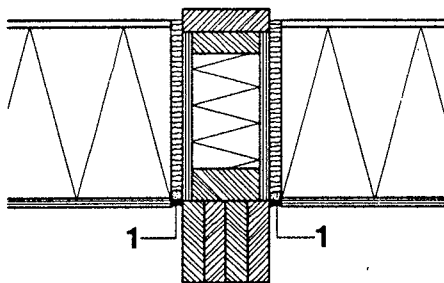
Hidtidige forsøg viser at vandet kun trænger ganske lidt ind i det yderste lag mineraluld og erfaringerne med dette tag må danne baggrund for en eventuel videre udbredelse af denne nye udførelse af »stråtag«. I så fald vil samlingerne mellem de yderste batts formentlig ændres bort fra de plane langsgående samlinger, som nu er anvendt.

De to nederste lag mineraluld er indlagt i præfabrikerede tagelementer udført af krydsfinerplade med høvlede træribber, se figur 6. De to yderste lag mineraluld er udlagt på stedet og fastholdt af dækklister, som er fastskruet til ribberne i tagelementerne.

Inddækningen af tagfladen voldte visse problemer, fordi det først anvendte materiale krøllede på grund af for stor temperaturfølsomhed. Der blev derefter anvendt butylgummi, som har fungeret tilfredsstillende.



Figur 6. Tværsnit af tag, 1:10. Samlingen mellem to tagelementer er vist. De to nederste lag, 75 mm Rockwool A-batts (40 kg/m³) er på forhånd lagt i ribbeelementerne. Herpå lægges 80 mm Rockwool-A-Underlagsplader (140 kg/m³), og øverst 70 mm Rockwool A-tagplader (180 kg/m³). En plastfolie (1) er indlagt mellem de to nederste lag mineraluld.



Figur 7. Vandret snit i ydervæg, 1:10. Søjlerne er via påforinger trukket frem til facaden. Som et gennemført princip er alle fuger (1) udført tætte indtil og alene stoppet med mineraluld udadtil.

#### Sandwichelementer i ydervæggene

Ydervæggene er udført som lette udfyldningsvægge, idet søjlerne via påforinger er trukket frem i facaden, se figur 7. Vinduerne er faste med to lags termoruder i træramme. Ved siden af vinduerne er isolerede oplukkelige skodder.

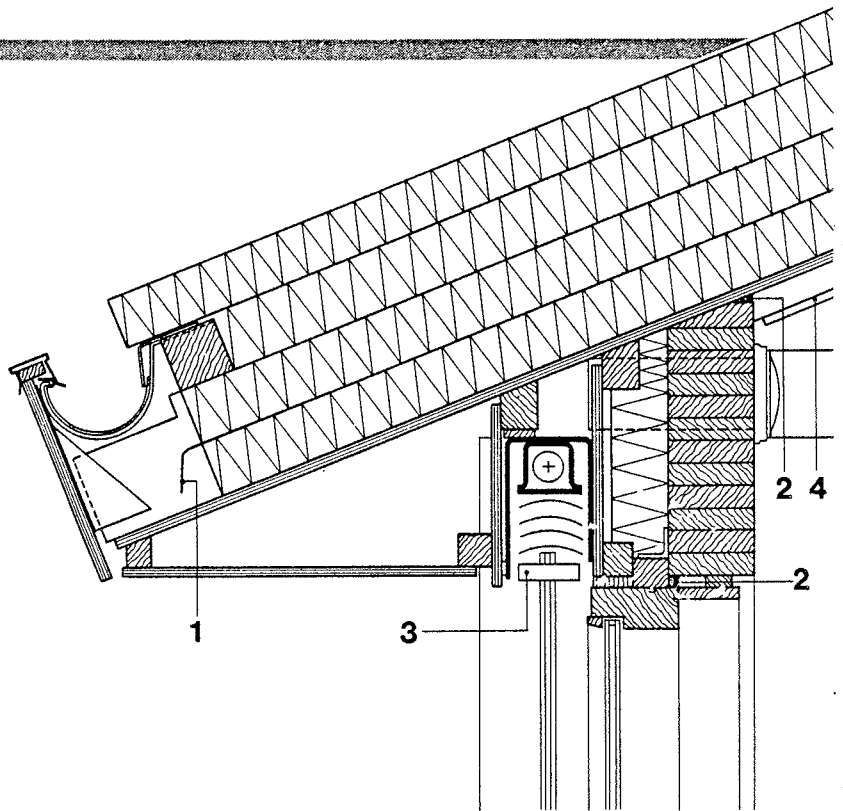
Brystninger og faste vægge er udført af 250 mm Rockwool lamelelementer, som hviler på betondækket og fastholdes af limtræssøjlerne. Lamelelementerne er sandwichelementer uden fast forbindelse mellem for- og bagplade. Fiberretningen er vinkelret på flangefladerne.

Alle samlinger er udført tætte mellem de indvendige beklædninger og udadtil stoppet med mineraluld uden udvendig afdækning, se figur 7, 8, 9 og 10. Dette gælder dog ikke samlingen mellem gulv og ydervæg.

#### Højsolerede gulve og stålvægge

Også under gulvet er man gået ud over normal praksis, idet der er anvendt 200 mm Rockwool lamelgulve i modsætning til normalt max. 100 mm. Herpå er lagt 22 mm spånplade med limede not og fjer samlinger, se figur 9. Gulvene er behageligt bløde at gå på. Den kommende brug må vise om reoler og andet tungt inventar giver større blivende nedbøjninger.

Af hensyn til den ønskede fleksibilitet er Rockwool TNF-elementer anvendt som indvendige skillevægge, se figur 12 og 13. Disse paneler er sandwichelementer af mineraluld omsluttet af tynde stålplader med en samlet lydreduktion på 44 dB. TNF-elementerne har indtil nu udelukkende været anvendt i skibe.



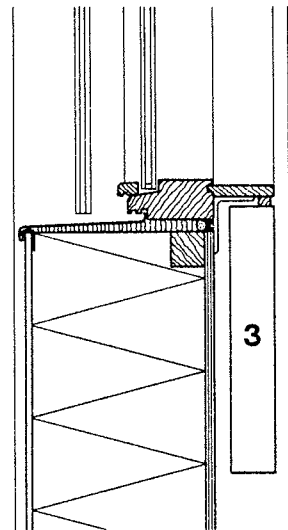
Figur 8. Lodret snit i tag og ydervæg, 1:10. Bemærk plastfolien (1) imellem de to nederste lag mineraluld i tage. Follen skal sikre mod nedrivende regnvand og fungerer ikke som dampspærre. Fugerne (2) er udført af tokomponent fugemasse, Tioflex 600. Alle vinduer er forsynet med udvendige persiener (3) alle lofter er beklædt med Rockwool Akustikplader (4).

#### Installationer

Vandinstallationer knytter sig alene til toiletter i forbindelse med centralrummet og i hjørnerne af bygningen. Disse installationer føres lodret af terræn til de pågældende rum i inddækkede og isolerede kasser med indlagte varmekabler.

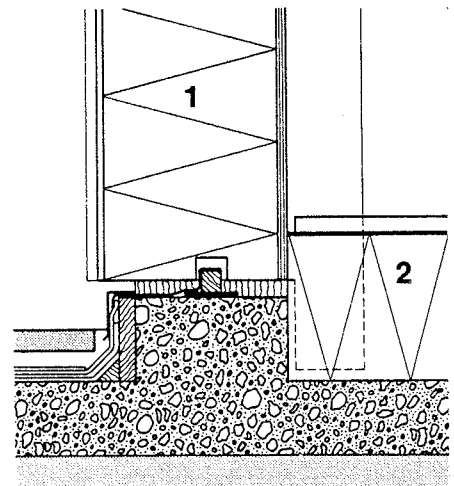
El-installationer føres i aluminiumsklemkasser under vinduerne og i kontorerne er alle kontakter alene placeret her, hvorved el-installationer i flytbare skillevægge undgås. Denne løsning er mulig fordi gangbelysningen via ruderne i gangvæggene giver orienteringslys i kontorerne.

El-installationen er suppleret med svagstrømsinstallationer, som anvendes i forbindelse med den individuelle indeklimaregulering, central tænding af rengøringslys og visse kontrolfunktioner, se figur 11.



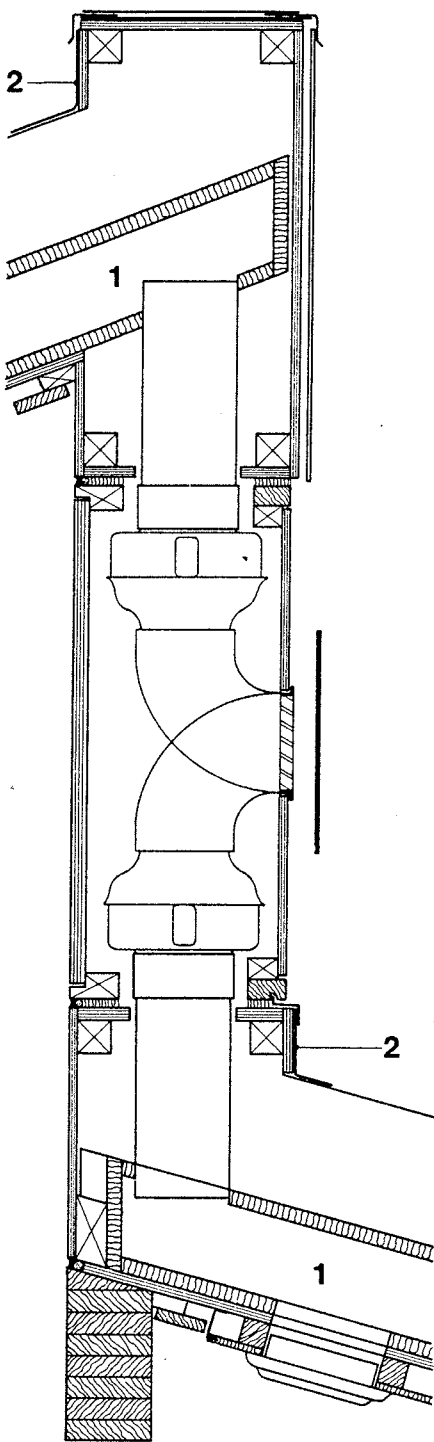
#### Energimæssige forhold

Det tilstræbte lave energiforbrug er som det er fremgået primært søgt opnået gennem høj isolering og god tæthed af klimaskærmen. Derimod er vinduesarealet efter ønske fra medarbejderne ikke reduceret.

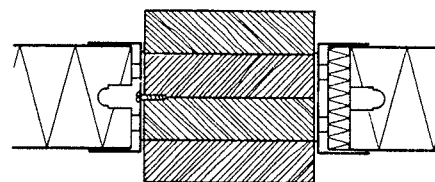
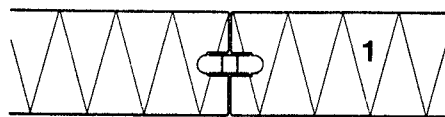


Figur 9. Lodret snit i ydervæg og gulv, 1:10. Ydervægge består af 250 mm Rockwool lamelelementer (1) og gulvet af 200 mm Rockwool Lamelgulv (2) dækket af en 22 mm spånplade og tæppe. Af hensyn til byggefugten er der indskudt en plastfolie mellem spånplade og lamelgulv. Alle el-ledninger er placeret i en vandretgående klemkasse (3) under vinduerne.

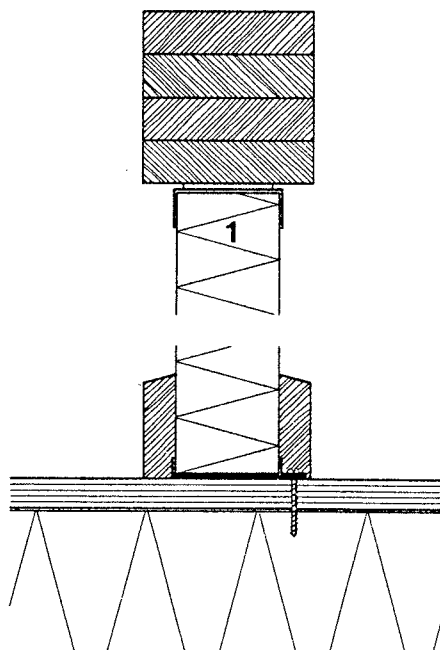




Figur 10. Lodret snit i tagklip, 1:10. Forsætningen mellem tagene udnyttes til vinduer og de viste ventilationsanlæg. Ventilationsluften trækkes gennem lydabsorberende Rocklit-kanaler (1). Inddækningen af tagfladerne er udført af butylgummi (2). Isoleringen er ikke markeret på tegningen.



Figur 12. Vandret snit i indervæg, 1:5. TNF-Elementerne er normalt 600 mm brede og væghøje og har en lydreduktion på 44 dB. Produktet har hidtil kun været anvendt i forbindelse med skibsbygning.



Figur 13. Lodret snit i indervæg, 1:5. Flytbare skillevægge er udført af 70 mm Rockwool TNF-Elementer (1) bestående af mineraluldsplameller omsluttet af tynde stålplader. Disse fastholdes til gulv og limtrædragere af stålprofiler.

Varmebalanceberegninger udført hos Birch & Krogboe har dannet baggrund for valg af lysarmaturer og el-ovne. Varmetilførelsen er kalkuleret til 50-60 kwt/m<sup>2</sup> årligt. Temperaturen sænkes med 5°C om natten.

For at sikre et godt indeklima i denne lette bygning, har hver medarbejder individuelt mulighed for:

- at benytte udvendig persienne,
- at åbne skodder,
- at igangsætte eget ventilationsanlæg, og
- at tænde for egen el-ovn.

Et kontrolpanel i forbindelse med kontorets el-kontakter indikerer igangsatte foranstaltninger og sikrer bl.a. at el-ovnen ikke er tændt samtidig med at ventilationsanlægget er igangsat.

#### Udførelse

Byggeriet blev igangsat i oktober 1979. Vinteren 1979-80 forsinkede naturligt nok råhusmontagen. Ellers er opførelsen sket planmæssigt.

Særlige hensyn blev taget for at overholde de tolerancekrav, som udsprang af anvendelsen af præfabrikerede indervægge, facader og tagelementer samt af tæthedskravene til samlingerne i klimaskærmen. Der blev afholdt et særskilt kursus om tolerancer, og al afsætning blev foretaget af en landinspektør.

#### Erfaringer skal fortsat indhentes

Netop for byggerier som dette, som på en række punkter klart adskiller sig fra normal praksis, er en bevidst indsamling af de efterfølgende erfaringer af stor interesse.

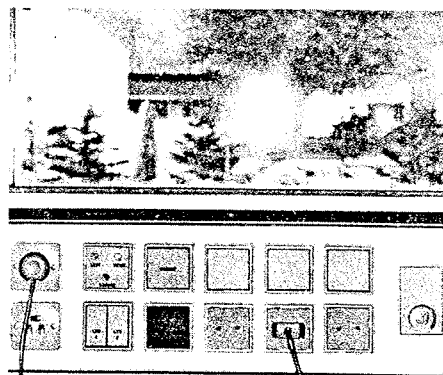
Rockwool mener selv, at de har lært ganske meget af selv at deltage i projekteringen. Udførelsen viste, at specielt monteringen af taget og af de flytbare skillevægge gik overordentlig hurtigt.

Brugerfaringerne har hidtil været positive med hensyn til energiforbrug og med indeklimaet samt med gulv, tag og flytbare skillevægge. Men en mere langsigtet erfaringsindsamling er nødvendig for at bedømme kvaliteten og levetiden af de nye byggetekniske løsninger. Ligesom en varm solrig sommer må vise om indeklimareguleringen er i orden.

#### Afsluttende bemærkninger

Nytænkning er et nødvendigt led i byggeriets udvikling - og værdifuld, når satsningen er bevidst og de nødvendige erfaringer indhøstes.

Det hidtidige arbejde med dette byggeri tyder på, at den vågnende branchemæssige og offentlige interesse for planlagte forsøg i nybyggeri er rigtig. Herudover kan det kun være til støtte for en virksomheds produktudvikling, at virksomhedens medarbejdere er direkte brugere af egne produkter.



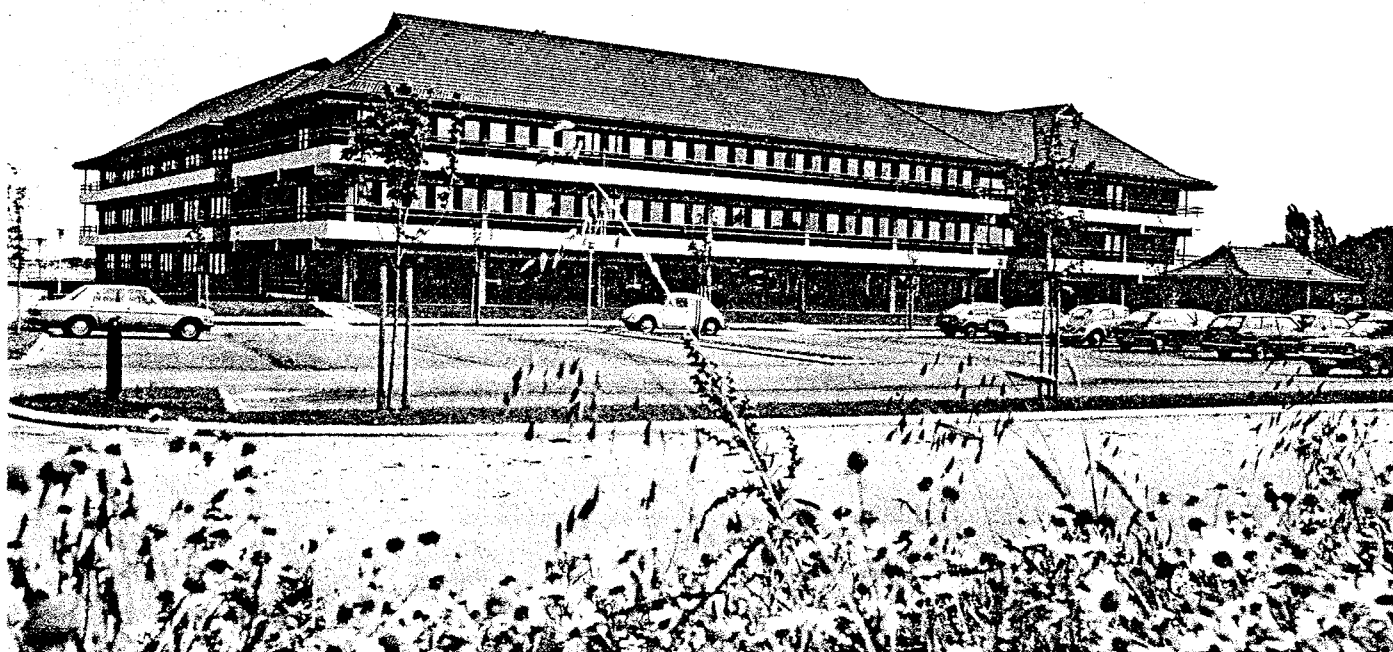
Figur 11. Betjenings- og kontrolpanel for individuel regulering af lys, varme og ventilation.

#### Litteratur

Forsknings- og udviklingscenter med nye isoleringsforsøg. Brochure fra Rockwool.

Luis Nørgaard: Varmetabet på Rockwool A-tagplader, anvendt som omvendt tag. Sofus-Byg: Minisymposium om flade tagkonstruktioner, Ebeltoft 15.-16. september 1980.

Klaus Hansen og Niels F. Vording: 10 nye forsøgsbyggerier. Bygeindustrien 3, 1981.



Helgeshøjparken, kvadrant F.

# Helgeshøjparken

DIAB og SBI beskriver  
AKTUELLE BYGGERIER 66

af lektor, akademiingeniør Per Kjærbye, DIAB.  
Tegninger: Grete Hartmann Petersen.

## Beliggenhed:

I Tåstrup Vest, umiddelbart øst for Teknologisk Institut, langs Roskildevej og Hveen Boulevard.

## Art og omfang:

Institutions- og erhvervsbyggeri disponeret som 8 bygningskvadranter A - H incl. med et samlet etageareal på ca. 66.000 m<sup>2</sup>, heraf ca. 12.750 m<sup>2</sup> kælder; teknik- og sikringsrum udgør herudover 2.300 m<sup>2</sup> og 3.500 m<sup>2</sup>. Kvadrant D er 1-etages, resten er 3-etages bygninger med 35°'s tage med betontagsten.

Kvadrant F har et bruttoetageareal på ca. 3 x 2.130 m<sup>2</sup> samt et kælderareal på ca. 2.130 m<sup>2</sup>, heraf er ca. 420 m<sup>2</sup> sikringsrum og ca. 305 m<sup>2</sup> teknikrum, ialt i kvadrant F ca. 8.520 m<sup>2</sup>.

## Bygherre:

Dansk Totalentreprise a.s., 2600

Glostrup, og for kvadrant F: Værdipapircentralen.

Kvadrant E er udlejet af Dansk Totalentreprise a.s. til Københavns Amtskommune.

## Arkitekt:

Jacob Blegvad Arkitektkontor A/S, 9000 Ålborg i samarbejde med arkitekt Ole Hagen's tegnestue, 1879 V.

## Ingeniører:

Konstruktioner: midtconsult aps, 7400 Herning.  
Installationer i kvadrant F: Birch & Krogboe K/S, 2830 Virum.

## Totalentreprenør:

Dansk Totalentreprise a.s., 2600 Glostrup.

## Underentreprenører:

For kvadrant F bl.a.: Søjle-, bjælke-,

dæk- og vægelementer: A/S K. L. Larsen & E. C. Pedersen, A/S Dansk Spændbeton, C. C. Brun A/S. Trappeelementer: EDS-Beton K/S. Lette træfacader: Åge Jensen Maskinsnedkeri I/S. Aluminiumsfacader: K. E. Monrad A/S. Solafskærmning: Blendex as. Tagdækning: Enemærke & Petersen. Ventilation: Luft-Entreprise ApS. Elevatorer: TS-Lifton.

## Opførelsesdata:

For kvadrant F: påbegyndt 1980-07-01 og afleveret 1981-04-27.

## Økonomi:

Entreprisensummen for kvadrant F for apteret råhus er ca. 40 mill. kr.; særlige konstruktioner for installation og sikring af edb-udstyr, ca. 20 mill. kr. Begge beløb er excl. moms, der udgør ca. 13 mill. kr., alle priser en henført til februar 1981.

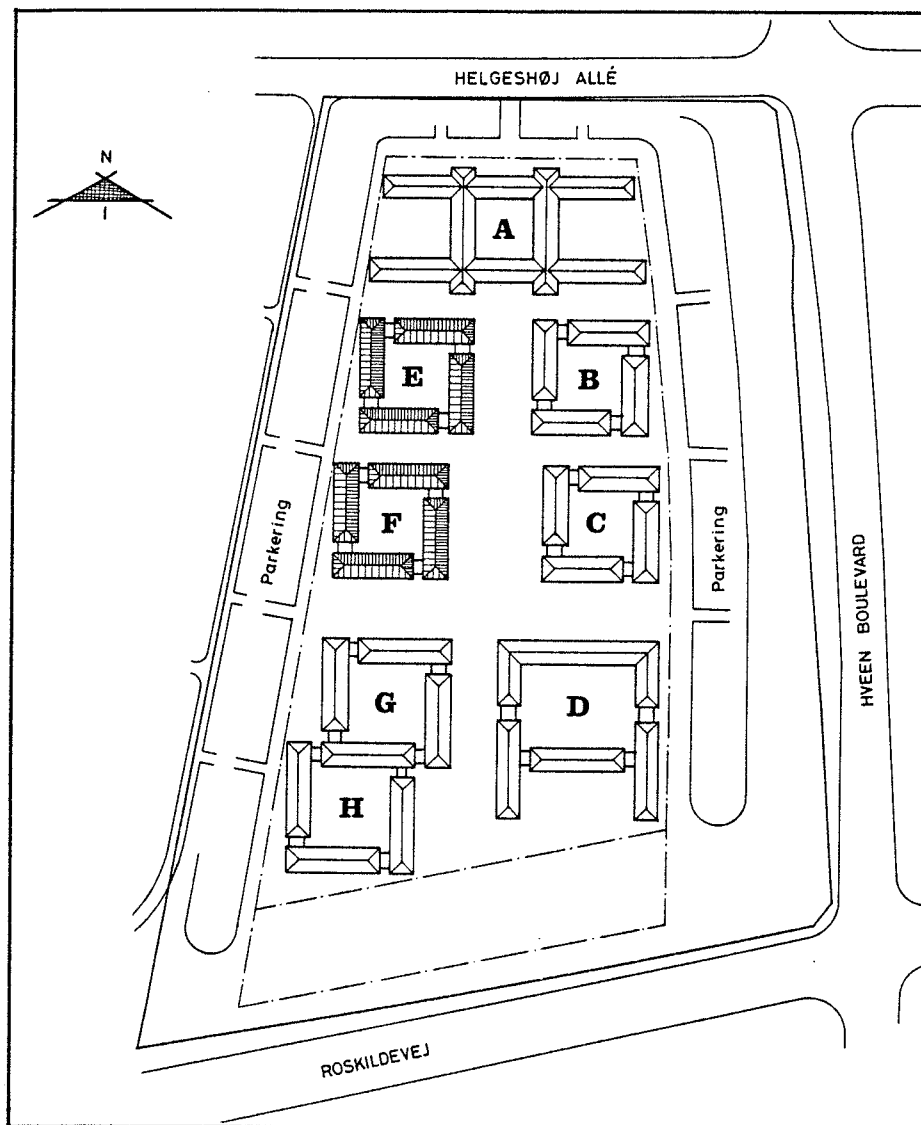


Fig. 1. Situationsplan 1:4000. Kvadrant E og F er opført, og kvadrant B er påbegyndt.

Dansk Totalentreprise a.s. har i samarbejde med arkitekt m.a.a. Jacob Blegvad's tegnestue udviklet et byggesystem, der bl.a. er egnet til institutions- og erhvervsformål. Systemet, der markerer sig med gennemgående facade- og gavaltaner, synlig bærende hovedkonstruktion samt karakteristiske tagformer, er første gang anvendt i forbindelse med Odense Toldkammer's nye domicil.

I Tåstrup indgår byggesystemet i en større bebyggelsesplan i et kommende parkområde, Helgeshøjparken, der er udlagt til institutions- og erhvervsbyggeri for eksempelvis virksomheder, der beskæftiger sig med forskning, undervisning og rådgivning samt administration og lagerfunktioner af særlig karakter. Dansk Totalentreprise har her på en ca. 133.000 m<sup>2</sup> stor grund disponeret en bebyggelse bestående af ialt 8 bygningskvadranter A - H incl., alle formet over det udviklede systemhus. Situationsplanen på figur 1 viser den aktuelle bebyggelse med indtegnede skel og byggelinier samt parkeringsarealer og omgrænsende vejnet.

Helgeshøjsparken er desuden trafikalt velbeliggende, kun ca. 1500 m fra Tåstrup S-station og med gode forbindelser til såvel kollektiv bustrafik, ca. 12 HT-ruter, som individuel trafik, Køgebugt-, Holbæk- og Helsingørmotorvejen samt Ringvej B IV.

Den disponerede bebyggelse opføres i takt med efterspørgslen fra lejere eller købere; i juli 1980 blev kvadrant E færdigbygget for Københavns Amtskommune, og kvadrant F er nu færdiggjort for Værdipapircentralen, mens kvadrant B påbegyndes den 1981-08-01 til aflevering den 1982-02-01 for Toldvæsenet.

Nærværende artikel beskriver byggesystemet generelt, - dog er enkelte oplysninger, fx under økonomi, opførelsesdata og underentreprenører, hentet fra Værdipapircentralens kvadrant F.

#### Råhuskonstruktioner

Helgeshøjparkens standardhus er en 2- og 3-etages betonelementbygning med kælder og

35°-tage med betontagsten. Byggesystemets skelet er 1, 2 og 3-etages søjler med 3 langsgående bjælkelinier (i etage 3 dog kun de 2 facadebjælker), hvorpå oplægges TT-plader, hvis ribber udkrages for facadealtaner; etagepladerne sammenstøbes med armeret overbeton. I gavlene bæres altanerne af udkragede bjælker i de langsgående modullinier. Kældervægge er massive betonelementer, sikringsrumsvægge støbes imod dobbelt forskalling af 2 stk. stående Filigranplader; dæk over kælder udføres som Filigrandæk med tynde elementplader og pladsstøbt overbeton. Imellem facadesøjlerne opstilles højisolerede, træbaserede facadeelementer, mens standardhusets gavle opbygges af skalmurede eller eternitbeklædte betonvæggelementer med hulrumsisolering.

Byggesystemets standardhuse friholdes af »lette« mellembygninger med tilbagetrukne glasfacader indsat i aluminiumsprofiler; disse bygninger indeholder indgangspartier med vindfang samt 2-løbstrapper udført af betonelementer understøttet på bjælker langs TT-pladernes forkant samt et søjle-bjælkesystem i trappens bagside. Elevatorinstallationer er forberedt i standardhusene, tæt op af mellembygningerne.

Systembygningerne er projekteret over et modulnet på 60M, dog er den indre søjle-bjælkelinie forskudt 900 mm, således at TT-pladernes modulære spændvidder bliver 51M hhv 69M. Altanernes modulære bredder er 12M, og modulmålene for mellembygningerne er 60M x 96M. Etagehøjden er 3,06 m med en normal rumhøjde på 2,52 m under nedhængte lofter. Etagedæk er dimensioneret for en karakteristisk nyttelast på 5,0 kN/m<sup>2</sup>.

Figur 2 viser en oversigtsplan for en kvadrant, mens figur 3 er et tværsnit i standardhuset.

#### Bærende og afstivede system

Vertikallaster føres fra gitterspær til facadebjælker, og fra etagedæk til facade- og midterbjælker, hvorfra lasten videreføres af pendulsøjler til punktfundamenter; kælderydervægge linieunderstøtter dæk over kælder og liniefunderes. Lasten på trapperne føres fra repos og løb til bjælker, der understøttes på dels mellembygningens betonsidevægge, dels på 4-etages betonsøjler, der anordnes indspændte i søjlekasser under kældergulv.

Horisontallaster føres fra tag og facader gennem skivevirkninger i loft over etage 3 og i de tunge etagedæk til mellembygningernes sidevægge. Disse vægge, der modtager lodret etagelast, er tilstrækkelige til at optage horisontallasten i kvadrantens 2 hovedretninger.

De bærende bygningsdele, bjælker og søjler ligger synlige fremme i facaden og er således klimabelastede fra fx variationer i temperatur med tilhørende bevægelser. Desuden udsættes disse elementer og deres samlinger for nedbrydning fra vejrlig, UV-stråling etc.; de dybe altankonstruktioner modvirker dog i nogen grad dette forhold.

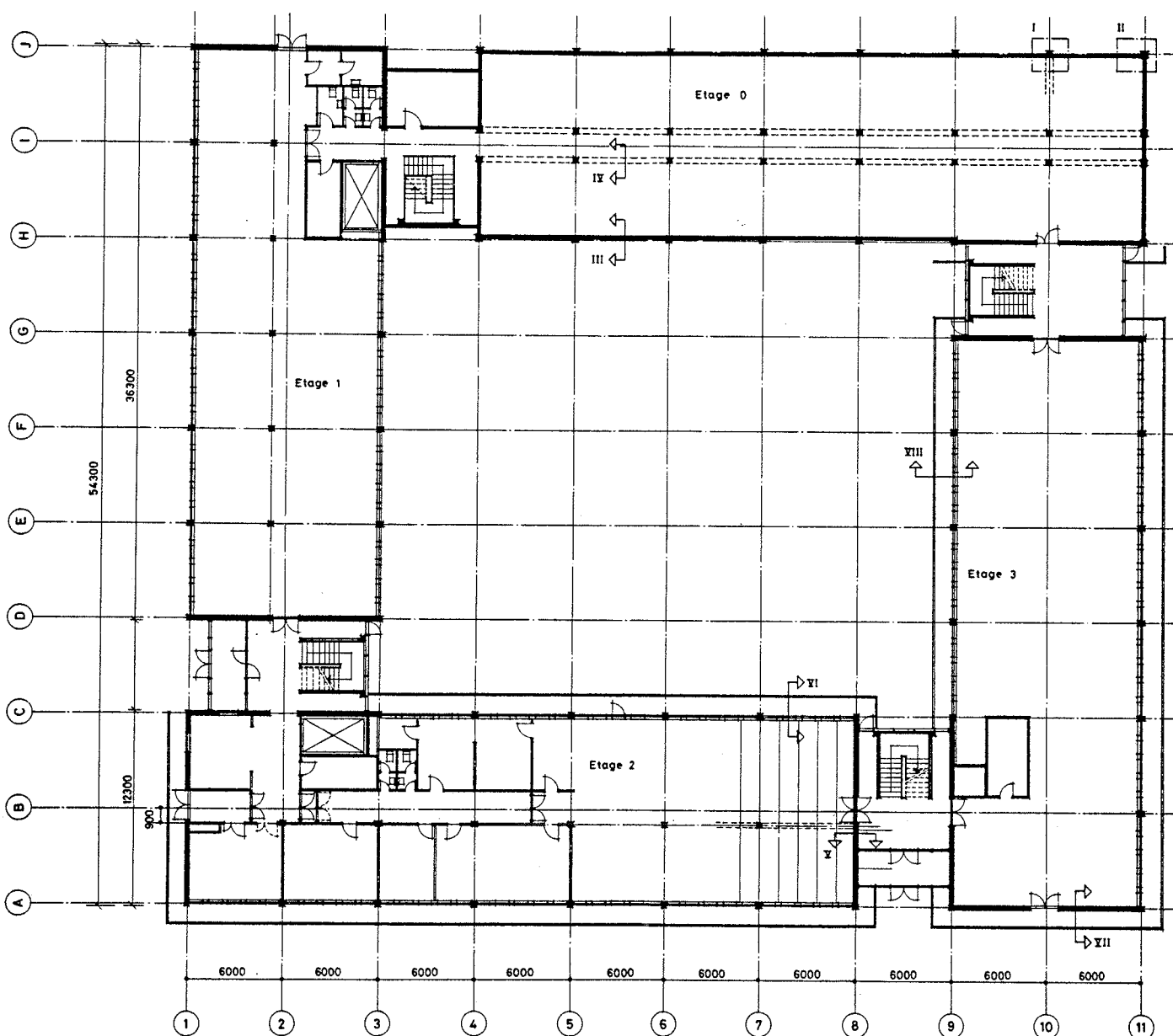


Fig. 2. Plan af bygningskvadrant 1:400. Typiske kælder- og etageplaner med indtegnede planlægningsmoduler. Kun én blok er vist med forslag til kontoropdeling. Snit-  
te-  
ne henviser til artiklens detailtegninger.

### Samlinger i råhuset

Byggesystemets primærsamlinger er traditionelle og skal derfor kun beskrives kortfattet.

Søjler opstilles simpelt understøttet med centreringsplader og understøtning på punkt-fundamenter; kun trappesøjler indspændes i ca. 1 m høje armerede betonfundamenter af »lysestage«-typen.

Bjælker med udragende bøjler i oversiden oplægges simpelt understøttet på søjlekonsoller eller -toppe med neopreneplader i vederlagene; alle samlinger sikres ved omstøbning af dorne i udsparede huller i søjler og bjælker.

Vægelementer i kælder opstilles på rende-fundamenter via påskudte montagebolte og samles til kældersøjler med udstøbte lodrette

fuger og ved sammensvejsning af indstøbte plader forankret til vægarmeringen; se figur 4, der viser vægsamlinger i bygningshjørne og ved sikringsrum. Vægelementer i etager samles indbyrdes med montagebolte og lodrette for-  
tandede fuger.

Dæk over kælder udføres af 40 mm tykke Filigranplader med 160 mm armeret overbeton, der låses til udragende armering fra oversiden af vægge og bjælker; figur 5 viser samlingsprincipperne.

Etagedæk udføres af 1,2 m brede TT-30 forspændte plader med 80 mm armeret overbeton, der låses til afstivende vægge ved udragende bøjler omkring montagebolte. I vederlaget mellem TT-pladernes ribber og de bærende

vægge og bjælker indlægges stålplader; figur 6 viser bærende og ikke-bærende dækvederlag.

Gitterspærerne forankres til 100×100 mm remme, der med ekspansionsbolte fastholdes til bjælke- og vægoversider i etage 3; figur 9 viser en detalje af tagudhæng med samlingen indtegnet.

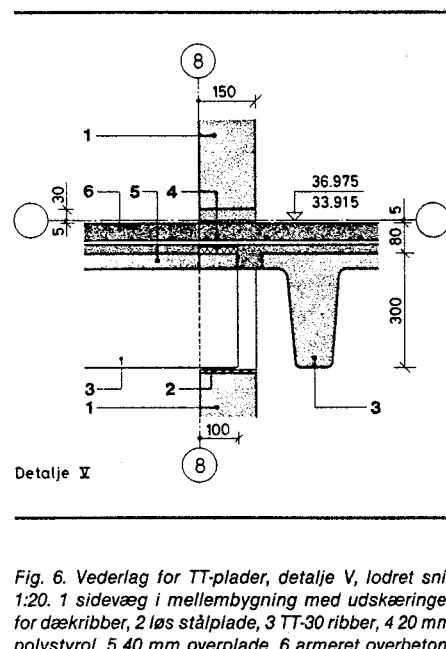
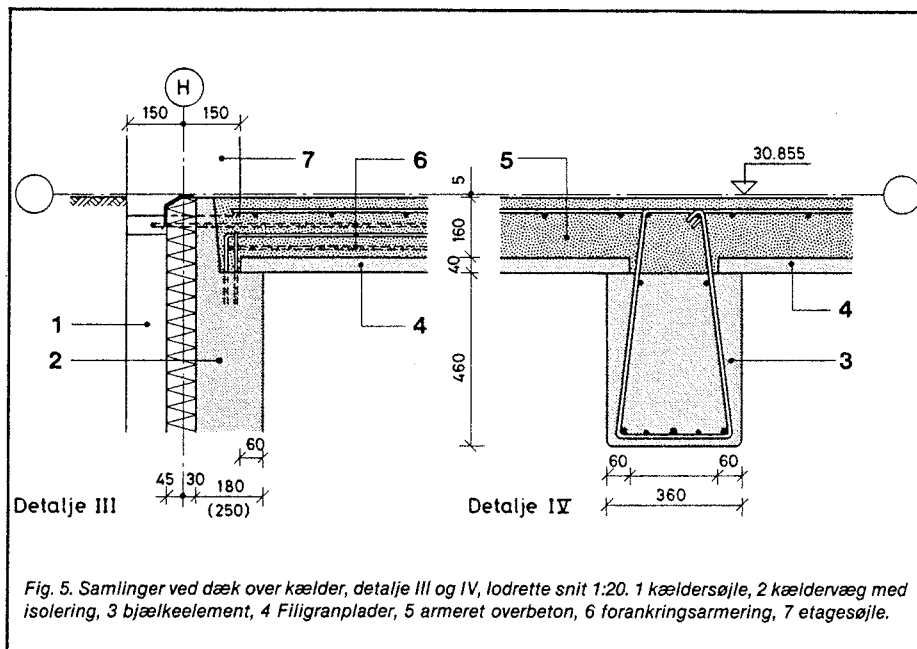
### Altankonstruktionerne

Helgeshøjparkens byggesystem er karakteristisk med sine dybe facade- og gavaltaner, der beskrives i artiklens figur 7 og 8.

Altanopbygningen i facaden består af 60M lange præfabrikerede betonelementer, der understøttes på udkragede ribber fra etagedæk-







Telefon samt stærk- og svagstrøm fremføres i en ca. 300 mm bred vinduesbænk med løs marmorplade; på vinduesbænkens front placeres de nødvendige udtag.

Belysningen er dimensioneret til følgende begyndelsesværdier målt 850 mm over gulv: 275 lux i arbejdsrum, 110 lux i gange og 100 lux i sekundære rum.

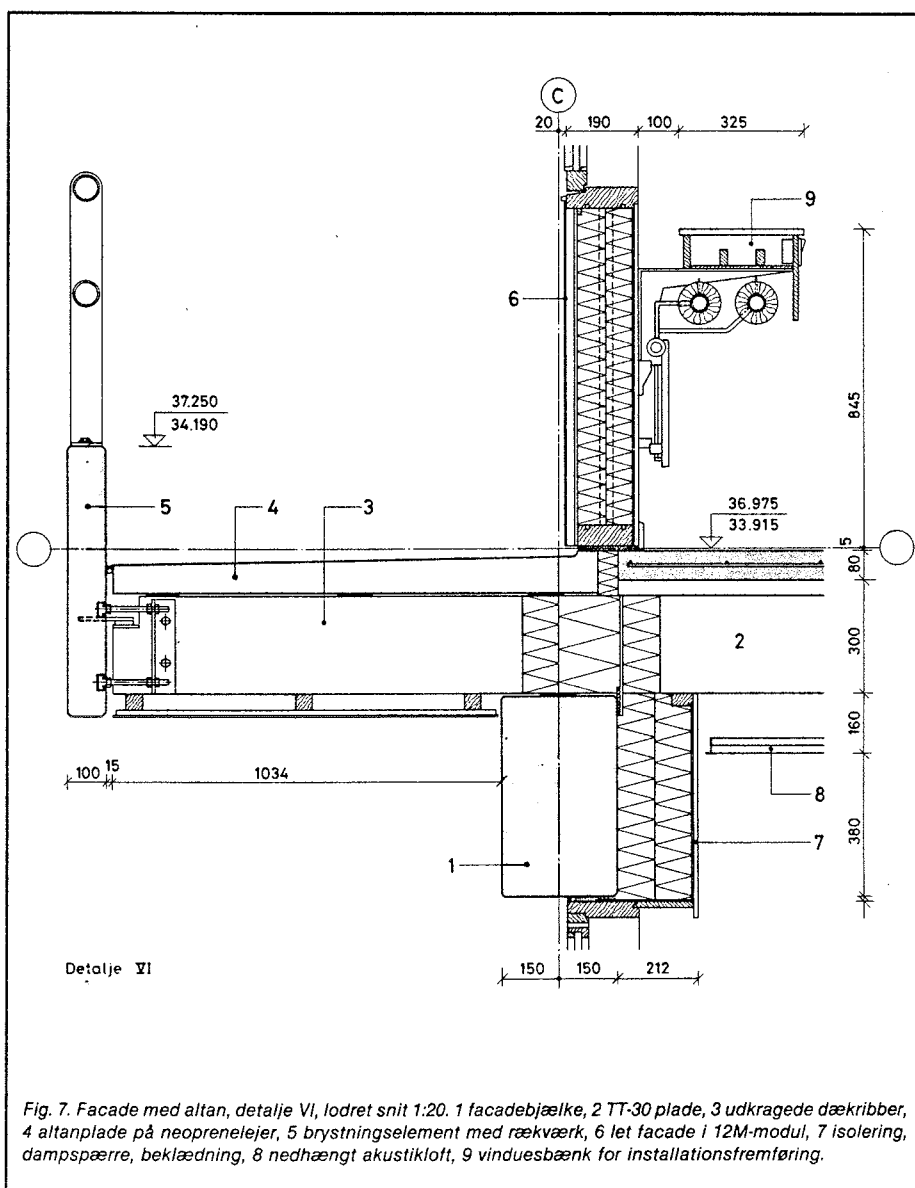
Faste branskabe med fyldte slangevinder op-sættes i overensstemmelse med myndighedernes krav ved den normale anvendelse af de forskellige lejemål.

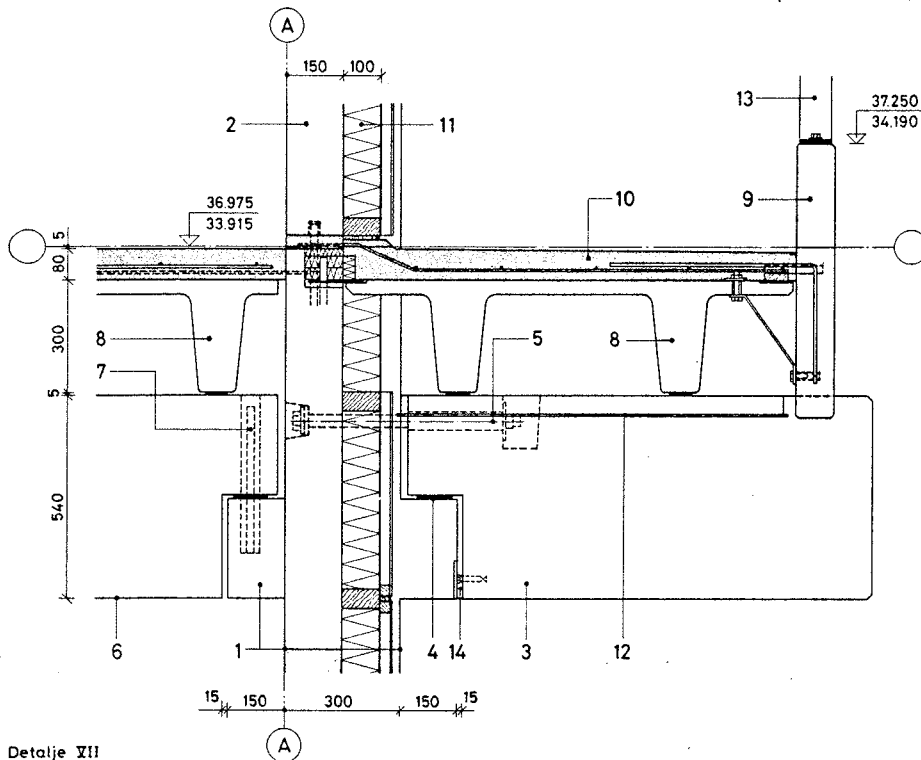
I hver kvadrant installeres normalt 2 stk. hydrauliske elevatorer udført for enten 10 kN gods eller 12 personer; hastighed 0,3 m/sek.

#### Afsluttende bemærkninger

Inden Værdipapircentralens valg af domicil faldt på Helgeshøjparken, havde byggesystemet været underkastet indgående analyser på lige fod med andre systemhuse. Allerede i sommeren 1979 bad centralen det rådgivende ingeniørfirma Birch & Krogboe om at definere fremtidige lokalebehov og at finde frem til hensigtsmæssigt byggeri i en geografisk rigtig placering. Efter en vurdering af byggemuligheder på ialt 13 forskellige placeringer, blev Helgeshøjparken valgt som det byggeri, der opfyldte, eller med simple virkemidler kunne bringes til at opfylde, Værdipapircentralens mangeartede krav til beliggenhed, funktion, forsyningssikkerhed og ikke mindst tidsplanen.

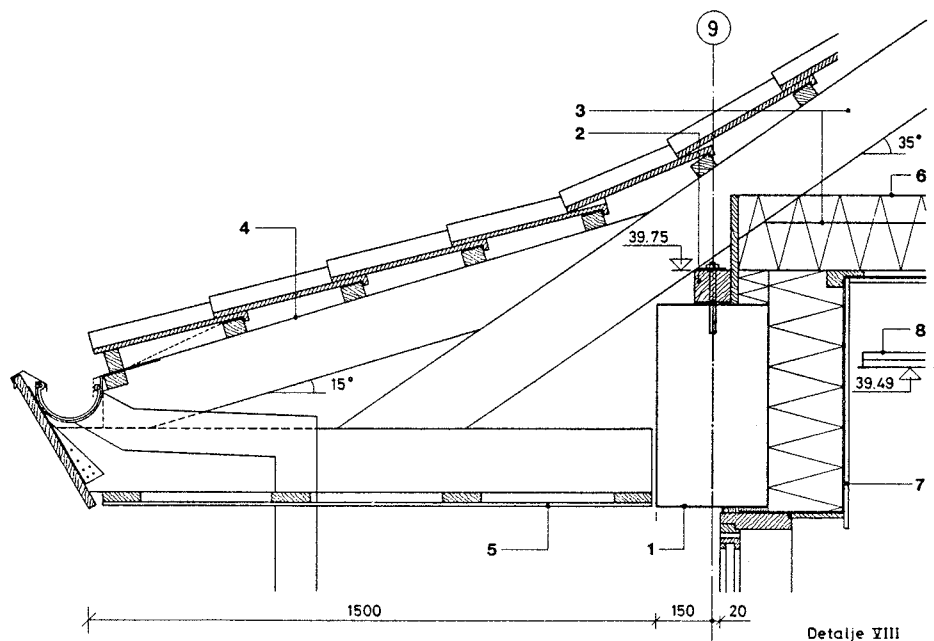
Dansk Totalentreprise blev bedt om at foretage de nødvendige konstruktive ændringer af standardhuset primært af hensyn til omfattende edb-installationer, hvis særintallationer blev styret af Birch & Krogboe. Den 1980-06-27 blev totalentreprisekontrakten underskrevet, og Dansk Totalentreprise opfyldte kontrakten med en byggetid på præcis 10 måneder med overdragelse af kvadrant F den 1981-04-27.





Detalje VII

Fig. 8. Gavl med altan, detalje VII, lodret snit 1:20. 1 gavlspjæle 300 x 300 mm med dobbeltkonsol, 2 betonvægelement, 3 påspændt bjælkeelement, 4 neoprene, 5 2M30 RF-bolte, udsparringer udstøbes, 6 bjælkeelement, 7 R20-dorn, 8 TT-30 plader, 9 brystningselement med indstøbte forankringer, 10 pladstøbt galvaltan, 11 100 mm isolering med eternitbeklædning, 12 eternit på forskalling, 13 stålærkværk, 14 elastisk fug.



Detalje VIII

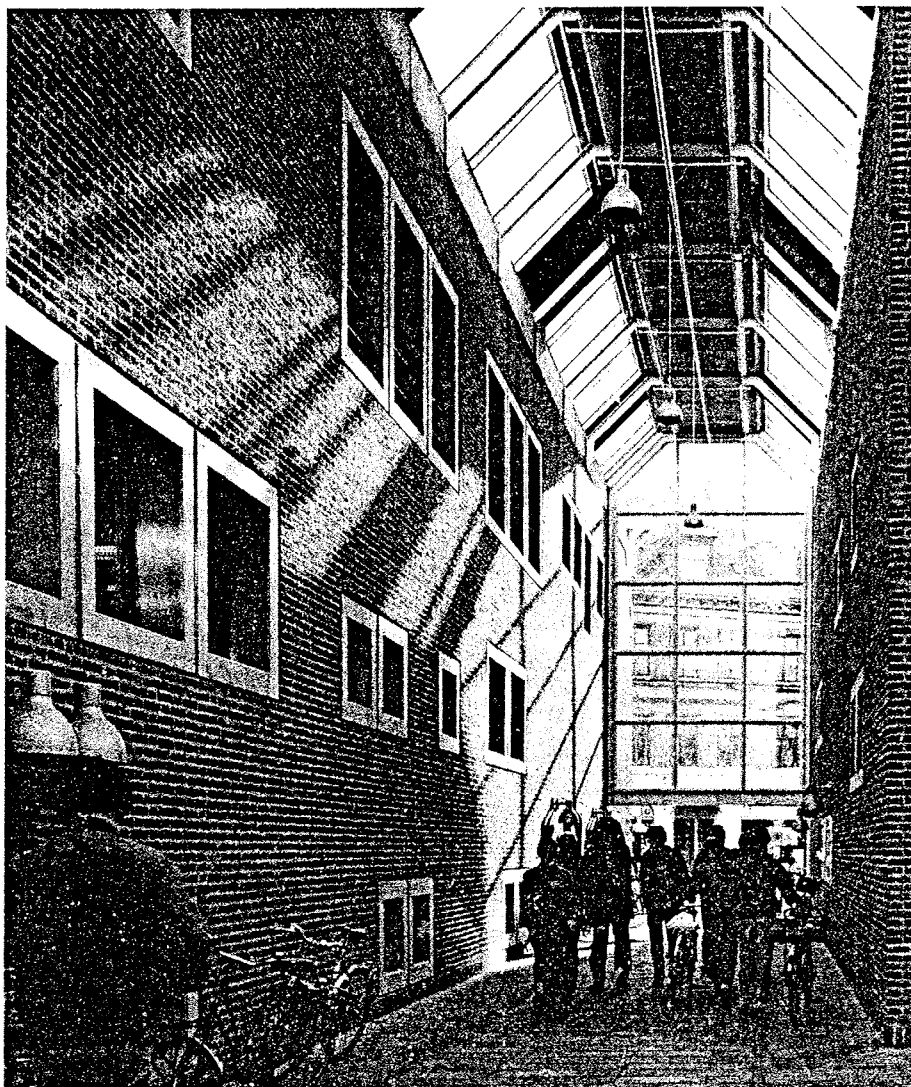
Fig. 9. Tagudhæng, detalje VIII, lodret snit 1:20. 1 facadebjælke, 2 tagrem boltes til bjælke, 3 gitterspær-fag, 4 udhængsspær, 5 eternit på forskalling, 6 gipsplader, forskalling, dampspærre, 200 mm A-batts mod vindbrædt, 7 isolering, dampspærre, beklædning, 8 nedhængt akustik-loft.

Fig. 1. Medborgerhuset set fra arkaden.

Medborgerhuset i Aalborg er et spændende eksempel på en ny dansk arkitektur, med ubehandlede beton- og murflader både ude og inde. Projektet er desuden et eksempel på indpasning af en moderne funktionel bygning i et gammelt byområde med deraf følgende tekniske og byplanmæssige bindinger. Selvom interessen således samler sig om projektets arkitektoniske egenskaber, har »Byggeindustrien« alligevel fundet det væsentligt at medtage huset i serien »Aktuelle Byggerier« og dermed bringe en byggeteknisk beskrivelse af projektet.

af ingeniørdacent Henrik Nissen, DIAB  
tegninger: Grete Hartmann Petersen

DIAB OG SBI BESKRIVER  
AKTUELLE BYGGERIER 67



# Aalborg Medborgerhus

## Beliggenhed

Mellem havneområdet og Nørregade - Nytorv i Aalborg.

## Art og omfang

Byggeriet omfatter et moderne hovedbibliotek med udlåns- og læsesale, musik- og kunstbibliotek, børnebibliotek, studiekredslokaler, mødesal, cafeteria mv., samt en byrådssal med tilhørende udvalgs-værelser. Det samlede etageareal er 12.822 m<sup>2</sup>; bygningen er i 3 etager.

## Bygherre

Aalborg kommune. Arbejderbo har fungeret som bygherrens administrator.

## Arkitekter

Hans Dall og Torben Lindhardtzen.

## Ingeniører

Carl Bro A/S

## Konsulenter

Akustik: Civ. ing. A. E. Wiuff  
Beplantning: Landskabsarkitekt Ole Ubbesen.

## Udførende

Råhusentreprise: Entreprenørfirmaet Rasmussen og Stisager A/S.  
Stålkonstruktioner: V.S.B. Industri- og Stålmontage ApS.  
Glaspartier: Viktoria Facader A/S.

## Opførelsesdata

Pilotering påbegyndt 1. april 1978, råhusentreprise 1. august 1978. Byggeriet var afsluttet i juni 1980 og blev taget i brug 15. september 1980.

## Økonomi

Samlede udgifter til byggearbejder, inventar og omkostninger incl. moms, ca. 75 mio. kr.

## Indledning

Byggesagen Aalborg Medborgerhus startede med en arkitektkonkurrence i 1973, som blev vundet af arkitekterne Hans Dall og Torben Lindhardtson med rådgivende ingeniørfirma Carl Bro som konsulenter. Konkurrencen er beskrevet i »Arkitekten« 1974-13; se litt. 1.

I samme periode, dvs midt i 1970'erne, vandt Dall og Lindhardtson konkurrencen om Aalborg Universitetscenter, og opførelsen af dette anlægs første etaper blev påbegyndt. Der er et tydeligt slægtskab i arkitektur- og materialevalg mellem de to projekter, og der henvises til litt. 2 for yderligere oplysninger herom.

## Byggeprogrammet

Projektet, som er kaldt et »medborgerhus« omfatter to funktioner, nemlig bibliotek og byrådsal. Et moderne hovedbibliotek er i dag en omfattende institution med et stort antal funktioner. Til biblioteket i Aalborg hører således følgende - se figur 2: Udlån, læsesal, kunst- og musikafdeling, børnebibliotek, bibliografisk afdeling, teknisk afdeling, mødelokaler og cafeteria mv. Denne del af medborgerhuset omfatter 10.781 m<sup>2</sup>.

Byrådsafdelingen omfatter en byrådsal, incl. balkon, på 420 m<sup>2</sup> samt diverse udvalgsværelser og møderum mv. Byrådsafdelingen omfatter ialt 1.075 m<sup>2</sup>.

Mellem de to afdelinger findes en overdækket gågade eller arkade, og desuden er der under stueplanen i biblioteket ført en busgade, som forbinder Nytorv med Nørregade. Med disse arealer kommer det samlede etageareal op på 12.822 m<sup>2</sup>.

Bygningen er beliggende i en bydel, hvor der gennem årene er foretaget betydelige indgreb i den gamle bystruktur. Det har været et ønske med projektet at give området en helhedskarakter og forbinde den ældre bydel med havneområdet. Projektet har dannet basis for en lokalplan for området.

## Projektering og planlægning

Det samlede projekteringsforløb er planlagt på basis af den fra honorarreglerne kendte fasemodel med budgetansvar:

1. Konkurrenceprojekt
2. Programprojekt (revideret konkurrenceprojekt)
3. Projektforslag med økonomi og teknik
4. Forprojekt med bygningsdelsoverslag
5. Hovedprojekt
6. Licitation
7. Udførelse med byggeledelse og projektopfølgning.

Hver af ovennævnte faser er afsluttet med et projektmateriale, som bygherrens byggeudvalg har taget stilling til og godkendt. Alle de enkelte aktiviteter, herunder de der krævede bygherrens medvirken og beslutning, er registreret på en hovedtidsplan med nøjagtig angivelse af datoer og sammenhængende beslutningsrækkefølger.

## Byggesystem og -teknik

Medborgerhusets hovedkonstruktioner er udført i jernbeton og stål. I udlånssalen, hvor de største spændvidder findes, er tagkonstruktionen udformet som et stålpladetag, båret af et system af primære og sekundære stålgiitterbjælker, der hviler på stålsøjler, sammensat af 4 ligesidede vinkeljernsprofiler; se figur 3 og 6.

Den øvrige hovedkonstruktion, bestående af søjler, etagedæk, trappehuse mv er udført i jernbeton støbt på stedet. Etagedækkene er bjælkeløse pladedæk, paddehatkonstruktioner, dog med randbjælker langs facaderne, se fig. 4. I byrådsalen med sine 18 m x 18 m spændvidde er tagdækket udført som pladedæk, understøttet af store synlige krydsende jernbetonbjælker. Alle bærende jernbetonkonstruktioner i hovedsystemet er støbt på stedet; mens indmurede betonindfatninger om vinduer og døre og alle murkroner er udført af præfabrikerede betonelementer; se fig. 4 og 5.

Husets facader og hovedparten af de indvendige vægge er udført som udfyldningsmurværk mellem dæk og søjler.

Huset fremtræder med robuste, vedligeholdelsesfrie materialer. Facader og skillevægge er opmurede i rødbrune, blødpresede teglsten med skræbefuger. I stueetagen og i byrådsalen står alle indvendige vægge som blank mur; mens murede vægge i mindre rum er filtsede og hvidmalede.

Facademurværket er opdelt i felter, og mellem disse er der udført glasfacader indsat i mørk, eloxeret aluminium. Aluminiumrammerne er udført med brudt kuldebro, og der er isat 3-lags termoglas. For enderne af arkaden er glasfacaderne dog udført af malet profiljern med et enkelt lag glas.

Tagdækningen på bygningens flade tage er udført med 4-lags built-up på en isolering af 200 mm isoleringsplader.

Ovenlysbånd i udlånssal, i byrådsal, i karnapper, i facader mv udføres som 3-lags termoglas i mørkt eloxerede aluminiumrammer med brudt kuldebro. Der er etableret udvendig solafskærmning ved ovenlys i facadekarnapper.

Udvendige døre udføres som malede stålpladedøre i stålarme. Vinduer er trykimpregnerede trævinduer, i reglen indadgående drejekipssystem. Der er 3-lags termoglas i faste rammer og 2-lags i gående.

I arkaden er udført belægning med betonfliser svarende til belægningen i den ny gågade, Nørregade. Gulvene inde i bygningen er hovedsagelig udført med teglklinker, linoleum, og i byrådsal, udvalgsværelser mv med bouclévævet kokostæppe. I børnebiblioteket er gulvbelægningen korklinoleum. I bogmagasiner og gange i parterreplan er gulvene udført med støbeasfalt.

Udlånssalens loft udgøres af profilerede stålplader, som hviler på stålgiitterdragerne. Disse plader har perforerede flangekanter og indlæg af mineraluld for lydregulering

af rummet. De fleste øvrige rum i bygningen har lofter af nedhængte, perforerede og malede stålplader med mineraluldsindlæg for lydregulering. I byrådsalen er der udført lydregulering ved opmuring af en ekstra skal af mangelhulsten med bagvedliggende mineraluld; se figur 5.

## Modulplanlægning

Bygningen er projekteret over et planlægningsmodulnet på 60M x 60M. Modulnettet kan findes som konstruktionsmodul i byrådsalen, i børnebiblioteket, i den store udlånssal og i flere af kontorafsnittene. På grund af tilpasningen til skelgrænser og naboejendomme mv kommer planlægningsmodulet ikke til udtryk i facaderne. Og da bygningen primært er opført af på stedet støbte og murede konstruktioner, ses modulet også kun undtagelsesvis i bygningens få elementer. Modulnettet, der er nummereret med koordinaterne X0, X5, X10 ... på den ene led og Y0, Y5, Y10 ... på den anden led genfindes på såvel planer som snit og detailtegninger i hele projektet. Se figur 2, 4, 5 og 6.

Koordinationsystemet har også været anvendt ved målafsætningen på byggepladsen, og projektet er således et godt eksempel på nytten af modulkoordineret i projekter, hvor der kun anvendes få præfabrikerede komponenter.

## Installationer

Medborgerhuset er forsynet med traditionelle installationer for VVS-anlæg, el og afløb. Horisontale ledningsføringer er næsten overalt tilgængelige, idet de fremføres over de nedhængte lofter. Hvor skjult rørføring undtagelsesvis er påkrævet, fx. i toilettrum, anvendes præisolerede kobberør.

Bygningen opvarmes med fjernvarme fra Aalborg kommune. Varmeanlægget er opdelt i 6 zoner svarende til funktionsområderne parterre-nord, udlånssal, teknisk afdeling og administration, parterreplan-syd samt børnebibliotek og kantine, studiekredse og byrådsafdeling samt cafeteria. Hver zone styres med automatik, og alle radiatorer og konvektorer er forsynet med termostatventiler.

Ventilationsanlægget er opbygget af 2 luftbehandlingscentraler placeret i henholdsvis teknikrum-nord, der i det væsentlige forsyner bygningen nord for busgaden og teknikrum-syd, der bl. a. forsyner byrådsalen mv. Anlægget er zoneopdelt efter samme princip som varmeanlægget, således at indblæsningen til de enkelte zoner kan stoppes helt eller delvis i perioder, hvor de pågældende områder ikke benyttes.

Anlæggene er forsynede med varmegenvindingsenheder, således at en væsentlig del af varmeindholdet i afkastningsluften kan overføres til den indtagne friskluft.



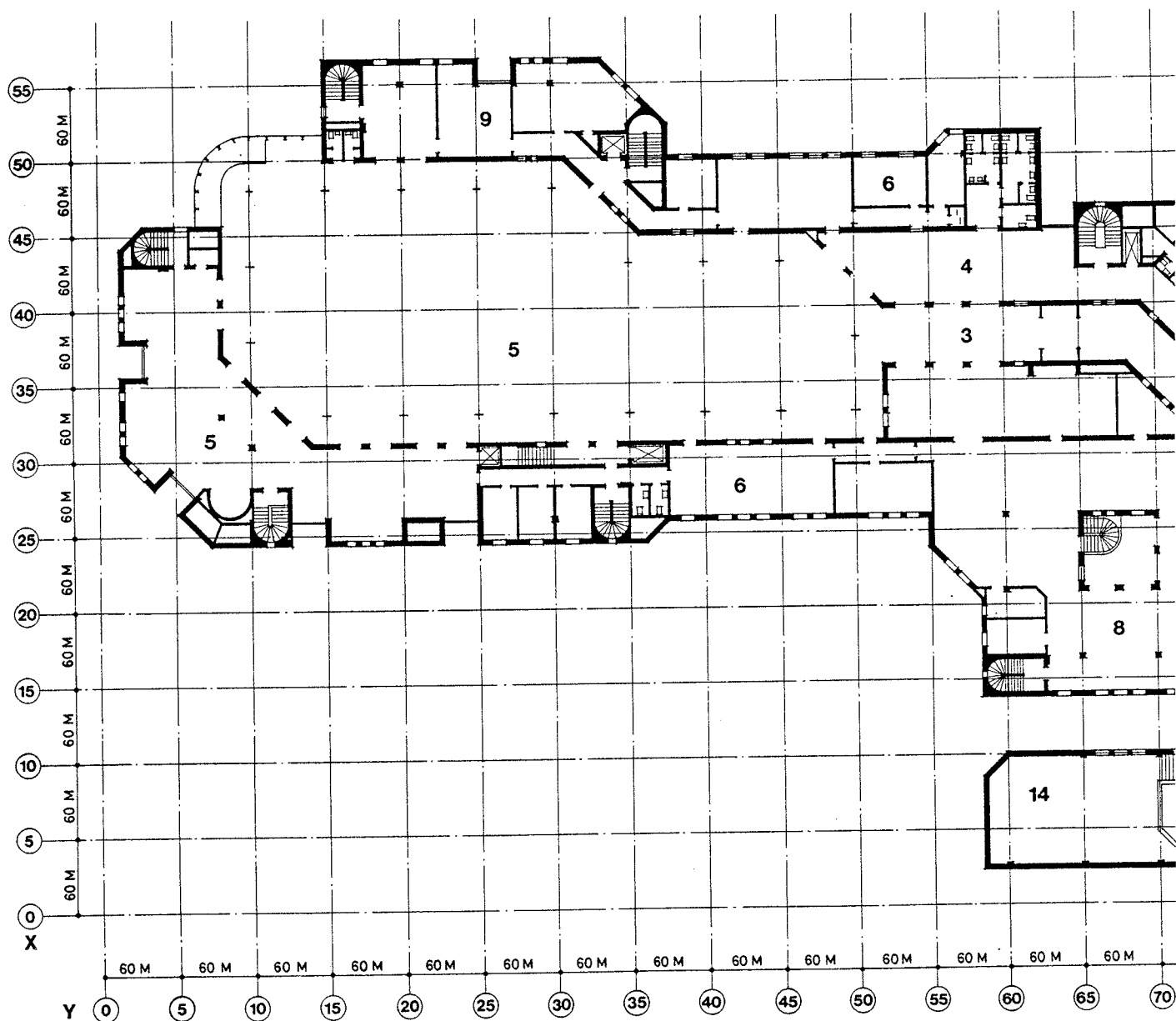


Fig. 2. Stueplan, mål 1:500. 1. Byrådssal. 2. Udvalgsværelser. 3. Forhal. 4. Skranke. 5. Udlånssal. 6. Kontorer. 7. Børnebibliotek. 8. Læsesal. 9. Bibliografisk afdeling. 10. Arkade med torv. 14. Foredragssal. 17. Cafeteria.

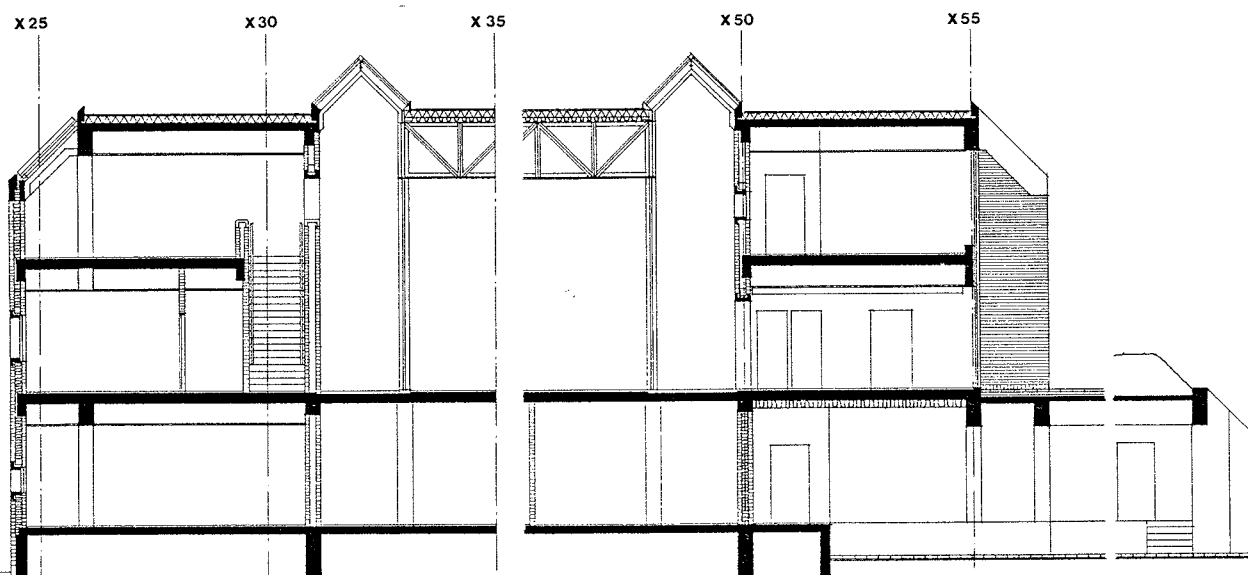


Fig. 3. Typisk tværsnit i udlånssal mellem modullinier Y25 og 30. Mål ca. 1:200.

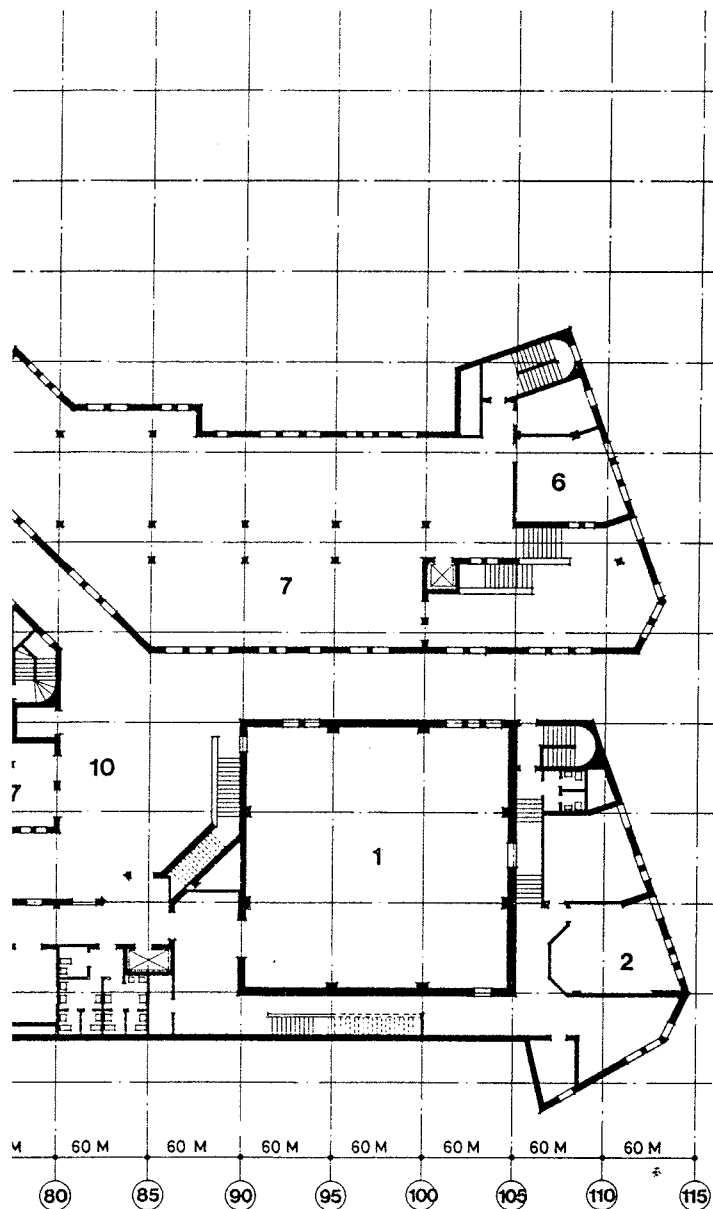
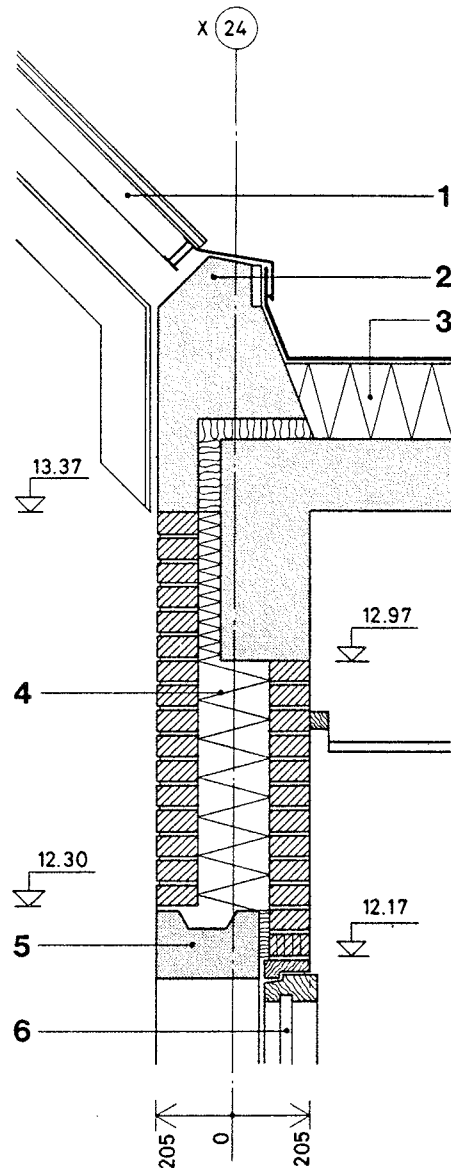


Fig. 4. Lodret snit i ydervæg og ovenlys ved udlånsal. Mål 1:20. 1. Ovenlys. 2. Murkrone af beton. 3. Isolering, 200 mm. 4. Hulmur, 410 mm. 5. Vinduesindfatning af beton. 6. Trævindue.



## Brandforhold

Bygningen er fuldsprinklet, idet sektionsarealerne overstiger de tilladte 600 m<sup>2</sup>. End- og i arkaden er der installeret sprinkleranlæg, dels fordi nabobygningerne kun ligger 4 m fra hinanden, dels fordi der i arkadeområdet kan tænkes arrangeret udstillinger, boder og andre arrangementer med stor brandbelastning.

Bygningen er i øvrigt opdelt i brandsektioner efter nærmere forhandlinger med brandmyndigheden, og der er installeret nød- og panikbelysningsanlæg samt røgdetektoranlæg incl. automatik for lukning af branddøre.

Den bærende hovedkonstruktion af stål i udlånsområdet, se figur 6, er udført med brandbeskyttende maling, således at konstruktionen kan godkendes som BS 60.

Bygningen er i øvrigt med sine mur-

beton- og stålkonstruktioner næsten 100% opført af ubrændbare materialer; men brandbelastningen i de forskellige biblioteks- og udstillingslokaler mv kan være særdeles høj. Der er derfor udført et omhyggeligt arbejde med bygningens brandsikring, og det kan nævnes som et kuriosum, at bygningen med dens relativt begrænsede areal indeholder ialt 25 trapper; hvoraf flere er udført som brandtrapper og nødudgange efter krav fra myndighederne.

## Erfaringer fra byggepladsen

Råhusentreprisen påbegyndtes som nævnt 1. august 1978, og dette betød, at hovedparten af betonarbejdet blev udført i vinteren 1978/79. Denne vinter var hård, og det var nødvendigt at udføre ret omfattende vinterforanstaltninger. Der støbtes beton ned til udetemperaturer omkring minus 15°; men

det kunne ikke undgås, at vinteren medførte en betydelig forsinkelse.

Hele betonkonstruktionen er udført uden dilatationsfuger efter ønske fra arkitekten. På grund af støbeskel og den relativt lange tid, der forløb mellem støbningen af bygningens nord- og sydafsnit, en strækning på ca. 120 m, er hovedparten af betonens svind åbenbart overstået, inden opmuringsarbejdets påbegyndelse. Det er i hvert fald et faktum, at man i den færdige bygning kun har fundet helt ubetydelige svindrevner i murværket. Det rustikke, blanke murværk skjuler nok mindre bevægelser; men til gengæld er de fildede, hvidmalede murflader, der findes i hovedparten af væggene på første sal, særdeles afslørende for svind- og temperaturbevægelser. Alligevel er der kun observeret få og helt ubetydelige revner i murværket.

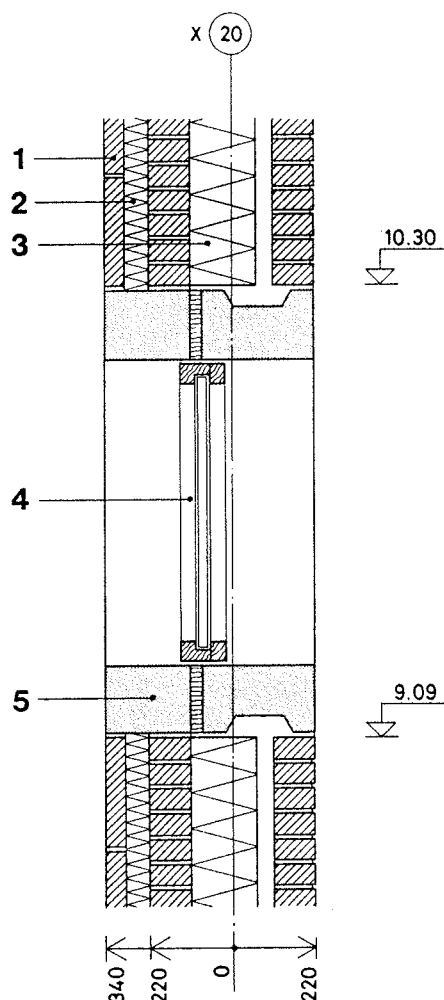


Fig. 5. Lodret snit i ydervæg og vindue i byrådsal. Mål 1:20. 1. Indvendig skalmur af mangehulsten. 2. Mineraluld. 3. Hultmur, 440 mm. 4. Trævindue. 5. Vinduesindfatning af beton.

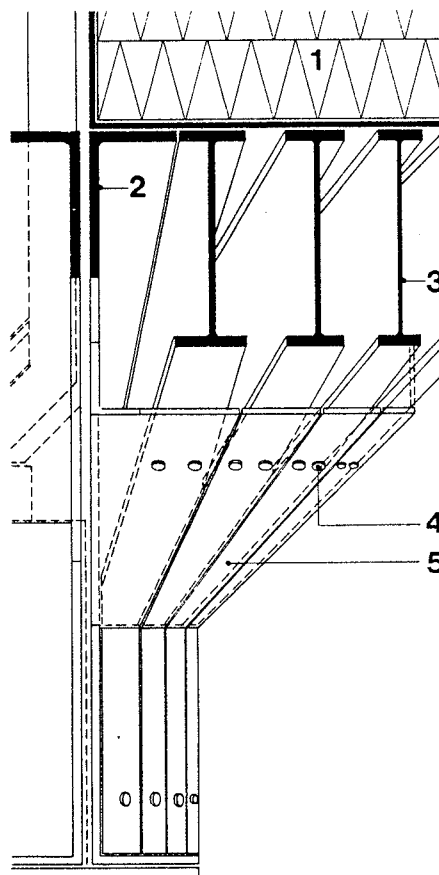


Fig. 6. Lodret og vandret snit i stålkonstruktion ved hjørnesøjle i udlånssal. Mål 1:10. 1. Tagisolering, 200 mm. 2. L 140 x 200. 3. IPE 200. 4. M10 maskinskrue. 5. Stålblade, 6 mm.

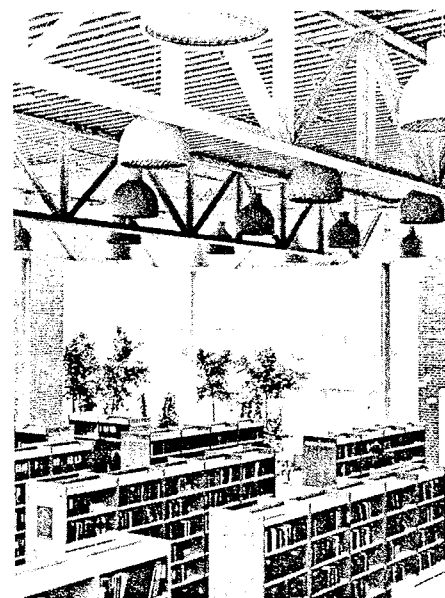


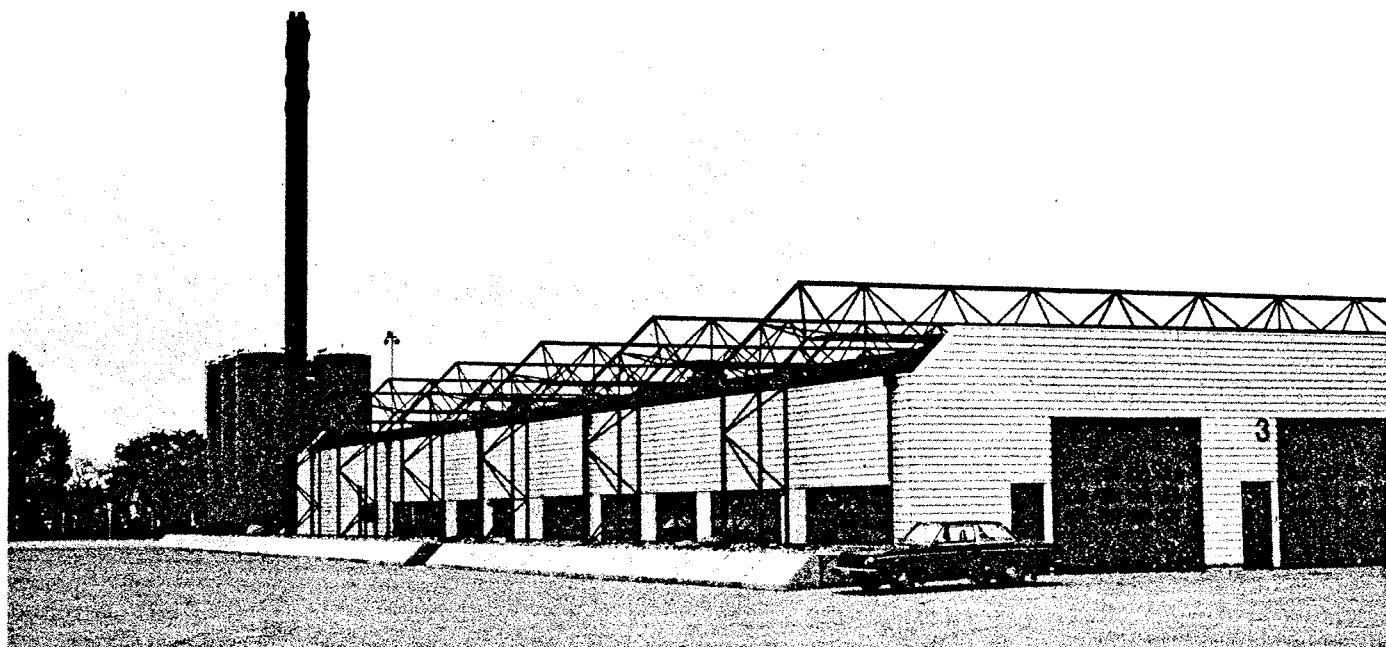
Fig. 7. Interiør fra udlånssal.

#### Afsluttende bemærkninger

Arkitekterne Dall og Lindhardtzen har fortsat succesen fra Aalborg med endnu et bibliotek, som netop er blevet færdigt i Holstebro. Også i denne bygning dominerer det rustikke murværk, mens betonen er forsvundet fra facaderne. Der går således en klar linie fra AUC-projektet over Aalborg Medborgerhus til biblioteket i Holstebro: På AUC indrammes facademurværket af søjler og bjælker i beton; på Medborgerhuset ses betonen kun som indramning af vinduer og døre, og Holstebrobiblioteket fremtræder som et rent muret hus.

#### LITTERATUR

1. Arkitekten 1974 nr. 13: Konkurrence om hovedbibliotek i Aalborg.
2. Arkitektur 1978 nr. 8: Aalborg Universitetscenter.



DIAB og SBI beskriver AKTUELLE BYGGERIER 68

af lektor, civilingeniør Ejnar Søndergaard, DIAB  
tegninger: Grete Hartmann Petersen

# Busanlæg for Århus Sporveje

## Beliggenhed:

Jegstrupvej ved Skanderborgvej i Hasselager, sydvest for Århus.

## Art:

Busanlæg bestående af værkstedsbygning, klargøringsbygning og opstillingshal samt brændstofanlæg.

I bygningerne indgår forskellige servicenum, værksteder, folkerum, kantiner m. v.

## Størrelse:

Værkstedsbygning : 3.318 m<sup>2</sup>  
Klargøringsbygning : 2.085 m<sup>2</sup>  
Opstillingshal : 8.068 m<sup>2</sup>  
Brændstofanlæg : 6 olietanke  
å 75 m<sup>3</sup>

## Bygherre:

Århus sporveje

## Arkitekt:

C. F. Møllers Tegnestue, Århus

## Rådgivende ingeniør:

Rambøll & Hannemann, Rådgivende ingeniører A/S, Århus.

## Entreprenører:

Jordarbejde:  
Jord & Beton A.m.b.A., Århus

## Beton- og murer:

A/S V. Knudsen, Århus

## Stålkonstruktion:

BCV-Stål ApS, Viborg

## Tag- og ydervægge:

A.E. Stålmontage Aalborg ApS

## Støvring

## Porte:

Crawford Door A/S, Brabrand

## Tømrer og Snedker:

Hustømmerne A/S, Århus

## Maler:

Sjøreen & Co. A/S, Århus

## VVS:

Beder Blikkenslager, vand-  
varme- og sanitetsforretning  
A/S, Beder

## Sprinkler:

Svend Erik Laursen A/S, Viby

## Ventilation:

TUBO TEC A/S, Århus

## El:

Nordelektro A/S, Højbjerg

## Olielager:

Ludvigsen & Hermann A/S, Viby

## Opførelsesdata:

Jordarbejde påbeg. 13. aug. 1979  
Hovedlicitation 22. oktober 1979  
Anlægget afleveret 21. juni 1981

## Økonomi:

Total entreprisesum:

32,7 mill. kr. excl. moms og omkostninger.

Heraf jordarbejde:

1,4 mill. kr.

beton- og murer:

11,0 mill. kr.

stålkonstruktion:

3,4 mill. kr.

tag- og ydervægge:

7,5 mill. kr.

porte:

0,6 mill. kr.

tømrer- og snedker:

1,2 mill. kr.

maler:

0,4 mill. kr.

VVS:

2,0 mill. kr.

sprinkler:

1,0 mill. kr.

ventilation:

1,4 mill. kr.

el:

1,5 mill. kr.

olielager:

0,8 mill. kr.

Det kommunale busselskab Århus sporveje har i de senere år udvidet busparken betydeligt, dels på grund af den almindelige vækst i passagertallet i den kollektive trafik, og dels på grund af overtagelsen af tidligere privat drevne ruter. Århus sporveje råder i dag over ca. 230 busser.

Selskabets anlæg på Gustav Holms Vej i den nordlige del af Århus omfattende værksteds-, klargørings- og opstillingshaller samt administrationsbygning er kun beregnet til en buspark på 120, og det har derfor været nødvendigt at bygge et nyt supplerende anlæg. Dette anlæg er valgt placeret i Hasselager ved Skanderborgvejen i den sydvestlige del af byen. Det nye anlæg har ligeledes en kapacitet på 120 busser.

Det nye busanlæg omfatter 3 bygninger: En værkstedsbygning, der er 83,4 m lang og 32,4 m bred, en klargøringsbygning, der er 62,4 m lang og max 36,6 m bred samt en opstillingshal med længden 134,6 m og en max. bredde på 65,5 m. Den anførte bredde af klargøringsbygning og opstillingshal inkluderer sidebygninger.

I værkstedsbygningen er vedligeholdelsesarbejdet på busserne baseret på en ligelig fordelt anvendelse af grave og to-søjlede vognløftere. Endvidere er indrettet anlæg

for undervognsrens samt diverse værksteder og servicorum.

Klargøringsbygningen omfatter tre vaske- og rengøringsbaner for busser, anlæg for brændstoftopfyldning og kontrol af olie og vand, diverse værksteder og folkerum samt kedelcentral. Ved klargøringsbygningens østgavl er placeret et brændstoflager bestående af 6 lodretstående cylindriske ståltanke, der hver rummer 75 m<sup>3</sup>. Fem af tankene er for motorgasolie, mens den sjette er for fyringsgasolie til opvarmningsformål.

I opstillingshallen er der plads til garage-ring af 100 busser. Hallen er proportioneret efter busser af størrelsen 12 x 2,5 m. I gulvet er der indrettet kanaler med spalter for udsugning af udstødningsgasser. Ind- og ud-kørsel foregår gennem 4 stk. 8 m brede automatisk virkende hejseporte. I en sidebygning til opstillingshallen er indrettet kontorer og opholdsrum m. v. for det kørende personale samt et undervisningslokale.

#### Bygningernes hovedkonstruktion

Den bærende hovedkonstruktion for de tre bygninger er på flere måder utraditionel. Hovedsystemet udgøres af rumlige gitterrammer af Corten stål anordnet uden for bygningen. Det er pudsigt at bemærke, at

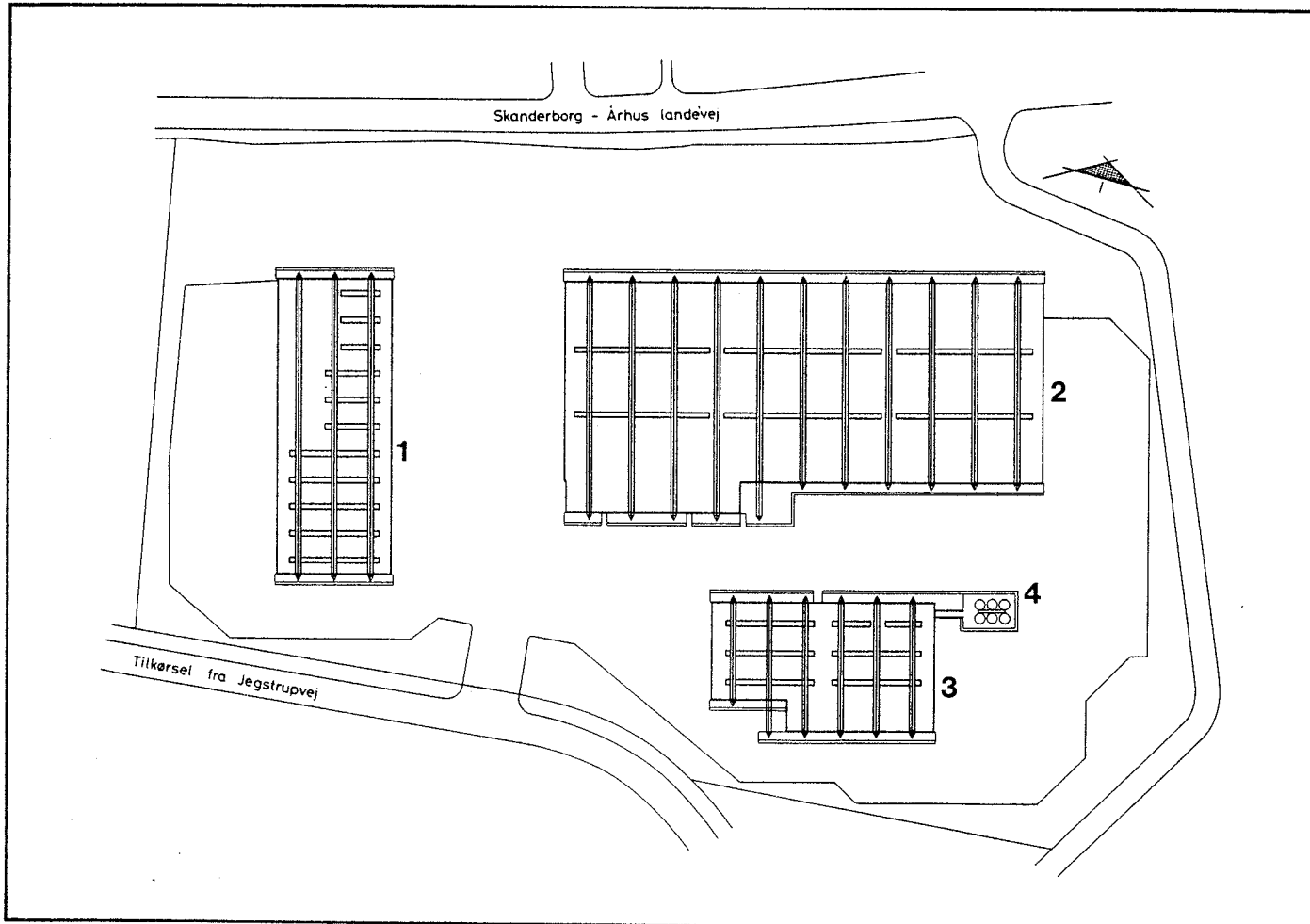
bygningerne på Århus sporvejes ældre anlæg på Gustav Holms Vej ligeledes har de bærende hovedkonstruktioner uden for bygningen. Mange byggefolk vil huske professor Hannemann's busgarage med de elegante udvendige betonbuer og de skråt anordnede hængestag. Også de noget nyere bygninger på Gustav Holms Vej har den bærende konstruktion anbragt udvendigt - der er her benyttet en rammekonstruktion i forspændt beton

Der er flere grunde, der kan motivere, at den bærende hovedkonstruktion er placeret udvendigt også i det nye Hasselageranlæg. I vore energiknappe tider er det en indlysende fordel, at loftshøjden i bygningerne ikke er større end nødvendigt, således at man undgår opvarmning og ventilation af overflødig bygningsvolumen. Endvidere har myndighederne stillet krav om en begrænsning af bygningernes højde. Og endelig har det været arkitektens ønske, at bygningerne skulle fremtræde som lave, lette bygninger.

Gitterrammerne er udformet med trekantet tværsnit og opbygget af rør i Corten stål. Rammerne er anordnet således, at trekanten i tværsnittet har to flanger nærmest bygningen og en flange væk fra bygningen.

Corten er et stål, der er rusttrægt og som

Fig. 1. Situationsplan 1:2000. 1. Værkstedsbygning. 2. Opstillingshal. 3. Klargøringsbygning. 4. Brændstofanlæg. På bygningerne er vist de udvendige gitterrammer, der er orienteret nord-syd, samt de tværgående ovenlysbånd.





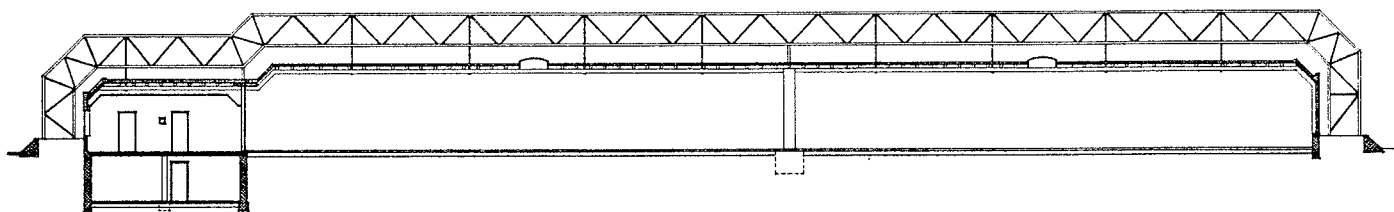


Fig. 2. Tværsnit af opstillingshallen. 1:400.

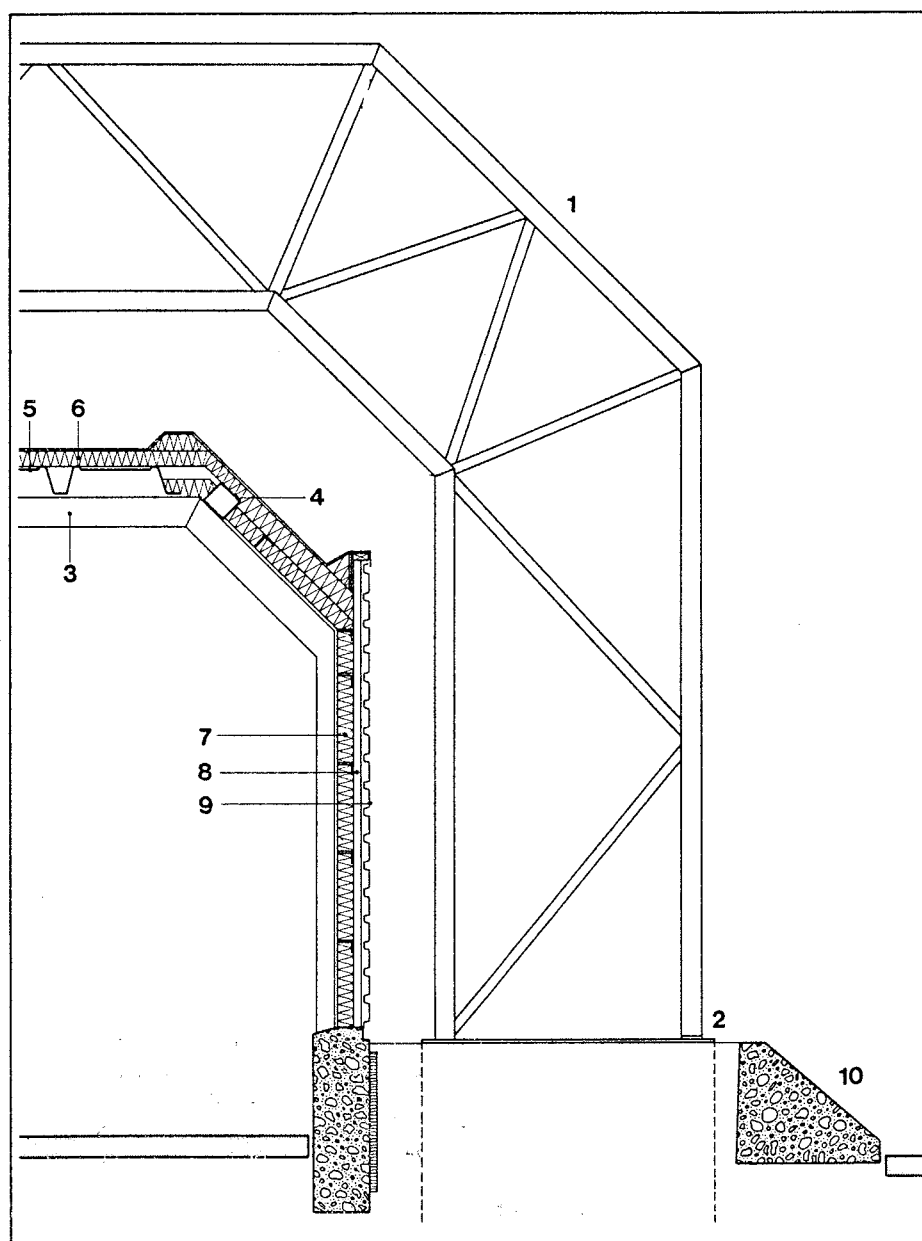


Fig. 3. Tværsnit af tag/facade. 1:50. 1. Gitterramme af Corten stål. 2. Yderste flangerør er ikke ført helt til fodpladen, hvorved opnås charniervirkning ved rammefoden. 3. Sekundær tagbjælke RHS 200 × 200 × 10. 4. Langsgående RHS-profil 200 × 200 × 6,3. 5. Korrugerede tagplader Plannja TRP 200. 6. Mineraluldisolering med papdækning. 7. Stålpladekassetter med 100 mm mineraluld. 8. Galvaniserede Z-tyndprofiler, h = 55 mm. I mellemrummet her er indlagt 50 mm mineraluld. 9. Facadeplader Robertson BR 36. 10. Bastion.

derfor kan stå uden korrosionsbeskyttelse. Det benyttede stål har en flydespænding på 340 N/mm<sup>2</sup> og en trækstyrke på 480 N/mm<sup>2</sup>. Stål med tykkelse over 13 mm er normaliseret, og alt Corten stål er leveret med garanti for slagsejhed ved +20°C.

I alle tre bygninger er gitterrammerne orienteret nord-syd, se situationsplanen. Dette medfører, at rammerne over værkstedsbygningen spænder »på den lange led«. Imidlertid er rammerne i denne bygning understøttet af betonsøjler anbragt omtrent i femtedelspunkterne svarende til mellemunderstøtning pr. 15 m. I klargøringsbygningen er rammerne mellemunderstøttet i 2 punkter af stålsøjler udformet som gitterrøg. Endelig er rammerne i opstillingshallen understøttet af betonsøjler i midtpunktet. Dette svarer til et frit spænd på ca. 30 m.

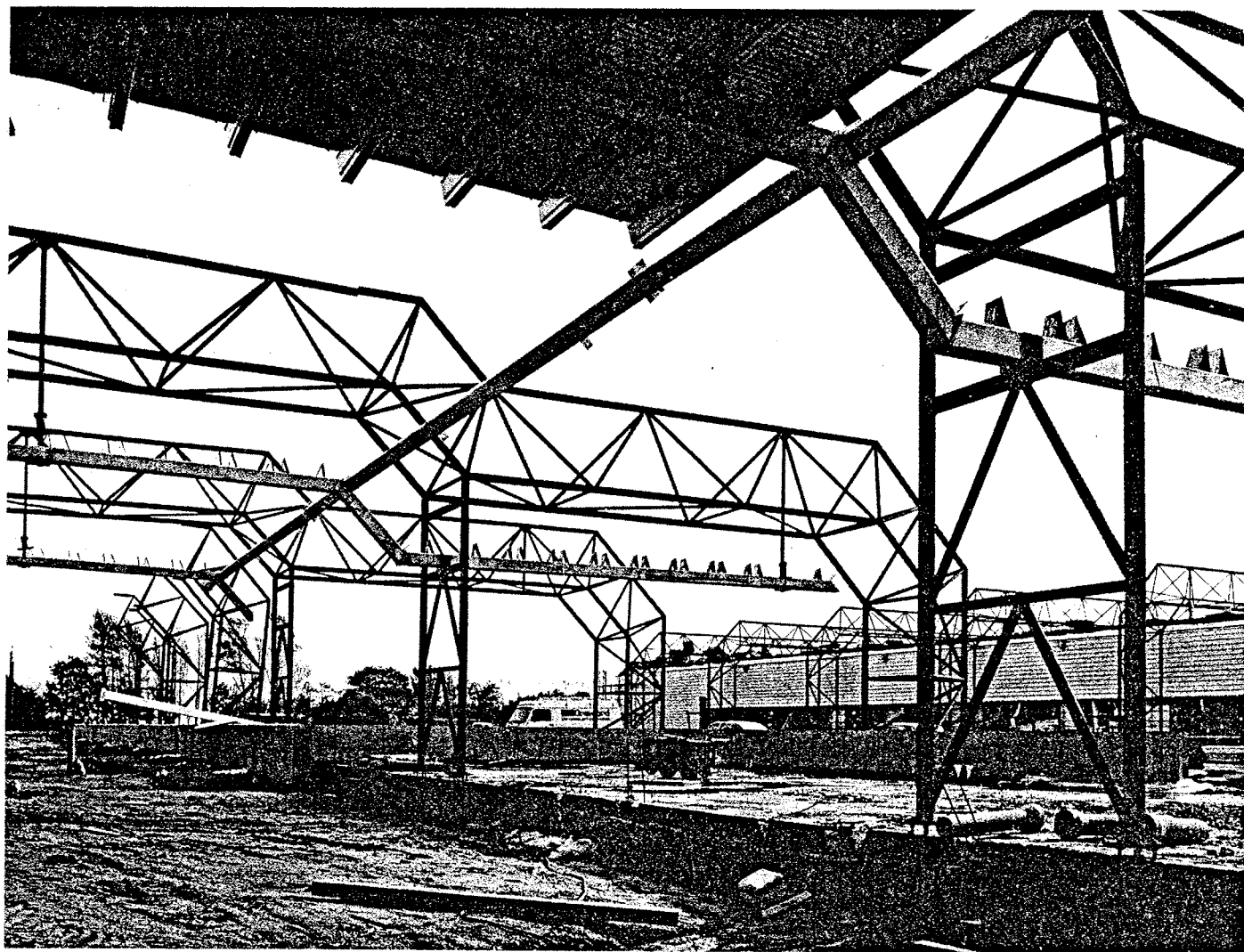
Hvor bygningerne er forsynet med lavere tilbygninger, er der anordnet tilsvarende lavere partier af gitterrammerne.

Rammeafstanden er 10 m i værksteds- og klargøringsbygningen og 12 m i opstillingshallen. Gitterkonstruktionen er udført med direkte svejste knudepunkter uden anvendelse af knudeplader. Rammerne er i statisk henseende anordnet med fodcharnierer. Disse er konstruktivt udført ved, at kun de flanger, ved hvilke gitterudfyldningen slutter foruden, er ført til fundamentet. De øvrige flanger slutter lidt over fundamentet og er kun ført med ned i det sidste gitterfag af hensyn til gitterets udseende. Alle flangerør er 127 mm rør, mens gitterudfyldningen er 76,1 mm rør. Godstykkelsen af rørene varierer afhængigt af stangkræfterne i gitteret.

Fundamenterne for bygningerne er overalt direkte funderede.

#### Den sekundære tag- og facadeproduktion

Direkte under hver gitterramme er anordnet et RHS-profil 200 × 200 × 10, som udgør den sekundære tagkonstruktion. RHS-profilerne er via stålstropper ophængt i gitterrammerne, idet stropperne er ført gennem tagbeklædningen og op til knudepunkter i



Opstillingshallens stålkonstruktion under montage. De tre gitterrammer i forgrunden er forlænget ud over en lavere tilbygning. I skillevæggen understøttes rammerne af pendulsøjler udformet som gitteråg. De sekundære tagbjælker (RHS-profiler) er ophængt i gitterdrageren i stålstrøpper. På RHS-profilerne er monteret stole for de korrugerede tagplader. Et langsgående RHS-profil ved overgangen til det skrå stykke skal understøtte sekundære facadesøjler i fagenes trediedelspunkter. Disse søjler er ikke monteret på billedet. Et montagestød i rammeoverflangen er endnu ikke svejst. Som det ses, er tagpladerne ført ud over vederlagsbjælkerne og stødt et stykke ude i taget, med andre ord er der benyttet en gerberkonstruktion. Klargøringsbygningen i baggrunden er færdigmonteret. Foto. Thomas Pedersen og Poul Pedersen, Århus.

den øverste gitterflange, se figur 5. RHS-profilerne har ved facaderne en skrå afslutning, der svarer til den afvalmede form af taget og er forbundet til sekundære facadesøjler af RHS 200 × 100 × 5.

I facaderne er yderligere anordnet sekundære søjler i trediedelspunkterne af hovedfagene. I opstillingshallen, hvor afstanden mellem hovedrammerne er 12 m, er der således sekundære facadesøjler pr. 4 m. Disse mellemsøjler understøttes foroven af et langsgående RHS-profil 200 × 200 × 6,3, der spænder 12 m mellem hovedlinierne og er anbragt på de tværgående RHS-profilers skrå stykke.

#### Tag- og facadebeklædning

Som det fremgår af ovenstående er afstanden mellem de nedhængte RHS-profiler i taget 12 m (i værkstedsbygning og klargøringsbygning dog 10 m). Der er ingen langsgående åse i bygningerne - tagpladerne spænder

de fulde 12 henholdsvis 10 m mellem RHS-profilerne.

Som tagplader er anvendt galvaniserede korrugerede stålplader af typen Plannja TRP 200, hvis maksimale spændvidde netop er 12 m. Pladerne er »dobbel-korrugerede«, idet der er en kraftig langsgående korrugering med bred overflange og smal underflange. Den brede overflange er igen forsynet med en svagere korrugering i tværretningen. TRP 200 kan i og for sig opfattes som en plade, hvor korrugerede tagplader og letåse er integreret i en enhed. Pladerne kræver, at vederlagsbjælkerne - her RHS-profilerne - forsynes med specielle stole til afstivning af profilkroppene mod foldning fra vederlagsreaktionen. I værksteds- og klargøringsbygningen er monteret TRP 200 med perforering for akustisk regulering.

Over tagpladerne er udlagt mineraluldsisolering, bestående af nederst 30 mm pladebatts nr. 3, derover 90 mm A-tagplade og

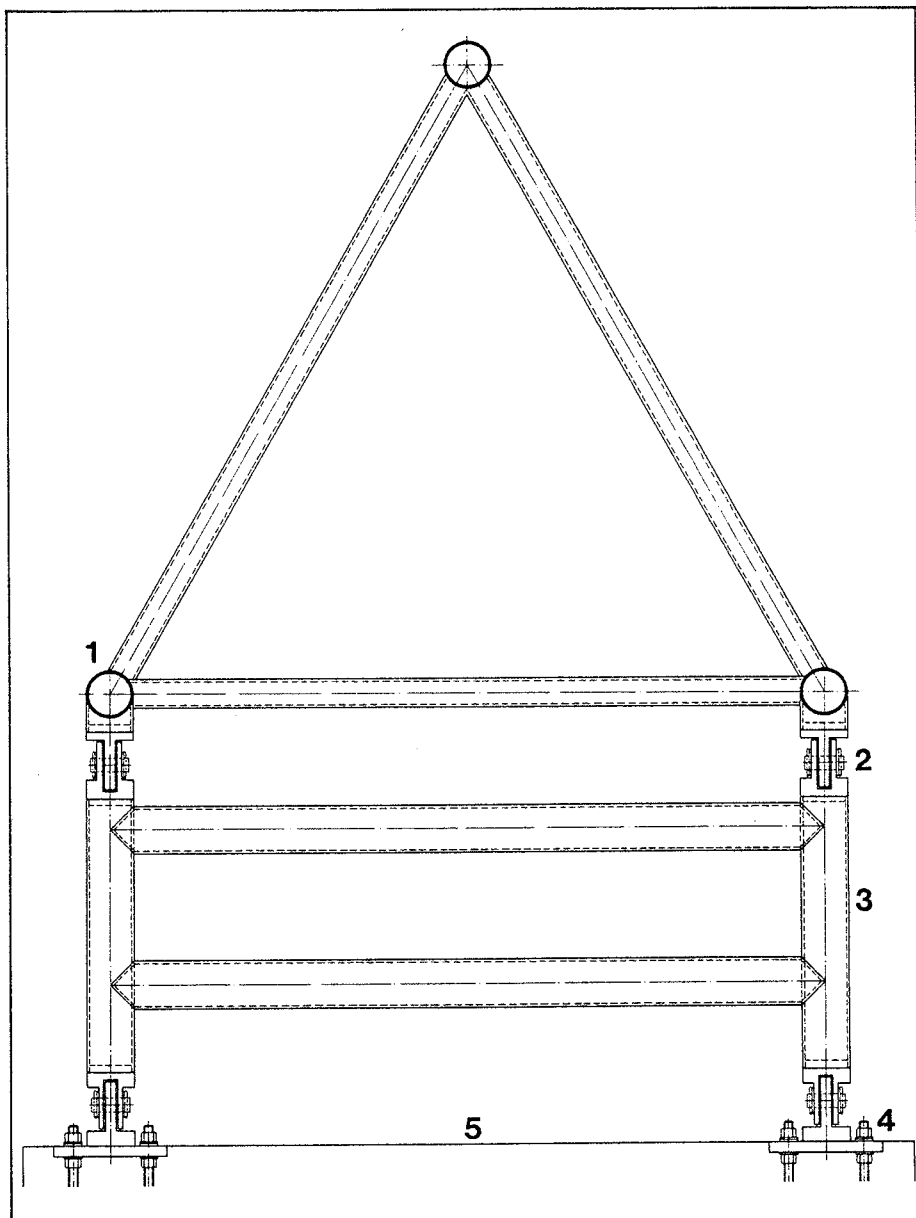
øverst 100 mm lametagplade. Over opstillingshallen er der dog kun oplagt de 100 mm lametagplade. Under isoleringen er placeret en damptæt membran med en PAM-værdi på min. 10.000. Hvor der er benyttet tagplader med akustisk perforering, er membranen dog anbragt 30 mm oppe i isoleringen af hensyn til den dæmpende effekt. Det samlede isoleringslag er fastgjort mekanisk til stålpladetaget med stålstifter.

Tagopbygningen er afsluttet med tagpapkledning. Første lag pap er påklæbet lametagpladerne fra fabrikken.

Tagfladen er ikke forsynet med hætter for ventilering af isoleringen, idet stropgennemføringerne virker som ventilering.

I tagfladerne er indlagt et antal EVERLITE dobbelte, hvælvede PVC-lyspaneler med en bredde på 150 cm. I en del af lyspanelerne er etableret røgventilation, idet de pågældende sektioner ved en rumtemperatur på 90°C åbnes og giver fri røggenmængde.

Fig. 4 Tværsnit af gitterramme ved mellemunderstøtning. 1:20. 1. Gitterramme med flangerør,  $D = 127$  mm og diagonalrør,  $D = 76,1$  mm. 2. Charnier med dorn  $\varnothing 36$ . 3. Understøtningsålg af rør,  $D = 127$  mm. 4. Fodplade,  $t = 20$  mm, med 4 bolte M 24. 5. Overside af betonkonsol på mellemsøjle.



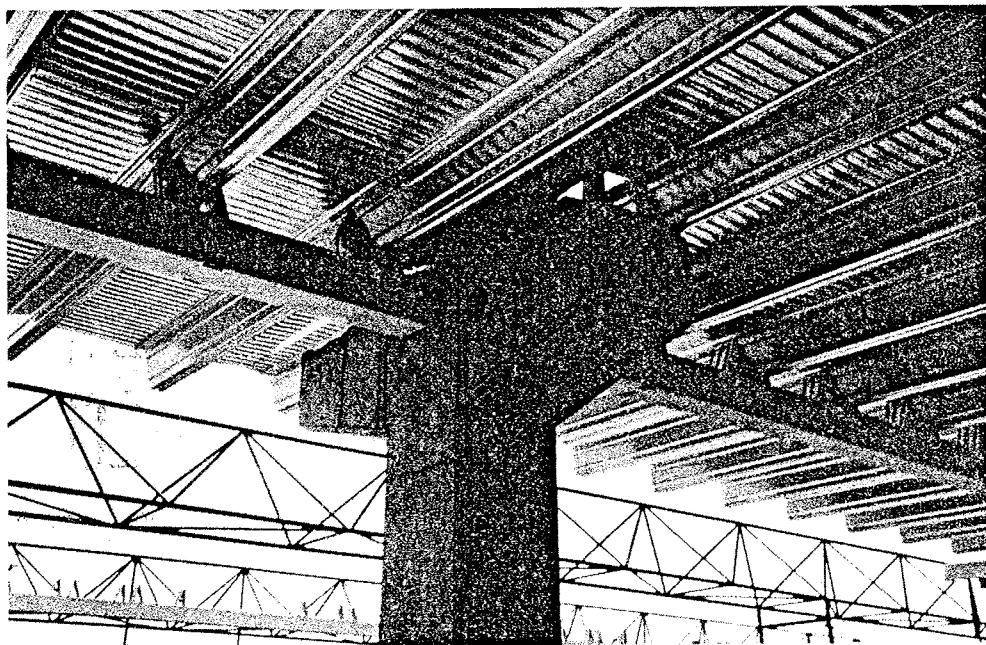
I væggene er der inderst anbragt vandrette stålpladekassetter udfyldt med 100 mm mineraluld og understøttet af de ovenfor omtalte sekundære facadesøjler.

Udenpå kassetterne er påsat lodrette galvaniserede 55 mm Z-profiler pr. 90 cm, og herpå er yderbeklædningen fastgjort. Denne består af korrugerede plader af typen Robertson BR 36 og er anbragt med korrugeringsen vandret. I mellemrummet mellem kassetter og yderbeklædning er indlagt 50 mm mineraluld, dog ikke i opstillingshallen.

#### Diverse bygningsarbejder

Alle tre bygninger er udstyret med sprinkleranlæg (vådt anlæg) udført efter »Normal risikoklasse, gruppe 3, nr. 3«. Der er anvendt konventionelle sprinklere. Anlægget er udover akustisk alarm forsynet med direkte alarm til »Falck« Århus.

Til gulvet i opstillingshallen og som belægning på udvendige veje og pladser er benyttet SF-sten. Gulve i værkstedsbygning og i klargøringsbygning er betongulve.



En mellemunderstøtning i værkstedsbygningen. Betonsøjlen er foroven afsluttet med en dobbeltkonsol, hvorpå understøtningskonstruktionen er anbragt, se figur 4. De sekundære nedhængte RHS-profiler er afbrudt ved mellemunderstøtningen og boltet ind på siden af denne.

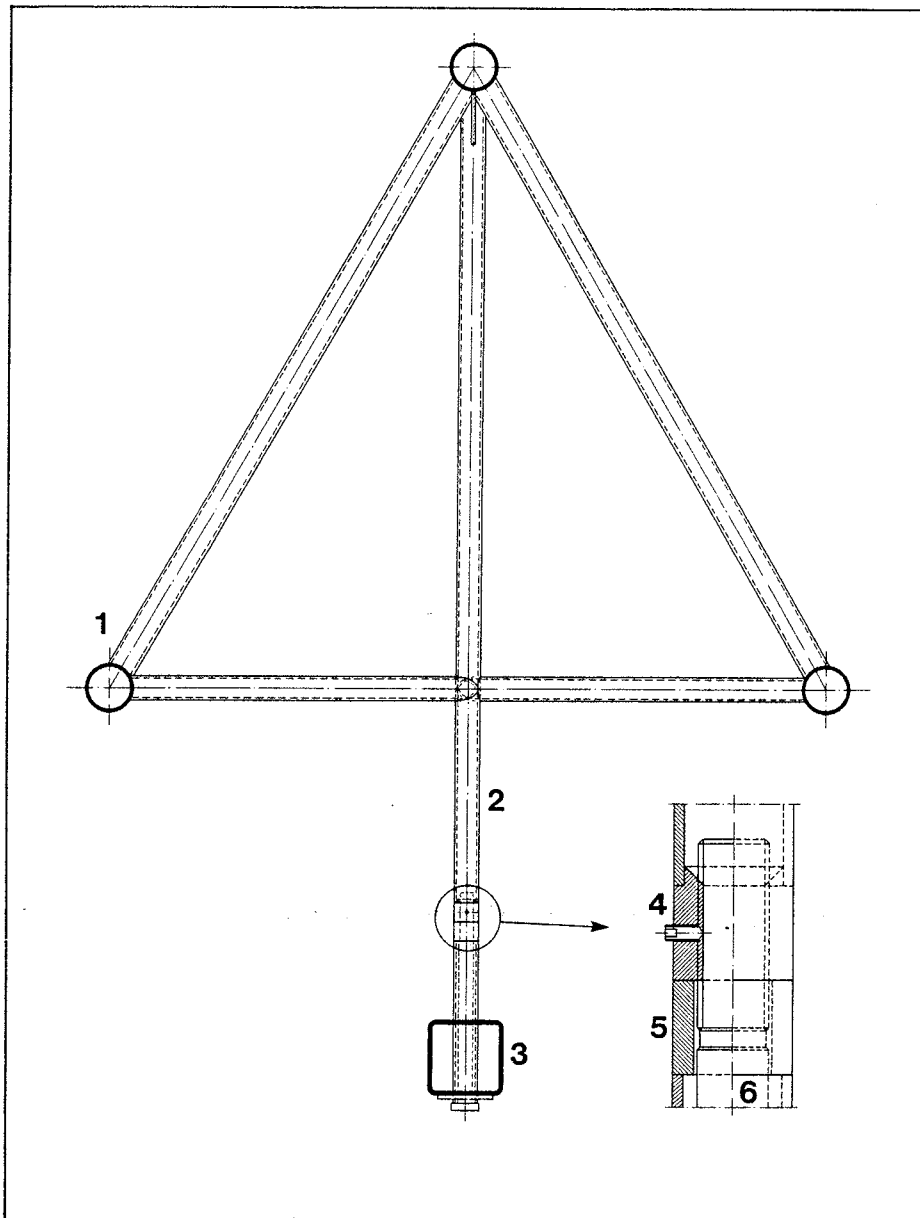


Fig. 5. Tværsnit af gitterramme ved opstropning af sekundær tagbjælke. 1:20. 1. Gitterramme. 2. Strop af rør  $76,1 \times 5$  mm. 3. Sekundær tagbjælke RHS  $200 \times 200 \times 10$ . 4. Emnerør med  $1\frac{1}{2}$ " WG og pinolskrue M 8. 5. Afstandsør,  $76,1 \times 11$  mm. 6.  $1\frac{1}{2}$ " rundstål med  $1\frac{1}{2}$ " gevind.

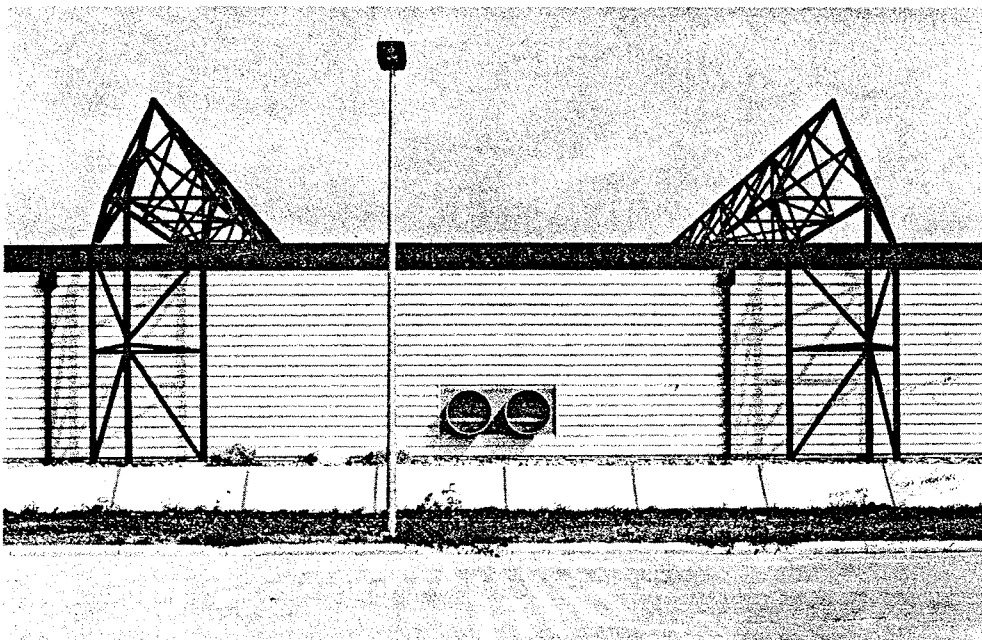
#### Afsluttende bemærkninger

Corten stål har været kendt og benyttet herhjemme i snart mange år, såvel til egentlige bærende konstruktioner som til beklædningsplader.

Der er også gjort mange bitre erfaringer med materialet, idet afsmitning på tilgrænsende og især underliggende konstruktioner undertiden har været meget skæmmende.

I det foreliggende tilfælde virker det umiddelbart dristigt at placere gitterrammerne op ad og henover de helt lyse facadeplader. Imidlertid kan det konstateres, at der i dag, over et år efter montagen af pladerne, ikke er nogen som helst afsmitning at se på facaderne, og at den særlige udformning af gitterrammerne og den skrå tagafslutning således har vist sig at være hensigtsmæssig.

Byggeriet viser, at også bygninger til et prosaisk formål kan gives en spændende og forfriskende udformning og dog samtidig være konkurrencedygtige overfor mere traditionelle løsninger.



Udsnit af facade i opstillingshallen. Langs alle facader er der i fundamentslinien opført »bastioner« i form af betontruge fyldt med søsten. Bastionerne tjener primært som værn mod påkørsel af facaden. Bastionerne, den udvendige spinkle hovedkonstruktion, den skrå tagafslutning og den vandrette korrigering af de lyse facadeplader giver i fællesskab indtryk af en lav og elegant bygning. Foto: Thomas Pedersen og Poul Pedersen, Århus.