

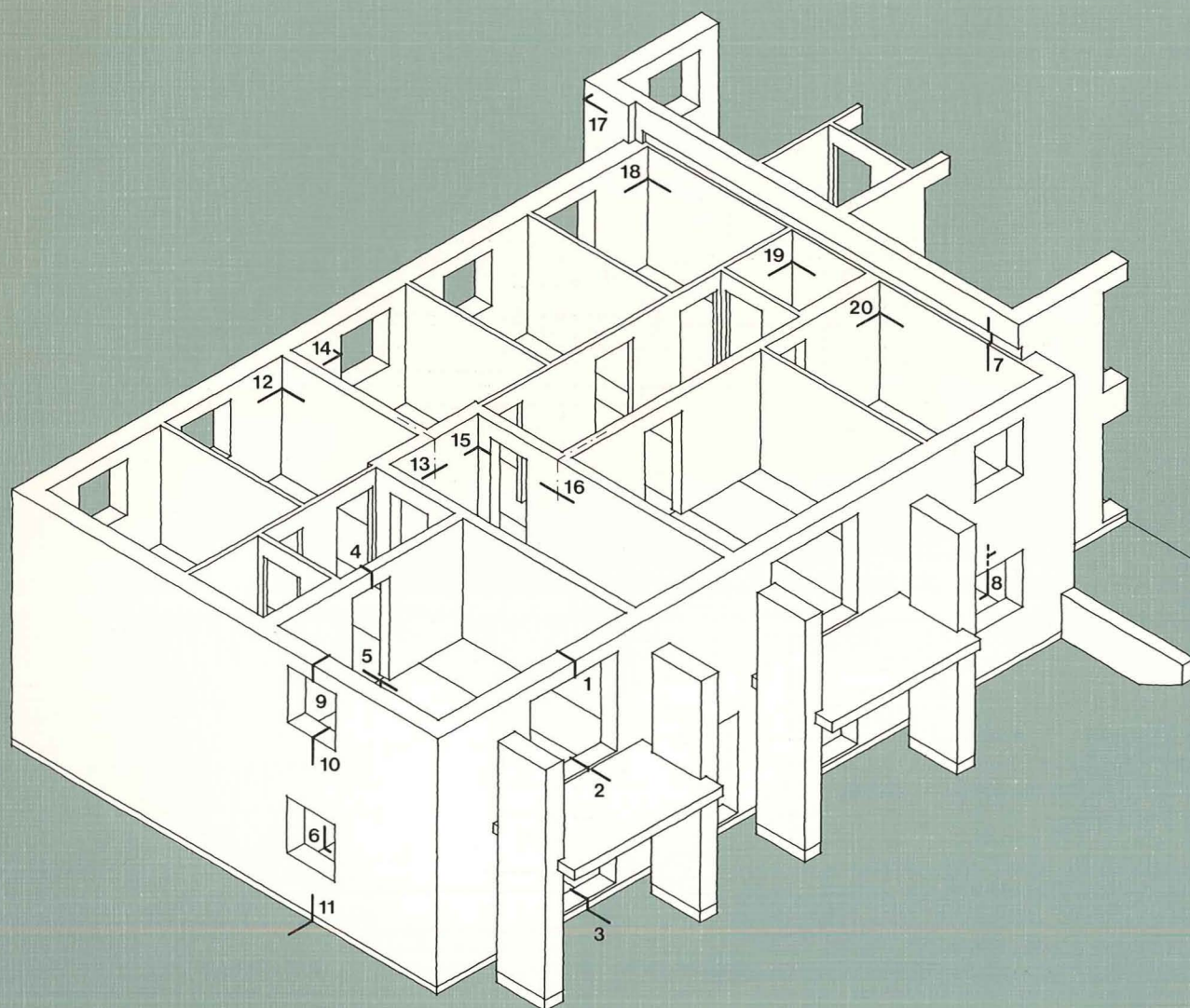
SBI-fuld.

Modulprojektering i praksis



Byggetekniske detaljer fra
fem modulprojekterede byggerier

SBI-ANVISNING 164 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1989



SBI-juni.

Modulprojektering i praksis

Byggetekniske detaljer fra fem modulprojekterede byggerier

KLAUS BLACH
HANS ZACHARIASSEN

SBI-anvisninger er egne eller andres forskningsresultater bearbejdet til praktiske vejledninger til brug ved planlægning, udførelse og drift af bygninger og bebyggelser samt ved undervisning.

SBI-publikationer. Statens Byggeforskningsinstituts publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Byplanlægning, Landbrugsbyggeri og Beton. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Institutets årsberetning og publikationsliste er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement. Institutets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Information om abonnemernes omfang og vilkår fås hos SBI.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

EX. 1
21 JULI 1992

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

EX. 1
8 JUNI 1989

000 46 P



SBI har i en årrække arbejdet med det industrialiserede byggeris byggetekniske og -teknologiske problemer, og har udgivet op mod et dusin SBI-anvisninger, -rapporter og lignende om disse emner. Den foreliggende anvisning følger sig til denne række af publikationer ved gennem fem eksempler at vise, hvordan modulprojektering er blevet gennemført ved byggerier, der anvender forskellige hovedmaterialer og konstruktionssystemer, og som samtidig er velisolerede – de fleste af eksemplerne ud over, hvad der kræves i Bygningsreglementet.

Anvisningen lægger hovedvægten på at redegøre for de geometriske forhold, ved for hvert byggeri at vise de vigtigste knudepunkter (samlingsdetaljer) i lodrette og vandrette snit i mål 1:10 med modullinier indtegnet.

Den grafiske fremstilling svarer i sin opbygning til SBI-notat 95: »Systematisk oversigt over knudepunkter i en bygning« (se side 31). Herved kommer knudepunkterne til at hænge sammen, både i lodret og i vandret afbildning, og det bliver muligt at aflæse, hvordan komponenter bygges sammen i række, i vinkel eller forsættes i forhold til hinanden. Det bliver endvidere nemt at aflæse rummålenes afvigelse fra modulmålene og dermed at overskue konsekvensen af at ændre på modulmålene. Sagt på en anden måde, så kan knudepunkterne klippes fra hinanden og bruges ved projektering – særlig effektivt i forbindelse med CAD – af andre planudformninger end eksemplerne (se side 21).

Anvisningens fremkomst netop nu hænger i øvrigt sammen med, at den danske byggesektor kan forvente skærpet konkurrence i Fællesmarkedet om få år. En af måderne, hvorpå den danske byggesektor kan ruste sig til konkurrencen med de andre fællesmarkedslande, vil være en yderligere produktudvikling af det industrialiserede byggeri. Det vil være nødvendigt at gennemføre en videregående rationalisering af produktionen af delkomponenter, komponenter og bygningsdele, således at de når en højere færdiggørelsesgrad og kan anvendes i kreative projektudformninger, uden at det medfører for mange komponentvarianter. En sådan ønskelig udvikling vil kunne fremmes ved en bedre udnyttelse af vor eksisterende viden og ved en mere systematisk og målrettet arbejds metode. Det er instituttets håb, at denne anvisning vil kunne virke inspirerende i begge henseender.

I denne forbindelse bringes bagest i anvisningen en kommenteret oversigt over udvalgte SBI-publikationer, der vil kunne bruges ved et yderligere produktudviklingsarbejde for det industrialiserede byggeri.

Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for bygningsfysik, marts 1989
Georg Christensen

Hvorfor stadig modulkoordinering? 3

Byggetekniske detaljer fra fem modulprojekterede byggerier:

1. SBI-lavenergihus i Humlebæk 5
2. H&S lavenergihus i Hjortekær 9
3. Muret etageboligbyggeri i Skive 13
4. Gadekæret (Ishøj) 17
5. Fuglsangpark (Farum) 22

DS 1049 – modulstandard med lærebogsstof 31

SBI-publikationer om modulprojektering – fra teori til praksis 32

Tilrettelægning, omslag og illustrationer:
Inger og Hans Zachariassen, arkitekter MAA.

De fem eksempler på modulprojekterede byggerier er beskrevet af arkitekt MAA Hans Zachariassen, SBI. Dette arbejde er blevet støttet af Dr. Neergaards Fond. Dele af materialet har tidligere været publiceret i tidsskriftet Arkitekten.

Afsnittet om Fuglsangpark er udarbejdet med bistand fra civilingeniør Sven Erik Jensen, Lemming & Eriksson A/S.

ISBN 87-563-0726-8.
ISSN 0106-6757.
Pris: Kr. 109,50 inkl. 22 pct. moms.
Oplag: 2000.
Tryk: Dyva Bogtryk, Glostrup.

Statens Byggeforskningsinstitut:
Postboks 119, 2970 Hørsholm. Telefon 42 86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:
SBI-anvisning 164: Modulprojektering i praksis. Byggetekniske detaljer fra fem modulprojekterede byggerier. 1989.

Oprindeligt var det erklærede vigtigste mål i forbindelse med modulkoordinering at muliggøre en serieproduktion af komponenter på fabrik og et forenklet monteringsarbejde på byggepladsen.

Støttet af undervisning, lovgivning osv. slog de rationaliseringsmæssige synspunkter stærkt igennem, blandt andet fordi der var et stærkt behov for at få øget både produktiviteten og kapaciteten i byggeriet.

Der er, i løbet af den snes år modulordningen har været brugt, blevet anvendt over en milliard modulkomponenter til dæk, tag, facader og indervægge.

Det kan ikke undre, at en så hurtigt voksende, udstrakt anvendelse af præfabrikerede, modulære komponenter af og til har medført mindre tilfredsstillende løsninger.

Nogle gange har årsagen hertil været, at de projekterende ikke har haft et tilstrækkeligt godt kendskab til komponentproduktionens eller montagens særlige problemer; andre gange måske at standarder og byggebestemmelser har været for stive – eller er blevet tolket forkert; endelig har der efter den meget store undervisningsindsats i 60'erne næsten ikke været publiceret lærebøger eller været afholdt kurser.

Idag bruges der stadig et meget stort antal normale, modulære komponenter, selv i tilsyneladende »skræddersyet« byggeri, som indervægskomponenter, døre, porte, vinduer, inventarkomponenter. Men samtidig er det blevet muligt at få fremstillet specialkomponenter til facader og dæk selv til mindre byggerier, og yderligere trænger renoveringsarbejderne i den ældre bygningsmasse sig på med krav om tilpasning til »skæve« mål.

Hvis de økonomiske omstændigheder og produktionsapparatets udbygning idag tillader en fremstilling af specialkomponenter i små serier, er det så overhovedet ulejligheden værd at blive ved med at modulprojektere komponenter og byggeri?

En vis målmæssig disciplin vil altid være nødvendig

Fremstilling af specialkomponenter er hidtil især forekommet i forbindelse med betonkomponenter til dæk og vægge. Disse komponenttyper har altid haft relativt lave tal for de optimale seriestørrelser, ofte nogle få hundrede ved brug af træforme og et par tusind ved brug af stålforme. Det kan derfor ikke undre, at betonkomponentproducenterne har vist sig imødekommende m.h.t. ønsker om fremstilling af specialkomponenter.

For den virkelige masseproduktion – der også producerer til lager, hvilket betonkomponentproducenterne som regel ikke gør – er det derimod sjældent muligt at fremstille komponenter med specialmål til selv et større, enkelt projekt. Tendensen synes snarere at gå i modsat retning, eksempelvis sigter en koncentration af produktionen af visse hvidevarer mod at opnå større serier af hver model.

En vis målmæssig disciplin er også ønskelig for at lette arbejdet med ændringer (ommøblering af komponenter,

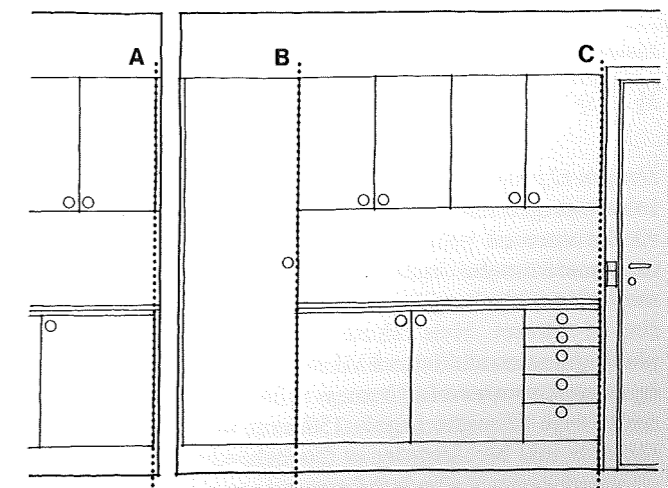
både på projekt- og brugsstadiet) og med udskiftninger. Igen er behovet for en målmæssig disciplin måske mindre åbentbart i forbindelse med de større betonkomponenter, i hvert fald i brugsfasen. En dækkomponent eller en bærende vægkomponent flyttes eller fjernes kun, hvis meget tungtvejende grunde taler herfor. Hvor det derimod drejer sig om at ændre i en række køkkenskabe ved udskiftning af et underskab med en opvaskemaskine, eller ved udskiftning af en gammel opvaskemaskine med en ny, er en grundlæggende ganske stram målmæssig disciplin som regel nødvendig.

Selv om modulkoordinering blev opgivet, ville det alligevel i mange tilfælde være nødvendigt at overholde visse »ordensregler«. I det følgende skal blandt mange eksempler nævnes tre, baseret på hensyn til henholdsvis udseende, produktion og projektering.

Hensyn til udseende

Uanset om køkkenkomponenters mål er modulære eller umodulære, er der en række »ordensregler«, som ret givet ville blive overholdt for at opnå et synsmæssigt tilfredsstillende resultat. Eksempelvis er det sandsynligt, at en sammenhørende række af over- og underskabe vil slutte i samme lodrette plan ved tilslutning til en væg, en dør eller et højskab. Det er ligeledes sandsynligt, at en emhætte anbragt over et komfur vil have samme breddemål som komfuret, eller i hvert fald vil være anbragt symmetrisk over komfuret.

I de her nævnte eksempler er det ønsket om et velordnet udseende, der har ført til overholdelse af en målmæssig disciplin. Byggeteknisk ville der ikke have været særlige problemer ved at klare selv meget udisciplinerede løsninger tilslutningsdetaljer med simple trælister eller lignende.



Hensyn til udseende: Skabsrækkerne slutter både ved væg (A), højskab (B) og dør (C) i samme lodrette plan.

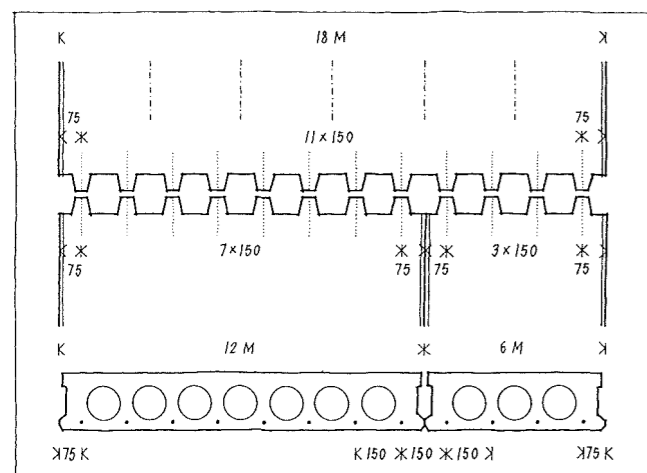
Hensyn til produktion

De almindeligt anvendte hule dækkomponenter af beton med bæreknaster kan bruges som et eksempel på, at en målmæssig disciplin er nødvendig for at muliggøre en rationel produktion. Disse dækkomponenter har som regel været anvendt i byggerier, hvor der blev brugt en planlægningsmodul på 3M eller 6M, og en standardbredde for dækkomponenterne har været 12M.

Den overordnede modulprojektering er ikke umiddelbart genkendelig i udformningen af bæreknasterne, der har en centerafstand på 150 mm, og en afstand på 75 mm fra centerlinjen i den langsgående dækfuge til nærmeste bæreknast-centerlinje.

Udlagt som dæk fremviser dækkomponenterne imidlertid et målmæssigt særdeles disciplineret billede. For både 12M, 15M, 18M osv. brede dækkomponenter vil der være en gennemgående, jævn 150 mm og 3M »takt« for bæreknasternes placering, også selv om dækkomponenter med forskellige modulære bredder »blandes«. Den målmæssige orden, der her er opnået, videreføres naturligt i placeringen af løfte- og bærebolte, rør for trækning af el-ledninger og TV-antenneledninger osv.

Opgives den målmæssige disciplin i dette tilfælde, vil resultatet blive et meget stort antal målvarianter, der vil fordyre produktionen af dæk- og vægkomponenter. Dette iøvrigt uanset om den målmæssige disciplin er baseret på byggemodulen M eller en anden grundlæggende måleenhed.



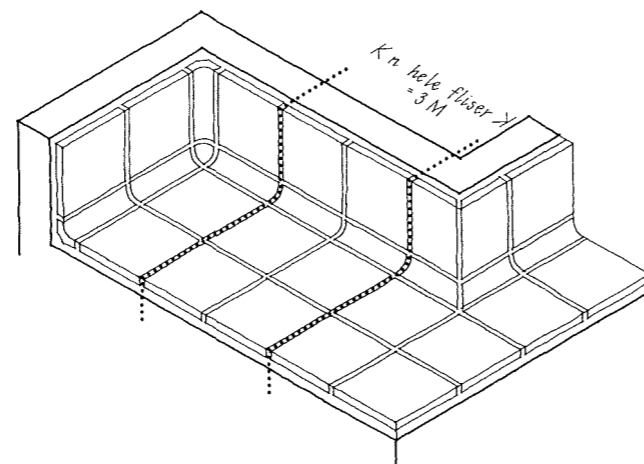
Hensyn til produktion: Der er en jævn takt i de udlagte dækkomponenters bæreknaster, armering osv. Det er opnået ved målmæssig disciplin for de mange (umodulære) delmål.

Hensyn til projektering

I vådrum med flisebeklædte vægge – og eventuelt gulve – vil det være en projekteringsmæssig fordel, hvis der er overensstemmelse mellem flisestørrelse (midte fuge til midte fuge) og de målspring, der anvendes ved projektering af råhuset. Hvis råhuset er projekteret over et 3M planlægningsmodulnet, så vil målspring for spændvidder og mange rumstørrelser være $n \times 3M$. Er flisestørrelsen – midte fuge til midte fuge – 150 mm, så vil en ændring i råhusets mål blot betyde, at flisebeklædningen skal øges eller nedskæres med $n \times 2$ fliser.

Hvis målet fra midte fuge til midte fuge mellem fliserne ikke er koordineret med de målspring, der anvendes ved

projektering af råhuset, bliver resultatet et mere besværligt projekteringsarbejde. For hver ændring i råhusets mål bliver det nødvendigt med et skitseringsarbejde for at belyse, hvordan flisebeklædningen bedst kan bringes til at »gå op« ved hjørner, badekar, håndvaske, spejle osv.



Hensyn til projektering: Detaljering ved hjørner og hulkehl kan være standard, når et antal hele fliser svarer til målspring ved ændringer i råhuset.

Modulordningen som fælles grundlag – hvad ellers?

De motiveringer, der i det foregående er fremført for nødvendigheden af en vis målmæssig disciplin i vore byggede omgivelser, har været kendt og anvendt i århundreder. Det nye idag er blot, at udviklingen i handelen over landegrænser har gjort det nødvendigt at finde en fællesnævner for en række forskellige mål-disciplin-systemer, der var baseret på for eksempel japanske tatami-måtter, engelske fod og tommer, danske alen og koreanske pyong.

Det har taget godt et halvt århundrede, siden Albert Farwell Bemis (The Evolving House, Rational Design, M.I.T., USA, 1936), først beskrev modulkoordinering som global fællesnævner, at nå til den situation vi har idag: Modulprojektering på basis af $M = 100$ mm er så anerkendt, at Vesttyskland – omend langsomt – er ved at ændre sine Oktameter-standarder (baseret på $1/8$ m = 12,5 cm). En række lande, heriblandt England, har skiftet fra fod-og-tomme-systemer til modulkoordinering baseret på $M = 100$ mm. Og selv USA er ved også inden for byggeriet at gå over til det metriske system og modulkoordinering baseret på $M = 100$ mm.

En af de indvendinger, der blev rejst mod modulordningen var, at dens udgangspunkt – det metriske system, eller 10-tal systemet – var mindre velegnet især for byggeformål end 12-tal systemer baseret på fod og alen med deres muligheder for både to- og tre-delinger. Ved internationalt samarbejde er dette problem imidlertid løst så vidt, så der næppe er problemer for praktisk, dagligt arbejde. De internationalt vedtagne multimoduler (for eksempel 3M, 6M og 12M) samt en række hyppigt anvendte modulære præferencemål, er således på én gang metriske mål og tillader samtidig en projektering baseret på de enkleste tænkelige målforhold (1:2, 1:3 osv.).

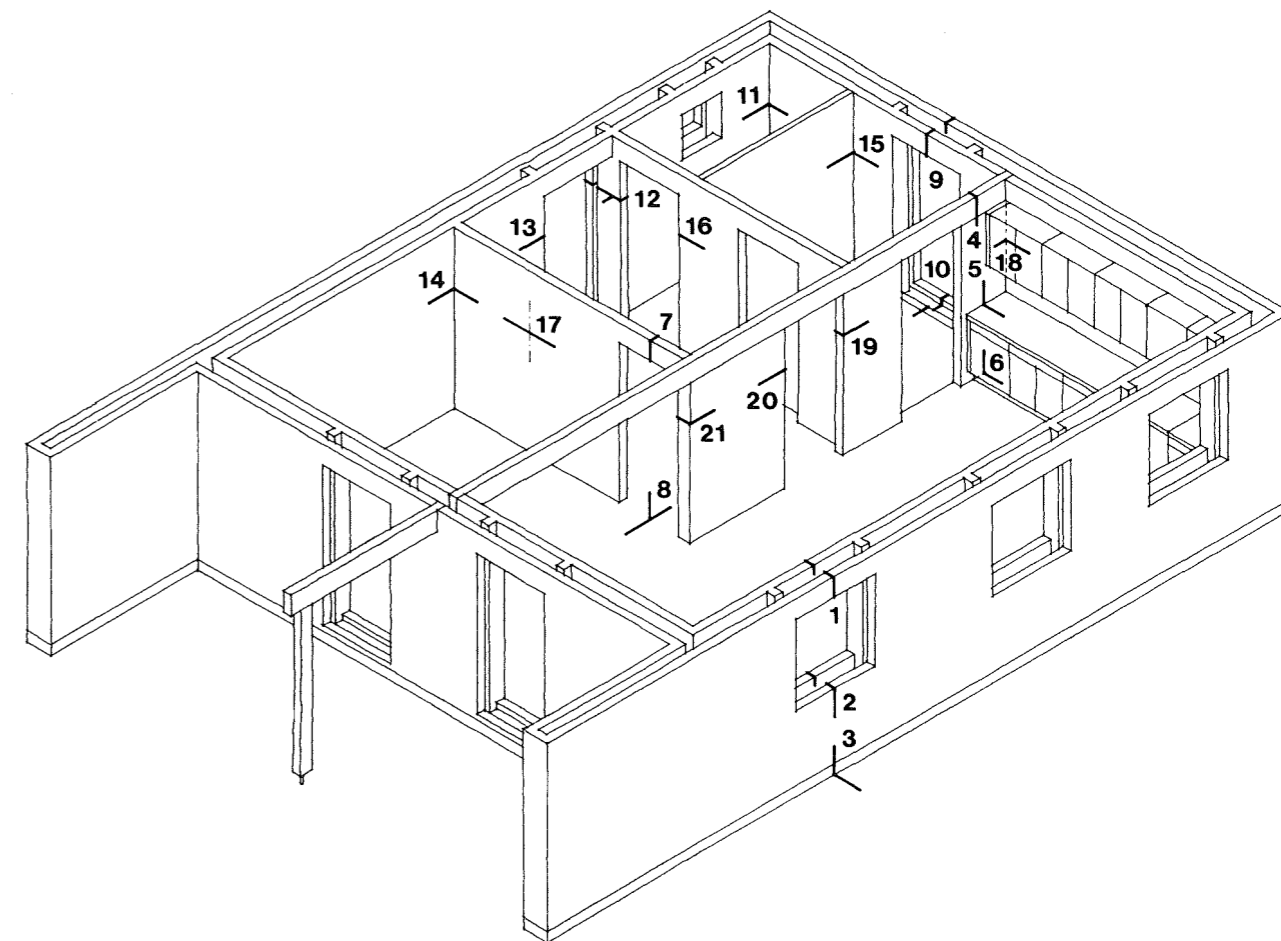
EKSEMPEL 1

SBI-lavenergihus model 79 – med 410 mm hulmur

- Art : 1½-etages enfamiliehus
- Beliggenhed : Laveskov Allé 105, 3050 Humlebæk
- Bygherre : Boligfonden Bikuben
- Arkitekt : Børge Kjær, arkitekt MAA
- Ingeniør : Lemming & Eriksson, rådgivende ingeniører A/S, FRI
- Opført : 1978

Håndværkere og leverandører

- Jord-, kloak-, beton- og murerarbejde: Murermester og entreprenør Helge Hansen
- Tømmer- og snedkerarbejde (inkl. glas): Tømmer- og snedkervirksomhed C. J. Christensen & Søn A/S
- El-installationer: El-installatør Eyvind Finsen A/S
- Malerarbejde: Malerfirmaet H. Prag Aps
- Inventarentreprisen: BEFAS-DAN A/S
- Blikkenslagerarbejde, vand og sanitet: VVS-firmaet Brdr. Jeppesen A/S
- Ventilationsentreprisen: Schmock & Co. A/S



Isometri i mål 1:100 af stueetage. Husdybden er 72 M og huslængden eksklusive murvinger er 84 M

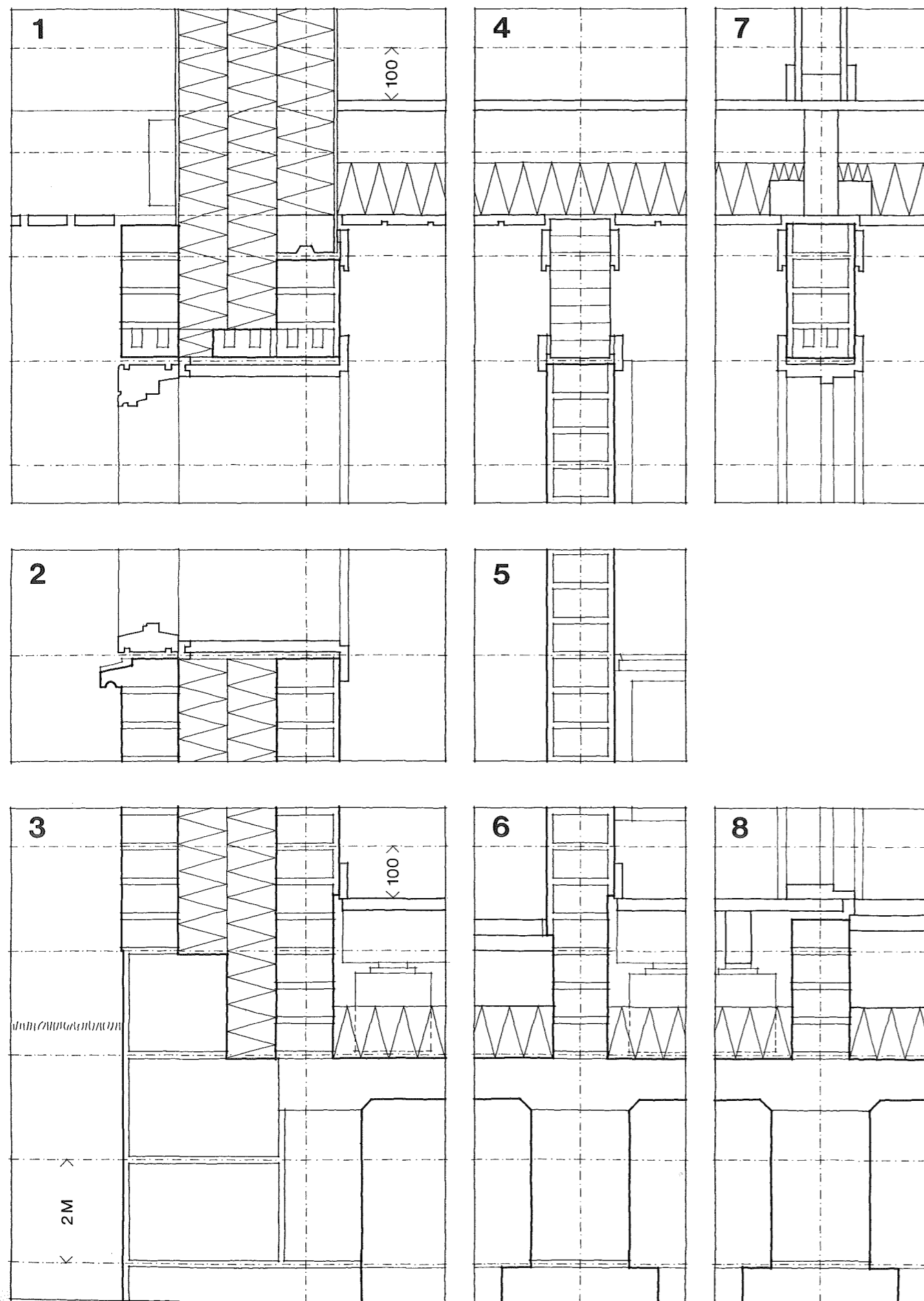
Eksemplet viser et sæt byggetekniske detaljer til højsolede hulmure (ydervægge) i lavt byggeri. Murværket er normalmurværk af tegl- eller kalksandsten udført i overensstemmelse med DS 1048, *Normalmurværk og modulprojektering*.

Konstruktionsdetaljerne er baseret på anvendelse af gængse byggemetoder, -materialer og -komponenter og kan udføres af håndværkere uden specialviden og -uddannelse. Det viste sæt af byggetekniske detaljer er afprøvet i praksis i et 1½-etages enfamiliehus, men detaljerne kan bruges til mange andre typer af lavt byggeri, som grundlag for en videregående skitsering.

Tykkelsen på den bærende bagmur sætter grænser for højden på det byggeri, de viste detaljer kan anvendes i forbindelse med. Detaljernes anvendelsesområde er begrænset til énetages og 1½-etages byggeri med en moderat etagehøjde.

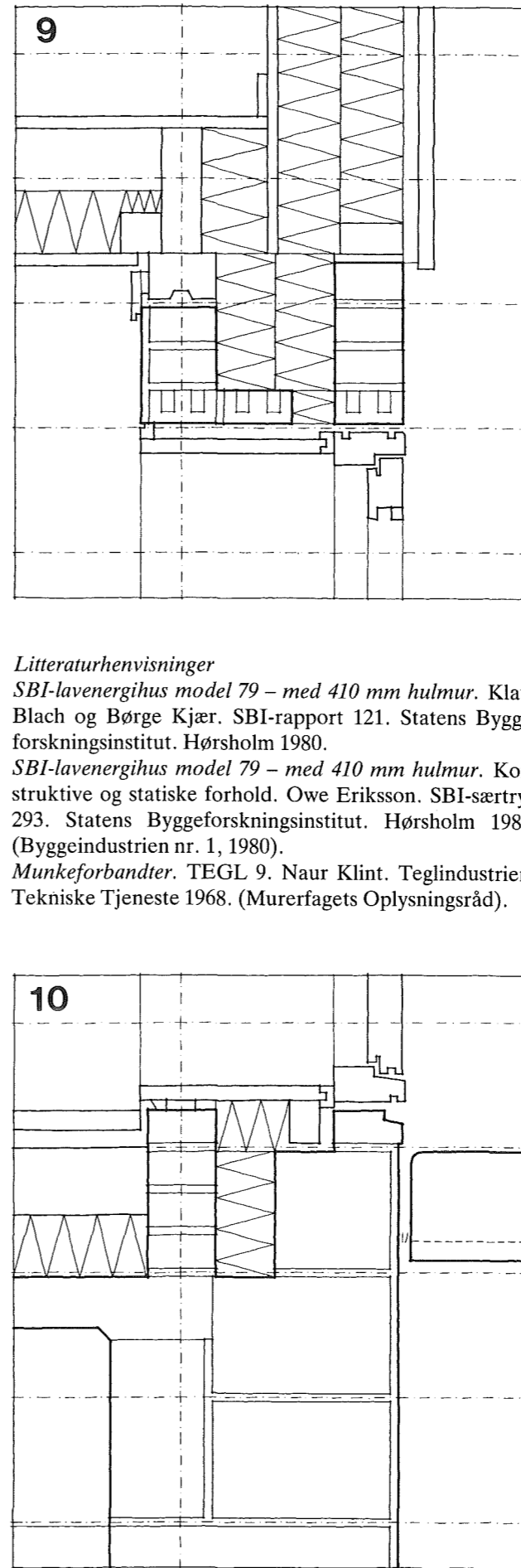
Ydervæggen er udført som 410 mm hulmur med ½-stens bagmur og ½-stens formur og med hulrummet udfyldt med 190 mm isoleringsmateriale. Isoleringslaget kan for eksempel opbygges af to lag 95 mm mineraluld.

Hulmurens ½-stens bagmur optager lodret belastning og medvirker til afstivning af huset overfor vandrette belastninger. Hulmurens ½-stens formur er ikke-bærende og er



Lodrette tværsnit i mål 1:10

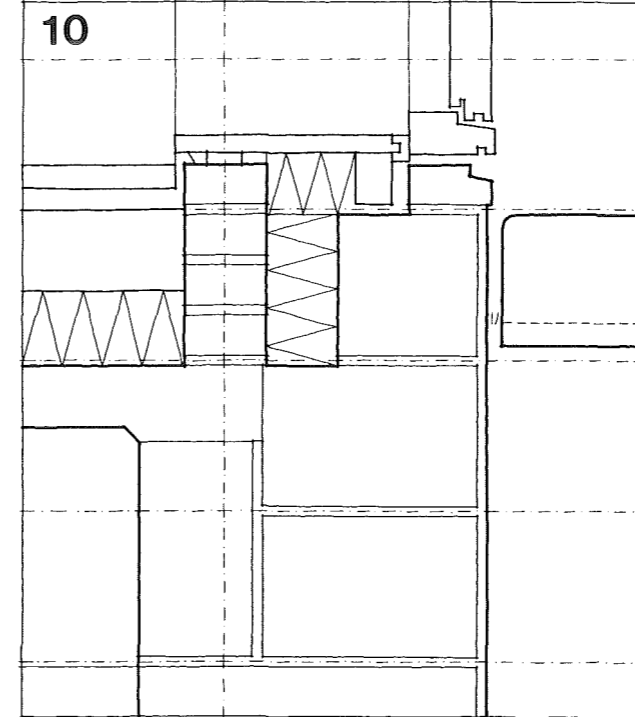
Lodrette længdesnit i mål 1:10

*Litteraturhenvisninger*

SBI-lavenergihus model 79 – med 410 mm hulmur. Klaus Blach og Børge Kjær. SBI-rapport 121. Statens Byggeforskningsinstitut. Hørsholm 1980.

SBI-lavenergihus model 79 – med 410 mm hulmur. Konstruktive og statiske forhold. Owe Eriksson. SBI-særtryk 293. Statens Byggeforskningsinstitut. Hørsholm 1980. (Byggeindustrien nr. 1, 1980).

Munkeforbandter. TEGL 9. Naur Klint. Teglinindustriens Tekniske Tjeneste 1968. (Murerfagets Oplysningsråd).



Lodrette længdesnit i mål 1:10

kun forbundet med bagmuren ved plastbindere. For at stabilisere den bærende $\frac{1}{2}$ -stens bagmur overfor vandrette vindkræfter er bagmuren forsynet med lodrette, etagehøje murvinger ved dør- og vinduesåbninger. Se snit 12 og 13.

På de vandrette snit i mål 1:10 er såvel den bærende $\frac{1}{2}$ -stens bagmur som indervæggene vist udført som normalmurværk i overensstemmelse med DS 1048 – altså med længdemål (udlægning) svarende til blank mur – uanset at både bagmur og indervægge er vist pudsede. Forklaringen herpå er dels, at den bærende bagmur af konstruktive grunde under alle omstændigheder skal opmures omhyggeligt med fyldte fuger og i godt forbandt med indervæggene, dels, at detaljerne hermed uden videre kan anvendes, såfremt bagmur og indervægge ønskes udført som blank mur. Vælges blank mur indvendigt anbefales det at anvende kalksandsten, som selv i $\frac{1}{2}$ -stens indervægge kan udføres som blank mur til begge sider. Til bagmur og indervægge er i prøvehuset anvendt løberforbandt med $\frac{1}{2}$ -stens forskydning. Uanset valg af forbandt vil der i bagmur optræde uregelmæssigheder i forbandtet ud for de tidligere omtalte lodrette murvinger ved vinduesåbninger. Dette forhold må accepteres, såfremt bagmuren ønskes udført som blank mur.

Da $\frac{3}{4}$ sten svarer til 3M, er forbandter med kvartstensspring særlig egnede til murværk i modulprojekteret byggeri. I prøvehuset er der til formur (facade) anvendt et løberforbandt med $\frac{1}{4}$ -stens spring, men også munkeforbandter, hvor samtlige skifte jo er opbygget ved stadig gentagelse af to løbere og en kop, er velegnede, idet de alle er karakteriserede ved kvartstensovergange fra skifte til skifte.

På de lodrette detailsnit (1–10) er indtegnet modullinier for hver 2M i højden svarende til den lodrette planlægningsmodul.

Overside af færdig gulv i såvel stueetage som tagetage er forskudt 100 mm fra planlægningsmodullinierne. Etagehøjden er 26M.

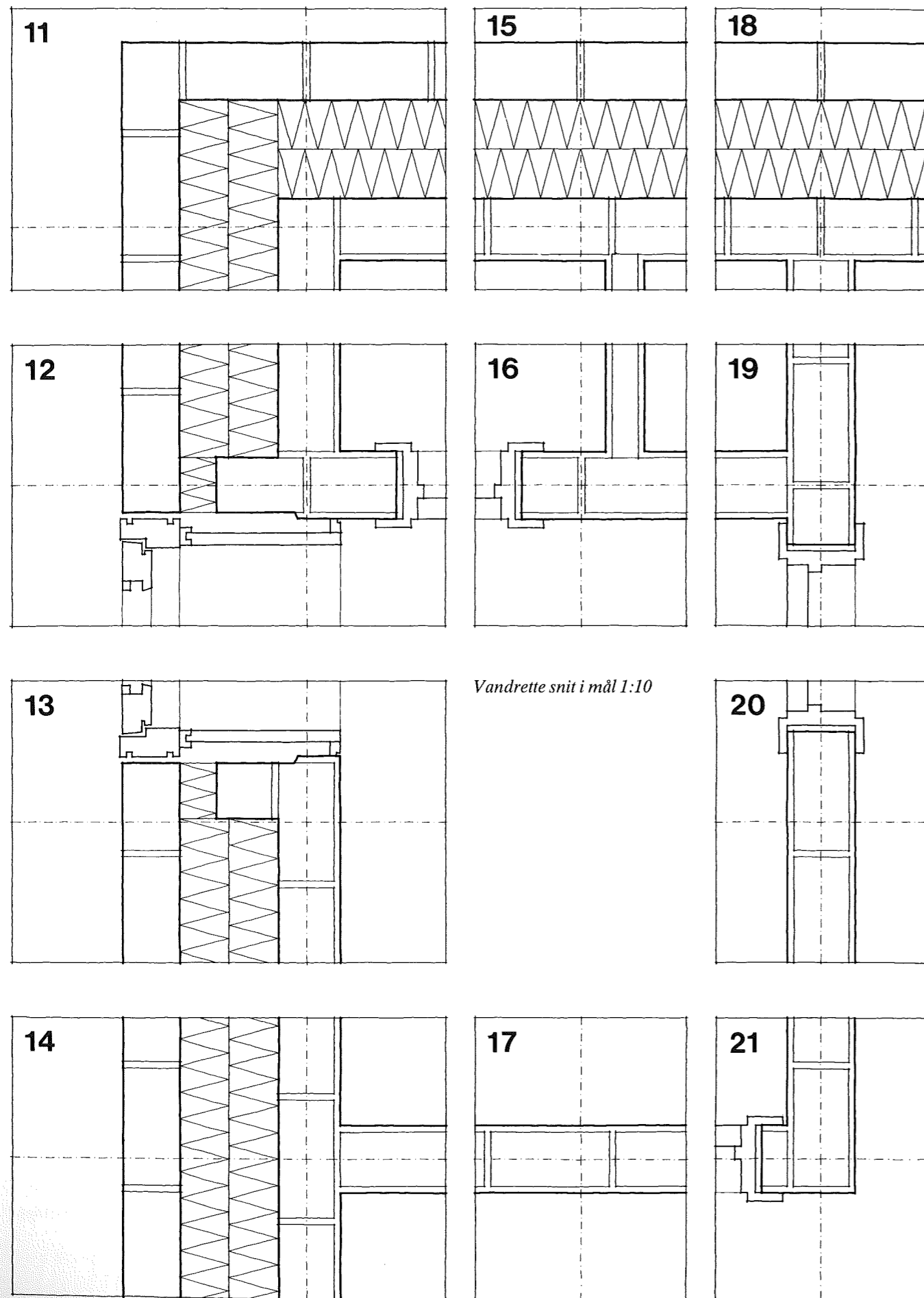
Under yderdøre anvendes en sålbænk til at udligne højdeforskellen mellem dørhøjden og skiftegangshøjden 22M.

Hanebåndsspærene er placeret med en midte til midte afstand på 12M symmetrisk over modullinierne i gavlbagmure og tværgående $\frac{1}{2}$ -stens indervægge.

De vandrette detailsnit (11–21) er placeret i et 12M \times 12M modulnet. Disse detaljer kan forskydes med 12M spring, uden at det medfører nogen ændring i murværkets forbandt.

Forskydes detaljerne i stedet med 3M, 6M eller 9M spring, kan murværket stadig udføres som normalmurværk, men ved blank mur udvendigt og eventuelt indvendigt er det nødvendigt at tage stilling til, hvilke konsekvenser den valgte forskydning får for udlægningen af første skifte og for forbandtets afslutning ved hjørner og false.

For at få det modulkoordineringsmæssige indhold i de viste detailsnit klartest muligt frem er tegneteknikken forenklet ved udeladelse af de fleste snitsignaturer. Ligeledes er dampstandsede lag samt fugemasser og isoleringsmaterialer omkring døre og vinduer ikke vist.



EKSEMPEL 2

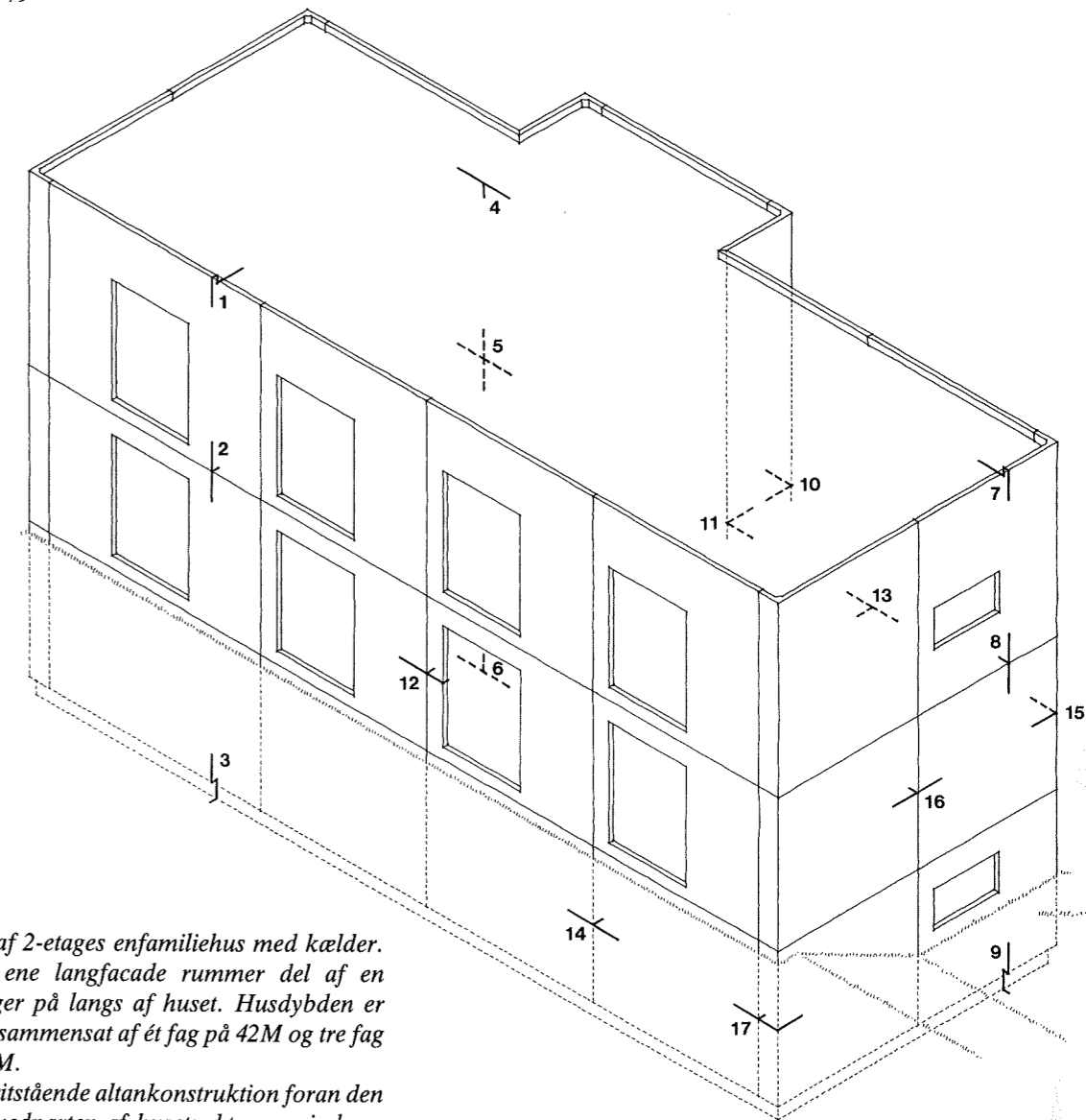
H&S lavenergihus i Hjortekær

Lavenergiprojekt under Handelsministeriet

Art: 2-etages enfamiliehus med kælder
 Beliggenhed: Prøvekæret 16, 2800 Lyngby
 Bygherre: Højgaard & Schultz A/S og A/S Aalborg
 Portland Cementfabrik
 Arkitekt: Institutet for Husbygning, Danmarks tekniske Højskole, ved professor Knud Peter Harboe
 Ingeniører: Højgaard & Schultz A/S og Cowiconsult, rådgivende ingeniører A/S, FRI
 Opført: 1978-1979

Håndværkere og leverandører

Jord-, kloak- og gartnerarbejde: B. Deichmanns efft.
 Betonarbejde og betonelementer: Højgaard & Schultz A/S
 Klinkegulve: Muremester Benny Laursen
 Vinduer og udvendige døre: A/S Plastmontage
 Automatiske skodder: Institutet for Produktudvikling, Danmarks tekniske Højskole
 Køkken- og garderober samt indvendige døre: Vordingborg Køkkenet
 VVS-installationer, gulvvarme og el-installationer: Semco A/S
 Solfanger: Dæmpa A/S



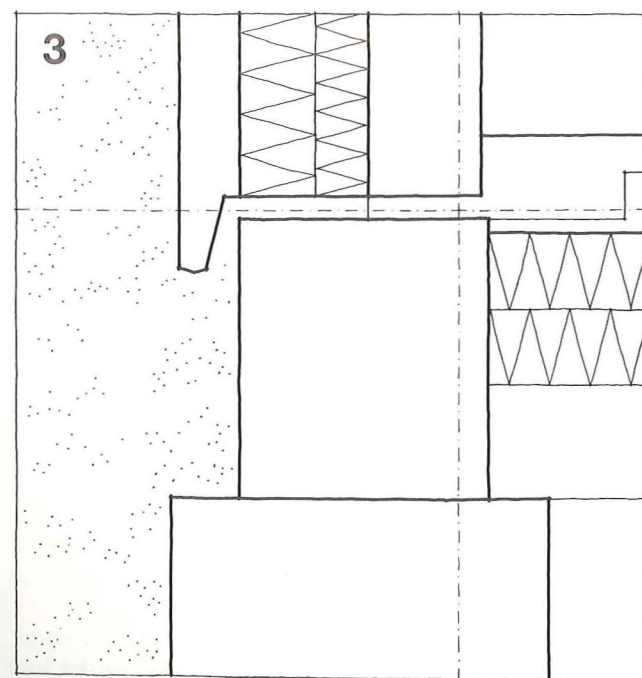
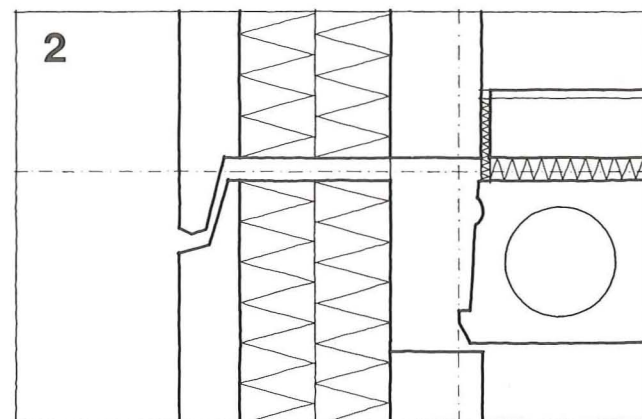
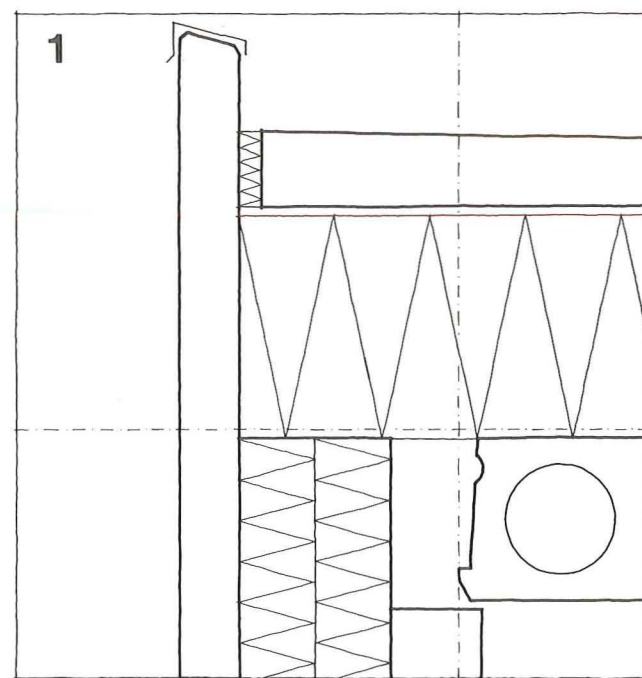
Isometri i mål 1:125 af 2-etages enfamiliehus med kælder. Udbygningen i den ene langfacade rummer del af en toløbstrappe, der ligger på langs af huset. Husdybden er 48M. Huslængden er sammensat af ét fag på 42M og tre fag på hver 33M, ialt 141M.

Til huset hører en fritstående altankonstruktion foran den langfacade, hvori hovedparten af husets dør- og vinduespartier er anbragt. Denne altan er udeladt på isometrien. Solfangeren på taget er ligeledes udeladt.

Eksemplet viser et sæt byggetekniske detaljer til højisolerede betonkomponentbygninger. Byggesystemet er afprøvet i praksis blandt andet i det her viste enfamiliehus, hvor der er anvendt fabriksfremstillede betonkomponenter til alle ydervægge, også kælderydervægge, til bærende tvær-

vægge samt til dæk. Alle ydervægskomponenter er lagdelte. Dækkene er langspænddæk, der spænder på langs af huset.

Sættet af detaljer kan bruges til bygninger til andre formål end beboelse, for eksempel kontorer, og det kan



Lodrette tværsnit i mål 1:10

anvendes til bygninger med op til fire etager og kælder. Geometrien i etagekrydset (snit 5) sætter grænsen for, hvor mange etager byggesystemet kan anvendes til, idet afstanden mellem dækenderne bestemmer udstøbningsarealets størrelse og dermed også størrelsen på de kræfter, væggen kan overføre i etagekrydset.

Etagehøjden i det viste enfamiliehus er bestemt ud fra bygningsreglementets krav om, at rumhøjden skal være mindst 2,3 m, hvortil kommer tykkelse på langspænddæk 215 mm samt 165 mm til den resterende del af gulvkonstruktionen og til målafvigelse m.v., ialt 2,68 m. Anvendes sættet af detaljer til andre bygningskategorier, skal etagehøjden være 28M ved normalt etageboligbyggeri og 28M, 30M, 32M osv. ved for eksempel kontorbyggeri.

I lavenergihuset i Hjortekær afprøvede H&S – med godt resultat – for første gang lagdelte facadekomponenter af beton med stærkt øgede isoleringstykkelser, nemlig 170 mm isolering i kælderydervægge og 200 mm i alle øvrige ydervægge.

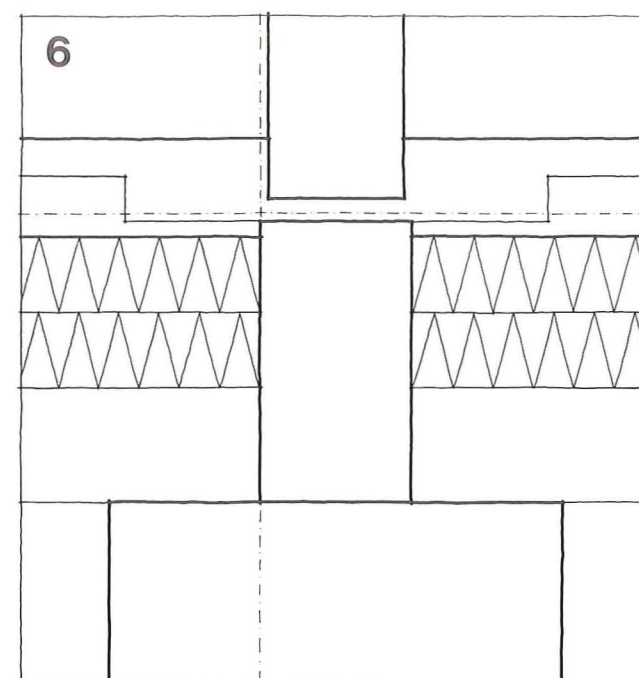
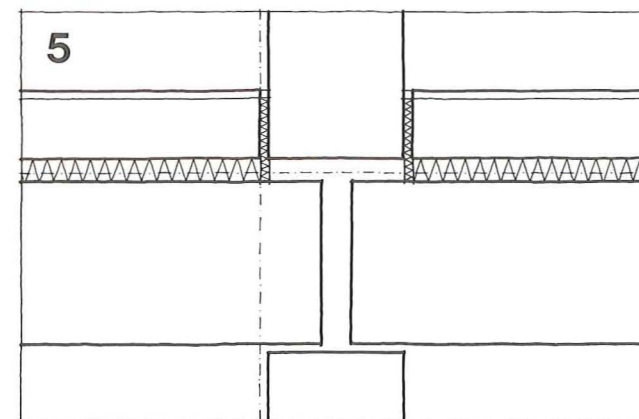
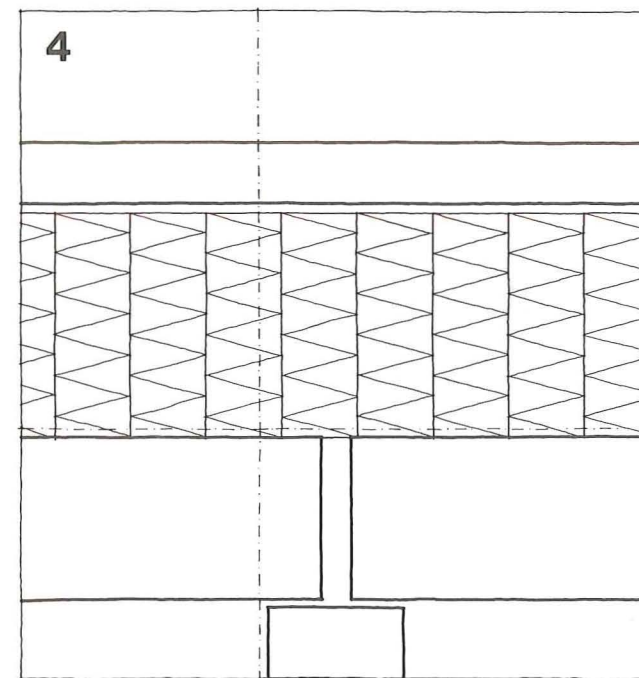
Valget af normale lagdelte facadekomponenter også til kælderydervægge blev truffet for at opnå: et ubrudt og kraftigt isoleringslag fra kældergulv til tag, en kortere byggetid, en bedre udnyttelse af formmateriellet (flere ens eller næsten ens komponenter per form), samt endelig en enkel og afklaret sokkelløsning, som også kan optage terrænspring.

Der er anvendt to-trins fugeløsninger i alle ydervægge, også kælderydervægge: den lodrette fuger mellem to komponenter udstøbes med cementmørtel i den inderste væghalvdel og forsynes med EPT-bånd i den yderste not i den yderste væghalvdel. I kælder er, som en ekstra sikring mod vandindtrængen, under terræn påklæbet en Alu-Tacodrite strimmel udvendigt over de lodrette fuger, snit 14 og 17. Tagkonstruktion består af et 215 mm tykt langspænddæk, hvorpå der er udlagt en dampspærre og 308 mm tykke lameltagplader af mineraluld. Herover er anbragt en EPDM-dug, der er ført til overkant af murkrone, og der er afsluttet med et udstøbt betonlag, der har fald mod et indvendigt tagnedløb. Betonlagets funktion er dels at bære en solfanger dels at beskytte EPDM-dugen og isoleringen. Under kældergulv er udført 200 mm isolering, idet kælder fungerer som kanal i varmegenvindingssystemet.

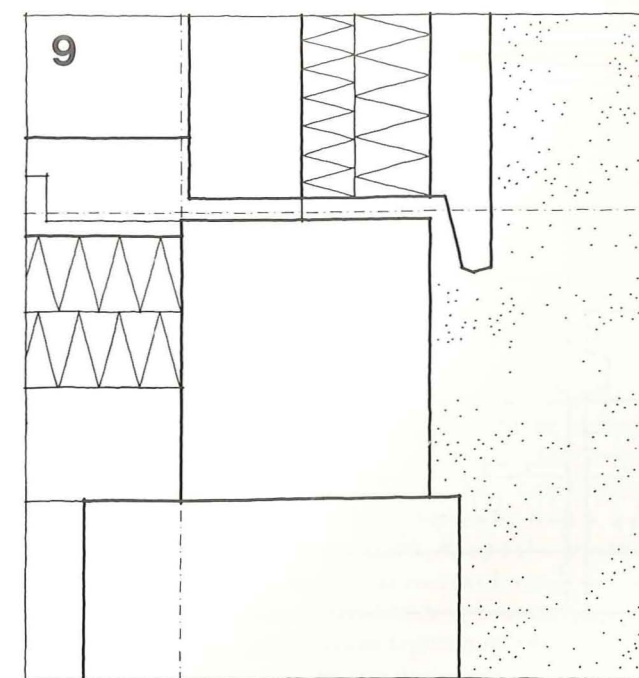
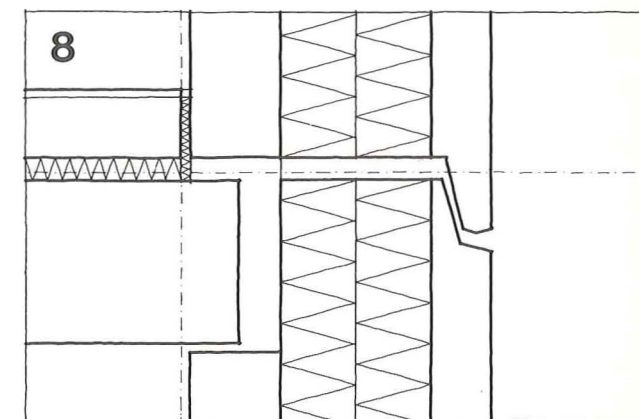
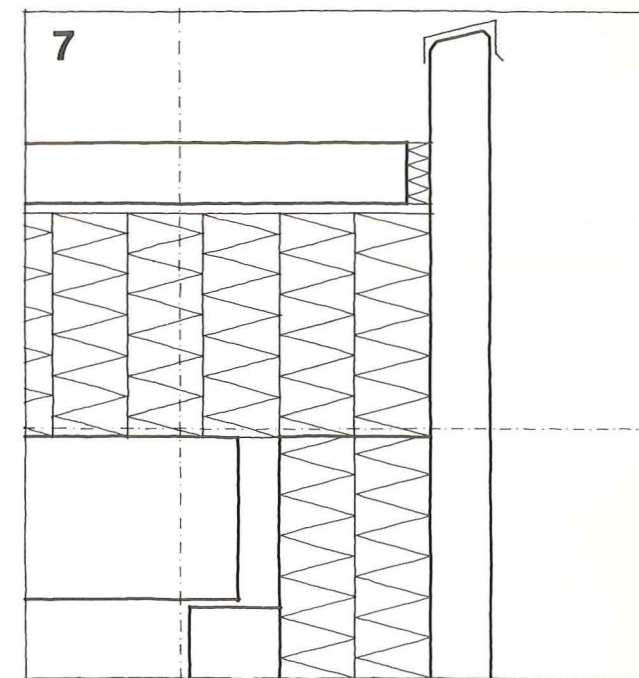
Ved råhusets opdeling i komponenter gjaldt målsætningen: færre og større og tilnærmelsesvis lige tunge komponenter. Færre komponenter betyder færre dele at holde styr på, færre kranløft, færre fuger og kortere transport- og montagetid. Den tungeste komponent i det viste hus er den 42M lange ydervægskomponent i kælder; den vejer ca. 6 tons. Den tungeste dækkomponent forekommer i taget og er 12M×99M; den vejer ca. 3,8 tons.

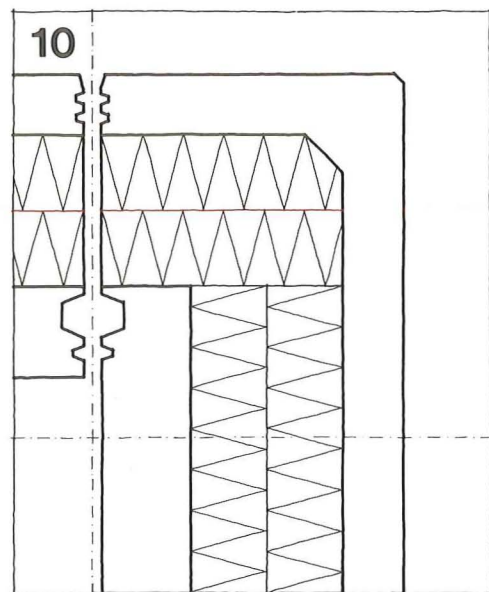
Ved skitseringen af enfamiliehuset var målsætningen at opnå flest muligt lige lange og 3M-modulære facadekomponenter. Det foretrukne længdemål blev 33M. Dette mål svarer dels til toløbstrappens længdemål dels til en kammerbredde bestemt ud fra en sengelængde + en dørbredde med fornøden »luft« omkring + en vægtykkelse.

Gavlene er sideplacerede i forhold til modulnettet, hvilket betyder umodulære dæklængder. H&S langspænddæk produceres imidlertid i baner på 110 m's længde, der efter hærkning opskæres i de ønskede længder.

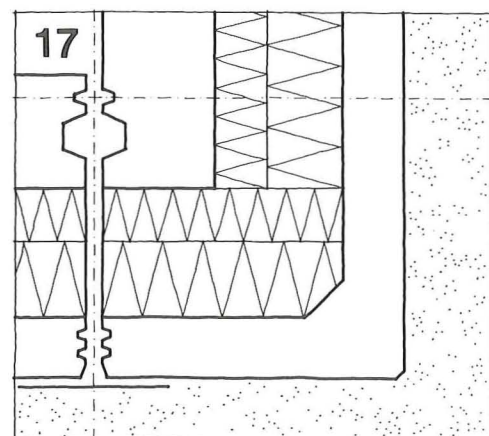
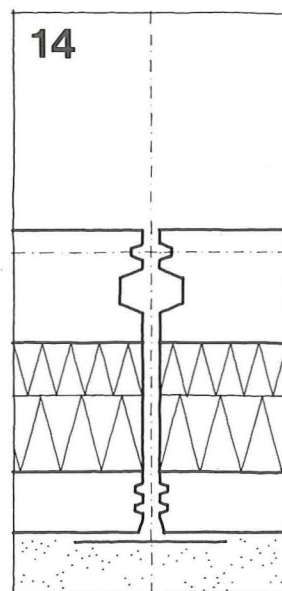
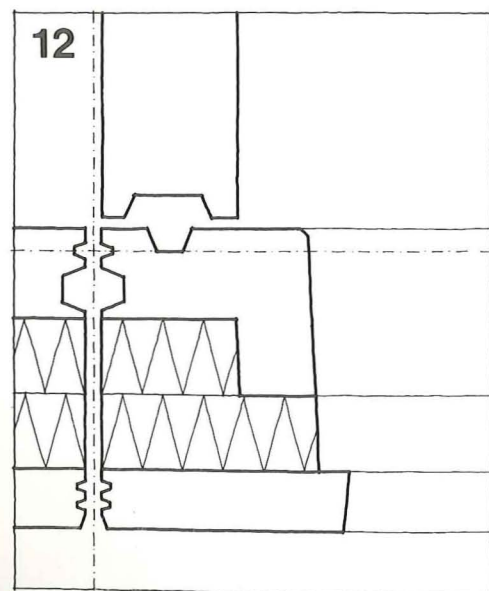
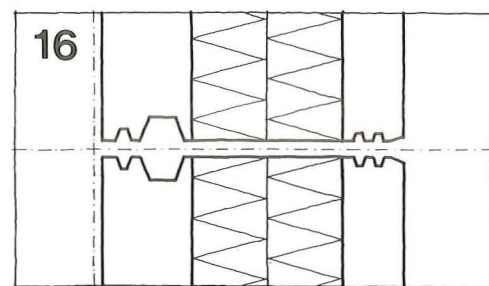
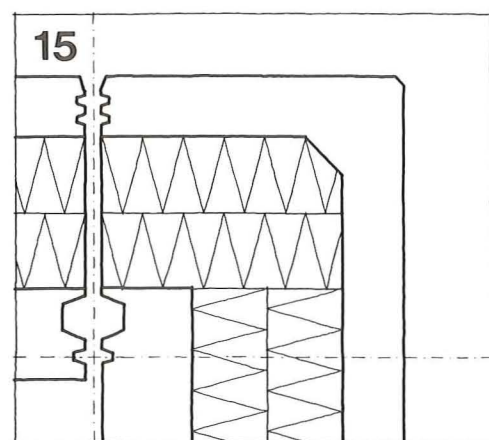
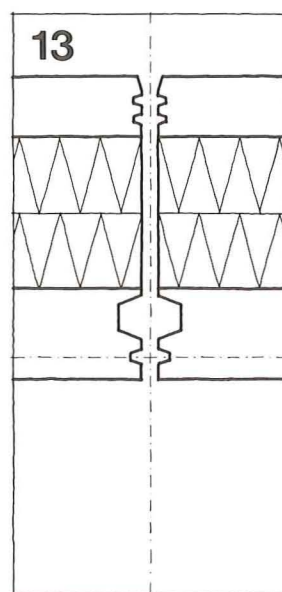
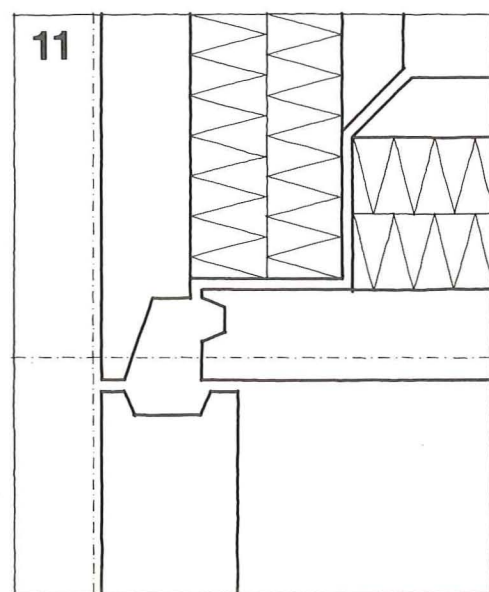


Lodrette længdesnit i mål 1:10. Fugestopninger o.l. er ikke vist





Litteraturhenvisninger
 6 lavenergihus i Hjortekær. Kort beskrivelse af husene. Laboratoriet for Varmeisolering, DTH. Meddelelse nr. 83. Maj 1979.
 6 lavenergihus i Hjortekær. Statusrapport 1. Laboratoriet for Varmeisolering, DTH. Meddelelse nr. 84. Juni 1979.
 Varmeakkumulering i tunge bygningskonstruktioner. Måleresultater fra et lavenergihus i Hjortekær opført 1978/79 af Højgaard & Schultz A/S. Jens Chr. Andersen. Laboratoriet for Varmeisolering, DTH. Februar 1980.
 Varmeakkumulering i betonelementer indbygget i en bolig. Jens Chr. Andersen. Nordisk Betong 5:1981. (Byggeindustrien nr. 10, 1981).
 Insulation and Air Tightness of six Low-Energy Houses at Hjortekær, Denmark. Bjarne Saxhof & Allan Aasbjerg Nielsen. Thermal Insulation Laboratory, Technical University of Denmark. December 1981.



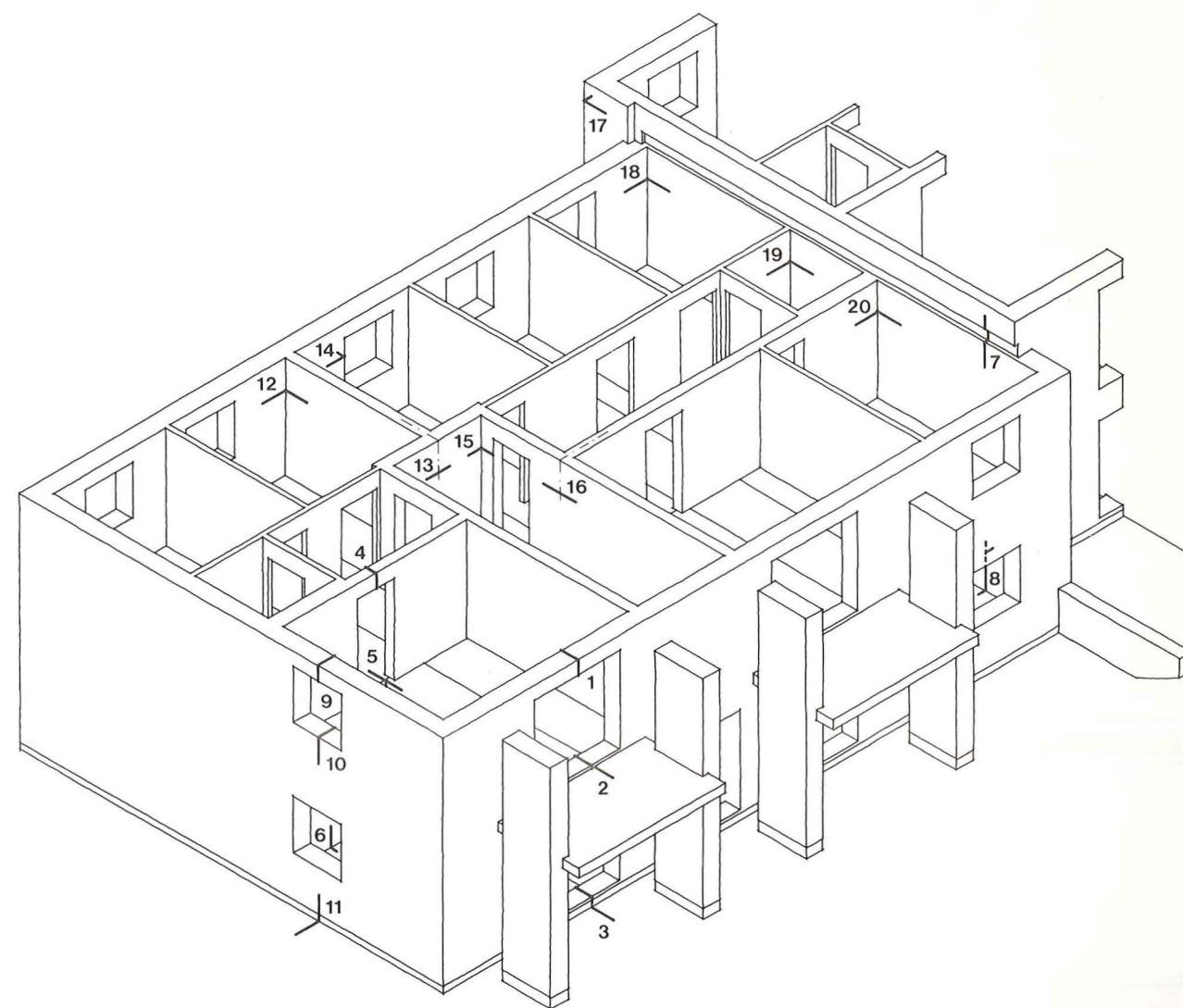
Vandrette snit i mål 1:10. Fugestopninger o.l. er ikke vist

EKSEMPEL 3

Muret etageboligbyggeri i Skive
 – initieret af Murerfagets Oplysningsråd

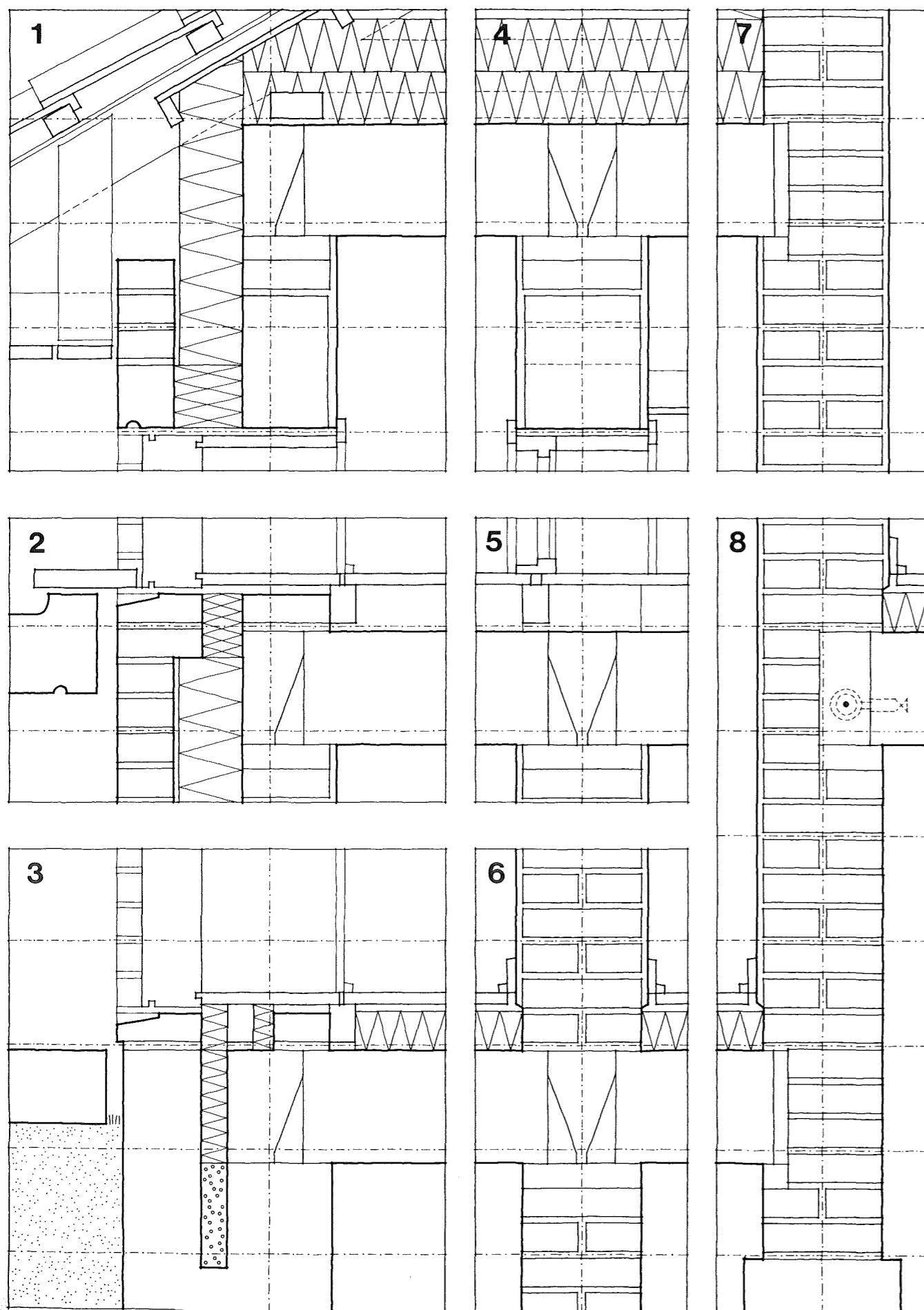
Art : Etageboligbyggeri bestående af 2-etages blok med 4 opgange med krybekælder under tre opgange og varmecentral under den fjerde samt 3-etages blok med 3 opgange med fuld kælder
 Omfang : 34 boliger fordelt på 2-, 3- og 4-rums boliger. Kælderen indeholder bl.a. sikringsrum, vaskeri og gildestue

Beliggenhed : Humlevej, 7800 Skive
 Bygherre : Socialt Boligbyggeri i Skive
 Arkitekt : Børge Kjær, arkitekt MAA
 Landskabsarkitekt: Anton Frederiksen, MDL
 Ingeniører : i-68, rådgivende ingeniørfirma K/S, FRI og Vagn Støttrup, rådgivende ingeniørfirma K/S, FRI
 Byggeledelse : Rambøll & Hannemann, rådgivende ingeniører A/S, FRI, Skive
 Opført : 1978–1979



Isometri i mål 1:150 af udsnit af den 2-etages blok med krybekælder. Udsnittet omfatter en opgang med to lejligheder i hver etage. Trappen er en ligeløbstrappe med ét løb. Husdybden er 99M. Den bærende indervæg parallelt med langfacaderne opdeler husdybden i dæklængderne 57M og 42M. En langsgående let indervæg underdeler de 57M i rumdybderne 36M og 21M. Opgangslængden er 150M, som er bestemt af, at alle fem rum langs bagfacade (værelser og spisekøkkener) har bredden 30M. Trapperummet er 63M x 24M.

Eksemplet viser et udvalg af byggetekniske detaljer til muret etagebyggeri med ydervægge udført som hulmure uden udmuringer mellem formur og bagmur. Murværket er dimensioneret på grundlag af statiske beregninger. Ydervæggene – såvel de bærende langfacader (snit 1, 2 og 3) som de ikke-bærende gavle (snit 9, 10 og 11) – er udført som 410 mm hulmure bestående af 1/2-stens formur, ca. 132 mm hulrum med 125 mm mineraluld A og 3/4-stens bagmur. Til formuren er anvendt massive teglsten og til bagmuren mangelhulsten. Formuren er kun forbundet med bagmu-



Bærende langfacade

Lodrette snit i mål 1:10. Asfaltpap i ydervægge samt fugestopning o.l. ved vinduer og udvendige døre er ikke vist

Bærende indervæg

Ikke-bærende lejlighedsskel

ren ved hjælp af indmurede trådbindere af $\text{Ø}4$ mm rustfast stål. Ydervæggens k-værdi er $0,28 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Både den langsgående, bærende indervæg (snit 4, 5 og 6) og de tværafstivende indervægge, dvs. lejlighedsskel og trappevægge (snit 7 og 8 samt de vandrette snit) er udført som $\frac{1}{2}$ -stens vægge af mangehulsten. Ud for badeværelser øges tykkelsen på den langsgående, bærende indervæg til $1\frac{1}{2}$ sten. I det fortykkede vægstykke er udført udsparinger beregnet til føring af installationer (snit 20). Bagvæggen i trapperummet i den 2-etages blok (snit 13 og 15) er udført som en $\frac{3}{4}$ -stens tyk hulmur for at give plads til indbygning af el-målere.

Øvrige indvendige vægge er udført som pladebeklædte træskeletvægge, der først er opstillet efter at de murede vægge er færdigpudsede (snit 15 og 19).

Alt murværk er udført i klasse B med stenklasse 30 MN/ m^2 opmuret i mørtel KC 20/80. En så cementsholdig mørtel giver forøget risiko for revnedannelser, misfarvninger og udblomstringer, men var et krav på opførelsestidspunktet. I alle $\frac{1}{2}$ -stens vægge er anvendt krydsforbandt, i alle øvrige vægge løberforbandt med $\frac{1}{4}$ -stens spring.

Vinduesåbningerne er $12\text{M} \times 12\text{M}$ og $12\text{M} \times 16\text{M}$ (br \times h). Dør- og vinduespartierne i opholdsstuer og trapperum er $21\text{M} \times 22\text{M}$ minus et skifte. Dør- og vinduesoverliggerne i de murede vægge er fortrinsvis udført som armerede betonbjælker, men ved de 12M brede vinduesåbninger er i formur anvendt en ét skifte høj, armeret tegloverligger, der sammen med to påmurede skifter fungerer som en teglbjælke.

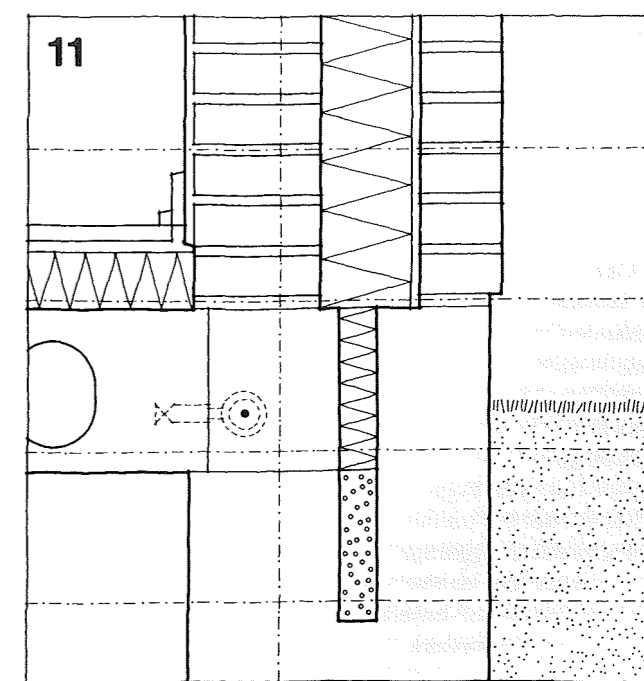
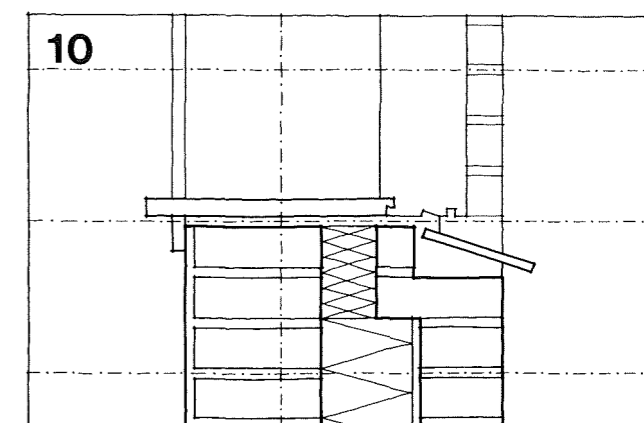
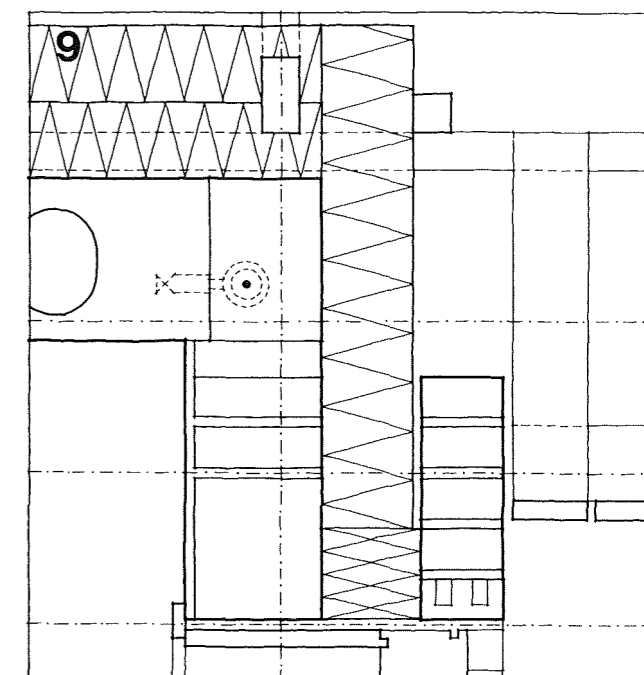
Ved dør- og vinduesåbninger i ydervægge er tykkelsen på formuren øget til $\frac{3}{4}$ sten langs sidekarme (snit 14) og langs underkarme (snit 2 og 10). Herved er opnået, at vinduer og udvendige døre kan fastgøres i formuren, og at sålbænke bliver forsvarligt understøttede. Under udvendige døre er anvendt en ét skifte høj betonsålbænk til at udligne højdeforskellen mellem dørhøjden og skiftegangs-højden 22M (snit 2 og 3).

Etagehøjden er 28M i alle etager, og rumhøjden er 2475 mm. Der er anvendt 215 mm tykke, hule dækkomponenter til alle dæk. Dæk over såvel krybekælder som kælder er isoleret med 75 mm mineraluld. Tagdækket er isoleret med 2×100 mm mineraluld.

Afstanden mellem dækoverside og det nærmest overliggende vandrette modulplan er fastsat til 10 mm iht. DS 1049. Hovedparten af dækkomponenterne er 12M brede, men herudover forekommer bredderne 6M , 18M og 24M . Dækkomponentbredden 24M skyldes de mange og store udsparinger for installationer ved dæk-ende i baderum. Dækkomponentlængderne er 24M (på tværs i trapperum), 36M , 42M og 57M . Tungeste dækkomponent forekommer under baderum og er $24\text{M} \times 57\text{M}$. Den vejer ca. $4,5$ tons.

De dækkomponenter, der støder op til gavle og tværafstivende indervægge, har reducerede bredder, blandt andet for at give plads til øjebolte, armering og en kraftoverførende udstøbning (snit 8, 9 og 11).

Altankonstruktionen er holdt fri af bygningen. Vangerne er udført som en hulmur af tegl, holdt sammen af rustfaste bøjler indlagt i hveranden liggefuge. Hulrummet er armeret og udstøbt med beton. Vangerne er indspændt i fundamentet.



Ikke-bærende gavl

Lodrette snit i mål 1:10

Litteraturhenvisninger

Muret forsøgsbyggeri i Skive. Børge Kjær og Bjørn Simonsen. Byggeindustrien nr. 6, 1979.

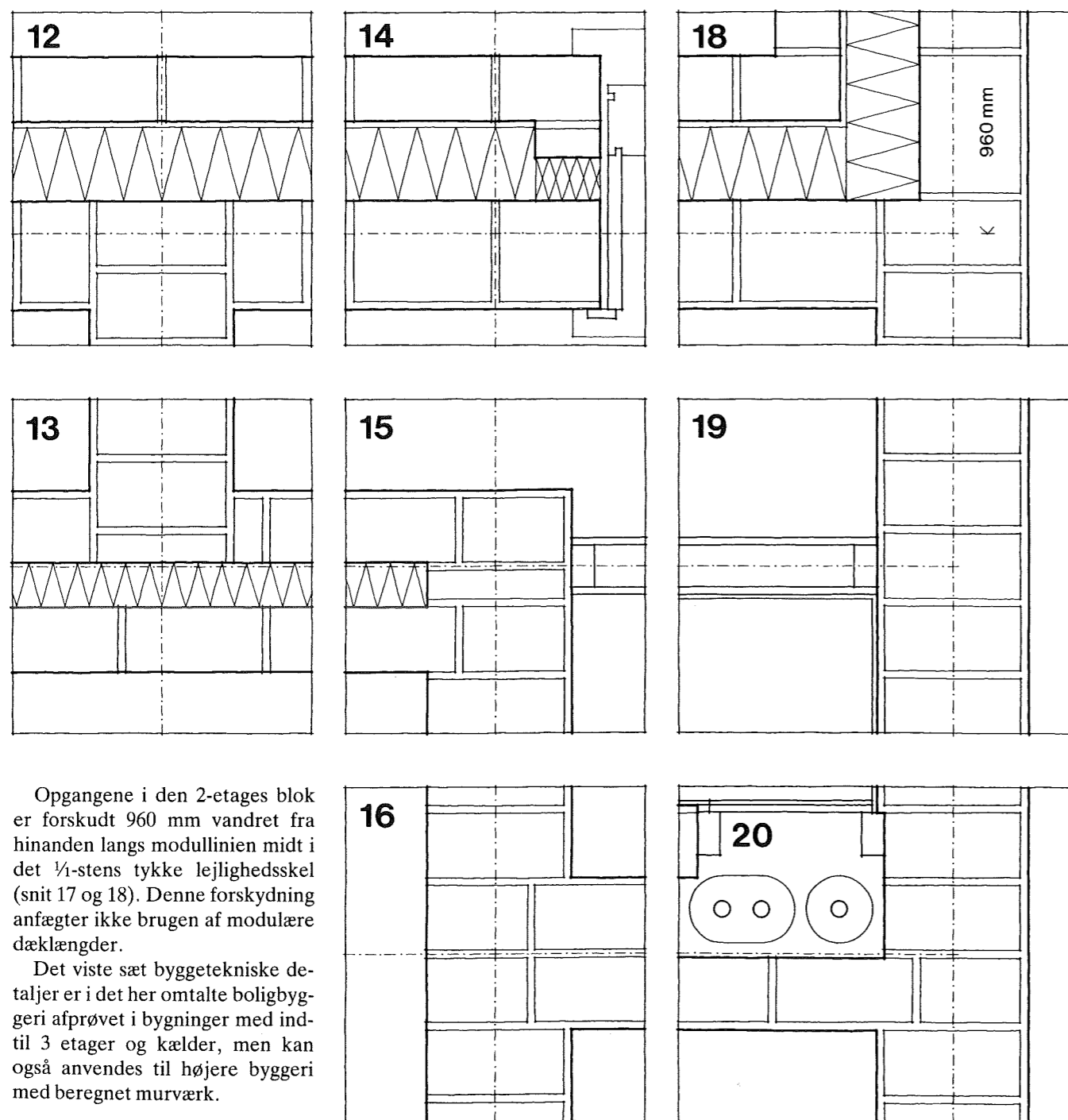
Konstruktionsregninger for det murede byggeri. Børge Kjær. Murerfagets Oplysningsråd. Juni 1979.

Standardberegning for murværk. Bjørn Simonsen. Murerfagets Oplysningsråd. Juli 1979.

Lydisolation i muret forsøgsbyggeri, Skive. Jørgen Kristensen, BAM-SBI. TEGL nr. 4, 1980.

Energirigtigt, muret etagebyggeri. Carl Gjellerup. TEGL nr. 2, 1981.

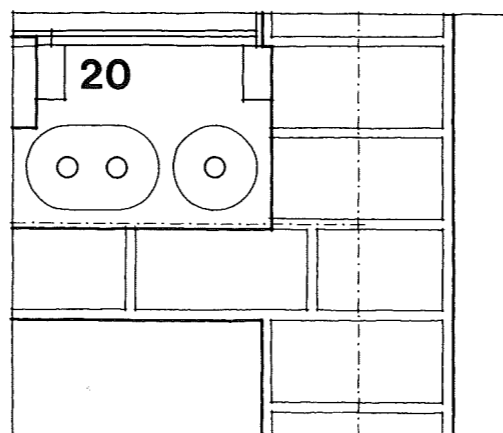
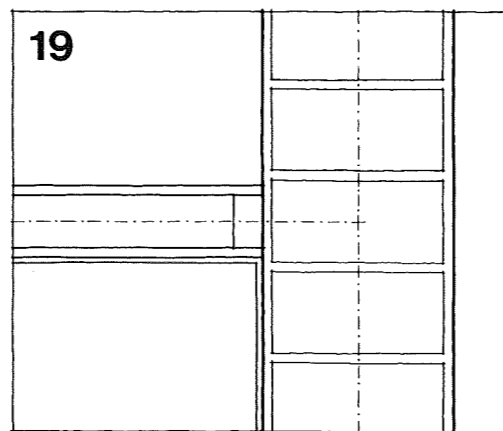
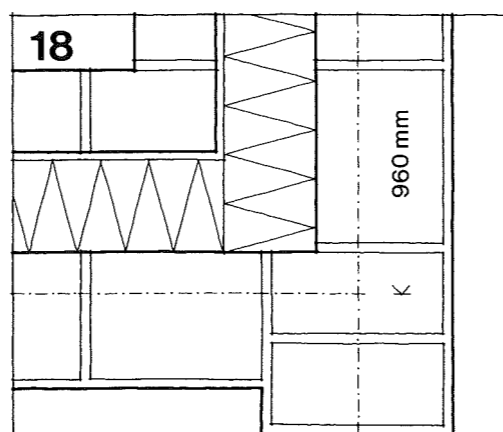
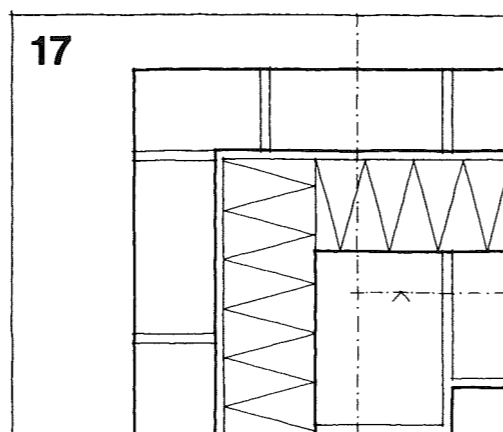
Energivenligt muret etagebyggeri. Børge Kjær. 4. Nordiska murverksymposiet 1981. Statens Tekniska Forskningscentral (VTT). Esbo, Finland 1981.



Vandrette snit i mål 1:10. Fugestopning o.l. ved vindue er ikke vist

Opgangene i den 2-etages blok er forskudt 960 mm vandret fra hinanden langs modullinien midt i det 1/4-stens tykke lejlighedsskel (snit 17 og 18). Denne forskydning anfægter ikke brugen af modulære dæklængder.

Det viste sæt byggetekniske detaljer er i det her omtalte boligbyggeri afprøvet i bygninger med indtil 3 etager og kælder, men kan også anvendes til højere byggeri med beregnet murværk.



EKSEMPEL 4

Bebyggelsen Gadekæret

Art: Haveboligbyggeri i 1–3 etager
 Omfang: 563 boliger, 113 enkeltværelser, fællesanlæg
 Beliggenhed: Mellem Ishøj Parkvej, Ishøj Stationsvej og Ishøj Boulevard. 2635 Ishøj.
 Bygherre: Vridsløselille Andelsboligforening
 Planlægning, projektering og udførelse: Kooperativ Byggeindustri A/S (totalentreprenør)
 Opført: 1975–1979

Litteraturhenvisninger

Gadekæret – projekt til boligbebyggelse. Arkitektur nr. 3, 1974.

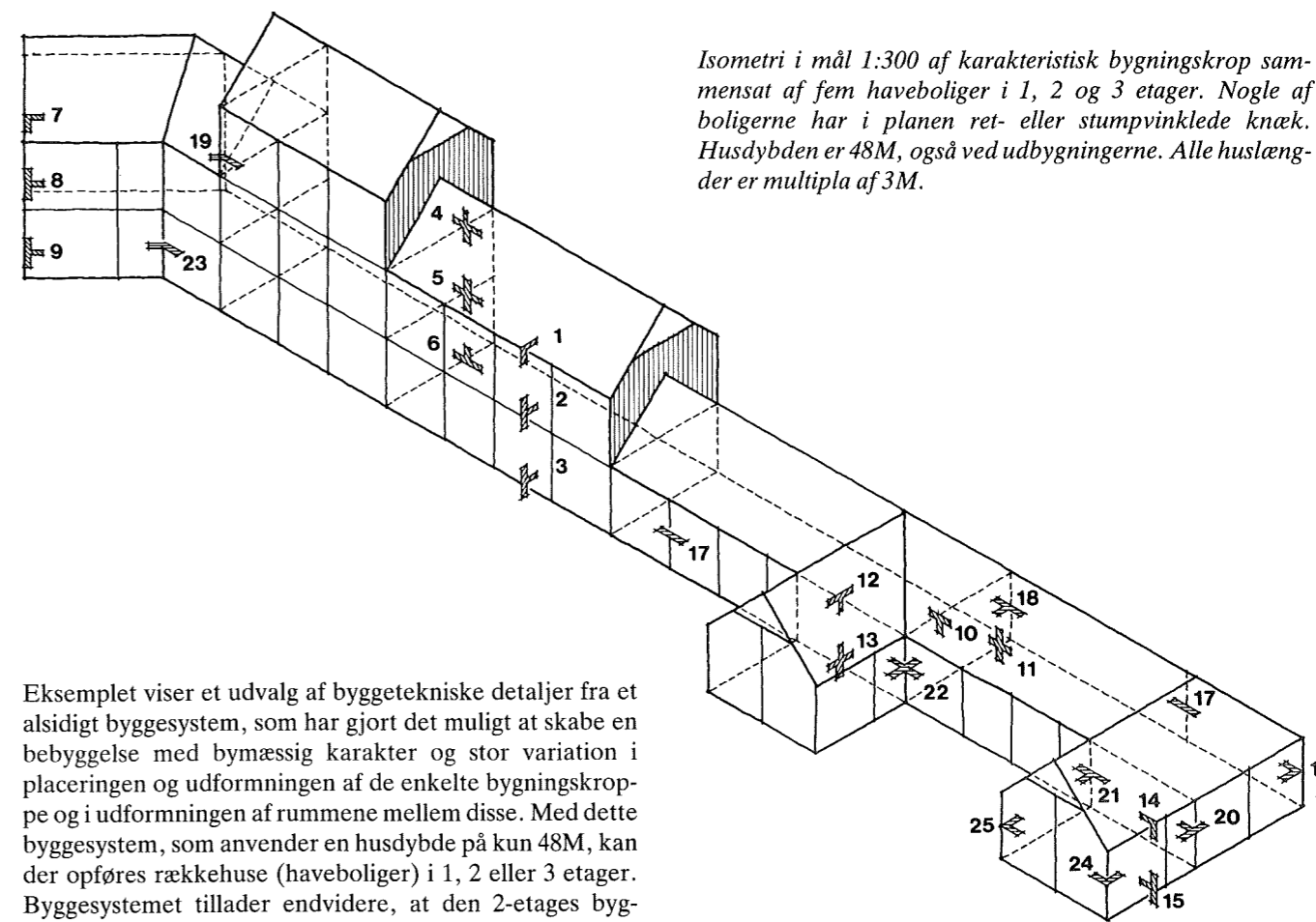
Gadekæret – et nyt led i tæt lavt byggeri. Knud Rasmussen. Boligen nr. 2, 1977.

Gadekæret. DIAB og SBI beskriver AKTUELLE BYGGERIER. Henrik Nissen. Byggeindustrien nr. 10, 1977.

Gadekæret, boligbebyggelse i Ishøj. Arkitektur nr. 8, 1977.

Gadekæret: Planlægning af byggeprocessen. Georg Olesen og Svend Lund. Byggeindustrien nr. 4, 1978.

Betonelement-Prisen 1978. Betonelementforeningen, København 1979.



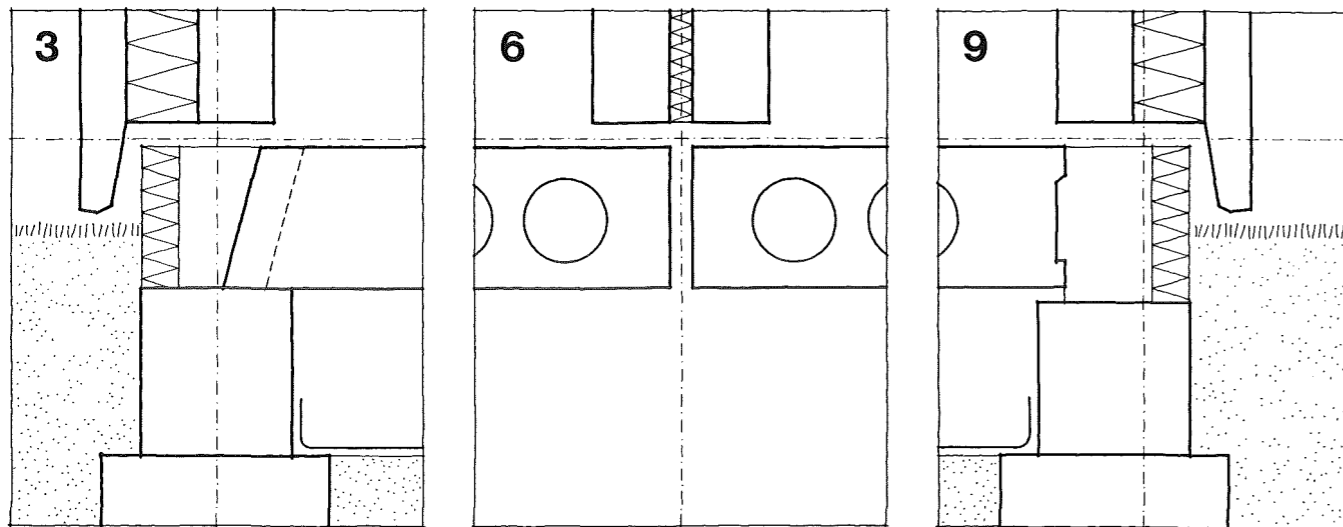
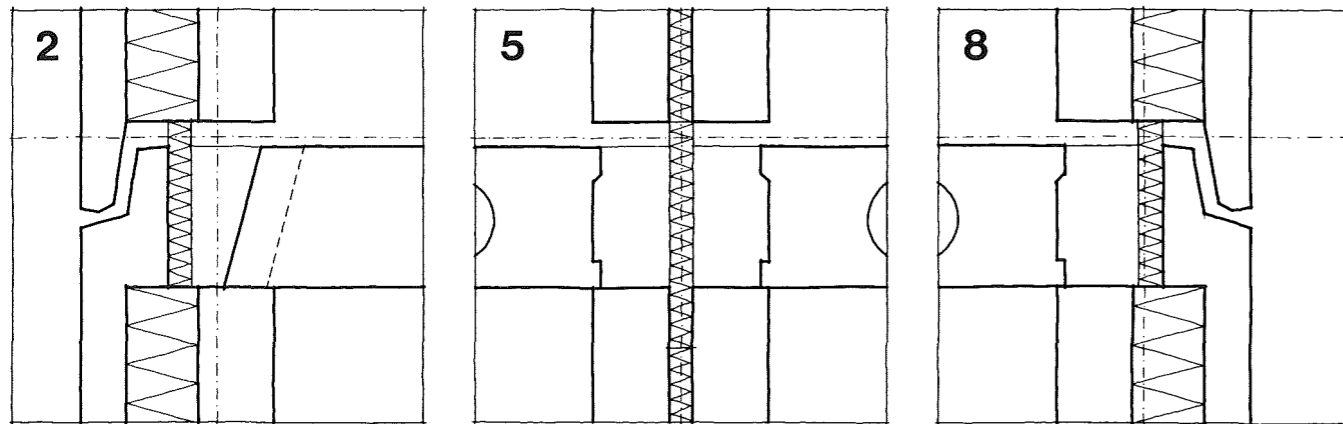
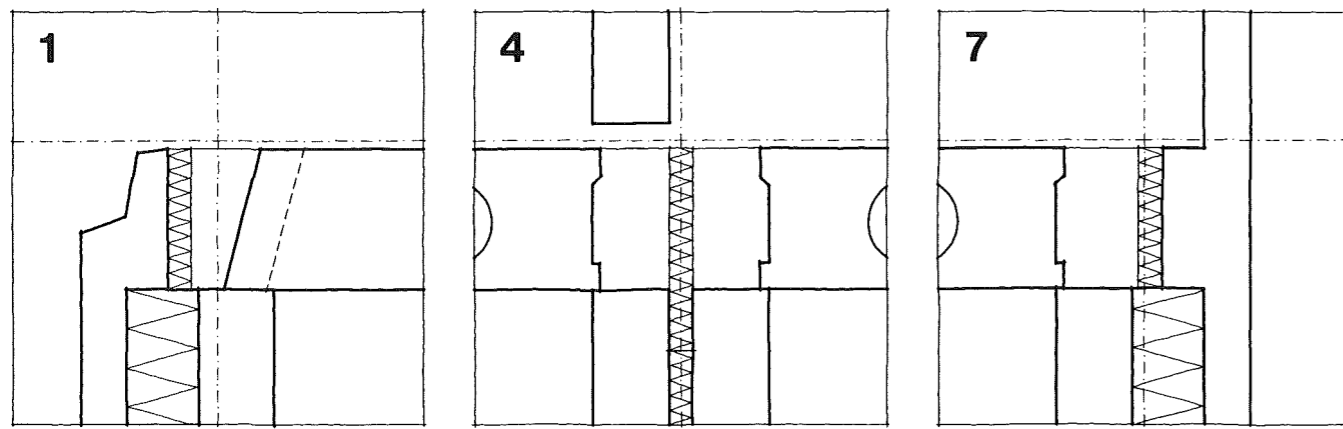
Isometri i mål 1:300 af karakteristisk bygningskrop sammensat af fem haveboliger i 1, 2 og 3 etager. Nogle af boligerne har i planen ret- eller stumpvinklede knæk. Husdybden er 48M, også ved udbygningerne. Alle huslængder er multipla af 3M.

Eksemplet viser et udvalg af byggetekniske detaljer fra et alsidigt byggesystem, som har gjort det muligt at skabe en bebyggelse med bymæssig karakter og stor variation i placeringen og udformningen af de enkelte bygningskroppe og i udformningen af rummene mellem disse. Med dette byggesystem, som anvender en husdybde på kun 48M, kan der opføres rækkehuse (haveboliger) i 1, 2 eller 3 etager. Byggesystemet tillader endvidere, at den 2-etages bygningskrop i plan kan knække 135°, og at den 1-etages bygningskrop kan forsynes med en udbygning vinkelret på hovedfløjen med samme husdybde som denne.

Den lille husdybde muliggør, at der kan udformes mange forskellige boligtyper inden for bygningskroppen: selv små boliger i én etage får en relativ lang facade og dermed en acceptabel havestørrelse, og også den 3-etages bolig, som er på 122 kvm, har en rimelig stor facadelængde. Den lille husdybde betyder endvidere, dels at de fleste af boligens rum er gennemgående fra facade til facade, dels at de kan nøjes med dagslys fra den ene facade. Herved opnås stor placeringsfrihed for døre og vinduer.

Kombinationen af en varieret bebyggelsesplan og et alsidigt byggesystem, hvis muligheder udnyttes, samt en bygningstype med lille husdybde, er en løsning, der ikke umiddelbart er økonomisk gennemførlig. Realiseringen af

bebyggelsen har krævet en begrænsning af antallet af forskellige komponenter, raffinering af modulkoordineringen og vidtgående rationalisering af kranbetjeningen. På det viste sæt byggetekniske detaljer er kun medtaget den bærende og afstivende del af byggesystemet. Til byggesystemet er anvendt fabriksfremstillede betonkomponenter til alle ydervægge, lejlighedsskel og dæk. Dækkene spænder fra facade til facade (48M). Sættet af detaljer kan som vist anvendes til bygninger med op til 3 etager, forudsat der ikke er for langt mellem de afstivende tværvægge, dvs. lejlighedsskel og gavle. De afstivende tværvægge er i princippet ubelastede og stabiliserer først og fremmest ved hjælp af deres egenvægt.



Bærende langfacade

Ikke-bærende lejlighedsskel

Ikke-bærende gavlf

Lodrette snit i mål 1:10 i fleretages boliger. Fugestopninger o.l. er ikke vist

Etagehøjden er 26M i alle etager, og rumhøjden er 2,31 m. Alle dæk, også dæk over krybekælder, består af 185 mm tykke, hule dækkomponenter. Dækket over krybekælder er isoleret med 50 mm mineraluld, normaldækket er uisoleret, og oven på øverste dæk (tagdækket) er isoleret med 125 mm mineraluld. Gulvkonstruktionen består af trægulve på strøer og opklodsning med en samlet højde på 105 mm. Dette mål anses idag for værende i underkanten.

Skal der være tilstrækkelig plads til krydsende el-rør, vandrør m.v. under strøerne, anbefaler KBI at øge målet til 120 mm. Såvel de bærende langfacader som de ikke-bærende gavle er opbygget af etagehøje, lagdelte komponenter, som består af en 100 mm tyk bagplade, et 95 mm tykt mineraluldslag og en 60 mm tyk forplade. Facadekomponenterne er detaljeret således, at samme komponent valgfrit kan anvendes i alle etager.

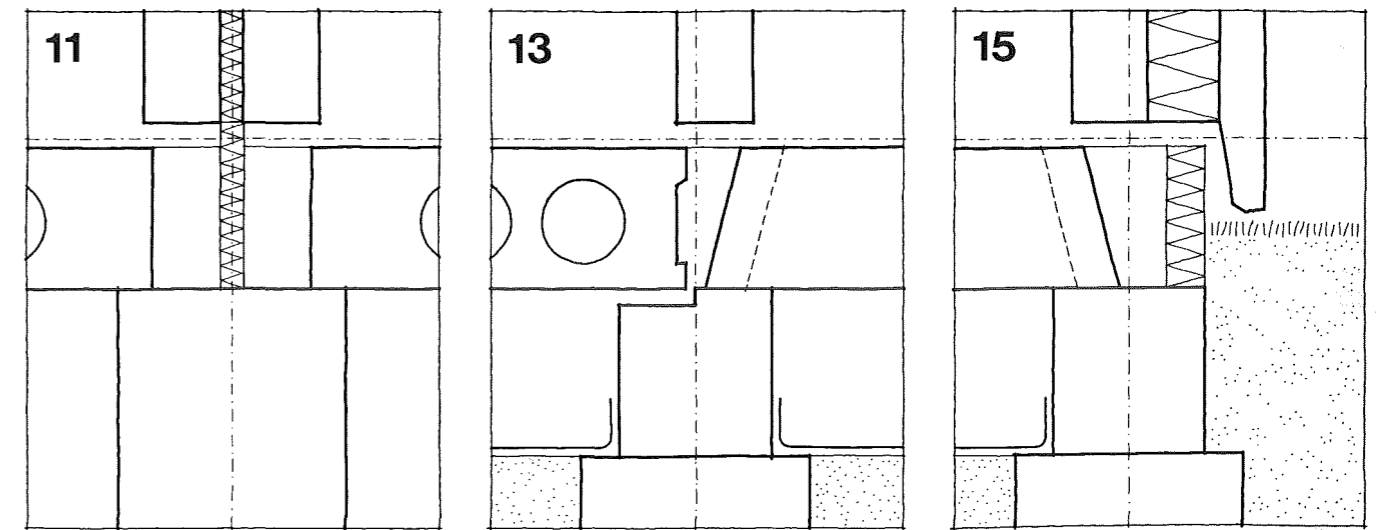
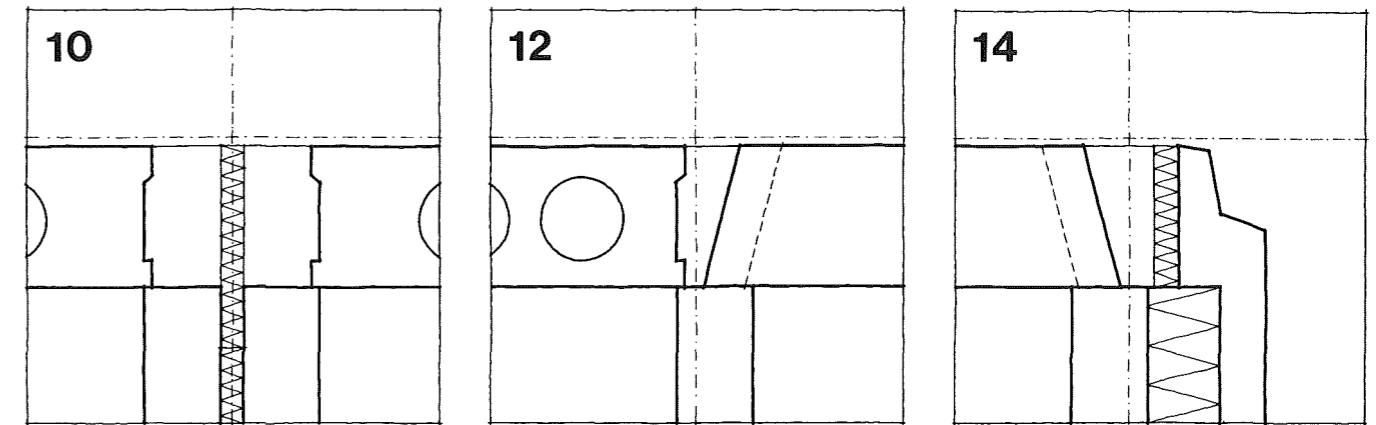
Lejlighedsskellene (snit 4, 5 og 6; snit 10 og 11 samt snit 18 og 22) er opbygget af to helt adskilte vægdele. Hver vægdel er udført som en 100 mm tyk, rumstor betonkomponent. Ved lejlighedsskel i stueetagen bærer de to vægdele som skiver fra facade til facade hen over krybekælderen (snit 6), idet der er udført et punktfundament ved hver facade (snit 11).

Fundamenterne under facaderne (snit 3, 9 og 15) og under en bærende indervæg (snit 13) er udført af grovbeton. Den underste del er udstøbt i en ca. 300 mm bred jordrende. Den øverste del, som er støbt i forskalling, er 200 mm bred og bærer dækket over krybekælderen. For at undgå at dækkomponenternes sidekanter kommer til at

etage har en 1,1 m høj opkant (snit 7) og vejer 2,8 tons. Tungeste dækkomponent er 24M×48M og vejer 3,5-3,7 tons afhængigt af detaljeringen.

Dækkomponenter forekommer – udover i bredden 24M – i bredderne 12M, 15M, 18M og 21M. Dækkomponenter med bredden 12M og 24M støbes i forme med faste sidebegrænsninger.

Dækkomponenter med bredden 15M, 18M og 21M støbes i 24M brede forme, som i disse tilfælde forsynes med en løs (flyttelig) sidebegrænsning. De dækkomponenter, der støder op til lejlighedsskel og gavle, har reducerede bredder, dels for at undgå indspænding af dækkomponenternes sidekanter, dels for at give plads til en udstøbning,



Ikke-bærende lejlighedsskel

Bærende indervæg

Bærende tværfacade

Lodrette snit i mål 1:10 i énetages boliger. Fugestopninger o.l. er ikke vist

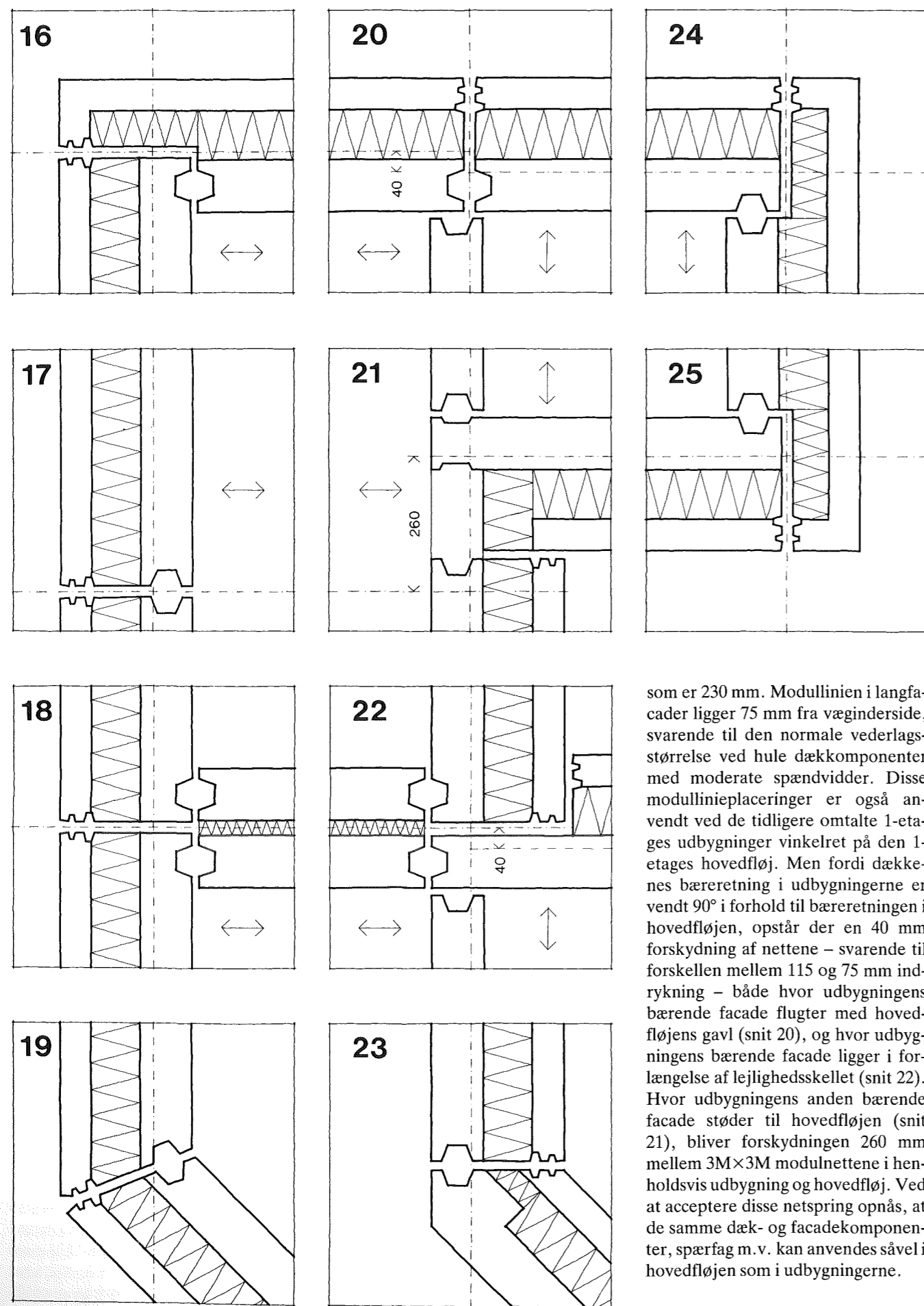
hvile af på fundamentet, er der udsparet i fundamentoverside under disse sidekanter (snit 9 og 13).

Som krantype valgtes en tårnkran med 52 meter udlæg og med en løfteevne på 3,8 tons ved spidslast.

Den valgte kran har dikteret råhusets opdeling i komponenter. Hovedparten af facadekomponenterne har enten bredden 24M eller bredden 27M og vejer henholdsvis 2,4 tons og 2,7 tons. En 24M bred gavlkomponent i øverste

der kan sikre en tilstrækkelig stor friktion mellem vægge og dæk (se for eksempel snit 5 og 8).

Ved at acceptere dækkomponenter med reducerede bredder opnås yderligere, at der kan anvendes normale, modulære langfacadekomponenter ud for lejlighedsskel (snit 18) og ved gavlf (snit 16). Modullinien i gavlf kommer herved til at ligge 115 mm fra væggerside, nemlig halvdelen af tykkelsen af det lydisolerede lejlighedsskel,



som er 230 mm. Modullinien i langfacader ligger 75 mm fra væggerside, svarende til den normale vederlagsstørrelse ved hule dækkomponenter med moderate spændvidder. Disse modullinieplaceringer er også anvendt ved de tidligere omtalte 1-etages udbygninger vinkelret på den 1-etages hovedfløj. Men fordi dækkens bæreretning i udbygningerne er vendt 90° i forhold til bæreretningen i hovedfløjen, opstår der en 40 mm forskydning af nettene – svarende til forskellen mellem 115 og 75 mm indrykning – både hvor udbygningens bærende facade flugter med hovedfløjens gavl (snit 20), og hvor udbygningens bærende facade ligger i forlængelse af lejlighedsskellet (snit 22). Hvor udbygningens anden bærende facade støder til hovedfløjen (snit 21), bliver forskydningen 260 mm mellem 3M×3M modulnetterne i henholdsvis udbygning og hovedfløj. Ved at acceptere disse netspring opnås, at de samme dæk- og facadekomponenter, spærfag m.v. kan anvendes såvel i hovedfløjen som i udbygningerne.

Vandrette snit i mål 1:10. Fugestopninger o.l. er ikke vist

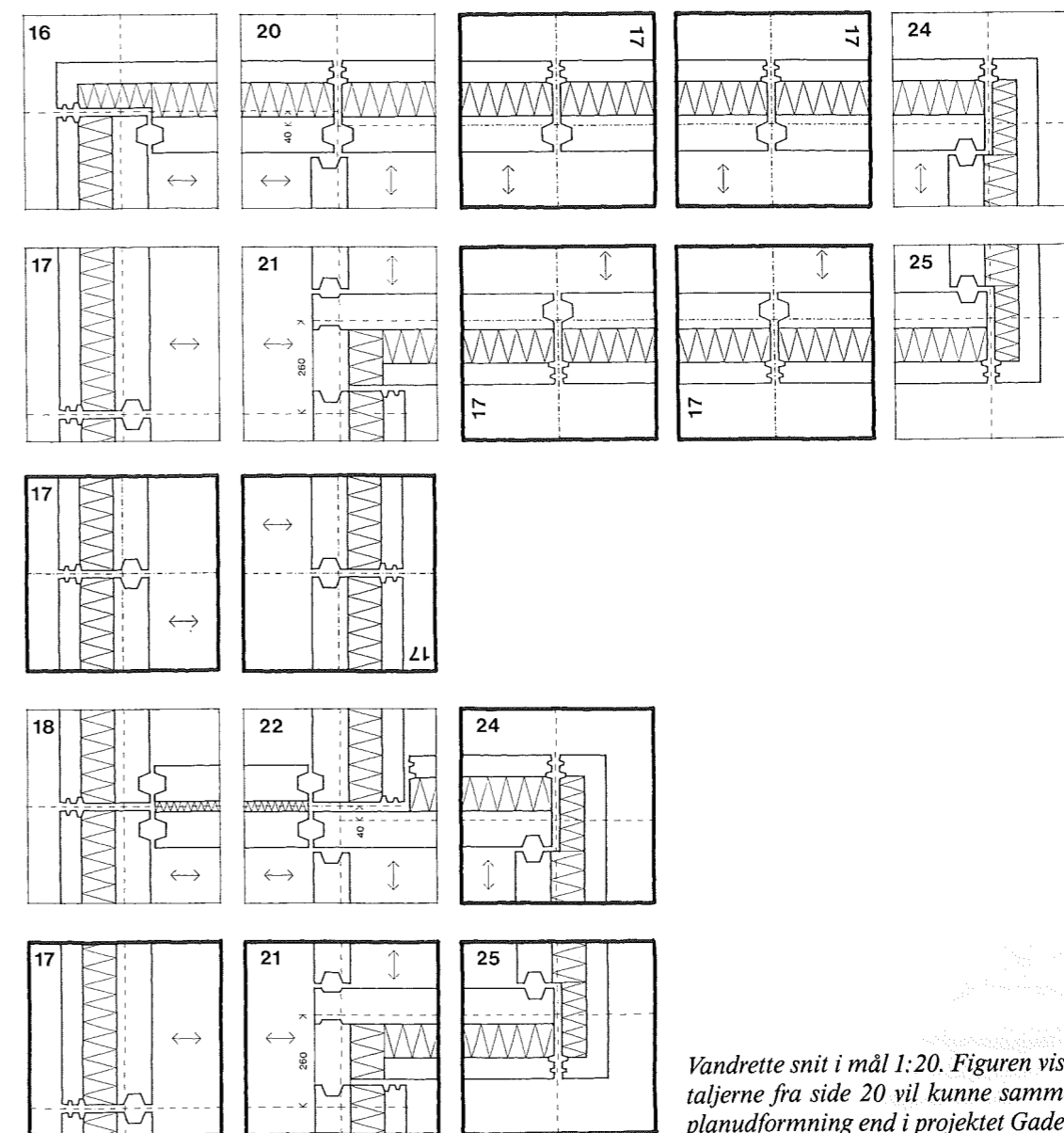
Moduldetaljer og CAD

Udarbejdelse af byggetekniske detaljer til et byggeprojekt er en tidkrævende opgave, og det vil derfor være en fordel, hvis de kan bruges fra projekt til projekt. Dette forudsætter først og fremmest, at detaljerne er afklarede rent byggeteknisk, men de skal herudover være nemme at opmagasinere og nemme at genfinde og sammensætte i nye projektforslag.

Byggetekniske detaljer i modulprojekterede byggerier – såkaldte moduldetaljer – er som regel godt gennemarbejdede, bl.a. fordi denne projekteringsform giver et bedre overblik. Modullinierne på detailsnittene kan herudover anvendes som en slags »længde- og breddegrader«, og kan forsynes med en nummerering – en notation – som gør

det nemt at opmagasinere moduldetaljerne i en database samt at genfinde dem.

Ved genbrug kan moduldetaljerne sammenstilles i nye plan- og snitudformninger. Naturligvis ikke helt frit, idet de forudsætninger, der lå til grund for den første gennemarbejdning, fortsat vil gælde. Eksempelvis må en ydervæg ud over en vis længde forsynes med en ekstra tværafstivning, og en bærende væg kan som regel kun anvendes uændret forudsat en bestemt maksimal etagehøjde og kun indtil et vist antal etager. Det vil dog være forholdsvis enkelt at programmere advarsler, som databasen vil meddele, såfremt detaljerne forsøges sammenstillet på en urealistisk måde.



Vandrette snit i mål 1:20. Figuren viser, hvordan moduldetaljerne fra side 20 vil kunne sammenstilles til en anden planudformning end i projektet Gadekæret.

EKSEMPEL 5

Bebyggelsen Fuglsangpark

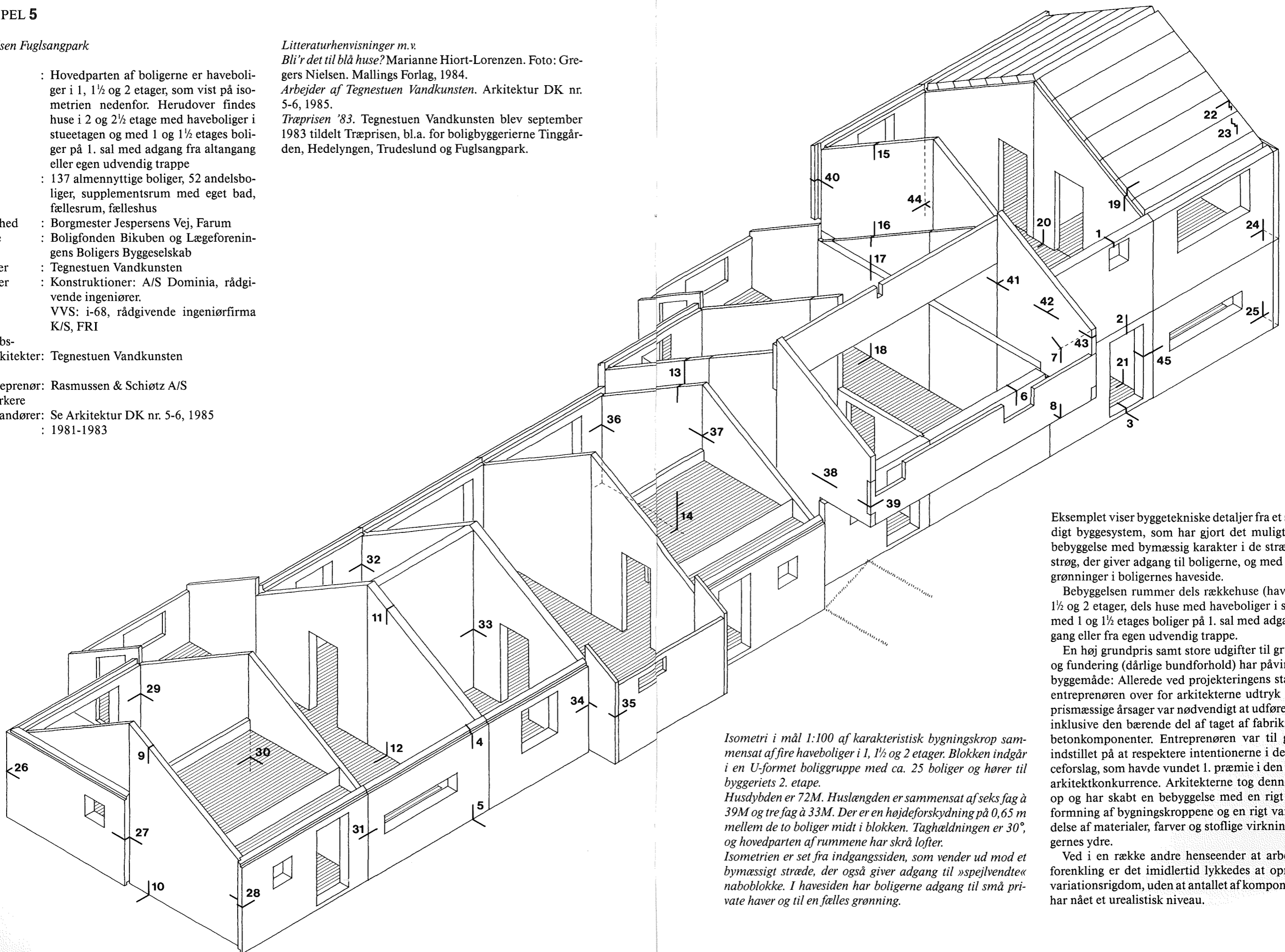
- Art : Hovedparten af boligerne er haveboliger i 1, 1½ og 2 etager, som vist på isometrien nedenfor. Herudover findes huse i 2 og 2½ etage med haveboliger i stueetagen og med 1 og 1½ etages boliger på 1. sal med adgang fra altangang eller egen udvendig trappe
- Omfang : 137 almennyttige boliger, 52 andelsboliger, supplementsrum med eget bad, fællesrum, fælleshus
- Beliggenhed : Borgmester Jespersens Vej, Farum
- Bygherre : Boligfonden Bikuben og Lægeforeningens Boligers Byggeselskab
- Arkitekter : Tegnstuen Vandkunsten
- Ingeniører : Konstruktioner: A/S Dominia, rådgivende ingeniører.
VVS: i-68, rådgivende ingeniørfirma K/S, FRI
- Landskabsarkitekter: Tegnstuen Vandkunsten
- Totalentreprenør: Rasmussen & Schiøtz A/S
- Håndværkere og leverandører: Se Arkitektur DK nr. 5-6, 1985
- Opført : 1981-1983

Litteraturhenvisninger m.v.

Bli'r det til blå huse? Marianne Hiort-Lorenzen. Foto: Greger Nielsen. Mallings Forlag, 1984.

Arbejder af Tegnstuen Vandkunsten. Arkitektur DK nr. 5-6, 1985.

Træprisen '83. Tegnstuen Vandkunsten blev september 1983 tildelt Træprisen, bl.a. for boligbyggerierne Tinggården, Hedelyngen, Trudeslund og Fuglsangpark.



Isometri i mål 1:100 af karakteristisk bygningskrop sammensat af fire haveboliger i 1, 1½ og 2 etager. Blokken indgår i en U-formet boliggruppe med ca. 25 boliger og hører til byggeriets 2. etape.

Husdybden er 72M. Huslængden er sammensat af seks fag à 39M og tre fag à 33M. Der er en højdeforskydning på 0,65 m mellem de to boliger midt i blokken. Taghældningen er 30°, og hovedparten af rummene har skrå lofter.

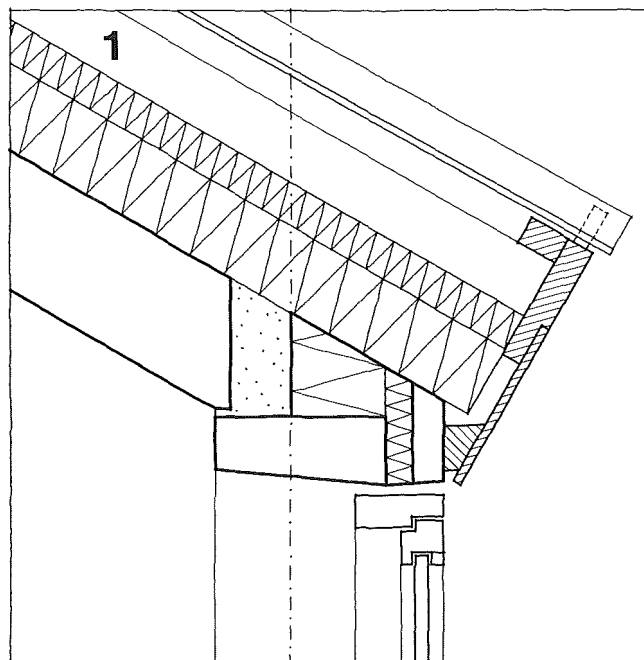
Isometrien er set fra indgangssiden, som vender ud mod et bymæssigt stræde, der også giver adgang til »spejlvendte« naboblokke. I havesiden har boligerne adgang til små private haver og til en fælles grønning.

Eksemplet viser byggetekniske detaljer fra et særdeles alsidigt byggesystem, som har gjort det muligt at skabe en bebyggelse med bymæssig karakter i de stræder og gangstrøg, der giver adgang til boligerne, og med småhaver og grønninger i boligernes haveside.

Bebyggelsen rummer dels rækkehuse (haveboliger) i 1, 1½ og 2 etager, dels huse med haveboliger i stueetagen og med 1 og 1½ etages boliger på 1. sal med adgang fra altangang eller fra egen udvendig trappe.

En høj grundpris samt store udgifter til grundmodning og fundering (dårlige bundforhold) har påvirket valget af byggemåde: Allerede ved projekterings start gav totalentreprenøren over for arkitekterne udtryk for, at det af prismæssige årsager var nødvendigt at udføre hele råhuset inklusive den bærende del af taget af fabriksfremstillede betonkomponenter. Entreprenøren var til gengæld helt indstillet på at respektere intentionerne i det konkurrenceforslag, som havde vundet 1. præmie i den forudgående arkitektkonkurrence. Arkitekterne tog denne udfordring op og har skabt en bebyggelse med en rigt varieret udformning af bygningskroppene og en rigt varieret anvendelse af materialer, farver og stofflige virkninger i bygningernes ydre.

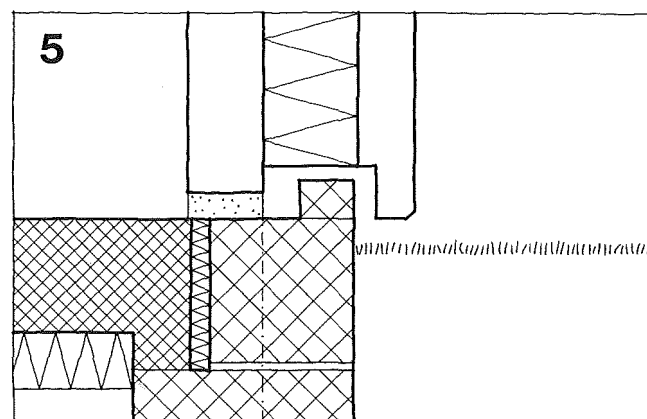
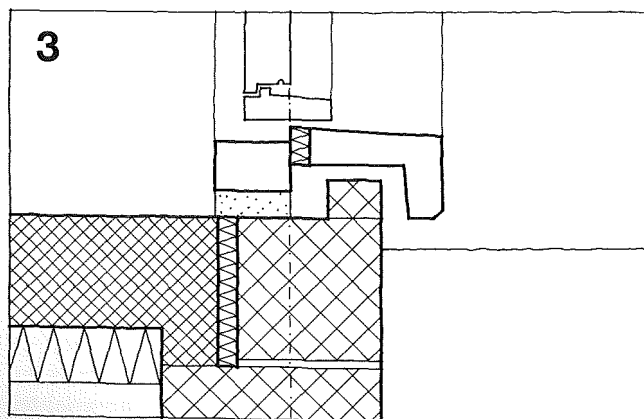
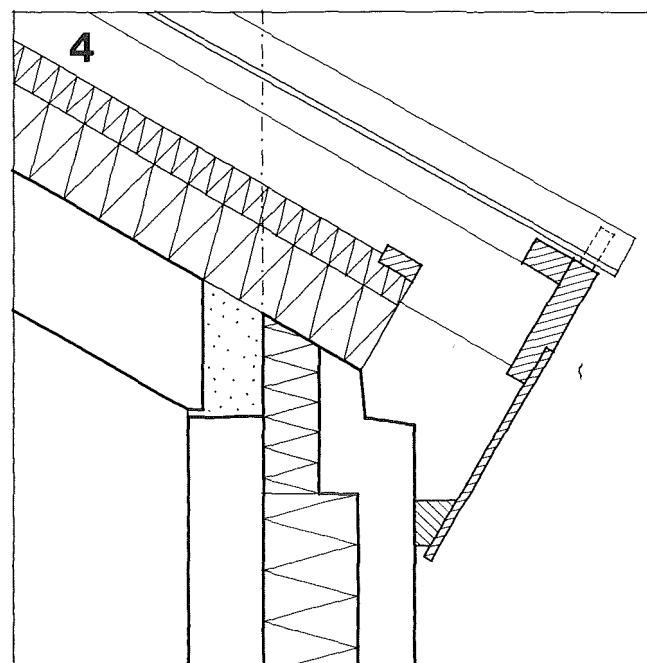
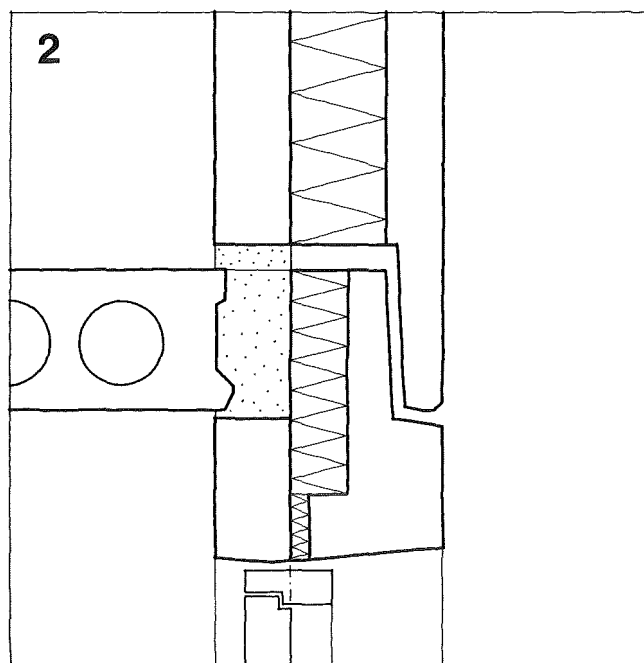
Ved i en række andre henseender at arbejde med en forenkling er det imidlertid lykkedes at opnå den store variationsrigdom, uden at antallet af komponentvarianter har nået et urealistisk niveau.



Fx er husdybden den samme i alle blokke, nemlig 72M, og inden for den enkelte blok, som består af fra to til syv boliger, er de lagdelte langfacadekomponenter placeret i samme flugt (se isometri). Der er endvidere anvendt ganske få fagvidder i husenes længderetning, fortrinsvis 33M og 39M, men også fagvidderne 30M og 60M findes. Boligerne forekommer ydermere i stort omfang i faste kombinationer, hvad der har forenklet både projektering og udførelse.

Variationerne inden for den enkelte blok er opnået dels ved at sammenstille boliger med forskellig højde, dels ved at bygningskroppen nogle steder er forsynet med en udkraget etage (snit 6, 7 og 8 samt snit 38, 39, 42 og 43) og andre steder er påbygget småudbygninger (snit 29, 34 og 35) eller lette tagopbygninger (forekommer ikke i den viste blok).

De farvemæssige og stofflige variationer i bygningernes ydre er bl.a. opnået ved, at forpladen på de lagdelte facadekomponenter nogle steder er indfarvet i en kraftig blå farve og andre steder er ufarvet. De ufarvede forplader er efter komponenternes montering påbøjet vandrette sorte



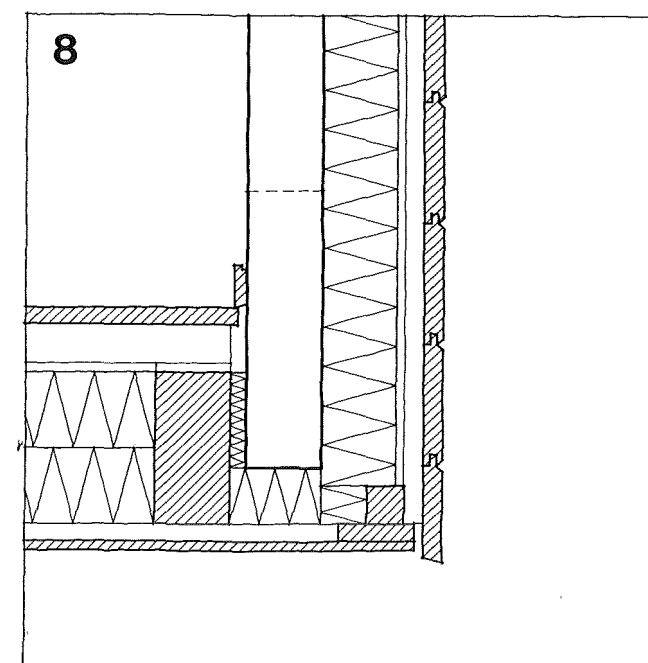
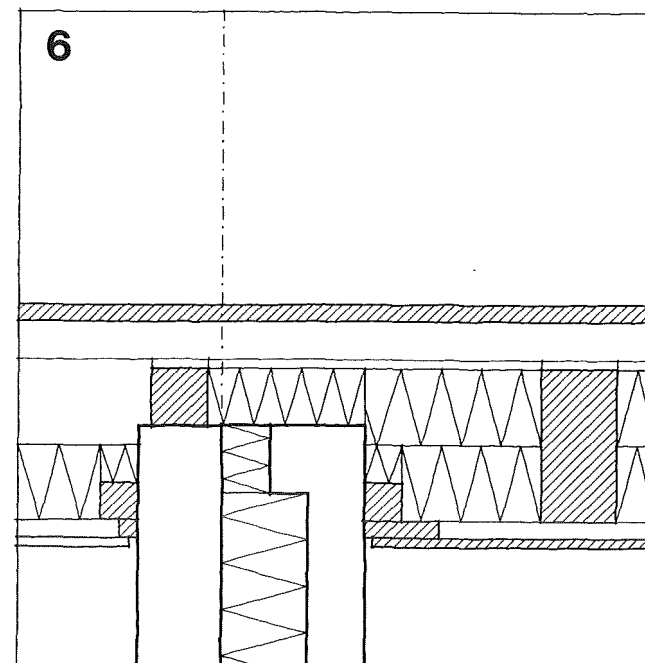
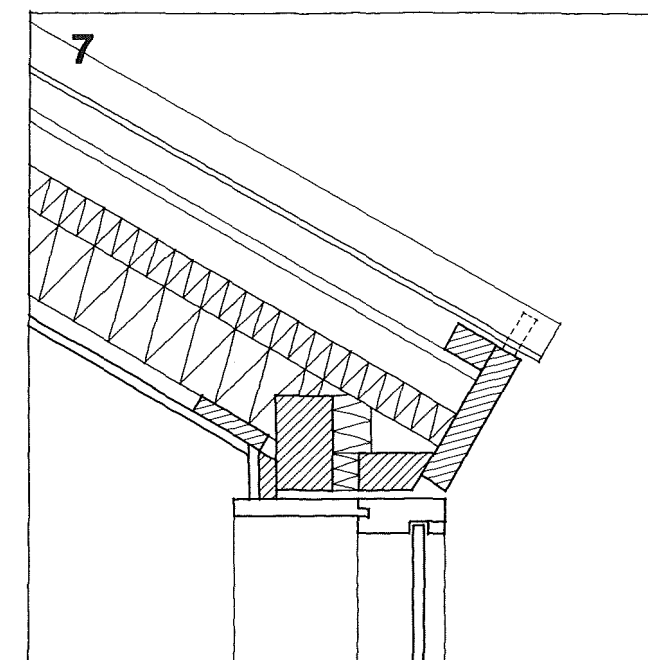
Tværsnit i mål 1:10 i toetages bolig

Tværsnit i mål 1:10 i enetages bolig

lægter for ca. hver 300 mm i højden. Den resterende del af klimaskærmen omfattende beklædning af tage, tagopbygninger, gavltrekanter og andre dele af gavlene, udbygninger og udkragede etager er udført som traditionelt håndværk, hvad der har givet en stor frihed for variationer.

Der er anvendt fabriksfremstillede betonkomponenter til alle ydervægge, til bærende tværvægge, til langsgående bjælker i brystning og kip ved den udkragede overetage, til dæk i bygninger med 2 etager og derover samt til den bærende del af taget. Hovedparten af facadekomponenterne er lagdelte; der forekommer dog enkeltlagskomponenter i gavle, ved udbygninger samt ved de udkragede overetager; disse ydervægspartier isoleres og færdigbeklædes på byggepladsen som nævnt ovenfor. Betonkomponenterne i dæk og tag spænder på langs af huset.

Sættet af detaljer kan som vist anvendes til bygninger med op til 2 etager, eventuelt tilføjet en let tagopbygning. De afstivende komponenter i langfacaderne er ubelastede og stabiliserer først og fremmest ved hjælp af deres egen vægt. Andetsteds i bebyggelsen forekommer der nogle tårnagtige hjørnehuse i 2½ og 3½ etage; til disse er anvendt



Tværsnit i mål 1:10 i udkraget overetage i halvandenetages bolig

et andet statisk princip, hvor betonkomponenterne er sammenlåst i hjørnerne.

I byggeriets første etape, der blev påbegyndt sidst på efteråret med udsigt til en opblødt byggegrund, valgtes en funderingsløsning med fabriksfremstillede fundamentsbjælker på nedrammede pæle eller på brøndfunderinger. I anden etape, der er opført i sommerhalvåret, er fundamenterne støbt på stedet i 300–500 mm brede jordrender ført til bæredygtig bund.

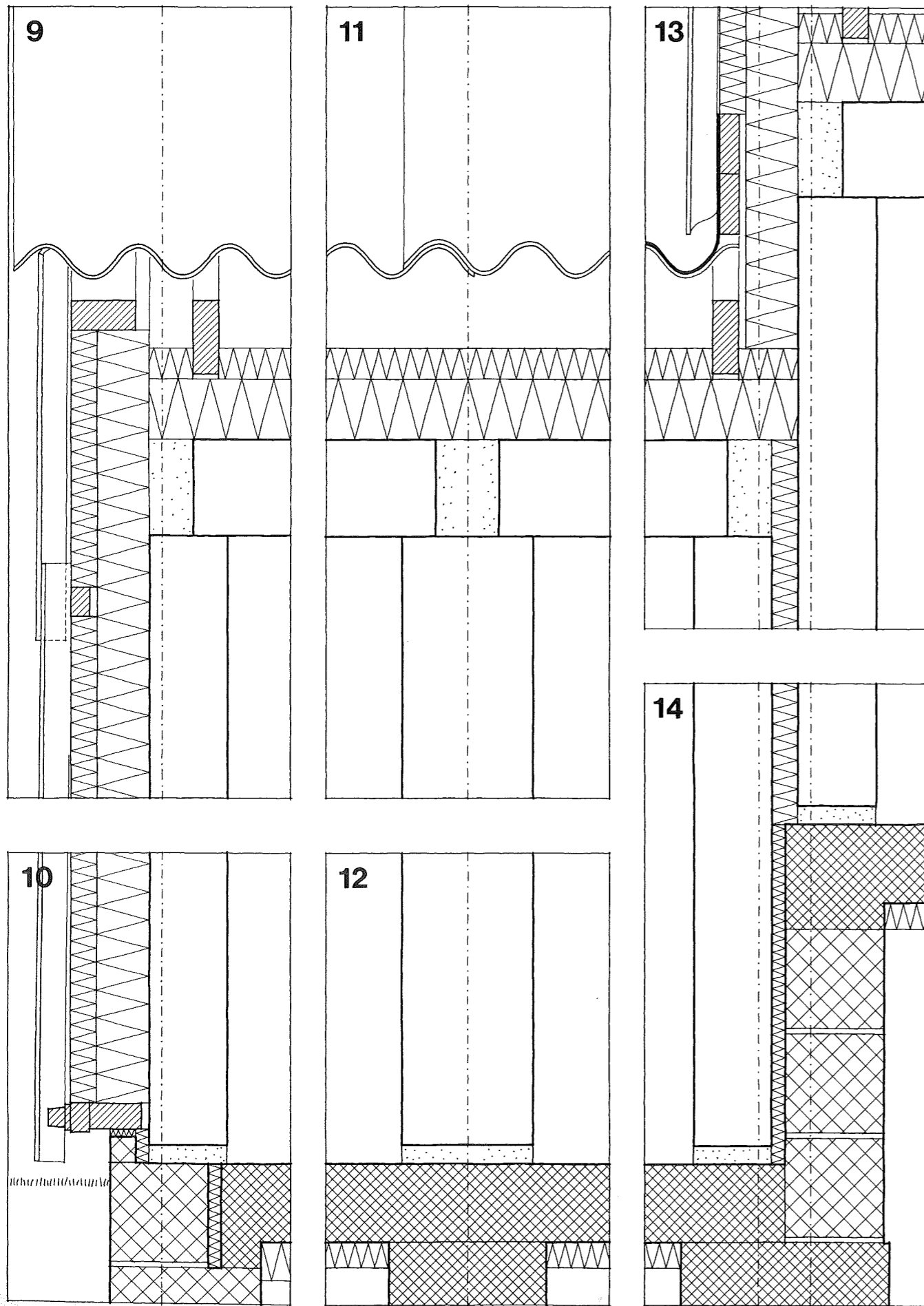
De støbte fundamenter er i facaderne afsluttet ca. 0,35 m under færdigt terræn og den øverste del af fundamentet er opmuret af to skifter letklinkerbetonblokke, der danner en fals, hvori det på stedet støbte terrændæk hviler (snit 3, 5, 10 og 25). Terrændækket i den viste blok er opbygget

med 150 mm singels nederst, herefter 50 mm mineraluld (dog 75 mm mineraluld i én meters bredde langs ydervægge), hvorpå er udstøbt en 150 mm tyk krydsarmeret betonplade. Denne løsning er nødvendiggjort af de dårlige bundforhold, der dog varierer fra blok til blok.

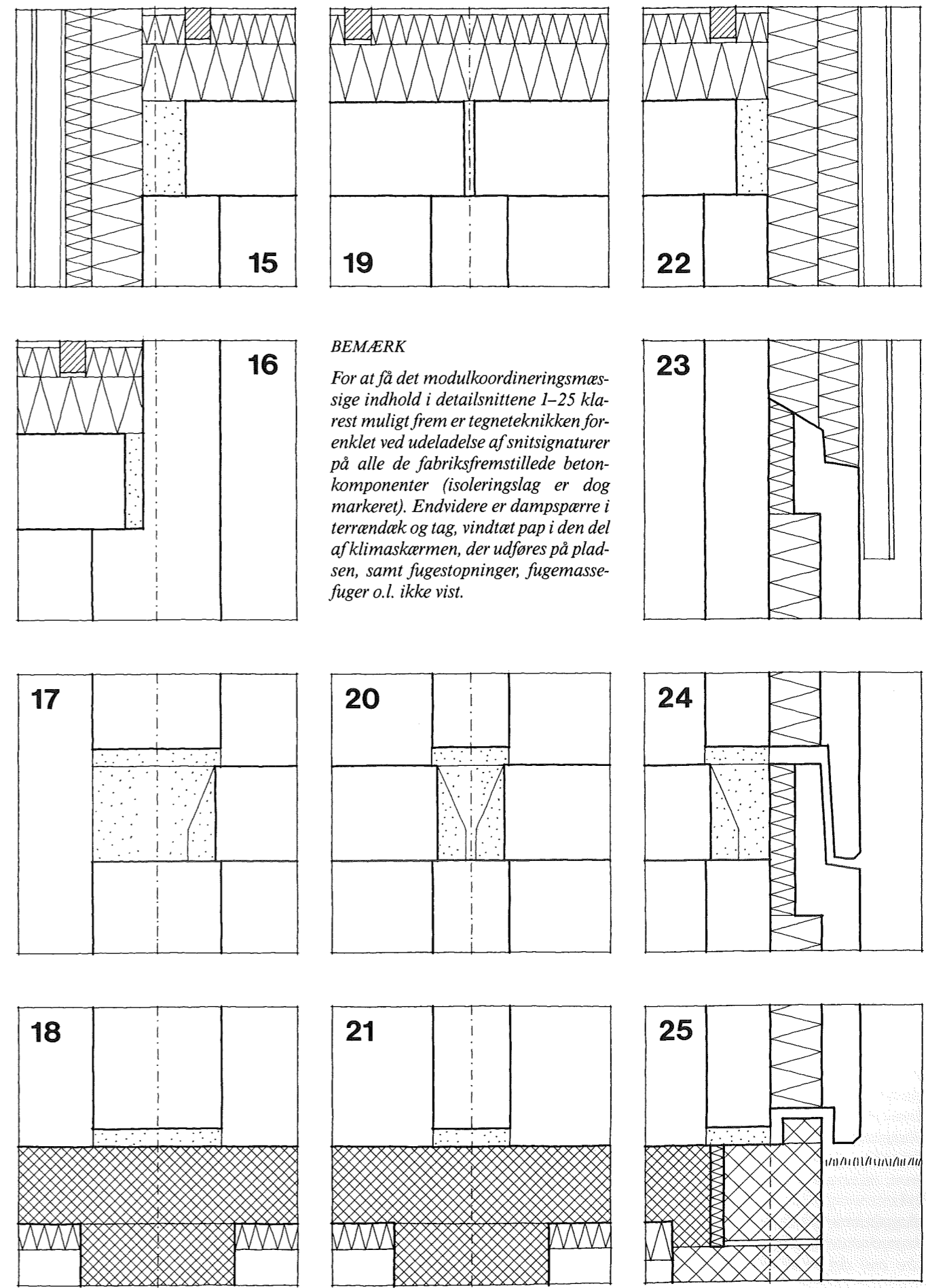
Gulvkonstruktionen består af trægulve på strøer og opklodsning og har en samlet højde på 120 mm. Ved terrændæk er udlagt en dampspærre på betonpladen inden gulvlægning.

I bygninger med 2 etager eller mere er etagehøjden 2,62 m. Dette mål er bestemt ud fra Bygningsreglementets krav om, at rumhøjden skal være mindst 2,3 m, hvortil skal lægges tykkelse på dækkomponent 185 mm, 120 mm til gulvkonstruktionen samt 15 mm til målafvigelse.

(Fortsættes side 30)



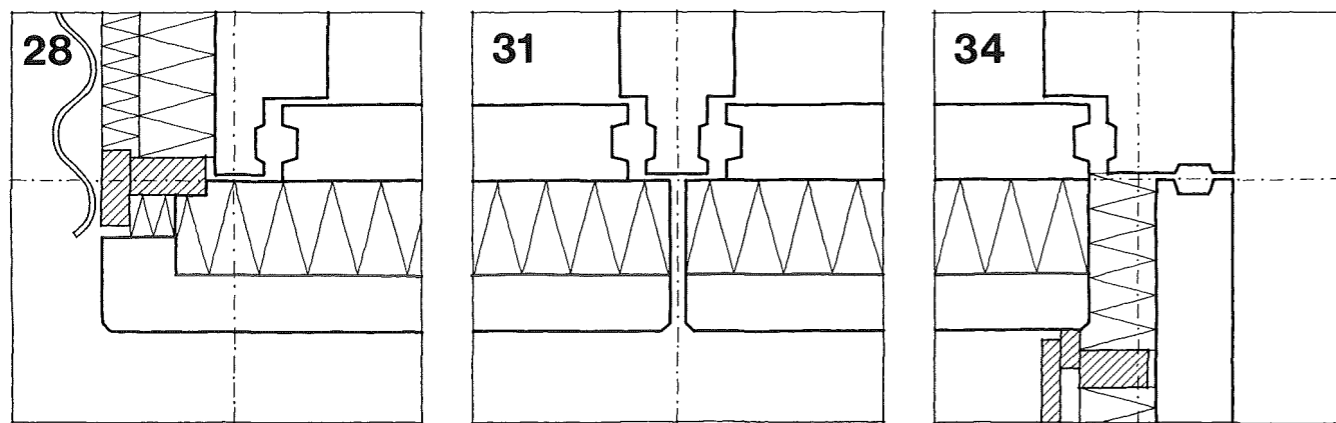
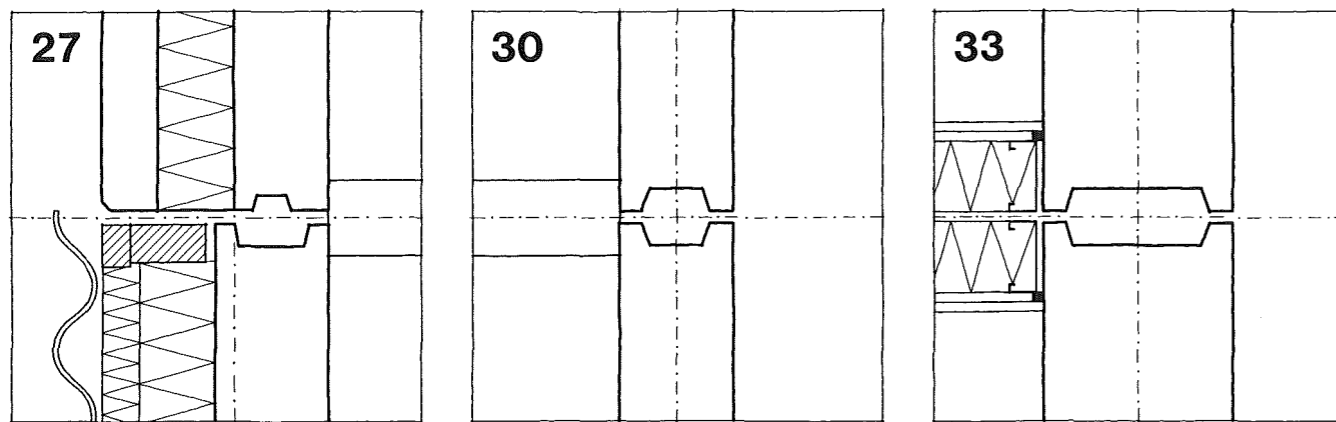
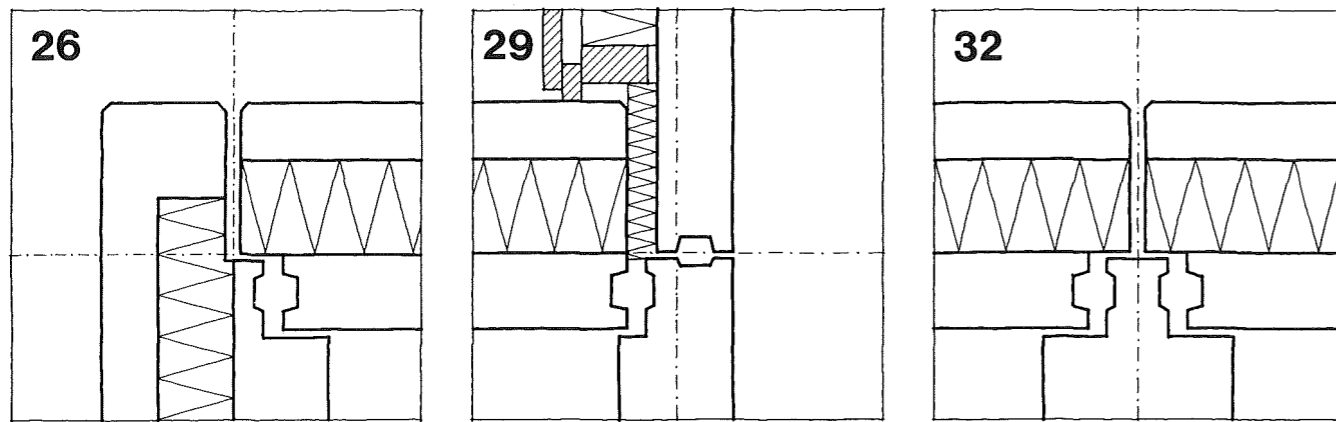
Længdesnit i mål 1:10 i enetages bolig



BEMÆRK

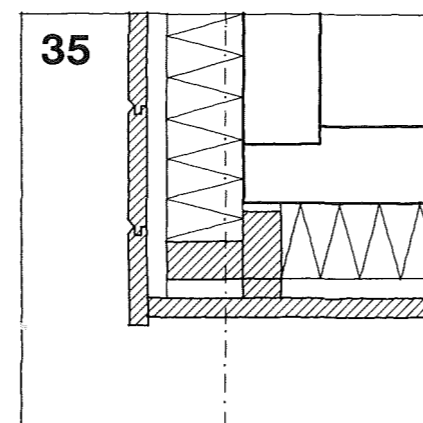
For at få det modulkoordineringsmæssige indhold i detailsnittene 1-25 klarrest muligt frem er tegneteknikken forenklet ved udeladelse af snitsignaturer på alle de fabriksfremstillede betonkomponenter (isoleringslag er dog markeret). Endvidere er dampspærre i terrændæk og tag, vindtæt pap i den del af klimaskærmen, der udføres på pladsen, samt fugestopninger, fugemassefuger o.l. ikke vist.

Længdesnit i mål 1:10 i toetages bolig

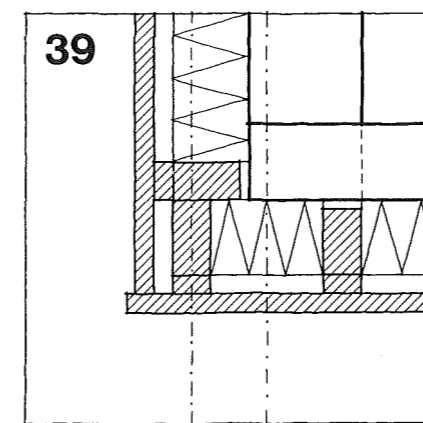
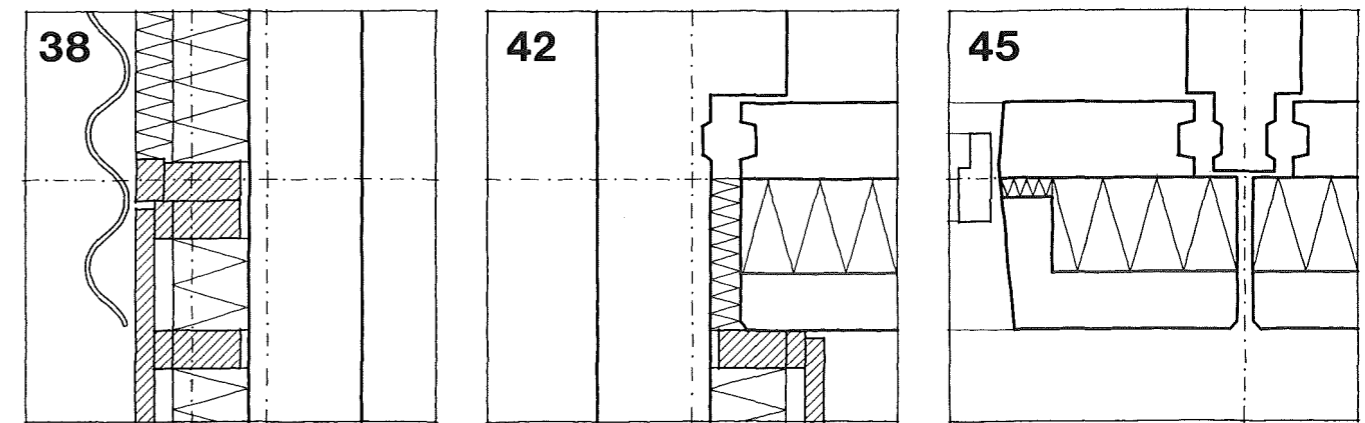
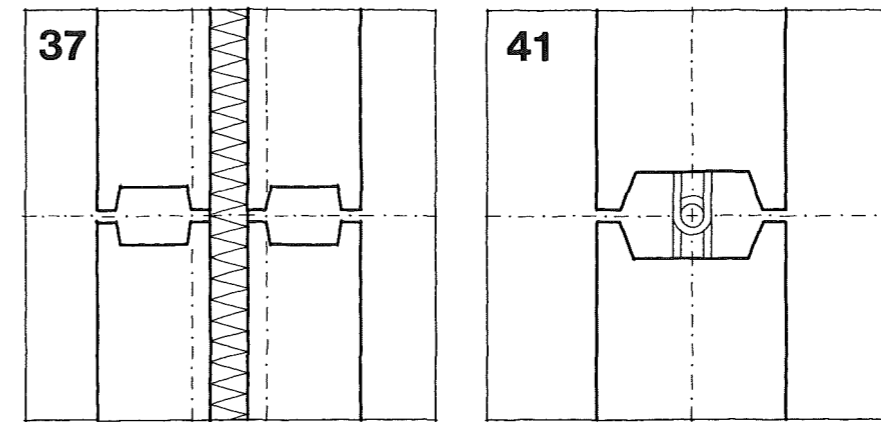
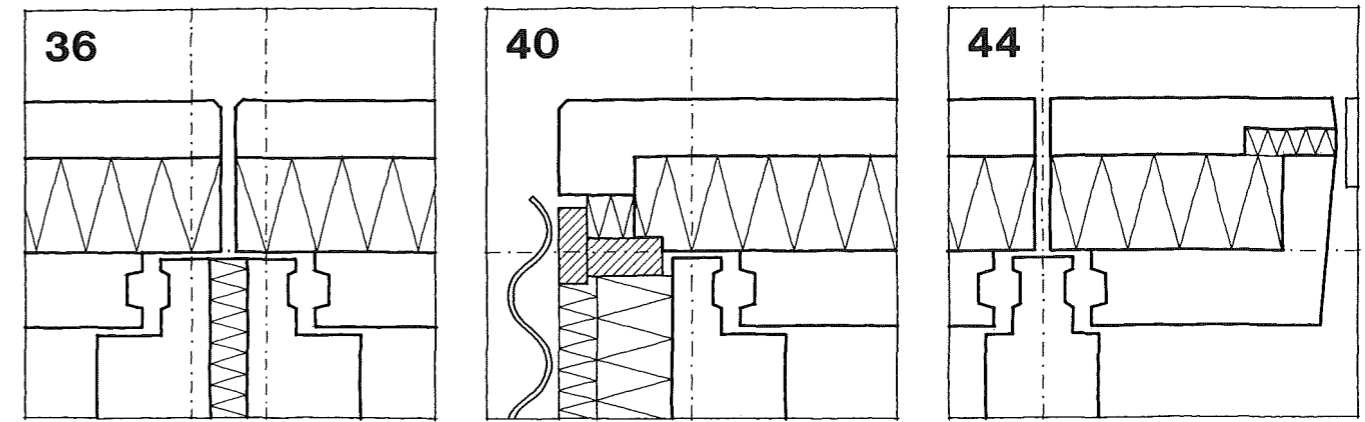


De lagdelte facadekomponenter i såvel gavle som langfacader har 75 mm tykke forplader og en samlet tykkelse på 300 mm. I de ikke-bærende langfacadekomponenter er bagpladen 100 mm tyk og mineraluldslaget 125 mm. Bagpladen i gavlkomponenterne er bærende og har en tykkelse på 125 mm; mineraluldslaget er her 100 mm tykt. Bagpladerne i de lagdelte langfacadekomponenter er overalt 130 mm mindre end det modulære fagviddemål,

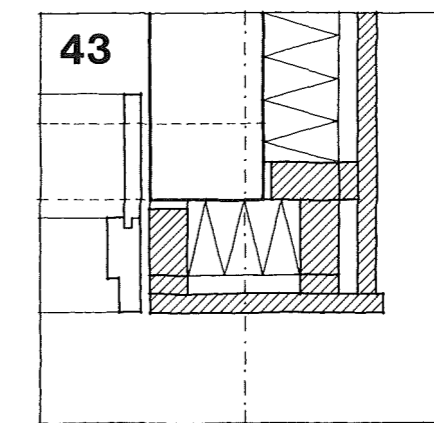
idet der i samtlige knudepunkter, hvor bagpladen indgår, er 65 mm fra bagpladens sidekant til modullinien i gavle eller tværvæg (se fx snit 26, 28, 29, 31, 32, 34 og 36). Det har givet grundlag for en rationel produktion af disse facadekomponenter – som er støbt i vandret stilling med bagpladen nederst – idet producenten har kunnet gå ud fra et beskedent antal faste bagpladeforme, som er blevet forsynet med vekslende formoverbygninger afhængigt af forpladernes geometri.



Vandrette snit i mål 1:10



Vandrette snit i mål 1:10

**BEMÆRK**

For at få det modulkoordineringsmæssige indhold i detailsnittene 26–45 klartest muligt frem er tegneteknikken forenklet ved udeladelse af snitsignaturer på alle de fabriksfremstillede betonkomponenter (isoleringslag er dog markeret), og fugestørrelser er overdrevet. Endvidere er vindtæt pap i den del af klimaskærmen, der udføres på pladsen, samt fugeudstøbninger, fugestopninger, fugemassefuger o.l. ikke vist.

Den valgte udformning af låsesamlingen mellem de lagdelte langfacadekomponenter og de bærende tværvægge og gavle – se fx snit 26, 28, 31, 32 og 36 – sikrer en effektiv kraftoverførsel både på langs og på tværs. Samlingen er tillige gunstig i lydisoleringsmæssig henseende, hvilket især er vigtigt ved lejlighedsskel. De bærende tværvægskomponenter ved den udkragede overetage kan tippe og må derfor forankres til nabokomponenterne, se snit 41.

(Fortsat fra side 25)

Over halvdelen af alle rum i bebyggelsen har skrå lofter og en gennemsnitlig rumhøjde på 3,3 m henholdsvis 3,2 m afhængig af, om rummet ligger i stueetagen eller på 1. sal.

I rækkehusene i 1 og 1½ etage (se isometri) forekommer der en rumhøjde på 2,12 m, dels i birum under hemslen, dels i køkkenet under den udkragede overetage. Køkkenet ligger imidlertid i åben forbindelse med opholdsstuen, der har stor rumhøjde.

Tagopbygningen er utraditionel: 160 mm tykke (dog 220 mm tykke ved fagvidden 60M) og 600 mm brede tagkomponenter af armeret letklinkerbeton blev oplagt fra tværvæg til tværvæg (se isometri samt tvær- og længdesnit). Disse tagkomponenter bærer et let »overtag« bestående af: en dampspærre, spinkle opklodsede spær, 150 mm mineraluld, taglægter og bølgeeternitplader. Løsningen med at lade letklinkerbetonplader danne loft i rummene blev valgt på grund af sine mange gode egenskaber: opfylder tagets bærende og afstivende funktion, har gode brand- og lydisolierende egenskaber – hvad der er særlig vigtigt ved lejlighedsskel, fungerer som arbejdsplatform for det efterfølgende tagarbejde, var billig fordi komponenterne blev monteret af leverandør direkte fra lastvogn med let løftegrej.

Tag- og dækstrukturen i den udkragede overetage er udført helt af træ (snit 6, 7 og 8).

Som beskrevet i det foregående er råhuset i alle blokke planlagt over et 3M × 3M modulnet. Kun de få steder i bebyggelsen, hvor der har været behov for en højdeforskydning inden for en blok – som i den her afbillede – har det været nødvendigt at indlægge en 100 mm bred neutralzone i lejlighedsskellet for at give plads til en lagdelt væg. Den består af to helt adskilte, 150 mm tykke vægdele, som i højden er forskudt i forhold til hinanden. Mellem vægdelene er placeret 50 mm mineraluld, det vil sige, at den samlede vægtykkelse er 350 mm (snit 13 og 14 samt snit 36 og 37).

Øvrige lejlighedsskel er udført af 250 mm tykke betonkomponenter; denne konstruktion opfylder Bygningsreglementets krav til luftlydisolationen mellem rækkehuse. Ved lejlighedsskel mellem enetages boliger er der kun brug for få og ukomplicerede komponenter (snit 11 og 12 samt snit 32, 33 og 34). Ved lejlighedsskel mellem boliger af forskellig højde og ved lejlighedsskel, der indgår i de udkragede overetager, er der brug for væsentlig flere og mere komplicerede komponentvarianter (snit 15–18 samt snit 40–43).

Ved en bestemt kombination af to enetages boligtyper forekommer et langsgående lejlighedsskel udført som en 250 mm tyk let væg (snit 33). Væggen består af to adskilte stålskeletter, hver beklædt med to lag 13 mm gipsplade ind mod rummene; hulrummet er fyldt med mineraluld. Dette lejlighedsskel forekommer kun i forbindelse med fagvidden 33M og støder i begge ender til 250 mm tykke tværvægge af beton, som begge – efter behov – kan fungere som lejlighedsskel. Der opnås herved mulighed for, under projekteringen eller sidenhen, at ændre arealfordelingen mellem de to boliger, der støder op til denne 33M × 72M store midtersektion, hvis parterne ellers kan blive enige herom.

De lagdelte langfacadekomponenter er placeret med væggerside 100 mm inden for modullinien i facade. De bærende tværvægskomponenter samt de bærende bagplader i gavlkomponenterne er ført ud til denne modullinie (se fx snit 26, 31, 32 og 36) og har altså modulære bredde-mål. Der er herved tillige opnået hensigtsmæssige låsesamlinger mellem tværvægge og langfacadekomponenter.

Alle dækkomponenter er 24M brede; tre komponentbredder svarer altså til husdybden 72M. De dækkomponenter, der støder op til de to langfacader (snit 2), må imidlertid ikke udfylde hele deres modulrum: Der skal være plads til en 75 mm bred kraftoverførende udstøbning mellem facadekomponenter og dæk. Dette problem kan løses ved i begge langfacader at anvende dækkomponenter, hvis bredde er reduceret med 75 mm, men det kan også – som her – løses ved at anvende to dækkomponenter med fuld bredde, rykket 75 mm i forhold til modulnettet, suppleret med én dækkomponent, hvis bredde er reduceret med 150 mm.

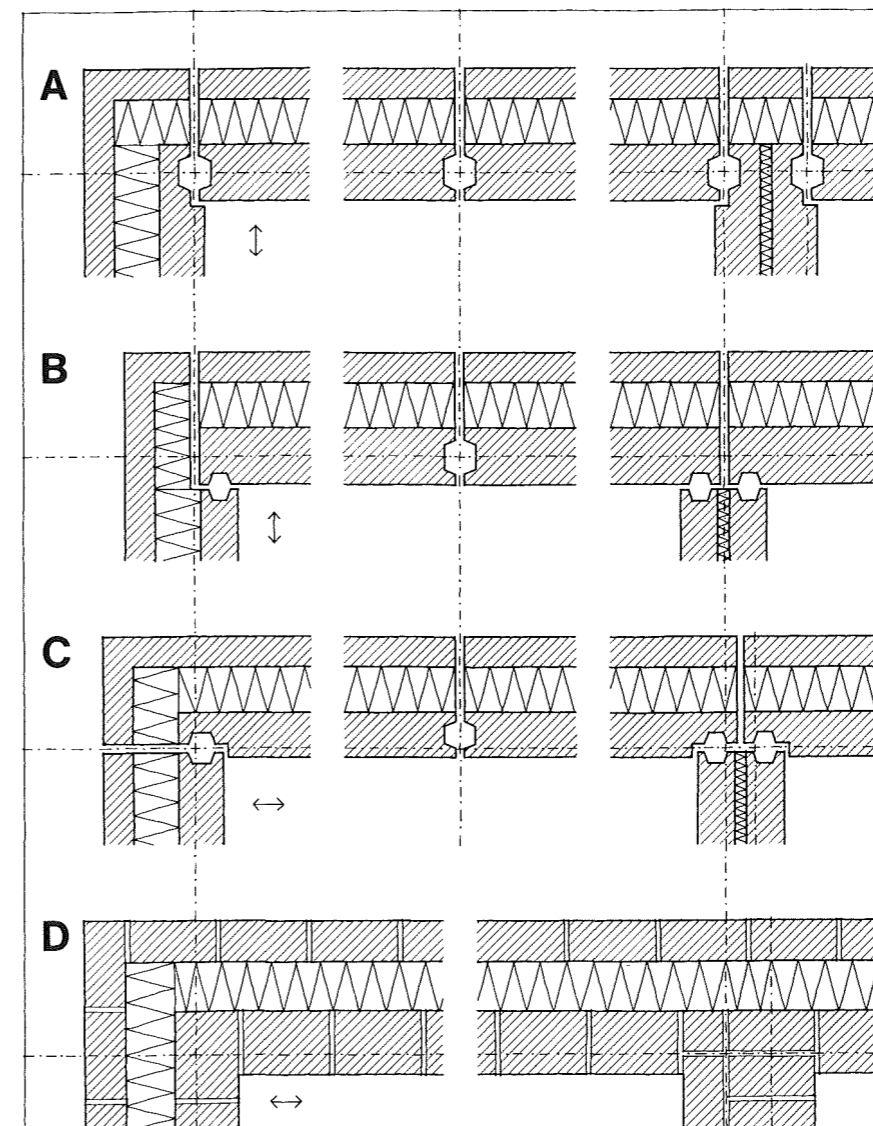
Den omstændighed, at råhuset er planlagt over et 3M × 3M modulnet, sammenholdt med, at de bærende tværvægge nogle steder er 150 mm tykke og andre steder er 250 mm tykke, har medført, at længderne på såvel dækkomponenter af beton som tagkomponenter af letklinkerbeton er blevet umodulære. Dette skyldes blandt andet, at vederlaget for begge komponenttyper overalt er fastsat til 65 mm (snit 9–25). Det totale antal komponentvarianter til dæk og tag er imidlertid næppe meget større, end det ville have været med modulære komponentlængder. Og sidstnævnte ville have forudsat 100 mm brede neutralzoner i alle 250 mm tykke tværvægge, hvad der ville have udløst andre målmæssige problemer samt et større bruttoetageareal.

Ved råhusets opdeling i komponenter blev det tilstræbt at anvende så få og dermed så store komponenter som muligt. Færre komponenter betyder, at der er færre dele at holde styr på, færre kranløft, færre fuger samt kortere transport- og montagetid. Hensynet til komponenternes transport fra fabrik til den endelige placering i en bygning sætter imidlertid grænser for komponenternes størrelse og vægt.

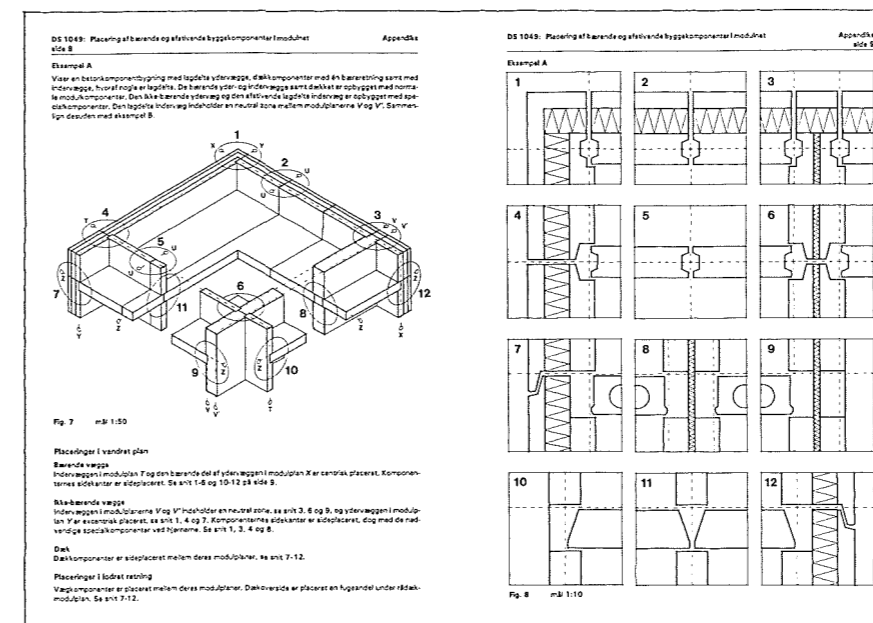
Vægkomponenter transporteres normalt stående næsten lodret i specialbyggede reolvogne, hvor ladet ofte sidder 0,40–0,45 m over kørebanen. Den fri højde under broer og viadukter er 4,4 m ved gunstige transportruter, men selv på motorveje kan forekomme fri højder på kun 3,8 m. Det betyder, at selv i gunstigste tilfælde skal enten højden eller bredden af vægkomponenterne være mindre end ca. 3,9 m; i ugunstige tilfælde væsentligt mindre.

Såvel gavle som de tværgående, bærende indervægge i Fuglsangpark har en højde fra terrændæk til kip på ca. 4,4 m. Den på isometrien viste opdeling af disse vægge i to 36M brede komponenter medfører derfor, at disse komponenter må transporteres drejet 90° i lodret plan. Den bredeste tværvægskomponent er i øvrigt gavlkomponenten fra snit 26 til snit 27; den er ca. 3,79 m bred.

Tungeste komponent i bebyggelsen er den 36M brede, 250 mm tykke indervægskomponent i lejlighedsskel (snit 32 og 33). Den vejer ca. 7,3 tons, hvilket er tæt på den øvre vægtgrænse, som betonkomponentfabrikerne sædvanligvis nødig vil overskride.



Vandrette snit i mål 1:20 i samme udsnit af en bygning udført med fire forskellige konstruktionssystemer: A, B, C og D, som alle er mere udførligt omtalt i DS 1049, appendiks.



Opslag fra DS 1049, Placering af bærende og afstivende byggekomponenter i modulnet, er gengivet med Dansk Standardiseringsråds tilladelse.

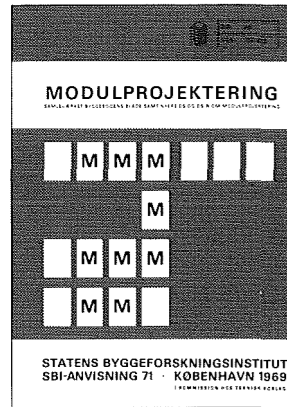
Den systematiske måde hvorpå bærende og afstivende bygningsdele er vist i DS 1049 og de eksempler, der vises i appendiks, kan udnyttes i projekteringsarbejdet. Det vil fx være muligt hurtigt at etablere en oversigt over de rummål, der vil kunne opnås med forskellige konstruktive løsninger.

Tegningerne A–D viser, hvordan rummål kan holdes ganske nær modulmålene, hvis der vælges løsninger baseret på brug af såkaldte neutralzoner, medens der ved løsninger, hvor neutralzoner søges undgået, som regel vil være betragtelige forskelle mellem rummålene og modulmålene. Oversigter af denne art kan eventuelt være udslagsgivende, hvis der skal vælges byggemåde på et tidligt tidspunkt i byggeprocessen.

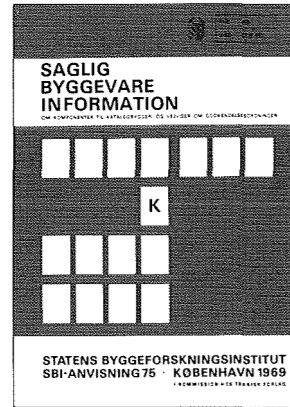
Den grafiske fremstilling i DS 1049, appendiks, svarer i sin opbygning til SBI-notat 95: »Systematisk oversigt over knudepunkter i en bygning«. SBI-notatet omfatter ud over knudepunkter for bærende og afstivende bygningsdele også oversigter for ikke-bærende vægge, tag, skakte, trapper og altaner.

SBI-notat 95: »Systematisk oversigt over knudepunkter i en bygning« kan rekvireres gratis fra Statens Byggeforskningsinstitut, Afdelingen for Bygningsfysik. Telefon 42 86 55 33. SBI-notat 95 svarer i alt væsentligt til CIB Report No. 93: »Systematic Survey of Key Junctions in a Building«, omtalt på side 32.

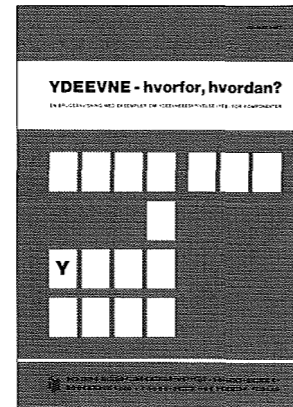
DS 1049 kan fås hos Dansk Standardiseringsråd, Strandvejen 203, 2900 Hellerup. Telefon 31 62 32 00. Pris kr. 112,00 ekskl. ekspeditionsgebyr og moms. DS 1049 fås også i en udgave på engelsk til samme pris.



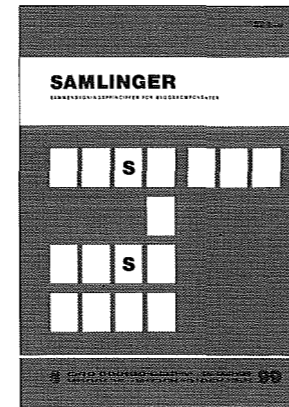
SBI-anvisning 71. Kr. 21,95.
Opstiller grundreglerne for modulprojektering: Målanvisninger (målaftvigelser, byggemål, målaftætning). Målenhed (præferencemålsystemet). Metodik (projekteringsarbejde).



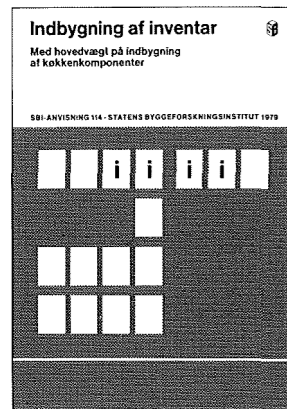
SBI-anvisning 75. Kr. 10,85.
Redegør for de særlige krav, som anvendelsen af målkoordinerede komponenter stiller til den trykte byggevarerinformation. Kan være til støtte ved produktudvikling.



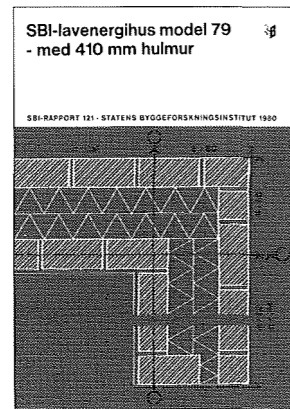
SBI-anvisning 94. Kr. 42,35.
Forklarer hvordan produkters ydeevne – herunder også krav til geometri – beskrives uden reference til materialer og konstruktioner.



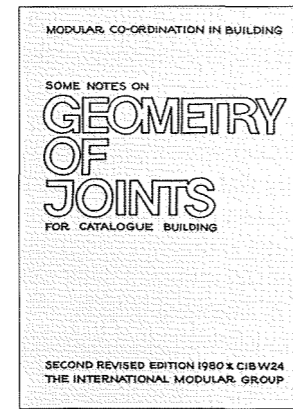
SBI-anvisning 99. Kr. 30,50.
Systematisk præsentation af de sammenbygningsprincipper, der bør følges ved projektering af og med byggekomponenter. 90 figurer viser princippernes anvendelse i praksis.



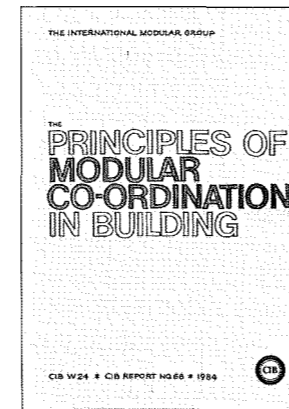
SBI-anvisning 114. Kr. 24,40.
Anviser principper for, hvordan skabs- og køkkenkomponenter udformes og sammenbygges. Detaljerne kan anvendes både ved nybyggeri og ved modernisering af ældre bygninger.



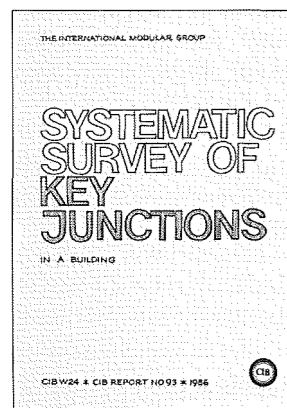
SBI-rapport 121. Kr. 40,55.
Indeholder over 50 detaljtegninger til højisoleret, lavt byggeri. Som eksempel vises et modulprojekteret enfamiliehus i 1½ etage. De statiske forhold beskrives.



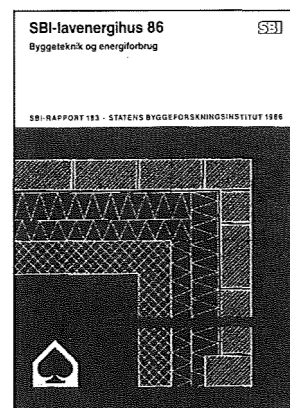
CIB Report No. 36. Kr. 67,10.
Viser hvordan præfabrikerede byggekomponenter kan sammenbygges ukompliceret og uden tildannelse på byggepladsen. Svarer i alt væsentligt til SBI-anvisning 99: Samlinger.



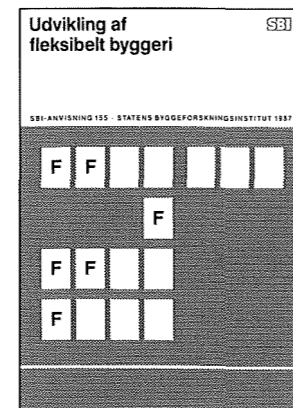
CIB Report No. 68. Kr. 67,10.
Udmønter modulkoordineringens grundregler i en opdateret, internationalt godkendt publikation, der i udstrakt grad bygger på den danske modulprojekteringspraksis.



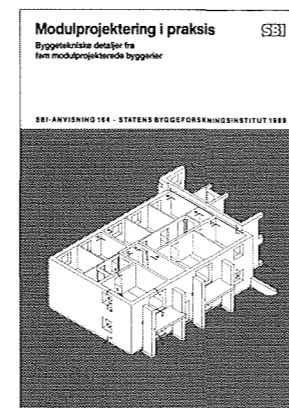
CIB Report No. 93. Kr. 67,10.
Systematik for identifikation/præsentation af alle vigtige knudepunkter i en bygning eller et byggesystem, således at et systems anvendelsesområde kan fastlægges/afvises.



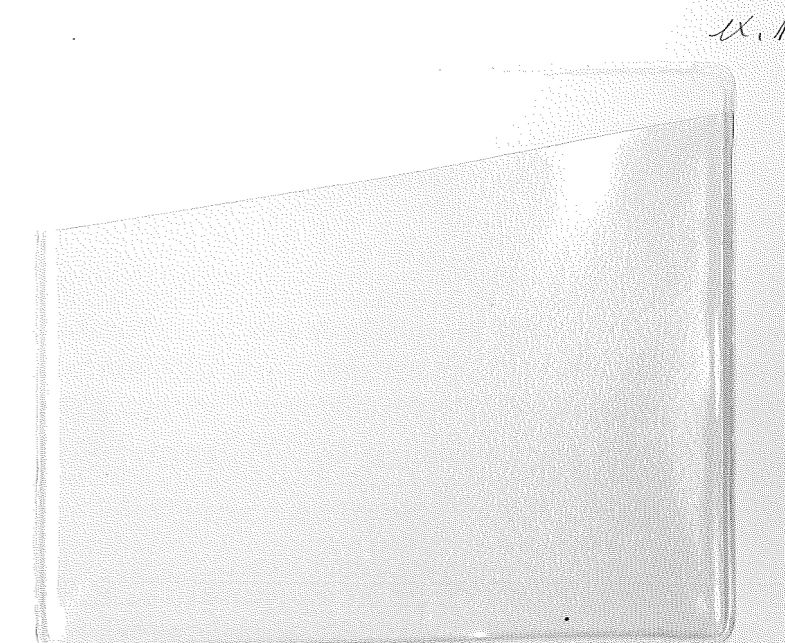
SBI-rapport 183. Kr. 69,25.
Forsøgsbyggeri af højisolerede småhuse med boliger i varierende størrelse og i forskellige sammenbygninger. Indeholder detaljtegninger af ydervægge og fremføring af gas.



SBI-anvisning 155. Kr. 72,00.
Sammenfatter og systematiserer den nuværende viden om bygnings- og byggesystemers fleksibilitet med henblik på at opnå mere fleksibilitet i praksis.



SBI-anvisning 164. Kr. 109,50.
Fem eksempler på modulprojekterede byggerier, der anvender forskellige hovedmaterialer og konstruktionssystemer, vises i isometrier og i et stort antal knudepunkter i mål 1:10.



Modulprojektering muliggør, at der anvendes et stort antal normalkomponenter og et rimeligt lille antal specialkomponenter selv i kreative projekter. Det er de fem byggerier i anvisningen eksempler på. Anvisningen gennemgår desuden kort nogle designmæssige fordele ved modulprojektering, viser afklarede detaljer fra lavenergihuse samt peger på, hvordan moduldetaljer er velegnede for CAD.

