

29/67

BETONGELEMEN T FÖR HUSBYGGNAD

Särtryck av sex artiklar ur tidskriften **Byggnadsindustrin**

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

Rapport 29:1967

UDK 691.328

69:057:1

BETONGELEMEN FÖR HUSBYGGNAD

Precast Concrete Units in Housing Production

Statens institut för byggnadsforskning • Box 27 163 • Stockholm 27

Denna rapport utges med medel från fonden för byggnadsforskning enligt byggforskningsrådets beslut; försäljningsintäkterna

CONTENTS

I BETTER TECHNICAL CO-ORDINATION — THE WAY TO CHEAPER BUILDING PARTS	5
Towards a load-bearing partition wall	5
Reinforcement irons bind sidepieces	6
Fewer thicknesses desirable	6
Load-bearing gables	7
Modular co-ordination of framework using 3M ..	7
Architectural variants	7
Surface layer of concrete with artificial resin admixture	9
The commonest types of floor slab	9
Floor slabs for residential buildings	9
Floor slabs for industry	10
Columns, — beams — systems	11
Profit more easily made at the factory	11
Problems with sound insulation	12
II JOINTS, FIXING DETAILS AND JUNCTIONS	13
Static interaction	13
Risk of cracks in joints	14
Junction between roof and partition walls	14
External wall on concrete framework	16
Joints in external walls	16
Closed joints	16
Open joints	17
Columns and beams	19
Limiting variants	19
III INSTALLATIONS	21
Concentrations of installations for heating, water and sanitation	22
Installations for heating, water and sanitation embedded in concrete panels	22
Prefabricated 'box' sections	23
Prefabricated installation panel	23
Flexible placing of rooms with water supply and drainage	25
Electrical installations embedded in prefabricated units	25
Electrical installation independent of the framework	25
Special methods for installing electrical fittings ..	26
Change in method creates chaos	28
IV FACTORY PRODUCTION OF PREFABRICATED UNITS	29
Building methods control the design of prefabricated units	29
System-bound manufacture and the open market ..	29
Different methods for different types of prefabricated units	30
Floor slabs	32
Columns and beams	34
Prefabricated 'box' sections	34
Special units	34
New floor slabs open the way to interesting possibilities	35
Checking:	
Check of materials and performance	35
Special requirements cause difficulty	36
V TRANSPORT AND ASSEMBLY	37
Better vehicles and better roads	37
Changing requirements	38
The floor slab unit — a key component	38
Components for the framework	39
Prefabricated 'box' sections again	39
Types of cranes used in system building	40
Safety precautions — a fundamental item	41
Storing of concrete units	41
Damages and defects	42
Long-term planning	43
VI MARKETING AND PRODUCTION DEVELOPMENT	44
The manufacturer active in housing production ..	44
Flexible renewal of building types	44
Dwelling areas not spoiled by the presence of load-bearing structures	45
Factory planning	45
Completion	45
Assembly of products and degree of industrialisation	46
Standardisation and product development	46
Planning module versus product standard	46
Collaboration between the different building activities	47
BIBLIOGRAPHY	48

INNEHÅLL

I BÄTTRE TEKNISK SAMORDNING KAN GE BILLIGARE BYGGDELAR	5	IV ELEMENTTILLVERKNING PÅ FABRIK	29
Mot bärande mellanvägg	5	Byggmetoderna styr elementutformningen	29
Armeringsjärn binder sidostycken	6	Systembunden tillverkning och öppen marknad ..	29
Färre tjocklekar önskvärt	6	Skilda metoder för skilda elementtyper	30
Bärande yttergavlar	7	Bjälklag	32
Stomanpassning till 3M	7	Pelare och balkar	34
Arkitektoniska varianter	7	Volymelement	34
Ytskikt av plastbetong	9	Specialelement	34
De vanligaste bjälklagen	9	Nya bjälklag öppnar intressanta möjligheter ...	35
Bjälklag för bostadshus	9	Kontroll:	
Industribjälklag	10	Material- och utförandekontroll	35
Pelare-balk-system	11	Särbestämmelser försvarar	36
Vinsten fås lättare på fabrik	11	V TRANSPORT OCH MONTERING	37
Problem med ljudisolering	12	Bättre fordon och vägar	37
II FOGAR, FÄSTEN OCH ANSLUTNINGAR	13	Växlande krav	38
Statisk samverkan	13	Bjälklags-element nyckelkomponent	38
Risk för sprickor i fog	14	Komponenter för skelettstomme	39
Mellanväggars takanslutning	14	Volymelementen kommer igen	39
Yttervägg mot betongstomme	16	Krantyper vid elementbyggeri	40
Fogar i ytterväggar	16	Säkerhetsåtgärder väsentliga	41
Slutna fogar	16	Lagring av betongelement	41
Öppna fogar	17	Skador och defekter	42
Pelare och balkar	19	Långsiktig planering	43
Variantbegränsning	19	VI MARKNADSFÖRING OCH PRODUKTUTVECK- LING	44
III INSTALLATIONER	21	Tillverkaren aktiv i byggproduktionen	44
Koncentration av vvs-installationer	22	Hustypsförnyelse med flexibilitet	44
Ingjutna vvs-installationer	22	Lägenhetsytor utan störande bärverk	45
Volymelement	23	Fabriksprojektering	45
Installationsblock	23	Komplettering	45
Flexibel våtrumspacering	25	Produktsammansättning och industrialiseringsgrad	46
Ingjutna elinstallationer	25	Standardiseringen och produktutvecklingen	46
Elinstallation frigjord från stommen	25	Planmodul kontra produktstandard	46
Speciella el-installationsmetoder	26	Samverkan mellan byggleden	47
Förändring av metod skapar kaos	28	LITTERATUR	48



Fig 1. Tillverkning av fasadelement.

BETONGELEMENT FÖR HUSBYGGNAD I

Bättre teknisk samordning kan ge billigare byggdelar

Produktion och konsumtion av betongelement i Sverige har studerats av Statens institut för byggnadsforskning i en undersökning som utförts av byggnadsingenjör Åke Fröroth. Projektörer och entreprenörer har ofta otillräcklig kännedom om de elementtyper som finns i marknaden och har därför svårt att bedöma de konsekvenser ett visst byggdelsval kan föra med sig i olika sammanhang. En viss ovilja mot standardiserade element har kunnat registreras i

undersökningen. Produktionen har dominerats av element som utformats av beställarens projektörer. Därvid har tillverkarens och entreprenörens krav på ekonomiska serielängder inte kunnat beaktas i lika hög grad som vid produktion av standardiserade element. Den hårdnande konkurrensen och intresset för bostadssektorn förefaller dock på sikt ha medverkat till ökat intresse för standardisering och rationellare projektering.

Betongprodukters användbarhet och ekonomi skiljer sig åt för olika byggnadstyper, bl a beroende av krav på isolering mot ljud och kyla, fria spännvidder, belastningar, estetisk utformning samt behov av speciella kompletteringsdelar, t ex installationer.

□ Bärande mellanväggselement används huvudsakligen till bostadshus, framför allt därför att de goda ljudisolerande egenskaperna kan tillvaratas i de lägenhetsskiljande väggarna. Att betongmellanväggar även förekommer som rumsskiljande väggar hänger samman med att de samtidigt utgör upplag för bjälklag som oftast blott spänner sig över ett rum.

□ Ytterväggselement tillhör den typ av byggelement som är utbytbara mellan snart sagt varje slag av byggnader. Ytmaterialet anpassas efter krav på hållbarhet, estetiskt värde o s v. Likaså skiljer sig anslutningarna åt beroende på

stomtyp. Bärande ytterväggselement har hittills varit mindre vanliga, bortsett från gavellement. Ytterväggselement av betong anses i allmänhet vara alltför dyra för att komma till användning i vidare bemärkelse. Den omständliga och platskrävande tillverkningsprocessen har en avgörande skuld i det sammanhanget, (fig 1).

□ Bjälklagselement förekommer som massivbjälklag, hålbjälklag, kassettbjälklag med plan under- eller överyta och balkbjälklag (fig 6). För industribjälklag och liknande är den s k TT-kassetten den vanligaste typen. Vid stora spännvidder och belastningar används TTK-typen d v s sådana med kontinuerligt upplag. För bostadshus är massivbjälklag och hålbjälklag de dominerande typerna. Kassettbjälklag med plan underyta har företrädesvis använts till småhus men principiellt är det inget som hindrar att dessa kommer till användning för såväl flerfamiljshus som andra hustyper. (För fler-

familjshus torde tung fyllning vara nödvändig för att uppnå godtagbar ljudisolering.)

□ Pelare och balkar används huvudsakligen för olika slag av hallbyggnader. Även till kontorshus, parkeringshus och andra byggnader med krav på stor flexibilitet används i stor utsträckning pelare-balksystem. För flerfamiljshus har försök gjorts med detta system, kompletterat med lätta mellanväggar. Det har dock hittills visat sig vara svårt att uppnå erforderlig ljudisolering. Försök att få fram lätta, ljudisolerade flerskiktsväggar har bl a gjorts i USA. Resultaten förefaller vara lovande. Även här i landet görs försök med lätta väggar som komplement till pelare-balkkonstruktioner för bostadshus.

Mot bärande mellanvägg

Trots konkurrens från rationell platsgjutning med formelement har produk-

tionen av bärande mellanväggselement stadigt ökat. På den öppna marknaden är emellertid utbudet obetydligt. Frånsett pelare-balksystemen omfattar de nu verkliga elementsystemen bärande mellanväggselement. Dessa är sparsamt armerade, ofta är det endast fråga om transportarmering. Lyftöglorna är vanligen utformade som kårnålar och förankras ända ner i elementets underkant och utgör då samtidigt transportarmering. I vissa fall används skruvfästen för separata lyftöglor, varvid öglorna skruvas på vid varje elementlyft.

På elementen ställs ett flertal krav för att de skall kunna vara konkurrenskraftiga prismsäigt och samtidigt vara arbetskraftsbesparande och av hög kvalitet. Elementen får bl a inte ha någon nämnvärd skevhet. Om skevheten är alltför stor, måste de uppkomna kanterna i skarvarna mellan elementen utjämnas, vilket kan ske med sandspackel i normalfall och med slipning av kanterna i svåra fall.

Överkanten på elementen måste vara så plan att bjälklagselement, där sådana används, ligger dikt an mot mellanväggselement. Elementen måste sluta tätt i alla fogar — horisontala och vertikala — med tanke på ljudisoleringen. Defekter i de vertikala kanterna kan medföra separation av fogbruket, d v s betongvattnet rinner ut och kvaliteten på fogbruket blir därigenom sämre och kan också förorsaka stockningar vid ifyllandet av fogspår, så att vissa delar av spåret inte fylls. De ovan nämnda nackdelarna med betongelement gäller huvudsakligen element med små bredder. För stora element gäller att skarvning vanligen sker i samband med tvärgående mellanväggar varvid flera av fogningens problem bortfaller.

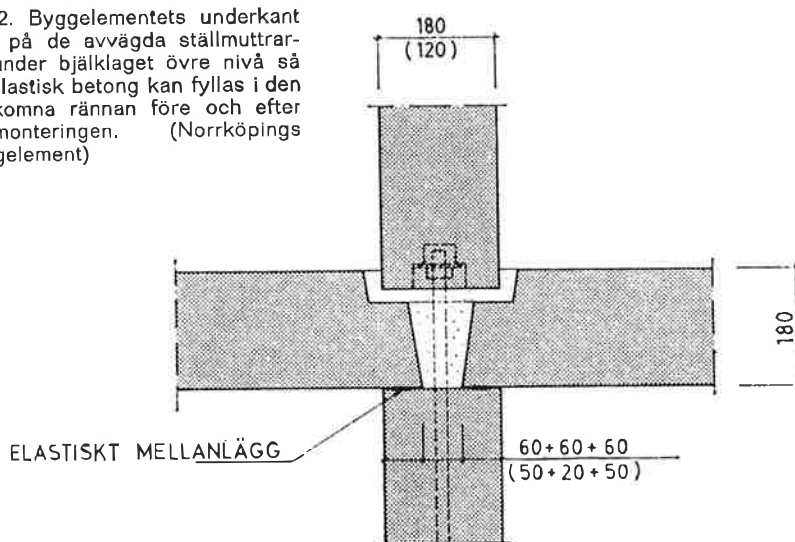
Armeringsjärn binder sidostycken

Mellanväggselement är i regel okomplcerade, men på grund av dörröppningar och installationer förekommer många specialelement. Då det gäller dörröppningar används i regel så breda element att man på ömse sidor har ett sidostycke (fig 3). Sidostyckena kan sammanbindas, av transportskäl, i botten med ett armeringsjärn, som sedan skärs bort i samband med monteringen. Härvid kan även löstagbara stålstänger komma till användning.

Kvaliteten hos mellanväggselementen är beroende av formutrustning samt yrkesskicklighet och noggrannhet vid tillverkning och montering. Elementen tillverkas som regel på högkant i batteriformar. Mellanformerna består vanligen av stål, betong eller plywood.

Enkla plywoodsivor är endast användbara vid gjutning av små element (maximal bredd 120 cm). Men redan vid mindre bredder uppstår storvågiga deformationer i ytan beroende av ojämn ifyllning under gjutningen eller ihållande vibrering av enstaka element. De lätt uppkomna såren i plywoodytan ger konvexa ojämnheter i betongytan som då

Fig 2. Byggelementets underkant vilar på de avvägda ställmuttrarna under bjälklaget övre nivå så att plastisk betong kan fyllas i den uppkomna rännan före och efter vägmonteringen. (Norrköpings byggelement)



måste slipas. En plastad plywoodyta i gott skick ger dock mycket god ytfinish.

Även betongformarna är känsliga för slag och stötar. Stavvibratorer skadar således formytan och nöter bort den ytbehandling som skyddar formen mot vidhäftning. Stål har visat sig vara det bästa formmaterialet genom att det ger produkten god måttexakthet och jämn yta. Dock förekommer knappt synliga defekter i ytan som ger en grov struktur hos elementytan, i synnerhet som formen härigenom efter hand får en beläggning av betong. För stålformar bör formolja som ej är vattenlöslig användas.

Färre tjocklekar önskvärt

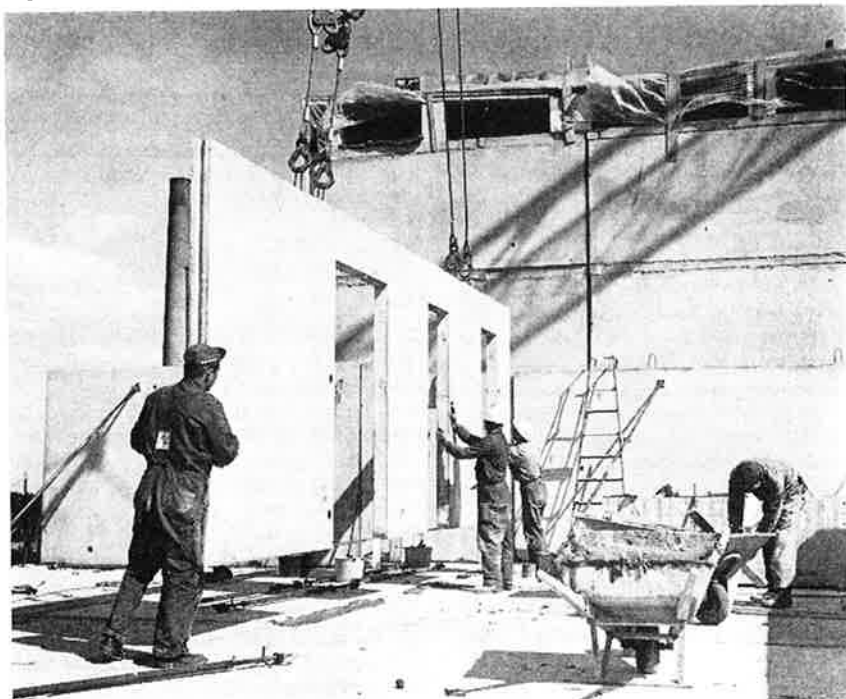
De mest frekventa tjocklekarna för väggar av betongelement är 12, 14, 15 och 16 cm. En anpassning till olika konstruktiva krav betyder en blandning av tjocklekarna. Flera skäl talar dock för en

minskning av antalet tjocklekar. Så t ex är formutrustningen dyrbar och kräver tillverkning i långa serier. Vid projektering måste man hålla i minnet att lagring och leverans av produkter med blandade littera innebär svårigheter liksom vid mottagning och montering på byggplats.

Valet av elementens breddmått medför en avvägning mellan bl a batteriformarnas dyrbarare utförande vid rumstore element och de nackdelar i form av fogning, skarvspackling och omständligare hantering och montering, som följer med smalare element. Hänsyn måste också tas till befintlig krankapacitet.

Elementens höjdmått begränsas ej av någon av de fasta våningshöjderna 270 eller 280 cm eftersom anslutningen mot det undre bjälklaget kan innebära variation av elementets nivå (fig 2 och 8) och variationer av bjälklagets tjocklek ger

Fig 3. Mellanväggselement med dörröppningar.



samtidigt motsvarande höjdförändring hos väggelementet.

Elementens överkant fixeras i ett exakt höjdläge, vanligen genom ställskruv i underkant som avvägs före väggmonteringen (fig 2).

För att underbehandlingen av väggar uppförda av betongelement skall göras så enkel som möjligt, bör antalet skarvar nedbringas till ett minimum. Skarvarna bör därför förläggas vid anslutning till annan vägg. I de fall skarvar med element av god måttexakthet förekommer utgörs i allmänhet underbehandlingen av i- och skarvspackling före tapetsering. Före målning tillkommer ibland bredspackling.

För enkel montering av dörrkarmar med foderlister, bör elementen avpassas så att dörröppningar finns inom ett och samma element med omslutande väggdel (fig 3). Ingjutning av dörrkarmar är ej vanligt annat än då det gäller branddörrar. Vid ingjutning av träkarmar kan dessa knappast vara färdigmålade och troligen är det då rationellare att använda sig av fullt färdigmålade karmar med vidsittande foder som med ett enkelt handgrepp fästes vid öppningen.

Bärande yttergavlar

På senare år har stomelementsystemen för flerfamiljshus kännetecknats av i princip bärande mellanväggar och lätta utfackningsväggar i långfasaden. Det har alltså varit mindre vanligt med bärande ytterväggsselement för långsidor. Därmed görs gavlarna bärande och för dessa använder man sig i regel av tre olika typer av väggkonstruktioner:

Sandwichelement där elementet i sin helhet färdigställs på fabrik (bärande betonginnerskiva, isolering och beklädnads-skiva).

Vid fabrik tillverkad bärande betongskiva som på byggsplats kompletteras med isolering och beklädnad.

Platsgjuten bärande konstruktion kompletterad med isolering och beklädnadselement.

Ytterväggsselementen är ofta rumsbredda och våningshöga. I dessa element kan man redan på fabrik gjuta in eller fästa fönster och dörrsnickerier. Man kan också förbereda för dessa snickerier genom att lämna en öppning med infästningsanordning varvid man sedan på byggsplatsen monterar in snickerierna.

De ytterväggsselement som inte är bärande kan vara antingen sandwichelement eller beklädnadsskiva som på byggsplatsen kompletteras med isolering och något slag av inre väggskiva.

Oavsett om man använder sig av sandwichelement eller beklädnadsskivor förekommer för bostadshus i princip tre alternativa utformningar vad gäller elementstorlek, nämligen

våningshöga, rumstäckande element

våningshöga, smala element

ett- eller två-rumstäckande bröstnings-element varvid fönsterpartierna är helt obrutna utefter husets hela längd (fig 4).

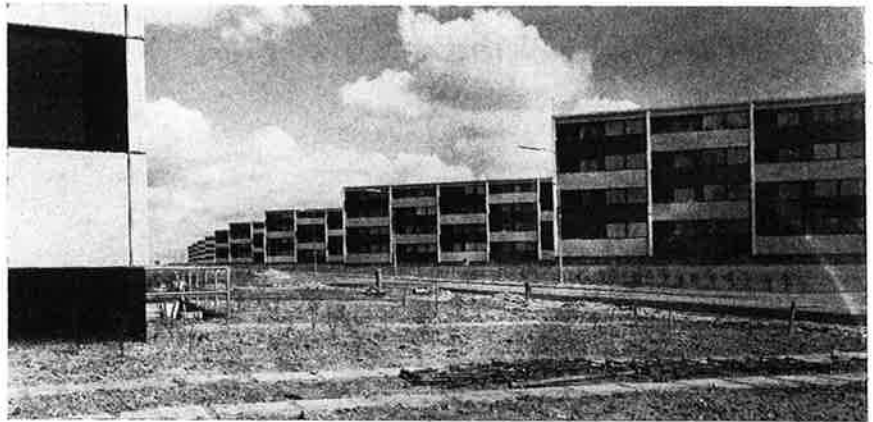


Fig 4. Fasadelement såsom bröstning och överliggare i ett stycke.

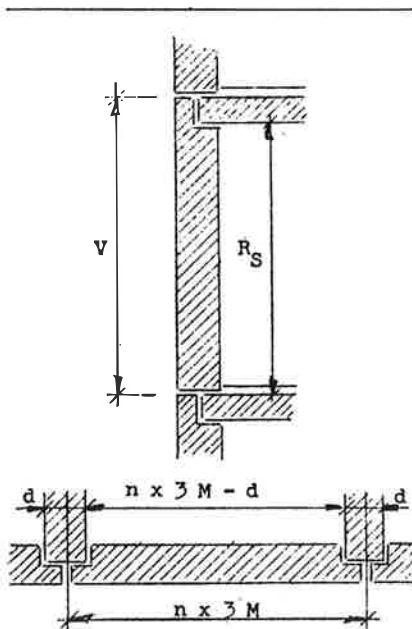


Fig 5. Fasadelement som anpassats till reglerna om 3M-projektering.

Dessutom förekommer element som täcker upp till tre våningshöjder och specialelement för balkongväggar.

För kontorshus, industribyggnader och liknande är indelning i rumsenheter inte lika aktuell. Man är i stället beroende av pelaravstånd eller andra faktorer. En elementbredd om ca 5 m anses ur tillverknings- och transportsynpunkt vara lämplig. Höjden anses inte böra överskrida en våningshöjd.

Tjockleken hos vardera av de två betongskikten i sandwichelement bör ej vara mindre än 5 cm. Djupt frilagda ballastytor kan försvaga skivan så att det kan vara nödvändigt att öka dess tjocklek.

Beklädnadselementen har vanligen en tjocklek mellan 5—7 cm även här beroende på ytbehandling. Mycket stora eller dyra element får som regel större tjocklek än små och okomplicerade, beroende på att för stor slankhet medför risk för skador som vållar kassation.

Stomanpassning till 3M

Liksom för de bärande sandwichelementen, måste den inre skivan få en mindre höjd än den yttre. Även bredden måste ibland göras mindre. Detta för att mötande mellanvägg respektive bjälklag skall kunna föras in mot isoleringen (fig 5). Härigenom anpassas stommen till planmodulen 3M och arrangemang för infästningar underlättas och flanktransmission av ljud undviks. En blandning av mellanväggarnas tjocklek beroende av om de är rumsskiljande eller lägenhets-skiljande, komplicerar då tillverkningen av sandwichelement högst väsentligt. Likaså utgör avsaknaden av standardiserade tjocklekar för bjälklag en stor nackdel, för väggelementens höjdstandardisering. Byggföretagen bör åtminstone internt hålla sig till en och samma tjocklek vid sin kontinuerliga produktion.

De moderna ytterväggarna är i regel så tunna att de inte medger ingrepp för t ex VVS-installation.

Vid användning av betongelement som separat innerskiva i ytterväggskonstruktionen blir den inre ytbehandlingen densamma som för mellanväggselement.

Den inre betongskivan på sandwichelement har vanligen sämre ytfinish än konstruktioner med separata innerskivor på grund av att tillverkningen sker liggande och normalt med fasadssidan mot formen. Den inre ytan blir då som regel endast brädddriven och kräver därför bredspackling över hela ytan.

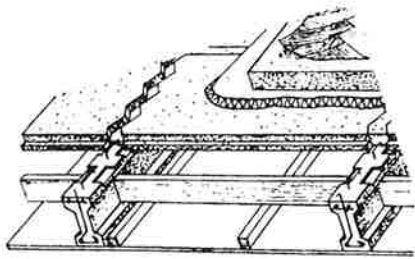
Arkitektoniska varianter

Fasadskiktet förses med ytstruktur av mycket varierande slag, både vad gäller material och bearbetning. Det är framförallt de arkitektoniska aspekterna som ger upphov till variantrikedomen. Var gränserna går för det rimliga åligger inte produktionsteknikerna att avgöra, men han måste ange de produktionstekniska konsekvenserna för varje val av metod.

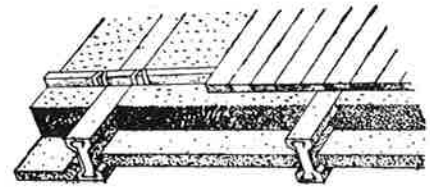
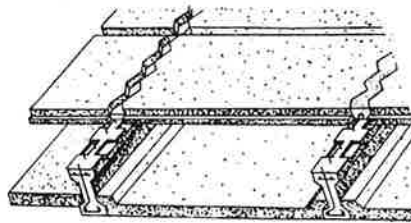
Vid frilagd ballast är ballastmaterialet vanligen krossad eller okrossad natursten, men även krossat glas och metallflisor förekommer. Till frilägningens nackdelar hör att ytorna lätt får ett fläckigt eller ojämnt utseende beroende på

Några typer av bjälklagselement

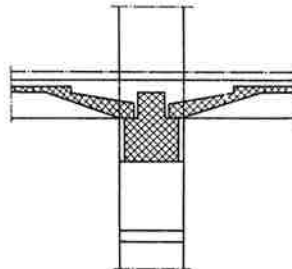
Fig 6.



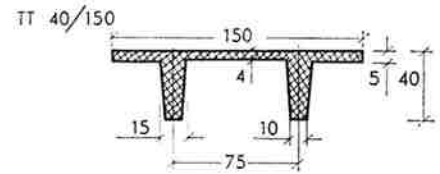
Ergebjälklag



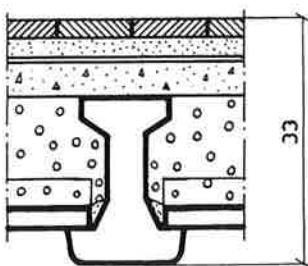
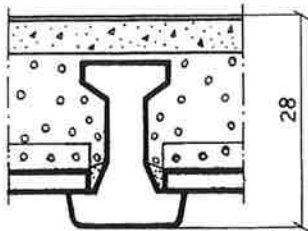
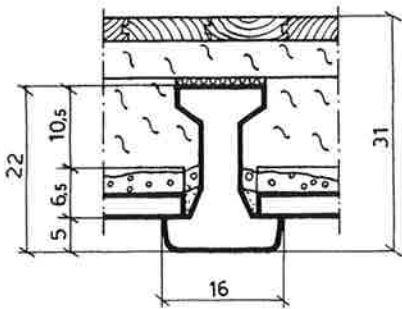
Besacokassetten



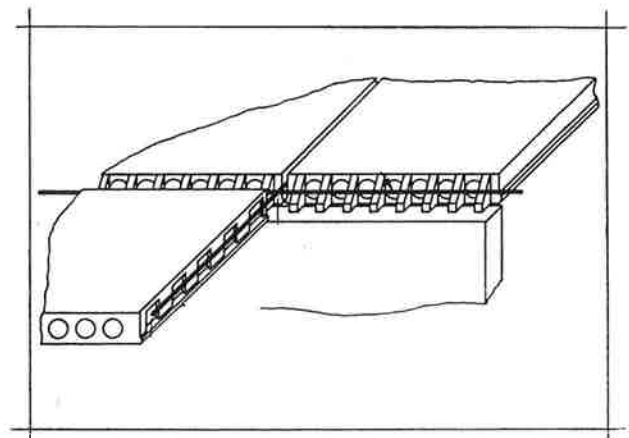
TTK-kassetten



TT-kassetten



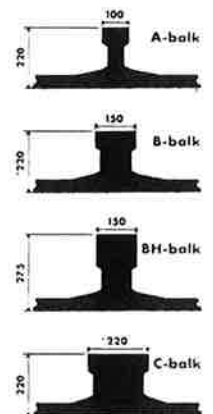
SCG-bjälklag

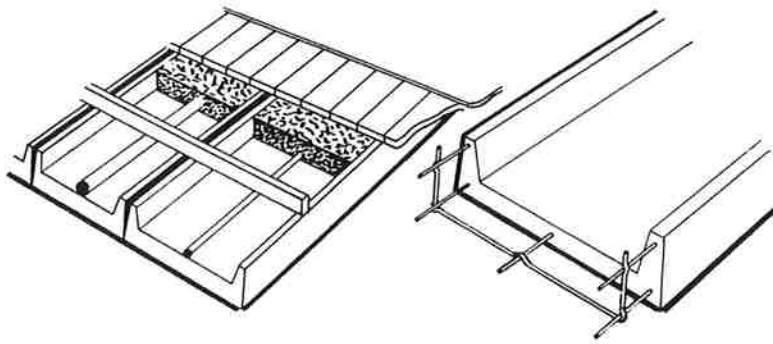


Hålbjälklag



AH-bjälklag





EW-bjälklag

varierande fraktion och färg hos det frilagda materialet men även att man har dålig kontroll över frilägningsdjupet. Metoden är dessutom relativt dyrbar — i synnerhet om ytorna är komplicerade eller om fler ytor än en skall friläggas. Oftast använder man sig av ytsatser vid gjutningen innehållande det utvalda ballastmaterialet blandat med färgad eller ofärgad betong.

Ballastmaterialet frilägges som regel mot formytan genom någon retarder som fördröjer eller hindrar cementen att härdas. Vid grövre ballastmaterial förekommer även sandbädd i vilken läggs skärivor och man får härigenom en yta med djupverkan.

En ny metod med påtagbara fördelar har lanserats i Sverige, nämligen att använda en med retarder indränkt väv som formyta. Man hindrar då retardern att sprida sig ojämnt och framförallt kan vertikala ytor friläggas med gott resultat. Effekter kan även erhållas genom att använda snören eller band som indränkts med retarder.

Profilerad yta utformas med hjälp av mönstrad formbeläggning vars material väljs bl a efter produktseriens omfattning. De mest använda materialen för profilutformning är gummi- och plastmatta samt kroppar av trä, stål, plast och betong. I de flesta fall kommer färgad betong till användning. Framförallt har betong med vitcement blivit populär. Man måste dock vara beredd på att denna betong lätt missfärgas eller smutsas ned vid blandningen, vid gjutningen (känslig för formolja) och vid transport och hantering. Dessutom sker en viss "eftergulning" på fasaderna.

Hittills har inga som helst standardprodukter av det här slaget funnits i marknaden. Frånsett att originalitetssträvanden varit med i spelet, är det svårt att ändra ytmåtten vid ett givet mönster, åtminstone om ytan är stormönstrad men möjligen kan den nya planmodulen 3M vara en god grund för utarbetande av sådana mönster som kan anpassas till de olika måttintervallerna.

Ytskikt av plastbetong

Färgsättningen av de här släta och oftast enfärgade elementen vore enklare att

göra genom målning i efterhand än att använda färgad betong. Någon absolut säker målningssättning på helt släta betongytor har man dock ännu ej kommit fram till. Möjligen kan ytskikt av plastbetong bli den eftersökta lösningen.

Efterbehandling av betongytor med glashård struktur såsom dem man erhåller vid gjutning mot släta, plastbehandlade formytor, är dålig grund för puts och målning. Ytskikten flagar lätt av på grund av dålig vidhäftning. För sandwichelement är det emellertid logiskt att låta godsidan på elementet utgöra insidan av väggen och den brädrivna översidan behandlas som fasadyta. På den senare ytan har målning och tunnputs större förutsättningar att fästa. Att tunnputsen inte kommit till användning beror i första hand på att motståndsförmågan mot mekanisk nötning inte ansetts vara fullgod med tanke på den påfrestande hanteringen under byggtiden.

Målning av den råa betongytan kan endast ske med färg som har god vidhäftning och som ej är diffusionstät och som har god hållbarhet mot mekanisk åverkan. Lämpliga färger baseras som regel på PVA-latex, alkyd eller epoxi. Vanligen önskar man en färgbehandling med grov struktur, vilken kan erhållas genom lämplig bearbetning av betongytan (rivning, kvastning o s v) eller genom iblandning av sandkorn i färgen.

Till fördelarna med färgbehandlad fasadyta hör möjligheterna att erhålla en jämn färgton på lång serie element, stor variationsrikedom och förenkling av tillverkningsmetoden jämfört med flertalet andra ytbehandlingsmetoder. Dessutom kan transportsador lätt repareras och metoden är jämförelsevis billig.

De vanligaste bjälklagen

De vanligaste bjälklagstyperna (fig 6) är massivbjälklag, hålbjälklag, kassettbjälklag och balkbjälklag (SCG-bjälklag och Erge-bjälklag).

Massivbjälklagen består av homogen betong men ballastmaterialet kan förutom grusmaterial bestå av sintrad lera (leca) eller liknande.

Hålbjälklagen kännetecknas av längsgående hålkroppar placerade så att man

erhåller både slät överyta och underyta.

Kassettbjälklagen kan vara konstruerade med sammanhängande balk och platta, såsom AH och EW.

Balkbjälklagen Erge- och SCG med dess balkar och mellanliggande plattor är en variant.

Dessutom förekommer för industribyggnader, kontor och liknande TT- och TTK-kassetter. Andra utformningar förekommer även, t ex BESACO-kassetten. Man har där plattan som däck och denna konstruktion kompletteras ofta med undertak. Fördelen med dessa element är att man får en stor tryckzon medan dragzonen placeras i balkarna där man för övrigt placerar underarmeringen, som ofta är förspänd. Dessa bjälklagstyper kan vara försedda med kontinuitetsändar som på byggplatsen gjuts samman och medger därigenom stora spännvidder (över 20 m).

Förspända TTT-kassetter har nu lanserats för bostadshus. Konstruktionen kräver ganska tjockt däck (10 cm) samt undertak. Spännvidden är så stor (ca 10 m) att full flexibilitet erhålls inom varje lägenhet.

De bjälklagstyper som har plan undersida förses med bjälklagsfyllning och beläggs med trämaterial eller övergjutning.

Bjälklag för bostadshus

Massiva bjälklagelement är mycket tunga (i rumsstorlek med tjockleken 20 cm och ytan 20 m² blir vikten ca 10 000 kg). Transportmässigt är vikten godtagbar men elementen är till sin bredd alltför stora för att de normalt skall kunna transporteras horisontellt, (max tillåten lastbredd = 250 cm). Speciella transportmedel för breda element förekommer i marknaden (fig 7).

Vid delning av ett rumsfält i två eller flera enheter uppstår statistiska problem genom att upplagen reduceras till två eller tre. Massivbjälklaget kan med hänsyn till ljudisoleringsskruven anpassas till den standardiserade våningshöjden i alternativet 270 cm.

Genom att massiva bjälklagelement huvudsakligen har tillverkats rumstäckande, har man undvikit fogproblem och de angivna statistiska svårigheterna. Tidigare har elementen gjutits liggande mot plan formyta och glättats på översidan. Numera har man även börjat tillverka dem stående i batteriformar (Ohlsson & Skarne AB, Norrköpings Byggelement AB — som regel ej rumstäckande — samt SCG i Kalmar — vinkelement). Fördelen med denna tillverkningsmetod är, förutom rationell och plats sparande tillverkning, att förutsättningar skapats för goda ytor på såväl under- som översida.

Frånsett tätning vid bjälklagets upplag på väggen, krävs det endast ytbehandling med sprutning av sandfärg eller syntetisk lackfärg.

Om elementen skarvas inom rummet, måste fogarna vara markerade genom fasning för att små avvikelser i höjddled skall tas upp samt för att dölja de hår

fina sprickbildningarna som kan uppstå. Spackling av fogarna är då en obligatorisk förbehandling.

□ Hålbjälklag har i Sverige höjderna 20—22 cm och bredderna 100 cm resp 120 cm. Maximal längd anses ligga vid 6—7 m (slakarmerade) men vid användning av spännarmering erhålls större längder. Det nominella längdmåttet bör avpassas så att fogen kan fyllas med betong i efterhand (fig 8). På grund av otillräcklig ljudisolering bör man ej räkna med beläggning direkt på elementen, varför tillkommande isolering med beläggning ger den standardiserade våningshöjden 280 cm. Vikten är ca 350 kg/m².

Hålbjälklagselementen tillverkas ligande med över- eller undersidan som godsida. Den motsatta sidan stålglättas eller brädrivs.

Hålbjälklag såväl som andra bjälklags-element som ej är rumstäckande, har fasade fogar för att ta upp smärre nivå-skillnader och dölja eventuella sprickbildningar.

Underytan behandlas i likhet med massiva element. Beläggning sker med linoleum eller liknande på underlag av korksmulepapp. Denna beläggning kan ersättas med tex enbart plastfiltmatta.

□ TTT-kassetten (Strängbetong) ingår i ett nylanserat elementsystem för bostadshus. Metoden medger en fullständig flexibilitet inom varje lägenhet eftersom spännvidden hos bjälklaget kan uppgå till 10 m. Bjälklaget är spännarmerat och däckat är belagt med Leca som efter montering maskinslipas till planhet. Konstruktionen kräver av estetiska skäl undertak, vilket dock även medverkar till ljudisolering. De långsgående fogarna reduceras genom elementens anse-nliga bredd, 180 cm. Som komplement levereras passelement och speciella installations-element.

Fig 7. Transportfordon för breda betongelement.



□ AH-bjälklaget tillverkas på licens vid flera företag men licensgivaren ansvarar för formarnas utformning och därmed också för att mått och andra tekniska data blir enhetliga. Beroende på belastningskrav, har man fyra olika balktyper att välja bland (fig 7). Elementens bredd har ett byggmått av 50 cm, men specialbredder ned till 30 cm kan beställas. Längder upp till 675 cm förekommer.

□ EW-bjälklaget är i likhet med AH-bjälklaget en produkt som tillverkas av flera företag på licensbasis. Licensgivaren ansvarar för formarnas utformning och därmed också för att mått och andra tekniska data blir enhetliga. Beroende på belastningskrav har man ett flertal dimensioneringsalternativ att välja bland.

Vid både AH- och EW-bjälklag gjuts elementen samman och kräver fyllning och beläggning enligt olika alternativ (fig 6). Undersidan behandlas som massiva element.

□ Erge-bjälklaget tillhör också de typer där ett centralt företag utarbetat och utvecklats såväl konstruktion som formar och sedan låtit betongvarufabriker tillverka och försälja element på licensbasis. Licensgivaren ansvarar för formarnas utformning och därmed också för att mått och andra tekniska data blir enhetliga. För att anpassa konstruk-

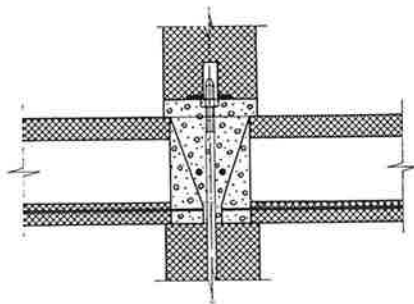


Fig 8. Hålbjälklagens skarvning vid upplag (A-systemet).

tionen till olika ändamål och belastningar har man olika armeringsalternativ, varierande plattjocklek och anpassningsbar balkindelning vilket kan påverka plattlängden (fig 6).

□ SCG-bjälklaget består av I-balkar med separata plattor i likhet med Erge-bjälklaget (fig 6).

Balkarnas maximala längd är 7,5 m och balkarnas maximala höjd är 22 cm. Vikten är ca 50 kg/lm. Plattornas ytdimension är 110 cm×60 cm med vikten 65 kg/st. Golvtjockleken kan variera mellan 23 och 28 cm (färdigt golv).

Industribjälklag

□ TT-kassetten (A-betong, Nordbetong Strängbetong) har i princip två utföranden, nämligen typ TT och TTK. Den senare är försedd med kontinuitetsändrar, d v s de är avsedda att tillsammans bilda en kontinuerlig skiva genom samman- och övergjutning med platsbetong (fig 6). Elementets längd är (normalt) för TT maximalt 12 m och för TTK 21 m. Bägge typerna är som regel spännarmerade. Lastförmågan varierar med armering och balkhöjd. Kassetternas bredd har vanligen varit 150 cm men efter förslag om standardisering av planmodul för industribyggnader och vissa andra hustyper avser tillverkarna att efterhand välja bredden 240 cm.

□ BESACO-kassetten (Betong Sander) har plan överyta (fig 6). Elementets längd är maximalt 6,5 m, dess bredd 120 cm (byggmått) och höjden 18 cm. Vid längden 5 m tål kassetten en nyttig last på 400 kg/m².

TT-, TTK- och BESACO-elementen kännetecknas av grovt avdragen (brädriven) överyta och underyta gjuten mot stålform. Ytfinishen på underytan är därför så god att målning kan ske direkt på betongen, antingen med sandfärg eller syntetisk färg. Den senare färgen är vanligast eftersom elementtypen företrädesvis används i industrier och andra mer eller mindre dammiga lokaler och ytbehandlingen bör då vara tvättbar.

De mellan balkarna bildade hålrummen utnyttjas ofta för ledningsdragningsar och installationer av olika slag. Inertak kommer därför ofta till användning.

Bjälklag och tak utförda av kassetter med plan överyta kompletteras normalt med ett platsgjutet skikt. Denna platsbetong kan ha funktion som utjämnande skikt eller (och) som konstruktionsbetong. Enbart utjämnningen förekommer företrädesvis då kassetterna används som tak och bildar då underlag för klistring av papp. På beställarens önskemål kan kassetterna glättas vid fabrik så att det endast återstår att utjämna skarvarna med tex betongspackel. För att få kontinuitet plattorna emellan längs skarvarna, måste kassetterna svetsas samman medelst ingjutna svetsplåtar. Utan dessa svetsförband bör överbetongen vara armerad och 5—6 cm tjock. TTK-kassetterna får kontinuerliga skarvar i kortändarna vid sammangjutning. Övergjut-

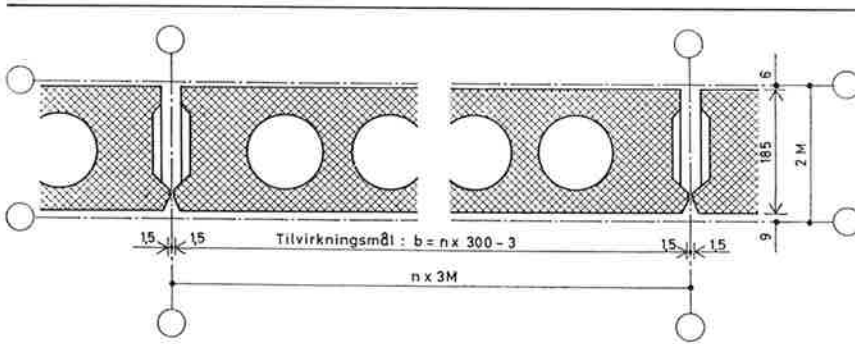
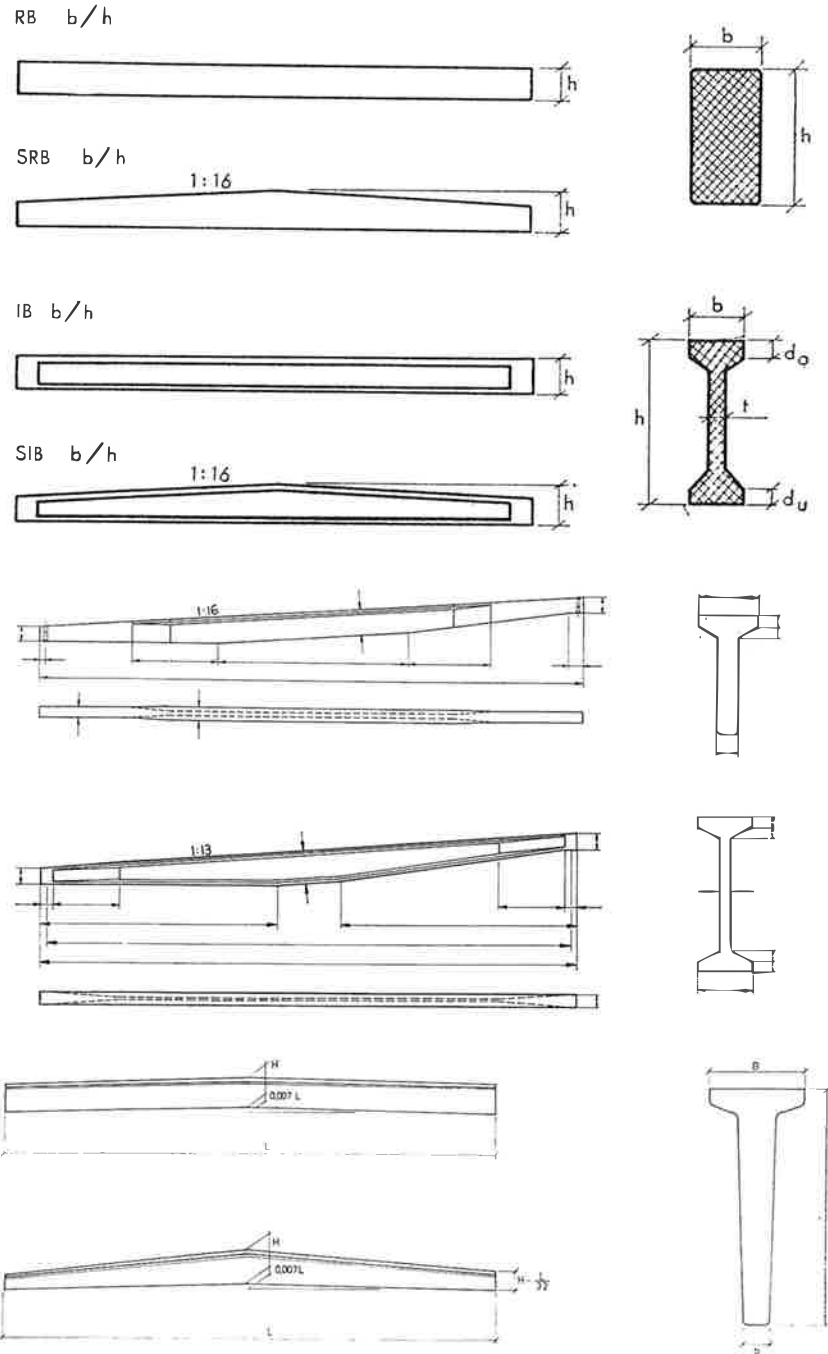


Fig 9. Fog längs hålbjälklaget.

Fig 10. Några vanliga typer av betongbalkar.



ning är ingen förutsättning för kontinuitet, men förstärker denna.

□ U-kassetten (Nordbetong) är ett bjälklag med plan underyta. Balkarna är således vända uppåt. Elementets längd är maximalt 6,5 m, dess bredd 90 cm (byggmått) och höjden 20 cm, alternativt 30 cm. Elementets bärförmåga kan förbättras genom att däckets platsgjuts.

Pelare-balk-system

En ersättningskonstruktion för olika typer av bärande väggar är pelare och balkar, kompletterade med ej bärande ytterväggs- eller mellanväggselement. För framförallt industribyggnader, kontor, sjukhus, skolor och liknande byggnader används ofta pelare-balk-system. Pelarna har vanligen rektangulär sektion. Även U-formad sektion förekommer för att man innanför denna ursparing skall kunna placera rördragningar o d.

För flerfamiljshus har pelare-balksystem prövats av några företag. Bl a har ljudisoleringsproblemen varit allt för stora för att metoden skulle fått framgång. Nu har emellertid nya, lätta mellanväggskonstruktioner öppnat vägen för en renässans.

Balkarna delas upp i primärbalkar och sekundärbalkar. De kan ha rektangulär, I-formad eller T-formad sektion. Balkarnas form i övrigt kan vara raka, sadelformade eller trapetsformade (fig 10).

Pelarnas längd kan överskrida 20 m. För långa pelare ger spännarmering mindre dimensioner än vid slakarmering. För korta pelare är förhållandet det omvända. För mycket långa pelare måste transportsvårigheterna och risken för transportskador beaktas.

Pelarthörnen är utsatta för stora påfrestningar under såväl tillverknings-, transport-, bygg- och brukningsskedena. Dessa bör därför vara fasade med en fasbredd om ca 2—3 cm och i vissa fall stål förstärks hörnen.

Pelare gjuts i allmänhet liggande. Den övre ytan glättas i samband med gjutningen och får därigenom en annan ytstruktur än de övriga sidorna. Genom att formsidorna måste lösgöras från varandra blir tätningen ofta otillfredsställande och fasningen (där sådan förekommer) blir ojämn. Samma metodik används vid tillverkning av balkar men kravet på ytfinhet hos överytan är lägre eftersom denna döljs av bjälklaget. Utjämning av fasernas ojämnhet i efterhand med slipmaskin är möjlig men tämligen besvärlig. Korta pelare (upp till 3 m) bör gjutas stående i batteriformar. Skäl som talar härför är högre kvalitet, möjligheter till snabbare härdning, utrymmesbesparande tillverkning och slutligen är produktionen arbetsbesparande och billigare. Metoden förutsätter dock serietillverkning.

Vinsten fås lättare på fabrik

Generellt uttryckt är det lättare att rationalisera arbetsinsatsen vid fabrik än på byggsplats. Det är många faktorer

som avgör denna rationaliseringsvinst, t ex ändamålsenliga lokaler, god maskinutrustning, korta interna transporter, tempobetonat arbete samt möjligheter till effektiv arbetsledning. De långa seriernas effekt blir fullt märkbar först vid industriell tillverkning, eftersom seriebetonat arbete knappast kan drivas kontinuerligt på byggplats bl a på grund av inverkan från väderlek, byggnadens form och höjd, blandning av arbetsmoment (risk för kollision arbetsgrupperna emellan) samt de små förutsättningarna till verkliga serielängder. Det viktigaste skälet för övergång till fabriksstillverkning är dock de goda möjligheterna till användning av rationell maskinutrustning.

Denna rationaliseringsvinst naggas emellertid i kanten och ibland elimineras den helt av t ex fördyrade externa transporter, transportskador samt invecklade och dyrbara infästningsanordningar. Ett hinder på vägen mot ökad färdigställningsgrad hos fabriksstillverkade byggelement är också arbetarnas ovana vid de nya byggdelarna. Helt nya arbetarkategorier har tillkommit och erfarenhetsmässigt vet man att inkörningsförloppet kan vara mycket långt. Ett exempel härpå är införandet av fabriksstillverkade köksinredningar. Under åtskilliga år användes platstillverkade snickerier jämsides med sådana som fabriksstillverkats trots att det så småningom skulle visa sig vara oekonomiskt och t o m otänkbart att använda annat än förtillverkade snickerier.

Det är åtskilliga moment som skall passas samman för att ett gott totalresultat skall uppnås. Den projektör som inför en ny byggdel eller ökar förtillverkningsgraden måste tillvarata både tillverkningsledets och byggleddets möjlighe-

ter att framställa och montera byggdelen på ett ekonomiskt sätt och med god kvalitet. Den begynnande stordriften inom byggbranschen gör det nödvändigt att varje liten detaljförändring är meningsfull och väl övertänkt eftersom konsekvenserna för ett mindre gott utförande fördelas på allt större antal byggdelar och objekt. Okynnesändringar i utförandet för med sig omprojektering, ny tidsplanering, nya arbetsmoment, förändringar av leveransplaner osv — med andra ord, den eftersträvarsvärda kontinuiteten förloras. Vissa byggföretag har funnit att standardiserade byggdelar i första hand har betydelse för rationalisering av tillverkningen på fabrik. En standardisering av trapphusblock eller hela huskroppar ger däremot möjlighet att i viss utsträckning införa industrialisering, d v s stordrift av känd produkt, även i bygget.

Typ- och måttstandardisering har ett utomordentligt stort inflytande på prissättningen av de olika produktslagen. En så relativt okomplicerad komponent som balkongskärmar, hade år 1964 i genomsnitt saluvärdet 279 kr/ton medan betonghållblock endast kostade 46 kr/ton. Även om man tar hänsyn till att betongkvaliten är något högre hos balkongskärmarna och att viss armering ingår, återspeglar prisskillnaden ändå effekten av standardiserad storproduktion. Enhetlig måttsättning och utformning gör det inte bara möjligt att anskaffa form- och maskinutrustning som exakt avpassats efter produkten, utan underlättar även arbetsinsatsen vid hela arbets- och hanteringsprocessen, gör det möjligt att katalogföra och eventuellt lagerföra produkten samt förbilliga i hög grad marknadsföringen. Även projekterings- och byggskedena underlättas om man blir

i tillfälle att arbeta med kända byggdelar med små måttoleranser.

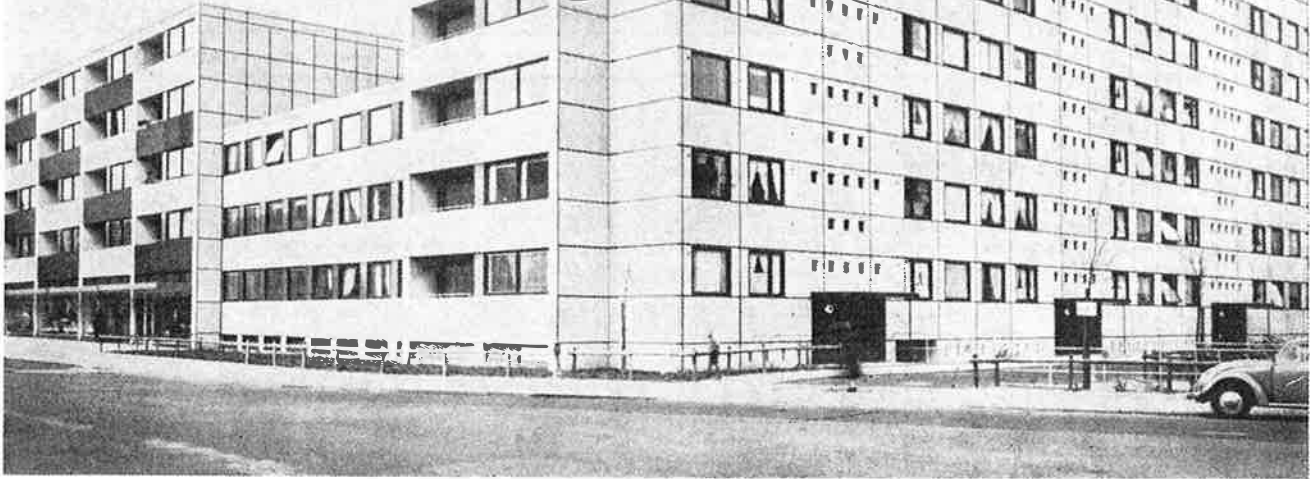
Problem med ljudisolering

Ljudisoleringen och installationsmetoderna hör till de mest problemtungda faktorerna inom elementtekniken. Det är inte längre de statiska kraven som avgör betongelementens dimensioner och vikt, det är i stället kraven om godtagbar ljudisolering. Tyngden hos konstruktionen är emellertid ingen garanti för fullgod ljudisoleringskvalité. Upplagens utformning, härina springor vid anslutningar, flanktransmission osv är även väsentliga faktorer att ta hänsyn till. Att lansera ett nytt elementsystem för bostadshus utan att mycket ingående studera de akustiska egenskaperna, måste betraktas som hasard med tanke på de mycket stora investeringar som är nödvändiga före byggskedet. Ett stort problem härvidlag är vårt underskott på akustiktekniker. Då den teoretiska utbildningen är nära nog obefintlig, borde denna del av den tekniska utbildningen rustas upp avsevärt.

Installationsmetoderna kommer att redovisas i en kommande artikel i denna tidning men redan i detta sammanhang understryks vikten av att systembyggaren inte helt underordnar sig befintliga installationssystem och de krav som dessa ställer på stomtillverkaren. Ett intimt samarbete mellan VVS-teknikern, elementtillverkaren och byggentreprenören är nödvändigt för att slutresultatet ska bli gott. Givetvis kan inte heller fastighetsförvaltaren/byggherren lämnas utanför ett sådant utvecklingsarbete. Forskningen borde vidare ges större möjligheter att länka samman erfarenheter och synpunkter mellan de olika produktionsleden. ■

BETONGELEMENT FÖR HUSBYGGNAD II

Fogar fästen anslutningar



Fogar, anslutningar och infästningar har varierande utformning för olika funktioner och belastningar. Fogar och anslutningar skall täta och skydda mot fukt, vind, kyla och ljud, men till fogens uppgifter hör också att ta upp måttavvikelser. Infästningar skall motstå och överföra belastningar av olika slag.

Byggnadsingenjör Åke Fröroth vid Statens institut för byggnadsforskning behandlar i sin andra artikel anslutningar mellan:

- bärande mellanvägg (eller balkar) och bjälklag
- bärande mellanväggar
- bjälklag, upplagda på bärande mellanväggar (eller balkar)
- ytterväggar och betongstomme (pelare, mellanväggar, balkar, bjälklag)
- ytterväggar
- pelare och balkar.

Mellanväggs-element av betong tillverkas nästan uteslutande i stående batteriformar varvid alla sidor utom den övre kanten i regel får god måttoggrannhet. Anslutningen mellan väggen och bjälklagelementet kan därigenom bli alltför öppen om inte ett utjämnande skikt används. Detta skikt är vanligen av fingraderad betong, men även fogmassa eller remсор av kloroprengummi (neoprene) eller papp förekommer. Mellan bjälklagsändarna, *fig 1*, fylls betong, och avskärmning av ljudtransmissionen från en lägenhet till en annan erhålls därmed.

Det är väsentligt att avståndet mellan balkändarna är så stort, minst 3 cm, att

betongen med säkerhet fyller utrymmet ned mot väggelementet. Säkerheten ökar om balkändarna får en sned utformning. Den avgjort bästa ljudtätningen erhålls om bjälklagsändarna förses med upplagsklackar, *fig 1 och 2*, så att större delen av väggelementets överyta är frilagd och fylls i efterhand.

Eftergjutningen i trånga utrymmen försvåras vintertid av is och snö. För att betongen med säkerhet skall fylla ut mellanrummet och god tätning mellan bjälklaget och väggelementet skall uppnås, måste is och snö tas bort. I vanliga fall använder man ånga för att smälta isen, men om man gjuter vid minusgrader är

riskan stor för återfrysning. Uppvärmning och torkning med öppen låga tex gasolbrännare är att föredra. En utredning om olika metoder att bygga med element vintertid pågår inom Statens institut för byggnadsforskning och beräknas bli färdig under 1966.

Statisk samverkan

Ibland erfordras statisk samverkan mellan de skarvade bjälklagelementen. Framför allt gäller det vid sådana byggnader där stora spännvidder förekommer eller där byggnadens höjd kräver avstyvning, tex på grund av vindbelastning. Bjälklagstypen TTK är med sin konti-

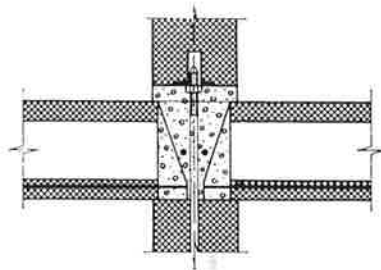


Fig 1. Bjälklagselementens upplagsändar bildar en V-formad fog så att denna utan svårighet kan fyllas med betong. Efter montering på avvägda ställmuttrar, packas styv betongbruk under väggelementen (A-systemet).

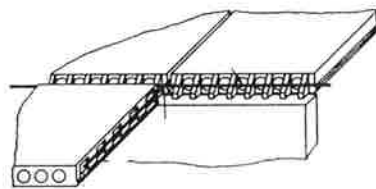


Fig 2. Samverkan mellan de olika del-elementen kan uppnås genom att placera stålstänger i elementens fogar. Efter spänning kan ske men förutsätter att stängerna skyddas mot vidhäftning under gjutningen.

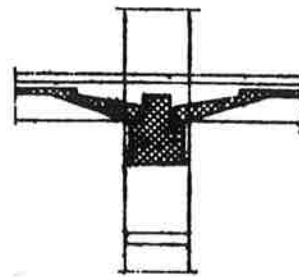


Fig 3. Bjälklagskassetter typ TTK upplagda på balk. Kontinuitet i bjälklaget möjliggörs genom att armerad platsgjuten konstruktionsbetong sammanbinder elementen i kortändarna. Sammanbindningen längs kassettplattorna består ofta av svetsförband.

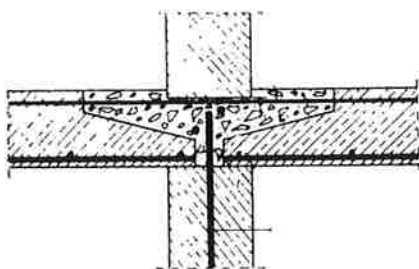


Fig 4 a. Bjälklagselementen har bringats att samverka med varandra genom armerad platsgjuten betong. Bjälklagets samverkan med underlaget har erhållits genom att stålfrankringar gjutits in i underlagets överkant.

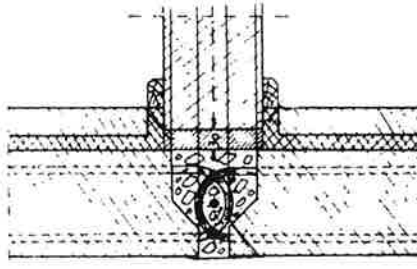


Fig 4 b. Statisk samverkan mellan bjälklagselement medelst ögelförband.

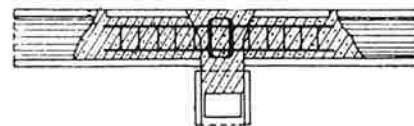


Fig 4 c. Viss kontinuitet uppnås för hålbjälklag genom införande av armeringskorg i hålrummen, varefter hålrummens ändrar fylls med platsbetong.

nuitetsände väl lämpad härför, *fig 3*, men en viss kontinuitet kan även erhållas vid användning av t ex hålbjälklag och massivbjälklag, *fig 4 a, b, c*. Samverkan kan även erhållas med upplaget genom armeringsstål som gjutits in i detta, *fig 4 a*. Speciellt vid höga byggnader kan samverkan mellan flera element vara nödvändig. I sådana fall kan armeringsstång läggas i bjälklagsfogen och efterspännas, *fig 2*.

De ojämna och ofta säriga anslutningarna mellan väggar (balkar) och bjälklagselement kan döljas genom att bjälklagselementets ände utformas med en fals, *fig 5*. Detta system har även den fördelen att bjälklagets upplagsmått kan hållas konstant. Dessutom hålls måttkedjan intakt under förutsättning att tillverkningsstoleranserna följer uppställda normer och man kontrollerar att bjälklagets fals sluter tätt mot väggen (balken). Om kassettbjälklag med plan överyta används, kan i stället det eventuella undertaket bringas att sluta tätt mot väggen (balken).

Bjälklagselementens långsgående fogar fylls med betong. För att eliminera rörelsen elementen emellan i vertikalled utformar man fogen så att fogbredden smalnar uppåt och nedåt, *fig 6*. Medan elementen som regel sluter tätt på undersidan, är öppningen uppåt så bred att ifyllning av betong är möjlig. Bjälklag

kan också sammanbindas med svetsplåtar. Framför allt förekommer svetsförankring mellan kassettelement.

De bärande väggarnas måttnoggrannhet vad gäller överkantens nivå är av stor betydelse eftersom de bildar upplag för bjälklaget. Väggelementens upplag i bjälklagselementens skarv är oftast diffus, emedan väggelementen av tätnings- och upplagstekniska skäl måste sättas i eller packas under med betongbruk. Elementen kan emellertid monteras med överkanten i önskad nivå genom att bult gjuts in i underliggande väggelement, *fig 1*, varefter ställmuttror vägs av och bildar upplag för nästa väggelement. Detta är försedd med en hylsa i vilken bultens fria ände träds. Måtten för såväl hylsans som bultens placering måste vara noggranna eftersom dessa delar styr väggens montering.

Udergjutningen av väggen underlättas om väggens underkant ligger under bjälklagets nivå, *fig 7*. I stället för stampbruk, kan man då använda betong av mer plastisk konsistens. Om man dessutom vibrerar betongen får man en homogen undergjutning.

Risk för sprickor i fog

Fogar innebär alltid en komplikation inom elementbyggandet. De för bl a med sig extra ytbehandling, flera arbetsmo-

ment vid montering och ifyllning av fogspår. Bärande mellanväggar blir dessutom lidande på skarvningen genom att rörelser i fogen kan förorsaka sprickbildningar i ytbehandlingen. Ljudisoleringen försämras av att stor del av skarven ej fylls med betong och att betongen i fogspåret har högt vattencementtal varför viss krympning därför måste påräknas. Rörelsen i fogen ökar risken för ljudtransmission genom springor även om de är härfina. För att av olika skäl höja kvaliteten hos fogen, kan fogspåren förses med ursparingar (knaster), *fig 8*. Effekten av denna konstruktion har dock ännu icke blivit fullt utredd.

Däremot kan man med en tvärförbindning i form av ögelförband, *fig 9*, få de mötande väggelementen att samverka. Speciellt värdefull kan denna metod vara vid hörnanslutningar. Den medför dock komplikationer vid elementtillverkningen. Förbandstypen kommer emellertid endast i fråga vid höga byggnader eller då vindförstyvningen i övrigt är svag. Det är heller inte vanligt att kontinuitet eftersträvas för varje våning även om byggnaden är hög. Samverkan av de olika stomdelarna i något enstaka våningsplan räcker i allmänhet.

Mellanväggars takanslutning

Anslutning av mellanväggselement mot bjälklag sker efter i huvudsak tre prin-



Fig 5. Vinkelement med upplaget utformat som fals (SCG i Kalmar).

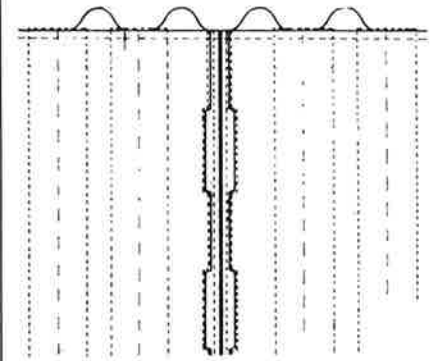
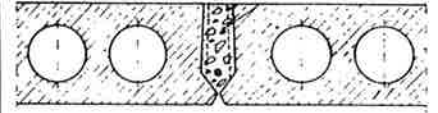


Fig 6. Gjutfogen längs bjälklagselementet har fått sådan utformning att den tar upp skjuvkrafterna i vertikalled. I den mån horisontalkrafter kan belasta fogen, tas dessa upp av ursparingar (knaster).

Fig 7. Väggelementet vilar på de avvägda stålmuttrarna under bjälklagets övre nivå så att plastisk betong kan fyllas och ev vibreras i den uppkomna rännan efter väggmonteringen (Norrköpings byggelement).

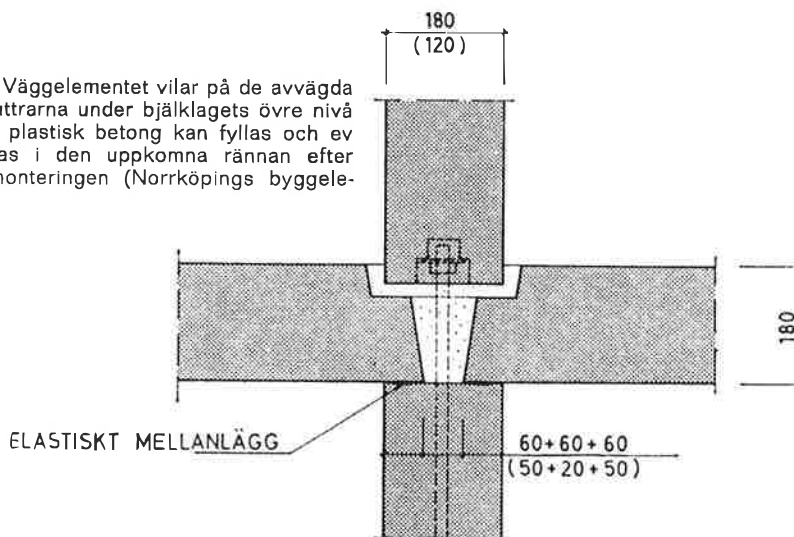


Fig 8. Vertikalskarv hos mellanväggs-element med fogspår i stor genomskärningsarea för att fogfyllningen därigenom ska underlättas och ljudgenomgången effektivt spärras. Fogen är försedd med ursparingar (knaster) för att ta upp vertikalkräningar (A-systemet).

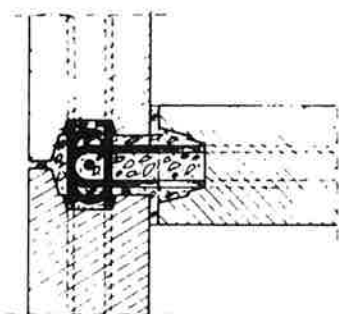
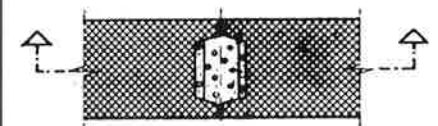


Fig 9. Samverkan mellan bärande mellanväggs-element kan åstadkommas genom ögelförband.

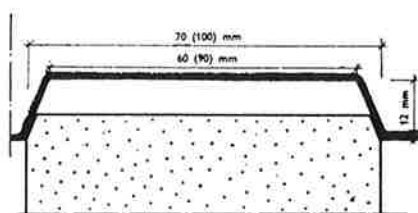
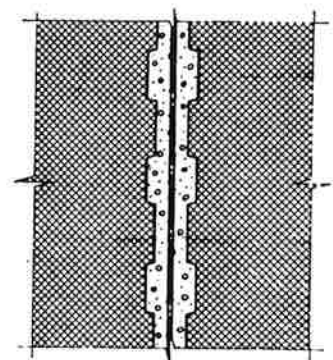


Fig 10. Betongbjälklaget kan vara försedd med spår för mellanväggs-element. Vid användning av t ex lättbetongelement fasas en eller båda kanterna för att belastningen inte skall påföras de vertikala skarvarna och därigenom förorsaka fogbrott. Deformationerna hos bjälklaget ger med denna konstruktion en viss krossning av lättbetongelementets övre kanter och utgör således en säkerhetsfaktor för överbelastning. Effekten blir än större om blott den ena kanten är fasad.



ciper. Den för bjälklagselementtillverkanen minst gynnsamma metoden är att förse bjälklagets undre sida med en ursparing mot vilken väggen fixeras, *fig 10*. Vid platsgjutning av bjälklag medför metoden inga nämnvärda nackdelar eftersom måttutsättning för lätta mellanväggar lika gärna kan ske på bjälklagsformen som på det gjutna bjälklaget.

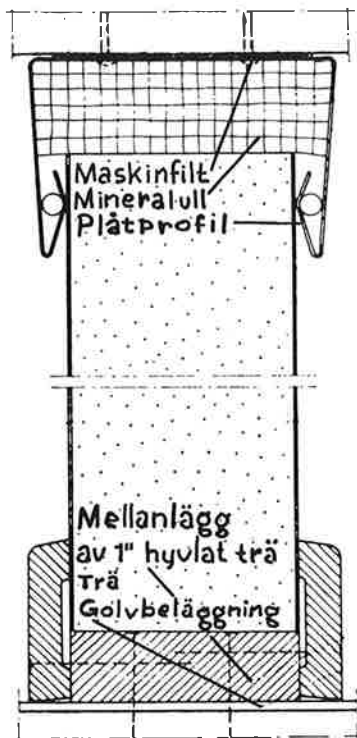


Fig 11. Lätta mellanväggar kan monteras utan föregående ingrepp i stommen. En list av tex metall skjuts fast i taket. Montering av väggelementen sker på en träregel som fästs i golvet varefter elementen kläms fast med golvlister. Väggen har efter montaget möjlighet att glida i taklisten genom att ett visst utrymme över elementet packas med tex mineralull.

Ursparingen utformas med hjälp av lister som fästs i formen. Mellanväggselement av tex lättbetong pressas vanligen mot ursparingen med hjälp av tråkilor i underkant. Efter att elementen undergjutits med betong, tas tråkilorna bort och hålen efterlagas. Att förse bjälklagselement med ursparingar för med sig avsevärda problem vid tillverkningen, i synnerhet om mellanväggen korsar fler bjälklagselement. Infästningstypen ger dessutom dålig ljudisolering och främjar uppkomsten av sprickbildningar. Belastningen ökas nämligen på grund av bjälklagens långtidsdeformation (nedböjning).

En annan infästningstyp som är användbar för alla slag av lätta mellanväggar är en lös U-formad list, *fig 11*, som skjuts fast i taket i efterhand med stålspik. Förutom fördelen att spår ej ger ökat antal littera för bjälklagselementen, blir också ljudisoleringen avsevärt bättre genom att man inte påför väggelementen belastningar från bjälklagen. Täthet uppnås med hjälp av fjädrande mellanlägg. Elementen kan placeras på en i golvet fastgjord regel och fixeras i detta läge genom socklar som spikas i bottenregeln, *fig 11*.

Väggkonstruktioner kan även vara spända mellan golv och tak utan att ingrepp behöver göras i vare sig golv eller tak, *fig 12*. Denna anslutningstyp används i första hand då krav på flexibel planindelning föreligger. Även andra fördelar kan emellertid erhållas, tex möjlighet att ytbehandla både tak och golv innan de lätta väggarna monteras.

Yttervägg mot betongstomme

Vid klimat som vårt med stora temperaturdifferenser utom- och inomhus och stora temperaturvariationer under olika årstider förekommer stora påfrestningar på infästningsanordningarna av rörelser i materialet. Särskilt påtagligt är detta då stora element används eller då fogningen är helt stum. Där sandwichelement kommer till användning kan emellertid det inre skiktet vara stumt infästat mot bjälklag, pelare eller bärande mellan-

vägg, medan ytterskivan ges möjlighet till rörelser inom vissa gränser. Dessa gränser kan inte vara alltför frikostigt tilltagna eftersom det för de båda skikten sammanbindande stålet (som regel rostfritt zig-zagstål), *fig 13*, ej får utsättas för utmattning. Varje skarv bör således fogas samman med elastiskt fogmaterial eller vara öppen så att viss rörelse tillåts för varje element och påkänningarna i de enskilda elementen inte ges tillfälle att adderas.

Infästning av ytterväggselement av betong kan ske enligt följande metoder:

- Svetsning, varvid svetsplåtar eller armeringsstål kommer till användning.
- Bultförankring, *fig 14*.
- Dubbar, med eller utan ställmuttrar, *fig 15*.
- Förtagningar i betongen, *fig 16*.
- Sammanjutning med armeringsöglor, *fig 17*.
- Hakar, *fig 18*.

Fogar i ytterväggar

När det gäller anslutningar av ytterväggselement mot betongstomme och fogning mellan elementen finns som nämnts flera skäl som talar för att varje fasadelement bör ha en viss rörelsefrihet för att inte påfrestningarna på infästningsanordningarna skall bli för stora. Denna rörelse som uppkommer genom förändringar i volym och inre spänningar (deformationer) är beroende av temperatur, fukt, armering, ballastmaterialets skiktfordelning samt genom förändringar hos betongstommen. Hur stora spänningarna kan bli hänger samman med skilda faktorer. Till dessa hör klimatförhållanden, väggens placering i väderstreck, tillverkningsmetodik och ytstorlek hos delementen.

Slutna fogar

Vid serietillverkning av väggelement är det ett ekonomiskt villkor att fogutformningen inte förändras från gång till annan. Slutna fogar, tätade med fogmassa, blir emellertid dyrbara och svårfogade om de skall göras så breda att de tar

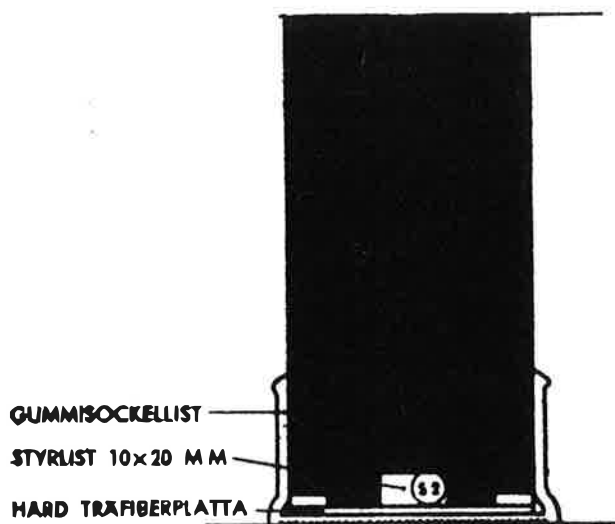


Fig 12. Exempel på montering av mellanväggselement utan fästdetaljer i stommen. Elementet sätts in i en gummisockel och spänns mot taket via en taklist med fjäderbelastad skruv.

TÄTNINGSREMSA AV BOMULL

SKRUVAS c/c MAX. 600 MM MED 1" SKRUV

MELLANLIST MOT TAK 16 x 69 MM NORMALT

SPÄNNFJÄDER MED SKRUV

TAKLIST 13 x 69 MM

PÅ FABRIK ANRRINGAD SLANGLIST FÖR GOD LJUDISOLERING

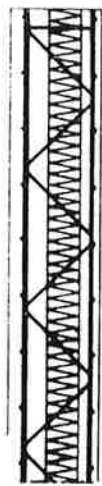


Fig 13. Ytterväggselementets betongskivor sammanbinds med rostfritt zig-zag-stål.

DETALJER AV INFÄSTNINGSANORDNING

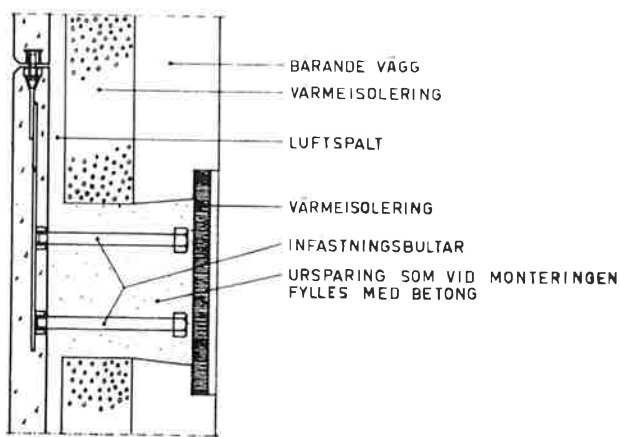


Fig 14. Bultförankring av beklädnadselement i betong.

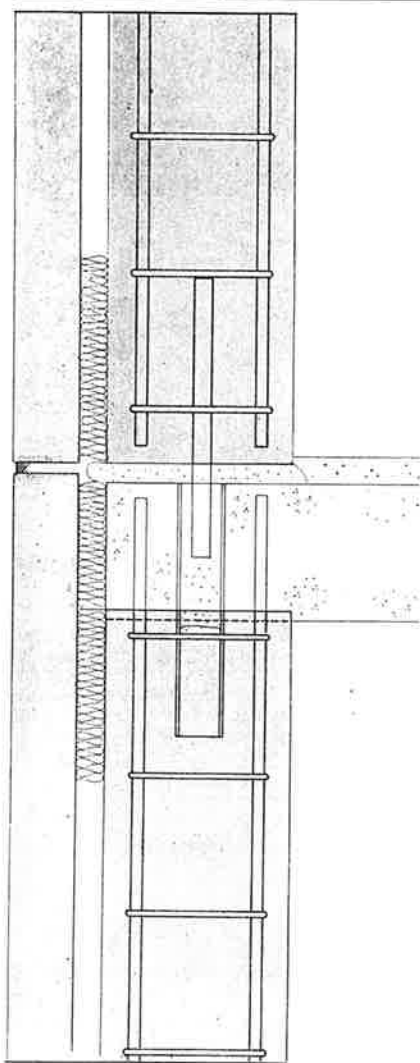


Fig 15. Principlösning av ytterväggsinfästning mot bjälklaget. Figuren redovisar kombination av armeringsståls ingjutning och dubb. En hylsa i väggelementets över- och underkant samt håltagning i bjälklaget för en genomgående dubb kan ersätta armeringsstålet.

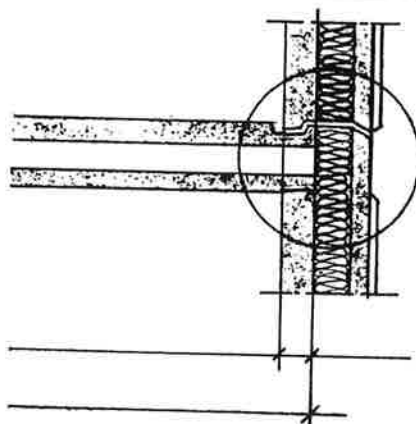


Fig 16. Infästning av ytterväggselement medelst förtagning i bjälklaget.

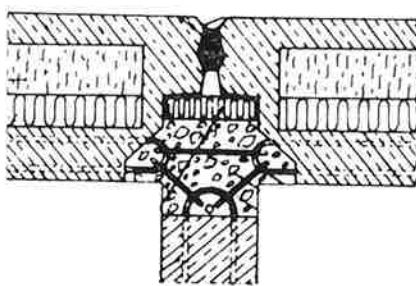


Fig 17. Sammangjutning av ytterväggselement och infästning i betongstommen med ögleförband.

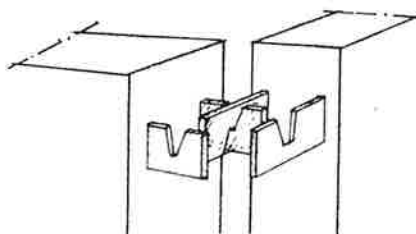


Fig 18. Stålfästning med hakförband.

upp all förekommande rörelse. Möjliggen kan fogmassans kvalitet och därmed prisläge anpassas efter uppställda krav. Vid stora fogbredder innebär dock appliceringen svårigheter eftersom fogmassan rinner under arbetets gång. Utseendet blir således lidande av en allt för bred fog och kontrollen över fogdjupet förloras samtidigt. En fogbredd om 10—12 mm anses ur appliceringssynpunkt vara lämplig men enligt vissa provningar har olje- och polymerbaserade fogmassor visat sig att efter åldring endast ha en töjförnöga av 20 % medan fogmassor av tiokoltyp vid motsvarande provningar kunnat tåla en töjning av 100 %. Den utmatning som fogmaterialet utsätts för under de ideliga rörelser som förekommer i en yttervägg kan åtminstone för det sistnämnda fogmaterialet innebära avsevärt sämre värden. De olika fogmassornas kvalitet och andra data skall ej närmare behandlas här. I stället hänvisas till den litteratur som finns angiven i slutet på artikeln.

Fogens utformning har betydelse för dess funktion på lång sikt. Sålunda anser några fogforskare och fogmassetillverkare att fogmassans djup ej skall vara alltför stort eftersom det äventyrar massans brotthållfasthet efter åldring. Samtidigt bör vidhäftningsytan mot de sammanfogade elementen vara så stort som möjligt då läckage i fogar oftast beror på vidhäftningsbrott. Därför rekommenderas en från båda sidor konkav utformning av fogmassan *fig 19 b, c*. I samband med denna rekommendation måste man dock hålla i minnet att nedbrytningen av materialets elastiska egenskaper sker vid massans kontakt med luft och tränger så sakta in mot fogens kärna. En jämntjock fog skulle ur den synpunkten bättre skyddas mot åldring.

Problemen kring fogar som tätats med fogmassa är många. Förutom de tidigare angivna synpunkterna kan också nämnas den osäkerhet som följer med en dylik fogutformning, t ex spridning av fogmassans kvalitet på grund av de ingående komponenterna och i de fall massan är avsedd att blandas med härdare före användningen kan olämplig konsistens äventyra vidhäftningen. Det är inte heller troligt att ens den bäst utförda fog får den livslängd som gäller för byggnaden i övrigt. En omfogning är en omständlig procedur, i synnerhet då den gamla massan som regel måste tas bort.

Givetvis kan slutna fogar utföras på annat sätt än med fogmassa. Den säkraste metoden torde vara att i vardera av elementkanterna gjuta in en remsa PVC-plast och sedan svetsa samman de båda remorna. Det är även möjligt att svetsa eller klistra en plastremsa mot betongytorna men ytornas porositet försämrar vidhäftningen.

Öppna fogar

Den ventilerade fogen har kommit till allmän användning i bl a Danmark. Ge-

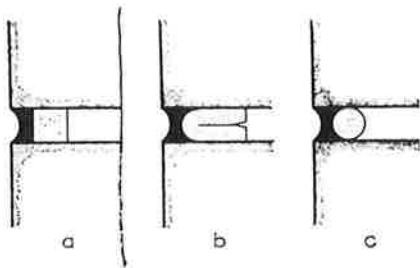
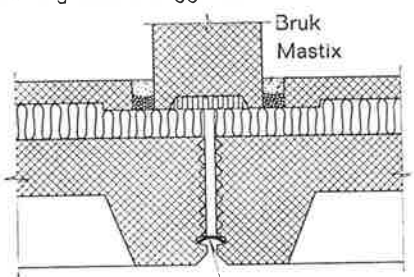
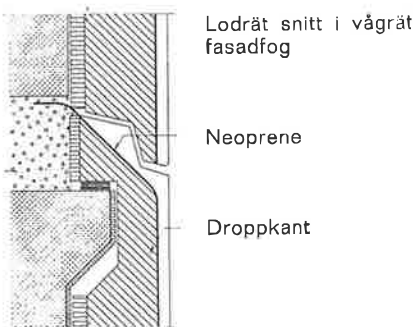


Fig 19. Tre fogtyper visande fogmassors applicering mot skumgummiunderlag. För att fogen efter åldring ska bibehålla sin elasticitet och goda vidhäftning bör den ha en stor anläggningsyta mot elementen och ett litet djup. Alternativen b och c kan därför rekommenderas.

Fig 20. Dansk fogtyp. Vågrätt snitt i lodrät fog mellan vägg och fasad.



Neoprene kläms in i ursparing



Betongytans droppkant

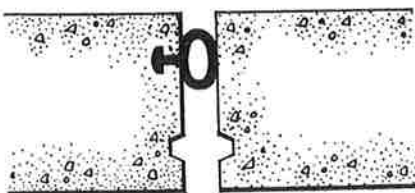
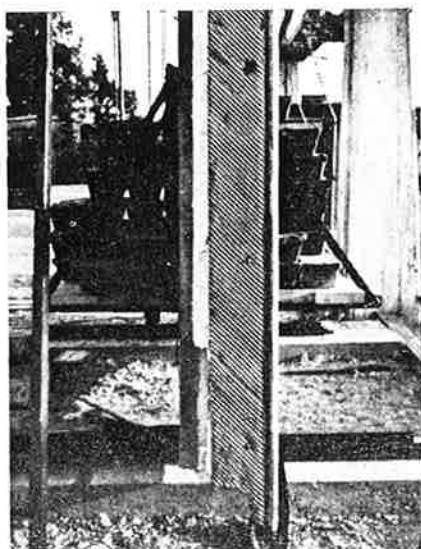


Fig 21. En vatten- och vindskyddande tätning kan åstadkommas med rörformad neoprenesträng. För att ha kontroll på fogmaterialets placering kan plaströret vara försett med en skänkel som gjuts in i ett av de mötande elementen.

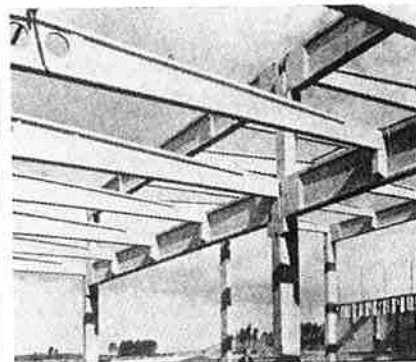


Fig 22. Förespänd industristomme med primärbalkar upplagda på konsoler och pelartopp. Sekundärbalkarna är upplagda på den hylla, som bildas genom minskning av pelarens snittarea, på pelartopp samt på klackar i huvdbalkarnas liv.

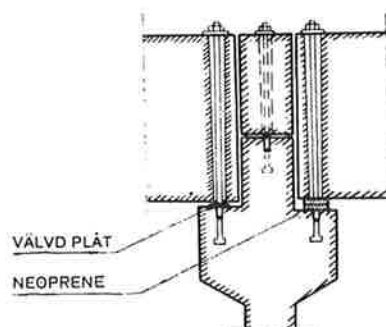


Fig 24. Figuren återger lämpliga sätt att utforma fri uppläggning. Upplaget är försett med en krökt centreringsplåt som möjliggör rotation av balkändan. Bulten som anbringas i ett skruvfäste i upplaget, löper genom ett hål i balkändan och låses med en mutter mot balkens överyta. Bulten förhindrar eventuell stjäpning av balken omedelbart efter monteringen. Om hålet genom balkändan fylls med cementbruk kan bulten överföra horisontalkrafter från balk till upplag. Om däremot hålet lämnas tomt eller fylls med asfalt, fungerar bulten som en pendel och horisontalkrafter kan endast överföras i den utsträckning som de i anläggningsytan genererade friktionskrafterna tillåter. Om upplaget därtill skall vara rörligt kan det utföras som den högra delen av figuren visar. Stålblåten är där utbytt mot en eller flera neopreneplattor. Bulten har samma funktion som vid det icke rörliga upplaget och fungerar därtill som en säkerhetsanordning mot horisontella rörelser av oförutsedd storlek (AB Strängbetong).

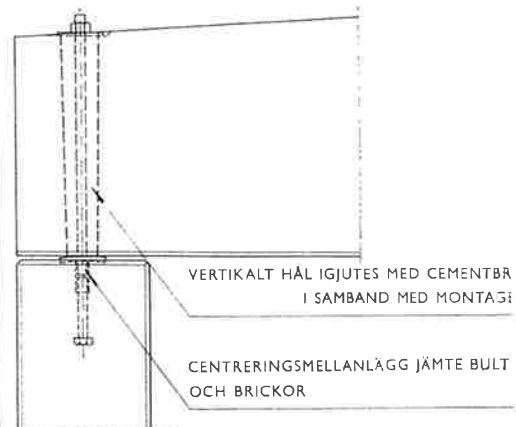


Fig 23. Anslutning av balk till pelartopp invid yttervägg.

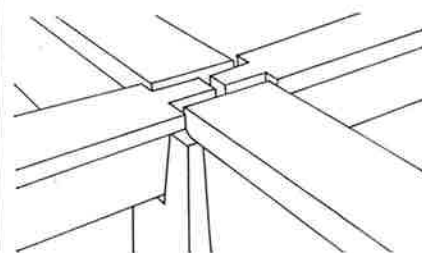
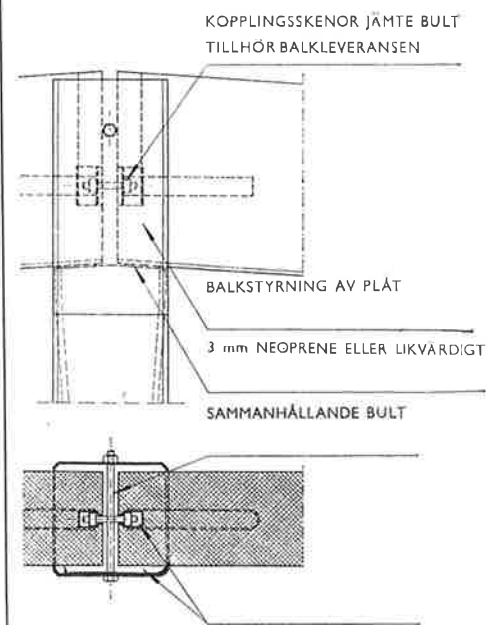


Fig 25. Anslutning av balkar på pelartopp enligt ULTO-systemet.

Fig 26. Balk upplagd på pelartopp med balkstyrning av plåt. Balkarna har här anslutits till varandra med bult i kopplingskenor.



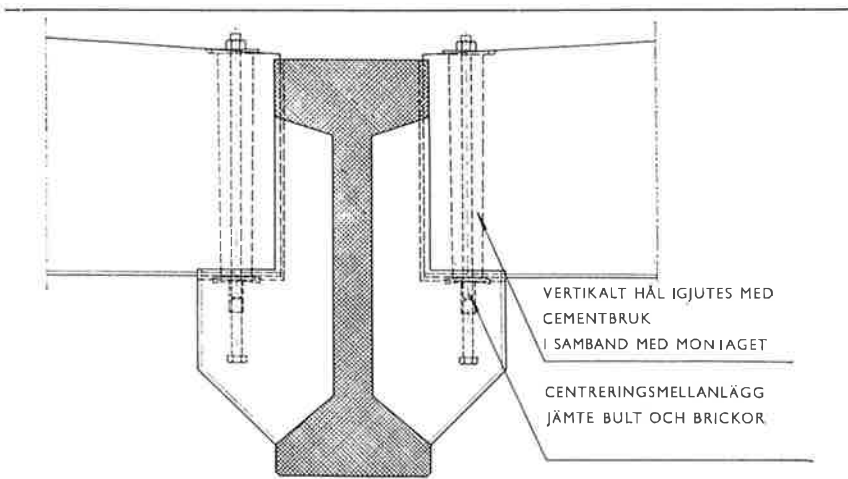


Fig 27. Sekundärbalkar vilar på primärbalkarnas sidoklackar och är fast inspända med bult.

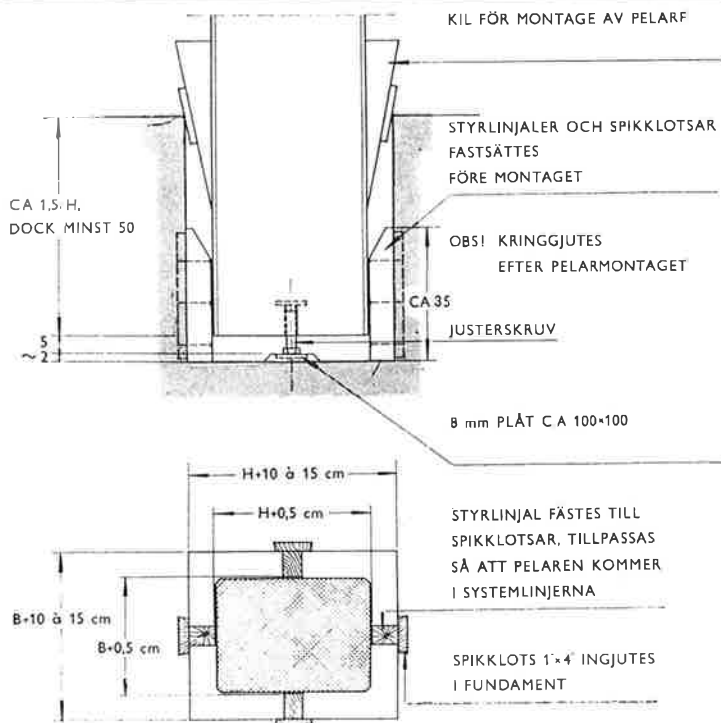


Fig 28. Betongplint med ursparing för inspänning av pelare.

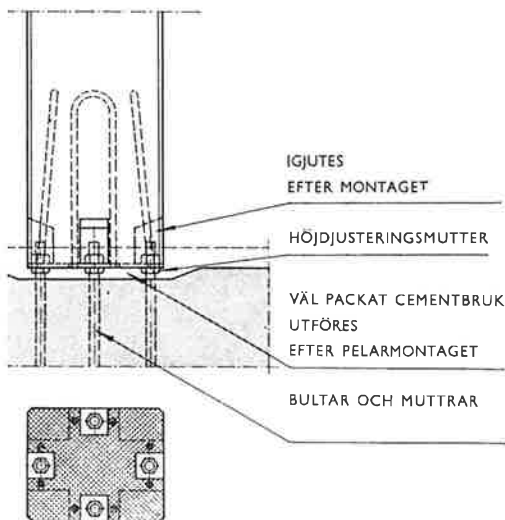


Fig 29. Bultförband för pelarinfästning med innanför liggande bultar.

nom de danska systemexportörerna har även åtskilliga andra länder fått tillfälle att dra nytta av danskarnas utvecklingsarbete. En fogtyp, *fig 20*, som visat sig vara fullt tillfredsställande i det mest utsatta klimat har i ett yttre spår en inklämd neoprenremsa, vilken fungerar som vatten- och vindreducerande skikt. Innanför detta är de båda elementkanterna försedda med snedställda skårar så att det vatten och den fukt som ev tränger in bakom neoprenremsan förs ut mot dennas insida och förs ut i elementets underkant. Visserligen har vindens förmåga att föra in slagregnet mot isoleringen eliminerats genom neoprenremsan, men för att förhindra fukten att tränga in i värmeisoleringsskiktet, bör detta åtminstone i kanterna bestå av vattenavvisande isolering (tex cellplast eller kork). Den vertikala bäring som förs in mot yttreväggens isolering ges så stort utrymme mot yttreväggens inre skiva att detta kan fyllas med elastisk fogmassa. Fogmassan har här en väl skyddad placering och utsätts inte heller för nämnvärda rörelser varför fogen anses vara permanent. Den vind- och vattenskyddande neoprenremsan kan ersättas av rörformad neoprensträng som kan vara ingjuten i en av de mötande elementkanterna, *fig 21*.

Pelare och balkar

Balkar ansluts till pelare antingen på konsoler, *fig 22*, eller på pelartopp, *fig 23, 24 och 25*, eller på klack som bildas vid minskning av pelararean, *fig 22*.

På grund av stjälpriks styrs balkar i vertikalläge med bult och mutter, *fig 24*, styrplåtar, *fig 26*, eller ursparing i pelaren, *fig 25*. I enstaka fall fungerar ankarskenor i pelaren som fäste för en i balkändan ingjuten bult, *fig 26*. Om balkens infästning är placerad i eller över tyngdpunkten, är arrangemang mot stjälpning möjligen överflödig.

Sekundärbalkars upplag på primärbalkar sker oftast på dess överkant eller på sidoklackar, *fig 26, 22 och 27*. Upplagen bör vara försedda med tryckutjämnande centreringsskivor eller mellanlägg av neoprene, *fig 24*, för att olämplig punktbelastning och spjälkning skall undvikas. Om infästningen inte är utförd som kringgjuten bultförankring och är styrd på betryggande sätt, kan anslutningen betraktas som glidlager vid små rörelser. Förutsättningen är då att bägge de mötande elementen är försedda med stålkonning och kompletterade med mellanlägg av en eller flera skikt neopreneplatta. Pelare inspänns i botten efter i princip två metoder, dels i sk plintgröpar, *fig 28*, dels med bultinfästning, *fig 29*.

Variantbegränsning

Antalet varianter av fogar, anslutningar och infästningar är mycket stort. Till en del förklaras detta av att så många skilda faktorer påverkar utformningen. Be-

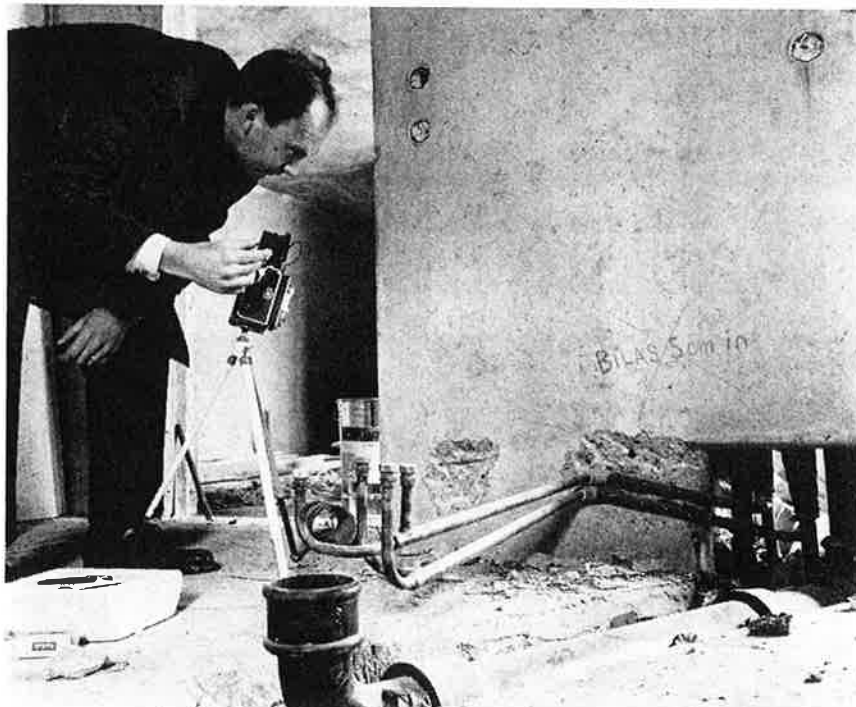
lastningstyperna är många — fukt, vind, kyla, ljud, krafter — och olika kombinationer av dem ger olika lösningar i olika material. Samtidigt ger denna variantrikedom risk för blandad kvalitet. Eftersom en riktig utformning av fogar, anslutningar och infästningar är så fundamental för hela byggnadens bestånd och

ekonomi kan en sådan utförandespridning ha allvarliga konsekvenser.

Frågan är därför om man inte ibland borde acceptera en viss överdimensionering. Därigenom skulle man kunna nedbringa antalet varianter till ett antal som skulle kunna bli föremål för en allmänt accepterad standard. På så sätt skulle

man få vissa garantier för en jämnare kvalitet. Men samtidigt skulle det innebära förutsättningar för rationalisering av konstruktionsarbetet, elementtillverkningen, tillverkning av ingjutningsdetaljer och monteringen — rationaliseringar som påverkar ekonomin i gynnsam riktning och ger kortare leveranstider. ■

Installationer



"Installationerna — rör och ledningar för vvs och el — och deras infogande i byggnadskroppen måste behärskas helt om man vill nå fram till rationellt husbyggande. De får inte betraktas som ett nödvändigt ont utan som en nödvändig förutsättning för byggnadens funktion."

Byggnadsingenjör Åke Fröroth, Statens institut för byggnadsforskning, beskriver i denna artikel en stor mängd nya system och metoder både ifråga om rördragning för vvs och ledningsdragning för el.

Redan i byggprojekterings början bör man välja installationsmetod och installationsmaterial. Dessa beslut har nämligen stor betydelse för råbyggnadens utformning och kan t o m ge sådana verkningar att vissa stomelement och installationsmetoder inte passar ihop.

I de fall de vertikala kanalerna, slitarna o s v ingår som en integrerad del i stommen, innebär dessa en viss komplikation för stommens utformning. Men de horisontella dragningarna för med sig betydligt större problem såvida inte stomkomponenterna generellt har avpassats efter installationernas utrymmekrav. Detta gäller framförallt för avlopp, rör och kanaler för ventilation samt varmluftsuppvärmning.

Ledningsdragningar för centralvärme, vattenförsörjning och elinstallationer kan döljas i de tunna konstruktioner som flera av de moderna byggmetoderna uppvisar. Numera accepterar man dock friliggande rördragningar för åtskilliga funktioner, *fig 1*. Det krävs då enbart håltagningar i bjälklag respektive väggar. I vissa fall kan dragningarna döljas bakom lådor, paneler eller ingå i speciella installationsblock. Håltagningar i lägenhetsskiljande konstruktioner kan medföra ljudläckage, framförallt genom att rörelser i rörmaterial på grund av temperaturväxlingar, förorsakar springor i anslutningen.

Utvecklingsarbetet följer två huvudlin-

jer. Den ena innebär arbete med att gjuta in installationsdelar i betongelementen på fabrik, *fig 2*, eller att göra förberedelse för installationsdragning i form av slitsar, ursparingar, håltagningar m m. Den andra huvudlinjen innebär arbete med på fabrik eller verkstad förtillverkade installationsenheter som snabbt och enkelt kan monteras in i en stomme av både traditionell typ och uppförd med element, *fig 3* och *4*.

Vid utformning av betongelement måste uppenbarligen elementtillverkaren

ta hänsyn till både vvs- och elinstallationer i varierande omfattning. Planeringsmässigt betyder det att installationsprojektörerna behöver engageras i produktutformningen av betongelement även om arbetet ibland kan inskränka sig till att omfatta enkla håltagningar.

Såväl vvs- som elinstallationerna genomgår för närvarande en utveckling bl a med avseende på uppvärmningsmedia, rördragningarnas dimensionering och materialsammansättning, på apparatbehov och dess placering samt el-

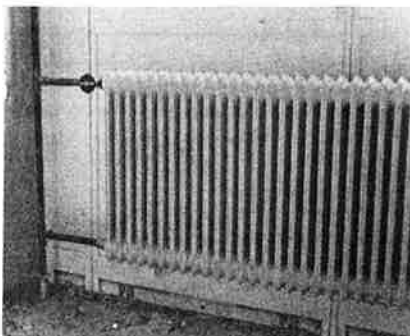
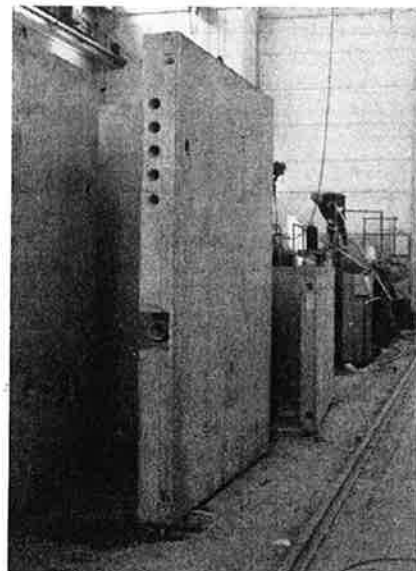


Fig 1. Utanpåliggande radiatorrör har blivit allt vanligare. Som regel placeras de så att de kan döljas med gardiner.

Fig 2. Vinklelement från Skånska Cementgjuteriets Kalmarfabrik med installationerna ingjutna i elementet.



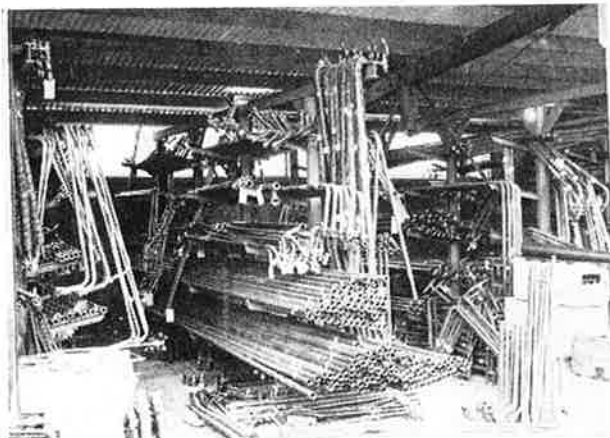


Fig 3. Installationsenheter som förberetts för en snabb inmontering i byggnaden. (Göteborgsbostäder)



Fig 4. Installationsblock med beklädnad av plastlaminat innehållande rörledning för kök och badrum (Tjeckoslovakien).

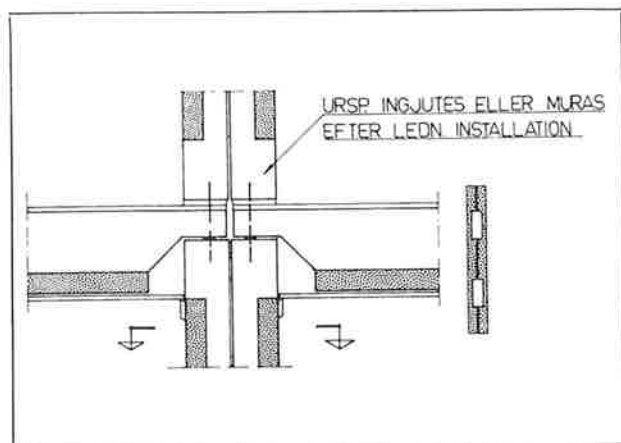


Fig 5. Lägenhetsskiljande vägg i "System S". Kanaler bildas genom att ursparingar i vardera blocken sammanfaller.

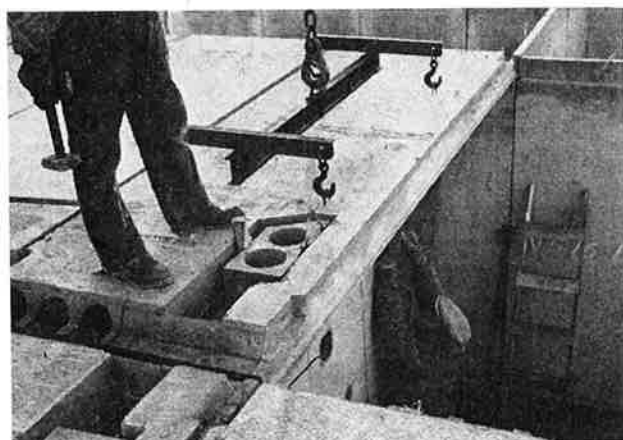


Fig 6. Kanalelement som lägenhetsskiljande väggar.

uttagens rikheter och placering. Dessa frågor inverkar var för sig eller flera tillsammans på byggnadens utformning i övrigt. Fasta lamputtag i taket tas bort och uttag placeras i stället på väggen intill taket, varifrån lösa ledningar kan dras till önskad plats i taket. I vissa fall har man kunnat acceptera att lamp-uttag i taket helt utslutits. Golv- och bordsarmatur anpassas i så fall till de ändrade belysningsförhållandena. Vissa armaturer tänds med strömbrytare invid dörren. En följd av detta har blivit ett krav på ökat antal eluttag.

I produktutvecklingen är det vidare viktigt att ta hänsyn till den varierande livslängden hos olika byggnadsdelar och särskilt skillnaden därvidlag mellan installationsdelar och rena byggdelar. Luftkonditionering kan tex komma att vara ett självklart önskemål innan byggnaden i övrigt anses omodern och motsvarande gäller elvärme. Även ett framtida behov av utökade sanitära utrymmen och förändrad disposition av dessa kan nämnas i sammanhanget.

Koncentration av vvs-installationer

Det är möjligt att begränsa de horisontella till- och frånledningarna för sani-

tära och andra apparater genom att placera dem utefter en och samma vertikaldragning. Sådana lösningar medför dock behov av ett stort antal vertikala stammar men kan för vissa byggmetoder innebära avsevärda fördelar jämfört med de sidodragningar som blir följden av glest placerade vertikalkammar.

Om kanalerna och slitsarna förutsätts ingå i stomväggarna kan metoden tyckas ge upphov till specialelement för råbyggnaden och onödigt tjocka väggar. Vissa system förutsätter dock dubbla betongskivor i lägenhetsskiljande väggar, fig 5, eller att vissa väggar är så tjocka som 30 cm. Där ger hålkroppar en vinst i vikt och elementen förses därför med kanaler oavsett om behovet är omedelbart påkallat eller ej, fig 6.

Att leda utanpåliggande rördragningar horisontellt mot enstaka rörschakt på ett ändamålsenligt sätt är också möjligt under vissa förutsättningar. Ett sätt är att leda rören i en panel bakom våtenheternas apparater, fig 7. Utrustningen kan fästas mot denna panel om den utförs i tillräckligt stadig konstruktion. Om hög förtillverkningsgrad eftersträvas kan installationerna levereras i speciella in-

stallationsblock. I tex kök döljs dragningarna bakom bänkkupställningen.

Den största koncentrationen av installationsdragningar erhålls om samtliga våtenheter inom lägenheten placeras intill varandra och om dessutom våtutrymmena i skilda lägenheter placeras på ömse sidor om en installationsvägg eller grupperas runt ett centralt schakt, fig 8. Koncentrationen av skilda lägenheters våtutrymmen mot varandra kan emellertid innebära betydande störningar för planlösningen. Olägenheterna kan i stort elimineras om en kanalförd väg placeras mot trapphuset. Visserligen ger även denna placering en låst planlösning, men fördelarna beträffande ljudisolering och inspektionsmöjligheter utifrån är uppenbara. Dessutom underlättas underhåll och reparationer.

Ingjutna vvs-installationer

Att gjuta in vvs-installationer i stommelementen vid fabrik medför att flera nya moment förs in i elementtillverkningen. En annan komplikation är att detta kräver ett ökat antal sortiment för elementtillverkaren vilket försvårar planering, hantering, lagring och leveranser och ställer stora krav på mått noggrannhet. Därtill kommer den låsning av

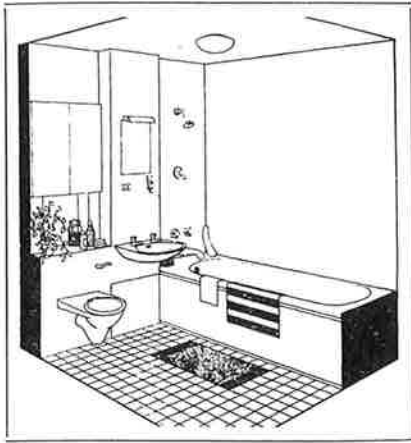


Fig 7. Panel, vilken döljer stammar och sidodragningar samt utgör fäste för sanitetsgods.

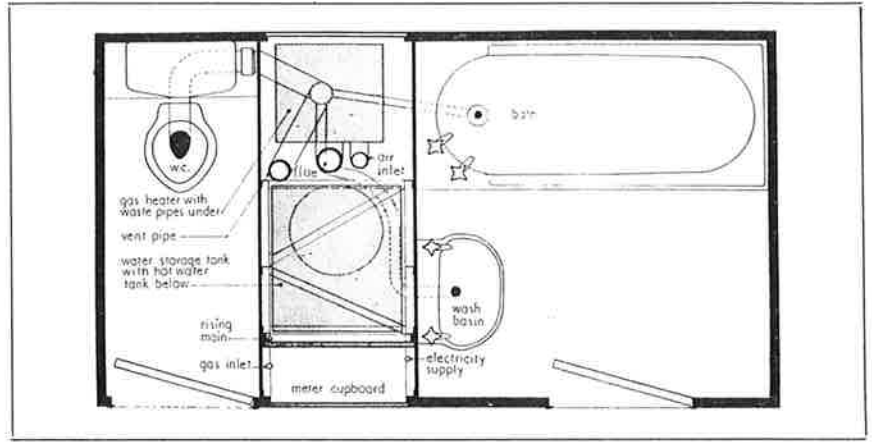


Fig 8. Koncentration av installationsdragningar mot ett centralt schakt.

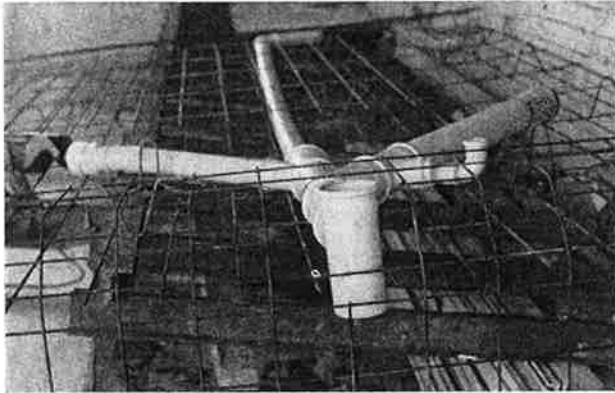


Fig 9. Komplet gresledning av plast för avlopp. Den förtillverkade enheten är här avsedd för betongelement men kan lika gärna användas vid platsbyggeri.

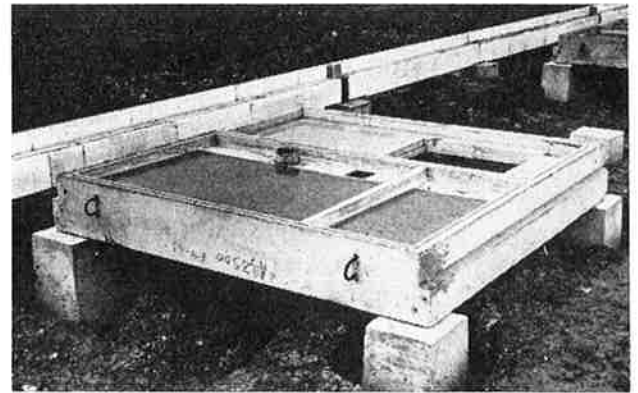


Fig 10. Dansk monteringsbyggeri med våtutrymmens bjälklag helt förtillverkade.

planlösning och brist på flexibilitet som tidigare behandlats.

Ingjutning av installationsenheter i vägg eller bjälklagsskivor har dock sina fördelar. Även om man gör avkall på kravet på en industriell tillverkningsprocess är det en stor fördel att tillverkningen sker inomhus och att man har tillgång till specialutbildad arbetskraft och kvalificerad utrustning.

De betongelement som med fördel kan innesluta installationer är i första hand bjälklagsskivor för våtrum inkl kök. Här har man möjlighet att inte bara koncentrera huvudparten av de mest problemtyngda ledningsdragningar som förekommer inom en lägenhet utan också att utföra de isolerings- och beläggningsarbeten som är besvärliga att utföra på byggsplats. Dessutom kan en rätt utförd produkt av det här slaget ge incitament till variantbegränsning, som i sin tur medför möjlighet till typprojektering av hela utrymmen, utrustningen medräknad.

Till de mer uppmärksammade byggsystemen i Sverige som tillvaratagit idén med bjälklagsplattor inneslutande installationer för våtenheter hör Stiftelsen Göteborgsbostäder, Skånska Cementgju-

teriets norrköpingsssystem och vinkellementmetod samt Skarne-systemet. Även utomlands har förtillverkade badrumsplattor haft framgång vid såväl elementbyggeri som i övrigt traditionella metoder. Det är framför allt avloppsledningar som man föredragit att gjuta in på fabrik, fig 9 och 10.

Volymelement

En ännu radikalare åtgärd är att som t ex Skånska Cementgjuteriet tillverka volymelement för våtutrymmen av betong, fig 11. Produkten är i alla avseenden komplett med installationer, utrustning och ytbehandling både i golv, väggar och tak. Den har dock sina begränsningar. Den ansenliga vikten, 6—12 ton, ställer krav på stora lyftresurser. Dessutom godkänner inte myndigheterna i Sverige att de i sin standardkonstruktion staplas över varandra i flerfamiljshus utan att de förses med förstärkningar. Enheterna har därför i Sverige huvudsakligen kommit till användning i småhusbebyggelse. I Finland, där emot där tillverkningen sker på licensbasis, förekommer volymelementen i höghus utan dessa restriktioner.

I flera andra europeiska länder förekommer liknande volymelementtyper och

speciellt i Östeuropa har man gått in för sådana. I några europeiska länder har utvecklingen även gått mot exceptionellt lätta "våtvolymer". Materialet i dessa är ofta av plast, fig 12. Konstruktionen har inga bärande egenskaper utan placeras in i ett stomfack vilket medför en renodling av stomrummens utformning.

Volymerna kan byggas upp som en enda enhet eller som sammankopplade delar. Även smärre volymer som t ex duschrum, finns i flera olika utföranden och fabrikat.

I Sverige har volymelement för kök och våtutrymmen lanserats för i första hand småhus. Ett av de senare tillskotten är Byggnads AB O P Wihlborg & Sons konstruktion som omfattar betongplatta med separat överbyggnad av trä. Volymelementen är fullt utrustade och färdigbehandlade vid fabrik, fig 13 och 14. Golvytans dimensioner är upp till 2,50 x 4,70 m.

Installationsblock

Ett alternativ till den tidigare nämnda metoden att dölja horisontella rördragningar bakom en sockel eller panel är att använda installationsblock. Blocken har fästen för apparater och utrustning

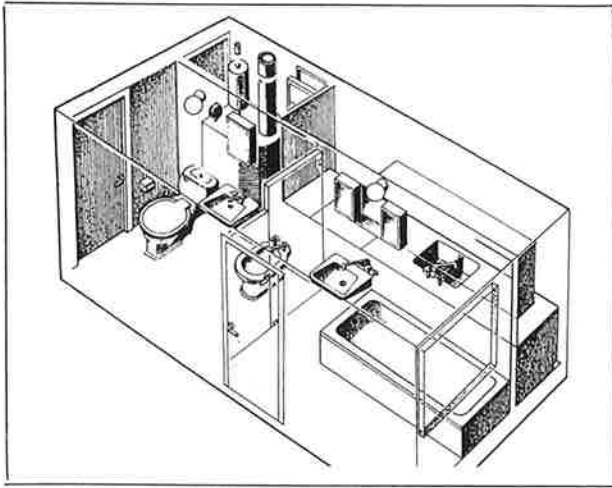


Fig 11. Skånska Cementgjuteriets våtrumsalternativ "Hjärtat". Denna utformning är speciellt avsedd för småhus. Rumsvolymen innehåller alla ledningar och apparater som krävs för en lägenhet och är färdig att tas i bruk så snart de kopplats till anslutningarna.

Fig 12. Komplet badrum av plast. Samtliga installationer är klara för snabb inkoppling till husets huvudledningar.

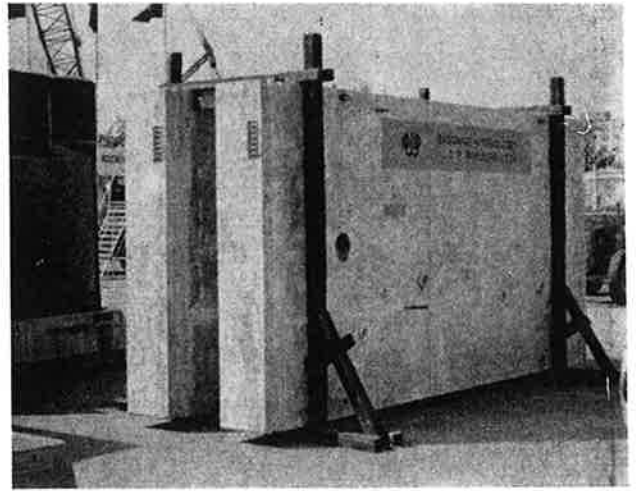
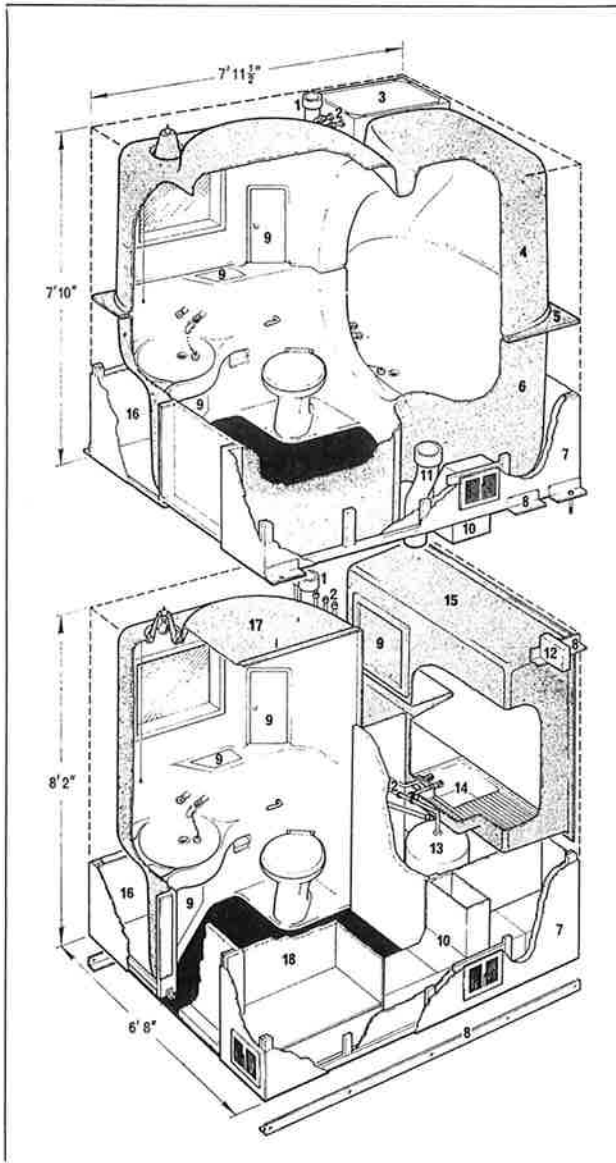


Fig 13. Våtrumsbjälklag för Byggnads AB O P Wihlborg & Sons volymelement. Till en och samma villa hör två bjälklagsdelar — för kök resp badrum.

Fig 14. Överbyggnaden till Byggnads AB O P Wihlborg & Sons våtvolymer monterade på sina paltser.

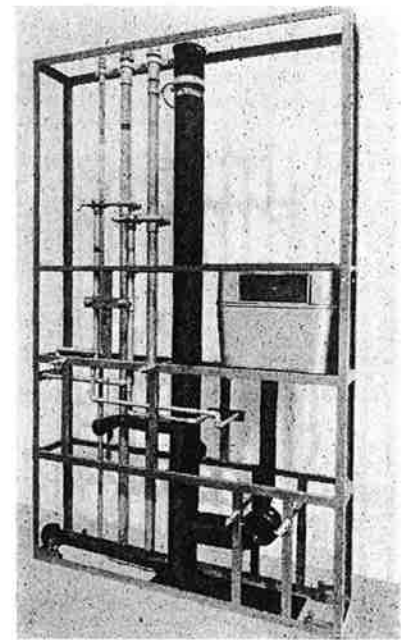
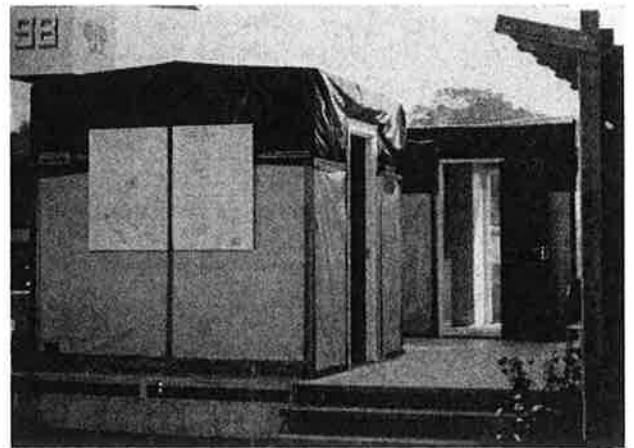


Fig 15. Installationsblock med stammar och sidodragningar och dessutom spolcistern för WC-stol och fästen för sanitetsporslinet.

och kompletteras ofta med block för de vertikala dragningarna, *fig 15*. Vvs-block kan bestå av varierande materialslag, men en stålram som bekläds med skivor av något slag torde vara mest förekommande.

Blocken bör om möjligt ej ersätta en lägenhetsskiljande vägg eftersom den har alltför ljudledande egenskaper. Visserligen kan hålutrymmena fyllas med något material för att dämpa ljudtransmissionen men ljudisoleringen bör förstärkas med lägenhetsskiljande vägg på vanligt sätt i de fall där blocken placeras mellan lägenheter. Det är t o m så att besvärande ljud kan ledas i rören mellan våningar i vertikalled och även brus från installationerna kan göra det önskvärt med ljudisolerade väggar på ömse sidor om installationspaketet.

Ett intensivt forskningsarbete pågår beträffande installationernas ljudledande orsaker. Det är flera faktorer som man önskar klarlägga och komma till rätta med. Brus från wc-stolar har man numera undanröjt och problemen med ventilationsljud väntas också snart få sin lösning. Olöst är isoleringen mot ljuden från avloppsledningar. Strömnings-hastigheten och rörens dimensionering antas där ha en viss betydelse.

Flexibel våtumsplacering

Efterhand som produktionsmetoderna för råbyggnaden rationaliserats har installationerna och särskilt då vvs-sektorn kommit i blickpunkten som ett relativt utvecklade men angeläget område att rationalisera. Ingjutna rördragningar kan hämma möjligheten till stomedstillverkning i långa serier, men samtidigt finns fördelar med att gjuta in vissa rördragningar i betongelementen.

Det är i första hand för de grova och utrymmskrävande avloppsledningarna i gjutjärn som man tidigare inte haft någon bra metod att placera utan denna ingjutning. Men efterhand som standardiserade sanitetsgodsuppställningar och väggfasta apparatyper med bakomliggande avlopp kommit i marknaden har installationsblock blivit en lösning att räkna med. Standardiserade och lagerförda block är en önsketanke.

Varmluftskanaler har även så stora tvärsnittsdimensioner att metodens användning, framförallt i bostadshus, hämmas av utrymnesskäl. Utanpåliggande lådor torde för flertalet byggmetoder vara den naturliga lösningen om varmluftssystem ska kunna komma till användning.

De horisontella dragningarna har i hög grad kunnat nedbringas genom att apparater och utrustning koncentrerats mot rörstammar och våtutrymmen förlagts intill varandra — både inom och mellan lägenheter — *fig 8*. Denna ambition betyder en hård styrning av planlösningstekniken men har haft det goda med sig att typiserade våtenheter kunna användas från objekt till objekt.

Den hänsyn som man tvingas ta till installationerna vid stomutformningen har inverkat menligt på möjligheterna att producera en typiserad stombyggnad inom vilken man kan utforma ett antal variabla lägenhetstyper. De installationsdelar som gjuts in och de ursparingar, kanaler o s v som ingår i stommen ger lägenheterna ett nära nog definitivt utseende. En råstomme som inte binder planindelningen förutsätter normalt installationsenheter som inte är bundna till stommen.

Ett exempel på stomsystem för bostadshus med möjlighet till flexibel våtumsplacering utan att installationerna frigjorts från stommen är AB Strängbetongs nya system S. I metoden ingår standardiserade installationskassetter, *fig 16*, utefter vilka installationer av olika slag kan ledas. Dessutom kan dragning-

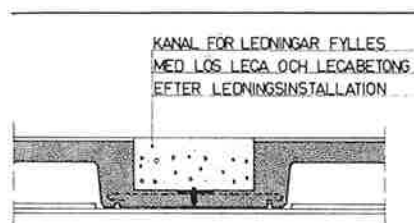


Fig 16. Standardiserade installationskassetter. Den uppkomna rännan lämnar god plats för alla slag av ledningsdragningar. Aterfyllning sker med lös leca, d v s samma material med vilket däckets belagts.

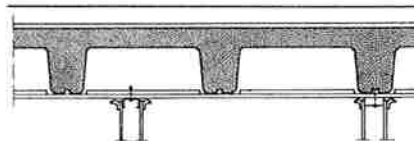


Fig 17. Kassetbjälklag möjliggör ledningsdragning över undertaket.

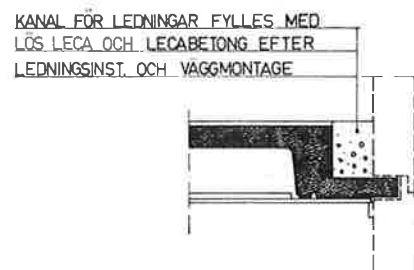


Fig 18. Installationskassetterna kan placeras vid anslutning mot vägg. Rännan kan bli anses vara värdefull för kanaler vid varmluftsuppvärmning.

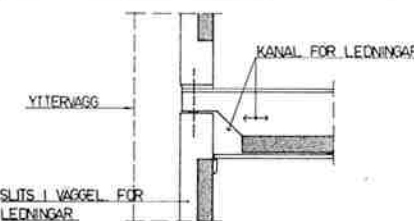


Fig 19. Kassetternas upplagsände lämnar utrymme för tvärgående ledningsdragningar. Dessutom förutsätts anslutning kunna ske mot vertikala väggslitsar.

ar ske över normalkassetternas undertak, *fig 17*, eller utefter kassetternas upplagskant, *fig 18* och *19*. Det senare utrymme kan anses vara speciellt värdefullt om uppvärmning ska ske via varmluftskanaler. För ett sådant stomsystem är det således normalt med samling av ett stort antal dragningar till ett centralt schakt eller ett litet antal håltagningar.

Ingjutna elinstallationer

Väggelement av betong förbereds ofta för elinstallationer i samband med gjutningen. De vertikala hålutrymmena erhålls antingen genom formning med hjälp av stålstänger som dras ut sedan betongen härdats till fast konsistens, eller genom ingjutning av plaströr. Dosor för uttag och strömbrytare kan vara utanpåliggande men är som regel infällda. Dosorna appliceras mot formen, t ex med hjälp av fästianordningar i form av gummikuttschar eller fästs med stålstift, *fig 20*.

I bjälklagselement kan i princip samma metod användas som för väggelement, men på grund av elementens heterogena utformning finns åtskilliga andra metoder att välja bland. Många gånger avstår man dock som nämnts helt från takbelysning. Där utanpåliggande ledningar används kan uttag placeras på väggen intill undertaket.

Elinstallation frigjord från stommen

Förläggning av elledningar i betongelement ger som resultat en mängd olika elementtyper beroende på krav på spridning av uttag och strömbrytare. För att minska denna olägenhet har man t ex i Danmark vid såväl traditionellt som elementbyggeri placerat strömbrytare med tillhörande vertikala dragningar i dörrkarmen. I Danmark är det vidare vanligt med lamellbräder på låga regler ovanpå betongbjälklagen. Samtidigt som man härigenom förbättrat ljudisoleringen har mellanrummet utnyttjats för horisontella ledningsdragningar. I Sverige har metoden kommit till användning genom AB A-betongs licensavtal med det danska företaget Jespersen & søn. Alternativt kan trägolvet här utbytas mot övergolv av platsgjuten betong.

I såväl Sverige som andra länder har man sökt eliminera de horisontella ledningsdragningarna i väggkonstruktionen genom ledning i ellister. Såväl taklister som golvlistor används därvid.

Golvlistor

Flera försök har gjorts med utanpåliggande ledningsdragningar i lägenheter. I Frankrike har en sockel konstruerats bestående av bakstycke med upplag för el-kablar samt en täcklist som hakas på bakstycket, *fig 21*. Bägge delarna är utförda i formpressad polyvinyl och saluföres i flera färger. Sockelenheterna fogas samman i en kopplingsplatta med uttag.

Hittills har endast ett fåtal svenska



Fig 20. Applicering av plaströr mot batteriform för ingjutning (A-systemet).

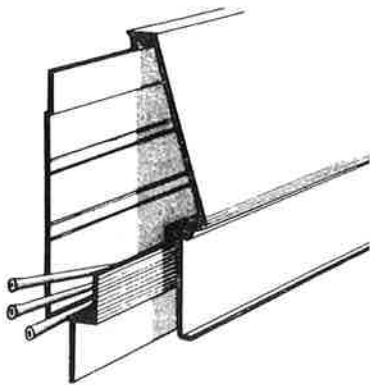
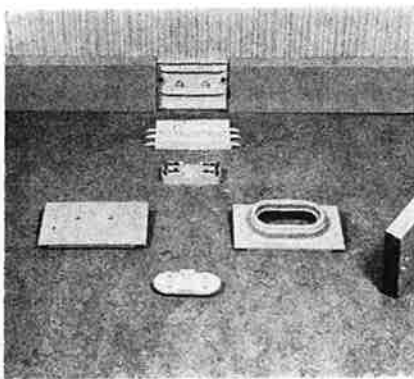


Fig 21. Fransk el-sockelmetod med såväl bakstycke som täcklist av formpressad polyvinyl. Sockelenheterna fogas samman i en kopplingsplatta med uttag.

Fig 22. El-sockeln skarvas och fästs mot väggen med en mellanplatta som samtidigt är fäste för en stealitsockel med två uttag.



el-listsystem blivit godkända av kommerskollegium och Semko för provanläggningar. Till de system som fått större spridning hör en av Tolwmsans Elektriska AB utvecklad el-sockelmetod. Systemet innebär inte att alla rördragningar sker utanför väggkonstruktionen. Stigarledning gjuts av praktiska skäl in i tex trapphusväggar eller förläggs i slitsar. Från gruppcentralen går en centralist ned till golvet, fig 22. Listen innehåller fem från varandra skilda kanaler. Ledningar till el-spis o d dras i golvets finbetongsats, om sådan ingår, medan gruppleddningar för belysning och mindre effektkrävande apparater leds i en elsocket, benämnd Elolist, vilken är tillverkad av hård träfiberskiva samt målade vid fabrik och omfattar 1,2 m långa standardenheter med tre skilda ledningskanaler. Enheten trycks fast mot väggen genom en vid väggen fastskruvad mellanplatta som samtidigt fungerar som fäste för en stealitsockel med två uttag. Önskar man inte uttag just där täcks uttaget med en täckbricka av plast. För såväl inåt- som utåtgående hörn finns utanpåliggande övergångsdelar av plast.

Detta el-system har sitt största värde där takarmatur kan uteslutas. I de fall där sådana krävs kan systemet kompletteras med vertikal ledningsdragning i hörnen, fig 23. Härvid används ett trekantigt plaströr som avslutas med ett lamputtag invid taket. Plaströret limmas fast och kan döljas genom övertapetsering. Från lampputtaget kan lös sladd dras till önskad ljuspunkt i taket. Då ledningarna passerar en dörröppning, kan de ledas utanpå dörrkarmen och döljas av fodret eller gutas in i golvets överbetong, om sådan förekommer.

Ett alternativ är att dra ledningarna i speciell el-tröskel som består av plastöverdragen aluminiumprofil och innehåller tre kanaler och har samma dimensioner som en vanlig trätröskel. Tröskelns utformning medger ledningsdragning från ett rum till ett annat. Genom att sockellisten monteras med dubbelt uttag efter varje 1,2 m har man skapat ett flexibelt system. Som regel krävs ej alla kanalerna i sockellisten, varför utvidgning av installationen av 1- eller 3-fasledning lätt kan ske utan överkan på väggar eller skyddshölje.

Taklister

De horisontella ledningsdragningarna kan också förläggas i vinkel mellan vägg och tak med taklisten som täckmantel. Denna metod har lanserats av AB Elementhus i Mockfjärd för att i första hand undvika problemet med genomgång av flera väggelement med en och samma el-ledning. De vertikala ledningarna till uttag och strömbrytare placeras vid tillverkningen i väggelementen. Dragningen till lamputtag i taket sker i takbjälklaget med vid fabriken färdigkapade längder. Sammankopplingen av ledningsdragningarna utförs av byggmontörerna men företagets behöriga installatörer ansvarar för arbetet.

Sveriges Trähusfabrikers Riksförbund

har tillsatt en utvecklingskommitté som utarbetat ett el-installationssystem frikopplat från stommen. Det medger användandet av höggradigt färdigställda byggnadselement i stora serier. Huvudkravet på detta system är att horisontell dragning av el-ledningar inte skall ske på traditionellt sätt med inbyggda rör, utan måste vara utanpåliggande. I samarbete med Asea görs nu utprovning av ett taklistsystem där ledningsdragning sker huvudsakligen med hjälp av EKK-ledning, fig 24. Detta ger möjlighet att i samma taklist dra ett flertal grupper. Den vertikala installationen ansluts med sk hylsor och är traditionellt utformad, men man avser att i fortsättningen utföra detta arbete vid fabrik. Systemet kan vid behov kompletteras med golvlistor. Taklistsystemet har hittills endast använts för småhus.

Speciella el-installationsmetoder

För kontors- och förvaltningsbyggnader förekommer metoder som är anpassade efter hustypens speciella funktionskrav. Undergolv av stål kan innehålla spärkroppar vilka tjänar som förstyrkning och samtidigt som kanaler för olika typer av installationsdragningar. Den typ av golv som i första hand används i Sverige är Robertsons Q-floor, fig 25. Konstruktionen är i stort sett självbärande och har kanaler i vilka ledningar för ljus, kraft och tele kan dras. Dessutom kan kanalerna användas för luftkonditionering. Stålgolvet övergöts på byggplats med ett 6 cm tjockt betongskikt. En viss förankring mellan stålet och betongen åstadkoms med hjälp av fastkilade tvärbånd.

Fig 23. El-sockelsystemet gör det möjligt att undvika ingrepp för elinstallation i väggarna. Om man önskar takarmatur kan emellertid ledningar dras i ett trekantigt rör vid något av vagghörnen mot ett lamputtag invid taket.

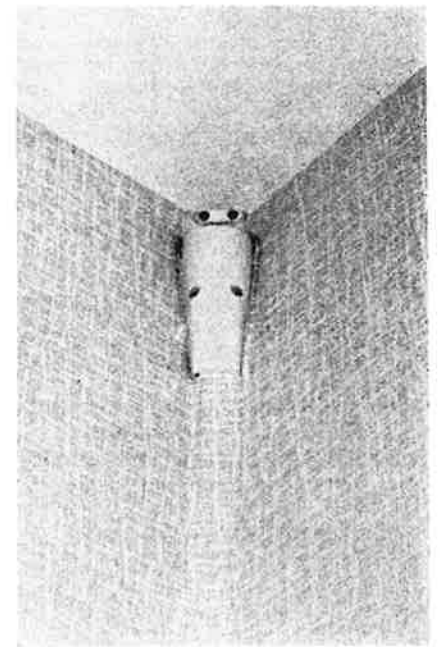




Fig 24. Till vänster: Elinstallationssystem där alla horisontella dragningar döljs bakom taklist.

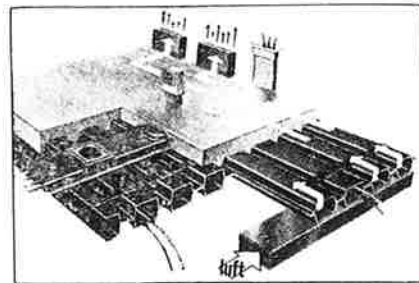


Fig 25. Till höger: Principskiss för Q-floorgolvets funktion.

Fig 26. Nedan: Golvkonstruktion med Holorib normal- och specialelement.

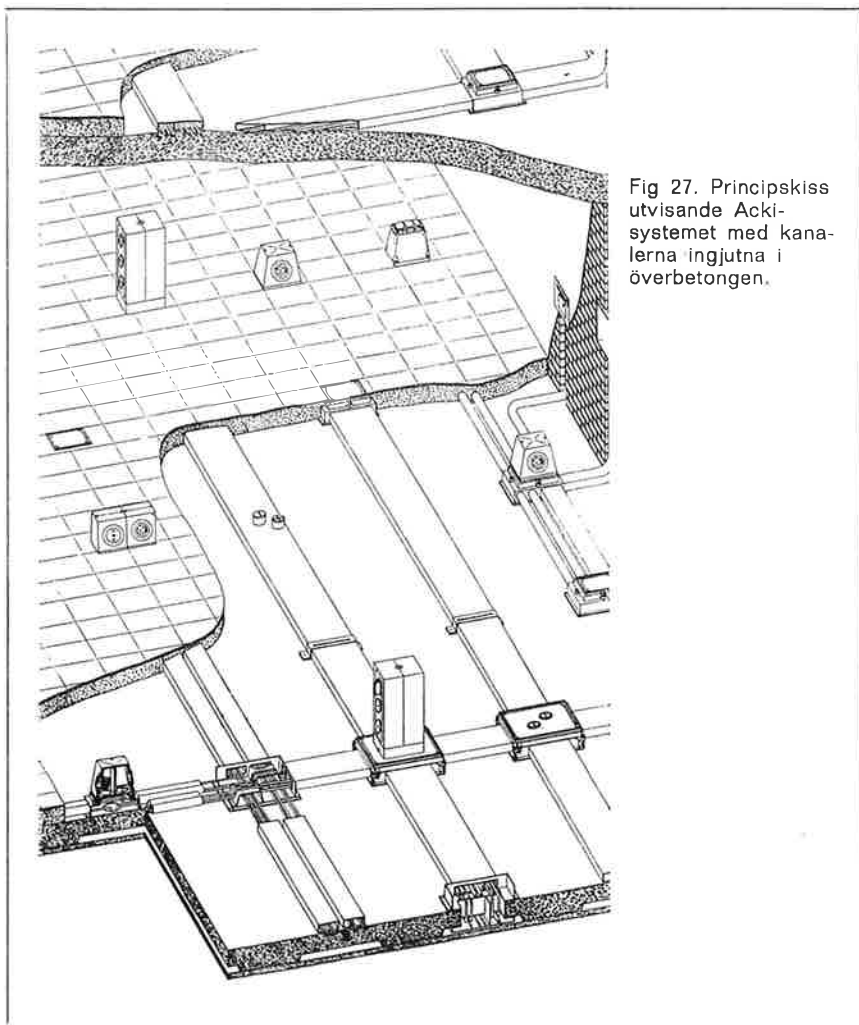
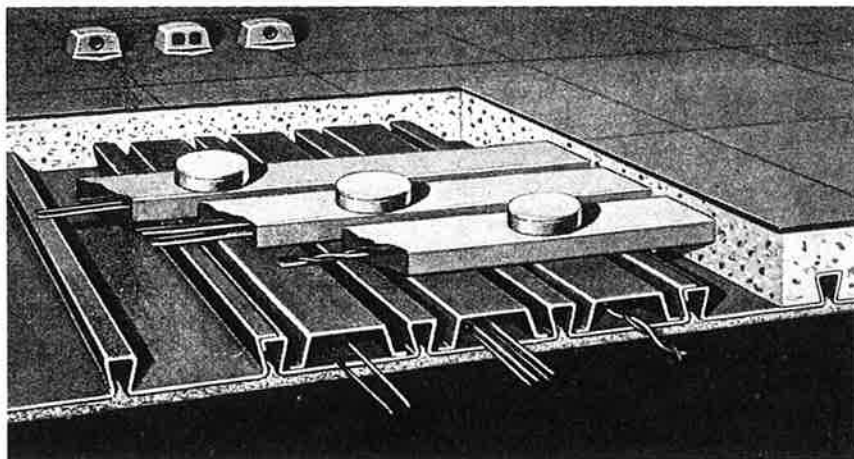


Fig 27. Principskiss utvisande Acki-systemet med kanalerna ingjutna i överbetongen.

Ett brittiskt företag Holorit Ltd, har ett system där plåten är profilerad så att ett kilformigt veck får stålet att samverka med betongen, fig 26. Underformen, som ensam har god bärförmåga, fungerar således även som armering. De profilerade normalelementen kan kompletteras med ett specialelement med kanaler för alla förekommande kabeldragningar. Övergjutning av betong görs på samma sätt som vid Q-floorelementet. I vissa fall är brandskyddsputs på undersidan nödvändig.

Om endast stålgevölets ledningsskyddande egenskaper eftersträvas kan separata stålkanaler användas i samband med gjutning av övergolv, fig 27. Applicerings i andra typer av övergolv är även möjlig. Liksom undergolv av stål har denna metod, benämnd Acki-Systemet, sin stora förtjänst vid kontorlandskap eller i de fall där mellanväggar flyttas ofta.

För infällda eller utanpåliggande vägg- och takdragningar har ett tyskt företag, Tetralit-Konstoffwerk i Hetersberg/Pfalz, lanserat en metod med rektangulära plaströr som har framsidan till största delen uppskuren. I denna kanal kan sedan el-kablar placeras. För förgreningar och vinkeldragningar finns specialelement. De olika enheterna kan förses med skiljeväggar så att olika grupper fördelas i skilda kanaler. Efter installationen kläms lock över de öppna partierna.

AB Interiör i Stockholm har inriktat sin verksamhet på utformning (konstruktion och formgivning) av fönsterbänkar och skåputrustning som fyller uppgift

Fig 28. Kontorsinredning med samtidig funktion att dölja bl a lättåtkomliga elledningar.



Fig 29. Övergolvs bestående av lätt upplyftbara skivor, vilande på ställskruvar i vardera hörnet. Under golvet kan el-kablar läggas i önskad omfattning med uttag placerade helt efter varje krav.

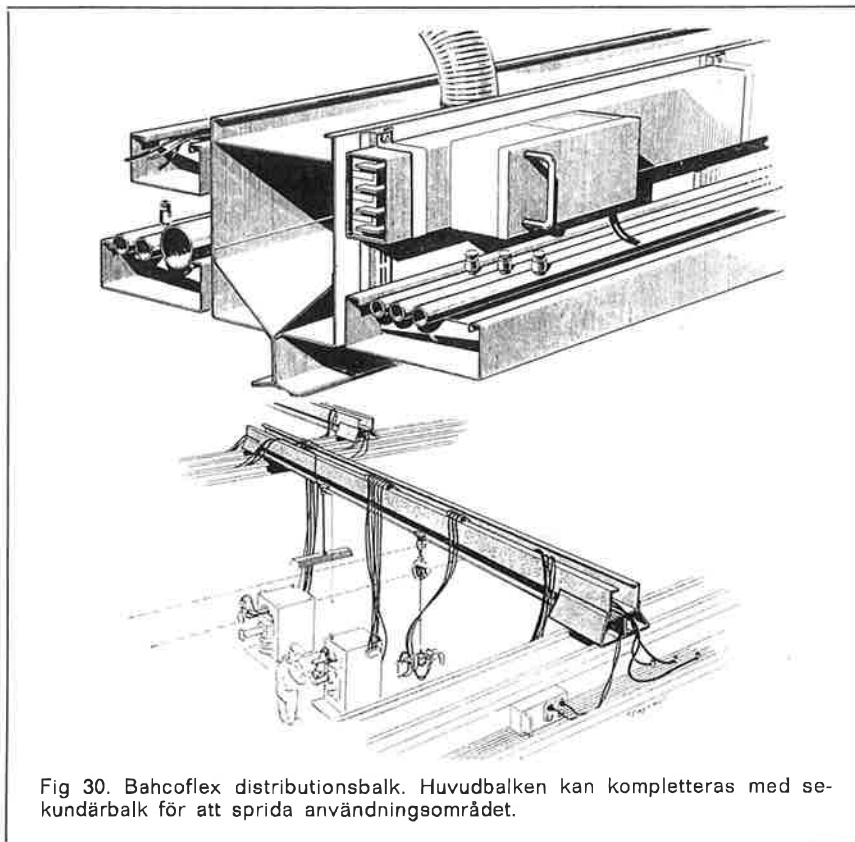
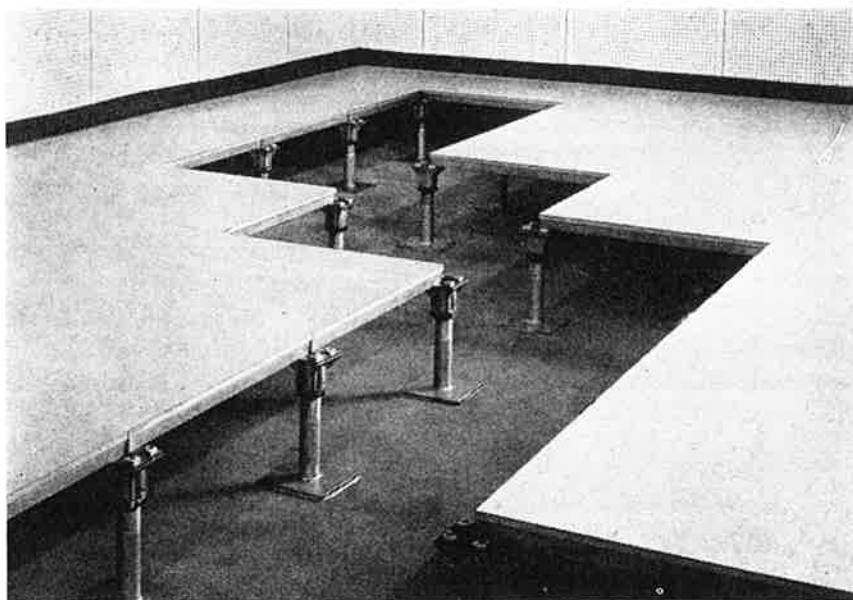


Fig 30. Bahcoflex distributionsbalk. Huvudbalken kan kompletteras med sekundärbalk för att sprida användningsområdet.

som både möbler och dolda, lättåtkomliga kanaler för ledningsdragningar. Stort vikt har lagts vid att nå en variationsrik och miljöskapande produktion. Man arbetar med såväl lättmetall som plast och trä av olika slag. Fig 28 visar ett antal konstruktionsvarianter.

På kontinenten har utvecklats ett installationssystem med praktiskt taget obegränsade variantmöjligheter. Installationerna förläggs under ett löst övergolv, fig 29, vilket består av plattor i en aluminiumlegering med måtten 50×50 cm. De plastbelagda plattorna vilar på ställskruvar i vardera hörnet. Det ställs således inga krav på undergolvet jämnhet. Specialplattor med uttag eller ursparing för stigarledning placeras helt efter behov. Varje platta tål en punktbelastning av 500 kg och golvet i sin helhet 1500 kg/m². Det uppges att ljudisoleringen blir mycket god med denna form av övergolv.

För industrilokaler kan i princip flera av de nämnda metoderna användas. Ofta krävs emellertid utrymme för en mycket omfattande installation. Det kan vara fråga om tryckluft, gas, färg, vatten, tillopp och avlopp, skärolja, andra vätskor eller gaser, svagström och starkström, konditionering, utsugning o s v. För att samla alla dessa slag av distributioner och ändock erhålla en flexibel maskinuppställning har Bahco utvecklat ett system som benämns Bahcoflex, fig 30. Om takbalkarna är av betong bör fästen för distributionsbalken gjutas in i samband med tillverkningen.

Förändring av metod skapar kaos

En husbyggnad består av ett stort antal byggkomponenter och arbetsmoment. Att komponera en helhet — det färdiga huset — med hjälp av alla dessa pusselbitar så att mönstret ger en harmonisk och ekonomisk slutprodukt är ingen lätt uppgift. Varje förändring av en byggmetod kan förorsaka helhetsbilden svåra störningar.

Att behärska installationerna är en nyckel till rationellt husbyggande. Knapast någon aktivitet kan ske utan att installationsproblemen kommer in i bilden och påverkar beslut och åtgärder. Ändå är det vanligt att man improviserar utan att kalkylera med de ekonomiska och funktionella följderna som förändringar av planlösningar och byggmetoder för med sig. De nya sk byggsystemen, som ofta är någon form av elementbyggeri, har det goda med sig att man — med tanke på de långa seriernas effekt — tvingas hålla ett disciplinerat grepp om byggverksamheten och att hellre finslipa små moment än att ständigt söka efter radikalt nya metoder.

Installationerna måste få möjlighet att inte bli betraktade som ett nödvändigt ont utan som en nödvändig förutsättning för byggnadens funktion, en förutsättning till vilken man måste ta hänsyn på ett tidigt planeringsstadium — inte bara i stora drag utan också i detalj. ■

BETONGELEMMENT FÖR HUSBYGGNAD IV

Elementtillverkning på fabrik

Byggnadsingenjör Åke Fröroth vid Statens institut för byggnadsforskning fortsätter här sin serie om betongelement för husbyggnad. Tidigare har han behandlat ämnen "Bättre teknisk samordning kan ge billigare byggdelar" (i nr 11.66) "Fogar, fästet och anslutningar" (nr 13.66) och "Installationer" (nr 17.66).

I detta nummer redogör Åke Fröroth för tillverkningsmetoder vid elementfabriker — ett led i byggprocessen som intar en allt mer dominerande ställning och där nya möjligheter öppnats på sistone för en geografisk vidgning av elementbyggeriets marknad. Följande artiklar i serien skall behandla "Transporter och montering" samt "Marknadsföring och produktutveckling".

Tillverkningsmetoderna på fabrik påverkas i viss mån av elementens egenskaper och användningsområde, men även sådana elementtyper som sinsemellan är utbytbara, tillverkas efter olika mönster. Tillverkningsmetodernas variantrikedom är oftast underbyggda av sakskal, men ibland verkar valet att vara betingat av slump eller önskan att kringgå konkurrenters system i tillverknings- eller byggleddet.

Byggmetoderna styr elementutformningen

Inom snart sagt varje användningsområde arbetar man med olika viktklasser, där vikten avgörs på grundval av behov av ytmått, krav på ljudisolering samt konstruktiva egenskaper. De "traditionella" monteringsystemen inom bostadsbyggandet, bestående av stora och homogena element, har genom sin okomplicerade och beprövade uppbyggnad varit förebilden för flertalet metodkonstruktörer. För svenskt vidkommande kan ursprunget spåras till slutet av 1940-talet då Ernst Sundh utarbetade sin metod, *fig 1*.

Försök att bringa ned stommens vikt har sedan dess gjorts i olika skepnader. I mitten på 1950-talet ersatte Granit & Beton AB de bärande väggarna med pelare och balkar samt byggde de lägenhetsskiljande väggarna med hjälp av lättbetongplank i två skikt med mellanliggande isolering. Bjälklagen var av kassettyp med plan underyta, det s k AH-bjälklaget.

Ungefär på samma sätt arbetade Göteborgs-bostäder, men här hade man valt hålbjälklag liksom också Svenska Bostäder för sin elementmetod i Stockholm. Det skulle emellertid visa sig att dessa bjälklag krävde, för att få fullgod ljudisolering, ett övergolv av trä eller plattgjuten betong. Numera har Göteborgsbostäder frångått pelare-balk-metoden och använder sig i stället av betongelement för bärande mellanväggar. Däremot har hålbjälklagen bibehållits. Denna bjälklagstyp ingår för övrigt även i A-Betongs A-system.

Ohlsson & Skarne, som också tillhör pionjärerna inom elementbyggandet, har tidigare arbetat med ett "lätt" och ett "tungt" system, där elementvikten fått vara avgörande för viktklassen, men där den byggda stommen givit ungefär samma totalvikt. Nu har emellertid företaget genom en systemvariant tagit bort de bärande, rumsskiljande väggarna och ersatt dessa med pelare som bildar upplag för de stora, homogena bjälklagselementen (se Byggnadsindustrin nr 8.66).

En helt ny stomtyp håller på att lanseras i och med att tre företag tagit upp tillverkningen av bjälklagselement med så stor spännvidd att de spänner över hela lägenheten, *fig 2*. Upplagen förutsätts bestå av antingen de lägenhetsskiljande väggarna eller pelare och balkar i ytterväggslivet.

För elementtillverkaren betyder dessa stomsystem ett minskat åtagande vad beträffar leveranser i vikt räknat, men i stället blir tillverkningen mer kvalificerad — i synnerhet om metoden kompletteras med volymlager för tex våtrum, hisschakt och trapphus.

Systembunden tillverkning och öppen marknad

Det är betydande skillnad mellan tillverkning av betongelement för hela slutna system jämfört med sådan tillverkning som inriktar sig på tillverkning och försäljning av separata byggdelar även om produktionen i det senare fallet omfattar flera elementtyper. I den systembundna produktionen begränsas man till den ofta lilla marknaden som ett sådant byggeri har att erbjuda, i antal lägenheter räknat, men i gengäld är leveransen totalt sett av stor omfattning. Att bryta ut en enstaka produkttyp för separat försäljning innebär svåra störningar för tillverkningsrytmen och betyder normalt nedsatt produktion av övrigt sortiment, såvida inte kapaciteten förutsatts vara högre för den enstaka produkten. För systemtillverkare som faller för frestelsen att framställa ett produktslag i otakt med

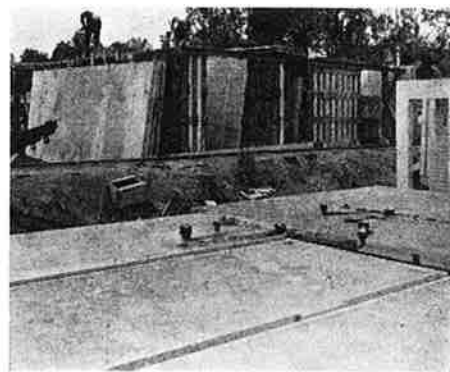


Fig 1. Fälttillverkning enligt system Sundh.

Fig 2. Spända bjälklagselement ger stor flexibilitet inom lägenhetsplanen.

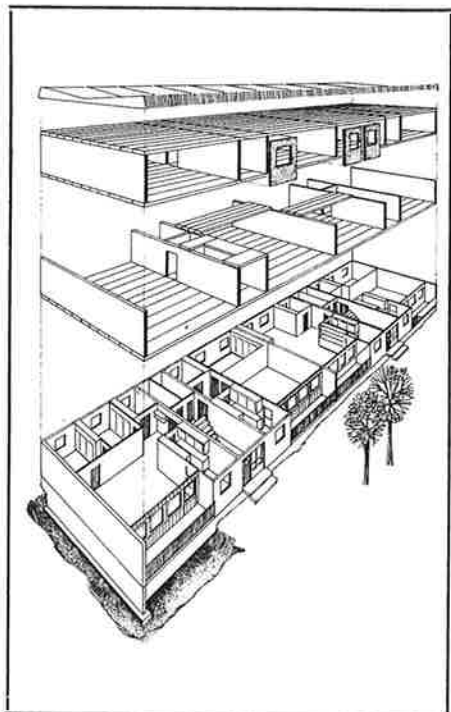




Fig 3 a. Manövercentral vid modern betongstation.

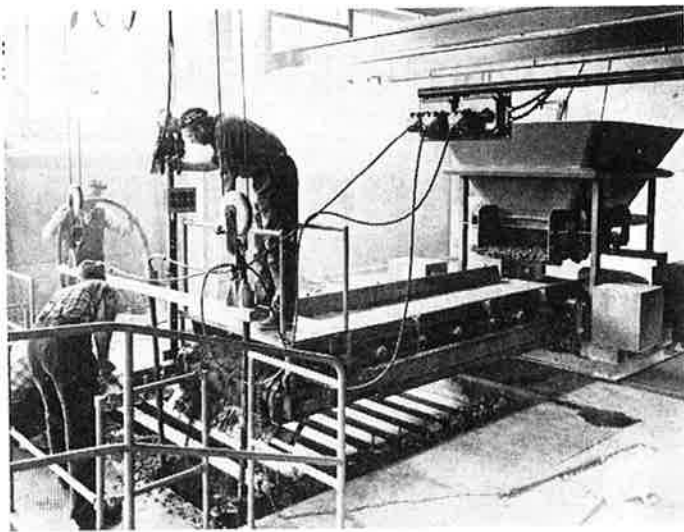


Fig 3 b. Gjutning i batteriform (A-betong).

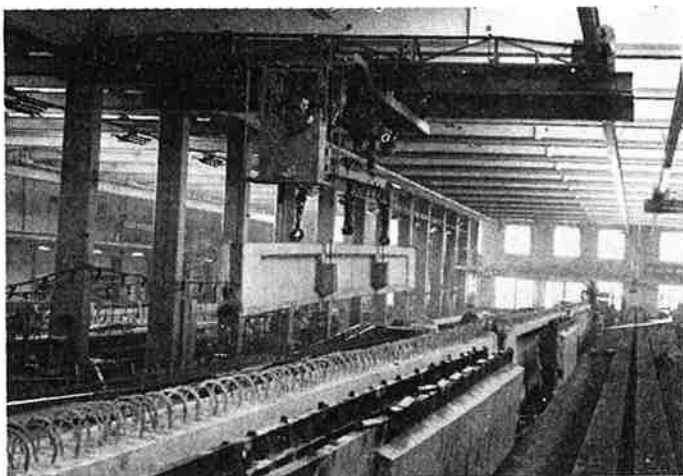


Fig 4. Tillverkning av industrielement (Strängbetong).

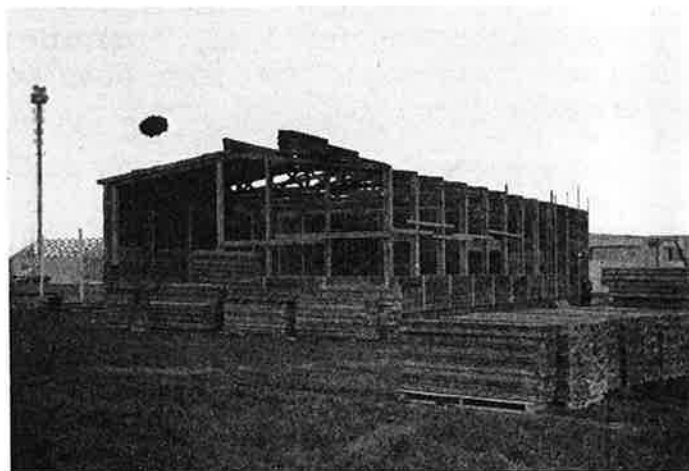


Fig 5. Trällsplattor som vägg- och takelement.

övrig produktion kan flerskiftsarbeten vara en lösning.

Ett betydande produktionsmedel som i de flesta fall ingår i elementfabrikens utrustning är blandarstationen. Visserligen förekommer fall där betongen köps från någon intilliggande leveransfabrik men fränsett fältfabriker torde underlag finnas vid de moderna elementfabrikerna för egen blandarutrustning med god kapacitet. De moderna blandarstationerna har betytt mycket för att skapa det förtroende som man idag har för betongprodukterna. Man är inte längre beroende av den mänskliga faktorn för varje moment i tillverkningen. Den automatiska manövreringen sker från ett manöverbord efter ett programmerat mönster (fig 3a) och den färdigblandade betongen kan med olika medel (fig 3b) och på olika vägar transporteras till gjutstället.

Produkter som säljs på den fria marknaden och tillverkas med fast ansluten maskin- och formutrustning är på samma sätt som den systembundna tillverkningen beroende av en jämn avsättning efter hand som de olika produktslagen lämnar sina tillverkningsställen. Det är därför värdefullt om tillverkningsställen kan användas för alternativ produkttillverkning. Inom industrielementbranschen är det i ex vanligt att fasta bäddar används för tillverkning av pelare, balkar, kassetter o s v men de olika formarna är lätt utbytbara, fig 4.

Skivformade element som tillverkas i batteriform har ansetts vara bundna till permanent tillverkningsplats, men för att få

flexibilitet inom fabrikslokalen borde det vara möjligt att internt använda sig av mobila formpaket som byggts upp på en gummihjulsburen ram, vilken metod även skulle innebära fördelar för vibreringseffekten. Sådan tillverkning som bygger på löpbandprincipen får däremot betraktas som en definitivt stationär anläggning, men möjligen skulle alternativa produktslag kunna tillverkas på ett och samma band.

Skilda metoder för skilda elementtyper

Att på ett fullt ensartat sätt tillverka alla stomelement är för åtminstone bostadshus inte aktuellt. De nödvändiga avvikelserna är så stora att en samordning av byggdelarna skulle innebära konstruktiva eller kvalitativa eftergifter för vissa elementtyper. En ansats till likformig tillverkningsmetod kan man finna i tex batteriformsgjutning av mellanväggar och bjälklag, men armering och dimensionering är givetvis inte gemensamma. Däremot har Trällsbrukernas försäljnings AB utarbetat en metod att använda standardiserade element för inklädnings av såväl väggar som tak på industribyggnader och liknande, fig 5.

I Sovjet, där underlag finns för elementtillverkning i verkligt stora serier, har man sedan länge intresserat sig för framställning av en allroundmaskin. Resultatet har blivit den sk Koslov-maskinen, som egentligen är ett tillverkningssystem för olika slag av elementtyper. Den primära delen är gjutmaskinen, som är fast ansluten medan det

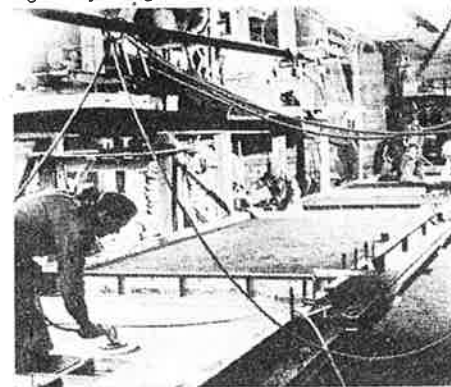
rörliga gummibandet matar den ändlösa produkten via ånghärdning intill dess den kapas med såg i de slutliga produktlängderna (se Byggnadsindustrin nr 14.64).

De gjutmaskiner som på senare år fått marknad i Sverige är byggda för en betydligt mindre kapacitet men det är tydligt att gjutmaskinernas tillkomst kan betyda en renässans för horisontell gjutning av skivformade element.

Här nedan följer en beskrivning över sådana tillverkningsmetoder som är högt frekventerade framför allt på den skandinaviska marknaden.

□ *Mellanväggar* tillverkas i såväl horisontellt som vertikalt läge. Den horisontella gjutningen sker på ett plant bord — mestadels plywoodbelagt — med kantformer av stål. Metoden har vissa nackdelar. Den är platskrävande, fig 6 (i synnerhet om man

Fig 6. Gjutning i horisontalform.



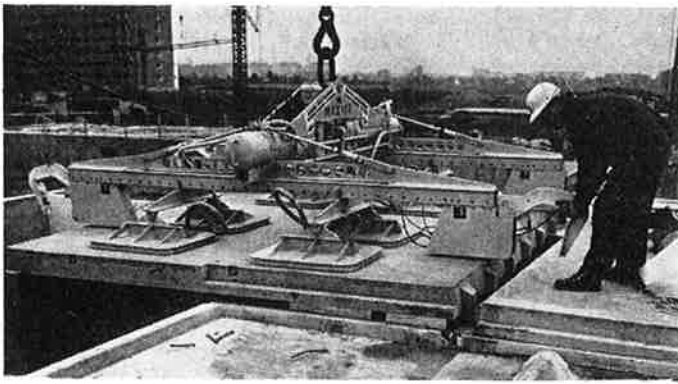


Fig 7. Montering med vacuumlyftare (SCG i Malmö).

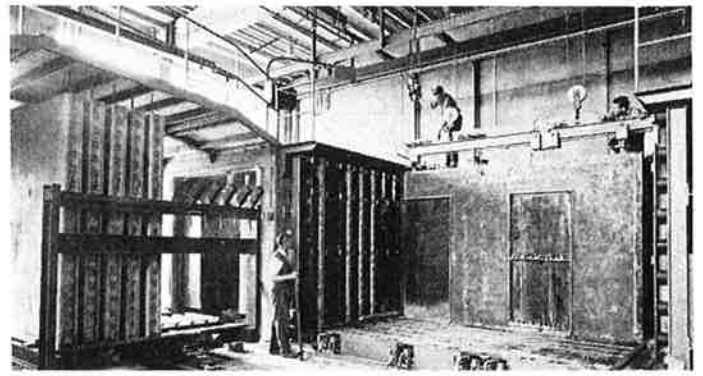


Fig 8. Gjutbatteri för väggelement under avformning.

inte utnyttjat staplingsmöjlighet under tillverkningen). Den övre ytan måste slipas för hand eller med maskin för att bägge sidorna skall få motsvarande ytkvalitet. Metoden att gjuta mellanväggselement liggande kräver en lång härdningstid eller härdning med hjälpmedel innan lyftning är möjlig till vertikalt läge, såvida inte ett vippbord kommer till användning. Dessutom är behovet av arbetskraft som regel stort. Å andra sidan är den enklaste typen av sådan formutrustning billig.

Någon tillverkning av mellanväggselement på löpande band har inte prövats i Sverige men ett företag i Göteborg planerar för en sådan process där gjutning sker i gjutmaskin varefter produkten transporteras till härdkammare. Liksom några andra fabriker med horisontell gjutning på sitt program avser man här att använda vacuumlyftare som transportdon, *fig 7*.

En mer allmän metod att gjuta mellanväggar är att använda batteriformar (formpaket), *fig 8*. Metoden innebär att man mellan kantbalkar av stål monterar skivor, som kan vara av enkel eller dubbel konstruktion i olika material, tex betong, stål, plywood eller kombinationer av dessa. Som mellanform kan enkel plywoodskiva endast användas för smala element, max 120 cm. Redan då är risken emellertid stor att formen utsättes för belastningar såsom vibrering och ojämn ifyllning av betong så att ytkrokighet uppstår. Mellanformar av regelverk med plywood eller liknande på ömse sidor ger en så stor kostnad att i stället annat material, tex stål, brukar komma till användning.

De företag som använt betong i sådana sammanhang har föredragit att fortsättningsvis använda formelement av stål. I princip kan enkla stålskivor användas, åtminstone om elementbredden ej överstiger ca 2 m. Men vanligen föredrar man att belägga med plåt på ömse sidor om balkkonstruktion. Förutom det stabila utförandet (plåtarnas tjocklek bör vara min 4 mm) vinner man möjlighet att mellan plåtskikten införa ledningar för ånga eller varmt vatten för värmehärdning och på det sättet nedbringa härdningstiden före avformning. Likaså har man bättre möjlighet att fästa formdetaljer och liknande. För att hindra deformationer i formen kan utrymmet mellan plåtarna fyllas med betong.

Det är också av största vikt att formutrustningen förhindrar skevning av elementen. Överhuvudtaget måste formutrustningen ges sådan låst måttexakthet att den mänskliga faktorn ej kan påverka den. Den vertikala ram mot vilken kantformarna tvingas bör stagas på ett tillförlitligt sätt

Kantformar och mellanformar ges en måttoggrannhet med toleranser ej överstigande $\pm 0,5$ mm. Sådana mått som "bygger" bör speciellt beaktas, särskilt vid paketgjutningar med stort antal element.

Under formsättning förflyttas skiljeformarna antingen på hjul eller med travers. Kantformarna har mestadels gångjärnsled i de nedre hörnen så att de kan fällas utåt vid avformning, *fig 9*. Alternativt är kantformarna skjutbara utåt så att mellanformen frigörs och kan transporteras på sådan distans att tillräckligt arbetsutrymme erhålls, *fig 10*. En praktisk lösning kan vara att utforma utrustningen så att monteringen på en ände sker efterhand som formen bryts i den motsatta delen av formpaketet.

Metoden att batteriformgjuta mellanväggar är använd vid såväl stationära som fältfabriker.

Vibreringen är en av de viktigaste faktorerna för att erhålla en blåsfri yta. Formvibratorer har god effekt vid horisontalgjutning, men vid tillverkning i batteriformar är effekten på grund av den ansenliga massan mycket liten. Här används i stället stavvibratorer med maximal diameter. Bäst resultatet erhålls vid låg frekvens och stor amplitud hos staven. Vibreringstiden bör vara 20 à 30 minuter per breddmeter och väningshöjd (beroende på betongens konsistens) vid användning av en stav. För breda element används flera vibratorer sam-

tidigt varvid de kan hängas upp i ett ok.

Det allmänt förekommande förfaringssättet är att fylla ca 0,5 m med påföljande vibrering osv i återkommande intervaller. Metoden har nackdelar eftersom stavvibratorerna utgör ett hinder under påfyllning av betong. En mer rationell metod är att fylla hela formen före vibrering och sedan nedföra vibratorbatteriet i formens botten och med vissa tidsintervaller lyfta stavarna. Den sedvanliga "pumpningen" med vibreringsstavarna kan ej rekommenderas, eftersom luft då kan föras ned i betongen. Betongproportioneringen måste anpassas efter vibreringsutrustning, vibreringstid, elementhöjd och betongskivornas tjocklek.

Härdningsprocessen sker på ett fördelaktigt sätt i formpaket eftersom den alstrade värmen magasineras i den stora volymen. Trots det är installation av värmehärdningsanläggning i formen en värdefull åtgärd i all sin enkelhet. Härdningstiden kan nedbringas från 1 dag till 3 à 4 timmar.

Lyftanordningar vid tillverkning av mellanväggselement utgörs i flesta fall av traverser och teltrar. Vid fältfabriker förekommer även tornsvängkranar, spårbundna kranar, mobilkranar eller portalkranar. I många fall föredrar man att transportera elementen direkt från form till lagerplats med ett och samma transportmedel. Elementen bör ej utsättas för nedfrysning direkt efter härdning, varför mellanlagring



Fig 9. Formpaket för mellanväggselement under brytning.

Fig 10. Batteriform i ordningställs.



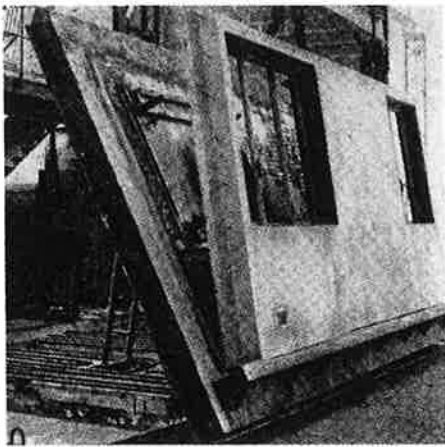


Fig 11. Avformning av ytterväggelement.

inomhus ibland kan vara nödvändig. Lagring sker på sådant sätt att elementen inte utsätts för belastning.

□ **Ytterväggelement** tillverkas i horisontella former, oavsett om produkten är sandwich- eller beklädnadselement. Tillverkningen blir därför mycket utspridd och platskrävande, i synnerhet som konstruktionen fordrar god hållfasthet före transport. Om bottenformen är lyftbar i den ena änden (vipbord) och den därigenom kan bringas i vertikalt läge före lyftningen av elementet, fig 11, kan tidsintervallen mellan gjutningarna avkortas.

Kantformerna består i allmänhet av stål och förekommer som 2 eller 4 delar, dvs antingen 1 del för vardera elementkanten eller 2 vinkeldelar. Sammanfogning sker med bultning eller kilning. Det anses vara en fördel om kantformerna kan fällas ned medelst gångjärn.

Eftersom ytmaterial och struktur har stora olikheter hos fasadelement består bottenformen av varierande materialslag. En annan faktor som påverkar materialvalet för formutrustningen är de ofta korta serie-längderna. De ytskikt hos elementen som

förutsätter speciella bottenformar är bl a frilagd ballast, klinkers och tegel, beklädnad av "regnkappa" (asbestcementplattor, plåt, glas, etc), profilerad yta samt relief-yta, fig 12 a—e.

Frilagd ballast: Yta med frilagd ballast kan erhållas genom att man placerar det grova ballastmaterialet (skärv e d) i en sandbädd och att sedan betong gjuts mot denna. Den vanligaste metoden är emellertid att betong med ytskikt av speciellt ballastmaterial och/eller färgad cement gjuts mot plan eller profilerad form, som bestrukiits med någon retarder (tex Rugasol). Omedelbart efter avformningen tvättas fasadytan under borstning. Retarden är i flytande form och vätskan lägger sig okontrollerat på olika delar av formen om denna är något deformerad eller ej ligger vågrät. Följden blir en yta som frilagts med ojämnt djup.

Stål är i det sammanhanget helt olämpligt material. Ohyvlad trä är genom sin uppsugningsförmåga ett bättre formmaterial. Det bästa och jämnaste resultatet erhålls om en grov duk som indränkts i retarden bredds ut över formen. Med den metoden kan man också frilägga ytor som avviker från horisontalplanet.

Ytskikt av klinker: Mosaikklinker är som regel uppklistrade i kartor på papper eller glasfiberväv i tex formatet 25×50 cm. Den på papper uppklistrade mosaiken läggs med papperet (godsiden) mot formen, varpå bakgjutning sker. Papperet tvättas sedan bort. Klinkers med glasfiberväv har väven limmad på baksidan, varför denna således gjuts in i betongskivan och får god förankring. Detta ytmaterial betraktas som exklusivt och har liten spridning.

Ytskikt av tegel: Tegelstav som används till ytskikt i betongelement överensstämmer i ytbildande format med vanligt konstruktionstegel. Tjockleken kan givetvis variera, men 20 mm anses vara tillräckligt med tanke på förekommande fog-

djup. Tegelstav placeras i fack med läkt av trä eller stål, som bildar den avsedda fogdimensionen. Bästa släppningen från formen erhålls genom att läkten för de horisontella fogarna dras ut genom formens kantbalk efter gjutningen.

Vissa svårigheter är förbundna med tegel som ytmaterial för betongelement. Normalt är tegel genom bränningen deformerat så att den tidigare nämnda läkten inte kan fixeras i samma läge från gång till annan. Läckage mellan teglet och läkten som uppkommer genom teglets buktighet ger ett betydande efterarbete. Det är därför viktigt att rätt kvalitet väljs hos leran och att teglet tillverkas genom formpressning.

En viss konvex buktighet kan uppstå om elementet gjuts mot en plan form genom att den bakgjutna betongens krympning under härdningstiden inte motsvaras av teglets.

Profilerad betong med slät yta: Som formmaterial till en profilerad betongyta kan tex stål, betong, trä, plattor eller plastskivor användas. Vid stora profildjup kan spänningar uppstå i formen under betongens härdning, vilket försvårar avformningen, speciellt om elementen är stora.

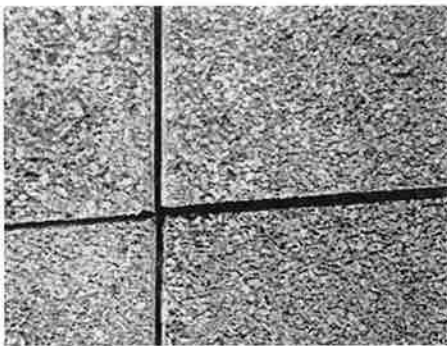
Betongyta för beklädnad: På sådana element som bekläds med glas-, plast-, asbestskivor etc, ställs inga som helst finishkrav. För festsättning av denna "regnkappa" bör lämpligen träläkt gjutas fast under tillverkningen eller bör kramlor ed gjutas in i betongen för senare fixering av läkten.

Bjälklag

□ **Massiva element:** Liksom mellanväggs-element tillverkas bjälklagselement i såväl horisontellt som vertikalt läge. Det senare alternativet gäller vid batterigjutning av massivelement i formpaket. Tillverkningsmetoden är tämligen ny, men några företag med massivelement på programmet har

Fig 12. Olika fasadytor.

a. Frilagd ballast.



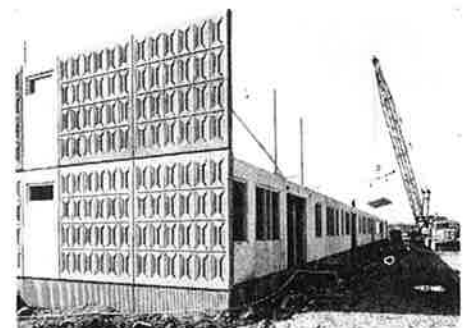
c. Tegel.



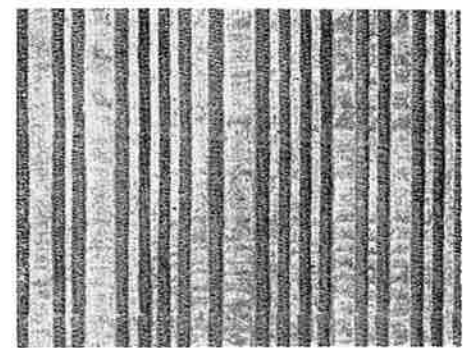
b. Klinker.



d. Profilerad betongyta.



e. Betongyta med relieffekt.



på sistone gått in för denna tillverkningsmetod. Till fördelarna räknas att såväl övre som undre ytan blir så jämn att golvbeläggning (linoleum på korksmulepapp, plastfiltmatta o d) resp ytbehandling av undertaket kan utföras utan underbehandling. Den stora ytan hos rumstäckande element ger stora vikter — upp till 10—11 ton.

Tillverkningsmetoden är densamma som för mellanväggselement men eftersom armeringen är omfattande brukar denna förberedas väl genom att armeringsnät och eventuella lösa stänger är färdigklippta och hopnjade samt försedda med distansklot-sar. Numera förenklas ofta formsättningen genom att elektriska installationer utesluts ur bjälklagen. I stället använder man sig av el-uttag i väggens övre kant varifrån man drar utanpåliggande ledning till önskad plats i taket. I många objekt avstår man helt från takarmatur.

Endast i undantagsfall förlägger man vvs-installationer i batteriformsgjutna bjälklags-element. I stället drar man dessa utanpå-liggande eller gjuter in dem i specialele-ment som tillverkas i horisontella formar (se Byggnadsindustrin nr 17.66).

□ **Hålbjälklag:** Tillverkning av hålbjälklag sker i horisontellt läge. Ursprungligen tillverkades hålbjälklagen på ett fast bord som belagts med tex plywood och på vilket en ram av trä, plåtbelagt trä eller stål placerades. Den ytbegränsade ramen bultades eller kilades samman. AB A-Betong har utvecklat en metod att rationalisera hålbjälklagets tillverkning, varvid denna sker på löpande band i ett slutet kretslopp. Formutrustningen är tillverkad helt i stål och med mycket god precision. Varje form förflyttas från station till station, *fig 13*, med ständigt återkommande arbetsmoment, såsom rengöring, anoljning och iläggning av armeringsnät, gjutning med automatmaskin, stapling och transport till härdkammaren (härdning under 4 timmar), avformning och transport till efterhärdkammaren (härdning under 5—6 timmar), varefter de färdiga elementen transporteras till lagerplatsen. Efter avformningen fortsätter formarna i nytt kretslopp. Som verktyg vid lyft av de färdiga elementen används vacuumlyftare.

De slakarmerade hålbjälklagen har en spännvidd som begränsas till ca 5 m men ett Göteborgsföretag har tagit upp tillverkning enligt en tysk metod med spännarmerade hålbjälklag varvid spännvidden överstiger 10 m.

□ **Kassettbjälklag med plan underyta:** De mest frekventa typerna av kassettbjälklag bygger på någon centralt utarbetad standardkonstruktion, som sedan lämnas ut för licenstillverkning. Gemensamt för alla licensbjälklagen gäller att formutrustningen är utförd i stål och av god kvalitet. De mest förekommande licensbjälklagen är AH-, EW- och Ergebjälklagen (se Byggnadsindustrin nr 11.66). Det senare består av separata balkar och plattor. Viss likhet med de övriga två bjälklagstyperna uppkommer således först efter montering.

Spännvidden för de här kassettbjälklagen är normalt begränsade till ca 5 m men f n planeras tillverkning av ett nykonstruerat bjälklag, benämnt IB-bjälklaget (*fig 14*) som får en spännvidd upp till 9 m. Man avsåg från början att glidformsgjuta detta bjälklag men problemen var så stora att man i stället bestämt sig för att med gjutmaskin

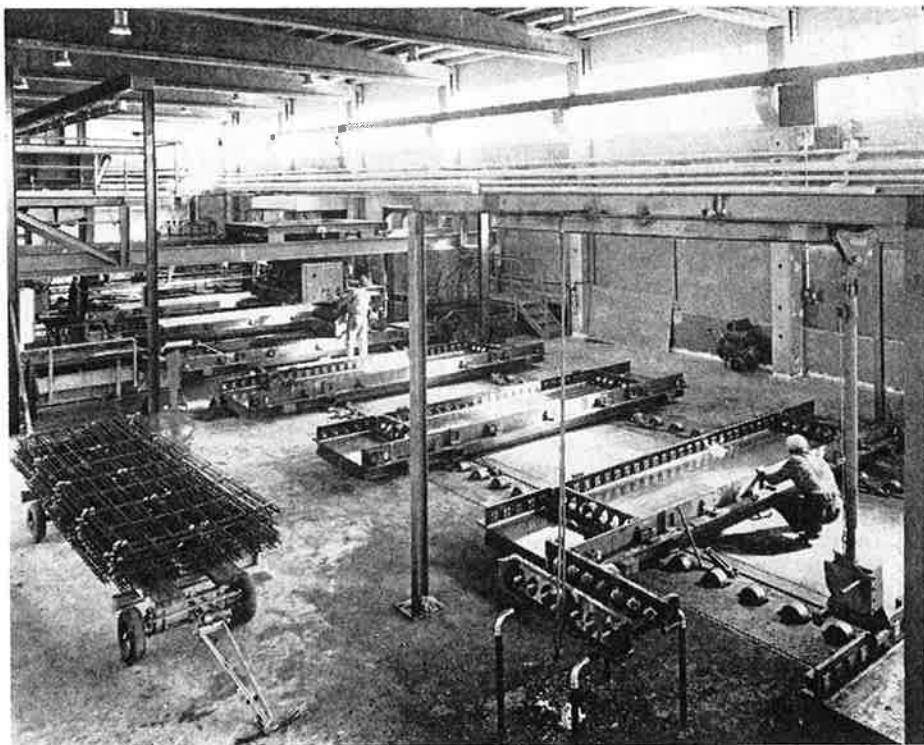


Fig 13. Förberedelse för gjutning av hålbjälklag (A-betong).

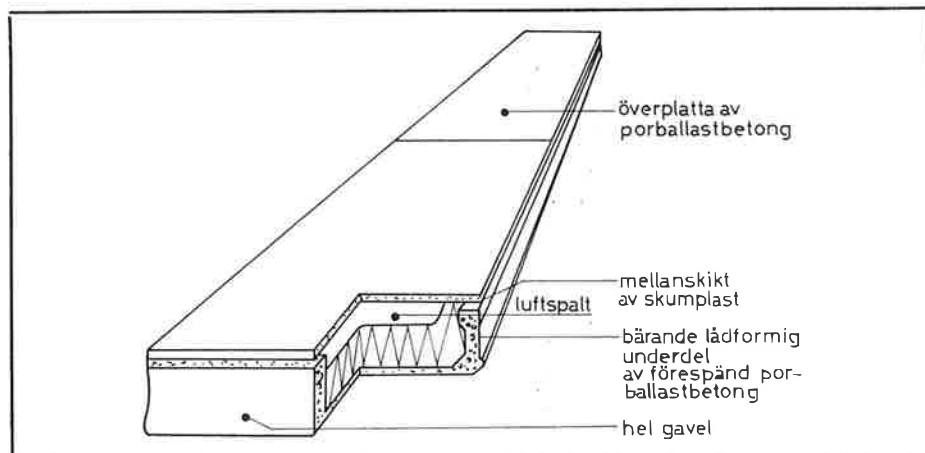
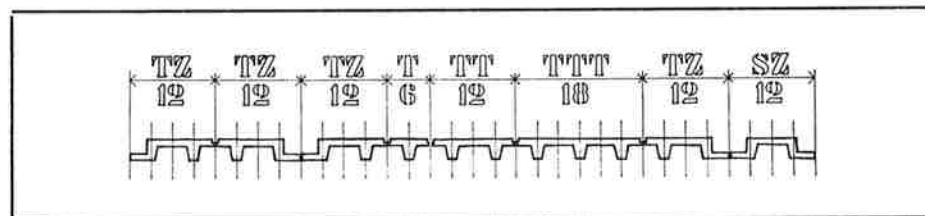


Fig 14. Principskiss av IB-bjälklaget.

Fig 15. Spända bjälklagskassetter (System S).



fylla själva underplattan som i längsled begränsas av kantformar, varefter balkarna gjuts med en "formmaskin" i korta sektioner varvid avformning och förflyttning sker i täta moment. Produkten har en standardbredd om 898 mm. Över den U-formade kassetten läggs ett däck av porballastbetong. Materialet kan relativt lätt slipas efter montage så att ev nivåskillnader justeras före golvbeläggningen.

□ **Kassettbjälklag med plan överyta:** Kassettbjälklag med betongdäck har den största marknaden av alla bjälklagselement. Det är i första hand i industribyggnader och liknande som produkten kommit till an-

vändning. En stor del av dessa element har dock använts som taklag. Kassetten har som regel TT-form och dess utformning ger tillsammans med förespänd armering förutsättningar för långa spännvidder, upp till 22 m. Bjälklagshöjden blir med denna stora spännvidd så ansevärd som 50 cm men mellan balkarna kan utrymmet disponeras för alla de ledningsdragningar som förekommer i flertalet byggnadstyper.

Strängbetongs nya system för bostadshus har kassetter med förespänd armering i längder upp till 9,6 m och standardbredden 0,6, 1,2 och 1,8 m i resp T, TT och TTT-form, *fig 15*. Utöver dessa tillverkas även installations-element i standardutförande.

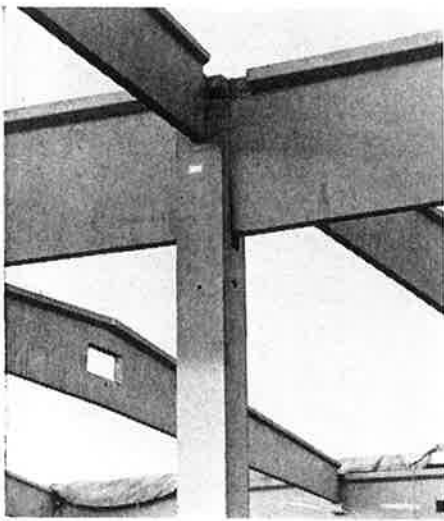


Fig 16. Ulto-stommens upplag i pelartopp har inga utskjutande konsoler. I stället vilar balkarna i pelarens ursparingar.



Fig 17. Den U-formade pelaren döljer och skyddar vertikala installationer. Öppningen täcks med en täckplatta (Strängbetong).

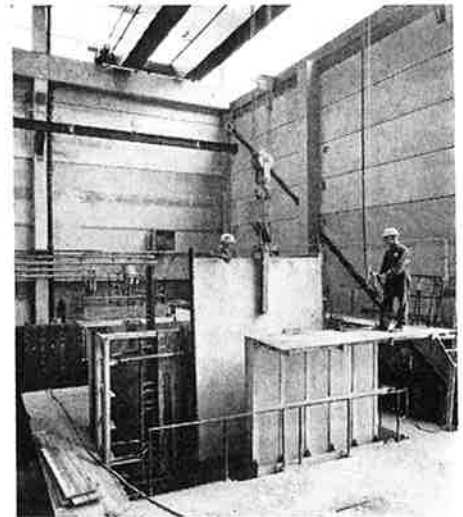


Fig 18. Gjutning av vinklelement vid Skånska Cementgjuteriets Kalmar-fabrik.

Bjälklagets låga totala höjd, 30 cm, och dess relativt höga egenvikt begränsar spännvidden jämfört med industri-kassetterna. Tillverkningen kommer att ske i sammanhängande form med avskiljare vid önskad längdbegränsning.

Tillverkningen av kassetbjälklag sker oftast i stålformar som sammansätts av sektioner men även formar av trä eller betong kan komma ifråga. I den mån värmehärdning skall användas är stålformarna att föredra eftersom ång- eller varmvattenrören då kan placeras intill balkformarna.

Pelare och balkar

Förtillverkade pelare har ofta rektangulärt tvärsnitt och får därigenom en enkel formutrustning. För typen industrielement tillkommer ofta konsoler, vilka för med sig avsevärda problem. För enkelsidig konsol inskränker sig merarbetet till en armeringskorg med en på ovansidan byggd form. I de fall där två eller flera konsoler förekommer är denna påbyggnad genom sido- eller bottenform inte möjlig om standardformar används. I stället ingjuts förankrade skruvfästen på vilka armeringskorg och konsolform monteras i efterhand. Betongklackarna gjuts således efter den normala avformningen men denna kompletterande gjutning kan givetvis ske utanför gjutbädden.

Ett stomsystem där behovet av konsoler nedbringats i betydande utsträckning är ULTO-stommen, *fig 16*. Systemet bygger på infällda upplag i pelartoppen.

I en del fall är det lämpligast att utnyttja pelarna för vertikala dragningar av installationer. Pelaren får då en profilutformning som avviker från den rektangulära, t.ex. U-sektion, *fig 17*. Den öppna delen täcks med en täckplatta.

Formutrustningen för balkar omfattar hela skalan av utförandeklasser från den enklaste träform för balkar med rektangulärt tvärsnitt till de mer komplicerade seldformade balkarna med I-sektion. Balkar och pelare med rektangulärt tvärsnitt kan

med fördel gjutas i batteriformar om serielängder och dimensioner är gynnsamma. Det skall här poängteras att "komplicerade" balktyper mycket väl kan vara en rationell lösning eftersom de som regel är funktionsanpassade och tillverkas i standardiserade formdelar som kombineras till önskade dimensioner.

Volymelement

Framförallt i öststaterna har man under en lång följd av år monterat bostadshus av rumselement. Förtillverkningsgraden har varierat men som regel utnyttjar man metodens förutsättningar att på fabrik färdigställa enheten i möjligaste omfattning. Även i Sverige har man sedan länge tillverkat volymelement för våtrum, övriga bostadsutrymmen samt specialändamål, t.ex. fängelseceller. Det är Skånska Cementgjuteriet som med sin Corpus-serie lanserat idén. Den största framgången har man haft med det komplett färdiga badrummet vilket i första hand kommit till användning i småhus. I samband med ett nytt byggsystem, fyrklöverhuset, används emellertid elementet även i flerfamiljshus.

Tillverkningen av badrummet, som tillsammans med våtinstallationer för kök bildar en enhet kallad "Hjärtat", går så till att de fyra väggdelarna gjuts i ett stycke varefter golv och tak ansluts medelst betong och bult. Enheten rör sig på ett löpande band varvid de olika arbetsmomenten upprepas vid sina bestämda arbetsstationer. Sedan allt arbete är slutfört, rengörs rummet och låses för att inte öppnas förrän lägenheten färdigställts.

På ungefär samma sätt tillverkas de flesta typerna av volymelement, men A/S Conbox i Danmark, som tagit upp tillverkning av volymer för såväl bostadshus som för andra ändamål, har i stället valt att på fabrik bulta samman plana skivor till volymer. Såväl väggar som bjälklag får då ett utförande av dubbla betongskivor men vardera skivan är så tunn som 6 cm. I Conbox-systemet är man inte bunden av

helt slutna volymer utan elementen kan vara öppna i en eller två sidor och bundenheten i planlösningshänseende minskas därigenom men samtidigt reduceras förtillverkningsgraden. Conbox-tillverkningen är uppdelad på olika händer, nämligen ett företaget som producerar betongskivorna och ett byggande företag som handhar sammansättning och komplettering i en speciell monteringslokal.

Bland övriga metoder att framställa volymelement kan nämnas glidformsgjutning där glidformen rör sig längs en bädd och avstängare monteras för varje volymbegränsning. Två sidor blir därigenom öppna och kan vara antingen golv och tak eller väggar. Utgörs öppningarna av väggdelar, kan dessa kompletteras med betongskivor, installationsblock eller om väggen endast är rumsskiljande — av lätta väggar.

Volymelement av de här slagen blir mycket tunga. Ätminstone för småhus innebär det avsevärda nackdelar. Försök att med enbart träkonstruktion tillverka separata volymer för t.ex. våtutrymmen har inte fått någon nämnvärd spridning. En kombination av betongbjälklag och träöverbyggnad, avsedd för våtrum och kök i företrädesvis småhus, har lanserats av Byggnads AB Wihlborg & Son (se artikeln Installationer, Byggnadsindustrin nr 17.66). Man har där inriktat sig på att bygga in de kompletta vvs-installationerna i bjälklaget och sedan på fabrik komplettera detta med den färdiginredda överbyggnaden.

Specialelement

De systembundna stomelementen har efter hand kommit att dominera förtillverkningsmarknaden. Här har talats om olika former av skivelement, kassetter och volymelement. Det finns också mellanting, exempelvis Skånska Cementgjuteriets vinkelsystem, vilket kännetecknas av att betongelement i form av en vinkel monteras samman till rumsenheter av varierande storlek genom att de placeras bredvid och ovanpå varandra. Elementen bildar då en bjälklags-

och en väggdel. Vinkelelementen kan också monteras på kant vid tex trapphus. Tillverkningsprocessen blir ganska komplicerad för denna art av betongelement genom att gjutningen sker med formarna placerade på högkant, *fig 18*, i ett slags batteriform. Av tillverkningstekniska skäl är formarna fördelade parvis.

Bland de betongprodukter som har en stor spridning men som får betraktas som kompletteringselement hör trapplop, sopnedkast, ventilationskanaler och balkonger. Trapptillverkningen sker vid ett fåtal fabriker med stor produktion av ej standardiserade produkter. I tillverkningen förekommer moment av kvalificerat hantverk vilket kan förklara obenägenheten att ta med denna produkttyp i systemproduktionen.

De övriga kompletteringselementen är ibland lämpade för tillverkning i specialfabriker och i viss utsträckning ingår de i systemtillverkarens produktion. De våningshöga ventilationselementen kan tex med fördel gjutas i batteriformar i samband med framställning av bjälklags- och mellanväggs-

element. Kanalerna formas då lämpligen genom kringgjutning av stälkärnor som dras ur betongen någon timme efter gjutningen.

Nya bjälklag öppnar intressanta möjligheter

Under de senare årtiondena har bostadshus i stor utsträckning uppförts efter stomprincipen lamellhus med tvärställda bärande mellanväggar av betong. Spännvidderna har begränsats till ca 4 m, vilket mått ansetts vara funktionsdugligt ur planlösningssynpunkt och även svarat mot kravet på god produktionsekonomi. De nya storspännande bjälklagen ger emellertid helt nya förutsättningar för såväl arkitekt som konstruktör och produktionstekniker.

Sålunda ger den fria ytan möjlighet till ändringar av planindelningen efter hand för att anpassning skall kunna ske till kommande behov. Likaså kan en standardiserad stomme ge arkitekten möjlighet till en plankonstruktion som endast i mindre omfatt-

ning begränsas av stommått. En värdefull service från stomtillverkaren vore att inom ramen för en standardiserad stomme utarbeta ett antal lägenhetsvarianter som kunde tillgodose rimliga krav på rumsfördelning och utformning.

Förutom fabrikantens möjlighet att serietillverka element med produktionsvänlig och därmed ekonomisk spännvidd för standardstommar, ökar även konkurrenskraften genom att stommens vikt nedbringas väsentligt med hjälp av lätta bjälklagskassetter och minskat antal bärande mellanväggar av betong. Resultatet blir att den förtillverkade betongstommen kan levereras inom en vidare räjong. Den "marknadshämmande" effekten av dryga transportkostnader, som anses begränsa utvecklingen av elementbyggandet, har därigenom minskat. Möjligheterna att öka betongelementens transportlängder skulle ge många mindre orter, som hittills inte nåtts av betongelementfabrikernas produkter, chans att bilda en ny, värdefull marknad för elementbygget. ■

Kontroll

Kvalitetsnormer för byggnadsmaterial har alltid funnits, men produktionsutvecklingen har efter 1940-talet varit av sådan omfattning att en skärpning av kontrollen i tillverkningsledet numera ansetts vara nödvändig. Andra åtgärder än direkt kontroll har även blivit aktuella för att underlätta konsumentens och myndigheternas bedömning av kvalitet och funktion. Egenskapsredovisning och typgodkännanden syftar till att begränsa den flora av nyheter som nära nog översvämmar marknaden. Visserligen riskerar man att i någon mån hejda den tekniska utvecklingen, men på lång sikt innebär försiktighet med nya material och konstruktioner en bättre chans för de verkligt värdefulla tillskotten.

Material- och utförandekontroll

Sådana bestämmelser som är normgivande för byggnadsverksamheten i stort finns i byggnadslagstiftningen, byggnadsstadgan, statliga betongbestämmelser. Bygg-AMA, varutill kommer Aktuellt från Byggnadsstyrelsen samt Byggnadsstyrelsens Typgodkännande av byggdelar och material.

För de olika materialbranscherna förekommer dessutom speciella kontrollföreteelser och organ. För officiell kontroll av byggnadselement av betong finns ett särskilt kontrollråd, benämnt **Kontrollrådet för betongvaror**. Rådets kontrollverksamhet är beträffande betongelement baserad på föreskrifterna i 1960 års normer för monteringsfärdiga byggnadselement av betong, utgivna av Statens Betongkommitté.

Rådets kontroll av byggnadselement är organiserad som en **tillverkningskontroll**. Det innebär att man genom speciellt utsedd teknisk personal låter kontrollera de material fabriken använder för sin tillverkning, arbetsutförandet och ritningsunderlaget. Innan en fabrik blir godkänd bedöms också dess produktionsutrustning samt kompetensen för den personal som är sysselsatt med tillverkningen.

En fabrik som önskar ansluta sig till kontrollen skall lämna en skriftlig förbindelse till rådet att tillverkningen kommer att ske enligt gällande föreskrifter. Rådet utser där efter en kontrollant som skall ombesörja kontrollen vid fabriken. Denne är i regel en av rådets tjänstemän eller en kvalificerad ingenjör vid provningsanstalt eller byggnadsnämnd. Vid en första besiktning be-

döms fabriken resurser att i enlighet med gällande bestämmelser tillverka den typ av produkter verksamheten omfattar. Dessutom uttas prov på material och man besiktigar arbetsutförandet. Om fabriken uppfyller dessa krav blir den kontrollmärkesberättigad. Detta inne-

bär att fabriken får förse alla tillverkade element med rådets inregistrerade och lagligen skyddade kvalitetsmärke (se ill) under förutsättning att man använder sig av ritningar som godkänts av behörig myndighet. Element som är försedda med detta märke kan normalt godtas av byggherrar och myndigheter utan ytterligare provning. Självklart äger den som så vill rätt att göra ytterligare provning.

Vid en kontrollmärkesberättigad fabrik sker stickprovskontroll minst fyra gånger per år. Fabriker som berättigats att belastningsmässigt utnyttja högre hållfasthetsklasser än K 400 eller som har kontrollmärkesrätt för spännbetongprodukter kontrolleras minst sex gånger per år.

Kontrollen är väsentligen baserad på fabrikenas egen, interna kontroll och denna måste ge det underlag

som fordras för att man skall kunna bedöma en fabriks kvalitetsnivå. Fabriken måste föra en driftsjournal, där man redovisar tillverknings omfattning, det ritningsunderlag som finns för tillverkningen och de använda materialens kvalitet. Dessutom skall i journalen redovisas under vilka förhållanden elementen har härdats samt frekvensen för kontroll av provningsutrustning och kompetensen för viss personal, t ex för armeringssvetsare. Den ansvarige arbetsledaren vid en kontrollmärkesberättigad elementfabrik skall ha genomgått Cement- och Betonginstitutets kurs i betongvaruproduktion eller ha motsvarande kompetens.

Över varje besök vid fabrik lämnar kontrollanten en skriftlig rapport till rådet. Om denna ger anledning till anmärkning kan rådet låta ombesörja extra kontrollbesök. I de fall då utförandet ej överensstämmer med föreliggande ritningar eller gällande bestämmelser kan rådet anmoda fabriken att låta vederbörande byggherre och byggnadsnämnd bedöma produkternas funktionsduglighet. Om en fabrik inte efterkommer rådets bestämmelser kan den tilldelas varning och i svårare fall kan märkesrätten återkallas och byggnadsnämnder och berörda myndigheter inom fabriken avsättningsområde kan underrättas.

Rådets organisation består av åtta huvudmän: Betongvaruindustrins riksförbund, Byggnadsstyrelsen,

Föreningen Sveriges städers byggnadsinspektörer, Gullhögens Betongtjänst AB, Svenska cementföreningen, Svenska kommunaltekniska föreningen, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen samt Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen.

Dessutom finns ett antal rådgivande ledamöter, f n 16 till antalet. Dessa utgörs av tekniska föreningar, provningsanstalter och liknande organisationer som är verksamma inom arbetsområdet och vill stödja rådets syften. Rådets ledning handhas av en styrelse som utses av huvudmännen.

Detaljkontrollen för olika produkter handläggs av ett Produktutskott. Styrelsens och Produktutskottets beslut verkställs av ett sekretariat.

Rådet presenterar sin verksamhet i årliga Meddelanden samt vid informationsmöten. I Meddelandet redovisas vilka fabriker som är kontrollmärkesberättigade och vilka elementtyper detta märkesberättigande omfattar.

Anslutning till rådets kontroll är frivillig men huvudparten av landets mer betydande elementtillverkare är anslutna till rådets kontroll.

Den kontroll som rådet utför på betongelement är helt förlagd till fabriken — sättet för användning av elementen samt monteringen måste kontrolleras på byggnadsplatsen av de myndigheter som detta åligger, t ex byggnadsnämnd eller motsvarande. Konstruktionsunderlaget skall, helst innan tillverk-

ningen sätts igång, vara godkänt av berörd myndighet. För att därvid undvika att standardelement som kommer att användas på olika ställen i landet skall behöva granskas av varje byggnadsnämnd för den enskilda användningen, har Byggnadsstyrelsen för avsikt att utvidga sin typgranskning. Byggnadsstyrelsens resurser i detta avseende är under utökning och verksamheten som samarbetsorgan, när det gäller husbyggnadselement, har aktualiserats i och med beslut om ökning av typgodkännandeverksamheten.

Särbestämmelser försvårar

Sådana myndighetsorgan som byggnadsnämnder och hälsovårdsnämnder osv har många gånger egna föreskrifter som påverkar byggnadsverksamheten på riksplanet. Serietillverkade byggdelar kan ha en sådan konstruktion eller utformning att de f n inte kan levereras inom enstaka kommuner på grund av kommunala särbestämmelser.

Systemet att byggnadsnämnderna åläggs eller åtar sig granskning av varje enskild konstruktion, har en ogynnsam effekt på byggindustrialiseringen. Bland fördelarna med serietillverkade byggdelar hör rationalisering av kontrollverksamheten och den kontroll som kan göras en gång för alla bör således inte upprepas. Man emotser därför Byggnadsstyrelsens ökade typgodkännandeverksamhet med intresse.

BETONGELEMEN T FÖR HUSBYGGNAD V

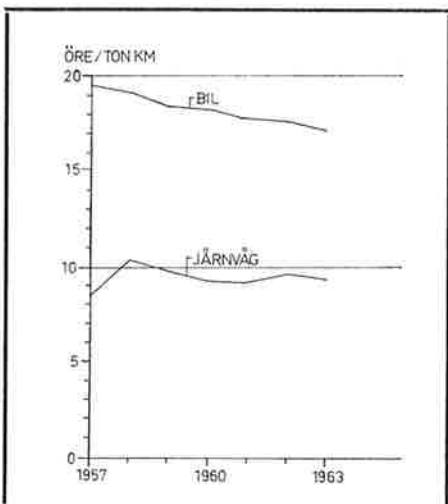
Transport och monterng

Vid betongelementbyggande är transportererna från fabrik till byggplats en mycket viktig och starkt kostnadspåverkande faktor. Elementens vikt och format gör att lasthöjder, vägars och broars bärighet etc hela tiden är med i bilden. Lossningen på byggplatsen bör också vara direkt samordnad eller i varje fall hårt samplanerad med montaget, bl a så att samma lyftanordningar kan utföra både lossning och montage. I denna artikel behandlar byggnadsingenjör Åke Fröroth, Statens institut för byggnadsforskning, dessa frågor. Artikeln är den femte i serien om betongelement för husbyggnad.

Byggproduktionen, speciellt den del som berör flerfamiljshus, betraktas som en mycket transportkrävande industri. Byggekonomin påverkas därför i stor utsträckning av transportkostnaderna, interna och externa, horisontella och vertikala. De interna transportererna domineras vid såväl fabrik som byggplats av lyft vid tillverkning och montering. Lyftanordningarna är i regel så utformade att de medger en viss förflyttning i horisontalled. Denna funktion kan begränsas till lyftarmen på en kran men kan också ha större rörlighet som t ex hos de mobila kranarnas förflyttning på räls eller med gummihjul och laryband (dock med begränsad förmåga att bära last). Vidare förekommer traverser med rörlighet i ett eller två led samt portalkranar med samma möjlighet.

Kravet på kombinationer av smidiga vertikala och horisontella transporter är speciellt accentuerat vid elementfabrikerna. Till de transportmedel som redan nämnts kommer där också sådana som löpande band på t ex rullbanor, bandtransportörer, förflyttning och lyft med gaffeltruckar samt interna transporter med traktorvagnar och vidare olika slag av transportanordningar för betong.

Fig 1. Tonpriserna per km har en sjunkande tendens vid biltransport medan järnvägs-transporterna visar en tämligen konstant men lägre kostnadsnivå. (Enligt Byggindustrialiseringsutredningen)



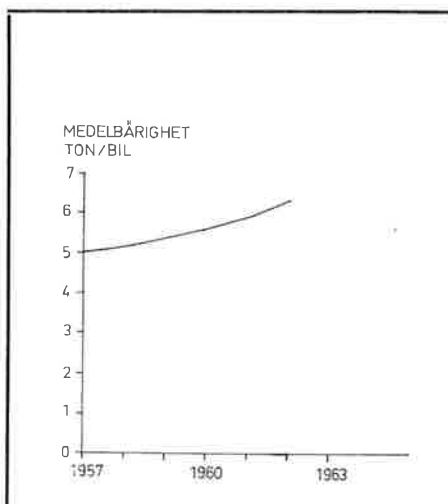
Bättre fordon och vägar

De fabriksinterna transportererna har således en stor betydelse för tillverkningsställets rationaliseringsgrad men det är också betydelsefullt att transportererna från fabrik till byggplats är ekonomiska. Det är därför tillfredsställande att kostnaderna för biltransporter har en sjunkande tendens trots rådande inflation. Järnvägstransporter förefaller däremot ha en mindre gynnsam kostnadsutveckling men eftersom detta transportmedel har ett vida lägre kostnadsläge jämfört med biltransport, fig 1, kommer järnvägs-transporterna att även framdeles ha betydelse för åtminstone längre sträckor. Järnvägsleveranser innebär dock att elementen måste transporteras med bil från fabrik till järnvägsstation såvida inte elementfabriken har stickspår inom området och samma procedur upprepas från järnvägsstation till byggplats vilket medför betydande kostnader, framför allt för insats av kranar. Dessutom utsätts elementen för ökade skaderisker.

Efterhand som biltransporterna blivit billigare, har också deras aktionsradie ökat.

Kostnadsminskning har blivit en följd av mer ändamålsenliga fordon med ökad lastkapacitet, fig 2, samtidigt som bärigheten hos våra vägar ökat. Fortfarande finns dock

Fig 2. Medelbärigheten för lastbilar visar en stadigt ökande kurva. (Enligt Byggindustrialiseringsutredningen)

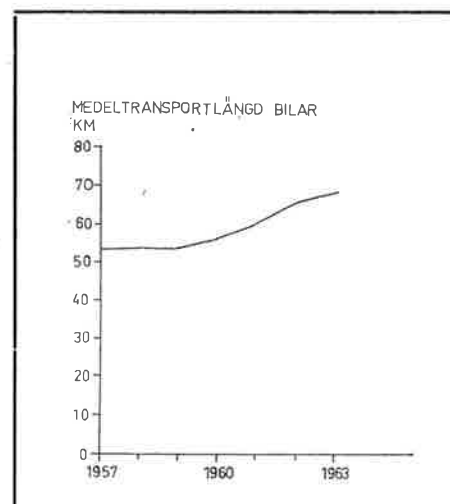


lastbegränsande faktorer såsom broar med låg bärighet och sådana med alltför liten tillåten lasthöjd samt smärre vägar som ännu inte avpassats i bärighet efter de moderna lastfordonen.

Beträffande den redovisade sänkningen av kostnaderna för lastbilstransporter kan den i någon mån ge en felaktig bild där orsak och verkan förväxlat. Sålunda bör behovet av långa transporter, fig 3, ha påverkat kostnaden per ton km. För korta transportavstånd betyder självfallet lastning, lossning och väntetid relativt mer än vid långa transportavstånd. Relationen mellan transportkostnader och produktionskostnad redovisas i en kommande artikel, "lokalisering och produktionsvolym". Redan nu kan emellertid ett sådant förhållande visas schematiskt i diagramform, fig 4. Ett motsvarande diagram för produkter med andra viktvärden visar givetvis andra relationstal.

Transportsträcka i förhållande till viktvärde är inte den enda faktorn att räkna med vid transportkalkyl för leveranser av betongelement. Planering av monteringsbyggeri förutsätter ofta en exakt leveranstid av elementen i rätt turordning. Vid långa transportavstånd minskar fabrikenas förmåga att bevaka transportmedlen och möjligheterna att improvisera vid hastigt uppkomna situationer är små. Å andra sidan tenderar

Fig 3. Medeltransportlängden ökar för lastbilar — en följd av ökad bärighet och lägre taxor. (Enligt Byggindustrialiseringsutredningen)



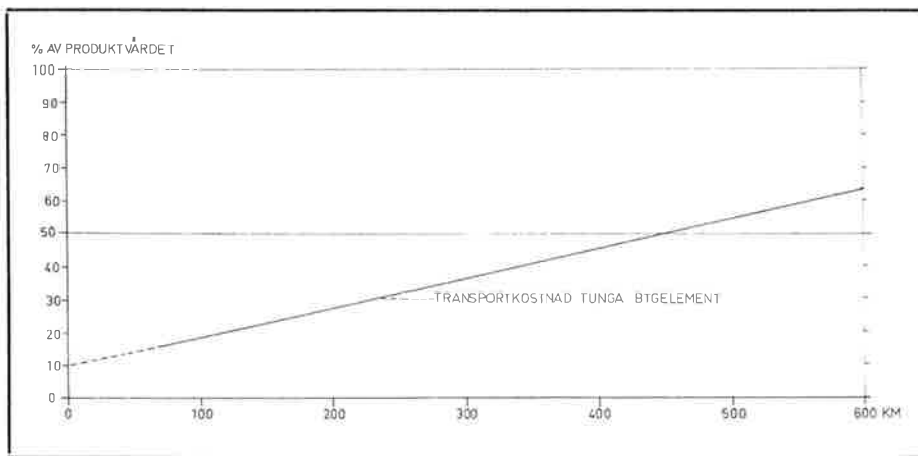


Fig 4. Exempel på transportkostnadens effekt för det totala produktvärdet. (Enligt Bygg-industrialiseringsutredningen)



Fig 5 a, b. Bortkopplingsbara trailerflak med ställning för bl a mellanväggslement.

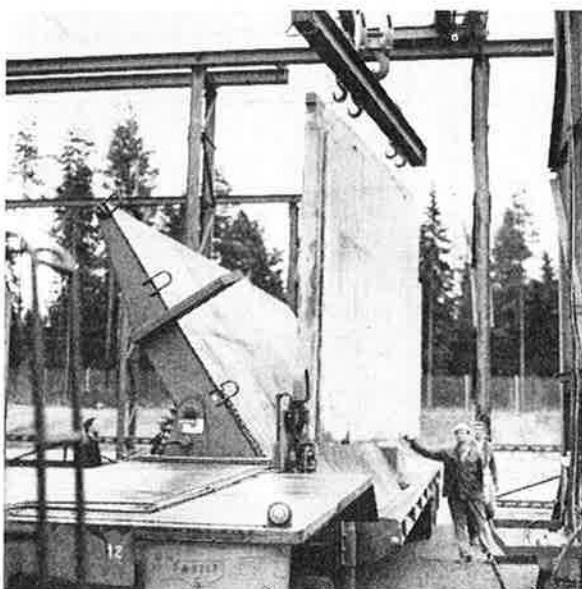


Fig 6. Specibyggd trailer för bjälklagslement.

transportmedel för byggelement att konstrueras så att dragfordon förses med bortkopplingsbara trailers för utbyte på byggsplats vilket gör det möjligt att leverera produkterna efter leveransplaner som anpassats till leverantörens intressen och mindre efter monteringsplanen.

Växlande krav

Transportmedlen för betongelement anpassas numera efter elementens utformning. Hänsyn tas till maximal lasthöjd och lastbredd men också att de ansevärd längderna hos vissa element skapar speciella förutsättningar. Under monteringsbygget tidigare skede tog man hänsyn till de befintliga transportfordonen vid elementutformningen eller också band man upp tillverkningen till fältfabriker. Så småningom visade det sig att fältfabrikerna borde kunna betjäna en något större räjong än den enstaka byggsplatsen och att det då var orimligt att transportredskapen skulle styra hela utvecklingen. Följden blev att elementfabrikanterna lät tillverka sådana trailers, flakvagnar, ställningar för flak etc, som ansågs vara lämpliga för transport av de egna elementtyperna. Följden blev en brokig flora av specialanordningar. Efter hand har emellertid de mer vettiga konstruktionerna fått bilda mönster för dagens transportmedel. Framförallt har de transportföretag som anlitas tvingats välja sådana fordon som täcker ett mer allmänt behov. I åtskilliga fall föredrar dock dessa företag att på standardfordon montera löstagbara ställningar.

Mellanväggar av betong tillverkas oftast genom vertikal gjutning i batteriformar, vilket läge normalt bibehålls under hela hanterings- och transportprocessen. De externa transporter sker vanligen med specialbyggda trailers, fig 5, som även kan användas till ytterväggslement och i vissa fall till bjälklagslement.

Ytterväggslement har en smäcker och ömtålig utformning varför man strävar efter att transportera dem på låg- eller högkant. I regel sker transporten i det läge de skall monteras oavsett det är fråga om rumstäckande (eller större) element, smala våningshöga element, bröstningar eller smala liggande element.

Bjälklagslementet nyckelkomponent

Bjälklagslement av betong hör till de mer heterogent utformade byggelementen. Man kan framförallt särskilja tre typer som kräver olika slag av transportfordon, nämligen rumstäckande massivelement, spännarmerade kassettbjälklag med stora spännvidder (8—22 m) samt slakarmerade kassett- och hål-bjälklag med spännvidder < 6 m.

För rumstäckande massivelement används trailer med nedbyggt flak och med ett stöd som gör det möjligt att låta elementen luta i sådan vinkel att hela den tillåtna lastbredden utnyttjas, fig 6. Det är viktigt att det stödjande flaket kan fixeras i det läge som placerar tyngdpunkten hos de mycket tunga elementen — ofta överstigande 10 ton — i chassiets centrumlinje. De skruvfästen eller lyftöglor som används vid lossning och därpå följande montage blir på detta transportsätt lätt åtkomliga från lastfordonet. Massiva (homogena) bjälklagslement tillverkas i allmänhet vid fabrik med kort transportavstånd till byggsplats, eftersom hö-

ga transportkostnader i hög grad påverkar den viktbilliga byggdelens totalkostnad.

Spännarmerade kassetbjälklag har hittills varit avsedda för andra byggnader än bostadshus, d v s där stora spännvidder är ett absolut krav. Ofta används de även som taklag. Efterhand som bjälklagstypernas användningsområde utökas till att även gälla flerfamiljshus, har man ett emotse en starkt ökad leveransvolym. Elementens stora längd ger speciella transportproblem eftersom vanliga flaklastbilar inte alltid kan användas. Lämpliga transportanordningar är istället trailerekipage med flakvagn, som är ledad invid lastbilschassiet, *fig 7*. Vagnens längd bör vara minst 15 m för att de maximala längderna om f n 22 m (typen industrielement) skall kunna transporteras. Det relativt stora överhänget kan godtas genom att produkter av det här slaget även är spännarmerade i däck. Stolpar utefter de yttre kanterna på lastfordonet är obligatoriska för undvikande av förskjutningar i lasten.

Slakarmerade kassetbjälklag används mestadels till bostadshus, således flerfamiljs- och småhus. Spännvidderna överstiger knappast 6 m och ligger normalt ej över 4,5 m. För denna typ av element är i allmänhet vanliga flaklastbilar användbara, men även här måste flaken vara försedda med stolpar om elementen staplas.

Komponenter för skelettstomme

Balkar har blandad utformning på grund av anpassning till olika användningsområden, spännvidder och belastningar. I den mån balkarna används till bostäder utgör längd och andra dimensioner inga särskilda transportproblem. Då det gäller balkar för industribyggnader och liknande är transportsvårigheterna betydande. Den ofta avsevärda längden — upp till 33 m — innebär stora krav på fordon, fordonsförare och vägar.

Fordonet utgörs av lastbilschassie med separat släpvagn som kan placeras med en distans från fordonet, som passar den aktuella lastfördelningen, *fig 8*. På grund av den ansenliga höjden hos de långa balkarna får man räkna med stjälpriks. Elementen fixeras därför medelst tvingning i sitt läge. Balken ensam kan utgöra draglänk mellan lastbilschassiet och släpvagn. Då hela ekipaget kan uppnå en längd av över 35 m, händer det att vägförhållandena ej tillåter denna form av transport. Projektören bör därför i varje enskilt fall ta kontakt med de leverantörer som kan bli aktuella för leverans och därigenom erhålla uppgift om leveransmöjlighet. I vissa fall kan polis eskort vara ett krav från myndigheterna. Dessa förhållanden gör det nödvändigt att i god tid göra avrop på beställda produkter.

Pelare är endast i undantagsfall spännarmerade. Transporterna är besvärliga då det gäller långa och slanka element. Beroende på pelarnas längd och dimensioner används flaklastbilar, trailersläp eller lastbilschassie med separat släpvagn.

I tillämpliga delar gäller för pelare samma synpunkter som för balkar. Därutöver har man att ta hänsyn till konsoler, som kan bestå av stål eller betong. Transportmässigt torde dessa blott ha betydelse vid stapling då mellanläggningen måste dimensioneras utöver pelarklackens djup.

Volymelementen kommer igen

Volymelement av betong har i Sverige tidigare blott använts sporadiskt i flerfamiljs-

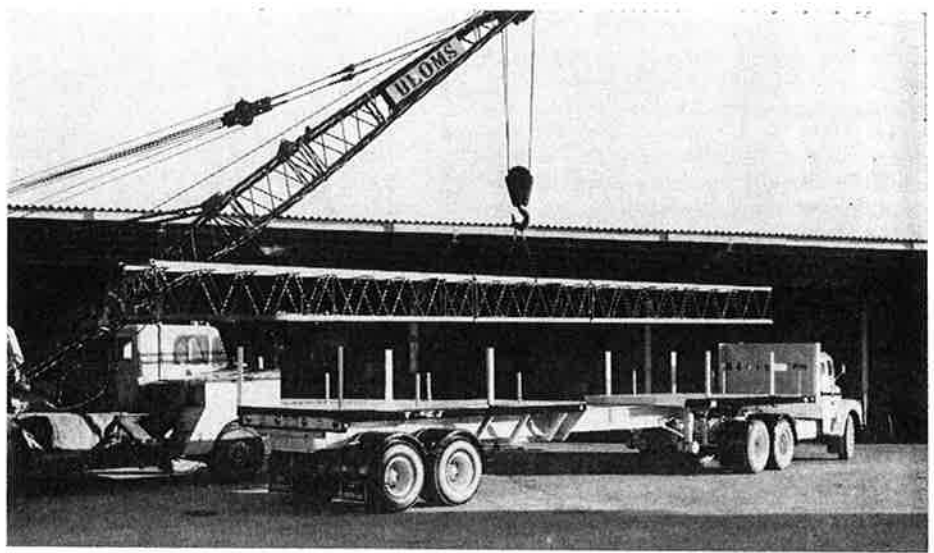


Fig 7. Utdragbar semitrailer. Flakchassiet som är ledat vid dragvagnen kan dras ut och låsas i olika lägen från 10,6—15 m. Konstruktionen medger en snabb frångkoppling av trailern.

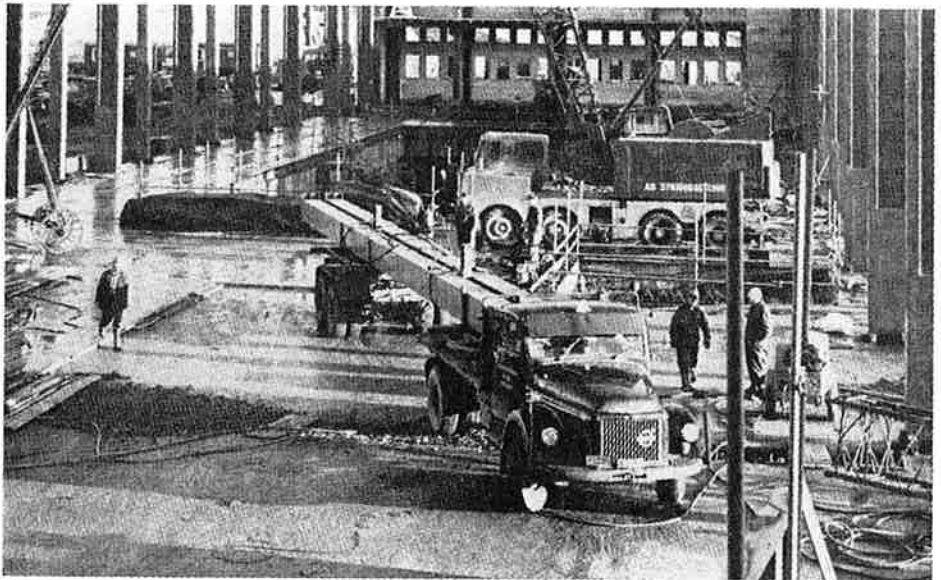
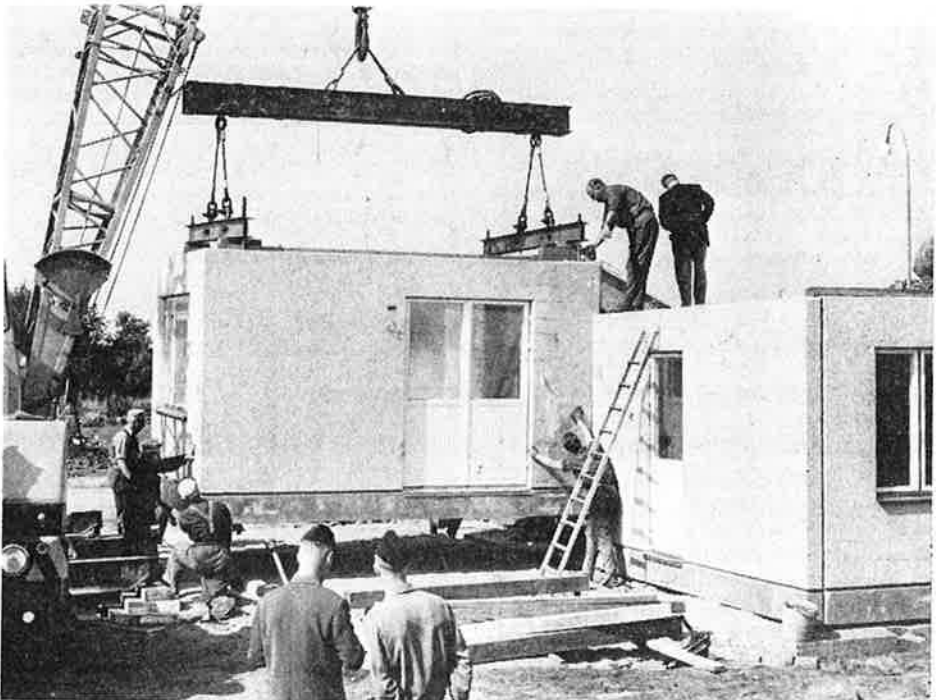


Fig 8. Långa element transporteras med en- eller tvåaxlad släpvagn som upplag. Elementet tvingas vid vagnen och utgör enda draglänk mellan fordon och släpvagn.

Fig 9. Småhus med sammankopplade volymelement. Corpus-villa från SCG i Malmö.



hus. De ingick visserligen i system "Sundh" såsom helt färdiga badrum, men i övrigt har endast Skånska Cementgjuteriet i enstaka objekt monterat fabriksstillverkade volymer i form av våtenheter. Däremot har sådana enheter serietillverkats för småhus och även provhus med alla utrymmen av volymelement, *fig 9*, har uppförts. Att denna elementtyp numera kommit in i diskussionen vid projektering av elementbyggen torde vara en följd av kranutrustningens ökade lyftförmåga.

Marknadens tyngsta volymelement projekteras f n av Göteborgs stads Bostads AB. Den större enheten, köksvolymen, väger 15,5 ton och har en bredd av 2,55 m, medan en något mindre version innehållande bad, toilett och tvättutrymme väger 14,5 ton. Eftersom bredden blott obetydligt överskrider den generellt tillåtna maximala transportbredden för lastfordon torde den inte utgöra något betydande hinder för vägtrafik.

Vikten hos de här elementen är avsevärt större än vad som förekommer hos andra elementtyper för bostadshus. De båda volymenheterna utgör i Göteborgsföretagets system dock endast en del av den totala stommen medan de övriga stomelementen ligger i en viktklass omkring 6—7 ton. Skillnaden ger vid handen att kranens lyftkapacitet endast i mindre omfattning utnyttjas.

Bland övriga företag som använder sig av volymelement i flerfamiljshus har redan Skånska Cementgjuteriet nämnts. Här är det emellertid fråga om så relativt måttliga vikter som ca 10 ton, att de i stort sett tillhör samma viktklass som övriga element i stommen, *fig 10*.

I Danmark producerar A/S Conbox volymelement av betong med uppdelning i två tillverkningsled, nämligen tillverkning på betongvarufabrik av skivformade element för golv, väggar, tak och en sammansättningshall för hopsättning av dessa delar till volymelement vilka kompletteras och inreds till fullt färdiga enheter. Att denna uppdelning på lokaler som för med sig mellantransporter per lastbil ger en ökad kostnad för slutprodukten är ganska tydligt, men i just detta fall utnyttjas man disponibla lokaler vilket ansetts vara så värdefullt att den utökade transporten accepteras som lönsam.

Mellan den konsekvent utformade volymen och plana element finns mellanting såsom ofullständigt slutna celler och vinkel-element. Den förstnämnda typen förekommer som trapphuselement, hisschakt, balkongelement o s v. Vinklelementen som vägg- och bjälklagsdelar ingår i en metod som lanserats av Skånska Cementgjuteriet. Gemensamt för dessa typer är relativt omständlig hantering, *fig 11*, och ofta skrymmande lastyta. Dessa nackdelar kompenseras dock många gånger av färre antal lyft.

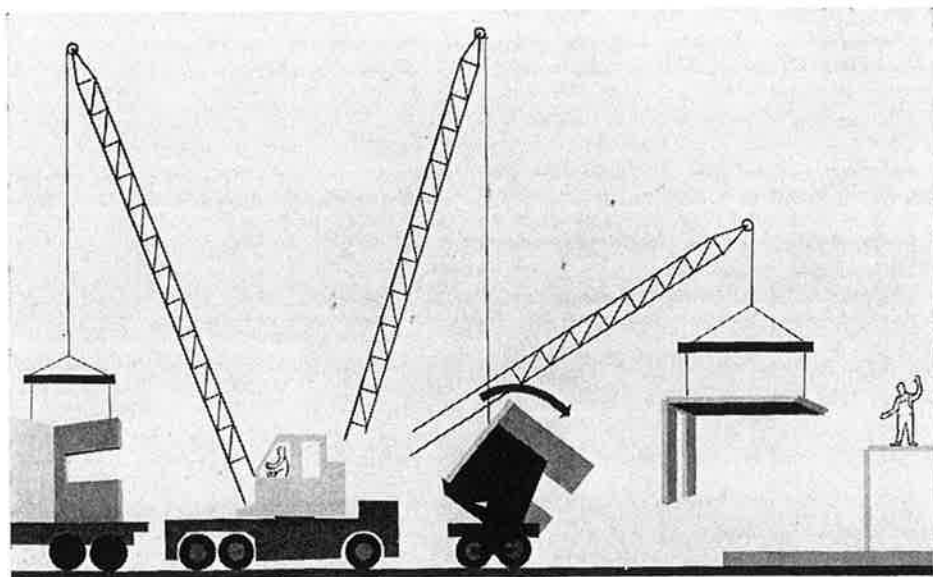
Krantyper vid elementbyggeri

Elementbyggeriet har numera genomgått så många faser att man kan spåra tendenser med erfarenhetsmässig bakgrund. Hittills pekar dessa tendenser mot tyngre byggdelar för stommen, vilket ställt ökade krav på kranarnas lyftkapacitet. I gengäld blir användningstiden för stomkranen kortare. Detta ger i sin tur möjlighet till rationalisering genom att den dyra kranen kan utnyttjas intensivt om stomleverantören själv ombe-



Fig 10. Montering av volymelement. Vid lyftning används ok som håller linparterna parallella.

Fig 11. Transport och lossning av vinkel-element är omständlig men kompenseras av att elementen är ytstora och sammansatta.



sörjer monterat varefter byggentreprenören fullföljer övrig byggverksamhet med sin lättare kranutrustning. Ett annat alternativ är att speciella montagefirmor anlitas. Bygghuset med tunga element för således med sig nya planeringsproblem och ändrade dispositioner av kranutrustning.

Det ökade kravet på rörlighet och användning i olika terrängförhållanden förutsätter dessutom flexibilitet i kranens användbarhet. Den spårbundna kranen är t ex starkt begränsad vad gäller nivåskillnader. Den larvbandsdrivna kranen har relativt god rörlighet vid förflyttning inom och mellan närbelägna objekt men förflyttning mellan olika orter medför rätt stora kostnader. Den långsamma larvbandsdriften gör också denna krantyp olämplig om man önskar "bära" elementen någon sträcka. Å andra sidan kan detta betraktas som en nödlösning eftersom monterings tiden inte bör belastas med annan kran tid än för lyftarbetet.

Vid stomsystem med liten montage tid och där flyttning mellan monteringsobjekten sker på stora distanser är mobilkranen den vanligast förekommande. Montering av typen industrielement sker nästan uteslutande med denna krantyp. De företag som tillverkar och monterar tunga standardelement för bostäder kommer sannolikt att i ökad omfattning använda samma utrustning som inom industrisektorn, d v s motordrivna mobilkranar.

Den traditionella mobilkranen har emellertid en olämplig konstruktion vid stora utligger i samband med montering på stora höjder, *fig 8*. Huslivet kan nämligen komma att hindra kranarmens räckvidd in i huskroppen. En nyare konstruktion där den övre delen av kranarmen är ledbar, *fig 12*, ökar räckvidden men en gummihjulsburen tornkran med horisontell utliggerare med löpkatt, *fig 13*, eller med ledbar (omställbar) utliggerare förefaller att vara en utmärkt lösning för elementmontage där dessutom manöverrum kan placeras på t ex 25-meters nivå. Därigenom har kranmaskinisten god överblick vid koppling och montering av elementen.

Just sättet att manövrera kranen är av stor betydelse vid montering av stommar till bostadshus. Byggnadstyper med skelettstomme monteras ganska lätt från marknivå, eftersom de smäckra byggdelarna inte skymmer sikten för maskinisten. Däremot har man svårt att dirigera montage från

kranchassiet om det gäller bostadshus med skivformade element. Bland de hjälpmedel man då kan använda sig av är en televi- sionskamera som placerats på masttoppen och ger kranmaskinisten möjlighet att följa elementen till dess sista och mest viktiga skede. En annan metod är att med manö- verledningar dirigera lasten från själva monteringsstället, *fig 14*. Metoden, som hu- vudsakligen använts vid stationära tornkran- ar, ger maskinisten möjlighet att alltid vara välplacerad. Impulserna sker via svag- ström till kranens omformare och manövrer- ingen torde därför vara svår att genom- föra för sådana mobilkranar som är helt diesel- eller bensindrivna. Det är dock inte ovanligt att mobilkranarna drivs kombine- rat med el och flytande bränsle där elkraften erhålls genom en generator med motorn som kraftkälla eller genom nätanslutning. Kranar som inte har någon form av eldrift kan med fördel kombineras med hydraulisk kraftöverföring. En ytterligare metod att manövrera kranen är radiostyrning. Vid anhopning av många kranar intill varandra uppkommer dock risk för störningar kra- narna emellan.

Kranens räckvidd med erforderlig last är av stor betydelse för såväl stationära som mobila kranar, inte bara med tanke på husdjup utan även då det gäller montering utefter husets längd. Mobilkranens förflytt- ning utefter fasaden sker i etapper varvid kranen stagas under lyftmomenten. Den spårbundna kranen är liksom ibland den larvbandsdrivna däremot inte i behov av utriggade stödplattor.

Säkerhetsåtgärder väsentliga

I en brytningstid mellan traditionella bygg- metoder och monteringsbyggeri ställs det helt nya tekniska krav på dem som arbetar inom projektering och produktion men det är också viktigt att allmänna arbetsskydds- föreskrifter följs och att varje företag har sådana interna föreskrifter utarbetade som är anpassade till den egna metodens ut- formning. Allmängiltiga synpunkter har ut- arbetats av Svenska Byggnadsindustriför- bundet och Svenska Väg- och Vattenbyg- garnas Arbetsgivareförbund (Sveabund) under benämning "Normalinstruktion för han- tering av byggnadselement av betong och armerad lättbetong". I denna instruktion redovisas ett signalschema, *fig 15*, med ve- dertagna tecken — detta för att undvika missuppfattningar som kan bli ödesdigra.

I instruktionen har också medtagits en dimensions- och belastningstabell för stål- linestroppar, *fig 16*. Tabellen visar den minskade lastförmågan vid ökad vinkel mel- lan wireparterna. I verkligheten kan emel- lertid lastförmågan reduceras ytterligare vid ökad vinkel eftersom lyftöglorna utsätts för onormal belastning såvida dessa inte är le- dade invid betongytan. Öglornas infästning är inte självklart utförda med tanke på extrema lyftvinklar. Användning av lyftok, *fig 10*, med parallella linparter måste därför uttryckligen rekommenderas.

Andra olycksförebyggande åtgärder är att tillse att lyftbygel eller skruvfästen för lös- tagbar lyftögla ej skadats, att löstagbara lyftöglor och andra don kontrolleras nog- grant, minst en gång per vecka, samt att gångad lyftögla gängas så långt att dess platta ligger an mot betongytan.

Elementbyggeri anses vara mindre be- roende av klimatiska förhållanden än tra-

ditionellt. Montering under stark blåst är dock både tidsödande och riskfylld. I många byggsystem placeras element på bultar med avvägda ställmuttrar. Bultarna är sällan så dimensionerade att de kan belastas utan undergjutning. Sådan gjutning vid minus- grader medför risk för kollaps hos kon- struktionen om tex full belastning påförts bultarna tillsammans med understoppad be- tong som frusit i ohärdat tillstånd. Vid upp- tining av betongen belastas åter bultarna ensamma med den påförda lasten som i ogynnsamt fall kan vara hela den färdig- monterade stommen. Till konstruktörens

uppgift hör att föreskriva arbetsmetodik och hållfasthetskrav.

Lagring av betongelement

Lagertillverkning av betongelement före- kommer praktiskt taget aldrig. Däremot har företag som tillverkar för den öppna mark- naden ofta katalogvaror av ett eller annat slag. Upphandling av katalogförda produk- ter har den fördelen att tillverkaren förfo- gar över färdig formutrustning och kan där- igenom leverera produkter med kort varsel och på en förutbestämd tidpunkt utan lag- ring för okänd köpare och för leverans vid

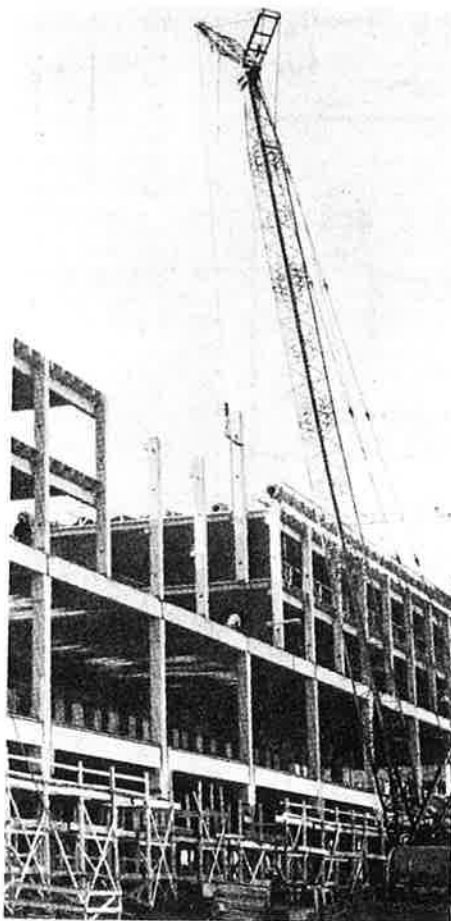


Fig 13. Exempel på mobil mastkran med teleskopmast och löpkatt (Malmqvistkranen).

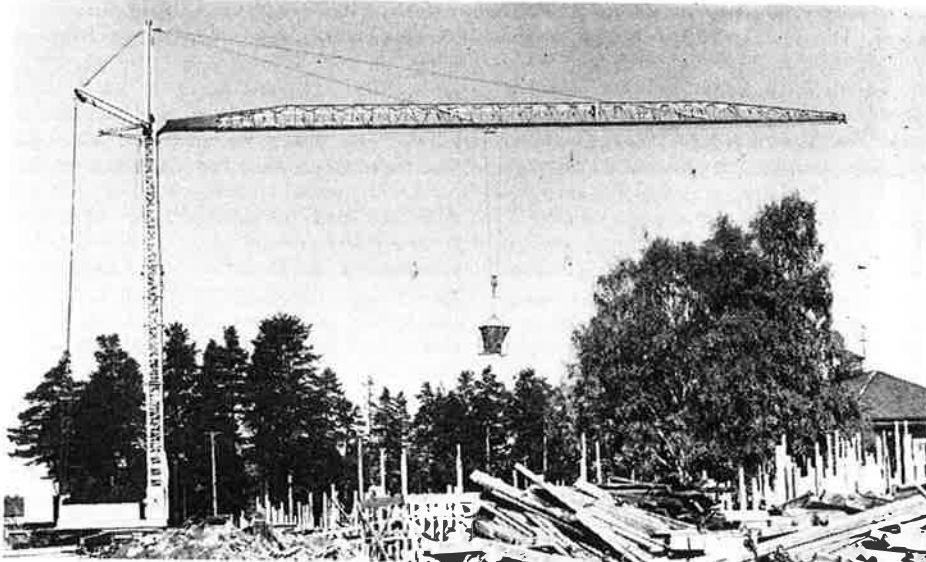


Fig 12. Kranmastens övre del är ledbar och ger då större räckvidd.

Fig 14. Bärbar manöverlåda för kran. Med hjälp av två spakar påverkar kranföraren kranens olika manöverfunktioner.

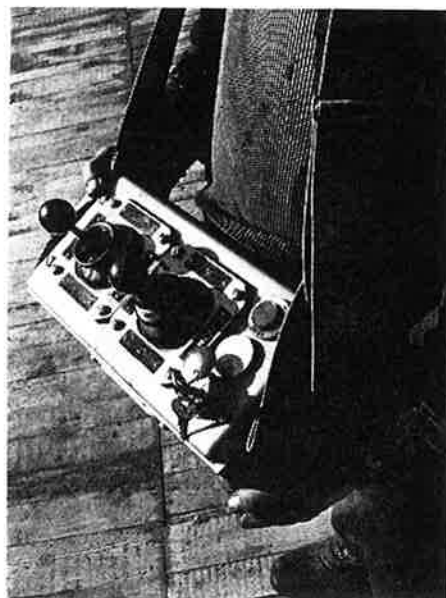


Fig 15. Signalschema (nedan).

SIGNALSCHEMA

för manuell signalgivning till förare av lyftinrättning

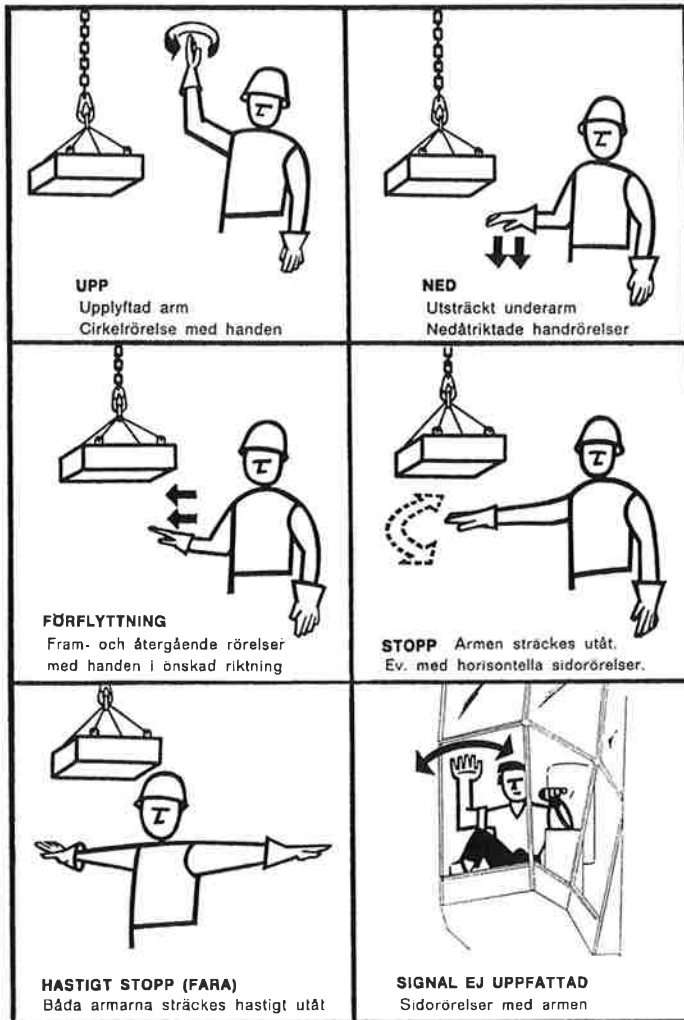
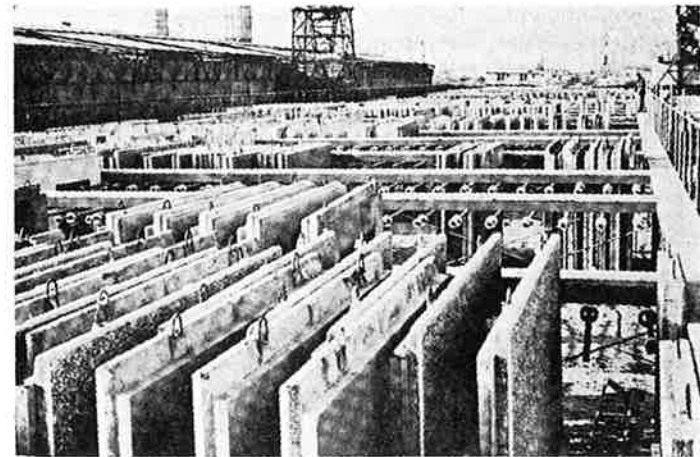


Fig 16. Dimensions- och belastningstabell för ställinrestroppar.

Lin- diameter mm	Maximal arbetslast (kp) i lyftstropp med			
	Enkel part	Dubbel part (s. k. hanfot)		
		0°	45°	90°
	Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4
6	250	450	350	250
8	500	900	700	500
12	1 000	1 800	1 400	1 000
16	2 000	3 600	2 800	2 000
22	3 200	5 700	4 450	3 200
24	4 000	7 200	5 600	4 000
26	5 000	9 000	7 000	5 000
28	6 300	11 300	8 800	6 300
32	8 000	14 400	11 200	8 000
36	10 000	18 000	14 000	10 000
40	12 500	22 500	17 500	12 500
44	16 000	28 800	22 400	16 000

Fig 17. Lagring i separata fack underlättar åtkomligheten, minskar belastningar som förorsakar deformationer samt minskar risken för missfärgning.



oviss tidpunkt. Teoretiskt sett borde en sådan marknadsföring ge ett konstant lager avpassat efter rådande produktion. I verkligheten förekommer störningar av olika slag, t.ex. ändringar av leveranstider uppkomna genom felplanering hos kunden, klimatiska svårigheter, ryckighet på lånemarknad och igångsättningstillstånd o.s.v. Dessa faktorer kan inverka så att lagerutrymmen fylls utöver dess kapacitet men kan också tillsammans med extremt korta leveranstider förorsaka en snabb tömning av lagret varvid leveransförörseningar lätt uppkommer.

□ **Lager på fabrik.** Lagerområdet förläggs så, att mellanlastning ifrån tillverkningsställe till slutligt leveranslager undviks. Av två skäl föredrar man att placera elementen i separata fack, fig 17, och ej lutade mot varandra. Dels undviks belastningsdeformationer, dels kan varje enskilt element nås vid leverans eller stickprovskontroll. Speciellt angeläget är det att variantelement, t.ex. sådana som innehåller installationer, samt passelement, placeras på lätt åtkomligt sätt och att de är märkta med väl synliga littera.

Elementens läge under lagringen får anpassas efter tillverknings- och transportmetod. Sålunda kan det vara naturligt att ele-

ment som tillverkas horisontellt även lagras så och motsatt läge borde gälla för batteriformgjutna element. Ett undantag från denna regel utgör emellertid de rumstäckande bjälklagselementen som genom sin ansemliga lastbredd ibland transporteras så som visas i fig 6.

□ **Lager på bygplats.** Lagring av byggelement undviks i möjligaste mån på byggsplats. Det viktigaste skälet är att i regel endast en sida av byggnaden har anlagd körväg och denna yta är alltför värdefull som mottagningsställe för löpande materialleveranser inom kranens räckvidd för att belamras med långtidslager. Ett visst buffertlager kan ibland vara nödvändigt vid oförutsedda störningar i bygg- eller leveransrytmen. En upplagsställning för korttidslagring accepteras därför i allmänhet såvida inte buffertlagring sker på bortkopplingsbara trailersläp.

Pelare och balkar avsedda för hallbyggnader etc monteras i allmänhet direkt från leveransfordonen eftersom krantiden är så dyrbar att den inte bör belastas med andra uppdrag än monteringsarbete. Den ofrånkomliga väntetiden för lastfordonen är därför att föredra.

Skador och defekter

De flesta skadorna uppkommer på elementen i samband med avformningen, då betongen fortfarande är relativt svagt härdad, men även under lastning och lossning utsätts elementen för skaderisker. Skadorna förekommer huvudsakligen i kanter och hörn.

För små element som ger skarvar på en obruten yta kan kantskador i sidorna vara besvärande på grund av läckage i fogspår eller behov av utlagning.

För stora, rumstäckande mellanväggs- och bjälklagselement har kantskadorna ej så stor betydelse, eftersom skarvarna är få och fogarna i stor utsträckning döljs av korsande element. De element som har dörröppningar är känsliga för bräckage, varför öppningens nederdel stagas upp genom ett armeringsstål, som ibland även är kringgjutet. Detta stag skärs som regel bort efter monteringen. Alternativt kan öppningen förstärkas med hjälp av profilstål som bultförankras i betongen. Mellanväggs- och bjälklagselement av betong är en oöm produkt varför emballage ej är motiverat. Däremot bör anslutningsdetaljer — speciellt de som är gängade — skyddas mot överkan. Detta kan ske med plasthuvor eller genom tejping.

Transport av ytterväggselement fordrar stor aktsamhet emedan förtillverkningsgraden är hög och lagning av de vanligast förekommande fasadytorna är besvärlig, både ur kvalitativ och estetisk synpunkt. Hänsyn måste även tas till eventuella fönstersnickerier och anslutningsdetaljer. Att leverera produkten med glasade snickerier har en gynnsam inverkan på skadefrekvensen. Den nödvändiga varsamheten understryks av den effekt som ett sönderslaget fönster innebär, även om en sådan skada tillhör de mer obetydliga.

I motsats till de flesta mellanväggselement gjuts tills vidare fasadelement horisontellt, varför lagring ibland sker i detta läge. Det är då viktigt att mellanläggen placeras i lodlinje ovanför varandra — detta för att undvika bräckage och deformationer. Mellanläggen, som oftast är av trä, bör skyddas med plastfolie, eftersom missfärgning annars lätt kan uppstå i fasadytan. I detta sammanhang måste dock noteras att horisontell lagring av sandwichelement är olämpligt eftersom de båda betongskikten lätt pressas samman och deformerar den sammanhållande armeringen. Även när elementen placeras stående i fack kan stöden ge missfärgning om de inte är skyddade. De delar av ytterväggselement som bör skyddas mot mekanisk åverkan är framför allt hörnen. Element med färdigmålade snickerier skyddas lämpligen mot regn och fukt genom tak över lagerplatsen eller genom intäckning. Oskyddade anslutningsdetaljer av stål kan rosta och därigenom orsaka missfärgning, varför de bör vara rostskyddade även om de skall gutas in i samband

med monteringen. Element med ömtåliga fasadytor bör under transport skyddas mot nedsmutsning.

I de fall där samma typ av element är användbara för olika byggnadstyper uppkommer problem vid fabrik vid bedömning av skador. En balk avsedd för tex industribyggnader kan ha ganska stora defekter utan att det uppmärksammas, medan samma element kräver omfattande bearbetning vid tex en skolbyggnad. Under tillverknings- och i någon mån leveransskedena är, åtminstone vid de större företagen, byggnadsobjektets art anonym. Normer för såväl utförande som tillåtna skador måste därför följa varje element under hela tillverknings- och transportprocessen. Beställaren bör skaffa sig kännedom om de normer som tillverkaren önskar åberopa för att på den vägen få en uppfattning om den blivande produktens beskaffenhet. De spännarmade balkarna kan tex vara behäftade med betydande sidkrokighet. I BABS framgår vilka toleranser som är godtagbara. En balk kan emellertid under montering spännas rätt inom rätt vida gränser. Leverantören bör i varje enskilt fall kunna ange dessa möjligheter redan före monteringen.

Långsiktig planering

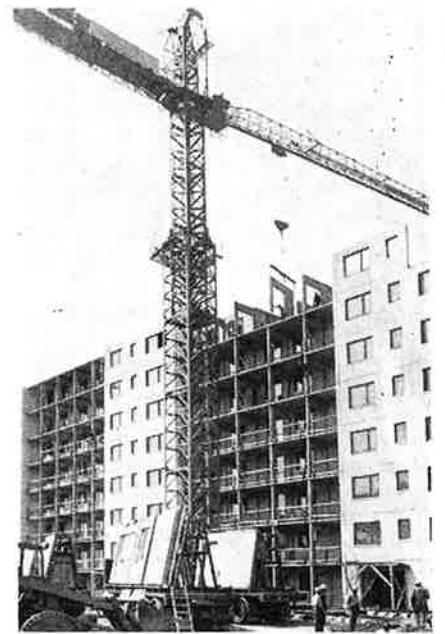
Vid övergång från traditionellt byggeri till moderna byggmetoder krävs investeringar av olika slag. Kranutrustningen påverkar byggkostnaderna i särskilt hög grad — i synnerhet om man väljer system med tunga element. Eftersom de traditionella byggmetoderna i stor utsträckning använder kranar

med maximal lyftförmåga vid 1500 kg innebär övergång till byggmetoder med tunga element en kanske onormalt snabb avskrivning av den gamla kranutrustningen samtidigt som man satsar på större och därmed dyrare krantyper. Om övergången mot elementbyggeri beskrivs som en spekulatio hänger det samman med stora investeringar i samband med den ryckighet som åtminstone på senare tid präglade byggproduktionen, men också valet av system innebär en osäkerhetsfaktor. Trots myndigheternas villighet att stödja monteringsbyggeri och byggherreföretagens intresse för metodförändringar, kvarstår svårigheterna att bedöma de enskilda metodernas för- och nackdelar. Elementbyggeri kan inte betraktas som någon patentlösning för rationellt utförande eftersom spridningen är stor beträffande lönsamhet. Det är därför vanskligt att binda sig för byggmetoder som kräver stora investeringar om inte beslutet är synnerligen väl underbyggt. Kranutrustningen har kommit att bli en nyckelpost vid metodens lönsamhetsberäkning, dels därför att den begränsar systemets utveckling mot tyngre enheter och dels utgör en betydande investering.

Tillverkarens svårigheter att upprätthålla en industriell produktion i dess rätta bemärkelse är stora på grund av alla de faktorer som stör tillverknings-, lagrings- och leveransrytmen. Ett jämnare flöde inom hela byggverksamheten med långsiktig planering synes vara det bästa instrumentet för rationalisering och är i det närmaste en förutsättning för ett konkurrenskraftigt industriellt byggande. ■

Marknadsföring och produktutveckling

Produktionen av stomelement visar en starkt ökande tendens och om inte lönsamheten för elementbyggeri blir klarare påvisad är det risk för överproduktion om några år. Marknadsföringen får under de omständigheterna en mycket stor betydelse. Inte minst en koncentration och samordning av projekteringsinsatserna förefaller önskvärd. Byggnadsingenjör Åke Fröroth avslutar här sin artikelserie Betongelement för husbyggnad, som inleddes i nr 11.66.



Marknadsföringen av betongelement avsedda för speciella metoder (system) kan fördelas i tre huvudinriktningar:

□ Elementtillverkaren inriktar sig på en eller flera standardiserade specialprodukter som säljs var för sig och ingår som komplement till andra konstruktionsmaterial och sammansätts efter köparens gottfinnande.

□ Elementtillverkaren saluför hela betongstommen eller viss del därav som en integrerad enhet.

□ Byggentreprenören ombesörjer själv elementtillverkningen och tillgodoser endast det egna behovet.

Termerna "öppna" och "slutna" system används ofta i dessa sammanhang men är synnerligen flytande begrepp. Man ser termerna ur olika synvinklar beroende på det område inom vilket man arbetar. Ur marknadsföringssynpunkt kan to m den entreprenör som enbart tillgodoser det egna behovet med element hävda, att systemet är öppet. Han marknadsför nämligen sin produktion — det färdiga huset — på en öppen marknad. Varje bostadsförvaltare torde vara välkommen som spekulant. Endast sådana byggherrar som själva svarar för elementtillverkning, byggproduktion och förvaltning, kan definitivt anses saluföra ett slutet system. De företag som säljer byggsatser för stommen kan således påstå att systemet är öppet, dvs den integrerade stommen säljs på den öppna marknaden.

Tekniskt sett kan det integrerade systemet vara bundet till sin sammansättning och betraktas då ibland som slutet. Men uttryckssättet är vilseledande, eftersom även en entreprenörs upphandling av enskilda element bildar i bygget en av entreprenören utformad och därmed slutet metod.

Tillverkarens uppgift är att utforma produkterna så att de passar samman med andra komponenter, egna eller konkurrenters, stomdelar eller kompletteringsmaterial. Självfallet vore lönsamheten vid framställningen överlägset bäst om tillverkningen kunde ske enligt det första marknadsalternativet med alla tillgängliga resurser samlade för ett visst produktslag. För några

år sedan gissade man kanske att en stram standardisering, produktbegränsning etc skulle möjliggöra inte bara tillverkning efter katalog, utan också lagertillverkning i långa serier av specialkomponenter. Det skulle emellertid visa sig att den integrerade systembildningen kom att bli den dominerande lösningen för byggverksamhetens industrialisering. När möjligheten att rationalisera tillverkningen minskar vid splittring till ett brett produktregister kompenseras detta ibland av sådana fördelar som en noggrann anpassning mellan stomdelarna ger och av billigare transporter. Transportkostnaderna hålls nere eftersom avsättningen av en given produktionsvolym sker inom en snävare råjong vid hela stommelveranser jämfört med specialelement med liten avsättning per objekt.

Tillverkaren aktiv i byggproduktionen

Inom industribyggnadssektorn har elementtillverkarna sedan länge varit initiativtagare till produktutveckling och styrning av stomutförningen. Man har kommit underfund med att industri- och lagerbyggnader i första hand kräver stora, obrutna spännvidder. Andra behov är god bärighet (för tex traverser), smäcker stomkonstruktion, tålighet mot brand och snabb byggtid. Med spännarmerade betongkonstruktioner såg man en självklar möjlighet att tillvarata förtillverkningens fördelar. En lika självklar uppgift var att i samarbete med byggprojektörer utforma elementen så att standardiserad formutrustning kan användas för åtskilliga dimensioner och ändamål.

För bostadssektorn inleddes elementbyggeriet på helt andra grunder. Byggentreprenören, ofta med otillräckliga kunskaper om industriell produktion, blev här initiativtagare. Resultatet blev en splittrad marknad med en variantrikedom som mer tydde på individuella synsätt än på erfarenhetsgrundad bedömning.

Många intressanta lösningar presenterades dock. Av olika skäl fann de inte någon lönsam marknad då, men senare skulle de

visa sig vara lämpliga att bygga vidare på. Entreprenörernas kunskaper om slutprodukten, den färdiga byggnaden, samt byggsatsarbetena, motiverade också försöket att på allvar intressera sig för byggedeltillverkningen.

Numera har isoleringen brutits mellan tillverkare, projektörer och entreprenörer då det gäller utveckling mot industriella metoder. Det nya läget har dock ännu inte givit sådant resultat att lönsamhet och funktionsduglighet hos de olika systemen kunnat preciseras. Om detta vittnar den mängd av elementtyper och system som nära nog översvämmar marknaden. Behovet att tillgodose olika krav borde kunna täckas med åtskilligt färre lösningar.

Framförallt borde det många gånger otympliga kravet om större, samlade objekt för industriellt byggande kunna elimineras om repetitionens fördelar åstadkommes genom standardlösningar för enskilda objekt.

Hustypförnyelse med flexibilitet

Tills för ett par år sedan var det i första hand elementens framställningsmetoder och i blott obetydlig utsträckning hustyperna som utreddes och förnyades. År 1966 blev däremot aktiviteten stor beträffande förändringar av stomkonstruktionerna, vilket bl a var en följd av intresset för flexibla lägenhetsplaner. Ett sådant system är tex Ohlsson & Skarnes System -66 fig 1. Systemet är en variant av pelare-balkmetoden men de separata balkarna har kunnat ersättas av förstyvade kanter i de jämntjocka bjälklagen, så att bjälklagsskivorna kan bäras upp i enbart hörnen vid fogning inom den fria lägenhetsytan. Lägenheterna kan då sägas vara indelade i moduler, begränsade av parvisa pelarrader. Normalt är två eller tre sådana pelare placerade i lägenhetsytan, vilket ej medger full planlösningsfrihet. Företaget anser sig dock ha skapat förutsättningar för en variationsmöjlighet som motsvarar rimliga behov.

Huskonstruktionen visar exempel på långt driven intern standardisering med för-

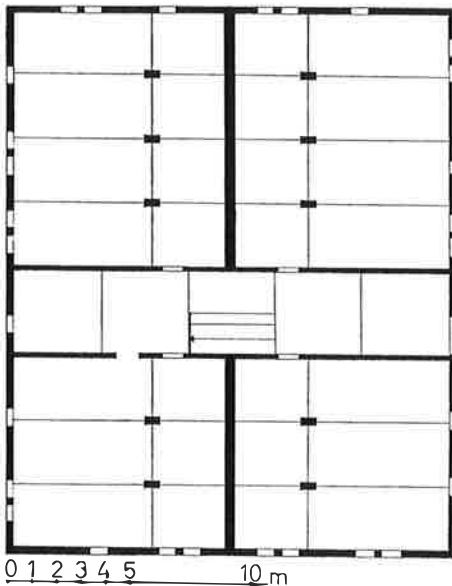


Fig 1. System -66, Ohlsson & Skarne. Lägenhetsplanerna är fria från skivformade bärverk. De massiva bjälklagen vilar på ytterväggar och interiörpelare, vilka blott i begränsad utsträckning binder planlösningen.

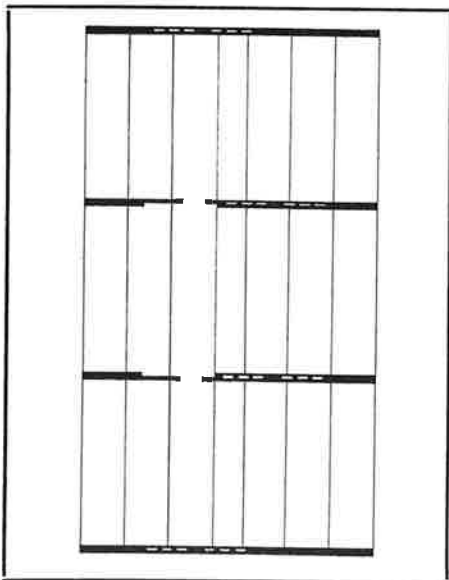
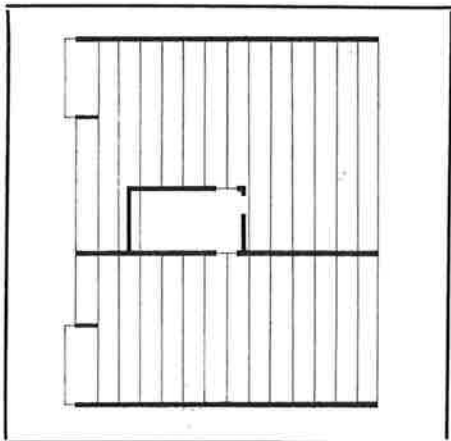


Fig 2. System S, Strängbetong. De närmare 10 m långa bjälklagelementen ger stommen en särklassigt enkel utformning. Märkdock att ökad lägenhetsyta förutsätter större husdjup.

Fig 3. BPA-systemet använder sig av IB-bjälklag och har därigenom samma möjlighet som System S att frigöra lägenheterna från bärande mellanväggar.



delar som återverkar på projekteringsarbete, fabriksstillverkning och byggplatsarbete. Dessutom räknar man med avsevärda fördelar ur marknadsföringssynpunkt. Bygghuset förenklas genom att en känd vara (det färdiga huset) kan besiktigas i förväg i form av en prototyp. Standard, kvalitet, utformning etc är således dokumenterad och därmed blir avtalshandlingarna mellan parterna ytterligt förenklade.

Lägenhetsytor utan störande bärverk

Bjälklagelement enligt AB Strängbetongs System S (fig 2), System BPA (fig 3) och AB Göteborgs Byggelements hålbjälklag (fig 4) är samtliga spännarmerade och medger en spännvidd om ca 9,5 m. Denna spännvidd är som regel inte tillräcklig för att bjälklagen skall kunna placeras utan upplag tvärs huskroppen, men däremot kan de lägenhetsskiljande mellanväggarna bildas upp mot 9,5 m. Lönsamheten är störst om den maximala bjälklagslängden kan utnyttjas. Förändringar i lägenhetsyta ger följaktligen ett variabelt husdjup, vilket kan medföra svårigheter med stadsplaner och planlösningar.

En utveckling mot bjälklagslängder som täcker hela husdjupet borde därför vara ett mål att söka nå. Visserligen blir därigenom yttervägglivet bärande men detta kan åstadkommas genom balkkonstruktion. I det sammanhanget måste hänsyn tas till standardiseringens inverkan på bjälklagets tjocklek. Visserligen är inte själva bjälklagsdimensionerna standardiserade men de fastställda våningshöjderna 270 resp 280 cm, ger 30 cm som maximal bjälklagstjocklek med hänsyn till rumshöjdens minimimått 250 cm. En minskning av tillåten rumshöjd till exempelvis 240 cm skulle innebära avsevärt större möjligheter att konstruera en förenklad stomme med bärverk längs fasaderna, vilket kan komma att kräva tjockare bjälklag.

Det är signifikativt för utvecklingsarbetet med syfte att vända upp och ned på inlevda begrepp, att idéerna företrädesvis lanseras av storföretag med resurser att gripa in i alla led i byggprocessen. En uppfinning eller idé måste således förankras i tongivande eller idé måste således förankras i tongivande branschföretag med "marknadsföringsresurser". Så förhåller det sig också med den nya stomidén med stor obruten planvidd. AB Strängbetong med dess dokumenterade erfarenhet från tillverkning har sålunda ett intimt samarbete med HSB under det inledande marknadsföringsavsnittet. IB-bjälklagets uppfinnare överlämnade viss del av utvecklingsarbetet samt marknadsföringen till Byggfackens Produktions AB samt till Upplandsbetong AB (byggföretagen Anders Diös AB och Nya Asphalt AB). Ytterligare en firma har som nämnts startat tillverkning av en bjälklagskonstruktion med förutsättningen att uppnå stora frispännande längder. Det är Göteborgs Byggelement AB som söker att tekniskt och marknadsmissigt få sina konstruktioner med förspända hålbjälklag lanserade.

Fabriksprojektering

Marknadsföring av standardprodukter sker i så stor volym att den bildar underlag för en väl utförd initialprojektering med klar redovisning av de tekniska egenskaperna. Den individuella projekteringen för däremot

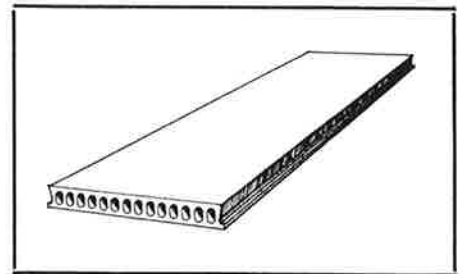


Fig 4. Göteborgs Byggelement AB avser att så småningom marknadsföra spännarmerade hålbjälklag med en längd av ca 10 m.

med sig stora kostnader inte bara i projekteringsledet utan också vid tillverkningsprocessen i samband med forntillverkning, dyrare produkttillverkning, besvärligare lagring och hantering samt ökade försäljningskostnader. Dessutom innebär de nya och okända arbetsmomenten svårigheter på byggplats, samt tids- och kostnadskrävande kontrollarbete av byggherrar och kommunala myndigheter.

Standardelement eliminerar inte projekterarnas insatser utan överför dessa till att omfatta ett mer noggrant urval av byggmaterial och sammansättning av dessa till funktions- och produktionsvänliga enheter. Sådana ambitioner har säkert funnits i alla tider men ett intensivare arbete med standardiserade produkter och konstruktioner minskar riskerna för misstag och ökar möjligheterna för komponentindustrierna att erbjuda marknaden väl utarbetade och billiga typlösningar.

Goda erfarenheter beträffande typprojekterade betongelement har man fått från de företag som tillverkar industrielement och liknande. De flesta tekniska data finns där att hämta ur tabeller och diagram. Det kan vara fråga om taklutningar, gränser för spännvidder, nedböjning etc. Sådana data är värdefulla, inte minst vid de fall då stommen av tidsskäl måste upphandlas på ett tidigt projekteringsstadium.

Trots att de förprojekterade elementen underlättar projektörens arbete, krävs det av denne att han äger god materialkännedom och har goda kunskaper om byggnadernas funktion. Det är därför ganska vanligt att man specialiserar sig inom vissa funktionsområden, tex industrier, skolor, sjukhus, kontor, bostäder o s v.

Elementfabrikernas projekteringsverksamhet inskränker sig inte till att bara utforma typelement. De större branschföretagen har en brett upplagd serviceverksamhet som griper in i samordningen med främmande byggdelar och granskar och kontrollerar de egna produkternas rätta inpassning i någon form av byggsystem.

Till uppgifterna hör även att i möjligaste mån förädla betongprodukterna — gärna genom komplettering av annat material än betong som kan göra komponenten mer funktionsduglig.

Komplettering

Betongelementindustrin har sålunda påverkat att komplettera sitt eget material, betongen, med tex installationer. Fabrikerna kan därigenom alltmer betraktas som husfabriker och skiljer sig i sin struktur från materialindustrin i övrigt. (Se artikeln Installationer, Byggnadsindustrin 17.66).

Exempel på en elementtyp som ofta kompletteras med främmande material är ytter-

väggs kivor. Ingjutning av fönsterkarmar är här en ganska vanlig företeelse som emellertid ger betydande störningar under tillverkningsprocessen.

Omålade snickerier anses inte förorsaka nämnvärda problem, men däremot utsätts målade karmar för nedsmutsning samt åverkan i form av nötning och fukt. Under lagring måste elementen skyddas mot väta samt slutligen emballeras under transport och montage för att inte efterlagningar skall bli nödvändiga.

Före leverans hängs glasade och färdigbehandlade fönsterbågar i karmarna. En viss aktsamhet måste trots eventuellt emballage iakttas under transport och montering, men dessa krav på aktsamhet gäller även elementen i övrigt, varför glaset kan få en värdefull psykologisk effekt på monterarna att vara varsamma.

Det kan alltså ifrågasättas om fönstersnickerier skall gjutas in i elementen i färdigmålat skick. Behandling med grundfärg vid snickerifabriken för färdigmålning på byggplats är kanske en bättre lösning. Dessa synpunkter gäller snickerier som gjuts fast i samband med elementtillverkningen, men eftersom denna lösning är högst diskutabel föreslås i stället att elementen gjuts med falsförsedd fönsteröppning, mot vilken karmen kläms medelst lämplig anslutningsdetalj. Inmontering av färdigmålade och glasade fönster kan då ske antingen vid elementfabrik i samband med leverans eller på byggplats före eller efter montering.

Ytterväggselement av betong har som regel fasadyta med frilagd ballast eller färgad betong. Efterbehandling av normala gjutytor sker i mycket liten utsträckning men med de ytmaterial som numera finns i marknaden borde denna ytbehandlingstyp kunna bli en estetisk och ekonomisk metod.

Pelare och balkar för industribyggnader och liknande är som regel försedda med en mängd typer av ingjutningsgods. I stor utsträckning är variantrikedomen större än de funktionella kraven. En standardisering som begränsar antalet typer borde vara en målsättning för tillverkarna.

Produktsammansättning och industrialiseringsgrad

Produktsammansättningen vid betongelementfabrikerna varierar i hög grad, till stor del beroende på företagets storleksordning. De små företagen inriktar sig ofta på specialprodukter, t.ex. bjälklagelement. Den enhetliga produktionen vid små fabriker ger som regel billigare produkt än den som förekommer vid stora fabriker och sådana med blandad tillverkning. Vad som inverkar på prisbildningen är svårt att ange, men de för det lilla företaget relativt långa serierna torde vara ett skäl, medan den billiga administrationen och de ofta något primitiva lokalerna är ett annat.

Man har i olika sammanhang kunnat konstatera att en enstaka produkttyp är att föredra ur produktionsteknisk synpunkt. Det gäller emellertid att för vanliga stomelement inte ha en större produktion än den som täcker en rimlig transporträjong, eftersom konkurrensmöjligheterna sjunker vid alltför stora transportlängder. En ökning av produktionsvolymen förutsätter då att man i stället tar sig an en annan produkttyp, som kompletterar den ursprungliga typen. Kompletteringen kan vara spe-

cialelement av typ "beställningsskrädderi", men den kan också vara en helt ny standardiserad elementprodukt. Man förlorar här den enhetliga tillverkningsbilden, men andra fördelar kan uppnås, t.ex. att två eller flera elementtyper integrerats så att de passas samman på ett perfekt sätt.

Det finns sannolikt "tröskelvärden" för storleken av en blandad produktion. Tillverkning av en produkttyp utöver den ordinarie kan innebära en halvmesyr därigenom att maskinutrustning, betongtransporter, utrymmen osv inte är anpassade till de krav som ställs på mer än en av de valda tillverkningstyperna.

Den skräddarsydda tillverkningen har ofta tillkommit för att utjämna den huvudsakliga produkttillverkningen, men ibland kan det för tillverkaren innebära god lönsamhet med specialtillverkningar, eftersom det möjliga tonmarknadspriset då vida överstiger den vanliga serieproduktionens. Marknaden med enstaka och kanske exklusiva produkter är dock mycket osäker och ställer stora krav på marknadsföringen. Först när fabriken vuxit ut så att den kan klara tillverkningen av hela sammansatta stommar, får man återigen fördelar som kan ge ekonomiskt gott utfall. Man har då nämligen förutsättningar att blanda sig i en ny och större marknad där köparen värdesätter leverantörens förmåga att anpassa de olika byggdelarna till varandra och ta ansvar för denna koppling. Dessutom har leverantören som regel möjlighet att montera produkterna och köparen får därigenom en klar bild av leveransens omfattning och kan också gardera sig kvalitetsmässigt för stommen i dess helhet.

Det finns specialfabriker för tillverkning av kompletterings-element. Dessa fabriker har ofta en blandad produktion, där specialiteten inte ligger på själva produktvalet utan snarare på ett visst materialval eller tillverkningsmetodik. Trapptillverkarna är sådana företag, där man visserligen har trapporna som specialitet men den frilagda ballastbetongen och konstbetongsammansättningen över huvud taget är sådan att det krävs en god yrkesvana samt stor skicklighet och erfarenhet från fabriksledningens sida.

De elementföretag som satsat på tillverkning av hela stomsystem har naturligtvis möjlighet att även sälja enstaka elementtyper på den öppna marknaden, men denna utväg att öka omsättningen torde knappast vara att rekommendera.

Förutsättningen att en produkt av det här slaget skall flyta jämnt är att de olika elementtyperna tillverkas parallellt i en viss omfattning, så att de i stort sett täcker behovet av kompletta stommar. En utbrytning av enstaka elementtyper innebär att produktionen kommer att halta. Ett alternativ som tidigare nämnts vore att varje produkttyp såldes var för sig som komplettering till andra system eller till platsgjutna konstruktioner i övrigt, men så länge man inte har kunnat standardisera anslutningar och liknande för enstaka element, så förefaller en dylik tillverkning att vara mindre ekonomisk och innebära rätt stora chanstagningar.

Standardiseringen och produktutvecklingen

Standardisering förekommer i olika former. Den kan vara företagsbunden, dvs en intern angelägenhet för företaget, men det

kan också vara SIS-standard. För flertalet byggmaterial är den allmänna standarden den enda förutsättningen för att uppnå verkligt långa serier.

Vissa industrier är beroende av att leverera sina produkter till snart sagt vilket byggnadsföretag som helst, medan vissa produkter endast spelar en sekundär roll för den allmänna byggnadsindustrin. Betongelement för husstommar är just en sådan produkt, där den interna standarden kan vara så värdefull att den rikssvenska standarden kan avvaras utan att resultatet nämnvärt rubbas.

De skäl som talar för en sådan företagsbunden standard är flera. Leveranser av enstaka stomprodukter till skilda objekt och byggföretag i långa serier förutsätter orter med en mycket betydande byggaktivitet. För måttligt stora orter och mindre racker oftast inte leveransmöjligheterna till utan att transporterna påverkar priset i alltför hög grad. I stället inriktar man sig på att rationalisera stombygget med hjälp av flera stomkomponenter i relativt korta serier men där stomdelarna är integrerade till varandra, så att en god helhetsbild erhålls. Avsaknaden av de mycket långa serierna kompenseras här av en byggplats-rationalisering.

Den allmänna standarden borde emellertid inte heller vara någon direkt nackdel för dessa bundna byggsystem. Visserligen erhålls vissa överytor vid projektering efter t.ex. planmodulen 3M, men man bör även ta hänsyn till de kompletteringsmaterial som skall appliceras på stommen. Dessa kompletteringsmaterial har numera i stor utsträckning mått med 3M-intervaller, vilka mått dock endast i begränsad utsträckning är anpassningsbara till planmodulen 3M eftersom modulreglerna förutsätter begränsningslinjer dels i de bärande mellanväggarnas (eller balkarnas) centrum och dels med 10 cm ingrepp i ytterväggen. Det blir således nästan alltid fråga om passbitar för kompletterings-element. Däremot för standardiseringen med sig avsevärda tillverknings-tekniska fördelar för kompletteringsindustrin.

Planmodul kontra produktstandard

En rationell måttstandardisering av stomkomponenter vore meningslös eftersom då den standardiserade planmodulen sätts ur spel. Om ett glesare modulnät än 3M anses vara önskvärt, kan större preferensmått hos planmodulen ge en variantbegränsande effekt för produkterna. För andra byggnader än bostadshus utarbetar man f.n. regler för ett glesare planmodulnät. Det förefaller som 12M skulle bli basmåtten med preferens för en grövre maskivd på den skalan.

En produktstandard för stomelement vid sidan av planmodulen skulle även komma att innebära störningar för utvecklingen av olika konstruktionstyper. Visserligen kan reglerna bestämmas så att elementens mått skall vara $n \times 3M (12M) \pm$ differenser vid anslutningar, men den tanken är mindre lockande eftersom ett planmodulsystem med ev. preferensmått torde få samma resultat.

Standardiserade våningshöjder har en god variantbegränsande effekt för i första hand trappor, ytterväggselement, sopnedkast och ventilationskanaler. Utfallet skulle öka väsentligt om även bjälklagstjocklekarna kunde standardiseras. Upplagsmåtten, fig 5, hos ytterväggselementen och mellanväggselemen-

tens höjd kunde därigenom preciseras. Standardmått för inte bara våningshöjd, utan också för övriga vertikalmått för olika byggnadstyper är för närvarande föremål för utredning.

Standardisering och typisering av hela lägenhetsplaner och huskroppar tilldrar sig ett utomordentligt stort intresse hos enskilda byggföretag.

Samverkan mellan byggleden

Produktionen av stomelement visar en starkt ökande tendens, som för vissa områden kan bilda en överproduktion om ett par år, såvida inte lönsamheten för elementbyggeri dessförinnan blir klarare påvisad. Konkurrensen metoderna emellan förväntas bli hård, men den typ av marknadsföringsteknik som används på många håll sätter möjligen konkurrensen ur spel. Samarbetet mellan t ex kommunala stiftelser och elementbyggnadsföretag bygger givetvis på ambitionen att genom samverkan uppnå största möjliga effektivitet och lönsamhet. Men satsningen är som regel så definitiv och därför ekonomiskt nödvändig att fullfölja, att andra ev mer lönsamma metoder — traditionella eller extremt nya — inte medges möjlighet att konkurrera.

På sätt och vis är det skrämmande att man bygger flera elementfabriker med en och samma metod som vardera drar en

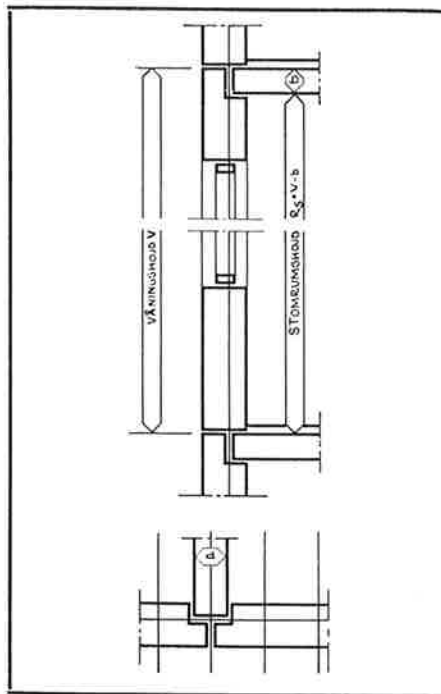


Fig 5. Vid standardisering av stomelement måste hänsyn tas till våningshöjd, rumshöjd och bjälklagstjocklek.

kostnad av 15—20 milj kr. Med ganska stor säkerhet kan man anta att den valda tillverknings- och byggmetoden i fortsätt-

ningen inte kan uppnå samma lönsamhet som kommande, radikalt nya lösningar. Att endast avvakta de nya fiffiga idéerna som man ändå misstänker kunna överträffas av framtida projekt vore emellertid meningslöst, eftersom de nya idéerna måste testas i mycket stor skala för att fördelarna skall kunna överblickas. Det är sannolikt fördelaktigare att ett företag satsar fullödigt på en icke hundra procentigt god idé än att ständigt söka förbättra och förändra sin tekniska struktur. Detta behöver inte betyda att utvecklingsarbetet skall stå still. Inom ramen för en grundläggande byggmetod med en given tillverkningsprocess kan metoden finslipas och förbättras.

Framförallt torde marknadsföringsfrågorna ha stor betydelse för ökad lönsamhet. Till detta avsnitt hör projekteringen, som nu har sina resurser spridda som dyrbara och kvalitativt tveksamma enheter, men som bör samlas till samarbetande organ för stora objekt, objekt som inte alls behöver vara geografiskt koncentrerade, utan gärna spridda på olika orter. Här har de stora metodutvecklande företagen en ofantligt stor uppgift att fylla. De små och medelstora företagen bör, för att bibehålla sin ställning, samordna sin projektering och marknadsföring till samlade enheter. I sådana kan tvivelsutan det mindre företagets fördelar kombineras med den styrka som samverkan ger. ■

LITTERATUR

- Concrete Finishes and Dekoration, *H. L. Childe*, Concrete Publications Ltd., London 1964.
- Industrialised Building I, *R. M. E. Diamant*, MSc, The Architect and Building News, Iliffe Technical Publications Ltd., London 1964.
- Industrialised Building II, London 1965.
- Industrialized Building and the Structural Engineer, The institution of Structural Engineers, London 1966.
- Vorfertigung, Handbuch des Bauens mit Fertigteilen, *Walter Meyer-Bohe*, Vulkan-Verlag DR.W., Essen 1964.
- The Comprehensive Industrialised Building Systems Annual, *A. F. L. Deeson*, House Publications Ltd., London 1965.
- Industri och bergshantering, Sveriges Officiella Statistik 1950—1965.
- Meddelande 1965 från Kontrollrådet för betongrör och Kontrollrådet för byggnadsselement av betong, Stockholm, mars 1965.
- Betongvaruindustrin i Sverige, *Bährner, B-O*, Särtryck ur Cement och Betong 1965:2.
- Betongvaruindustrin, Katalog över betongvaru- och elementfabriker i Sverige med produktionsinriktningen angiven. Cementa, Halmstad 1965.
- Fifth International Congress of the Precast Concrete Industry. Sammanställning av föredragsserie, Cement and Concrete Association, London 1966.
- Handbuch der Fertigteilmontage Band II, Hallen und Flachbauten, Zweckbauten mit grossformatigen Stahl- und Spannbetonelementen, Konstruktion, Berechnung und Bauausführung, *T. Koncz*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1967.
- Betongvarubranschens struktur, Byggeforskningen, Rapport 17:1966, Stockholm 1966.
- Inventering av stomsystem, Byggeforskningen, Rapport 42:1967, Stockholm 1967.
- Samlingsproblemer i montagebyggeri, *Johs F Munch-Petersen* och *Owe Eriksson*, SBI-rapport 38, Köpenhamn 1963.
- Neue Probleme der Vorfertigung, Entwicklungsstand des Montagebaus in verschiedenen Ländern, Deutsche Bauakademie, Berlin 1964.
- Danskt monteringsbygge, Ballerup-planen, *Göran Hellsten*, Byggeforskningen, Informationsblad 1963:29, Stockholm 1963.
- Ausbildung der Fugen im Grosstafelbau, *R v Halász* und *G Tantow*, Institut für Baukonstruktion und Festigkeit, Berlin. Berichte aus der Bauforschung Heft 39, Berlin 1964.
- Fogar i ytterväggar av betong — fogmassor, *P-O Nylund*, Byggeforskningen, Särtryck 2:1964, Stockholm 1964.
- Vorfertigung, Handbuch des Bauens mit Fertigteilen, *W Meyer-Bohe*, Essen 1964.
- Tetting med fugekitt, *T Gjelsvik*, Norges Byggeforskningsinstitut, Särtryck 99/65. Se även Byggnadsindustrin nr 14/65.
- Principer för fogtätning mot vind och regn, Tidskriften Byggnadsvärlden nr 38, 1960.
- Handboken BYGG.
- Bostäder med modul (A-systemet), *B. Hylén*, Byggnadsindustrin 5.66, Stockholm 1966.
- Hussystem S, AB Strängbetong, Handling 01.67, Stockholm 1967.
- Så monterar vi: Vinkelement, *K. Jönsson*, Byggnadsindustrin 7.66, Stockholm 1966.
- Elementbyggnadssystem för bostadshus i Norrköping, *A. Johnson*, Tekn. Dr Arne Johnson Ingenjörbyrå, Tekniska meddelanden nr 14, Stockholm 1965.