

SBI-publ.

SBI-SÆRTRYK 265

Byggeindustrien nr. 7, 1976

**Klaus Blach:
Først modul - så samlinger**

**STATENS
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT**

**I kommission hos Teknisk Forlag
København 1976**



Først modul - så samlinger

Arkitekt m. a. a. Klaus Blach, SBI

SÆRTRYK AF BYGGEINDUSTRIEN NR. 7, 1976

01194P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

ex. 2

Først modul - så samlinger

Produktudvikling i forbindelse med komponenter er i høj grad et spørgsmål om at få lavet de rette samlinger mellem komponenterne. Dette arbejdsområde ofres da også stigende opmærksomhed.

af Klaus Blach arkitekt m.a.a., Statens Byggeforskningsinstitut

Takket være en pionerindsats blev modulordningens værdi accepteret herhjemme allerede i 50'erne. I 1958 kom de første, grundlæggende standarder om modul, og i 1961 bygningsreglementet, som krævede, at boligbyggeri til udlejning fra april 1964 skulle være modulprojekteret. Perioden fra 61 til 64 blev udnyttet til en massiv oplysningskampagne. Med bidrag fra både boligministerium, standardisering og forskning blev der produceret vejledninger, kurser og standarder, så projekterende og producenter var forberedte, da ordningen trådte i kraft.

I løbet af 60'erne blev modulordningens grundlag udbygget, så vi i dag råder over standarder ikke alene om de grundlæggende begreber, men også om anvendelsen af et system for modulære præferencemål og om vedtagne modulmål for en række væsentlige komponenter og bygningsdele. Samtidig med at modulordningen blev udbygget, blev det erkendt, at viden om, hvordan man bedst overholder tilstræbte mål, også er nødvendig. Det førte til en indsats inden for området tolerancer.

Det kan måske indvendes, at de første eksempler på præfabrikeret, modulært byggeri blev for »skema-

tisk«, fordi vi endnu ikke mestrede at bruge modulordningen som et ydmygt værktøj. Men i dag bygges der på samme principielle grundlag mere varieret. Da det oprindelige grundlag herhjemme blev gjort til en succes-story med resultater, der kunne vises frem, var det muligt i betydeligt omfang at eksportere den danske pionerindsats. Udover en helt konkret eksport af know-how, fabrikker og byggeri, så synes den skandinaviske udbygning af modulordningen og resultater inden for toleranceområdet i dag at være modne for accept i andre lande og på internationalt plan. Forslag herfra behandles således både i International Modular Group, i arbejdsgrupper under CIB, den internationale byggeforskningsorganisation, og i den Internationale Standardiseringsorganisation. I så fjerne lande som Korea (syd) og Sri Lanka (Ceylon) har danske standarder allerede dannet grundlag for næsten enslydende nationale standarder.

Det er ikke nok at komponenter er modulære

Så langt, så godt — og dog. Vender vi blikket mod dansk praksis, så har vi alligevel langt fra nået det, vi ville.

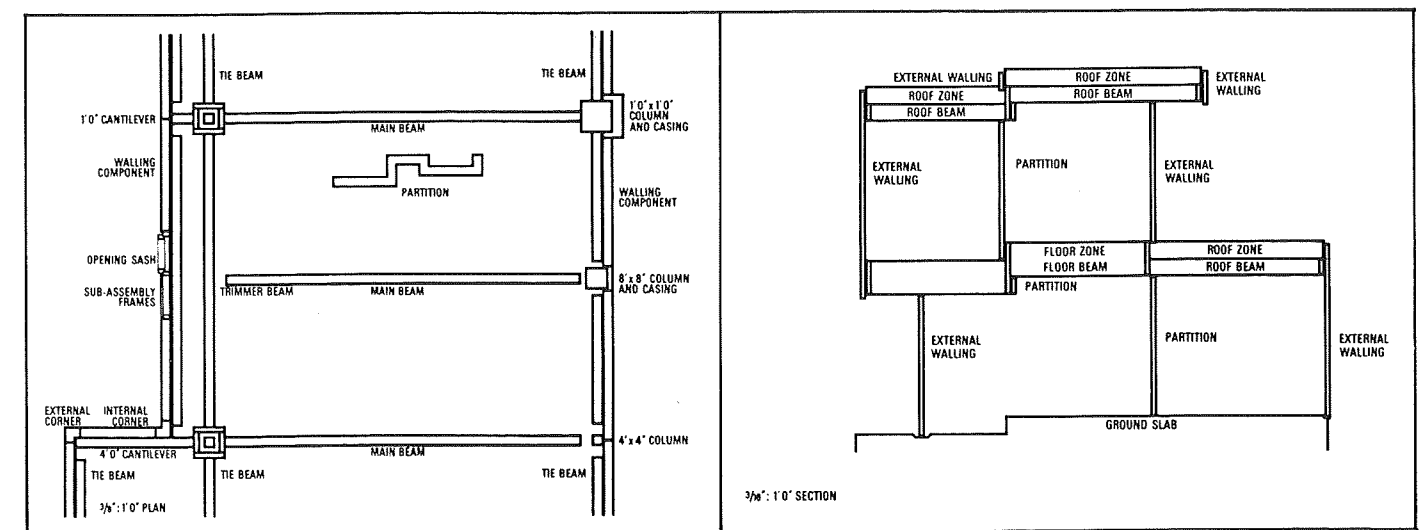
Ønsket var at masseproducere, prisbillige komponenter skulle være til rådighed, således at resultatet af en rationaliseret produktion — de modulære komponenter — på kreativ vis kunne sammenbygges til individuelle helhedsløsninger. Og så langt er vi jo knap nok endnu.

Måske skyldes det ikke helt tilfredsstillende resultat bl.a. at vi i glæden over de resultater, der dog er opnået, har glemmt, at arbejdet ikke var slut med accept af modulordningens basisprincipper og tolerancedisciplinens grundregler.

Hvis de oprindelige ideer om modulkomponenters »generelle anvendelighed« skal blive et realistisk værktøj, så må arbejdet fortsættes. Det er ikke nok, at komponenterne er modulære, og at de fremstilles med vedtagen nøjagtighed. De må også være udformet, så en rimelig fri sammenbygning af dem er mulig. Og her til kræves, at »komponentforfatteren« også gør en indsats for at udvikle de rette samlinger (fuger/forbindelser) mellem komponenterne.

Et stort arbejde forestår — med at udforme samlinger

Der kan med nogen rette henvises til, at samlingerne mellem komponenter



Et tidligt eksempel på systematisk arbejde med samlinger. Det britiske firma Medway beskrev i sine brochurer, hvilke sammenbygninger deres samlinger tillod. En slags ydeevnebeskrivelse på bygningsniveau. Til gengæld for at samlingerne var næsten urørlige standardløsninger, kunne komponenterne leveres fx med forskellige materialekombinationer og beklædninger.

ikke blev glemt, da modulordningen og tolerancereglerne blev udformet. Dette er rigtigt, men problemet blev behandlet, som om det næppe ville kræve særlig stor indsats at få det klaret. Eksempelvis blev en række fer-og-not og overlappende samlinger nærmest affærdigede som »uartige« specialtilfælde, fordi de ikke passede i den teoretiske præsentation af modulideen. Dette på trods af, at disse og lignende samlingstyper i praksis udgør et flertal. Selv i gængs montagebyggeri er der flere af de vanskelige samlingstyper end af de teoretisk »pæne«.

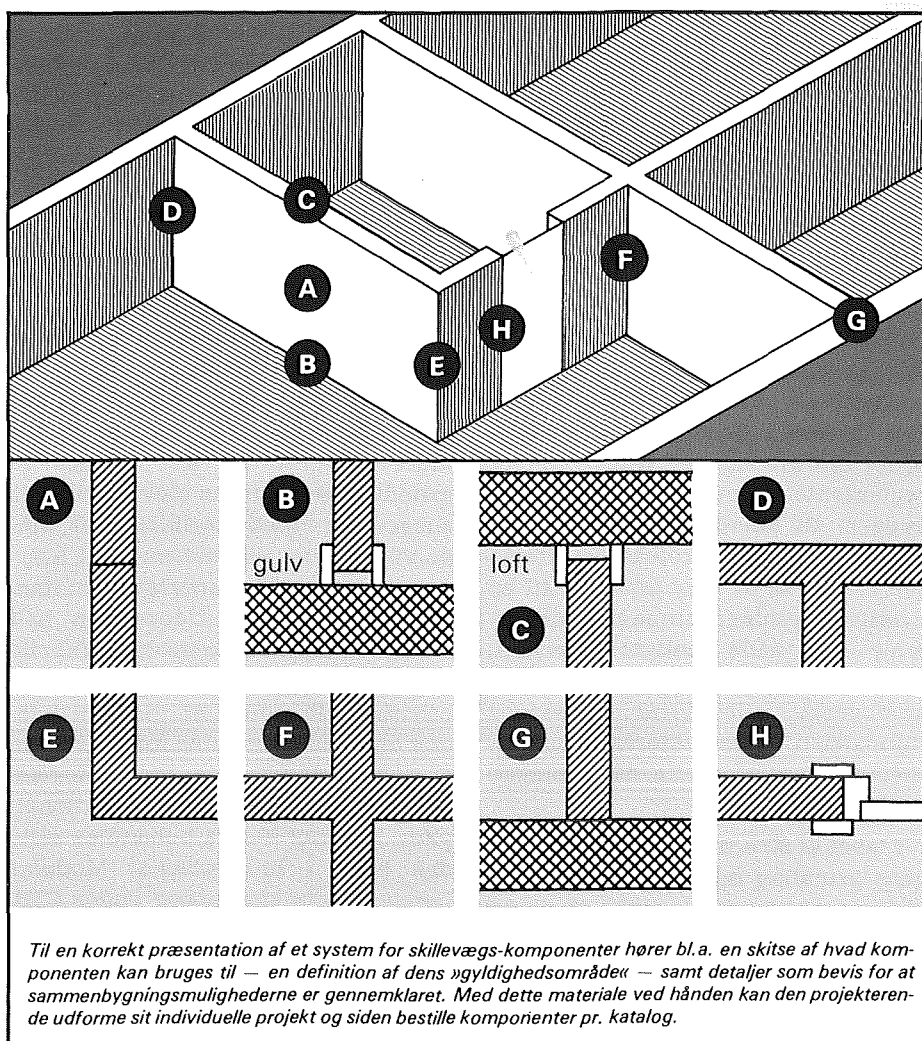
En naturlig følge af den måde, arbejdet med gennemførelsen af modulordningen blev startet på, var, at interessen blev koncentreret om de koordinerende modulmål, medens samplingsdetaljerne blev ofret mindre opmærksomhed. Der findes derfor i dag serier af udmærkede standarder om planlægningsmoduler (på nudansk: multimoduler), præferencemål og modulære komponentmål, men meget få standardiserede udførelser af samlinger.

Nu står samlingsproblemerne afklaring for tur

Det var sikkert rimeligt, at interessen i en ret lang årrække var koncentreret om komponenterne, mere end om samlingerne imellem dem. Det var jo nyt overhovedet at fremstille større byggekomponenter med moderne teknik. I dag er komponentproduktion imidlertid en ganske almindelig forteelse, og interessen vendes derfor helt naturligt mere og mere mod samlingsproblemerne.

Fra udlandet kan hentes eksempler på byggesystemer, hvor interessen for samlingsproblemerne er ganske tydelig. Det er systemer med standardiserede samlinger, men hvor til gengæld komponenterne kan udformes varieret. Det er måske for langt at gå, fordi der på den måde kan skabes hindringer for en rationel produktion af komponenterne, men den større interesse for samlingsproblemerne er givet sund.

En indsats herhjemme for at få udviklet flere og bedre samlingsmetoder vil falde godt ind i billedet: Vi har allerede en ganske omfattende produktion af gode komponenter, og efter at de første erfaringer med at bruge dem er høstede, rejses der stærkere og stærkere krav om, at det på en-



Til en korrekt præsentation af et system for skillevægskomponenter hører bl.a. en skitse af hvad komponenten kan bruges til — en definition af dens »gyldighedsområde« — samt detaljer som bevis for at sammenbygningsmulighederne er gennemklaret. Med dette materiale ved hånden kan den projekterende udforme sit individuelle projekt og siden bestille komponenter pr. katalog.

Producenter kan finde vejledning om ensystematisk måde at arbejde med samlinger på bl.a. i SBI-anvisning 75, Saglig Byggevejledning.

kel vis skal være muligt at sammenbygge komponenterne mere varieret.

Brugerne af både boliger og andre bygningstyper er også blevet mere interesserede i selv at kunne anbringe — og senere eventuelt flytte om på — en række bygningskomponenter. Og de projekterende kunne ved brugen af, hvad der på nudansk vist kaldes »byggekloster« spare en del urimeligt og tidrøvende detailprojekteringsarbejde (læs: detailprojektering af samlinger) og i stedet ofre en større indsats i de væsentlige, indledende faser af planlægningen.

Et startskud er givet — også internationalt

Selv om interessen har været koncentreret om komponenterne, starter vi dog ikke på bar bund med hensyn til samlinger, fuger og forbindelser. På en række punkter er der i praksis gjort et pionerarbejde også her.

Således er der i beton-montagebyggeriet blevet udviklet og kultiveret samlinger, som fx etagekrydset med dets montagebolt og to-trins fugen

mellem facadekomponenter. Til vinduer er udviklet nye »fuger« mellem rudeglas og ramme i form af præfab-komponent-lister. Til en række systemer for lette, ikke-bærende indervægge er ligeledes udviklet nye samlinger, osv. osv.

Det eneste, man kan klage over, er, at der ikke er løsninger nok af denne art. Dette til trods for at nødvendigheden af at udvikle flere samlinger ofte er blevet påpeget, f.eks. i SBI's anvisning 75 om Saglig Byggevejledning. Her beskrives bl.a., hvordan producenterne må have en interesse i at gøre dette arbejde — jo mere en komponent kan bruges til, fordi dens samlinger med andre komponenter er afklarede — desto større marked vil den have. Producenternes interesse for multi-anvendelige komponenter = interesse for afklaring af samlinger synes dog stigende.

Blandt de projekterende er der også voksende interesse for udvikling af flere — og bedre — samlinger, som kan gøre det enklere at sammenbygge komponenter på mere varieret vis. Således er et arbejde med samlings-

konventioner en af de større opgaver BPS (Byggeriets Planlægnings-system) har sat igang, et arbejde, der sigter mod at få reetableret en simpel byggeskik — men nu på industriel basis.

Endelig har Dansk Standardiseringsråd nedsat en studiegruppe, der skal undersøge mulighederne for standardisering indenfor området. Og SBI har emnet på sit forskningsprogram, ikke alene som en fortsættelse af arbejdet med modulordningen, men også i forbindelse med formulering af ydeevnebeskrivelser for komponenter.

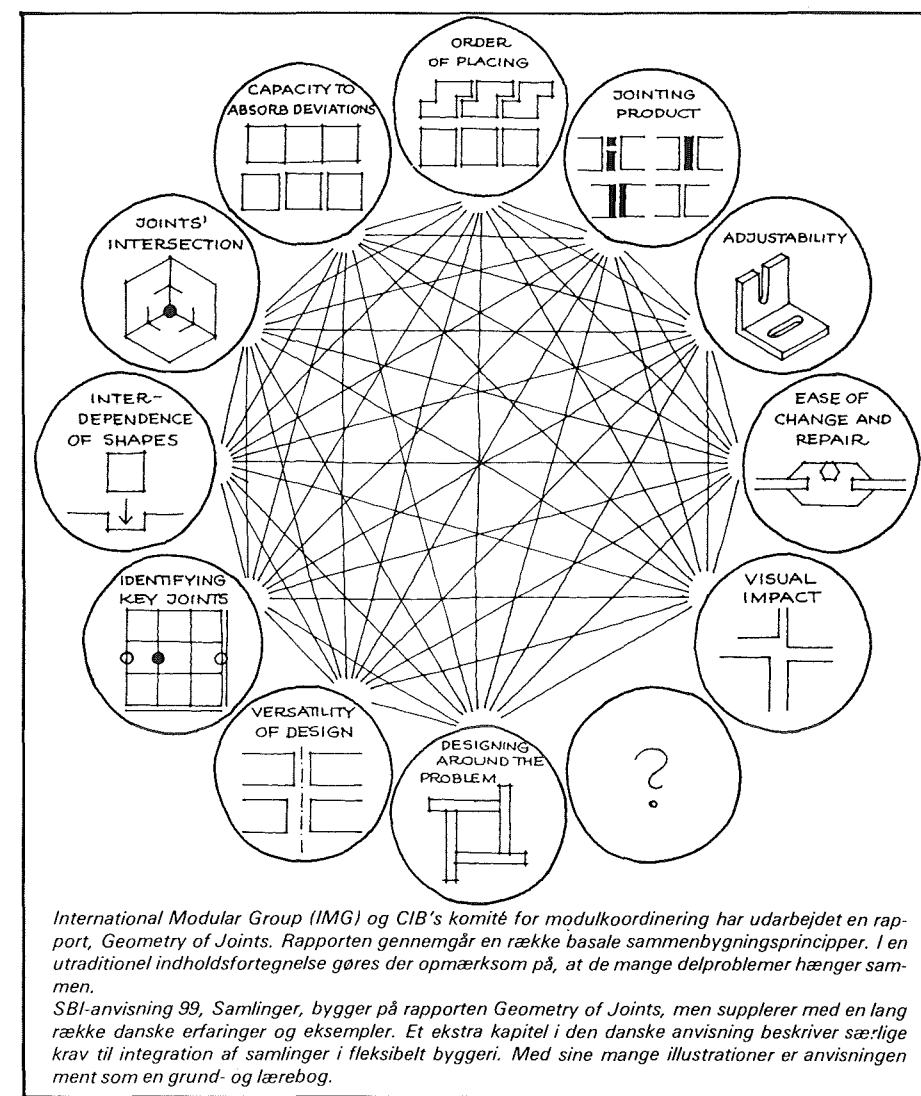
Hvilke samlinger behøver vi? — hvad vil vi bygge?

I »gamle dage« blev komponenter og samlinger imellem dem fremstillet på byggepladsen. Som næste skridt er så komponenterne blevet fremstillet på værksted eller fabrik. Hvis vi nu også vil præfabrikere samlingerne — i nogle tilfælde ligefrem levere dem som komponenter — må det i højere grad erkendes at et byggeri færdigkomponeres på tegnebrættet.

Når et byggeri udføres med komponenter og samlinger, hvis virkemåde og udseende er kendt på forhånd, så vil der ikke længere hverken kunne lægges til eller trækkes fra på byggepladsen. Med givne komponenter og sammenbygningsløsninger vil der ikke kunne bygges andre løsninger end dem, komponenterne og samlingerne er forberedt til at kunne klare.

Før komponenterne detailleres og specielt før samlingerne fastlægges, er det derfor nødvendigt at bestemme, hvad det er for bygningsudformninger, vi vil kunne bygge. Denne opgave kan måske synes umulig at løse, særlig i disse år, hvor gængse bygningsformer bliver afløst af nye. Men angribes opgaven systematisk, viser det sig heldigvis at de »uendelig« mange bygningsudformninger i virkeligheden kræver et begrænset antal sammenbygningsmuligheder hos komponenterne for at kunne realiseres.

Det optimale antal komponentvarianter og samlingsløsninger, vi behøver, er givet større end det, vi råder over i dag, men ikke voldsomt større. I visse tilfælde vil en omhyggelig detaillering af komponenter og samlinger i øvrigt kunne bevirke en rationalisering, idet et fåtal af komponenttyper og samlingsudførelser vil kunne være tilstrækkeligt både



International Modular Group (IMG) og CIB's komité for modulkordination har udarbejdet en rapport, Geometry of Joints. Rapporten gennemgår en række basale sammenbygningsprincipper. I en utraditionel indholdsfortegnelse gøres der opmærksom på, at de mange delproblemer hænger sammen. SBI-anvisning 99, Samlinger, bygger på rapporten Geometry of Joints, men supplerer med en lang række danske erfaringer og eksempler. Et ekstra kapitel i den danske anvisning beskriver særlige krav til integration af samlinger i fleksibelt byggeri. Med sine mange illustrationer er anvisningen ment som en grund- og lærebog.

ved ganske simple og mere komplekse byggeopgaver.

Et godt eksempel kan her findes i de allerede kendte »råhus« byggesystemer. Visse systemer klarer simple byggeopgaver med et minimum af forskellige komponent- og samlingsstærkt ved mere varierede byggeopgaver. Andre byggesystemer kan klare både de simple byggeopgaver og de mere komplekse med næsten samme, beherskede sæt komponenter og samlinger.

Uanset hvilket delsystem, der er tale om til »råhuset«, et elli-system eller et let-indervæg-system, er det muligt at definere systemets gyldighedsområde på en sådan måde, at alle forudseelige sammenbygninger vil kunne klares — og klares med et rimelig lille antal forskellige udformninger af komponenter og samlinger.

Systematisk udvikling vil kræve en ændret indstilling

Det har været en grundsætning i den teoretiske udbygning af modulord-

ningen, at modulkomponenter holder sig inden for deres modulområder — hvorefter der så bliver en »pæn« fuge tilovers mellem dem. Komponenter, der samles med fer-og-not eller overlappning, blev som tidligere nævnt betragtet som »uartige« specialtilfælde.

I dag er de ubehagelige samlingstyper imidlertid næsten i overtal, og det gør det nødvendigt at erkende, at modulprojektering kun kan sikre, at målspring vil blive modulære. Dvs. at hvis en komponent findes i flere modulære størrelser, vil forskelle mellem disse størrelser være modulære. Og bygges modulære komponenter sammen, vil hver ny komponent »bygge« et modulært mål. Derimod vil basismål og fugeudformning være afhængig først af, hvordan komponenter sammenbygges »internt«, dernæst af hvordan de eventuelt sammenbygges »externt« med andre komponenttyper.

En anden grundsætning har været, at det ville være gavnligt at fremstille pladematerialer i modulære længder og bredder. Så ville de kunne bruges direkte i modulprojekteret byggeri. I

dag er det imidlertid langt vigtigere, at færdige komponenter — som f.eks. vægkomponenter — er modulære, end at de pladematerialer, de beklædes med, er det. Af simple, økonomiske grunde. Da fugerne mellem pladebeklædte, modulære komponenter varierer i bredde, er der derfor ingen vej udenom: Pladematerialerne må eventuelt trimmes, så de passer. Selv om en gammel, teoretisk modullov herved knægtes.

Endnu en vidt udbredt indstilling har været, at det nok ville være ønskeligt, om komponenter og samlinger kunne gives en høj grad af »generel anvendelighed«, men at for ivrige bestræbelser i den retning uvægerlig ville føre til for dyre produkter. I hvert fald for komponenter væsentlig større end den gode, multi-anvendelige mursten.

I dag er det imidlertid ikke blot snedkerkomponenter (vinduer og lignende) som uden merudgift kan detailudformes med samlinger, der giver større anvendelsesmuligheder. Senest er der således markedsført dels en affaldsskakt-komponent, dels en krydsribbedækkkomponent, som begge er gode eksempler på en højere grad af multianvendelighed til konkurrencedygtige priser.

Et sidste forhold, hvor en ændret indstilling vil være gavnlige, drejer sig om det hidtil alt for upåagtede arbejde, der kræves for virkelig at gøre modulære komponenter kompatible. Hidtil har indstillingen øjensynlig været den, at hvis det gennem modulprojektering var sikret, at en komponent passede til den plads, der var tilset den, og hvis den kunne omgives af teknisk korrekte fuger, så var arbejdet overstået.

Hvis det totale resultat — rum, rumforløb, bygninger — skal kunne blive tilfredsstillende også i æstetisk henseende, når det er bygget med komponenter, er den hidtige indstilling imidlertid ikke korrekt. Et enkelt eksempel til belysning heraf: I et rum flugter oversiderne af en modulær dør og et modulært vindue ved samme modulhøjde. Yderligere er samlingerne mellem dør og væg samt vindue og væg teknisk i orden. Målteoretisk og på en lille oversigtstegning vil alt så være i orden. Men i praksis vil det synsmæssige indtryk af døren normalt være enten dørløjen eller dørindfatningen — som sjældent vil korrespondere med det synsmæssige indtryk af vinduet, hvis der ikke er lagt et ekstra arbejde i at koordinere de to løsninger. Manglende kultivering af den ovennævnte og andre tilsvarende løsninger er måske en væsentlig årsag til at »byggeklodser« ikke bruges i langt større udstrækning.

Kultiveringen af sammenbygningsløsninger er dog ikke blot et spørgsmål om æstetik. Hvis koordineringen ikke er gennemført for de større komponenter, vil der opstå tekniske problemer, når fx installationerne skal inkorporeres.

Næste skridt — formulering af målet

Sagt i generelle vendinger er målet at muliggøre et virkeligt katalogbyggeri — endda med den tilføjelse, at det ikke er nok, at komponenter kan bestilles efter katalognummer og sammenstilles på varieret og teknisk korrekt vis. Som nævnt bør krav om kul-

tiverede totalresultater også kunne tilgodeses.

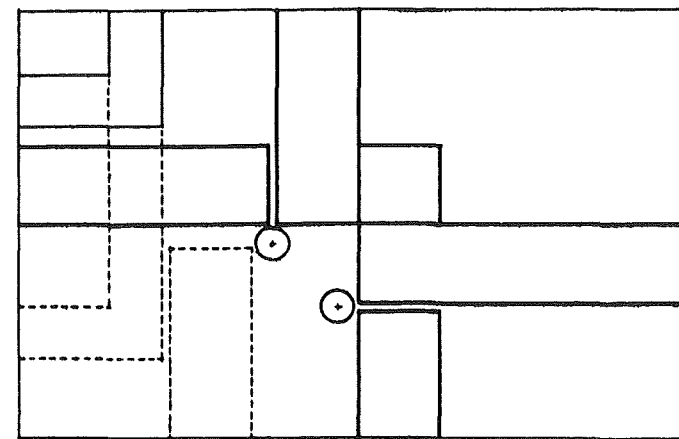
Mere konkret, så kan der formuleres det hovedmål, at samlinger, fuger og forbindelser, udover at være funktionelt i orden, bør være præfabrikerede — ligesom komponenterne.

En stor del af industrialiseringsgevinsten går tabt, så længe samlingerne mellem de præfabrikerede komponenter stadig udføres som »in situ« arbejde.

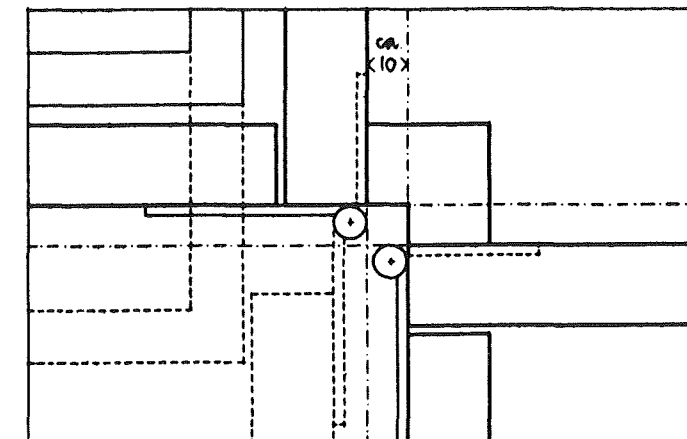
Især for de sekundære bygningskomponenters vedkommende vil udviklingen af præfabrikerede samlinger ikke alene være en fordel for de projekterende, men vil også kunne give bedre muligheder for brugernes medvirken ved indretning og senere ændringer.

Til ønsket om, at samlinger skal være præfabrikerede, kan tilføjes, at de også bør være justerbare — så der kan kompenseres for unøjagtighed ved fremstilling og montering af komponenter — og helst så denne kompensering kan foretages på enkel vis.

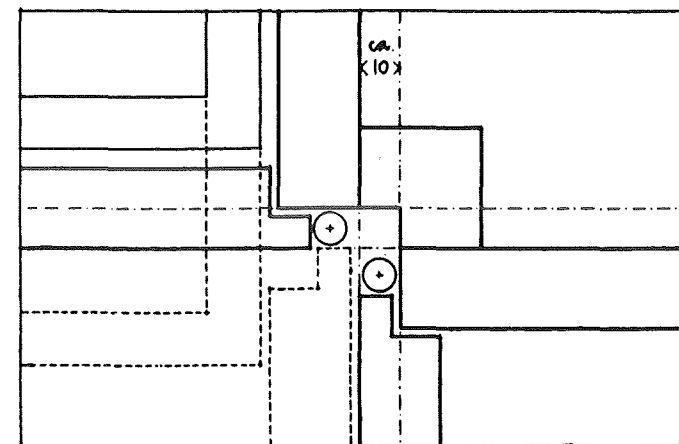
Som et lidt fjernere mål — der dog allerede er nået for enkelte komponenter — er »automatiske« samlinger måske værd at stile efter. Dvs. at en samling automatisk er etableret i og med, at to komponenter sammenstilles, som fx når køkkenskabskomponenter helt enkelt stilles på et gulv, eller når et elstik sættes i en stikkontakt. Der anvendes ganske mange af denne slags samlinger inden for andre områder — eksempelvis sammenkobling bil-caravan eller gasflaske-forsyningsledning. Lignende løsninger må kunne finde videre anvendelse også i byggeriet.



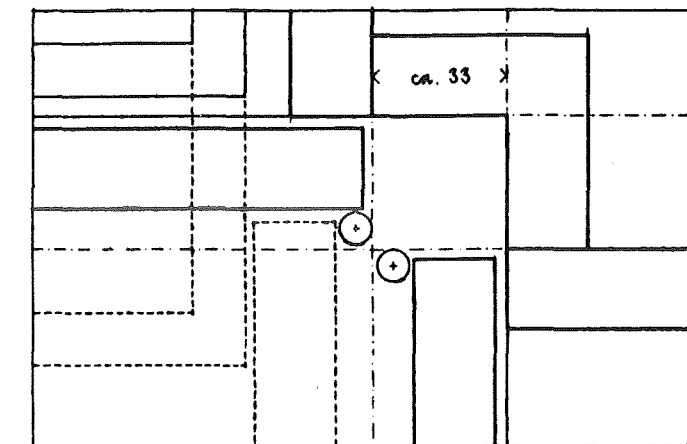
Indlagte låger. Teoretisk knasfuge i hjørnet.



Indlagte låger. Hængslingen medfører hjørnetillæg.



Overfalsede låger.



Pålagte låger.

komponenterne. Princippet er ridset op i SBI-anvisning 99, Samlinger. I et notat om Fleksible byggesystemer gives en mere fundstændig oversigt over de mange former for fleksibilitet, og der peges på teknologiske muligheder for at opnå dette uden for-

øgede udgifter. Notatet påregnes at kunne færdiggøres i december 1976.

I et planlagt notat om facadekomponenters indbygning — og sammenbygning — vises blandt andet, at den sidste mistelten ikke er taget i ed, før

også kantprofileringen i tilstødende råhuskomponenter er typiseret.

Notatet er et bidrag til det typiseringsarbejde, som BPS-centret har indledt med udsendelsen af ringbindet Betonelementdetaljer. ■

4 SBI publikationer

SBI arbejdet på at supplere de generelle anvisninger om sammenbygningsprincipper med vejledninger om specielle områder. For øjeblikket er fire publikationer planlagt med arbejdstitlerne: Fugemasser og facadefuger; Indbygning af inventar; Fleksible byggesystemer; Typisering af facadekomponenters indbygning.

Publikationen om Fugemasser og facadefuger er planlagt som en SBI-anvisning, der giver praktiske råd især om de vejr-udsatte facadefuger, der bør udføres som totrins-fuger.

Der redegøres også for arbejdsudførelsen, som spiller en så stor rolle, når der anvendes plastiske og elastiske fugemasser, se fig. 1.

Indbygning af inventar er også en planlagt SBI-anvisning. Der kan nu gives detaljerede regler for, hvordan hjørnesamlinger, hængsling osv. influerer på inventarets hovedmål. Og dermed på både rummål og indbygningsdetaljer. Kort sagt redegør anvisningen for, hvordan ganske nøjagtigt inventar kan indbygges i et unøjagtigt råhus.

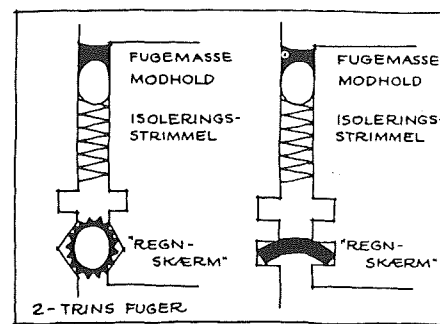


Fig. 1.

I fleksibelt byggeri stilles der særlig store krav til samlingerne mellem