

DK 69.057.5

NYERE BETONFORME  
TEKNISK REDEGØRELSE

KNUD E. C. NIELSEN  
CIVILINGENIØR

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

*ex. 6*

21 JULI 1988

*00939 P*

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT STUDIE NR. 18

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1955

## STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

*(Borgergade 20, København K., Tlf. Palæ 9855-9851)*

er en selvstændig institution, der ledes af en bestyrelse udpeget af boligministeren, er oprettet ved lov nr. 123 af 19. marts 1947,

har til opgave »- at følge, fremme og samordne teknisk, økonomisk og anden undersøgelses- og forskningsvirksomhed, som kan bidrage til en forbedring og billiggørelse af byggeriet, samt at udøve oplysningsvirksomhed angående byggeforskningens resultater.

## NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

*(Blindern, Oslo, Tlf. 69 50 90)*

NBI er et selvstendig institutt under Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, som oppnevner styret. NBI ble opprettet 1953 og avløste det midlertidige Kontoret for byggforskning fra 1949.

NBI skal fremme byggforskningen ved å klargjøre oppgavene og få dem løst; ved å virke for frivillig koordinering av tiltak og sørge for at forsøksresultater blir gjort kjent.

NBI skal samarbeide med myndigheter, organisasjoner o. a. og bistå offentlige og private oppdragsgivere.

## STATENS NÄMD FÖR BYGGNADSFORSKNING

*(Styrmanngatan 26, Stockholm Ö. Tel. 63 09 65)*

SNB sorterar under Socialdepartementet.

SNB övertog 1953 och utvidgade det arbete, som tidigare utförts av Statens Kommitté för Byggnadsforskning, som tillkom 1942.

SNB har till ändamål att främja forskning och rationalisering inom byggnadsfacket med tonvikten lagt på husbygge.

SNB sprider forsknings- och försöksresultat i form av meddelanden, rapporter och broschyrer samt genom artikler i facktidsskrifter.

STATENS TEKNISKA FORSKNINGSANSTALT  
VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSLAITOS*(Lönnrotsgatan 37, Helsingfors. Tel. 11 151)*

Anstalten som konstituerades 16. 1. 1942 (förfatningssamling n:o 44) är underställd handels- och industriministeriet.

På Statens tekniska forskningsanstalt ankommer att bedriva teknisk forskningsverksamhet i vetenskapligt och allmännyttigt syfte mm. på byggnadstekniska området, att utföra materialprovningssuppdrag jämte andra forskningsuppdrag samt att bistå tekniska högskolan i undervisnings- och forskningsarbete.

## NYERE BETONFORME

TEKNISK REDEGØRELSE

KNUD E. C. NIELSEN

CIVILINGENIØR

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT STUDIE NR. 18

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1955

## FORORD

I sommeren 1952 nedsatte SBI et udvalg, der skulle forestå udarbejdelsen af en anvisning vedrørende betonforme. Emnets størrelse nødvendiggjorde hurtigt, at man først og fremmest koncentrerede sig om dæk-forme, og indenfor dette område igen om den traditionelle form bestående af enkelte brætter. Uanset alle nyere opfindelser måtte man nemlig forudse, at denne form en lang tid fremover ville være den almindeligste, og en forundersøgelse viste, at den ofte udførtes med et unødigt ekstraforbrug af træ og arbejds løn.

Da manuskriptet til denne anvisning i sommeren 1954 var færdigt, anså vi tiden for at være inde til at udvide rammerne for arbejdet, og til vejledning for udvalget anmodede man civilingeniør KNUD E.C. NIELSEN om at udarbejde en redegørelse over mulighederne for en fremtidig indsats på form-området.

Denne redegørelse fremlægges hermed. Uanset at den oprindeligt kun var tænkt som internt vejledende for SBI, har vi ment det rigtigt at offentliggøre den i vor serie af studier, dels fordi den utvivlsomt kan være til nytte i det rationaliseringsarbejde, der foregår udenfor SBI, dels fordi der vil hengå nogen tid, inden en ny anvisning kan være færdig.

Med hensyn til redegørelsens indhold kan der være anledning til her at bemærke, at en tilbunds gående økonomisk analyse af de nyere form-systemer viste det sig desværre hurtigt umuligt at gennemføre på det nuværende tidspunkt. Opgaven begrænsedes derfor i oktober måned til i første omgang at omfatte en teknisk redegørelse for de nyere betonforme, og det er denne redegørelse, som her præsenteres.

Redegørelsen omfatter sådanne spørgsmål vedrørende forme, formsætningsdetaller og formsætningsmetoder, hvor de nye forme på en eller anden måde skiller sig fra den traditionelle form af træ med beklædning af brætter.

Materialet til redegørelsen er baseret på ingeniør NIELSEN's iagttagelser fra svenske og danske byggepladser, på oplysninger hentet fra litteraturen - fremfor alt tidsskriftsartikler - samt på brochurer fra materialeleverandører.

Civilingeniør BIRGER WARRIS fra SBI har medvirket ved indsamlingen af det danske materiale, og vi benytter lejligheden til at takke ingeniør NIELSEN og ingeniør WARRIS for det gode, omhyggelige og dog hurtigt udførte arbejde.

Maj 1955.  
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
Niels Munk Plum.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Indledning.	side
1.1 Formudgifter	3
1.2 Formudgifternes fordeling mellem arbejds-løn og materialer.	3
1.3 Formudgifternes fordeling på formdetaller	4
1.4 Traditionel form - moderne form	4
2. Nyere formmaterialer og arbejdsmetoder	7
2.1 Formplader, beklædnings- og påstrygningsmidler	7
2.10 Alment	7
2.11 Bræddeflager	8
2.12 Krydsfiner	12
2.13 Træfiberplader	16
2.14 Stålpplader	20
2.15 Øvrige pladematerialer	22
2.16 Beklædnings- og påstrygningsmidler	24
2.17 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering	27
2.2 Dækform	29
2.20 Alment	29
2.21 Raster	33
2.22 Dragere	34
2.23 Bomme	38
2.24 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering	42
2.3 Vægform	42
2.30 Alment	42
2.31 Formflager og kassetter	44
2.32 Bindinger	48
2.33 Afsætning	52
2.34 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering	54
2.4 Bjælkeform og søjleform	56
2.5 Glideform	56
3. Sammenfatning med kommentarer	59
4. Litteraturfortegnelse	65
5. Fortegnelse over materialfabrikanter og materialleverandører.	67

# I. INDLEDNING

## I.1 Formudgifter

Udgifterne til formen udgør en stor del af de samlede udgifter til en betonkonstruktion. Ved en af beregningsfirmaet "Mudex" gennemført standardberegning (1) på en boligblok i provinsen omfattende 36 lejligheder i 3 etager med murede vægge og 14 cm massive jernbetondæk fandt man således den i tabel 1 angivne fordeling af udgifterne til jernbetonarbejdet (hovedsagelig traditionel dækform).

Beregningsen i tabel 1 er udført med august 1952 som prisbasis. Siden da er prisen på armeringsjern faldet med 25-30%, hvilket medfører, at formens andel i de samlede udgifter til betonkonstruktionen stiger til 32-35%. I de sidste måneder er der dog igen indtrådt en kraftig stigning i armeringsjernet pris.

Ved vægform kommer formens andel i udgifterne let op på 50% eller mere.

Tabel 1. Formudgifternes andel i de totale udgifter til betonarbejdet. (Traditionel dækform).

	Arbejds-løn % af total arbejds-løn	Material-udgifter % af totale material-udgifter	Arbejds-løn + material-er % af samlede udgifter
Form	44	20	28
Beton	24	32	29
Armering	32	48	43
Sum	100	100	100

## I.2 Formudgifternes fordeling mellem arbejds-løn og materialer

Formudgifternes fordeling mellem arbejds-løn og materialer fremgår af tabel 2, som gælder for traditionel form:

Tabel 2. Traditionel form.

Formudgifternes fordeling på arbejds-løn og materialer.

	Arbejds-løn %	Material-er %	Sum %	Summa pris kr/m <sup>2</sup> form-areal
dækform	34	66	100	7.25
vægform	49	51	100	9.57

Beregningsen for dækforme er hentet fra SBI's anvisning nr.15 (2). Beregningsen for vægform er udført af "Mudex" i november 1954 og gælder en uarmeret betonvæg med hensyntagen til hjørner, ydervægge og åbninger. Priserne omfatter egentlig materialeudgift og arbejds-løn, men ik-

ke f.eks. mestersalær, og er iøvrigt kun gyldige under de forudsætninger for afskrivningsprocenter, daglønstillæg m.v., der fremgår af den angivne litteraturhenvisning.

Ved den tidligere omtalte standardberegning af "Mudex" (1), hvor formsætningen hovedsageligt har omfattet massive jernbetondæk (80% af formarealet) samt hoved- og mellemrepose, altanbrystninger og altanbunde, fandt man følgende fordeling af udgifterne til formen:

Arbejdsløen 49%, materialer 51%.

Man konstaterer således, at ingen af delposterne (arbejdsløen-materialer) er dominerende - begge er af betydning.

### I.3 Formudgifternes fordeling på formdetaller

SBI har tidligere udført den i tabel 3 angivne analyse af formudgifternes fordeling på formdetallerne ved traditionel dækform (2), hvoraf fremgår, at 97% af materialeudgifterne er at henføre til afskrevet træmængde.

Den afskrevne træmængde udgør ved den af SBI foreslåede standardform for dækforme ca. 13,0 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> formareal (0,47 kbf/m<sup>2</sup>). Svenske undersøgelser (3) viser variationer i træforbruget på 0,16 - 0,67 kbf/m<sup>2</sup> formareal for grundforme, og samme variation påstås i princippet også at gælde for dækforme. (De store variationer beror på forskelligartede byggemetoder og formkonstruktioner).

På materialesiden dominerer formbrædderne (60%), fulgt af bomme (19%) og rideplanker (13%).

På arbejdsløensiden dominerer bomme (41%), fulgt af formbrædder (24%), strøer (16%) og rideplanker (14%).

Den af "Mudex" gennemførte beregning for traditionel vægform (jfr. tabel 2), viser et træforbrug på ca. 11,0 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> formareal (0,39 kbf/m<sup>2</sup>), hvilket svarer til 80% af materialeud-

Tabel 3. Formudgifternes fordeling på formdetallerne. (Traditionel form).

	Arbejdsløen % af		Materialer % af		Arbejdsløen + materialer % af samlede udgifter
	samlede udgifter	total arbejdsløen	samlede udgifter	totale materialeudgifter	
Bomme, afsværtning m.m.	15	41	12	19	27
Rideplanker	5	14	8	13	13
Strøer	6	16	3	5	9
Formbrædder	9	24	38	60	47
Diverse	2	5	2	3	4
Sum	37	100	63	100	100

gifterne; formbrædderne sluger også her langt den største del af træforbruget (58%).

### I.4 Traditionel form moderne form

Den foran givne oversigt over formudgifterne er medtaget for at give en baggrund for kritik af traditionel form og for at kunne opstille retningslinier for modernisering af betonforme.

Man konstaterer heraf, at formudgifterne udgør 30-50% af de samlede udgifter til betonkonstruktionen, samt at materialeforbruget - d.v.s. træforbruget - udgør 40-65% af formudgifterne. Disse udgifter - i særdeleshed træforbruget - virker "urimelige". når man betænker, at formen er en ren hjælpekonstruktion, som ikke indgår i det færdige hus.

Den traditionelle formsætning må i dag nærmest betragtes som en overlevering fra en svunden tid, da træ var et relativt billigt materiale, og arbejdsløningerne var lave. Den dag i dag udføres dog praktisk taget al formsætning for betonkonstruktioner i husbygning på traditionel måde. Ved en rundrejse i Danmark i august og november måned 1954 lykkedes det således ikke at finde mere end ca. 20 færdige eller under bygning værende objekter, hvor moderne forme blev anvendt (herved bortses fra huse af fabriksfremstillede elementer).

Som en indledning til en diskussion af de muligheder, som kan tænkes for modernisering og rationalisering af betonformen, kan det være interessant at fremlægge resultatet af Mejse Jacobsens udredning fra 1950 (4) angående arbejdslederens muligheder for ved god planlægning af byggearbejdet - indenfor de givne traditionelle byggemetoder - at påvirke de totale byggeudgifter:

For Kungliga Bostadsstyrelsens indexhus i Stockholm (3 etager, med ydervægge i kælder af beton, ydervægge for øvrigt af letbetonblokke, dæk af krydsarmeret beton, byggevolumen 3264 m<sup>3</sup>)

fandt man, at arbejdslederen kunne påvirke de totale materialeudgifter så meget, at det skulle betyde en besparelse i de totale byggeudgifter for det indflytningsfærdige hus på 2,93%. Af denne besparelse falder 1,48% - altså ca. halvdelen - på mindskning af spildet i arbejds-træ - hovedsagelig formtræ.

På samme måde fandt man, at arbejdsledelsen kunne påvirke lønnen til tømrere og "grov"arbejdere så meget, at det skulle betyde en besparelse i de totale byggeudgifter på 3,62% henholdsvis 8,42%. Den største del af besparelsen i tømrerlønnen og en del af besparelsen i "grov"-arbejderlønnen falder på formarbejdet.

Sammenlagt skulle en arbejdsleder således blot ved at rationalisere den traditionelle formsætning kunne mindske de totale udgifter for det indflytningsfærdige hus med rundt regnet 6% (1,48% + ca.3% + ca.1,5%). Det er en betydelig besparelse, som således skulle kunne opnås (eller i hvert fald ansås mulig i Sverige 1950), uden at man går over til, hvad der i denne redogørelse forstås ved moderne forme.

Med udgangspunkt i de foran sammenstillede formudgifter og deres fordeling kan man angive følgende retningslinier for en modernisering - eller rationalisering i betydningen forenkling og billiggørelse - af formen.

#### A. Besparelser i arbejdsløen.

Dette bør kunne opnås ved:

at opbygge formen af større enheder, hvorved arbejdslømmængden for opstilling og nedtagning mindskes. Disse større enheder, hvis størrelse egentlig blot begrænses af transportmulighederne på byggepladsen, kan enten leveres færdige fra fabrik (formflager af brædder, formplader af krydsfiner, træfiberplader, stål eller færdige kassetter) eller fremstilles på arbejdspladsen.

at anvende indstillelige bomme og/eller dragere.

at begrænse formelementerne til et fåtal standardenheder og samtidigt udforme betonkonstruktionen således, at formsætningen så langt som muligt kan udføres med blot disse enheder, og derved opnå, at det "traditionelle tømrerarbejde med hammer, søm og sav" mindskes mest muligt.

at anvende materialer, som fordrer mindst mulig vedligeholdelse, er lette at gøre rene, og som for støbeflagens vedkommende let slipper betonen.

at anvende sammenkoblingsanordninger for formelementerne, som er lette at låse og åbne (uden søm og helst også uden skruer og bolte).

at planlægge formarbejdet grundigt i forvejen og udarbejde formtegninger.

En forudsætning for opnåelse af reelle besparelser i penge efter disse retningslinier er dog en ændring i eller et tillæg til de gældende akkordprislister. Langt den største del af alt formarbejde udføres på akkord efter visse fastsatte priser pr.m<sup>2</sup> formareal, pr. lb.m bom, rideplanke o.s.v. De besparelser i tid eller arbejdsområde, som opnås ved at arbejde med kassetter, indstillelige bomme, dragere o.s.v., afspejles således ikke i den for arbejdet udbetalte akkord, men kun i det udbetalte dyrtidstillæg, som er baseret på antallet af arbejdstimer. For at de nævnte besparelser skal blive fuldt effektive, må der opstilles nye akkordpriser, som afpasses således, at den totale timemfortjeneste bliver ens for nye og for traditionelle arbejdsmetoder.

#### B. Besparelser i materialeudgifter.

I denne forbindelse er det afskrivningen pr. gang anvendelse, som er aktuel. Ved afskrivningen forstås her forholdet mellem den i formmaterialerne investerede kapital og det antal gange, formmaterialet kan anvendes. Dette forhold skal mindskes, hvis man skal sætte materialeudgifterne ned.

Dette bør kunne opnås ved:

at mindske materialeomfanget i formen, hvilket kan gøres ved nøjagtig dimensionering.

at mindske spildet ved anvendelse af store standardenheder og ved standardisering og forenkling af formkonstruktionen og kontrol med træets anvendelse.

at anvende formmaterialer med større levetid evt. på bekostning af en større investeret kapital, men med en resulterende mindskning i afskrivningen. De fleste af de moderne formmaterialer fungerer økonomisk på denne måde. I stedet for træ anvendes forædlede træprodukter (krydsfiner, træfiberplader) eller stål, som er dyrere i anskaffelse, men som har en betydeligt større levetid.

at håndtere eller præparere formmaterialerne eller udføre formen således, at levetiden øges, (varsommere arbejdsteknik, oliering og lake-ring, udføre formen som robuste kassetter i stedet for af løse smfindtlige enheder).

De fleste moderne forme er fremkommet netop i den hensigt at presse formudgifterne ned. Nydannelser er dog også sket af andre årsager. For eksempel har de pudsfrie betonhuse medført en speciel udvikling af formplader (først og fremmest af hensyn til overfladeegenskaberne), fugekonstruktioner og sammenkoblingsanordninger for vægforme.

I andre tilfælde har mere lokalt eller tidsbetonede årsager som f.eks. mangel på en vis kategori af arbejdskraft, mangel på visse materialer evt. i forbindelse med importvanskeligheder af valutamæssig art o.s.v. bidraget til udviklingen. Således mener man i Sverige, at den ringe nyrekrutering af faglærte arbejdere til byggeindustrien har medvirket til at føre de moderne betonforme frem, og i Danmark er det bl.a. det store valutakrævende træforbrug til betonformene, som har aktualiseret de moderne forme.

Størstedelen af nyhederne indenfor formområdet er af udenlandsk oprindelse (fremfor alt fra USA, England, Tyskland og Sverige). Det er derfor ikke på forhånd givet, at de falder gunstigt ud i Danmark, hvor forholdet mellem priserne på de forskellige materialer og forholdet mellem materialepriser og arbejds løn kan være et helt andet end i formens "fødreland".

Det er dog karakteristisk, at de fleste nyheder findes inden for de områder i foranstående oversigt over formudgifterne, som udgør den største del af udgifterne. Det er formplader og kassetesystemer - 24% af arbejds lønnen og 60% af materialeudgifterne ved traditionel dækform -, bomme (stål-, rør- og indstillelige) - 41% resp. 19% - samt fritbærende dragere (55% resp. 32%, hvis de regnes at erstatte bomme og rideplanker), som dominerer billedet.

De forsøg, der hidtil er udført i Danmark med moderne betonforme, er for få til at danne grundlag for en økonomisk analyse af problemet.

I de følgende afsnit gives en beskrivelse af moderne forme (formmaterialer, formkonstruktioner og arbejdsmetoder.)

Hvert hovedafsnit afsluttes med en diskussion af økonomien samt en vurdering på baggrund af de foran opstillede generelle retningslinier for modernisering af betonforme.

## 2. NYERE FORMMATERIALER OG ARBEJDSMETODER

### 2.1 Formplader, beklædnings- og påstrygningsmidler

#### 2.10 Alment

Formplader er den del af formen, som kommer direkte i berøring med betonen gennem støbeflader. Formpladerne er planparallelle, skiveformede enheder, som f.eks. udgøres af almindelige bræddeflager, finer, krydsfiner, træfiberplader, stålplader eller kombinationer af disse materialer, f.eks. bræddeflager beklædt med finer, træfiberplader eller stålplader.

For at opnå et bedre resultat (øget levetid hos formpladerne, lettere arbejde, eller bedre betonoverflader) anvendes beklædninger (f.eks. hessian, plasticimprægneret papir) eller påstrygninger (lakker, olier m.v.) på formpladerne.

Formpladerne indgår i den færdige form på 3 principielt forskellige måder, nemlig som

- a. "Løse" plader eller flager (fig.44, s. 45) - d.v.s. at opsætningen og nedtagningen udgør en særlig arbejdsoperation.
- b. Integrerende del af kassetter (fig.47, s.46) - d.v.s. formelementer, hvor formpladen og den bagved liggende bærende konstruktion (rammen) - svarende til strøerne i dækform og oplænderne i vægform - inden formopstillingens påbegyndelse er sammensat til et element, som ikke er større eller tungere end, at een eller evt. to mand kan håndtere det.

- c. Integrerende del af "store formelementer" (fig.40, s. 43) - d.v.s. elementer, som dækker en hel væg eller et helt dæk, og i hvilke formpladerne inden formopstillingens påbegyndelse er sammenbygget med den bærende formkonstruktion.

(Konstruktionsdetaller og arbejdsteknik for disse 3 formsætningsmetoder beskrives nærmere i afsnittene 2.2 (dækform) og 2.3 (vægform)).

Formpladerne udsættes for hårde påvirkninger såvel under udstøbningen af betonen som under forarbejdet, transporten og lagringen. Kravene til formplader kan opdeles således:

Styrke - d.v.s. evne til at optage de belastninger, de udsættes for.

Stivhed - d.v.s. evne til uden skadelige deformationer at tåle de belastninger og fugtpåvirkninger, de udsættes for under støbningen.

Dimensionsstabilitet - d.v.s. evne til uden skadelige deformationer at tåle de belastninger og fugtpåvirkninger, de udsættes for under støbning, transport og lagring (svind, udvidelse og "kastninger").

Affinitet til beton - d.v.s. pladernes indvirkning på betonoverfladen (blæredannelse, misfarvninger, støvede overflader m.m.) samt betonens indvirkning på pladerne (vedhæftning, ødelæggelse m.m.).

Holdbarhed - i betydningen levetid - ved påvirkningerne på en byggeplads (mekaniske påvirkninger under transport og forarbejde,

påvirkninger af kemisk-fysisk natur fra betonen, påvirkning af fugt, frysning og optøning med damp).

Bearbejdélighed - d.v.s spørgsmålet om, hvorvidt formlader kan bearbejdes (tilskæres, sømmes).

I de følgende underafsnit gennemgås en række moderne formlader på baggrund af disse tekniske krav.

## 2.11 Bræddeflager

Den enkleste form af bræddeflager fremstilles på byggepladsen ved at samle almindelige formbrædder til flager ved hjælp af påsømmede revler (fig.45, s.45). Det er en gammelkendt metode, som findes prissat i akkordprislister. Ved passende byggeobjekter kan metoden utvivlsomt føre til besparelser i materialeforbrug og arbejdsløn på grund af mindre spild og lettere opstilling og nedtagning af formen. Det er dog vanskeligt at angive generelle retningslinier for metodens anvendélighed, dels fordi prissætningen er behæftet med en del komplicerede, af formaterne afhængige, procentuelle tillæg på endespriserne, dels på grund af den usikkerhed, som tidsbesparelserne - og dermed besparelserne i dyrtidstillæg - er behæftet med.

Metoden er i denne redegørelse nærmest at betragte som traditionel og skal ikke yderligere berøres.

I begyndelsen af 30'erne introduceredes fabriksfremstillede bræddeflager i Sverige. I Danmark dukkede de op i begyndelsen af 40'erne, og siden da er udviklingen på dette område gået rask fremad i de skandinaviske lande og Tyskland.

Disse bræddeflager fremstilles af fyrre- eller granbrædder og forekommer enten høvlede på begge sider, høvlede på en side og ru på den anden eller ru på begge sider - i alle 3 tilfælde dog med konstant bræddetykkelse. Begge sider kan anvendes som støbeflader. I Sverige har der en overgang været en flage på markedet med kun en anvendelig side (bagsiden ru, men med vankanter).

For det meste støber man mod den ru side. Ved konstruktioner, som skal pudses, bør man fortrinsvis støbe mod den ru side, eftersom den høvlede side giver glattere betonoverflader, hvor det kan være vanskeligt at få pudsen til at hænge fast.

Angående oliering henvises til afsnit 2.16.

Bræddebredden varierer fra fabrik til fabrik og meget ofte også inden for samme fabrikat og til og med inden for samme flage. Af hensyn til betonoverfladens udseende bør brædderne være lige brede, i hvert fald ved upudsede overflader. Bræddebredden bør være så lille som muligt og

helst ikke overstige ca. 90 mm af hensyn til fugtbevægelserne hos brædderne.

Flere forskellige systemer for sammenlåsning af brædderne forekommer

1. Låsning kant til kant (fig.1)
2. Bølgesøm (2-3 stk. pr. meter fuge) - blanke eller rustbeskyttede - evt. kombinerede med rundjern indlagt i noter ved enderne. (fig.2)
3. Kamformet jern presset ned i overfladen, og som forbinder samtlige brædder i en flage. (fig.3.)
4. Rundjern stukket igennem bræddernes neutrale akse og låst ved en ombøjning eller splitting, som presses ind i flagekanten. (fig.4)
5. Snoet firkantjern stukket gennem bræddernes neutrale akse - uden anden låsning end den, som opnås gennem snoningen. (fig.5)
6. Klotappe (ty. Krallendübel) placeret i bræddernes neutrale akse. (fig.6)

De vigtigste krav til låsesystemer er:

at de på effektiv måde skal låse brædderne sammen, så de samvirker ved punktbelastninger (+ for systemerne a, d, e og f),

at de ikke må virke svækkende på bræddernes styrke (+ for a, d, c og f),

at de ikke må give aftryk på betonen (+ for a, d, c og f),

at de bør ligge beskyttede mod rustangreb og anden form for beskadigelse (+ for d, e og f), samt

at de bør udformes således, at pladerne kan bøjes noget vinkelret på brædderetningen (+ for d, e og f).

Det er således blot systemerne d, e og f, som er fuldt tilfredsstillende.

Ved fugtpåvirkninger - f.eks. vandopsugning under regnvejr eller formvandning - beholder bræddeflager af type d og e de af låseanordningerne fikserede tværmål. De enkelte brædder udvider sig derimod lidt, og det er derfor ved disse systemer vigtigt, at brædderne leveres nøjagtigt forkonditionerede (f.eks. 17% fugtighedsindhold) og med et mellemrum mellem brædderne svarende til, at fugerne lukker sig helt under formvandningen inden støbningen. For store mellemrum mellem brædderne giver en grim betonoverflade, og betonslam sætter sig fast i fugerne og er meget vanskelig at få bort. Eftersom disse flager ikke ændrer tværmål kan de udlægges uden indbyrdes hulrum.

Bræddeflager af type f giver ingen fugeproblemer i selve flagen, men derimod ved de lange fuger mellem flagerne. Låseanordningen fikserer her brædderne to og to i forhold til hinanden, men derimod ikke tværmålet. Disse flager må ved

leveringen ikke udvise mellemrum mellem brædderne og skal udlægges med spillerum af hensyn til udvidelsen under formvandningen.

Formatet og tykkelsen på bræddeflagerne bør standardiseres så langt, det er muligt. Længderne bør fastsættes således, at det med det færreste antal standardlængder bliver muligt at opbygge flere mulige længder, der er multipla af 10 cm. En udlapning på 10 cm eller mindre er nem at udføre med en scålplade eller et bræt.

I Sverige har Standardiseringskommissionen fastlagt de i tabel 4 og tabel 5 angivne mål for flager til betonforme (SIS, 509301).

Tabel 4. Byggemål for bræddeflager.

Længde (dm)					Bredde (dm)	
10	(11)	12	15	18	4	5

Dimensionen i parentes bør undgås, men er taget med, da den er nødvendig for at kunne opbygge alle decimetermål over 20.

Tabel 5. Fremstillingsmål for bræddeflager.

Længde mm				Bredde mm		Tykkelse mm	
Maks.	1001	1201	1501	1801	403	503	25
Min.	999	1199	1499	1799	397	497	24

Kantsiderne skal være parallelle med en tolerance på  $\pm 1$  mm. Kravene til mål og parallelitet gælder for formlader med normal fugtighedsindhold, ca. 17%.

Disse standardiserede mål er fordelagtige også af den grund, at standardlængderne er delelige med 50 eller 60 cm, hvilket i Sverige anses for at være passende strøafstande med 1" flager ved de normalt forekommende belastninger på forme i husbyggeri.

Låsejernene bør være placeret således, at de ikke hindrer en renskøring af pladerne til nærmeste mindre standardmål.

Forfiningen af bræddeflagerne ser ud til at være nået længst i Tyskland - sandsynligvis på grund af de meget vanskelige materialeforhold og pengeknapheden efter krigen. Udviklingen er der gået i retning af en betydelig forøgelse af levetiden, hvilket opnås ved anvendelse af gode trækvaliteter, ved at forsyne ender og hjørner med jernbeslag (fig.7), samt ved at levere flagerne imprægnerede og olierede fra fabrik (f.eks. Alpine-Schalungsplatten). Præparering af flagerne kombineres ofte med en farvning, som af psykologiske grunde synes at medføre en skånsommere behandling på arbejdspladsen.

I Danmark forekommer to fabrikater af bræddeflager - begge fremstillet i Danmark - nemlig

ROLDPLADER og SKALLASPLADER. Begge plader tilhører i princippet typerne d eller e og fremstilles fortrinsvis i 50 cm bredde.

Roldpladerne leveres i ønsket længde og tykkelserne 7/8" - 5/4" med en høvlet og en ru side.

Skallasplader leveres almindeligvis i længderne 50, 100, 150 og 200 cm og tykkelserne 20, 22 og 25 mm med to ru sider.

En teknisk vurdering af bræddeflager på baggrund af de krav, som er opstillet i afsnit 2.10, giver følgende resultat:

Styrken /1/ og stivheden /2/ er noget bedre end ved formsætning med løse brædder på grund af den mere effektive låsning af brædderne mod hinanden. Dette bør eventuelt kunne udnyttes ved at tillade noget større strøafstande end i forme med løse brædder. Fremfor alt gælder dette i dækforme, hvor det er punktbelastninger fra transporten på formen, som er dimensionsgivende.

Dimensionsstabiliteten /3/ og affiniteten til beton /4/ er som ved traditionel bræddeform.

Levetiden /5/ synes at øges mærkbart i forhold til traditionel form. Forklaringen herpå er, at bræddeflager ikke går til spilde i samme udstrækning som løse brædder. Ved traditionel formsætning er det hovedsagelig spildet, som bestemmer levetiden, og ikke bræddernes holdbarhed. Anvendelsen af bræddeflager bygger jo på, at flagerne ikke skal bearbejdes ved formsætningen. Spildet bliver derfor mindre, og levetiden bestemmes i højere grad af træmaterialets holdbarhed ("slidstyrke").

De oplysninger, som foreligger om levetiden hos bræddeflager, er stærkt varierende (5-40 ganges anvendelse), hvilket naturligt beror på kvaliteten hos flagerne og den arbejdsmetodik, der anvendes, samt de krav, som stilles til betonoverfladens udseende. Det er dog interessant at lægge mærke til, at man i Tyskland har anset det for at være fordelagtigt at kantbeskytte hjørner og ender, hvilket tyder på, at det under visse forhold er hjørnernes og kanternes holdbarhed, som begrænser livslængden. Der foreligger dog ingen konkrete oplysninger om den forøgelse af levetiden, som kan opnås på denne måde. Den fordyrelse, som en sådan forstærkning medfører for en 23 mm tyk, på begge sider høvlet, olieret og imprægneret plade (50 cm x 150 cm), udgør i Tyskland 26,5% af prisen for en tilsvarende plade uden forstærkning (10,- DM/m<sup>2</sup> - 12,65 DM/m<sup>2</sup>). En forstærkning betaler sig således, hvis levetiden herved forøges med 26,5%, f.eks. fra 10 til 12,65 ganges anvendelse.

Levetiden for flagerne synes i almindelighed at være længere, når der støbes mod en høvlet

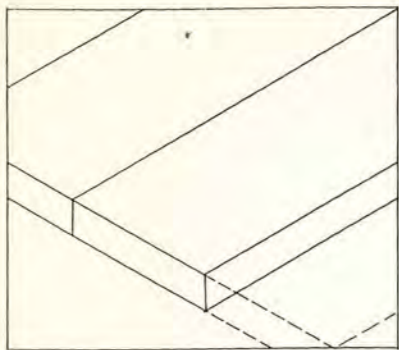
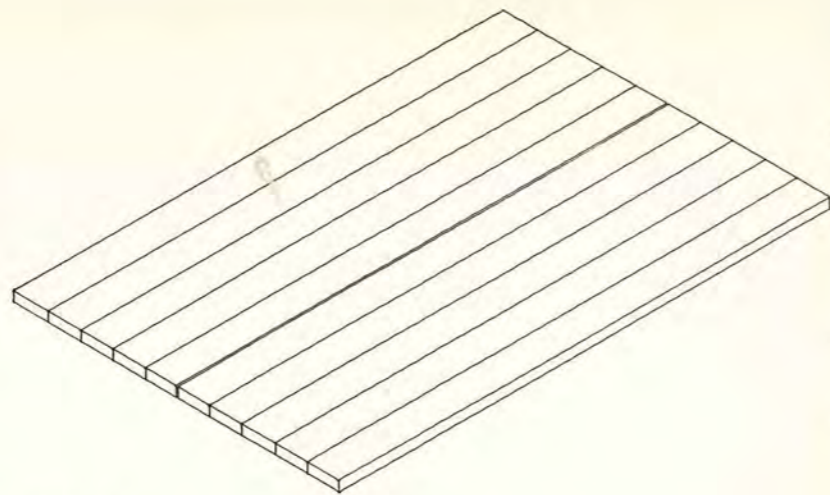


Fig. 1 Bræddeflage samlet ved limning af brædderne kant til kant.  
mål 1:5



mål 1:20

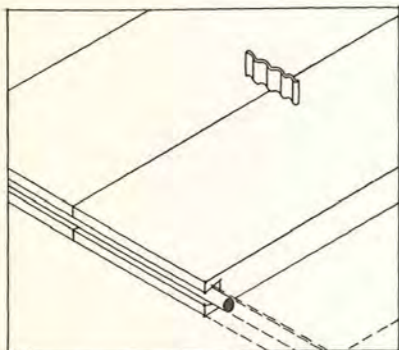
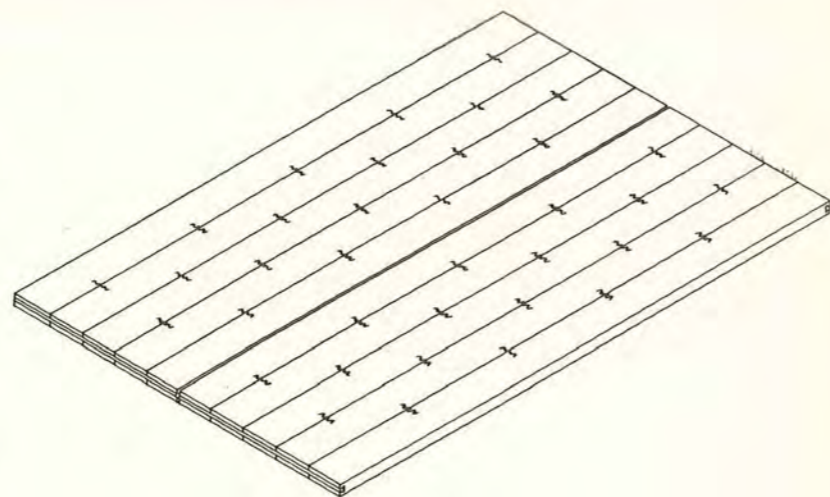


Fig. 2 Bræddeflage samlet med bølgesøm og rundjern i enderne, (HB).  
mål 1:5



mål 1:20

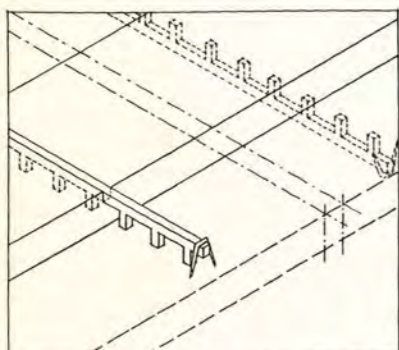
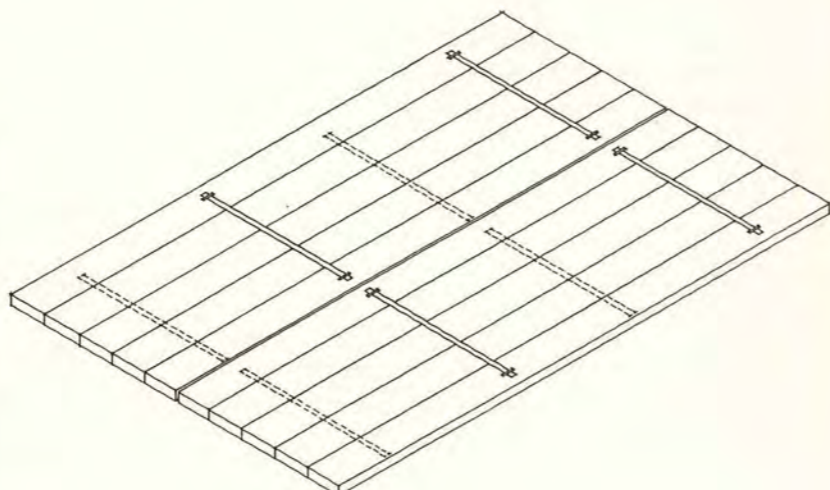


Fig. 3 Bræddeflage samlet med kamformet jern, (EENEX).  
mål 1:5



mål 1:20

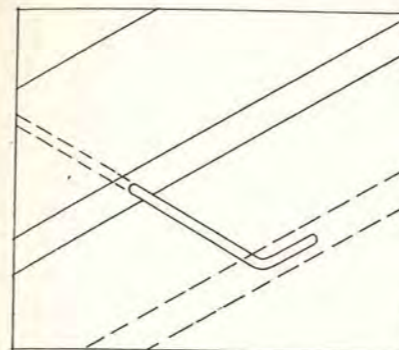
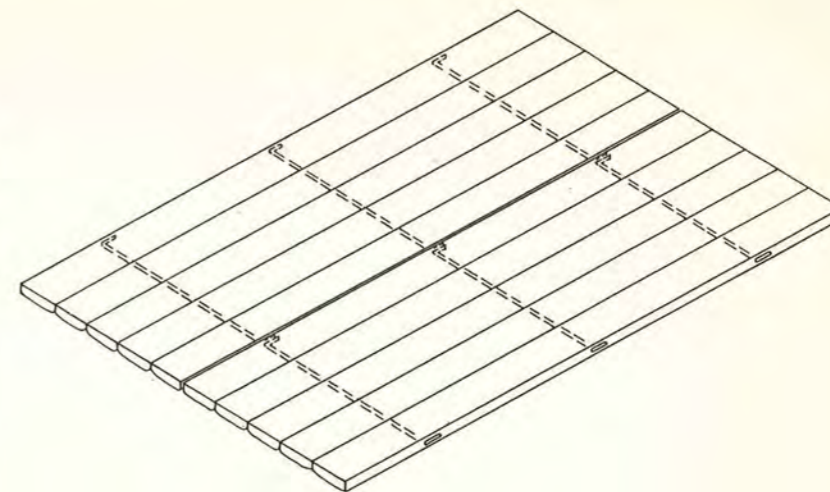


Fig. 4 Bræddeflage samlet med ombukket rundjern i den neutrale akse,  
mål 1:5



mål 1:20

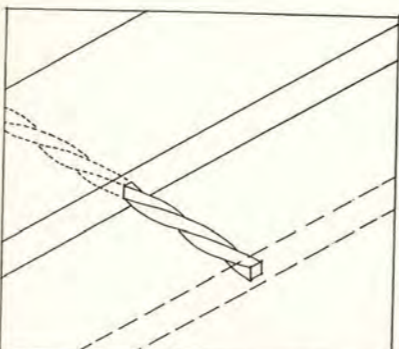
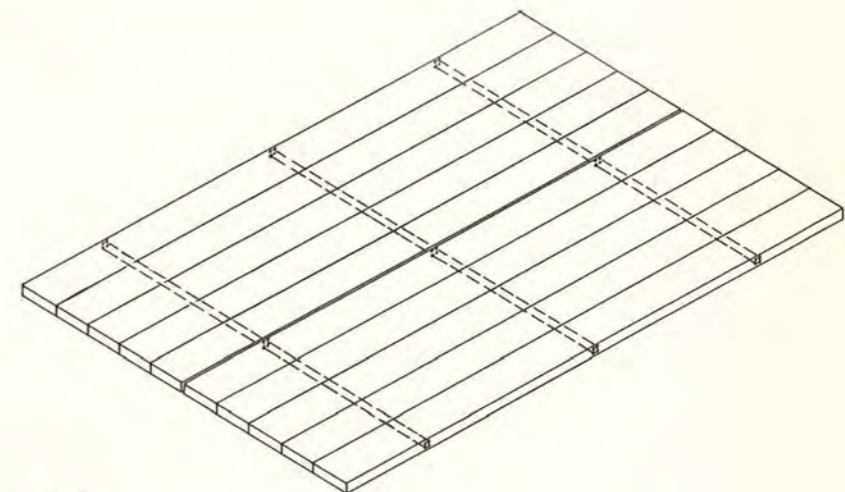


Fig. 5 Bræddeflage samlet med snoet firkant-jern i den neutrale akse,  
mål 1:5



mål 1:20

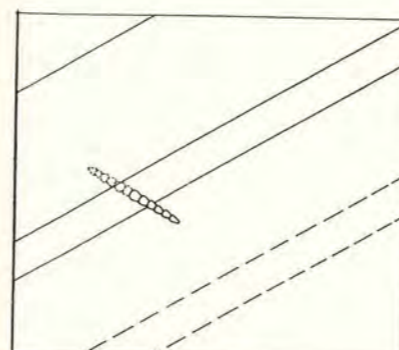
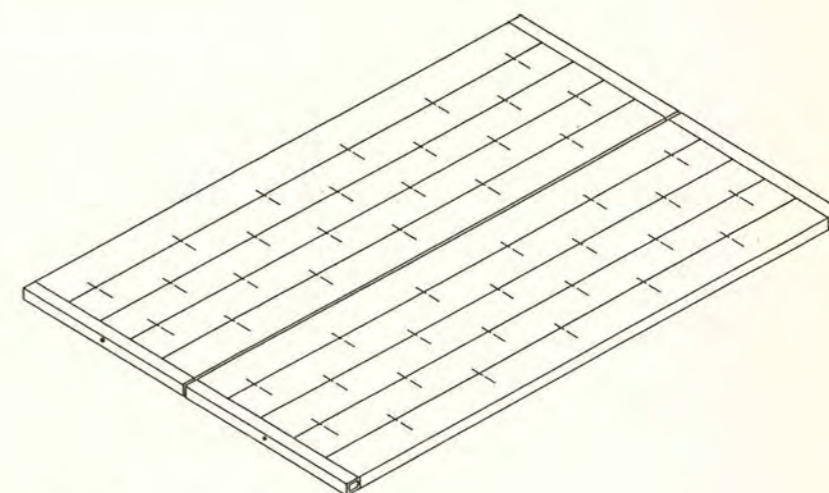


Fig. 6 Bræddeflage samlet med klotappe i den neutrale akse (ALPINE),  
mål 1:5



mål 1:20



side, end når der støbes mod en ru, under forudsætning af at den høvlede side passes med omhyggelig oliering. Forklaringen ligger i det mindre slid ved nedtagning og rengøring af høvlede brædder.

Bearbejdigheden /6/ hos træflager er, hvad savning angår, begrænset af låseanordningerne. Dette spiller dog ingen større rolle og kan til og med anses for at være en fordel, eftersom arbejderne derved ikke fristes til at save i pladerne.

En teknisk vurdering falder således ud til gunst for anvendelse af fabriksfremstillede bræddeflager.

Den økonomiske side af sagen samt en vurdering på baggrund af de generelle retningslinier for modernisering af betonforme diskuteres nærmere i afsnit 2.17.

(Litteraturhenvisninger: (2) og (5) - (12)).

## 2.12 Krydsfiner

De først kendte forsøg i større skala med krydsfiner udførtes i Frankrig allerede 1934 (13). Resultaterne af forsøgene, som gik ud på at anvende tynde krydsfinerplader som beklædning af tæt træform, fik dog aldrig nogen større udbredelse, hvilket sandsynligvis beroede på for ringe kvalitet hos den tids krydsfiner. Levetiden var for kort, og styrke, stivhed og dimensionsstabilitet for ringe til at motivere den ekstra udgift, som anvendelse af krydsfiner til beklædning af traditionel bræddeform medfører.

De sidste 10 år er der imidlertid sket en betydelig udvikling af krydsfineren i kvalitetsforbedrende retning, takket være fremkomsten af de moderne kunstharpikslimer og en bedre indsigt i en rationel opbygning og fremstilling af krydsfiner.

I USA havde krydsfiner praktisk taget udkonkurreret formbrædderne allerede i 1952 (14). Denne udvikling af formpladeteknikken har desuden utvivlsomt i høj grad bidraget til fremkomsten af det pudsfrie byggeri, som fordrer glat forskalling - d.v.s. store plane, glatte formplader med et minimum af fuger.

Krydsfinerens egenskaber bestemmes af træk-kvaliteten, krydsfinerens opbygning samt limfugernes kvalitet og kan yderligere forbedres gennem forskellige slags overfladebehandling og kantforstærkning.

Trækvaliteten i de skandinaviske lande er som regel fyr eller birk. I USA anvendes Douglas fyr (15), (19), i Frankrig poppel og gabon (13) og i Holland forskellige typer af mahogni (16).

De erfaringer, der foreligger med kommercielt fremstillede, prima skandinaviske fyrre- eller birkefinerer, tyder på, at kvaliteten hos

disse træsorter er fuldt tilfredsstillende til en god formplade. Det skulle således ikke være nødvendigt at gribe til dyrere, eksotiske træsorter. Ønsker man en yderligere forbedring af krydsfinerens egenskaber, opnås den sandsynligvis mere rationelt ved at belægge overfladerne og kanterne med plastic (se senere).

Trækvaliteten behøver i og for sig ikke at være ren, blot pladen er jævn og glat og uden revner og huller. For konstruktioner, som skal pudses, kan man meget vel tillade misfarvninger, propninger og fugninger i overfladefineren, under forudsætning af at propning og fugning er udført på en sådan måde, at de ikke forringer pladens levetid. For betonoverflader, som skal stå helt ubehandlede, foretrækker man dog en ren trækvalitet i overfladefineren - eller plader med en overfladebehandling (f.eks. plasticbelægning), som camouflerer eventuelle uregelmæssigheder i træet.

Krydsfineren bør opbygges af mange, tynde, krydslagte finerer. Herved låses svind og udvidelse under indvirkning af fugt på effektiv måde, og dimensionsstabiliteten forbedres. En svensk undersøgelse af fyrrekrydsfiner (18) omfattende 12,5 mm tykke plader med 5 lag og 18 mm plader med 7 lag viser, at udvidelsen efter 6 døgns vandlagring fra et fugtighedsindhold på 9% var mindre end 0,2% i skivernes plan og 4-5% på tykkelsen.

Kanternes styrke anses ligeledes at øges med antallet lag.

Som bekendt er træets elasticitetsmodul betydelig mindre vinkelret på fiberretningen end parallelt med fibre. Ved krydsfiner med kun få lag giver dette sig til kende i stærkt afvigende elasticitetsmoduler ved belastning parallelt med eller vinkelret på overfladefinerens fiberretning. Ved større antal lag jævnes denne forskel ud. Ved den svenske undersøgelse (18) fandt man ved forsøg med fyrrekrydsfiner med 12,5 mm's tykkelse og 5 lag og et fugtighedsindhold på 9% en elasticitetsmodul på 83.000 kg/cm<sup>2</sup> ved bøjning parallelt med overfladefinerens fiberretning og 64.000 kg/cm<sup>2</sup> ved bøjning vinkelret på overfladefinerens retning. Tilsvarende værdier for 18 mm krydsfiner med 7 lag var 66.000 kg/cm<sup>2</sup> henholdsvis 78.000 kg/cm<sup>2</sup>. Ved forsøg med samme krydsfinerkvaliteter efter 6 døgns lagring i vand fra et fugtighedsindhold på 9% fandt man for 12,5 mm's tykkelse elasticitetsmodulerne 62.000 kg/cm<sup>2</sup> parallelt med fiberretningen og 42.000 kg/cm<sup>2</sup> vinkelret på fiberretningen og for 18 mm's tykkelse 63.000 kg/cm<sup>2</sup> resp. 73.000 kg/cm<sup>2</sup>. Den svenske undersøgelse foreslår, at nedbøjningsberegningen ved dimensionering af betonformen baseres på  $E = 60.000 \text{ kg/cm}^2$  gældende i begge retninger og for

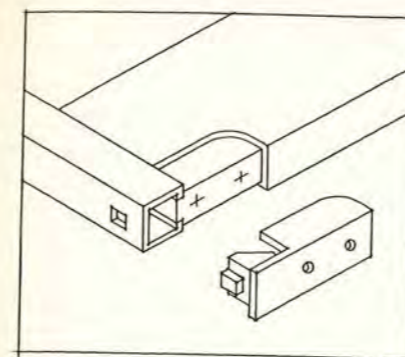
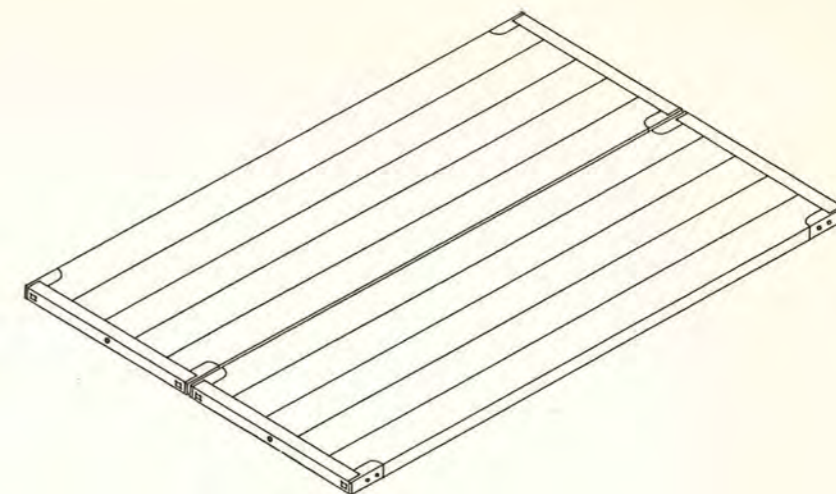


Fig.7 Bræddeflager. Beskyttelse af kanterne med jernbeslag (ALPINE). mål 1:5.



mål 1:20

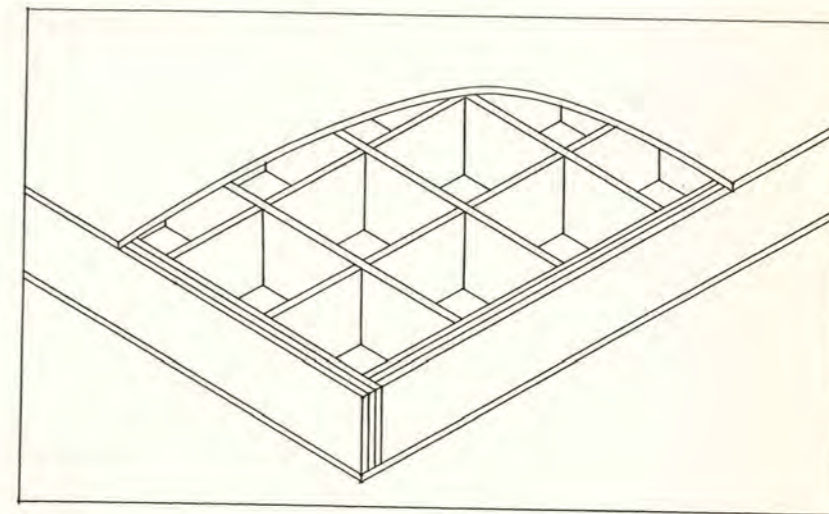


Fig.8 Formplade fremstillet efter lameldørsprincippet. (AB Statens Skogsindustrier), mål 1:5.

de fugtforhold, som optræder på en byggeplads.

For amerikanske krydsfiner af Douglas fyr (19) med 5 lag er opstillet nedbøjningsdiagrammer, hvor man har regnet med  $E = 81.500 \text{ kg/cm}^2$  for  $\frac{1}{2}$ " tykkelse og  $E = 67.500 \text{ kg/cm}^2$  for  $\frac{3}{4}$ " tykkelse. Disse værdier gælder dog kun ved bøjning parallelt med overfladefinerens fiberretning. Ved bøjning vinkelret på fiberretningen reduceres de angivne værdier for  $E$  til 40% for  $\frac{1}{2}$ " tykkelse og 73% for  $\frac{3}{4}$ " tykkelse.

Som resultat af omfattende franske forsøg (13) med krydsfiner af poppel og gabon, hvor bl.a. indvirkningen af antallet lag er blevet studeret, foreslås at regne med  $E = 35.000 \text{ kg/cm}^2$ . Ved fastsættelsen af denne relativt lave værdi er dog taget hensyn til indvirkning af såvel fugt som plastisk deformation ved gentagne anvendelser.

De bedste skandinaviske krydsfinerplader for betonforme fremstilles nu med 5 lag i tykkelserne 8-10 mm og 7 lag i tykkelserne på 12,5 mm og derover.

De angivelser af elasticitetsmoduler, som forekommer i brochurer fra krydsfinerfabrikanter, tager normalt ikke hensyn til indvirkning af fugt og plastiske deformationer ved gentagne anvendelser. I mangel på fuldstændige forsøg over krydsfinerpladers effektive elasticitetsmodul foreslås det at regne med  $E = 35.000 - 40.000 \text{ kg/cm}^2$ , som således skal dække over alle former for nedbøjning. Det er dog muligt, at man kan tillade sig at regne med en noget større værdi for plasticbelagt krydsfiner, under forudsætning af at plasticbelægningen forhindrer vandindtrængning.

Regner man med  $E = 35.000 \text{ kg/cm}^2$ , og sættes betontrykket i en dækform til  $500 \text{ kg/m}^2$  (20 cm dæk) og i en vægform (vibreret beton) til maksimalt  $2000 \text{ kg/m}^2$ , finder man for en 12,5 mm krydsfinerplade de i tabel 6 angivne praktisk anvendelige centrumsafstande mellem strøerne i underlaget:

Tabel 6. Strøafstande for 12,5 mm krydsfinerplader.

Maksimal tilladelig nedbøjning	Dæk	Væg
1/400	35 cm	25 cm
1/200	45 cm	30 cm

Den i tabellen angivne maksimale nedbøjning er nedbøjningen udregnet i forhold til strøafstanden i yderfeltet ved en plade oplagt over 3 eller flere strøer.

Krydsfinerens bøjningstrækstyrke er mere end tilstrækkelig stor for forme til almindeligt husbyggeri. Svenske forsøg (18) viser for 12,5 mm vandfast fyrrekrydsfiner med 5 lag ved 9%

fugtighedsindhold en bøjningstrækstyrke parallelt med overfladefinerens fiberretning på  $600 \text{ kg/cm}^2$  og vinkelret på fiberretningen  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Det er derfor normalt stivheden, som bestemmer afstanden mellem strøerne, og krydsfinerens styrke udnyttes ikke. De høje værdier indebærer en god sikkerhed mod tilfældige punktbelastninger under transport på formen.

Ved de foran angivne strøafstande i væg- og dækform for en 12,5 mm tyk plade finder man, at bøjningstrækspændingen fra belastningen fra betonen er mindre end  $50 \text{ kg/cm}^2$  i dækformen og  $80 \text{ kg/cm}^2$  i vægformen, hvilket som nævnt er langt på den sikre side.

Limfugernes kvalitet spiller en dominerende rolle for krydsfinerens levetid. Desværre foreligger der ikke for skandinaviske krydsfiner et tilstrækkeligt antal systematiske forsøg over relationen mellem limtypen og krydsfinerens levetid ved anvendelse som formlade for beton.

Man kan dog med nogenlunde sikkerhed stille de almindeligste limtyper op efter vandfasthed i følgende rækkefølge (de ringeste først):

- a. Blodalbuminlim
- b. Kaseinlim
- c. Urealim (karbamidlim)
- d. Lim på fenol-, resorcinol- og melaminbasis

Derudover forekommer en del mellemkvaliteter som f.eks. urealim med strækkemidler og skumurealim, som kvalitetsmæssigt ligger mellem b og c, samt lim af type d med indblanding af urealim, som kvalitetsmæssigt ligger mellem c og d.

I USA og England er fastlagt prøvenormer for klassificering af krydsfiner med hensyn til vandfasthed. To betegnelser er normerede, nemlig:

- A. Fugtbestandig - men ikke vandfast kvalitet.  
USA: Interior type i henhold til U.S. Commercial Standard 45, nr.47. England: A70 i henhold til British Standard 1203:1945<sup>1)</sup>.
- B. Vandfast kvalitet.  
USA: Exterior type i henhold til U.S. Commercial Standard 45, nr.48. England: A.X.100 i henhold til British Standard 1203:1945

Med de erfaringer som foreligger om vandfasthed og fugtbestandighed i disse normers mening, kan limtyperne groft klassificeres således:

- Type a og b opfylder ikke kravene til fugtbestandighed.
- Type c er fugtbestandig, men ikke vandfast.
- Type d er vandfast.

De i England og USA normerede prøvemethoder dækker dog ikke helt hinanden og afspejler ikke

1) Efter afslutningen af manuskriptet er der fremkommet nye engelske normer for krydsfiner, nemlig BS.1203 - 1954

fuldt ud de påvirkninger, som krydsfineren udsættes for i en betonform.

De bedste skandinaviske formlader limes med lim af type d evt. opblandet med karbamidlim, og kan således i de amerikanske og engelske normers mening betegnes som vandfaste eller næsten vandfaste.

Det er meget vanskeligt at angive sikre cifre for levetiden. Dels foreligger der ikke noget vedtaget kriterium for, hvornår en plade skal anses for at være udslidt, dels varierer levetiden betydeligt med den konstruktive måde, pladerne anvendes på (som "løse" plader, fastsat i kassetter, med kantbeskyttelse o.s.v.), og med den omhu som udvises under arbejdet (varsomhed i største almindelighed, oliering, rengøring o.s.v.). Sidst, men ikke mindst mangler man sammenlignende forsøg.

Baseret på erfaringer fra byggepladser og forskellige enkeltstående forsøg er opstillet tabel 7, der angiver relative levetider som funktion af limtype. Tabelværdierne gælder prima fyrrekrydsfiner uden anden overflade- eller kantbehandling end almindelig oliering, anvendt som støbeform for pudsrie, pladsstøbte betonhuse, og uden at man har gjort sig særlige anstrengelser for at presse levetiden til det yderste.

Tabel 7. Levetider for krydsfiner med forskellige limtyper.

Limtype	Antal anvendelser	
Skum-urea	5	(3-8)
Ren urea	10	(5-15)
Fenol, resorcinol, melamin	15	(8-40)

I parentes i tabellen er angivet nedre og øvre grænse for levetiden. Den nedre grænse gælder under ugunstige forhold, d.v.s. hvor der samtidig stilles de største krav til betonoverfladen, og hvor man har gjort sig de mindste anstrengelser for en hensigtsmæssig konstruktiv udformning og omhyggelig vedligeholdelse. Den øvre grænse gælder under gunstige forhold, d.v.s. hvor der blot stilles små krav til betonoverfladen, men hvor formkonstruktionen, forarbejdet og vedligeholdelsen er udført med største omhu.

Ved krydsfiner med limtype d har det vist sig, at det ikke er limfugernes kvalitet, men kanternes og overfladens holdbarhed, som bestemmer levetiden. Ved speciel overfladebehandling (hertil regnes ikke almindelig oliering) og kantforstærkning kan levetiden for disse plader øges betydeligt udover de 40 ganges anvendelse, som er maksimum uden overfladebehandling eller kantforstærkning.

For krydsfiner med ringere limkvaliteter kan levetiden næppe øges udover de ovenfor angivne levetider ved specielle overfladebehandlinger eller kantforstærkninger. Det er dog muligt, at et fuldstændigt vandtæt, slidstærkt plasticovertræk på såvel kanter som overflader hos en krydsfiner med en stærk, men ikke fugtbestandig lim kan eliminere limens manglende vandfasthed. En sådan krydsfiner foreligger imidlertid ikke, og det er tvivlsomt, om den prismæssigt skulle kunne konkurrere med de nedenfor nævnte, plasticbehandlede krydsfiner.

Kanterne ødelægges dels rent mekanisk ved slag eller stød, dels gennem vandopsugning. Vandopsugningen i pladekanterne nedsætter styrken og gør dem yderligere ømfindtlige for slag eller stød, samtidig med at den giver anledning til udvidelse og svind, som kan medføre flossning af kanterne.

En effektiv forsegling af kanterne gennem plasticbelægning eller eventuelt lakering (halvpermanent behandling - se afsnit 2.16) bidrager betydeligt til at øge levetiden, og en yderligere forøgelse kan opnås ved at udforme betonformen således, at kanterne ligger beskyttede mod mekanisk påvirkning og indvirkning af beton (se afsnit 2.20, 2.31 og 2.32). Derimod synes der ikke at være meget vundet ved direkte at beslag pladekanterne med blikbeslag eller andre former af kant- og hjørnebeslag af metal.

Overfladerne ødelægges gennem direkte mekanisk påvirkning (slag og stød) og indvirkning af beton samt gennem vandopsugning. Overfladernes vandopsugning er et farligt moment. Dels resulterer vandopsugning i tendens til svind og udvidelse i overfladefineren, hvilket med tiden resulterer i revnedannelse og fremhævelse af fiberstrukturen med øget vedhæftning til følge. Dels medfører vandopsugningen direkte, at cementslammet trænger ind i træets porer og stærkner, hvorved vedhæftningen øges. I begge tilfælde bliver resultatet, at formnedtagningen bliver vanskeligere, og man får større ødelæggelse af overfladerne ved nedtagningen og rengøringen.

Den almindelige oliering (se afsnit 2.16) bidrager til mindsket vandopsugning og forlænger således levetiden. Lignende resultat opnås med halvpermanente påstrygninger af laktype (se afsnit 2.16). Bedste resultat opnås dog ved en fuldstændig permanent isolering af overfladen, f.eks. ved pålægning af et holdbart, vandtæt plasticlag. Angående forskellige typer af plasticbelægningers egnethed for formlader henvises til franske forsøg (13).

Bedste resultat blev her opnået ved under varme og tryk at pålægge krydsfineren et papirbundet lag af "fenol-kresol" eller en film af

"fenol-formol", eller ved at stryge den to gange ved stuetemperatur med "fenol-formol med katalysator".

I USA forekommer plader med fiberbundne kunstharpikslag (15). I Skandinavien forekommer plader med såvel varmt som koldt pålagte kunstharpikslag.

Plasticbelægnings af ovennævnte type på prima krydsfiner med limtype d kan skønmæssigt antages at øge de foran angivne levetider for samme krydsfiner uden belægning med faktoren 2-3, og medfører desuden følgende fordele:

- Øget dimensionsstabilitet og evt. øget effektiv elasticitetsmodul på grund af den yderst ringe vandoptagning.
- Lettere formnedtagning og rengøring samt mindsket behov for oliering, fordi beton og plasticbelægning praktisk taget ikke hæfter ved hinanden.
- Smukkere betonoverflader (ingen misfarvninger, støvdannelser eller aftryk efter uregelmæssigheder i træstrukturen).

Krydsfiner for betonforme forekommer i tykkelser fra 4-18 mm. De tyndeste anvendes som beklædning af iøvrigt tæt træform, fremfor alt ved buede konstruktioner. De tykkere, 9-18 mm, anvendes på underlag af strøer - løse eller indbyggede i kassetter eller store formelementer.

Den mest populære tykkelse er i Sverige 12,5 mm. En svensk undersøgelse (18) har vist, at blandt tykkelserne 10-18 mm giver 12,5 mm tykkelse den mest økonomiske form, der samtidig er lettest at arbejde med.

De største formater, som forekommer som standard i Skandinavien, er 244 cm x 127 cm. I dækform anvendes normalt formaterne 127 cm x 127 cm eller 60 cm x 203 cm. I vægform anvendes 60 cm x loftshøjden (formhøjde). I de tilfælde, hvor største formhøjde overstiger 244 cm kan man på bestilling få længere plader fremstillet ved skrå sammenlimning. Nærmere om formkonstruktioner i afsnittene 2.20, 2.30 og 2.31.

I Danmark forekommer bl.a. følgende to fabriker af krydsfinerplader for betonforme, som må betegnes som velegnede til deres formål, og som er repræsentative for det skandinaviske marked, nemlig:

**BETOFORM.** Svensk fyrrekrydsfiner, som opfylder kravene til vandfasthed (fenolharpikslimet). Leveres både ubehandlet og olieret fra fabriken og kan fås med forseglede kanter og plasticbelagte overflader. 7 lag i 12,5 mm tykkelse.

**PLYFA CASTING BOARD.** Fyrre- og birkekrydsfiner fremstillet i Nordsverige. Vandfast (fenolharpikslimet) belagt på overfladerne med fenol-

harpikslag under varme og tryk. 7 lag i 12,5 mm tykkelse.

Desuden forekommer en krydsfinerplade beklædt med træfiberplade (ELLWE-form - se afsnit 2.13)

En teknisk vurdering af krydsfiner som formplade for beton på baggrund af de krav, som er opstillet i afsnit 2.10, giver følgende resultat:

Styrken /1/, stivheden /2/ og dimensionsstabiliteten /3/ er ved prima kvaliteter (f. eks. Betoform og Plyfa Casting Board) fuldt tilfredsstillende.

Affiniteten til beton /4/ er noget gunstigere end for almindelige brædder på grund af pladernes planhed, glathed og fugefrihed. De plasticbelagte typer indebærer en meget betydelig forbedring i denne retning.

Levetiden /5/ er stærkt varierende beroende på kvalitet og anvendelsesmåde. For plader med vandfast lim af type d, er livslængden 8-40 gange og begrænses hovedsagelig af kanternes og overfladernes holdbarhed. Levetiden kan dog forbedres til det 2- eller 3-dobbelte ved forstærkning af kanterne og plasticbelægning på overfladerne.

Bearbejdelsen /6/ er som for almindelig træ. Plasticbelægning medfører dog større slid på værktøjet.

Den tekniske vurdering falder således ubetinget ud til gunst for anvendelse af prima krydsfiner. Krydsfineren medfører desuden muligheden for at opnå betydeligt bedre betonoverflade, end man kan opnå med almindelig bræddeform (pudsfri beton) og muliggør en rationalisering af formsætningen i betydningen mange ganges anvendelse af samme formelement.

Valget mellem plasticbehandlet og ikke-plasticbehandlet krydsfiner afgøres af de krav, man stiller til den færdige betonoverflade, samt det antal gange, man har tænkt sig at genanvende pladerne, og sidst, men ikke mindst af priserne på pladerne. Plasticbelægning indebærer en betydelig større anskaffelsespris.

Den økonomiske side af sagen samt en vurdering på baggrund af de generelle retningslinier for modernisering af betonforme diskuteres nærmere i afsnit 2.17.

(Litteraturhenvisninger (2) og (13) - (24)).

### 2.13 Træfiberplader

Træfiberplader har længe fundet anvendelse som beklædning på almindelig træform på steder, hvor man har ønsket en ekstra glat og fugefri overflade, samt til buede overflader. Anvendelsesområdet har indtil for et par år siden været begrænset til specielle overflader (sokler, altanbunde, m.m.), som kun har udgjort en forsvindende lille del af det totale formareal, og

hvor ekstraudgiften til beklædningen har spillet en uvæsentlig rolle. Kravene til træfiberpladerne har været begrænset til ønsket om et par ganges anvendelse.

De sidste 10 år er der imidlertid sket en betydelig kvalitetsforbedring af træfiberpladerne, og i de allerseneeste år er der kommet plader frem, som er specielt beregnet for betonforme.

Den "pudsfrige beton" har her - ligesom tilfældet var med krydsfinerpladerne - været en stærkt fremmede faktor og har skabt et nyt stort anvendelsesområde for disse plader (17), (18), (25) - (29).

Sverige har været foregangsland på dette område, og metoden har derfra bredt sig til de øvrige skandinaviske lande og Holland.

Træfiberplader fremstilles af fyr, gran eller birk. Træet hugges ned til flis, defibreres i defibrator eller sprænges ved hjælp af damp til fibrer. Fibermassen spædes op med vand, tilsættes kemikalier, afvandes delvis, formes til ark og presses under varme og tryk, hvorved resten af vandet forsvinder. Processen afsluttes med en fugtkonditionering, under hvilken træfiberpladerne indstilles på passende fugtighedsprocent.

Inden for denne skematisk angivne fremstillingsproces foreligger et utal variationsmuligheder i processens forskellige faser, som alle i større eller mindre udstrækning er patenterede eller fabriks hemmeligheder. Resultatet bliver træfiberplader med stærkt varierende kvalitetssegenskaber.

Det er desværre umuligt at klassificere pladerne efter fremstillingsmåde, og der foreligger heller ikke standardiserede metoder for prøvning og klassificering af træfiberplader med hensyn til de egenskaber, som er afgørende for deres anvendelse som formplader. De plader, som kan komme på tale som formplader, kan indordnes under følgende betegnelser (ordnet efter stigende kvalitet):

- Hårde plader
- Hærdede plader
- Oliehærdede plader
- Plasticbelagte oliehærdede plader.

Hårde plader kendetegnes ved, at rumvægten er større end 0,85 kg/dm<sup>3</sup> (dette for at skille dem fra de som formplader helt uanvendelige porøse (rumvægt mindre end 0,31 kg/dm<sup>3</sup>) og halv-hårde plader (rumvægt 0,50 - 0,85 kg/dm<sup>3</sup>)).

Hærdede plader skiller sig fra de hårde plader derved, at fremstillingen afsluttes med en varmhærdning, som har forbedrende indflydelse på kvaliteten (sammenholdning, styrke og stivhed). Undertiden kan der være tilsat en mindre mængde hærdbar olie til disse plader.

Oliehærdede plader kendetegnes ved, at rumvægten er større end 0,90 kg/dm<sup>3</sup>, samt ved at pladerne er tilsat en betydelig mængde hærdbar olie, hvorved sammenholdningen, fugtbestandigheden og styrke- og stivhedsegenskaberne betydeligt forbedres.

Plasticbelagte, oliehærdede plader er specialplader for betonforme, hvor overfladen er belagt med et plasticlag.

Disse fire betegnelser anvendes dog ikke konsekvent. Således inkluderer betegnelsen hårde plader meget ofte også de hærdede plader, eftersom ca. 90% af alle hårde og hærdede plader idag udgøres af hærdede plader.

På samme måde dækker betegnelsen hærdede plader ofte også de oliehærdede.

Ved indkøb af træfiberplader bør man således nøje overbevise sig om, at den kvalitet, man bestiller, virkelig svarer til den af ovennævnte fire typer, som man har bestemt sig for.

Træfiberplader fremstilles i tykkelser på 2 mm, 3,5 mm (1/8") og 5 mm (3/16") og normalt med en glat forside og en netmønstret bagside (wiresiden). Visse fabriker fremstiller dog også plader, hvor begge sider er glatte og kan anvendes ind mod betonen.

De tynde plader (2-5 mm) anvendes som beklædning på underlag af brædder (se afsnit 2.20 og 2.31).

Specielt beregnet for betonforme fremstilles tykke plader (10-14 mm) ved sammenlimning af 2-3 tyndere plader med vandfast lim. De tykke plader anvendes på underlag af strøer og erstatter helt brædderne (se afsnit 2.20 og 2.31).

Styrken /1/ hos træfiberpladerne er stærkt varierende beroende på type og fabrikat.

Ifølge Svenske Wallboardforeningens bestemmelser skal bøjningstrækstyrken i tør tilstand andrage mindst 250 kg/cm<sup>2</sup> for hærdede plader og mindst 500 kg/cm<sup>2</sup> for oliehærdede plader. De bedste produkter indenfor disse grupper holder imidlertid betydeligt mere - hærdede plader op til 600-650 kg/cm<sup>2</sup> og oliehærdede op til 750 - 850 kg/cm<sup>2</sup>.

I våd tilstand synker styrken betydeligt. For en typisk prima hærdet plade mindskes bøjningstrækstyrken således fra 600 kg/cm<sup>2</sup> i tør tilstand til ca. 350 kg/cm<sup>2</sup> efter 72 timers lagring i vand ved 20°C. For en oliehærdet plade mindskes bøjningstrækstyrken på tilsvarende måde fra ca. 750 kg/cm<sup>2</sup> til 450 kg/cm<sup>2</sup>.

Ved efterfølgende udtørring genvindes dog ca. 75% af bøjningstrækstyrken for den hærdede plade og ca. 90% for den oliehærdede.

Ved plasticbelagte, oliehærdede plader sker vandopsugningen betydeligt langsommere, og styr-

kemindskningen bliver således betydeligt mindre ved vandlagring i samme tidsrum.

For de tynde plader (2-5 mm) anvendt som beklædning på brædder er bøjningstrækstyrken af underordnet betydning.

De tykke plader (10-14 mm) fremstilles kun af oliehardede eller plasticbelagte, oliehardede plader, og for disse kvaliteter er bøjningstrækstyrken selv i våd tilstand mere end tilstrækkelig stor for de strøafstande, som bestemmes af stivhedskravet.

For de i det følgende angivne strøafstande for 10 mm og 12,5 mm plader finder man, at bøjningstrækspændingen for betonbelastningen er mindre end 50 kg/cm<sup>2</sup> i dækform og 90 kg/cm<sup>2</sup> i vægform, hvilket er langt på den sikre side.

Stivheden /2/ bestemmes gennem den effektive elasticitetsmodul.

Eftersom fibrene i træfiberplader ikke ligger orienteret i nogen bestemt retning i skivernes plan, kan man regne med samme elasticitetsmodul i alle retninger.

Elasticitetsmodulen bestemt ved bøjningsforsøg under korttidsbelastning udgør for en typisk prima oliehardet plade i tør tilstand (svarende til 60% relativ luftfugtighed og 20°C) 60.000 - 70.000 kg/cm<sup>2</sup>.

Elasticitetsmodulen mindskes imidlertid ved vandopsugning. Hertil kommer yderligere, at træfiberplader udviser permanente deformationer efter belastning, som må tages med i beregningen.

Erfaringer fra byggepladser samt visse upublicerede forsøg viser, at man ved dimensionering af forme med tykke plader bør regne med en effektiv elasticitetsmodul på 30.000 kg/cm<sup>2</sup> for prima oliehardede plader. Denne værdi inkluderer således både elastiske og plastiske deformationer og tager hensyn til den vandopsugning, som sker ved anvendelse i betonform.

Det er muligt, at man for plasticbelagte oliehardede plader kan regne med en noget større værdi, eftersom vandopsugningen her er betydeligt mindre.

Regner man med  $E = 30.000 \text{ kg/cm}^2$  og sætter betontrykket i en dækform til 500 kg/m<sup>2</sup> (20 cm dæk) og i en vægform (vibreret beton) til maksimalt 2000 kg/m<sup>2</sup>, finder man for en 10 mm og 12,5 mm plade de i tabel 8 opstillede, praktisk anvendelige centrumsafstande mellem strøerne i underlaget:

Den maksimale nedbøjning i tabellen er nedbøjningen beregnet i forhold til strøafstanden i yderfeltet ved en plade oplagt over 3 eller flere strøer.

For tynde plader (2-5 mm) anvendt som beklædning på underlag af brædder er stivheden af underordnet betydning.

Dimensionsstabiliteten /3/ er en vigtig faktor ved valg og anvendelse af træfiberplader.

Hærdede træfiberplader udvider sig op til 0,8% i skivernes plan ved en forøgelse af fugtighedsindholdet fra ca. 6% (svarende til ca. 20% rel. luftfugtighed) til fuldstændig vandmætning. (30). Tykkelsesudvidelsen andrager under samme forhold 15-20%.

Ved vandlagring sker størstedelen (90%) af vandopsugningen og udvidelsen indenfor de første 2 døgn.

Ved efterfølgende udtørring svinder pladerne noget mere, end hvad der svarer til udvidelsen, og man får således et permanent svind på 1-2%. Ved efterfølgende vandlagring og udtørring optræder praktisk taget intet permanent svind.

Oliehardede træfiberplader svinder ikke fuldt så meget, og vandopsugningen og vandafgivningen - og dermed udvidelse og svind - sker langsommere.

For de plasticbelagte træfiberplader reduceres fugtbevægelsen yderligere ganske betydeligt. Fugtbevægelsen varierer dog temmelig meget beroende på fibermateriale og fremstillingsmåde. De ovenfor angivne værdier er maksimale værdier. De i denne henseende bedste fabrikater af hærdede og oliehardede plader udvider sig maksimalt 4-5 o/oo i skivernes plan.

Formmætning med træfiberplader bør udføres med speciel hensyntagen til pladernes fugtbevægelse efter følgende retningslinier:

A. Tynde plader (2-5 mm) anvendt som permanent beklædning på forlemener af brædder. (Se afsnit 2.31) (Gælder alle hærdede, oliehardede og ensidigt plasticbehandlede plader).

Pladerne gøres våde, inden de sømmes på bræddeunderlaget. Dette kan ske enten ved at lagre dem et døgn i vand umiddelbart inden de sømmes på, eller ved at stryge bagsiderne kraftigt med vand og stable pladerne op med bagsiderne to og to mod hinanden. I fugtigt klima tilrådes vandlagring.

Pladerne sømmes derefter på i våd tilstand.

	10 mm plade		12,5 mm plade	
	dæk	væg	dæk	væg
Maksimal tilladelig nedbøjning				
1/400	25	20	30	25
1/200	35	25	40	30

Tabel 8. Strøafstande for træfiberplader.

Sømningen udføres med en sømrække et par cm inden for kanten og med 15 cm afstand og yderligere sømrækker med ca. 30 cm afstand.

Tynde, tosidigt plasticbelagte plader skal dog ikke gøres våde inden påsømningen.

B. Tynde plader anvendt som intermitterende beklædning på bræddeunderlag, hvorved forstås, at pladerne løsøres fra bræddeunderlaget ved hver udtagning af formen (se afsnit 2.20) (Gælder hærdede, oliehardede og plasticbehandlede plader).

Pladerne behøver blot at stryges med vand og stables op nogle dage inden første anvendelse. Ved følgende anvendelser behøver de normalt ikke fugtes inden påsømningen. De udlægges på bræddeunderlaget med 2-3 mm fuger, og største udstrækning bør ikke overstige 125-150 cm. Pladerne sømmes i midtlinien med enkelte spredte søm, samt i mellemløbet mellem pladerne med søm med stort fladt hoved med 15-20 cm afstand. Derigennem kan pladerne frit udvide sig under vandopsugning.

C. Tykke plader (10-14 mm) skal ikke gøres våde. Vandopsugningen under støbning sker i disse plader så langsomt, at man ikke behøver at tage noget hensyn til fugtbevægelser i skivernes plan.

Den lokale fortykkelse af kanterne under vandopsugning fra betonen er normalt uden betydning ved tynde plader. Ved de tykke plader kan den dog blive temmelig stor (op til 2 mm) og giver med tiden indadgående aftryk på betonen. Hvis dette ikke kan tolereres, bør kanterne forsegles, f.eks. med plasticbehandling eller dækkes med lister eller fugejern (se afsnit 2.32). Herved forøges også kantens holdbarhed mod stød og slag.

I almindelighed gælder det om ikke at udsætte pladerne for unødvendige fugtvariationer. Pladerne bør lagres beskyttede mod regn og stærk sol. Det er vigtigt, at pladerne leveres ordentligt konditionerede fra fabrikerne, således at de har en for byggepladsen passende fugtighedsprocent. Konditioneringen på fabriken tager normalt sigte på, at pladerne skal anvendes i indendørs snedkerier, og man bør derfor om muligt lagre pladerne 1-2 uger på byggepladsen, inden de anvendes.

Affiniteten /4/ til beton afhænger stærkt af graden af hærdning og den i pladen indgående mængde hærdningsolie.

Jo mere porøs pladen er, desto større bliver vandopsugningen. Vandopsugningen medfører ofte fiberrejsning, som giver aftryk på betonen og yderligere forøger vedhæftningen. Vedhæftningen gør rengøringsarbejdet vanskeligere og bidrager således til pladernes ødelæggelse. En del træ-

fiberplader, såvel hærdede som oliehardede, har tilbøjelighed til at give "støvede betonoverflader". Dette fænomen hænger sammen med, at visse organiske stoffer udløses gennem vandopsugningen og virker forhindrende på betonens afbinding. De hårde og hærdede plader suger kraftigt vand og hæfter uvilkårligt ved betonen, såfremt man ikke har olieret eller på anden måde behandlet overfladerne.

De oliehardede plader er bedre i disse henseender takket være den noget "fedtede overflade" - men også disse plader kræver effektiv oliering for at holde vandopsugningen nede og således reducere de dermed sammenhængende virkninger.

Ved de plasticbehandlede plader bestemmes egenskaberne i denne henseende helt af plasticmaterialets egenskaber (se krydsfiner). Der foreligger i dag plasticbehandlede plader, som praktisk taget ikke suger vand, ikke hæfter ved, ikke udviser fiberrejsning, ikke giver støvede overflader, og som kræver minimal oliering og er lette at rengøre.

Levetiden /5/ begrænses hovedsageligt af pladernes indre sammenhængskraft.

Hårde og hærdede plader kan næppe anvendes mere end 1-2 gange, inden de spalter i kanterne, eller overfladelagene bliver siddende fast på betonen ved afformningen. Selv en effektiv oliering kan næppe forlænge levetiden. Pladerne bør absolut olieres, da man ellers risikerer, at de bliver siddende allerede første gang (se afsnit 2.16). Hel- eller halvpermanente overfladebehandlinger betaler sig ikke på disse kvaliteter.

Oliehardede plader kan anvendes 5-15 gange beroende på pladens kvalitet, på de krav, som stilles til den færdige betonoverflade samt på den omhu, som udvises ved forarbejdet. Pladerne bør olieres omhyggeligt under anvendelsen (se afsnit 2.16).

Plasticbelagte, oliehardede plader af den type, som for øjeblikket fremstilles i Sverige, kan anvendes 8-30 gange.

For til fulde at kunne udnytte de angivne levetider - fremfor alt ved de plasticbelagte kvaliteter - bør kanterne forsegles. Herigennem elimineres vandopsugningen og den dermed sammenhængende tendens til spaltning og "blødgøring" af kanterne og hjørnerne. Formen bør om muligt yderligere udformes således, at kanter og hjørner beskyttes mod mekanisk påvirkning.

Bearbejdigheden /6/ hos træfiberplader er god, men de medfører forøget slid på værktøjet i forhold til almindeligt træ. Visse oliehardede og plasticbelagte kvaliteter kan være vanskelige at sømme. Stive søm bør i så fald anvendes.

Træfiberplader forekommer i formater på op til 5 1/4' x 8' (160 cm x 549 cm). Visse fabriker er begyndt at levere specielle formater til betonforme, som f.eks. 60 cm x 250, 260 og 270 cm til vægform og 120 cm x 120 cm til dækform.

I Danmark forekommer flere prima træfiberplader af skandinavisk oprindelse i tykkelser på 2 mm, 3,5 mm og 5 mm og i såvel hærde som olieharde kvaliteter.

Desuden forekommer følgende to specialplader:

**ROYAL BETONGFORMBOARD.** Svensk olieharde træfiberplade med et i overfladen indbagt plasticlag, kantforseglet, i tykkelser på 3,5 og 5 mm (1 anvendelig side) og 10-14 mm (2 anvendelige sider) fremstillet ved sammenlimning med vandfast lim af 2 eller 3 tynde træfiberplader.

**ELLWE-FORM.** Svensk formplade bestående af 6,5 mm krydsfiner, på begge sider påklæbet 3 mm olieharde træfiberplader med to anvendelige sider. Leveres plasticbehandlet og kantforseglet fra fabriken. Denne plade kan med hensyn til styrke, stivhed og dimensionsstabilitet nærmest regnes til krydsfinerpladerne. Hvad affiniteten til beton, levetiden og bearbejdelsen angår, kan den regnes som træfiberplade.

I Sverige har man (25) udført forsøg med en formplade, fremstillet efter lameldørprincippet (fig. 8, s. 13). Denne formplade, som blev prøvet med tykkelserne 5-7 cm, bestod af 5 mm olieharde træfiberplader limet med vandfast lim på begge sider af en "indmad" af kantstillede ribber af træfiberplader. Formpladen var stærk og stiv (ca. 60 cm strøafstand i dækform og 40 cm i vægform for 5 cm plade til pudsfri beton) og relativt let.

En sammenfattende teknisk vurdering af træfiberpladernes anvendelighed som formplader falder ud til fordel for de olieharde og de plasticbelagte, kantforseglede, olieharde plader.

De hårde og hærde har næppe nogen betydning undtagen i sådanne tilfælde, hvor man blot vil anvende pladen 1-2 gange.

Valget mellem plasticbelagte og ikke plasticbelagte plader er et spørgsmål om hvilke krav, der stilles til levetid, betonoverfladens kvalitet og sidst, men ikke mindst, materialeprisen.

Ligesom tilfældet er med krydsfinerplader, muliggør de olieharde og plasticbelagte træfiberplader et betydeligt bedre betonresultat, end man kan opnå med almindelig bræddeform, og

åbner vejen for en rationalisering af formsætningen gennem mange ganges anvendelse af samme formelement.

Den økonomiske side af sagen diskuteres nærmere i afsnit 2.17 sammen med en vurdering på baggrund af de generelle retningslinier for modernisering af betonform.

(Litteratur (17), (18), (25) - (31).)

## 2.14 Stålblader

Til trods for at stålforme længe har fundet udbredt anvendelse i visse stålproducerende - og træfattede - lande (32), (33) og fremfor alt i England har opnået en temmelig høj grad af fuldkommenhed, har de aldrig fundet nogen større udbredelse i de skandinaviske lande. Enkelte spredte forsøg er gjort nu og da, men metoden har - med undtagelse af det danske lamelforskallingssystem (34) - aldrig slået rod i Danmark.

Årsagen hertil har ganske simpelt været, at anvendelsen af stålforme har vist sig at være betydeligt dyrere end almindelig træform. Stålforme er dyre i anskaffelse og kræver i Danmark et meget stort antal anvendelser for at kunne konkurrere med træformen. Forudsætningerne for tilstrækkelig mange ganges anvendelse har ikke været til stede.

Når "lamelforskalling" trods alt har kunnet hævde sig, beror det antagelig på, at dette system er betydeligt mere "smidigt" og enkelt end de udenlandske systemer, og at materialet har kunnet fås på udlejningsbasis.

Det udprægede ønske om besparelse i træforbrug og den almene udvikling i retning af at opbygge betonformen af elementer og standardisere betonkonstruktionerne, så formelementerne kan anvendes mange gange, motiverer dog følgende synspunkter på stålforme:

Set fra et rent materialesynspunkt ligger stålets umiddelbare fordel i:

- Stor tilladelig bøjningstrækspænding - 1200 kg/cm<sup>2</sup>, hvor man ved almindelige brædder regner med 135 kg/cm<sup>2</sup> og ved krydsfiner og træfiberplader med højst 200 kg/cm<sup>2</sup>.
- Stor stivhed - effektiv elasticitetsmodul på 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>, hvor man ved krydsfiner og træfiberplader regner med 30-40.000 kg/cm<sup>2</sup>.
- Ingen fugtbevægelser.
- God affinitet til beton ved omhyggelig oliering.
- Praktisk taget uopslidelige.
- Store, plane, glatte plader.

På stålets minusside kommer imidlertid følgende materialeegenskaber, som på afgørende måde bestemmer stålformens konstruktive udformning og anvendelse:

G. Rumvægten - 7,8 kg/dm<sup>3</sup>, hvor man ved træmaterialer regner med 0,6 - 0,9 kg/dm<sup>3</sup>.

H. Den dårlige bearbejdelse.

I. Stålbladens plastiske deformation ved slag og stød.

Den store rumvægt resulterer i tunge formelementer. Hvis man tænker sig at erstatte en formplade af krydsfiner eller træfiberplade med en stålblade, finder man:

at ved samme tilladelige udbøjning på grund af betontrykket, bliver stålbladens tykkelse blot 0,24 gange træfiberpladens tykkelse, men vægten trods alt 2,1 gange større, idet

$$\left[ \frac{7,8}{0,9} \sqrt[3]{\frac{0,03 \cdot 10^6}{2,1 \cdot 10^6}} \right] \sim 2,1$$

at ved samme udnyttelse af de tilladelige spændinger, bliver stålbladens tykkelse 0,41 gange træfiberpladens, men vægten 4,7 gange større:

$$\left[ \frac{7,8}{0,9} \sqrt{\frac{200}{1200}} \right] \sim 4,7$$

Anvendelse af stål som formplader medfører således mere end en fordobling af vægten i forhold til træplader. Denne vægtforøgelse er kritisk og resulterer i, at stålelementernes format enten må begrænses til relativt små dimensioner (mindre end 0,5 m<sup>2</sup>), eller at man tvinges til at anvende mekaniske løfteanordninger.

Den dårlige bearbejdelse medfører:

at al omdannelse og tilpasning af stålelementer bliver praktisk taget umulig at udføre på en byggeplads. Resultatet bliver, at man enten må anvende temmelig små formelementer for at opnå en tilstrækkelig smidighed ved formsætningen, eller at man ved anvendelse af store elementer tvinges til en vidtgående standardisering af såvel formelementernes som byggeobjektets geometriske dimensioner, at formelementerne må forsynes med særlige anordninger til fastsætning og sammenkobling. En undtagelse danner dog vandrette konstruktioner, hvor formelementerne ofte blot kan udlægges løst på et underlag og ikke behøver at kobles sammen.

Stød og slag på stålelementer resulterer i plastiske deformationer, som er meget vanskelige at rette ud. Stålelementernes store vægt bidrager til at øge risikoen for kraftige mekaniske påvirkninger, og de ofte ret komplicerede låseanordninger samt kravet om god tilpasning mellem elementerne indbyrdes fremhæver yderligere stålelementernes ømfindtlighed.

Stålblader af 2-3 mm tykkelse skulle meget hurtigt blive uanvendelige som formplader på grund af buler, stukkede hjørner og buklede kanter og finder derfor kun anvendelse til udlapning o.lign.

For at begrænse risikoen for plastiske deformationer forsynes formplader af stål med kantafstivninger og ribber, og det bliver i praksis hovedsagelig dette krav om modstandsevne mod mekaniske påvirkninger, som dimensionerer stålfornen.

På basis af disse synspunkter kan man skønne tre udviklingslinier indenfor formplader af stål, nemlig:

- Planparallelle stålblader af 2-3 mm tykkelse - til udlapning o.lign.
- Stålleme. Herved forstås relativt små "bærbare" elementer bestående af stålblader med kantafstivninger og ribber, eller profilerede plader (areal mindre end 0,5 m<sup>2</sup>)
- Stålkassetter. Herved forstås større elementer, hvor kantafstivninger og ribber er udnyttet som sekundært bærende konstruktion og helt erstatter strøer (og i vægform evt. også spændebredder).

Den forøgelse af vægten, som stål i formpladen medfører, tages i vis udstrækning igen ved stålkassetterne, takket være den lettere underbygning.

Eksempel på stålkassetter beskrives nærmere i afsnit 2.31.

Til stålforme anvendes 2-4 mm bløde stålblader - såkaldte sorte plader. Det er vigtigt, at pladerne ved leverancen er fri for glødeskal og "sår", samt at de er absolut plane.

"Sår" i overfladen eller blot "kornede partier" giver forøget vedhæftning mod betonen.

Stålforme beskyttes mod rustangreb ved indsmøring med rustbeskyttelsesolie. Selve støbefladen smøres dog med formolie. Ang. oliering se afsnit 2.16.

Kantafstivningerne og ribberne kan udføres af vinkeljern eller fladjern, som svejses på (fig. 9). Engelske erfaringer (33) viser dog, at det er vanskeligt ved svejsning at fremstille stålelementer med tilstrækkeligt nøjagtige dimensioner på grund af varmespændinger. Pladerne bliver let skæve. Hvis pladerne punkt-svejses til kantafstivningen, bliver de med tiden let buklede, fordi betonen trænger ind mellem plade og kantjern.

Bedste resultat opnås ved at fremstille kantafstivningerne ved simpel ombøjning (evt. dobbelt bøjning) af pladekanterne og blot svejse hjørner og de eventuelle ribber. (fig. 10)

Ved udformning af lemme er det en fordel, hvis kantafstivningen "fases". Herved bliver der mindre risiko for, at lemmene spænder mod hinanden, og en permanent deformation af kantprofilerne får mindre betydning. Lemmene kan da desuden sættes med en vis mindre vinkel mellem hinanden (buede overflader).

Der findes et stort antal forskellige stållemme af engelsk oprindelse. Som eksempel vises fig. 11-12.

I dækforme oplægges lemmene almindeligvis løst på underlaget. En særlig udformning, hvor lemmene oplægges løst på stålbotte vises i fig. 13. Denne udformning er dog hovedsagelig motiveret af ønsket om, at bommene skal kunne blive stående, efter at lemmene er taget bort.

I vægform må lemmene fastgøres til den bærende formkonstruktion. Der findes et stort antal fastgørelsessystemer udformet efter de forskellige bærende konstruktioner.

Fastgørelsen sker normalt ikke med bolte og skruer, men i stedet med bøjler, klemmer eller tvinger, som griber fat i stållemmernes kantafstivninger, eller ved ophængning af lemmene på kroge. Det er at foretrække, at lemme ikke udføres med fremspringende fastgørelsesanordninger (kroge, hager), som let beskadiges, men i stedet blot forsynes med huller eller passende udformede kanter, som fastgørelsesanordningerne kan gribe fat i.

Indbyrdes sammenkobling af lemmene bør begrænses til et minimum og udføres med løse kiler.

Lamelforskalling (34) (fig.14) er et temmelig velkendt dansk system, som er udformet med henblik på stor smidighed i formsætningen. Lamelforskalling finder hovedsageligt anvendelse som dækform. Elementerne består af Z-bøjede 2 mm plader. Den mod betonen vendende flig er 250 mm, midterstykket 80 mm og den nederste flig 50 mm. Elementerne udlægges på specielle etagebukke med ca. 2 m afstand og overlapper hinanden med 2 cm. Etagebukkene er indstillelige i højden og muliggør derved bl.a., at formnedtagningen kan udføres ved at sænke etagebukkene så meget, at "lamellerne" slipper betonen og kan trækkes ud. Stålelementer bør tages forsigtigt ned - og ikke "rives" - for at undgå permanente deformationer.

Lamelforskalling kan også anvendes til vægform. Lamelfligene er her forsynet med huller, som i forbindelse med specielle vægbukke gør det muligt på relativ enkel måde at rejse en vægform. Systemet bliver dog noget mere kompliceret i denne udformning.

Lamelforskalling udlejes. Udlejningssystemet indebærer ubetinget store fordele - dels fordi det tilstrækkelige antal anvendelsesgange for at opnå en lav afskrivning pr. gang kan spredes ud over et stort antal entreprenører, dels fordi vedligeholdelsesarbejdet (retning af plader) kan ske centralt og med anvendelse af specielle maskiner og værktøj. På grund af lamellernes overlappning får betonoverfladen aftryk efter la-

melkanterne, og systemet kan derfor næppe anvendes til andet end konstruktioner, som skal pudses.

Stålnetforme. (fig.15) er en tysk efterkrigsfor-teelse (5), (35), (48), som er udviklet specielt for "Schütt-beton" (sandfri beton). Den sandfrie beton opbygges af cement, vand og stenmateriale (i Tyskland teglgrus), og fremtræder som en porøs beton, hvor stenmaterialet ligger indhyllt i et tyndt lag cementpasta, mens mellemrummene mellem stenene for øvrigt er åbent.

Sandfri beton giver betydeligt mindre formtryk end almindelig beton, og tyske forsøg viser, at formsætning for vægge kan udføres med flager bestående af rammer af profiljern eller rør overspændt med ståltrådsnet. Afstanden mellem afstivningen i rammerne kan være ca. 30 cm for et stålnet med 8 mm maskevidde og 1,8 mm tråde.

Vedrørende detaljeret beskrivelse af stålnetforme henvises til brochurer fra fabriker samt litteratur.

En sammenfattende teknisk vurdering af formplader af stål (plader, lemme) viser, at styrken /1/, stivheden /2/, dimensionsstabiliteten /3/, affiniteten til beton /4/ og levetiden /5/ - i betydningen slidstyrke - er fuldt tilfredsstillende.

Bearbejdigheden /6/ er praktisk taget lig med 0 på byggepladsen.

Stålets store ømfindtlighed mod stød og slag (plastiske deformationer), den store rumvægt samt den dårlige bearbejdighed begrænser imidlertid stålets anvendelsesmuligheder til

- Plader for udlapning.
- Bærbare lemme mindre end 0,5 m<sup>2</sup>.
- Store og tunge kassetter, som kræver mekaniske løfteanordninger.

Der kræves stor forsigtighed ved arbejdet, samt for type c en gennemført standardisering af byggeobjekterne, hvis stålelementerne skal kunne anvendes det store antal gange, som er nødvendigt til opnåelse af god økonomi.

Den økonomiske side af sagen samt en vurdering på basis af de generelle retningslinier for modernisering af betonformen diskuteres nærmere i afsnit 2.17.

(Litteratur (5), (6), (11), (14), (32), (35) (37), (48).)

#### 2.15 Øvrige pladematerialer

##### Aluminium.

Spredte forsøg er udført i udlandet med anvendelse af aluminium som formplader. Resultaterne har dog været temmelig nedslående (38).

Det kan her være tilstrækkeligt at konstate-

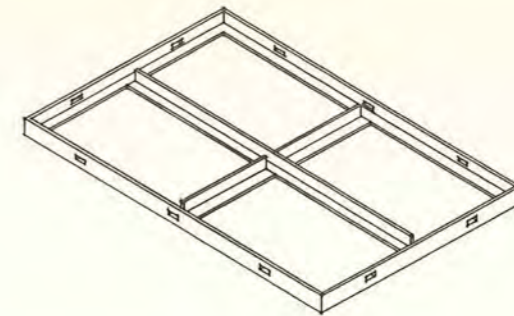


Fig. 9 Stålform med påsvejsede kantafstivninger (SGB). mål 1:20

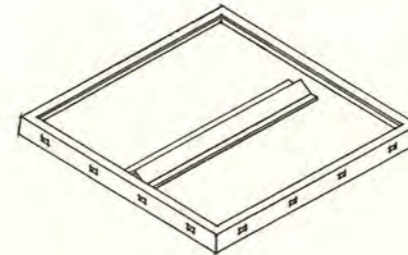


Fig. 10 Stålform med ombukkede pladekanter (ACROW). mål 1:20

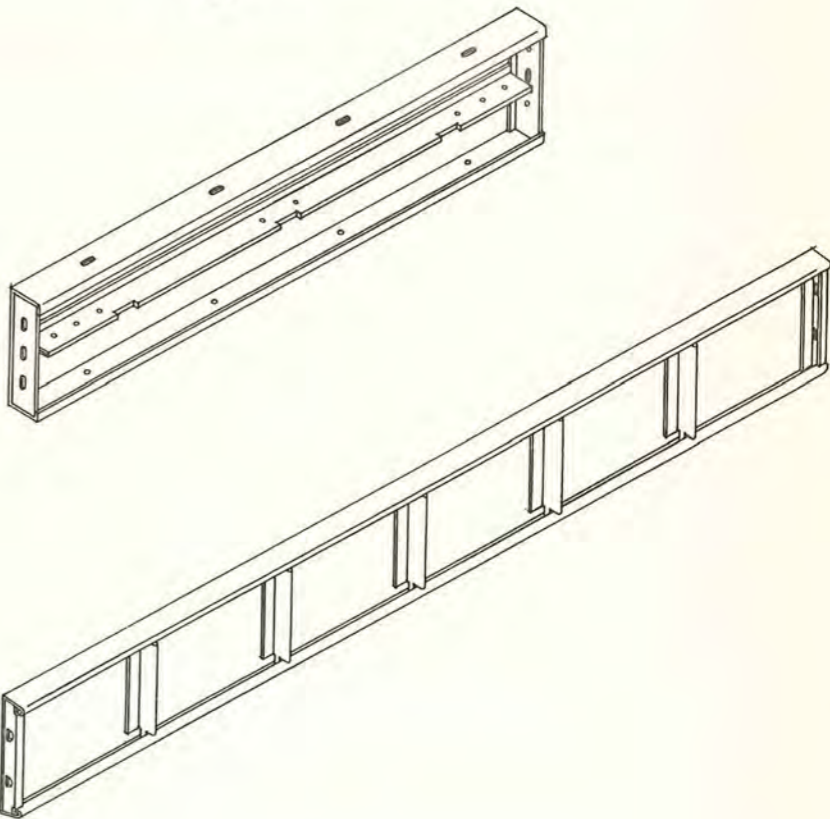


Fig. 11 Stålforme (ACROW). mål 1:20

Fig. 12 Stålforme (GUYREX). mål 1:20

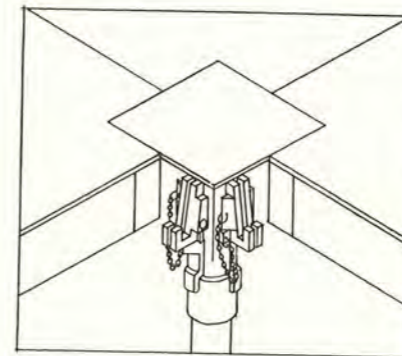


Fig. 13 Stålforme, speciel udformning af bom (14).

re, at problemet om den kendte kemiske samvirkning mellem beton og aluminium, som fører til stærk korrosion på aluminiumspladerne, endnu ikke har fundet en effektiv løsning. Oliering, lakering eller anodeoxydering yder ikke tilstrækkelig beskyttelse.

Uanset om denne komplikation fandt sin løsning, vil aluminiumformplader dog næppe medføre anden teknisk fordel frem for formplader af stål end noget mindre vægt. Ved anvendelse af duraluminium (ulegeret aluminium er for svagt til rationelle formkonstruktioner) opnås højst en vægtbesparelse på 20-30% i forhold til stålforme. Denne mindre vægt købes imidlertid for en betydelig merpris. Aluminiumplader skal således anvendes endnu flere gange end stålplader for at kunne konkurrere.

Anvendelse af aluminium til forme har således næppe nogen praktisk betydning idag.

#### Plastic.

Plastic er som nævnt allerede trængt ind som overfladebehandling på krydsfiner og træfiberplader og har der bevist sin gode affinitet til beton og sin store slidstyrke. Fra USA rapporteres om forsøg med formplader helt bestående af plastic, og i Sverige er der gjort et enkelt forsøg med at beklæde et for øvrigt næsten tæt træunderlag med tynde, relativt bøjelige plasticplader. Også i Danmark er der foretaget mindre forsøg med formplader af plastic. Resultaterne af forsøgene er dog ikke kendt.

Det ligger dog meget nær at tænke sig stive formplader fremstillet ved støbning eller varmepresning af plasticmateriale, hvor den ene side udføres glat og den anden ribbeformet for at opnå passende stivhed. Rumvægten bør kunne holdes mellem 1 og 2 kg/dm<sup>3</sup>, og relativt lette plader kan opnås. Ved passende komposition af plasticmaterialet (evt. med indlæg af glasfibre eller anden form for armering) skulle modstanden mod stød (spræthed, plastisk deformation) kunne afpasses efter byggepladsens krav til holdbarhed og de almene krav til bøjningstrækstyrke og elasticitetsmodul. Prisen på et sådant element er det dog umuligt at sige noget om, men spørgsmålet burde for alvor tages op mellem betonfolk og plasticfabrikanter.

#### Rubora-gitterforskalling.

Rubora gitterelement er ikke en formplade i almindelig forstand, men en sammenklappelig gitterkonstruktion, som kan anvendes som bærende underlag for tynde formplader. Gitterelementets bæreevne er dog ikke så stor, at det kan erstatte strøerne i formunderbygningen - og det regnes derfor i denne forbindelse ind under formpladerne.

Elementet består af to lag trælister (evt. 2

lag træ og 1 lag metallister) lagt krydsvis og i skæringspunkterne forbundet med en nitteforbindelse, som tillader drejning. (fig.16). Elementet kan således trækkes ud og tilpasses alle mål inden for visse givne grænser. I fuldt udtøkket tilstand påstås gitteret at have samme stivhed og bæreevne som et 1" bræt, men ifølge tyske erfaringer (11) anses stivheden ikke at være særlig stor. Ved "højere" betontryk kræves "temmelig små" strøafstande.

Gitteret anvendes som underlag for tynde plader (krydsfiner, træfiberplader). I Holland har man anvendt Sisalkraftpapir (39). Papiret tåler betontrykket i et "let" dæk, men opviser 3-4 mm udbøjninger. Betonoverfladen får således et vaflet udseende, som evt. kan udnyttes arkitektonisk.

Til pudsfrige betonoverflader vælges pladetykkelsen til mindst 5-7 mm, for at gittermønsteret ikke skal spejle igennem. Maskevidde og pladetykkelse bør nøje afpasses efter hinanden - men pålidelige oplysninger foreligger ikke om dette forhold.

Ved udlægning må gitteret understøttes langs alle 4 sider.

Rubora-gitteret fås i forskellige størrelser. Normalstørrelsen ligger på 3 m<sup>2</sup> i udfoldet stand (0,8 m<sup>2</sup> i sammenfoldet).

Elementet er af hollandsk oprindelse, men fremstilles nu i Danmark, hvor det har fundet nogen anvendelse de sidste år.

Elementet udlejes.

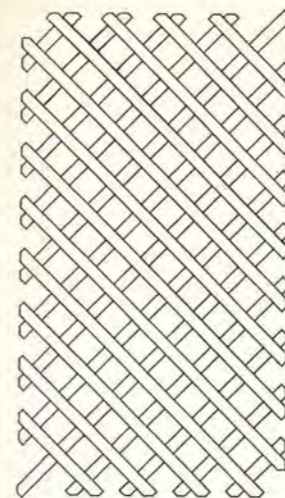
(Litteratur (2), (5), (11), (38), (39)).

#### 2.16 Beklædnings- og påstrykningsmidler

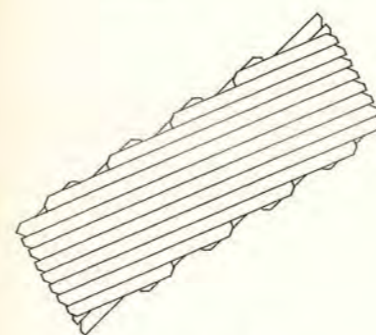
Beklædnings- og påstrykningsmidler på støbeflager tjener til et eller flere af følgende formål:

- at eliminere vedhæftningen mellem beton og støbeflage og derved gøre afformningen lettere, skåne formmaterialet og frembringe smukke betonoverflader,
- at beskytte støbeflagen mod indvirkning af betonen og derigennem øge levetiden,
- at forbedre betonoverfladens kvalitet (reducere luftblærer og vandansamlinger, forhindre evt. støvdannelse på overfladen).
- at gøre forrensningen lettere.

Det primære formål er at eliminere vedhæftningen. Vedhæftning mellem træmaterialer og beton skyldes tildels, at cementslam suges ind i træet og størkner, og muligvis også en mindre grad af vedhæftning af fysisk-kemisk natur mellem træfibre og betonen. For almindelige brædeformede vedkommende er det jo kendt, at vedhæftningen bliver betydeligt større ved støbning mod tørt sugende træ end ved støbning mod vandet form.



udslået



sammenklappet

Fig.16 Gitterform (RUBORA).  
mål 1:20

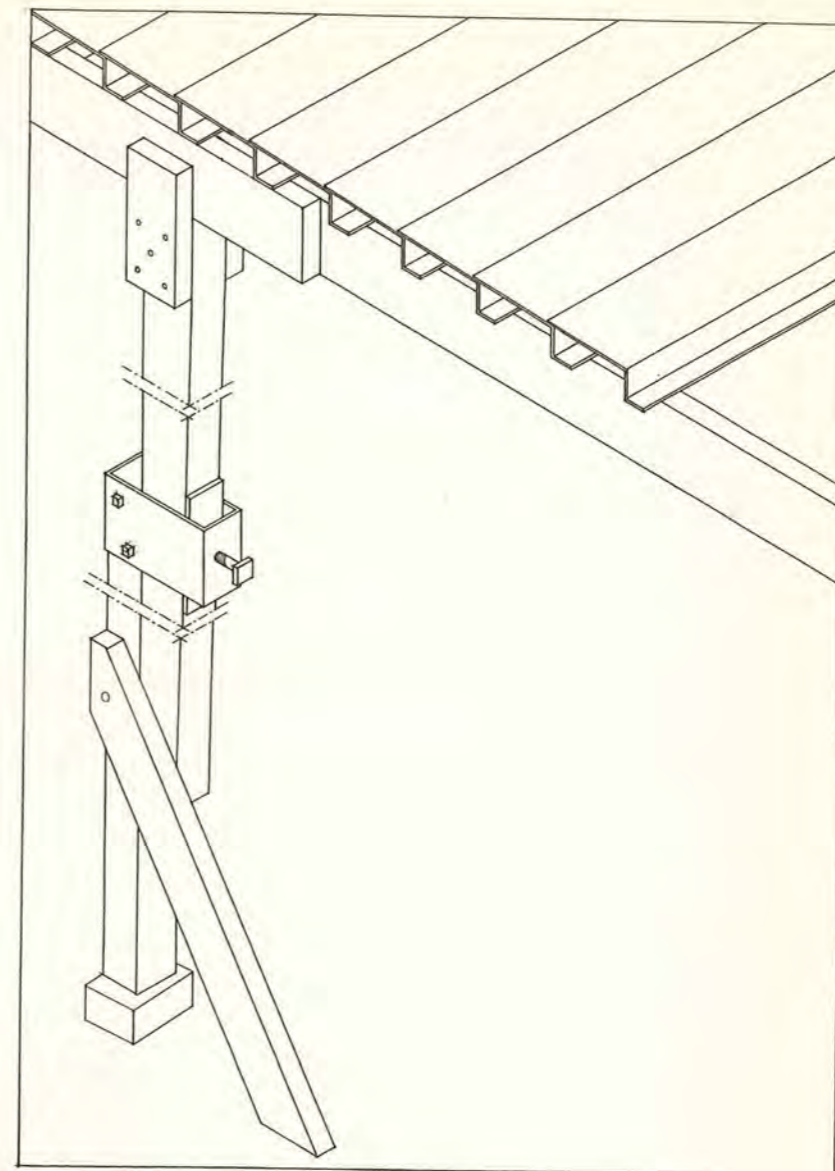


Fig.14 Lamelforskalling,  
anvendt til dækform.  
mål 1:20

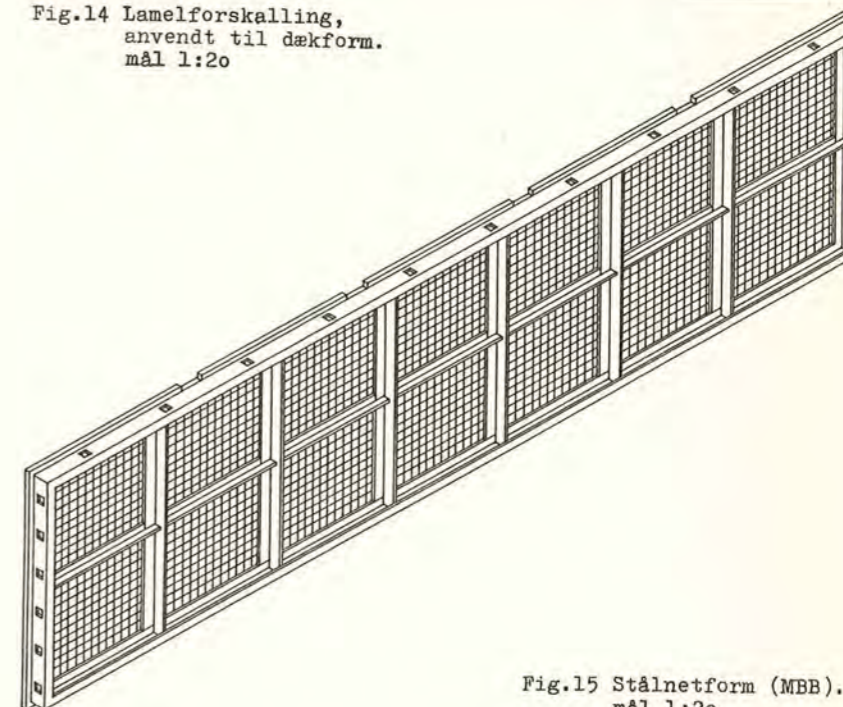


Fig.15 Stålnetform (MBB).  
mål 1:20

Vedhæftningen mod stål er af rent fysisk-ke-  
misk natur og udnyttes som bekendt i vedhæft-  
ningen mellem armering og beton.

For både træ- og stålmaterialer kommer her-  
til den rent mekaniske vedhæftning, som opstår  
ved ujævnheder (fiberrejsning, revner, ridser,  
sår) i formladerne, hvor betonen har særlig  
let ved at bide sig fast.

Princippet for at eliminere vedhæftningen  
bliver derfor at dække overfladen med en film,  
således at betonen ikke kommer i direkte kon-  
takt med formmaterialet, samt for træmateria-  
lernes vedkommende desuden at eliminere den og-  
så af andre årsager uønskede vandopsugning.

En lang række produkter beregnet til anvendelse på træ findes i dag på markedet. De kan  
inddeles i følgende grupper:

- Helpermanente, vandtætte, slidstærke beklæd-  
ninger af plasticstype.
- Halvpermanente overfladebehandlinger af lak-  
type.
- Formolier specielt fremstillet for betonfor-  
me og med evne til at danne en vandafvisen-  
de hinde med nogle få ganges holdbarhed.
- Øvrige påstrykningsmidler med begrænset le-  
vetid.

Til gruppe a hører de tidligere under kryds-  
finer og træfiberplader beskrevne plasticbelæg-  
ninger. Belægningen kan udgøres af en papir-  
eller fiberbunden film af fenolkresol eller fe-  
nol-formol (13), som pålægges under varme og  
tryk, eller af i grundbestanddelene lignende pla-  
sticprodukter, som kan påstryges i kold til-  
stand. Disse helpermanente beklædninger er dy-  
re, og pålægningen bør ske på fabrik. Såvel  
krydsfiner som træfiberplader fås nu med sådan-  
ne belægninger. Helpermanente belægninger af  
denne type eliminerer praktisk taget fuldstæn-  
digt vedhæftning, forhindrer vandopsugning, gi-  
ver smukke betonoverflader og nedbringer rens-  
ningen til et minimum.

Plader med disse belægninger bør dog under  
alle forhold olieres, men olieringen kan be-  
grænses til, at man i forbindelse med rengø-  
ringen gnider pladerne over med en klud eller  
børste indfedtet i f.eks. tynd smøreolie eller  
en emulgerbar boreolie. Denne oliefilm tjener  
fremfor alt til at gøre den efterfølgende rens-  
ning let. Det påsmurte olielag skal ikke være  
tykkere, end at overfladen netop føles fedtet.

Til gruppe b hører sådanne lakker eller lak-  
lignende produkter som DKB-lak, formfilm, grifo-  
lith, plasmal samt visse af de plasticlakker,  
som anvendes til parketgulve. Disse halvperma-  
nente påstrykningsmidler pålægges på arbejds-  
pladsen, og man kan regne med 4-10 ganges anvendelse.  
Prisen for lakkerne varierer noget, men

man kan skønsmæssigt regne med, at lakken ko-  
ster ca. 0,20-0,40 kr/m<sup>2</sup> pr. gang anvendelse af  
formpladerne.

Også ved halvpermanente overfladebehandlinger  
bør pladerne olieres i lighed med de helperma-  
nente plader. Man bør dog her først forvise  
sig om, at olieringen ikke har nogen skadelig  
indvirkning på lakeringen og vælge sin olie der-  
efter.

Til gruppe c hører sådanne deciderede formo-  
lier som Albert-formolie, Glads formolie, Esso  
Kutwell 40, BP's formolie og H-B forskallingso-  
lie samt de i Sverige velkendte Ortolan og Ste-  
fabol. Samtlige spædes op med 6-10 dele vand. O-  
lien suges ind i træet og efterlader en tynd  
hinde på overfladen. Effekten af oliering hol-  
der sig 2-3 gange, hvorefter den gøres om. Pri-  
sen for olien udgør ca. 0,05 - 0,10 kr/m<sup>2</sup> pr.  
gang anvendelse af formpladerne.

Visse af olierne er ikke frostsikre - man  
bør spørge sig for hos leverandøren på dette  
punkt.

Det, som skiller disse olier fra hinanden, er  
hovedsagelig emulgeringsmidlet samt visse ek-  
stra tilsætninger som f.eks. kalciumklorid for  
at gøre dem frostsikre.

Visse emulgatorer virker i sig selv hæmmende  
på betonens afbinding og kan give en let støv-  
dannelse på overfladerne. Hvis olieringen ikke  
overdrives (pladerne skal blot føles let fedte-  
de), er denne støvdannelse dog uden praktisk be-  
tydning.

Til gruppe d hører en række gamle velkendte  
påstrykningsmidler såsom dieselolie, spindel-  
olie, petroleum, linolie, karbolium, cellulose-  
selim, lervælling m.fl. For træforme findes der  
dog ingen anledning til længere at anvende dis-  
se olier, eftersom de til gruppe c hørende oli-  
er både er billigere og bedre. Den allerseneste  
tid er der gjort forsøg med anvendelse af gra-  
fit og talkum.

På stålforme anvender man sjældent hel- eller  
halvpermanente overfladebehandlinger. Der er  
dog principielt intet, som hindrer disse mid-  
lers anvendelse også for stål, men man klarer  
sig her normalt lettest og billigst ved grun-  
digt at rense stålformene med roterende stålbor-  
ste, tørre dem af med en klud fugtet med petro-  
leum og derefter gnide dem ind med en tynd smø-  
reolie, helst med en roterende hårbørste, hvor-  
ved olien bedre fordeles i et tyndt lag.

Dieselolie anvendes ofte for stålforme, men  
bliver let for tynd og har for dårlig vedhæft-  
ning til stålet.

Om oliering og rensning af formplader kan  
man alment konstatere, at disse to arbejdsop-  
retninger for det meste udføres med topmålet af

sløseri. En ordentlig vedligeholdelse af form-  
pladerne giver forøget levetid til de dyre form-  
materialer og et bedre betonresultat.

Fremfor alt gælder det om omhyggeligt at  
fjerne alle rester af beton på formpladerne. Ved  
formplader af træ bør dette ske uden unødigt an-  
vendelse af stålværktøj, som meget ofte gør me-  
re skade end gavn. Krydsfiner og træfiberplader  
kan ofte renses blot med en roterende stiv hårbør-  
ste, hvis den foregående oliering er udført  
ordentligt.

Smøring af plader skal udføres omhyggeligt.  
Det er en fordel, om olien er farvet, så man let  
ser eventuelt glemte steder. Ved støbningen må  
der ikke findes noget overskud af olier tilbage  
på formpladerne. Oliemængden bør gøres ind i formla-  
den - f.eks. med en roterende hårbørste. Ved  
sprøjtning eller strygning bliver olielaget let  
for tykt og ujævnt fordelt.

Hessian (sækkelærred) har i Sverige fundet  
anvendelse som beklædning på store formele-  
menter af brædder, dækkende en hel væg for pudsfri  
beton. Hessian sys sammen til passende format  
og spændes over bræddelagerne.

Metoden påstås at have medført, at formen  
slipper betonen let, og at have virket beskyt-  
tende på træunderlaget. Den største fordel med  
hessiansbeklædning ligger dog i, at den camou-  
flerer aftrykket efter brædderne og eliminerer  
blæredannelse i betonoverfladen. I stedet får  
man naturligvis en sækkelærredsmønstret beton-  
overflade. Sækkelærredet kan anvendes ca. 8-10  
gange, hvilket i Sverige giver en udgift til  
sækkelærred på ca. 0,70 sv.kr/m<sup>2</sup> støbt beton-  
overflade.

(Litteratur (13) og (40).)

#### 2.24 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering Økonomi.

I dette afsnit behandles kun økonomien ved  
anvendelse af formplader i stedet for alminde-  
lige løse brædder. Der tages ikke hensyn til  
alle indirekte besparelser, som de moderne  
formplader muliggør gennem yderligere rationa-  
lisering af formen og betonarbejdet (mere rati-  
onel underbygning, pudsfri beton m.m.).

Almindelige bræddelager fremstillet på byg-  
gepladsen diskuteres ikke, da metoden er vel-  
kendt og medtaget i akkordprislisterne.

Den økonomiske behandling af formpladerne må  
blive temmelig summarisk. Dels foreligger der i  
Danmark ikke tilstrækkelige erfaringer, dels  
har materialepriserne endnu ikke fundet deres  
endelige leje, dels optager akkordprislisterne ik-  
ke specielle priser for arbejde med moderne  
formplader. En sammenligning med svenske for-  
hold - hvor situationen er mere afklaret - kan  
dog give visse anvisninger.

#### Arbejds løn.

Arbejds lønnen ved formarbejde opbygges i  
Danmark af akkordprisen ifølge listen plus et  
dyrtidstillæg, som fremkommer som et vist beløb  
pr. arbejdstime (dyrtidstillægget pr. 31.3.54  
f.eks. 1,53 kr. i timen for jord- og betonar-  
bejdere i København, heri inkluderet tillæg for  
skæve helligdage). I den totale arbejdspris for  
et formarbejde indgår foruden akkordarbejdet  
normalt en vis dagtid - ca. 15%. Erfaringsmæs-  
sigt viser det sig, at den totale arbejdspris  
kan fås som akkordprisen + 15% daglønssarbejde  
+ yderligere 55% dyrtidstillæg af summen foran  
+ yderligere 6,5% tillæg af summen foran for  
ferier. Summa summarum: akkordprisen + 90%, i-  
det 1,15·1,55·1,065 ~ 1,90.

Akkordprislisterne indeholder som nævnt kun  
priser for traditionel formsætning (og lamel-  
forskalling). Resultatet bliver, at man ved  
prissætning af moderne forme er tvunget til at  
gå ud fra priserne for traditionelle forme el-  
ler også udføre arbejdet på basis af slumpak-  
kord.

Hvis man går ud fra priskuranten, opnår man  
ingen besparelser i akkordprisen ved anvendelse  
af moderne formplader i stedet for løse bræd-  
der eller bræddelager. Flager mindre end 1 m<sup>2</sup>  
eller smallere end 40 cm betales som løse bræd-  
der, hvilket i praksis vil sige, at man for ar-  
bejde med fabriksfremstillede flager eller  
stållemme må regne med prisen for løse brædder.  
Ved arbejde med krydsfiner eller træfiberpla-  
der, som normalt er større end 1 m<sup>2</sup> og bredere  
end 40 cm, slipper man dog for det tillæg på  
30% af flageprisen, som gælder for løse bræd-  
der.

Anvendelse af flager og plader medfører u-  
tvivlsomt en besparelse i tid, som med den nu-  
værende opbygning af arbejdsprisen viser sig  
gennem besparelser på dyrtidstillægget. Efter-  
som dyrtidstillægget udgør ca. 30% af den to-  
tale arbejds løn, er det trods alt ikke ubetyde-  
lige besparelser, som kan opnås.

Udgifterne til formrensning forbliver uæn-  
dret, eftersom den indgår i prisen for opstil-  
ling og nedtagning. De større krav til omhygge-  
lig rensning for beton kræver muligvis mere tid,  
men på den anden side er arbejdet med adskillel-  
se og rengøring for søm betydeligt mindre.

Udgifterne til oliering og overfladebehand-  
ling anses i denne forbindelse mere naturligt  
at høre hjemme på materialekontoen og diskute-  
res nærmere der.

I Sverige opbygges arbejdsprisen på en måde,  
som er lettere at få overblik over, nemlig som  
akkordprisen ifølge listen + et stedstillæg (som  
for Stockholms vedkommende udgør et tillæg på  
24,2% på akkordprisen). I formarbejdet indgår



normalt en del dagtid, som erfaringsmæssigt kan sættes til 10% af akkordprisen plus stedtillægget. Hertil kommer yderligere, at den svenske akkordprisliste for "byggnadsträarbetare" er differentieret med hensyn til formsætning med løse brædder, med fabriksfremstillede brædderflager, og med krydsfiner og træfiberplader. Desuden skelnes mellem formsætning for overflader, som skal pudses, og pudsfri beton.

En nylig gennemført svensk undersøgelse af et standardrum i Stockholm gav det i tabel 9 angivne resultat.

Tabel 9. Total arbejds løn for dæk- og vægform med forskellige formplader.

Formtype	Arbejds løn sv.kr.	
	Dæk	Væg
Traditionel form, pudset betonoverflade	3,17	4,23
Samme, men med fabriksfremstillede brædderflager	2,76	3,77
12,5 mm krydsfiner. Formsætning med løse plader på trad. underbygning. Pudsfri beton	2,97	4,52

Arbejds lønnen inkluderer samtlige arbejdsoperationer, og er angivet i sv.kr. pr.m<sup>2</sup>.

#### Materialeudgifter.

Materialeudgifterne kan summarisk behandles som vist i tabel 10.

Afskrivningen på 1" formbrædder ved 3 gange anvendelse kan med en træpris på 9,25 kr/kbf. beregnes til 2,75 kr/m<sup>2</sup> pr. gang. Brædderne olieres ikke.

Tabel 10. Sammenstilling af materialeudgifter ved forskellige formplader.

Formplade	Pris kr/m <sup>2</sup>	Udgifter til overfladebehandlinger pr. gang anvendelse		mindste antal gange	Bør kunne anvendes antal gange
		oliering	halvperm.		
12,5 mm plasticbelagt fenollimet krydsfiner	30,00	0,10	-	11	20-60
12,5 mm fenollimet krydsfiner	18,00	0,15	(0,40)	6,9 (7,7)	8-40
12,5 mm urealimet krydsfiner	15,00	0,15	(0,40)	5,8 (6,4)	5-15
10 mm plasticbelagt olie. træfiberplade	16,00	0,10		6,0	8-30
Brædderflager 1"	10,50	0,15	(0,40)	4,0 (4,5)	5-15
Brædderflager 1" med kantforstærkninger	13,00	0,15	(0,40)	5,0 (5,5)	8-30
Stålleme	50-100	0,10		20-40	50-100
7 mm fenollimet krydsfiner på Rubora	8,50 13,00	0,15		3,3 4,7	7,9 > 20

For formplader antages en cirkapris pr. m<sup>2</sup> formplade (baseret på oplysninger fra leverandører). Denne pris divideres med den ovenfor beregnede afskrivning på brædder minus den beregnede udgift (materiale + arbejds løn) for den overfladebehandling på respektive plader, som udføres på byggepladsen. Kvotienten angiver det antal gange, som formpladen mindst skal anvendes for at give bedre materialeøkonomi end brædder.

Denne beregning tager ikke hensyn til et eventuelt forøget træforbrug i underlaget på grund af mindre strøafstande. Fordyrelsen af strøunderlaget kan dog højst udgøre ca. 10 øre pr. m<sup>2</sup> pr. gang, og ændrer således ikke billedet.

#### Vurdering

En vurdering på baggrund af de i afsnit 1.4 opstillede generelle retningslinier falder ud til gunst for anvendelse af moderne formplader, eftersom de virker såvel arbejds- som materialebesparende - og desuden kan udnyttes til opnåelse af bedre betonresultater (pudsfri beton).

En forudsætning for, at disse besparelser skal blive effektive, er dog:

at arbejde med formplader prissættes særskilt i akkordprislisten,

at pladernes store levetid virkelig udnyttes, samt

at arbejdstekniken omlægges efter de specielle krav til større varsomhed ved arbejde med moderne formplader.

Stålfornene kræver så mange ganges anvendelse og fordrer desuden specialværktøj til udretning, at udlejningssystemet her bliver aktuelt.

## 2.2 Dækform

### 2.20 Alment

Den traditionelle dækform opbygges af formbrædder, strøer, remme eller rideplanker, samt bomme. I den moderne dækform erstattes disse materialer med nye materialer eller konstruktionselementer.

Ved udformning og valg af materialer til moderne dækform bør man foruden de almindelige tekniske krav om tilstrækkelig bæreevne og stivhed specielt betragte følgende synspunkter:

1. Dækformen bør udføres således, at den belaster det nedenfor liggende dæk mindst muligt, dels for at undgå overbelastning af dækkene ved støbning af ovenfor liggende dæk (44), dels for at formen kan tages ned så tidligt som muligt. (Bommene erstattes med dragere, som oplægges på væggene eller på bomrække langs væggene).
2. Dækformen bør udføres således, at vægformen kan tages ned uafhængigt af dækformen. Dækformen bør således ikke oplægges på vægformen eller på anden måde låse denne.

Vægformen kan normalt tages ned betydeligt tidligere end dækformen. Dette bør udnyttes til at opnå en hurtig cirkulation af formmaterialerne. Undertiden støbes væggene, og vægformen tages ned, inden dækformen stilles op. Ved en aflang byggekrop, hvor formflytningen kan ske delvis horisontalt, medfører denne fremgangsmåde en hurtig cirkulation og god udnyttelse af formmaterialerne og muliggør, at dækformen kan oplægges direkte på de færdigstøbte vægge (se punkt 1 og 3).

Metoden medfører dog, at man ved støbning af væggene må anvende specielle støbeplatforme eller udlægge et provisorisk dæk. Betontransporten udføres med fordel med kran ved dette system, og kranen kan da også udnyttes til flytning af støbeplatforme.

3. Dækformen bør udføres således, at den mindst muligt hindrer transport gennem og arbejde i rummet under det indformede dæk (bomme med afsværtninger erstattes med tilsvarende uden afsværtninger - indstillelige bomme - eller med dragere).
4. Dækformen bør udformes med speciel hensyntagen til, at nedtagningen skal kunne ske uden beskadigelse af formmaterialerne. Dette krav er specielt vigtigt, eftersom de fleste moderne materialer fordrer et stort antal anvendelser for at give god økonomi. Vægten hos de i overbygningen (plader, strøer og rideplanker eller erstatninger herfor) indgående elementer bør holdes så lav som mulig, og formnedtagningen bør udføres således, at elementerne ikke falder ned, men

løftes ned - f.eks. gennem en sænkning af stilladset, hvorved overbygningen slipper betonen, men bliver liggende på stilladset og siden i god orden kan løftes ned.

I det følgende gives en teknisk beskrivelse med vurdering af moderne erstatninger for de 4 i den traditionelle form indgående hovedelementer.

Ved den moderne dækform beklædes eller erstattes formbrædderne med formplader eller udformes til særlige formelementer (flager, kassetter) efter følgende principper:

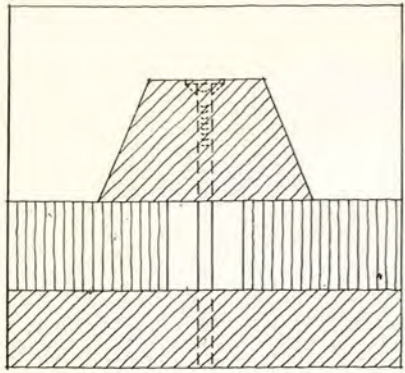
1. Intermittent beklædning med tynde plader på bræddeunderlag (fig.18). (Pladerne løsnes fra bræddebeklædningen efter hver støbning). Hertil anvendes 2-5 mm træfiberplader eller 4-7 mm krydsfiner. Pladerne udlægges på almindelig bræddeform eller form af bræddeflager uden hensyntagen til fugerne i underlaget. Pladerne sømmes med enkelte søm i midtlinierne samt i mellemrummene mellem pladerne med søm med stort, fladt hoved. Af hensyn til fugtbevægelserne bør pladernes største udstrækning ikke overstige 125-150 cm.

For at beskytte pladekanterne, eller for at opnå en speciel arkitektonisk virkning, kan fugerne dækkes med lister af træ eller med specielle plasticlister, som fæstnes ved at presses ned mellem flagerne (fig.17). Plasticlisterne kan anvendes mange gange og giver et diskret aftryk på betonen. En dækning af fugerne medfører desuden, at betonen ikke løber ud, og man får også herigennem bedre betonoverflader.

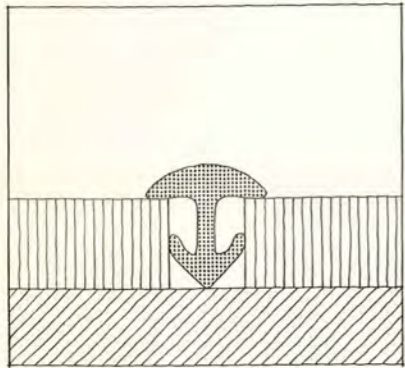
Ved nedtagningen af formen skiller formpladerne let fra bræddeunderlaget takket være den spredte sømning. Eventuelt kan man anvende koniske søm (type skomagørsøm), som lettere slipper bræddeunderlaget, men dog formår at holde pladerne på plads under støbningen.

En speciel udformning er 5-7 mm plader på Ruboragitterforskalling (se afsnit 2.15). Angående nødvendigheden af forkonditionering af tynde plader henvises til foregående afsnit om respektive formplader.

2. Permanent beklædning med tynde plader på formelementer af brædder (fig.19). I dette tilfælde tildannes plane formflager (fabriksfremstillede brædderflager eller flager samlet på byggepladsen af løse brædder med påsømmede revler) eller bræddekassetter, som pålægges en permanent beklædning af 2-5 mm træfiberplader eller 5-7 mm krydsfiner. Ved kassetter fungerer de påsømmede afstivninger som strøer, og elementerne kan oplægges



A. træ  
mål 1:1



B. plastic.  
mål 1:1

Fig.17 Lister til dækning af fuger mellem formplader.

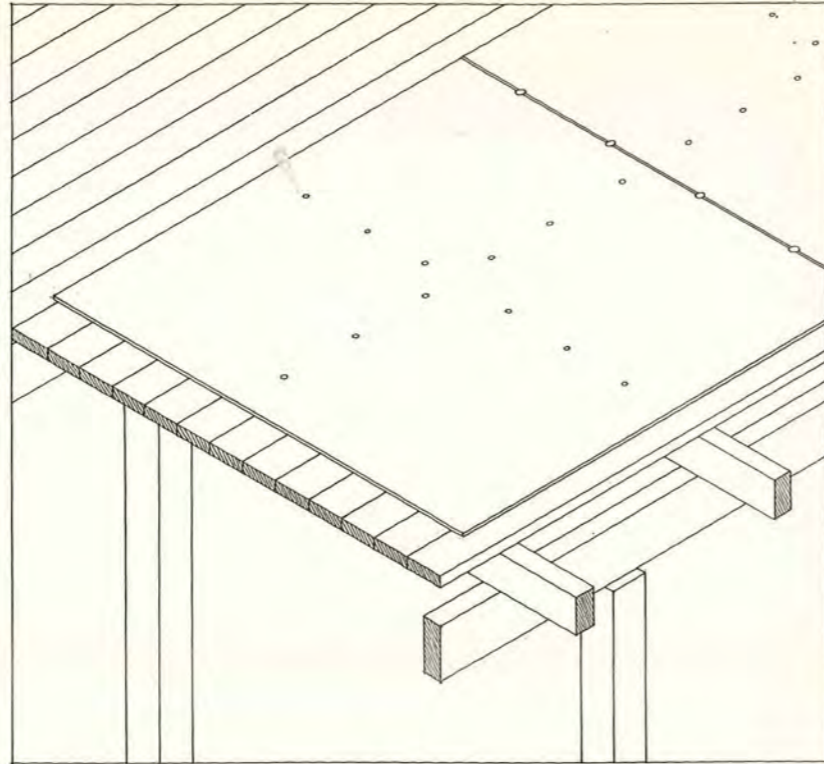


Fig.18 Dækform, intermittent beklædning, der løsgøres fra underlaget mellem hver støbning, mål 1:20

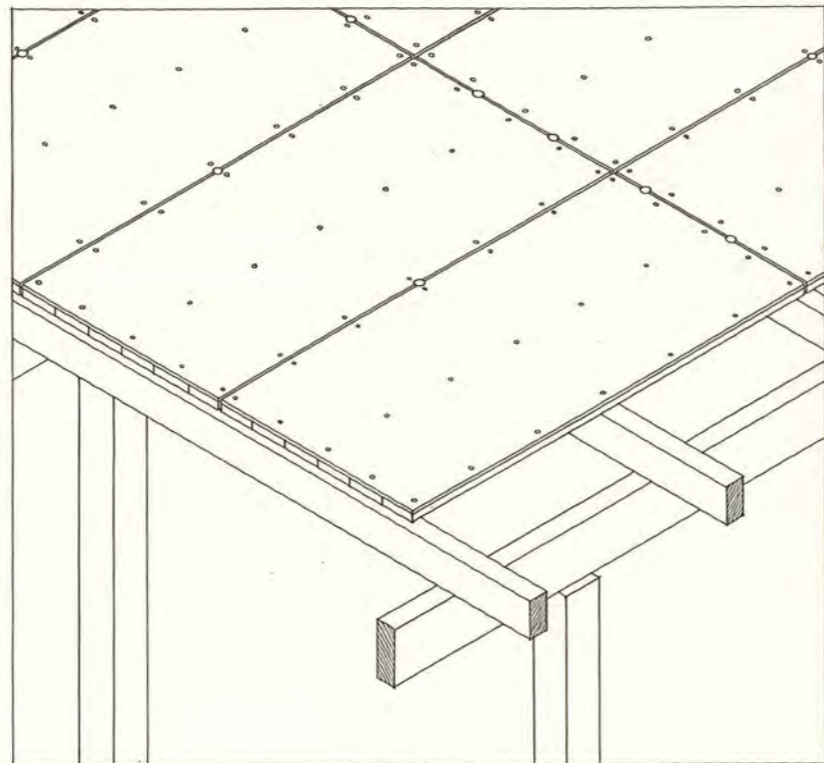


Fig.19 Dækform, permanent beklædning, mål 1:20

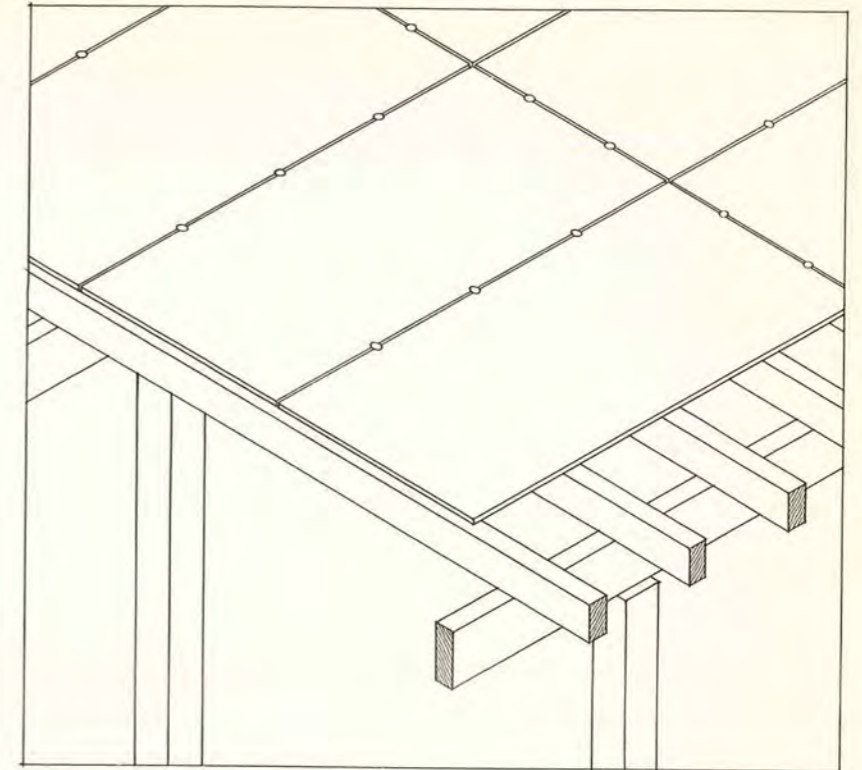


Fig.20 Dækform, løse formplader, mål 1:20

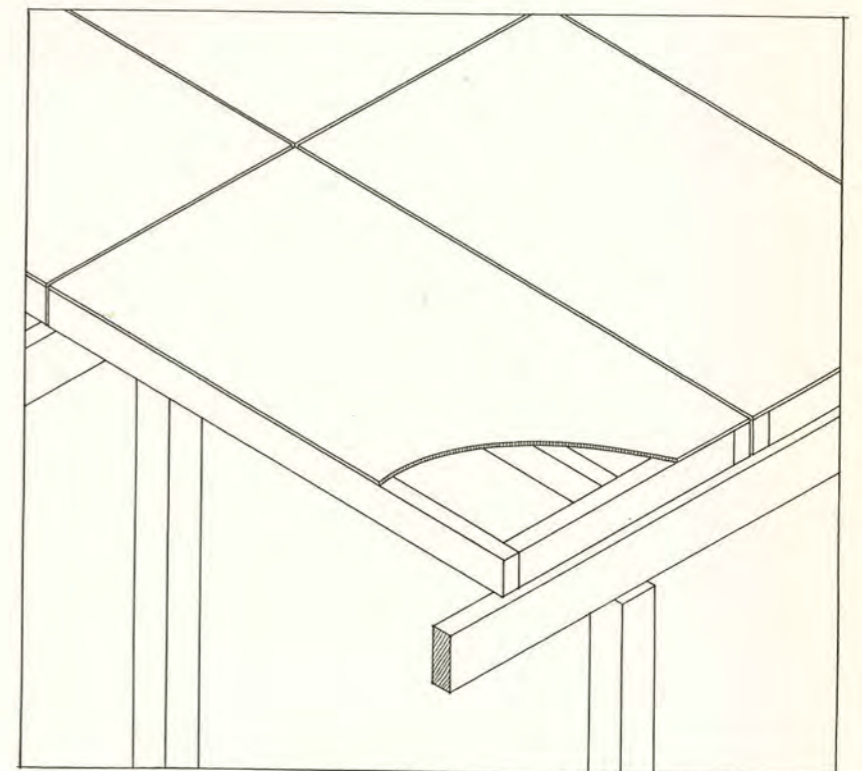


Fig.21 Dækform, kassetter, mål 1:20

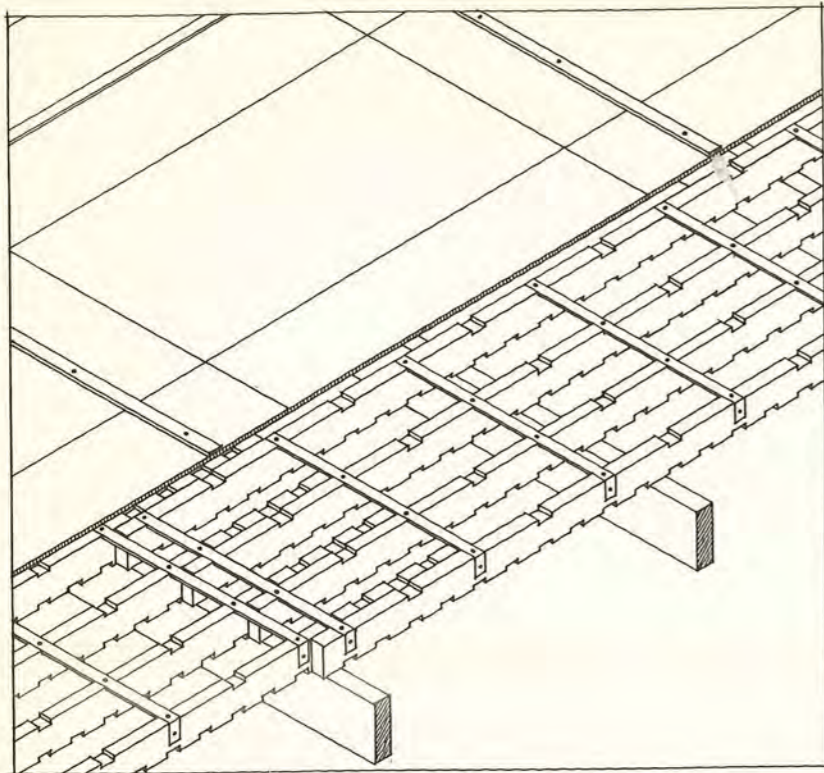


Fig.22 Raster (41),mål 1:20

direkte på remmene. Flager og kassetter beskrives nærmere i afsnit 2.31.

3. Løse formlader på underlag af strøer (fig. 20). Hertil anvendes 10-15 mm plader af krydsfiner eller træfiberplader, stållemme eller almindelige bræddeflager. Pladerne eller lemmene udlægges på strøunderlag med passende centrumsafstand (se afsnit foran om respektive materialer). Træplader behøver oftest ingen fastsømning, men er de krumme eller skæve, holdes de på plads ved sømning i mellemrummet mellem pladerne direkte ned i strøerne med søm med stort, fladt hoved. Pladerne stødes i den ene fugeretning over strøerne. "Svævende stød" må ikke forekomme. Fugerne kan dækkes med lister på samme måde som nævnt under punkt 1.
4. Kassetter med tykke formlader (fig.21) fremstilles ved at sammenbygge plader (10-15 mm krydsfiner eller træfiberplader) eller brædder med strøerne til stive formelementer. Nærmere om kassetter i afsnit 2.31.
5. Store formelementer. I Sverige har man anvendt store formelementer dækkende et helt dæk ad gangen, og hvor såvel overbygningen som stilladset var sammenbygget til en enhed. Stilladset bestod af 4 indbyrdes afstivede, hævelige og sænkelige ben forsynet med hjul. Overbygningen var en kombineret træ- og stålkonstruktion. Støbeflagen var overspændt med hessian (se afsnit 2.16). Formelementet sættes på plads med kran (se figur 40, s.43), og efter støbningen sænkes elementet og kørtes ud gennem facaden, hvorefter kranen tog sig af den videre transport. Metoden forudsætter, at huskroppen udføres med bærende tværskillerum samt en vidtgående standardisering af betonskelettet.

#### Teknisk vurdering.

Kassetter har vanskeligt ved at hævde sig i dækform. Kassetterne bliver tunge og usmidige og medfører næppe hverken økonomiske eller tekniske fordele i sammenligning med system 3 (løse plader).

Systemerne 1 og 2 har nærmest været anvendt til pudsfrit byggeri, inden de prima tykke plader kom frem. De kan hverken økonomisk eller teknisk hævde sig ved sammenligning med system 3 andet end ved buede overflader. Tynde plader på Rubora-gitterforskalling danner dog muligvis en undtagelse, men der foreligger ikke tilstrækkeligt med sammenlignende forsøg.

#### 2.21 Raster

I den traditionelle dækform udgør udgifterne til strøerne en relativt lille del af de totale formudgifter (se afsnit 1.3). Normalt regner man med en afskrivning på 10-15% pr. gang anvendelse. Strøerne går til ved savespild, samt ødelægges under rengøring og nedtagning.

Savespildet kan nedbringes ved en god planlægning af forarbejdet og udarbejdelse af formtegninger. Det er i denne forbindelse interessant at konstatere, at en enkel, tydelig påmaling på træets endestykker har en gunstig psykologisk virkning og forhindrer en hel del unødvendig savning. En billig farvning af træet - som eventuelt kan kombineres med imprægnering - anvendes en del i Sverige for at markere, at træet ikke må skæres i stykker.

Spildet ved nedtagning og rensning hænger hovedsageligt sammen med sømforbindelserne. Anvendelse af brede strøer - 2" - ,som kan stå selv, og tykke formlader, som kun sømmes spredt i mellemrummet mellem pladerne, eller stållemme og kassetter, som slet ikke behøver at sømmes, giver mindre spild.

I Sverige er der for nylig kommet et raster frem (41) fig.22, som består af høvlede 1½" x 3" strøer sammenbygget til et element ved hjælp af 3 mm x 30 mm båndjern med 40 cm afstand. Elementet fremstilles i 63,5 cm bredde (4 strøer med 20 cm centrumsafstand) og i længder på 2,55 m og 1,5 m. Strøerne er forsynet med udfræsning på såvel over- som underside. På undersiden ligger udfræsningerne med 10 cm afstand, på oversiden med 40 cm afstand midt mellem båndjerne. Rasterne udlægges løst på remme eller dragere og behøver ikke at sømmes fast. Tilpasning til rum med varierende størrelse sker ved at lade rasterne gribe ind i hinanden. Båndjerne falder da ned i udfræsningerne, og såvel over- som underside forbliver plan. Elementet har således god tilpasningsevne i begge retninger.

Rasterets maksimale spændvidde ved et 20 cm dæk er 110 - 120 cm.

Dette raster er beregnet til anvendelse under tykke formlader for pudsfri beton i såvel dæk- som vægform, og det er derfor temmelig stærkt overdimensioneret til anvendelse i traditionel form.

I rasteret indgår 0,62 kbf. træ pr. m<sup>2</sup> form mod blot 0,37 kbf/m<sup>2</sup> i traditionel dækform (2" x 4", c/c 60 cm).

Iøvrigt henvises til fig. 41 og 42, s.43.

#### Materialeøkonomi.

Prisen er i Sverige ca. 11,50 sv.kr/m<sup>2</sup> formareal. Tilsvarende pris for 0,37 kbf. 2" x 4" er blot 2,20 sv.kr. Rasteret skal således an-

vendes 5,2 gange mere end almindelige strøer, altså totalt 35 - 50 gange for at afskrivningen pr. gang skal blive den samme. Det er tvivlsomt, om rasteret kan holde så mange gange. I Sverige regner man med 20 ganges anvendelse.

Rasteret er som nævnt specielt beregnet for anvendelse under tykke plader for pudsfri beton. Strøafstanden bliver her 25 - 35 cm. Dette behøver teoretisk ikke at medføre øget træmængde - man kan blot gøre strøerne tilsvarende mindre -, men i praksis kan dette ikke fuldt udnyttes, da strøerne bliver for smalle at arbejde med. Hvis man skønmæssigt regner med, at træmængden i strøerne under tykke formplader bliver dobbelt så stor som i traditionel form - d.v.s.  $0,74 \text{ kbf/m}^2$  - finder man, at rasteret skal kunne udnyttes 17 - 25 gange for at give samme afskrivning pr. gang som ved anvendelse af løse strøer.

#### Arbejdsløn.

Anvendelse af raster er utvivlsomt tidsbesparende ved formsætning i forbindelse med tykke formplader. En fornylig gennemført svensk beregning for et standardrum i Sverige baseret på gældende akkordpriser gav for dækform med 12,5 mm krydsfinerplader for pudsfri beton på traditionel underbygning med strøer ( $0,66 \text{ kbf/m}^2$ , 2" x 4" strøer) en arbejdspris på 2,97 sv.kr/m<sup>2</sup>. Ved anvendelse af raster i stedet for strøer blev arbejdsprisen 2,84 sv.kr/m<sup>2</sup>.

#### Vurdering.

Skønt anvendelse af raster teknisk set indebærer visse fordele og medfører nogen tidsbesparelse ved forme, hvor strøafstanden ligger på 25-40 cm, har de dog vanskeligt ved at hævde sig økonomisk på grund af den relativt store afskrivning pr. gang anvendelse. I sin nuværende form er rasteret næppe heller materialebesparende.

Princippet er imidlertid godt, og det er muligt, at en nøjere tilpasning af rasterets konstruktion (indgående træmængde) til bestemte formål kan forbedre økonomien. Den tætte strøafstand i rasteret - 20 cm - gør det evt. muligt at anvende 8-10 mm formplader i stedet for de almindelige 12,5 mm tykke plader og således forbedre materialeøkonomien.

(Litteratur (41)).

#### 2.22 Dragere

Som erstatning for bomme og remme er der de sidste år fremkommet specielle formdragere.

Formdragere er i længden indstillelige, lette jernkonstruktioner opbyggede som gitterdragere af rundjern eller vinkeljern eller udformet som kasseformede i hinanden forskydelige pladejernsprofiler. For 20 cm betondæk tillader

de frie spændvidder på 4-5 m. Sålange rummets dimensioner ikke overstiger dette mål, kan dragere uden mellemunderstøtning oplægges direkte på væggene eller på bomrække langs væggene. Herved opnås, at det nedenfor liggende dæk ikke udsættes for skadelige belastninger i byggetiden. Ved større rum går man glip af denne fordel.

Dragere kan opdeles i to hovedgrupper, nemlig teleskopdragere, som opbygges af 2-3 dele, der kan forskydes ind i hinanden og derved tilpasses til ret længde, og sammenbyggelige dragere, som sammensættes af passende antal dele af standardlængder. Endestykkerne til disse dragere er ofte forskydelige, så en finindstilling af længden kan opnås.

Følgende typer kan anses for at være repræsentative og skal nærmere beskrives:

#### Teleskopdragere.

1. ACROW (6) (fig.23). Dragere består af to dele, nemlig et midterstykke bestående af en pladejernsdrager med kasseformet profil og en smal åbning på undersiden, samt to ens endestykker, udformede som en med midterstykket konform pladejernsdrager. Endestykkerne er forskydelige inden i midterstykket, og fastlåsnings sker med en spændeskruer for hvert endestykke. Dragerdelene fås i forskellige standardlængder. Største længde, som kan opbygges, er ca. 4,9 m.
2. FIX (41) (fig.24). Dragere sammensættes af to ens dele, som udgøres af gitterdragere, hvor hoved og fod består af vinkeljern, og gitteret af rundjern, der er svejset til hoved og fod. De to dragerhalvdele forbindes indbyrdes ved hjælp af 4 specielle bolte. Når boltene løsnes - uden dog at tages helt bort - kan dragerdelene forskydes i forhold til hinanden og indstilles til ret længde, hvorefter boltene strammes. Dragerdelene findes i længderne 1,50, 2,00, 2,50 og 3,15 m. Største frie spændvidde, som kan opbygges, er ca. 5,30 m.
3. HÜNNEBECK. (fig.25). Dragere består af to dele, nemlig en massiv, I-formet drager opbygget af pladejern, som kan forskydes inden i en som en dobbelt gitterkonstruktion med hoved af pladejern udformet drager. Låsning af drageren i bestemt længde sker med en klemmeskrue. Begge dragerdele er symmetriske, og drageren kan opbygges fra begge ender under vekselvis anvendelse af de to elementer. Gitterdragere fremstilles i 2,50 m længde. Profildragere i længder på 2,00, 2,50 og 3,00 m.
4. KWIK (2) (fig.26). Dragere består af to de-

le, nemlig en dragerdel udformet som et lukket, kasseformet pladejernsprofil, inden i hvilket et X-formet pladejernsprofil med påsvejset plant hoved og fod kan forskydes. Låsning af drageren sker med to klemmeskruer. De to dragerhalvdele findes i visse standardlængder. Største længde, som kan opbygges, er ca. 5,30 m.

#### Sammenbyggelige dragere.

5. HICO (2), (42) og (49) (fig.27). Dragere er en gitterdrager med trekantprofil. Hovedet består af en 2 mm stålplade bøjet i [-form, foden af et stål rør. Gitteret er udført af rundjern svejset til hoved og fod. Dragere er opbygget af sektioner, som samles med bolte i hovedet og en svær bardunstrammer i foden. Sektionerne findes i forskellige standardlængder fra 31,25 cm til 125 cm. Endestykkerne, som er forsynet med forskydelige vederlag til finindstilling af længden, samles med den øvrige drager på samme måde som ovenfor beskrevet. Dragere findes i forskellige sværhedsgrader.
6. BERGQUIST (9) (fig.28). Denne drager er en sammenbyggelig, plan gitterdrager. Elementerne - endestykker og forlængelsesdele - udgøres af et almindeligt vinkeljernsgitter.

Til de fleste systemer hører desuden en del specialgrejer for oplægning med mellemunderstøtninger, for specielle oplægninger ved enderne samt specielle traverser (fig.30) for små spændvidder. Traverserne udgøres for det meste af to vinkeljern, som overlapper hinanden og forbindes

Tabel 11 Sammenstilling af tekniske data hos forskellige dragere.

	Acrow	Fix	Hünnebeck	Kwik	Hico	Bergquist
Bæreevne (kg·m)	-	-	13-1500	-	> 1220	-
Vægt, ca. (kg/m)	10	8	12	12	11	-
Kan gives ønsket pilhøjde	-	-	-	-	+	+
Fast pilhøjde	-	+	+	-	-	-
Ingen pilhøjde	+	-	-	+	-	-
Stivhed	god	god	god	god	mindre god	mindre god
Kan sænkes	-	-	noget	noget	betydeligt	-
Forskydelige vederlag	+	-	-	-	+	-
Plant dragerhoved	-	+	-	-	+	+
Flige til samme side i hoved	+	-	+	+	+	-
Sidestabilitet	god	mindre god	god	god	temmelig god	mindre god

des med bolte gennemudfræsede spor i jernene, samt er forsynet med vederlag.

En speciel drager er den i fig.29 viste, som blot består af en almindelig trærem forsynet med endestykker af stål. Endestykkerne er her udformede som kasser af stålplader, som remmen stikkes ind i. Herved opnås indstillelighed. Denne konstruktion er kun anvendelig ved små spændvidder, men man kan i forbindelse med en bomrække med rem i midten af rummet, over hvilken dragere forløbes, ofte opnå tilstrækkelig spændvidde til de rum, som forekommer ved almindeligt husbyggeri.

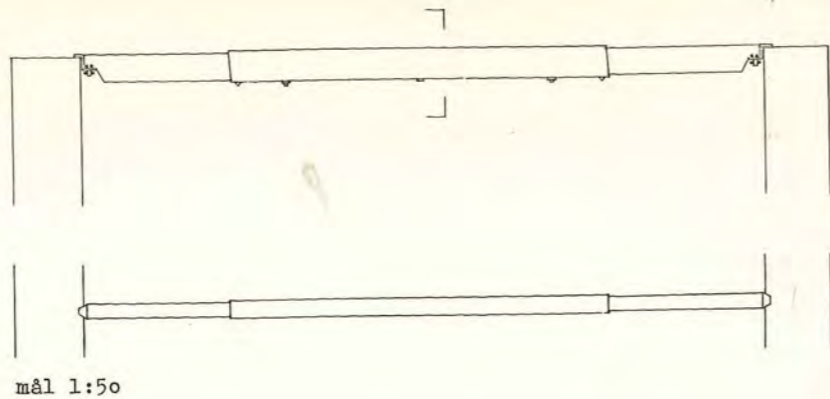
Ved valg og bedømmelse af dragere gælder følgende kritiske synspunkter:

- A. Bæreevne og stivhed varierer noget for de forskellige fabrikater. Fabrikanternes brochurer giver oplysning om passende forhold mellem spændvidder, centrumsafstande og dæktykkelse. For et 20 cm betondæk kan man i gennemsnit regne med en spændvidde på ca. 4 m for centrumsafstande på 80-110 cm.
- B. Overhøjde. Det er vigtigt, at dragere enten kan indstilles til, eller fra fabrikens side leveres med passende overhøjde. De sammenbyggelige systemer er som regel temmelig slappe på grund af bolteforbindelserne og må indstilles med ekstra overhøjde ud over den, som ønskes på dækket. For Hico kræves f.eks. ca. 0,5 cm ekstra overhøjde for hver meter fri spændvidde (2).
- C. Ved større spændvidder spiller sidestabiliteten en rolle, og de plane dragere behøver ofte sideafstivninger for ikke at bukke ud.
- D. Ved oplægning på vægge er det en stor fordel, om dragere kan sænkes noget - som f.eks. Hico ved afspænding af bardunstrammerne-, eller at vederlagene er forskydelige.

snit  
mål 1:10



Fig.23 Teleskopisk formdrager  
(ACROW)



mål 1:50

snit  
mål 1:10

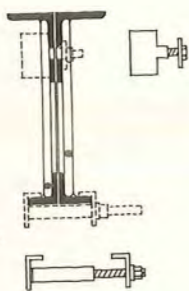
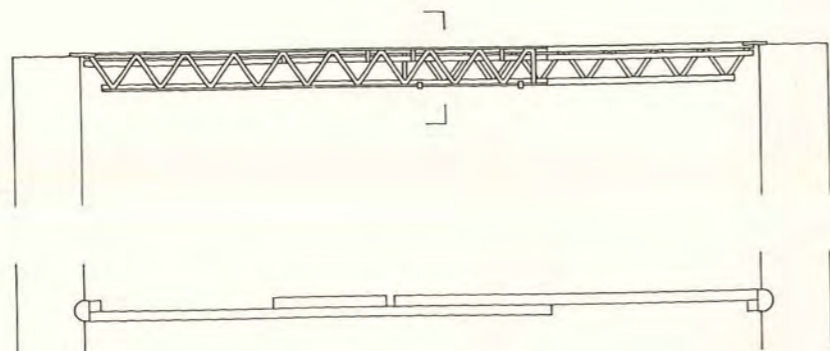


Fig.24 Teleskopisk formdrager  
(FIX)

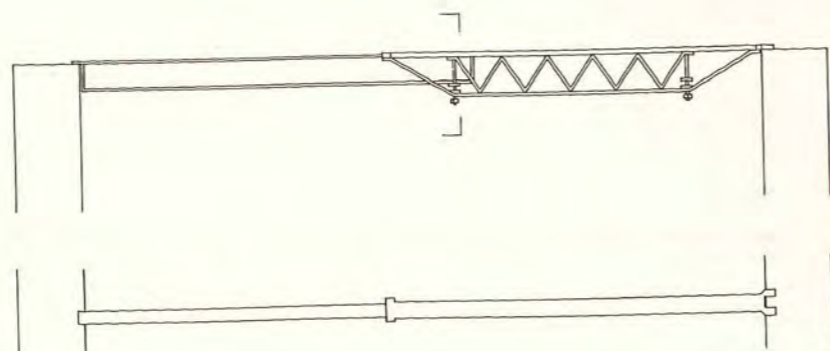


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.25 Teleskopisk formdrager  
(HÜNNEBECK)

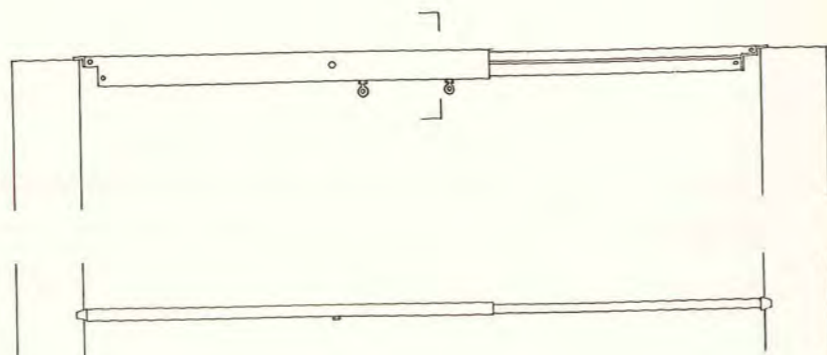


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.26 Teleskopisk formdrager  
(KWIKFORM)

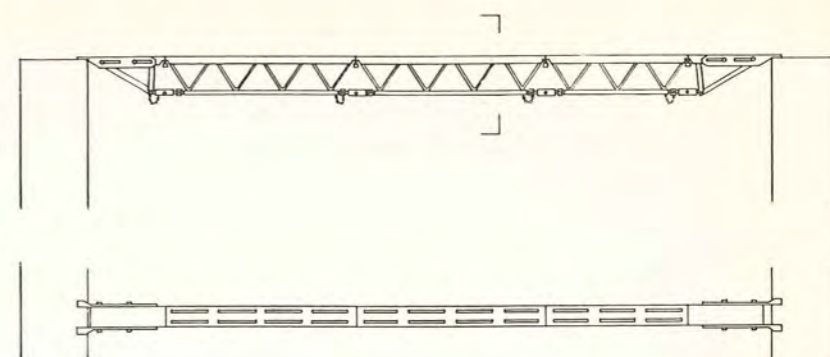


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.27 Sammenbyggelig  
formdrager (HICO)

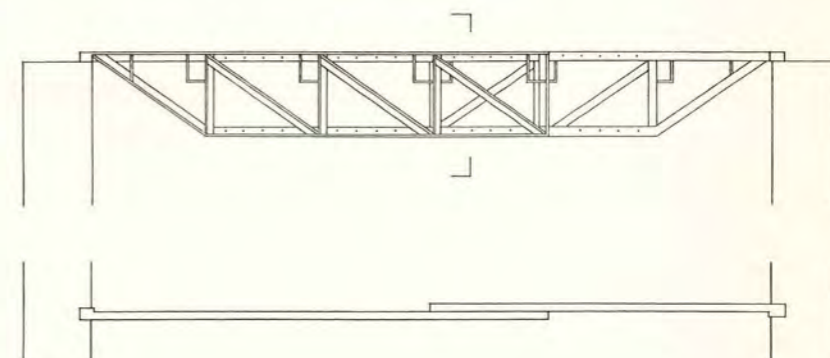


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.28 Sammenbyggelig  
formdrager (BERGQUIST)

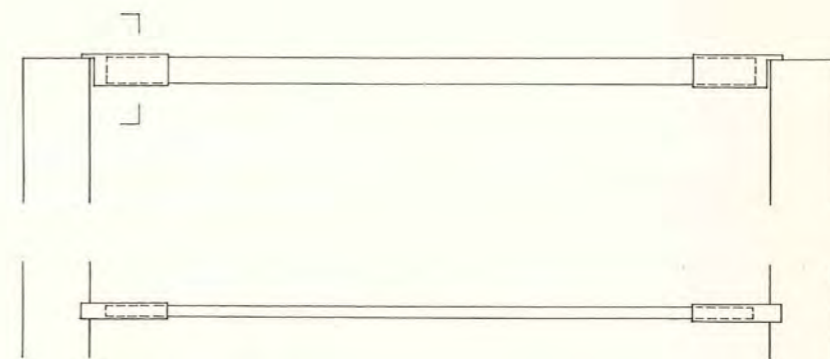


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.29 Formdrager af træ med  
endestykker af stål.

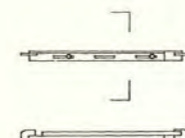


mål 1:50

snit  
mål 1:10



Fig.30 Travers til formdrager  
(FIX).



mål 1:50

- E. Ved formsætning for pudsfri beton er det en fordel, om dragerhovedet er plant. Ved visse teleskopdragere opstår der nogle millimeters højdeforskel mellem de to dragerdele.
- F. Såfremt dragerne direkte afdækkes med kassetter, stållemme eller andre ekstra stive formplader, som kan spænde frit fra drager til drager, er det en fordel, om disse elementer kan stødes over dragerne, samt at støddene kan lægges retliniet. Fligene i dragerhovedet bør således være brede og vende til samme side i dragerdelene.

I tabel 11 er sammenstillet nogle af de vigtigste egenskaber hos de foran beskrevne dragere.

#### Arbejds løn.

Anvendelse af dragere er utvivlsomt arbejds- og tidsbesparende - i særdeleshed ved oplægning på vægge.

I Sverige er akkordpriserne for HICO, FIX, BERGQUIST og O.B. medtaget i priskuranten. En nylig gennemført svensk beregning for dækform i et standardrum gav en arbejds løn på 2,75 sv. kr./m<sup>2</sup> form for pudsfri beton (12,5 mm krydsfinerplader på raster, på FIX-drager, på bomrække af indstillelige bomme langs væggene). Ved forøvrigt samme formkonstruktion, men med indstillelige bomme og remme i stedet, for dragere fik man en arbejds løn på 2,84 sv.kr/m<sup>2</sup>. Priserne inkluderer alle faser i formarbejdet.

#### Materialeudgifterne.

Det er meget vanskeligt at sige noget generelt om materialeudgifterne. Ovennævnte svenske beregning kan dog give et fingerpeg. Ved de samme to forme som ovenfor fandt man materialeudgifterne for hele formen ved anvendelse af FIX-drager til 3,12 sv.kr/m<sup>2</sup> pr. gang. Heri indgår FIX-dragerne med 0,47 sv.kr/m<sup>2</sup>, bomrækken langs væggene med 0,32 sv.kr/m<sup>2</sup> og remmene på bomrækken med 0,12 sv.kr/m<sup>2</sup> pr. gang. De antagne afskrivningsprocenter var 1,7% for FIX-dragerne, 3,3% for de indstillelige bomme og 5% for remmene.

Ved samme dækform, men med indstillelige bomme og remme i stedet for dragere, fandt man materialeudgiften til 2,77 sv.kr/m<sup>2</sup> pr. gang. Heri indgår bommene med 0,43 sv.kr/m<sup>2</sup> og remmene med 0,16 sv.kr/m<sup>2</sup> pr. gang. Afskrivningsprocenterne var de samme som ovenfor.

Materialeudgifterne bliver altså større ved anvendelse af dragere, og besparelsen i træ er ubetydelig.

Hvis dragerne oplægges på væggene, bortfalder 0,44 sv.kr/m<sup>2</sup> pr. gang i beregningen med dragere, og resultatet bliver mindre materialeudgifter ved anvendelse af dragere end ved anvendelse af bomme.

Hvis man under danske forhold regner med traditionel form og en 4" x 4" bom med længde 2,50 m pr. 2 m<sup>2</sup> form og regner med 2" x 6" remme med 1,40 m centrumsafstand, finder man træmængden for disse to elementer til 0,64 kbf/m<sup>2</sup> form. Med en træpris på 9,25 kr/kbf. og 10% afskrivning pr. gang bliver materialeudgiften således 0,59 kr/m<sup>2</sup> pr. gang. Hertil bør lægges ca. 0,20 kr/m<sup>2</sup> for kiler og søm.

Prisen på dragere udgør i Danmark 40-50 kr/m. Hvis man regner med 45 kr/m og antager, at dragerne oplægges på væggene med en centrumsafstand på 0,90 m (20 cm dæk - dragernes spændvidde ca. 4,00 m), finder man, at dragerne skal anvendes  $\frac{45}{0,90(0,59 + 0,20)} = 63$  gange for at kunne konkurrere med traditionel form. Gode dragere klarer dette ved omhyggelig vedligeholdelse.

#### Vurdering.

Set fra et teknisk synspunkt kan dragere med fordel anvendes i stedet for bomme og remme.

Nogen besparelse bør kunne opnås i arbejds løn - i særdeleshed ved oplægning på vægge.

For at opnå besparelser på materialekontoen fordres et meget stort antal anvendelser. Også i dette tilfælde stiller de sig økonomisk bedst ved oplægning på vægge, samt ved store etagehøjder.

For at få den bedste udnyttelse og for på bedste måde at kunne udføre vedligeholdelsesarbejdet bør udlejningsmetoden anvendes.

(Litteratur (2), (6), (9), (41), (42), (49) og (50)).

#### 2.23 Bomme

Bomme og afstivninger sluger 41% af arbejds lønnen og 19% af materialeudgifterne i den traditionelle form (afsnit 1.3).

Materialet går hovedsagelig til spilde (10% afskrivning pr. gang på bomme, 25% på afstivninger) ved opstilling og nedtagning, men slides ikke op.

Arbejds lønnen hidrører for en stor del fra den tidskrævende højdeindstilling.

Det er derfor helt naturligt, at der de seneste år (frem for alt i Sverige) er fremkommet indstillelige bomme, som ikke behøver afstivning.

Der findes i dag på det svenske marked 20-30 forskellige bomme, som hovedsagelig adskiller sig fra hinanden med hensyn til materiale (stål og træ), indstillingsområde (nogle få cm, op til 100 cm), måde for forlængelse (direkte løftning, løftning med hejs) og låseanordning (friktilslås, låsning med låsepind, kilelås m.fl.).

Normalt er bommene udført med drejelig gaffel foroven, som giver plads til overlappning af to remme, eller med et jernspyd, som går ind i udborede huller i remmen. Den ene eller begge gaffelgrene forsynes ofte med en klo, som hugges fast i remmen ved vridning af gaffelen.

Forneden er bommene ofte forsynet med bevægelig fodplade, så de kan opstilles på ujevnt underlag og vrides for finindstilling.

Som eksempel beskrives følgende typiske bomme (43):

1. Teleskopbom med låsepind og dobbelt indstillingsskrue, udført helt i jern (fig.31). Den består af et ydre og et indre rør. Det indre rør er forsynet med huller til låsepinden. Den i det øvre rør anbragte gaffel er bevægelig. Det påsvejsede håndtag anvendes ved bæring, afstivning m.m. Højdeindstillingen udføres ved, at det ydre rør løftes til omtrentlig højde, hvorefter låsepinden sættes i det hul, som er nærmest overdelens underkant. Finindstilling udføres ved, at bommen vrides omkring fodpladens og gaffelens skrue.
2. Friktilslåsbom med selvlåsning, udført helt i jern (fig.32). Det ydre, nedre rør er foroven forsynet med en selvlåsende mekanisme, udført af fjedre og låseringe. På det øvre rør er svejset en gaffel med bevægelige kløer. Ved anvendelse af bommen frikobles selvlåsningen ved, at en jernstang stikkes ind og trykkes nedad i det nedre hul på låsemekanismen. Bommen forlænges til passende højde. Finindstilling udføres ved løfttestangsbevægelser med jernstangen indført i det øverste hul på mekanismen. Nedtagning sker ved, at mekanismen frikobles, og bommen skydes sammen.
3. Tandstangsbom, udført helt i jern (fig.33). Den ydre del udgøres af et firkanttrør. I rørets nederste ende er fastsvejset en dobbeltmøtrik, hvori er indsat en bolt, som nedadtil er forsynet med en hvælvet jernplade. Finindstilling udføres med denne dobbeltmøtrik. Som bevægelig del i firkanttrøret er indsat en U-bjælke, hvis liv er udformet som en tandstang. Denne forskydes i højden ved løfttestangsbevægelser af det på den øverste del af firkanttrøret påsvejsede manøvreorgan. På manøvreorganet findes endvidere en låseanordning, som holder bommen fast i passende højde.
4. Wirebom, udført helt i jern (fig.34). Den består af et nedre yderrør og et øvre inder-rør. På det nedre rørs overkant er påsvejset et manøvreorgan med et håndspil, fra hvilket der løber en wire, som er fastsat

i det indre rørs nederste del. Indstilling udføres ved, at det indre rør hejses op i ret stilling, hvorefter låsemøtrikkerne (låsemøtrikken) trækkes til.

5. Skruebom, udført helt i træ (fig.35). Overdelen består af firkanttømmer, forneden forsynet med en indlagt møtrik. Den i toppen påsatte gaffel er bevægelig. Underdelen består af en skrue med påsvejset plade. Højdeindstillingen udføres ved vridning af bommen omkring fodens skrue.
6. Tandhjulsbom med låsepind, udført helt i jern (fig.36). Den består af et nedre yderrør og et øvre inder-rør. I begge rørdelene findes gennemgående huller. Røret forneden er forsynet med fastgørelsesanordning til et aftageligt håndsving med et påsvejset tandhjul, som griber ind i en serie huller borede i det indre rør. Den øverste del af det indre rør er foroven forsynet med en skrue, hvorpå gaffelen er svejset fast. Ved forlængelse af bommen hejses det indre rør op til rigtig højde, hvorefter låsepinden indsættes i et passende hul. Finindstilling udføres ved, at bommen vrides omkring den på gaffelen fastsatte skrue.
7. Excenterbom med dobbelt låsning, udført helt i træ (fig.37). Den er tredelt og forsynet med to excenterbeslag. Gennem det nederste beslag fastlåses bommen i passende arbejds højde. Højdeindstillingen sker med et hjælpeværktøj, udformet som en løftestang. Dette værktøj gøres fast på mellemdelen, hvorefter den øverste del føres op til ønsket højde. Herefter låses den øverste excenter. Ved nedtagning løsnes blot den øverste excenter.
8. Friktilslåsbom med dobbelt skrue (fig.38). Træbommen består af firkanttømmer, som forneden er forsynet med en løs underdel af vinkeljernskonstruktion. Underdelen er således udformet, at den kan forskydes på træbommen. Ved anvendelse forlænges bommen til ønsket højde. Den fastlåses i dette leje ved, at skrueerne trækkes til i de på underdelen fastsvejsede møtrikker. Bommen anvendes som regel, når dragere anvendes i overbygningen.
9. Excenterbom, forsynet med håndsving og udført i træ (fig.39). På den nederste del under manøvreorganet er fastskruet et beslag med excenterlåsning. Højdeindstillingen udføres ved, at overdelen hejses op til ønsket højde. Bommen holdes fast i dette leje ved, at excenteren trækkes til med et fast håndtag.

Ved valg af bomme er det i første række bæreevnen (og knæksikkerheden), som er bestemmen-

de. Kun de færreste fabrikanter kan fremlægge officielle prøveattester for bæreevnen.

Det er hoveddagelig låseanordningen, som bestemmer bæreevnen, og godstykkelsen som bestemmer knæklasten.

Man konstaterer alment, at friktionslåsning er de øvrige låsemetoder underlegen. Friktionslåsens bæreevne bestemmes helt og holdent af, hvor hårdt den trækkes til. Ved træbomme med friktionslås kan udtørring af træet medvirke til at forringe kraftoverføringen. Sammenstyrning af dækforme, som skyldes dårlig friktionslåsning, forekommer temmelig ofte.

Låsning med låsepind eller andre typer af låsning, som sker gennem direkte indgreb mellem de to forskydelige dele, giver største sikkerhed.

Bæreevnen varierer meget fra fabrikat til fabrikat, beroende på, at forskellige rørdimensioner (godstykkelser fra 1,5 - 3,5 mm) og stål kvaliteter anvendes.

Prima rørbomme bærer dog op til 4 ton med sikkerhedsfaktoren 2 ved længder på ca. 2,50 m uden afstivninger.

Ved anvendelse af traditionel overbygning med remme bliver belastningen på bommene for et 20 cm dæk af størrelsesordenen 1000 - 1200 kg.

Et minimumskrav bliver således, at bommen med tilstrækkelig sikkerhed skal kunne bære denne belastning.

Når bommene anvendes til at bære overbygning med dragere, øges kravene til bæreevnen, hvis bommene skal kunne udnyttes økonomisk. (Størrelsesordenen 2-3000 kg pr. bom).

Ved bomme med låsepind, eller hvor låsningen på anden måde sker gennem direkte indgreb mellem de forskydelige dele, udsættes låseanordningen for meget store koncentrerede belastninger, og det er afgørende for bommens levetid, at materialet i disse kraftoverførende dele er af hårdt, slidstærkt stål.

Det er en fordel, om bommene - eller en del af dem - er forsynet med mekanisk løfteanordning (hejsebomme). En almindelig fremgangsmåde ved arbejde med bomme er, at remmene eller dragerne lægges op på hejsebomme ved enderne og hejses op i rigtig højde, hvorefter de øvrige nødvendige bomme (som ikke behøver være forsynet med hejseanordning, men blot skal være indstillelige) stilles på plads (fig.43, s.43).

Herved opnås samtidig, at formnedtagning kan udføres ved sænkning af overbygningen.

Arbejdsgangen ved nedtagning indledes da med, at alle overflødig bomme tages ned, så overbygningen kun hviler på hejsebommene. Derefter sænkes hejsebommene så meget, at overbygningen kan pilles ned, og til sidst skydes hej-

sebommene helt sammen og flyttes til næste arbejdsplads.

Denne fordel ved hejsebommene er værdifuld ved anvendelse af materialer med lang levetid i overbygningen, da den muliggør en skånsom nedtagning.

Sidst, men ikke mindst, bør bommene være robuste for at kunne holde tilstrækkelig mange gange til at opveje den temmelig store anskaffelsespris.

Bomme fremstilles i forskellige længder. En af de største producenter fremstiller 3 længder (i to kvaliteter og med og uden hejseanordning), nemlig indstillelige i længderne 1,90 - 2,80 m, 2,10 - 3,30 m og 2,40 - 4,00 m.

#### Arbejdsløn.

Anvendelse af indstillelige bomme er utvivlsomt arbejdsbesparende. Specielt gælder dette hejsebomme.

I Sverige betales træbomme (10 x 10 cm) med 24 sv.øre pr. meter, d.v.s. ca. 60 sv.øre pr. stk. ved almindelig loftshøjde. Akkordpriserne for indstillelige bomme varierer mellem 17 og 40 sv.øre pr.stk.

For de bedste og mest anvendte typer kan man regne med ca. 20 sv.øre pr. stk. - altså en betydelig besparelse.

#### Materialeudgifter.

En almindelig 4" x 4" træbom med længden 2,50 m sluger en træmængde på 0,9 kbf. Med en træpris på 5,50 sv.kr/kbf. og en afskrivning på 10% bliver materialeudgiften i Sverige ca. 0,50 sv.kr. pr. gang. Hertil bør lægges ca. 0,20 sv.kr. for kiler, søm m.m.

En prima hejsebom af stål fås i Sverige for ca. 30 kr. (uden hejseanordning ca. 2 kr. billigere). Bommen skal altså anvendes  $\frac{30}{0,70} \sim 43$  gange for at kunne konkurrere med træbomme med hensyn til materialeudgifterne.

Træbomme fås i Sverige for ca. 20 kr. pr. Stk. og skal altså anvendes ca. 29 gange for at kunne konkurrere.

Det er vanskeligt at sige noget generelt om levetiden for indstillelige bomme, eftersom den varierer meget beroende på fabrikat og behandlingen på byggepladsen. Ved omhyggelig pleje kan gode bomme dog anvendes betydelig flere gange end det ovenfor angivne antal.

#### Vurdering.

Anvendelse af indstillelige bomme indebærer betydelige tekniske fordele og medfører store tidsbesparelser, som ved fornuftig akkordprissætning kan nedbringe arbejdslønnen for arbejde med bomme til ca. 1/3 af arbejdslønnen for almindelige træbomme.

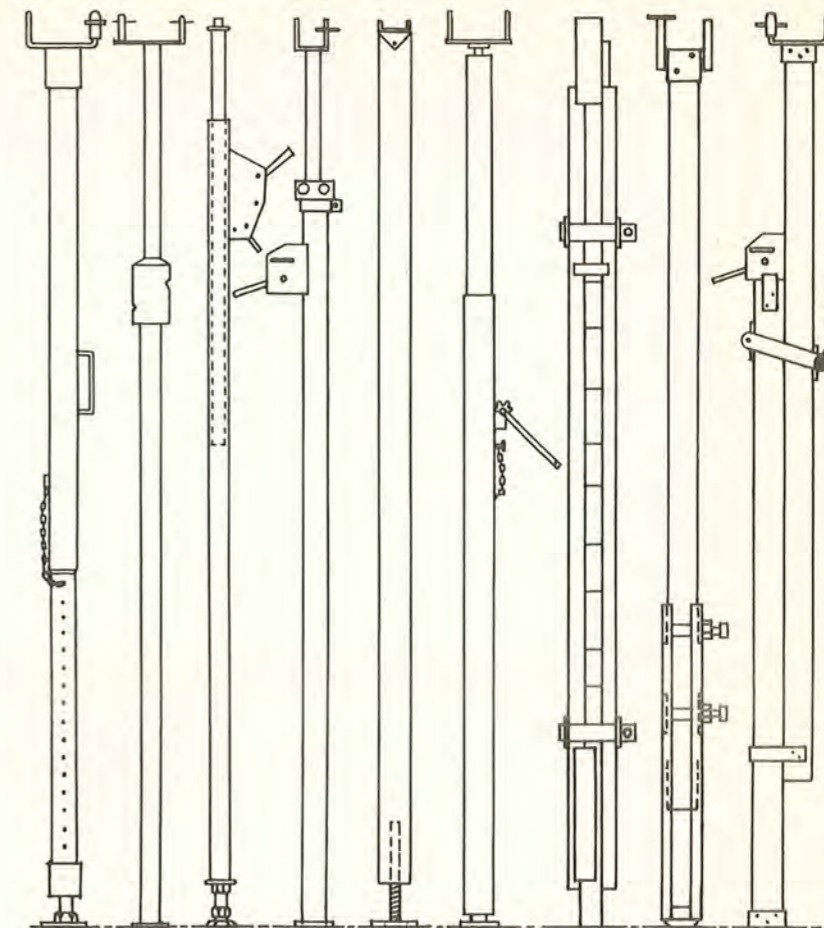


Fig.31 32 33 34 35 36 37 38 39  
mål 1:20

Fig.31 Teleskopisk bom med låsepind (43).

Fig.32 Teleskopisk bom med friktionslås (43).

Fig.33 Teleskopisk bom med tandstang (43).

Fig.34 Teleskopisk bom med wire og spil (43).

Fig.35 Bom af træ med skrueanordning (43).

Fig.36 Teleskopisk bom med tandhjulsindstilling og låsepind (43).

Fig.37 Excenterbom af træ, tredelt (43).

Fig.38 Bom af træ med forlængerstykke af vinkeljern (43).

Fig.39 Excenterbom af træ med håndsving (43).

Anskaffelsesprisen for indstillelige bomme er så høj, at de kræver et temmelig stort antal anvendelsesgange for at kunne konkurrere med almindelige bomme med hensyn til afskrivning pr. gang anvendelse.

De bedste bomme holder imidlertid meget vel dette antal gange.

For at opnå fuld udnyttelse af stålboomene bør udlejningsmetoden overvejes. Herved opnår man samtidig, at den nødvendige vedligeholdelse af de ofte ret indviklede mekaniske anordninger kan udføres centralt ved hjælp af specialværktøj.

(Litteratur (6), (9), (43) og (50)).

#### 2.24 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering

De foran beskrevne metoder til modernisering af dækformen er alle tidsbesparende. Ved en tilpasning af akkordsystemet til disse metoder bør tidsbesparelsen kunne medføre ikke ubetydelige besparelser i arbejdsløn.

Metoderne medfører - med undtagelse af det beskrevne raster - betydelige besparelser i træforbrug enten gennem en mere rationel udnyttelse af træet (formplader, kassetter, indstillelige træbomme) eller ved, at trækonstruktionen helt erstattes med en stålkonstruktion (stållemme, stålbumme og dragere).

Besparelsen i materialeudgifterne er tydeligst ved anvendelse af formplader og indstillelige bomme, men tvivlsom ved anvendelse af dragere, medmindre de kan oplægges direkte på væggene.

Metoderne er lette at arbejde med og muliggør derigennem anvendelse af ufaglært arbejdskraft.

Metoderne muliggør opnåelse af et bedre betonresultat ("pudsfri beton").

Et almindeligt kendetegn for de beskrevne metoder er dog, at formelementerne skal anvendes betydeligt flere gange, end man er vant til.

Dette gælder særlig stållemme, indstillelige bomme og dragere, og udlejningsprincippet bør have gode muligheder for at give bedste udnyt-

Tabel 12. Økonomisk sammenligning af forskellige nyere dækforme.

Formtype	Arbejdsløn	Materialeudgifter	Sum
1. Traditionel form til pudset beton	3,17	3,29	6,46
2. Som 1, men med bræddeflager	2,76	2,02	4,78
3. Som 1, men med 12,5 mm krydsfinerplader til pudsfri beton	2,97	2,84	5,81
4. Som 3, men med raster og indstillelige bomme	2,84	2,77	5,61
5. Som 3, men med raster og dragere på bomrække af indstillelige bomme langs væggene	2,75	3,12	5,87

telse af disse materialer og for at udføre vedligeholdelsen rationelt.

Som afslutning præsenteres sammenstillingen i tabel 12, som gælder i Stockholm. De angivne priser er prisen i sv.kr. pr. m<sup>2</sup> indformet dækareal i et standardrum. (Beregningen er den samme, som i de foregående afsnit er beskrevet mere detaljeret).

Formtyperne 3-5 er til pudsfri beton og bør altså bedømmes med hensyn til en besparelse i udgiften til betonoverfladens efterbehandling på ca. 3 sv.kr. pr. m<sup>2</sup>.

Det danske lamelforskallingssystem (se afsnit 2.14) har i dækform vist sig såvel teknisk som økonomisk forsvarligt. Systemet kan dog ikke anvendes til pudsfri beton.

Opmærksomheden henledes specielt på Geirbo's rapport (50), som er fremkommet umiddelbart inden denne rapport gik i trykken. Geirbo's rapport behandler moderne dækforme og inkluderer en række interessante tidsstudier.

## 2.3 Vægform

### 2.30 Alment

Den traditionelle vægform består af brædder, strøer (ledere, oplændere) og spændebrædder eller stræk. Formen holdes sammen af bindinger (båndjern, tråde, bolte, clamps m.m.), og vægtykkelsen fikseres med afstandsklodser. Ved traditionel vægform udgør arbejdslønnen - både absolut og procentuelt - en større del af de totale formudgifter end ved dækform (afsnit 1.2), og det er derfor helt naturligt, at nyhederne på dette område frem for alt går ud på at mindske arbejdsmængden og spare tid. Materialekontoen forsøger man at presse ved at anvende materialer med lang levetid.

De mest nærliggende måder at gøre formarbejdet lettere på er:

at erstatte de løse brædder med større formelementer (kassetter eller formflager),  
at udforme bindingerne, så de bliver lette at anbringe, låse, nedtage og eventuelt samtidig nedbringe deres antal til et minimum,  
at anvende underform, som gør det lettere at



Fig. 40 Stort formelement.

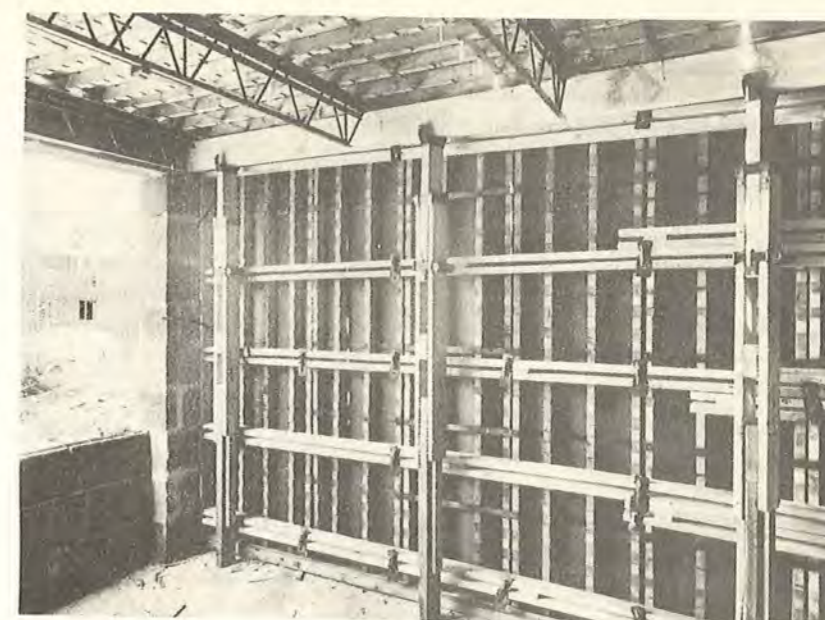


Fig. 41 Raster understøttet af FIX-dragere til vægform.



Fig. 43 Nedtagning af dækform med hejsebom.



Fig. 42 Raster understøttet af FIX-dragere til dækform.



opstille formen nøjagtigt og tage den ned uden beskadigelse, at rationalisere afsætningen for vægform gennem anvendelse af skabeloner for opstilling af underformen.

### 2.31 Formflager og kassetter

Som erstatning for bræddebeklædning anvendes formflager eller kassetter.

#### Formflager.

Formflager er planparallelle elementer, som udgøres af:

- Bræddeflager, samlet på arbejdspladsen med påsømmede revler - eventuelt beklædt med tynde formlader (3-7 mm krydsfiner eller træfiberplade) (26) eller hessian. (Angående regler for forconditionering og sømning af tynde plader henvises til respektive afsnit om formlader). (Fig.45 og fig.69, s.61)
- Fabriksfremstillede bræddeflager - eventuelt beklædt som A.
- Tykke formlader bestående af 10-15 mm krydsfiner eller træfiberplader. (18), (29). (fig.44).
- Stålleemme.

Følles for alle formflager af træmateriale er, at de ikke tillader større spændvidder, end at de må oplægges på strøer, understøttet af spændebrædder. Strøafstanden vælges under hensyn til tilladelig udbøjning og pladetykkelse (se afsnittene om respektive materialer foran) og kommer til at ligge mellem 20 og 50 cm.

De fabriksfremstillede bræddeflager betaler det sig ikke at samle til store formater. Formsætningen foregår her på stort set traditionel måde.

Flager af type A og C fremstilles normalt i stagehøjden x 60-90 cm og understøttes med lodrette strøer. Stødene mellem pladerne bliver således lodrette (fig.44, s.45).

Principielt er der dog intet i vejen for at "lægge flagerne ned", så man får 2-3 vandrette fuger og færre lodrette fuger (fig.45, s.45). Strøerne bliver i så fald vertikale. I praksis har det dog vist sig lettere at få pæne fugeaftryk ved lodrette stød, og hertil kommer yderligere, at en eventuel udbøjning af flagerne, som afspejler strøunderlaget på betonoverfladen, ses mere ved lodrette strøer end ved vandrette - et temmelig vigtigt synspunkt ved overflader, som ikke skal pudses.

Sammenholdningen mellem flager og strøer kan udføres ved almindelig sømning gennem pladerne, men ved de dyrere materialer foretrækker man at fæstne pladerne ved at sømme i mellemrummet mellem pladerne direkte ned i strøerne med søm med stort, fladt hoved. Sømtykkelsen

giver her et passende spillerum mellem pladerne til fugtbevægelse.

For lettere at kunne "styre strøerne" under opstillingen kan man med fordel anvende raster (se afsnit 2.21) (41) - frem for alt ved formlader, som fordrer tætte strøer (c/c 20-30 cm).

Stållemmene udformes enten som temmelig små kvadratiske lemme (60 x 60 cm) eller som lange, smalle lemme (20 x 250 cm) for at holde vægten så langt nede, at lemmene kan bæres.

De kvadratiske lemme kræver kompliceret understøtning og er næppe fordelagtige i vægform. De aflange lemme (fig.11, 12, 14, 57, 58 og 59) - anvendt stående eller liggende - har ofte så god stivhed, at de med fordel kan understøttes direkte på spændebrædderne - eller tilsvarende elementer (34), (37).

Stødene mellem lemmene udføres enten ved overlappning (hængende, vandrette lemme) eller ved at sætte lemmene kant mod kant og koble dem indbyrdes med kilelåsning gennem kantafstivningerne.

#### Kassetter.

Kassetter er større, stive formelementer, hvor formladerne er sammenbygget med strøerne. Kassetter kan opbygges på følgende måder:

- Kassetter bestående af vandrette brædder sømmede på lodrette strøer (fig.46). Flagen kan eventuelt beklædes med tynde formlader (2-7 mm krydsfiner eller træfiberplader) (fig.70, s.61) (26) eller overspændes med hessian. (Angående forconditionering og sømning af tynde plader henvises til respektive afsnit om formlader).
- Kassetter bestående af tykke formlader (10-15 mm krydsfiner eller træfiberplader) sømmede eller limet på underlag af strøer (fig.47 og 48 samt fig.71 og 72, s.61). (Angående strøafstande henvises til respektive afsnit om formlader) (15), (18), (25). Limning giver utvivlsomt den stiveste kassette, men forhindrer, at man kan udnytte begge sider af formladen. For at få største stivhed bør strøunderlaget udformes som ramme med stive hjørnesamlinger. Samling med sømning giver ikke tilstrækkelig stivhed, med mindre den kompletteres med hjørnebeslag af metal. Bedst er dog samling ved sinkning og limning. De yderste strøer lægges altid lodret. Mellemliggende strøer bør helst udformes som vandrette tværafstivninger, som overfører belastningen til rammen. Herved opnås, at den eventuelle afspejling af strøerne på betonoverfladen bliver vandret, hvilket som tidligere nævnt ses mindre end afspejling af lodrette strøer.

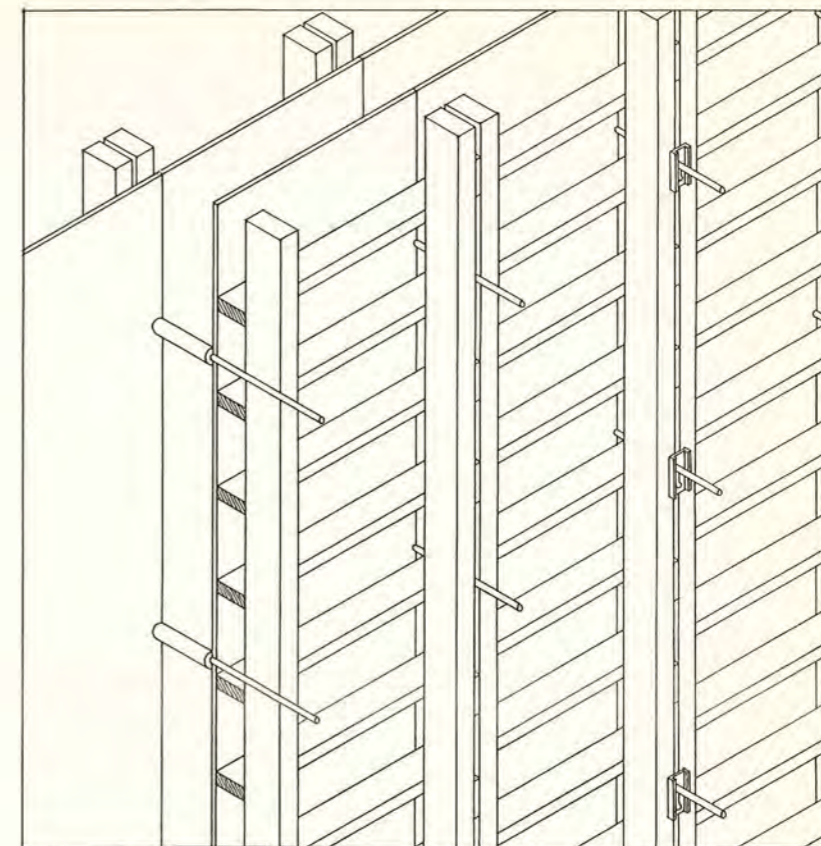


Fig.44 Vægform med lodretstående flager. mål 1:20

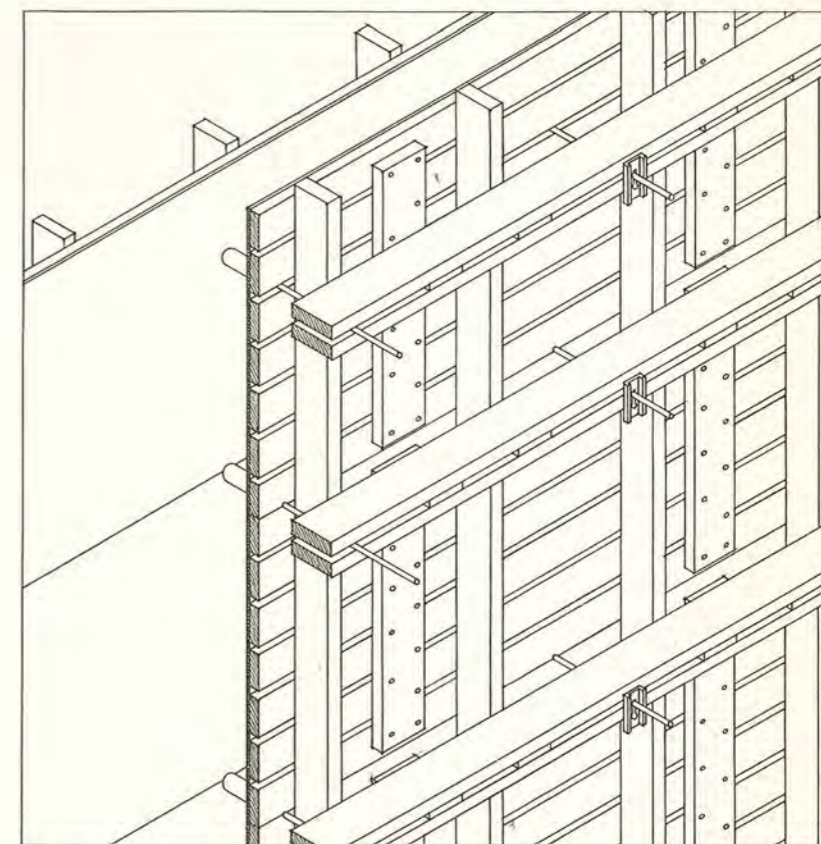


Fig.45 Vægform med vandretliggende bræddeflager. mål 1:20

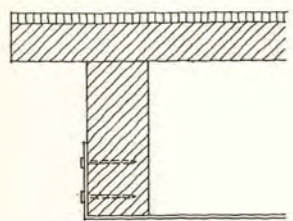
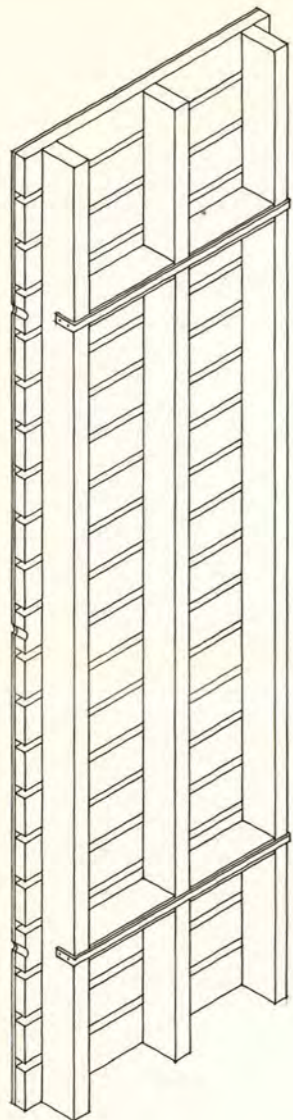


Fig. 46 Vægform, kassette af vandrette brædder med pladebeklædning.  
mål 1:20  
Detaille af samling med båndjern.  
mål 1:5

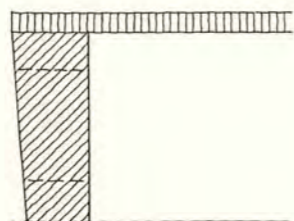
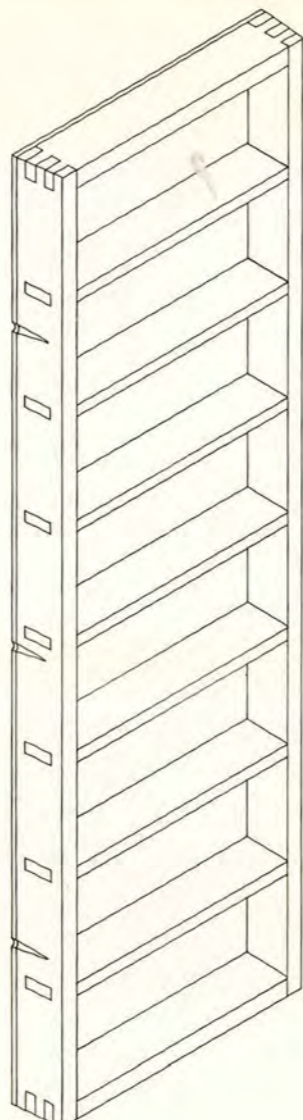


Fig. 47 Vægform, kassette med beklædning sømmet eller limet på strøer af træ, tappet i rammen.  
mål 1:20  
Detaille af tap.  
mål 1:5

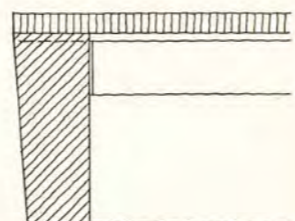
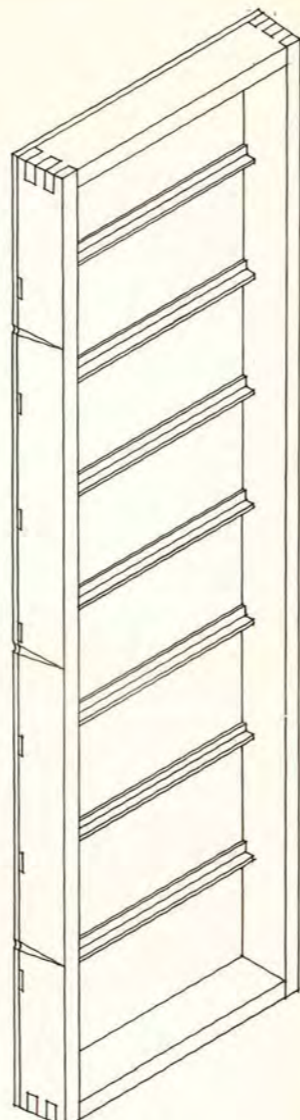


Fig. 48 Vægform, kassette med strøer af vinkeljern, hvis ene flig er fastgjort i rammen.  
mål 1:20  
Detaille af samling mellem vinkeljern og ramme.  
mål 1:5

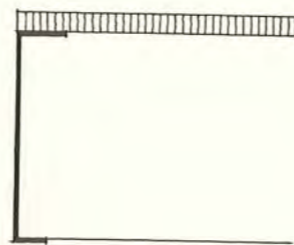
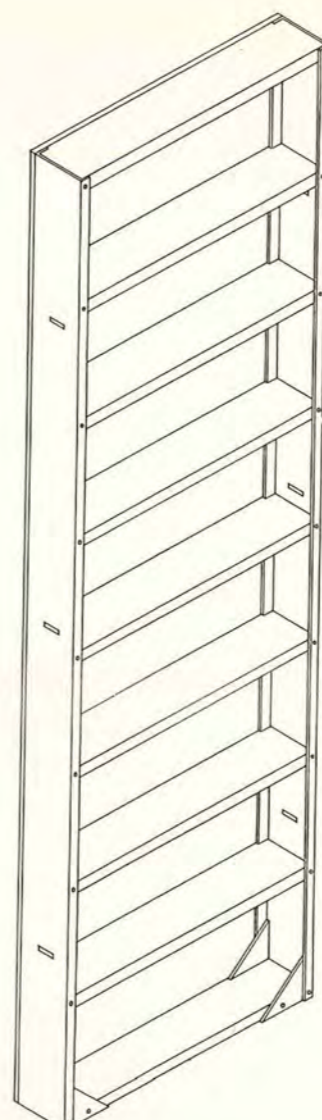


Fig. 49 Vægform, kassette med ramme af pladejern.  
mål 1:20  
Detaille af to forskellige rammer.  
mål 1:5

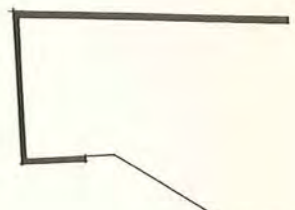
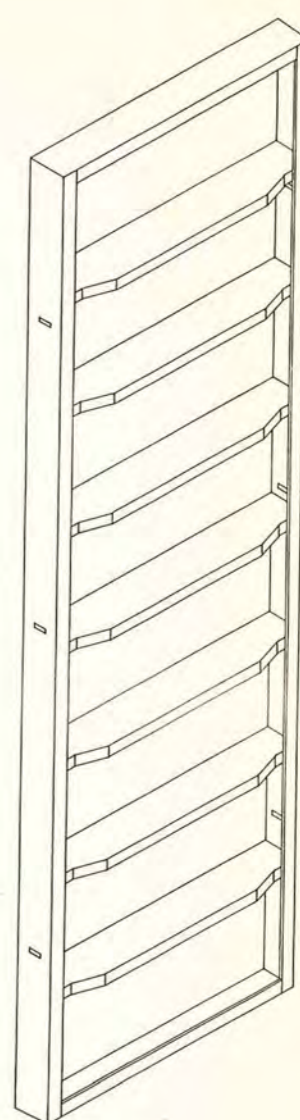


Fig. 50 Vægform, kassette af stål med strøer af træ (WEDBERG).  
mål 1:20  
Detaille af ramme.  
mål 1:5

Kassetter med lodrette strøer fordrer spændebrædder, på hvilke hver enkelt strø aflastes. Ved kassetter med vandrette tværafstivninger kan spændebrædderne spares, eftersom hele belastningen på kassetten overføres til rammen, og der direkte kan aflastes på bindingerne. I dette tilfælde bør rammen være temmelig stiv, og de nedenfor under C beskrevne rammer af pladejernsprofiler bliver fordelagtige.

C. Kassetter med tykke formlader på pladejernsrammer (fig.49 og 73, s.62). Såvel i USA som i Sverige anvendes i dag i stor udstrækning kassetter, hvor rammen udgøres af to lodret stående [-formede 2 mm jernplader og tværafstivninger af strøer, som spænder mellem rammerne.

Fordelen ved denne konstruktion er, at den er let at sætte sammen (strøerne fæstnes med et enkelt søm i hver ende gennem i forvejen borede huller i jernrammen, og pladerne fæstnes med nogle enkelte søm til strøerne - eller klemmes blot fast), har lav vægt og stor stivhed samt muliggør en elegant udformning af bindingerne.

Pladejernsprofilerne udformes undertiden med en kant, som går frem og beskytter formladens kant.

D. Stålkassetter udføres enten som 2 mm plade med ombøjede [-formede kanter, imellem hvilke tværafstivninger af træ indklemmes, eller som en ren stålkonstruktion (fig.50 og fig.74, s.62) (37).

Den første type er utvivlsomt billigere og lettere, medens de rene stålkassetter bliver dyre og tunge (eller meget smalle og nærmest antager karakter af lemme).

Kassetter fremstilles i formatet etagehøjden x 60-90 cm (for de rene stålkassetter dog ofte blot 30-50 cm brede).

Bindingerne placeres mellem kassetterne og kombineres ofte med sammenkoblingsanordningerne.

For at få rimelige afstande mellem bindingerne i horisontal retning (60-100 cm) er man ved de smalle kassetter ofte tvunget til at anvende spændebrædder, som aflaster 2-3 kassetter på hver vertikal række bindinger.

#### Store formelementer.

Store formelementer dækkende en hel væg anvendes undertiden ved stærkt rationaliseret byggeri. Metoden forudsætter kran, samt at vægformen tages ned, inden dækformen sættes op. Byggeobjektet bør altså være udformet, så det tillader "vandret formflytning", for at man kan opnå god udnyttelse af elementerne. Store formelementer udføres normalt med så stor stiv-

hed, at bindingerne blot behøves ved gulv eller loft - eller forsynes med skrå afstivninger til gulvet, så al binding til modstående vægform undgås.

Metoden har været anvendt i nogen udstrækning i Sverige i forbindelse med formlader af brædder overspændt med hessian (22) (fig.75, s.62)

#### Udvendig vægform.

Samtlige i det foregående beskrevne vægforme er beregnet for indervægge, men kan dog principielt anvendes også for udvendige vægge.

Ved anvendelse af flager eller kassetter til udvendig form (fig.76, s.62) fremstilles disse normalt i højder, som overlapper den nedenfor liggende etage med 30-40 cm. Efter færdigstøbning af ydervæggen løsnes bindingerne, og formelementerne løftes op til næste etage og understøttes af øverste formclampsæk i den nedenfor liggende etage - klatreform.

Udvendigt stillads eller løbebroer har vist sig unødvendige for at kunne udføre løsning, ophejsning og fastspænding af formelementerne.

Hvis betonkonstruktionen udføres med udvendig isolering eller facadeblokke, som opsættes i vægformen, kan den udvendige form udformes som store, åbne formelementer - grindform - og klatreprincipet udnyttes med stor fordel (10) (29).

Fig.77, 78 og 79 s.63 viser eksempler på forskellige udførelse af grindform.

Grindformelementerne er tunge og løftes enten med tårnkran eller med specielle små transportable hejse-spil, som stilles på det øverste dæk ud for det element, som skal løftes.

Almen vurdering og økonomi diskuteres i afsnit 2.34.

(Litteratur (10), (14), (15), (18), (22), (25), (29), (32), (34), (37) og (41)).

#### 2.32 Bindinger

Bindingernes vigtigste opgave er at optage betontrykket samt at fiksere væggenes maksimale tykkelse.

I de moderne udformninger, som her skal beskrives, anvendes de desuden ofte for at fiksere væggenes minimale tykkelse (erstatte afstandsklodserne) samt i kombination med sammenkoblingsanordningerne for formelementerne.

Alment gælder det ved konstruktion og valg af bindinger at forene ovennævnte egenskaber, samtidig med at følgende krav opfyldes:

A. Bindingsjernet skal kunne genanvendes eller, hvis man af en eller anden grund ikke kan tolerere de gennemgående huller efter bindingerne, udformes således, at det kan brydes af 1-2 cm indenfor betonoverfladen.

B. Låseanordningerne skal være effektive, lette at arbejde med og ikke hindre genanvendelse af bindingsjernet, såfremt man trækker det ud efter støbningen.

C. Bindingsjernet og låseanordningen bør om muligt udformes således, at intet ekstra værktøj behøves til at tilspænde formen, inden bindingen låses.

Som eksempel beskrives følgende moderne bindinger:

1. EG - låseanordning (fig.51 og fig.80, s.63) anvendes i forbindelse med bindinger af 6-12 mm rundjern. Låsepladen sættes på rundjernet, med et specialværktøj (10) spændes formen sammen, og kilen slås ned og låser jernet. Ved nedtagningen slås kilen op, og jernet kan trækkes ud under forudsætning af anvendelse af en rørformet afstandsholder, eller man løsner jernet gennem vridning dagen efter støbningen.

2. Type "VISENT" (fig.52). Hertil anvendes bindinger af rundjern, som ved hjælp af et enkelt stanseværktøj forsynes med hak på passende afstand for låseplader (eller låsekiler) og evt. brudanvisning, hvis jernet ikke trækkes ud.

Låsepladen består af en stålplade med et hul og et aflangt spor, som passer til udstansningen.

Hvis man anvender tykkelseshøvlet træ og stive kassetter, som blot behøver afstandsholder ved gulv og ved loft, kan afstandsholderne på bindingsjernet spares, og løsningen sker med plane låseplader, som skydes ned over de med nøjagtig afstand udstansede hak. Metoden kræver dog et værktøj til tilspænding af formen, inden låsepladerne kan skydes ned i hakkene.

Hvis formsætningen ikke sker med tykkelseshøvlet træ, eller hvis man anvender afstandsholdere på jernene, udføres den ene låseplade som en kile. I dette tilfælde tilspændes formen samtidig med, at kilen slås ned.

2a. VISENT-bindingen (fig.53) forekommer med afstandsholder udformet som en skålformet plade med hul og aflangt spor. Denne plade sættes på jernet og placeres i de som brudanvisning fungerende hak. Efter støbning brækkes jernet af, og afstandsholderpladen kan tages ud. Den efterlader et temmelig stort hul i overfladen.

En modificeret type af system 2 (fig.54) anvendes i Sverige og USA. Jernet - som kan være udført af hårdt stål og temmelig tyndt - er forsynet med påsvejsede vulster, som virker som stop for små løse ringe, der fungerer som afstandsholdere. Brudanvisning findes 1-2 cm inden for betonen.

3. SVEMA-binding (fig.55). Dette system er specielt udformet til anvendelse i forbindelse med stive kassetter med ramme af pladejern. Bindingen udgøres af et ca. 2,5 mm x 30 mm båndjern (stift på grund af den store tykkelse) forsynet med brudanvisning 1-2 cm inden for betonoverfladen samt udstansede huller passende til huller i kassetternes ramme. En låseplade stikkes gennem kassetterammerne og bindingsjernet og låses med en kile. Bindingerne fikserer nøjagtigt vægtykkelsen uden anvendelse af afstandsholdere.

For rene stålforme forekommer et utal af forskellige mere eller mindre udviklede bindingsanordninger, som dog ikke skal beskrives nærmere.

For at beskytte kanterne på formladerne kan man dække dem med et fugejern. Som eksempel vises en god løsning (system: KNUDSEN - MONBERG og THORSEN) (fig.56), hvor fugejernet og bindingen er kombineret. Systemet anvendes ved formsætning med krydsfinerkassetter med træramme for pudsfri beton.

Fugejernet består af T-jern (vinduesprofil 30 mm x 25 mm med slip). I T-jernet er boret 3 huller for bindejernene, som udgøres af 10 mm bolte med møtrik. Afstandsholderne udgøres af elektriskorrør, som ved formens sammenspænding ligger an mod T-jernet og således ikke beskadiger krydsfinerpladerne.

På fugejernet er svejset to bolte (midt mellem hullerne for bindejernene), som stikker ud i fugen mellem rammerne og spændes mod rammetræet. Disse bolte tjener til sammen med bindejernene og afstandsholderne at holde fugejernet fastklemmt mod formladerne i hele længden, således at betonen ikke kan løbe ud. Aftrykket efter fugerne bliver fint, og man kan enten lade det stå eller fylde efter med cementmørtel.

Metodens største fordele ligger dog i, at pladekanterne beskyttes, samt at fugen bliver tæt, så betonen ikke løber ud.

#### Vægdragere.

Det er ofte et ønske helt at undgå bindinger gennem væggene - i særdeleshed ved pudsfri vægge. Dette kan opnås enten ved at anvende så stive kassetter eller lemme (37), at de spænder frit mellem gulv og loft, eller ved at anvende vægdragere, som fungerer som lodrette spændebrædder og blot behøver binding ved gulv og loft.

Vægdragere, som har været anvendt en del i Sverige (fig.81, s.63) (29), består i princippet af et profiljern (f.eks. 80 mm [-jern] forsynet med trækband. Trækbandet er normalt udrustet med bardunstrammer, så drageren kan spændes op med ønsket pilhøjde.

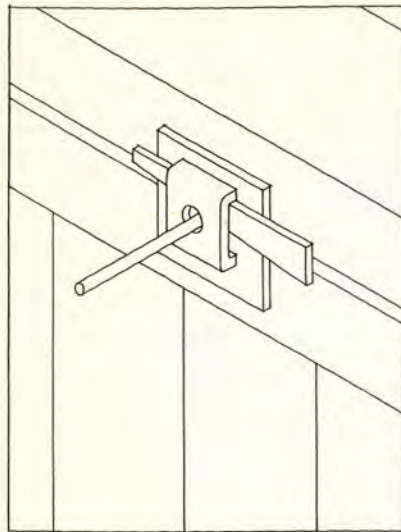


Fig.51 Binding (E.G.)  
mål 1:5

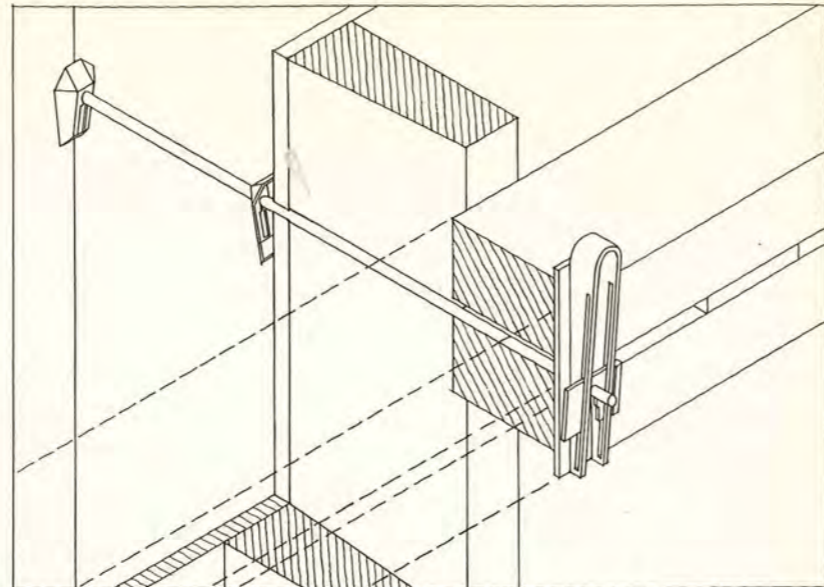


Fig.53 Binding (VISENT) med skålformede afstandsholdere.mål 1:5

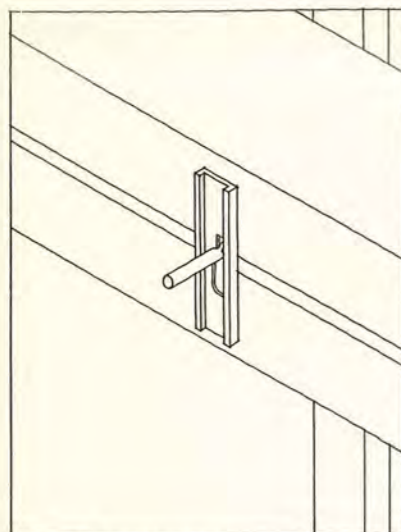


Fig.52 Binding (VISENT).  
mål 1:5

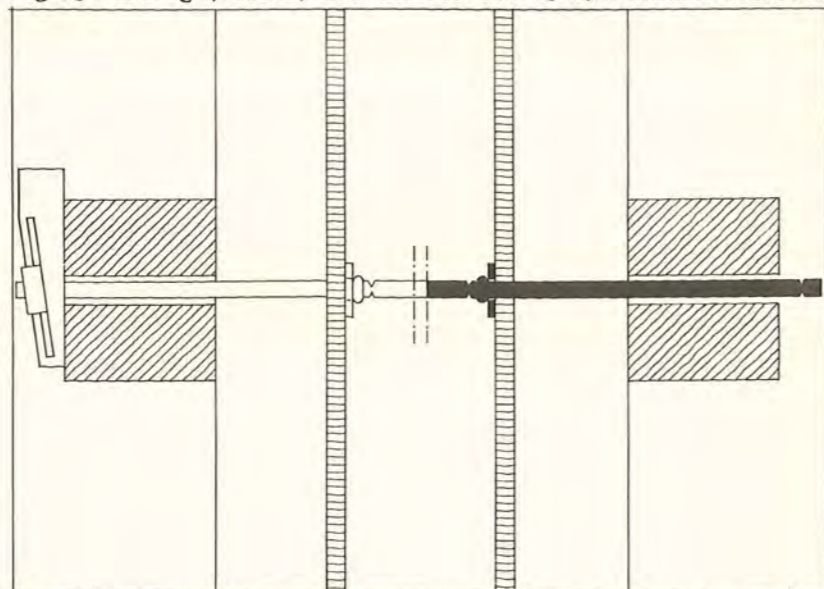


Fig.54 Binding, hvor afstanden fikseres ved vulster.mål 1:5

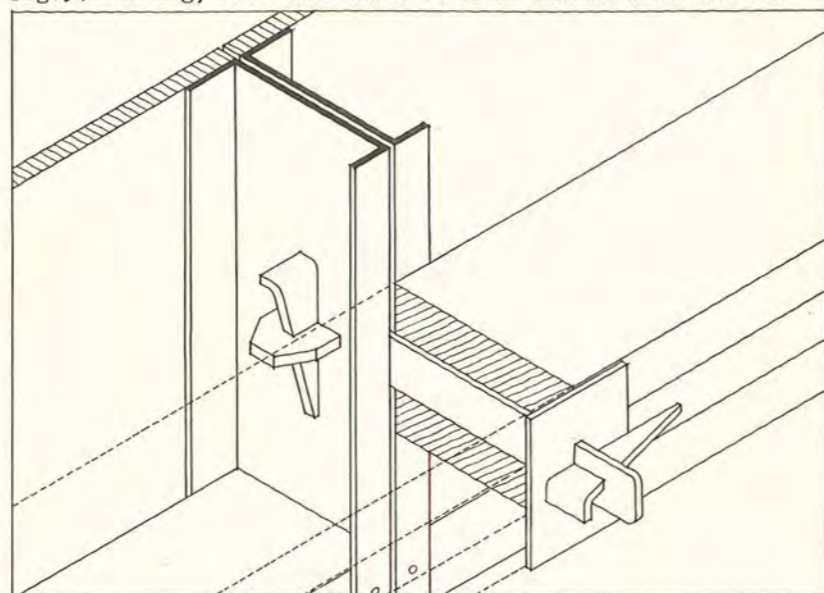


Fig.55 Binding (SVEMA). mål 1:5

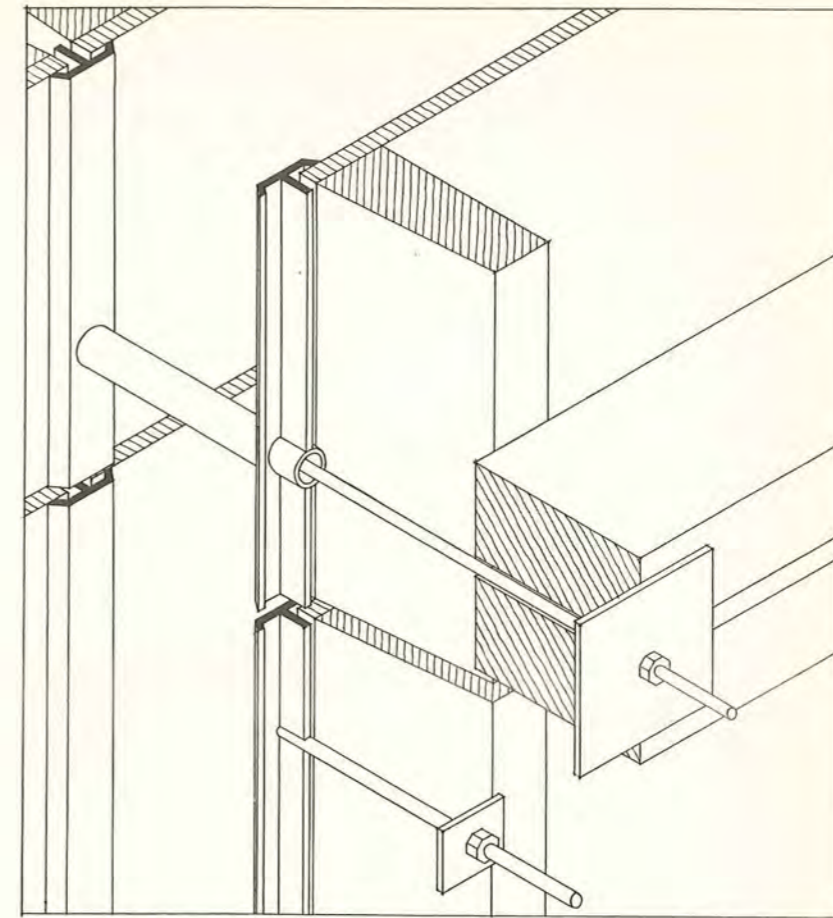


Fig.56 Vægform, beskyttelse af kanterne på kassetterne med T-jern. (KNUDSEN; MONBERG & THORSEN).  
mål 1:5

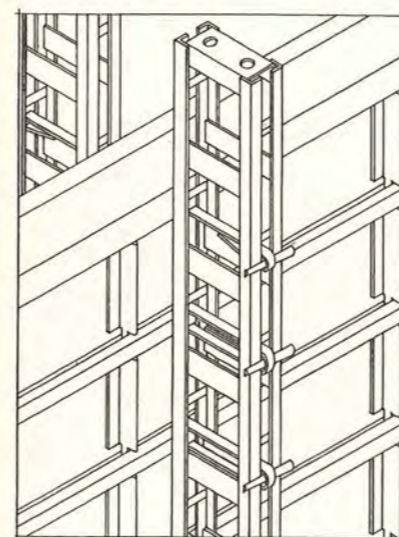


Fig.57 Vægform med dragere (GUYREX).  
mål 1:20

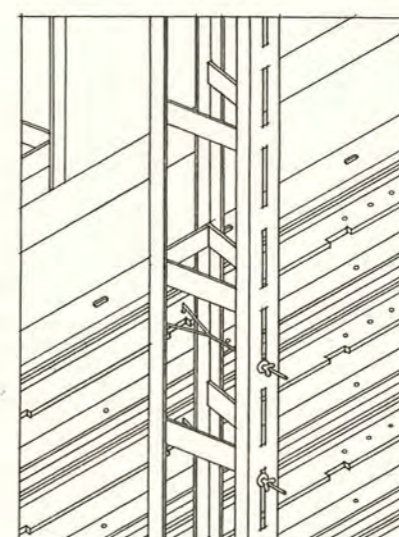


Fig.58 Vægform med dragere (ACROW).  
mål 1:20

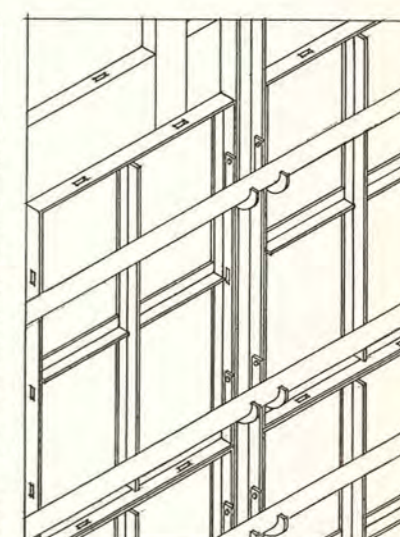


Fig.59 Vægform med dragere (SGB).  
mål 1:20

Desuden findes en del vægdragere, specielt udformet til forskellige rene stålformsystemer. Som eksempel vises fig.57, 58 og 59, som samtidigt viser specielle fastgørelsesanordninger for rene stålformsystemer.

Hvis vægformen nedtages, inden dækformen rejses, kan man ved anvendelse af vægdragere - i forbindelse med tvinger for sammenholdning af vægformen foroven - helt undgå bindinger i væggen over "færdigt gulv". I bl.a. Holland og Sverige har man anvendt en metode, hvor formsætningen for vægge påbegyndes med rejsning af fabriksfremstillede vægstøtter af beton (fig. 60, s.53 og fig.82, s.64). Vægstøtterne er forneden indstøbt i dækket. Formflagerne eller de tykke formplader opstilles mod vægstøtten, og strøer og spånedebrædder lægges op, hvorefter formen spændes sammen med bindinger gennem huller i vægstøtterne. Eftersom flagerne eller pladerne understøttes langs begge vertikale sider, nøjes man ofte med vandrette strøer, udlagt med til pladernes stivhed passende afstande, og sparer helt spånedebrædderne. Bindingerne kommer da til at ligge temmelig tæt i vertikal retning - en for hver strø.

I stedet for formflager eller tykke plader kan anvendes kassetter med vandrette strøer, som aflastes på stående rammetræ. På grund af den stive ramme mindskes antallet af bindinger i vertikal retning.

Metodens væsentligste fordel fra et formsætningssynspunkt er, at formpladernes kanter ligesom beskyttede, samt at opstillingen ved anvendelse af kassetter er enkel. I stedet tilkommer udgifterne til formstøtterne og arbejdet med deres nøjagtige opstilling og faststøbning.

Set fra et betontechnisk synspunkt medfører sammenblandingen af fabriksfremstillede vægstøtter med pladsstøbt beton en del problemer i forbindelse med kontinuitet og svind. Antallet af lodrette fugeaftryk bliver dobbelt så stort som ved formsætning med almindelige bindinger, men det er muligvis lettere at få pæne aftryk.

Metoden er dog af tvivlsom værdi.

En speciel udformning af vægstøtterne (system Bino) er beskrevet i (47).

Diskussion af økonomien og almen vurdering af vægform er givet i afsnit 2.34.

(Litteratur (10), (14), (29), (37) og (47)).

### 2.33 Afsætning

Ved formsætning med formelementer (flager eller kassetter) anvendes underform for at

1. kunne finindstille vægformen vertikalt,
2. kunne nedtage elementerne, uden at de beskadiges,
3. beskytte formpladens underkant.

Konstruktionen af underformen kan kombineres med afsætningen for vægformen.

Ved formsætning med løse plader anvendes f. eks. den i fig.61 viste underform. I betondækket indstøbes korte strøer, 2" x 4", med ca. 1 m afstand. I disse sømmes siden langsgående remme, 2" x 4", som fikserer vægtykkelsen. På indersiden af remmene sømmes  $\frac{1}{2}$ " bræt, som nivelleres ind i rigtig højde samtidig med fastsømningen. Mellem disse brædder placeres sømklodser, som går et par centimeter op over brædekanten og fungerer som nederste afstandsholder for formpladerne, som hviler direkte på brædderne. Sømklodserne indstøbes i betonen og anvendes til fastsømning af fodpanel. De langsgående 2" x 4" remme kan anvendes igen.  $\frac{1}{2}$ " brættet går til. Hvis formpladerne spænder vertikalt ved nedtagningen, spaltes brættet med et koben, så pladen løsnes.

Ved formsætning med kassetter udføres underformen f.eks. som vist i fig.62.

Ved denne konstruktion hviler kassetten af på rammetræet - og ikke på formpladen - og højdeindstillingen sker med kiler. Kilerne anvendes desuden for at løsne kassetterne ved nedtagningen. For øvrigt er konstruktionen analog med ovennævnte til formsætning med løse plader, bortset fra, at sømklodserne ikke behøver gå op over brædekanten. De kan dog ikke undværes, men er nødvendige for at fikse afstanden mellem de spinkle brædder, når formen spændes til.

En mere udviklet metode er den i fig.63 s.53 og fig.83, s.64 viste (system KNUDSEN - MONBERG og THORSEN). Her støbes først en "undervæg" på det færdige dæk. Undervæggen støbes i en form af to L-jern, 6,5 x 10, som udlægges på dækket. Afstanden mellem L-jernene fikseres med afstandsholdere af pladejern, som giver den ønskede vægtykkelse. Undervæggen rettes på plads ved hjælp af skabeloner (T-jern 6 x 6), som ved enderne er forsynet med tappe, der stikkes ned i huller i L-jernene. Skabelonerne spænder fra underform til underform og anvendes desuden til at stive selve vægformen af foroven ved formsætningen.

Kassetterne sættes siden på en rem af 5/4" x 5" og griber ned om undervæggen, som da fungerer som nedre afstandsholder og beskytter formpladens underkant.

I den viste udformning anvendes ikke kiler mellem remmen og kassetten, eftersom væggene her støbes, og vægformen nedtages, inden dækformen stilles op. Kravet til nøjagtig højde er da af mindre betydning, og der er ingen risiko for, at kassetterne spænder vertikalt.

I fig.64 vises yderligere en udformning, som kombinerer underform med let afsætning (system

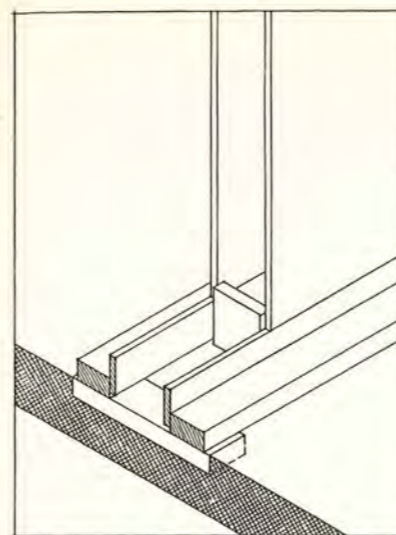


Fig.61 Underform til løse plader. mål 1:20

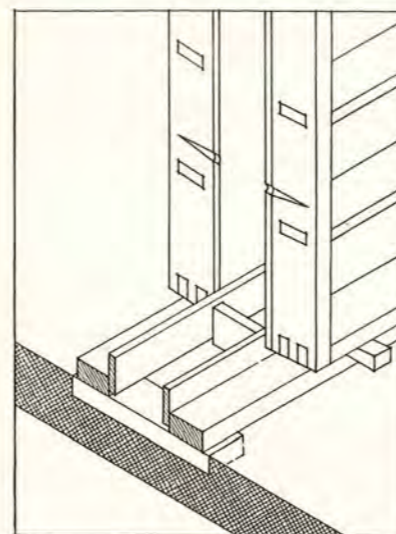


Fig.62 Underform til kassetter. mål 1:20

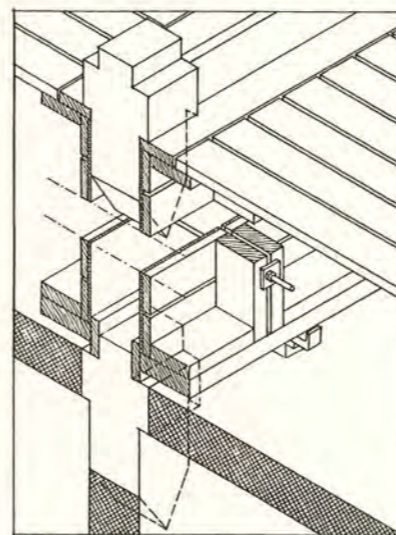


Fig.64 Underform (MANNICHE & HARTMANN). mål 1:20

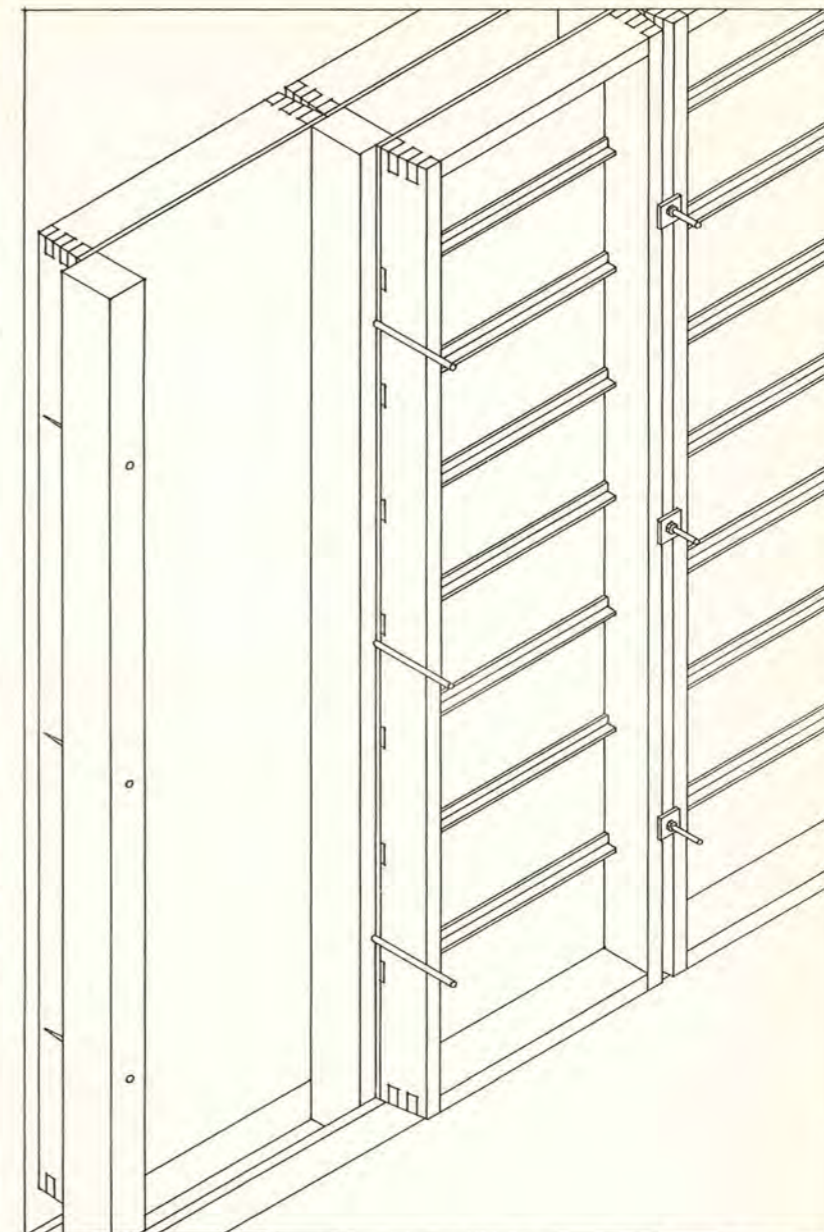


Fig.60 Vægform med præfabrikerede vægstøtter af beton. mål 1:20

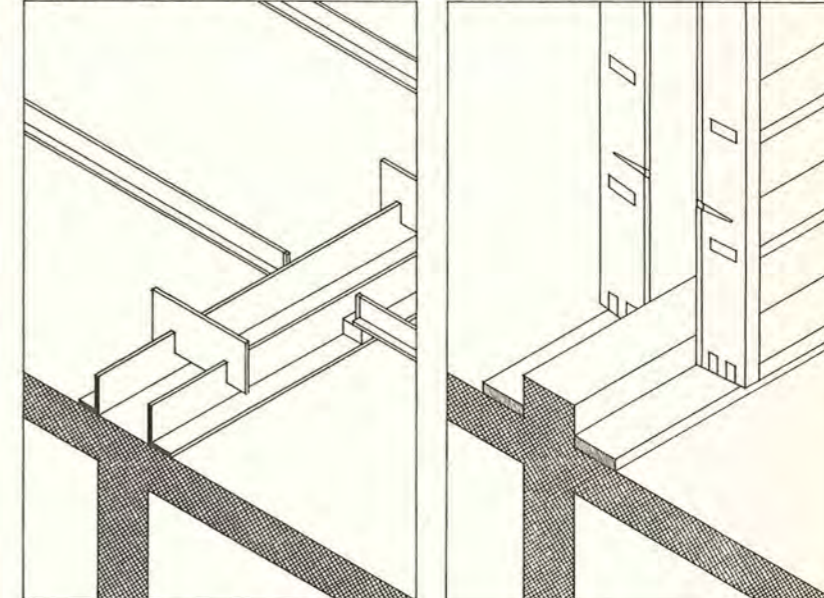


Fig.63 Underform (KNUDSEN; MONBERG & THORSEN).mål 1:20

MANNICHE og HARTMANN). Inden støbningen af den nedenfor liggende væg indsettes øverst i dennes form korsformede betonklodser, som dels fungerer som afstandsholdere i denne væg, dels giver eksakt afsætning i såvel højde- som sideled for væggen ovenfor. Eftersom undervæggen her ikke er gennemgående, fordres en kompletterende underform af f.eks. 1" brædder på højkant.

#### 2.34 Økonomiske synspunkter. Almen vurdering Arbejdsløn.

Ved formsætning med fabriksfremstillede bræddeflager - som normalt er mindre end  $1 \text{ m}^2$  - betales ifølge akkordprislister samme pris som for formsætning med løse brædder. De fabriksfremstillede flager er imidlertid tidsbesparende, og man sparer en del ind på dyrtidstillægget. Hvor meget, er det dog vanskeligt at sige. I Sverige er arbejds lønnen opbygget på en måde, som bedre afspejler de besparelser, som opnås (se afsnit 2.17, hvor opbygningen af dansk og svensk arbejds løn omtales).

En nylig gennemført svensk beregning af en vægform i et standardrum i Stockholm gav den i tabel 13 viste arbejds løn pr.  $\text{m}^2$  form (hele formen, alle arbejdsoperationer) i svenske kroner.

Tabel 13. Sammenligning af arbejds løn ved forskellige moderne vægforme.

Formtype	Arbejds løn sv.kr/m <sup>2</sup>
1. Traditionel form med løse brædder for puds	4,23
2. Som 1, men med fabriksfremstillede flager	3,77
3. Som 1, men med løse 12,5 mm krydsfinerplader for pudsfri beton	4,52
4. Som 3, men med raster i stedet for løse strøer	4,41

Ved arbejde med tykke formlader anvendes i Danmark akkordprisen for flager, eftersom pladerne normalt er større end  $1 \text{ m}^2$  - og man sparer tillægget på 30%, som gælder for løse brædder og små flager. Hertil kommer yderligere tidshesparelsen og dermed besparelsen i dyrtidstillæg.

I sammenstillingen i tabel 13 giver formsætning med 12,5 mm krydsfinerplader en arbejds løn, som er 29 øre større pr.  $\text{m}^2$  end ved traditionel form med løse brædder. Denne forøgelse skyldes dog kravet til pudsfri betonoverflader, som kræver nøjagtig formsætning, og skal ses på baggrund af besparelser i udgifterne til betonens efterbehandling på ca. 3,00 kr/m<sup>2</sup>.

Hvis der ikke stilles krav til pudsfrihed, bør arbejds lønnen ved formsætning med tykke

plader ligge under tilsvarende pris for anvendelse af fabriksfremstillede bræddeflager, eftersom de er hurtigere at arbejde med.

Går man yderligere et skridt videre med moderniseringen og anvender raster i stedet for løse strøer, finder man, at arbejds lønnen mindskes med 0,11 sv.kr/m<sup>2</sup> ved formsætning med 12,5 mm krydsfinerplader for pudsfri beton.

Denne besparelse ved anvendelse af raster hænger dog nøje sammen med, at de tykke formlader (10-14 mm krydsfiner- eller træfiberplader) kræver lille afstand mellem strøerne (20-30 cm). Tidsmæssigt - og dermed økonomisk - vinder man næppe noget ved anvendelse af raster under løse brædder eller bræddeflager, hvor den nødvendige strøafstand (50-60 cm) er af samme størrelsesorden som rasterets bredde. (Bredere raster betaler sig ikke, da de bliver for tunge).

Anvendelse af kassetter medfører utvivlsomt yderligere tidsbesparelser og burde derfor give endnu lavere arbejds løn. Kassetterne kan imidlertid ikke på fornuftig måde stoppes ind i den danske akkordprislister, og den svenske liste indeholder kun priser for dette system i forbindelse med pudsfri beton.

De erfaringer, som foreligger fra nogle få danske byggepladser, er i denne forbindelse uden større værdi, eftersom arbejdet er udført på slumpakkord, hvilket i praksis har vist sig ensbetydende med, at der betales nogenlunde samme arbejds pris pr. udført formareal som for flager. Tidshesparelsen afspejler sig således ikke i arbejds lønnen på anden måde, end at arbejderne går hjem med en reelt højere timefortjeneste.

En videre diskussion af arbejds prisen ved yderligere modernisering gennem anvendelse af udspekulerede bindinger, praktiske underforme, vægdragere m.m. er umulig at gennemføre af mangel på såvel svenske som danske erfaringer. De bedste metoder er utvivlsomt mere eller mindre tidsbesparende og burde ved rationel prissætning føre til besparelser i arbejds løn.

#### Materialeudgifter.

Materialeudgifterne ved anvendelse af moderne formlader i stedet for løse brædder fremgår bedst af sammenstillingen i afsnit 2.17. Besparelsernes størrelse er her hovedsageligt et spørgsmål om, hvor mange gange man kan og virkelig anvender pladerne.

Ved den tidligere omtalte svenske beregning af en vægform i et standardrum fandt man de i tabel 14 angivne materialeudgifter (for samtlige formdetaljer) i sv.kr. pr.  $\text{m}^2$  pr. gang anvendelse.

Tabel 14. Sammenligning af materialeudgifter ved forskellige moderne vægforme.

Formtype	Materialeudgifter, sv.kr/m <sup>2</sup>
1. Traditionel form med løse brædder for puds	3,35
2. Som 1, men med fabriksfremstillede bræddeflager	2,09
3. Som 1, men med løse 12,5 mm krydsfinerplader for pudsfri beton	3,65
4. Som 3, men med raster i stedet for løse strøer	4,29

Der er regnet med følgende enhedspriser og afskrivningsprocenter:

Formbrædder	5,50 sv.kr/kbf.	33,3%
Strøer og spændebrædder	5,90 sv.kr/kbf.	20,0% ved 1. & 2. 16,6% ved 3. & 4.
Fabriksfremstillede flager	7,25 sv.kr/m <sup>2</sup>	10,0%
12,5 mm krydsfinerplader	12,50 sv.kr/m <sup>2</sup>	10,0%
Raster	11,50 sv.kr/m <sup>2</sup>	5,0%
Bindingerne er optaget til 0,30 sv.kr/m <sup>2</sup> ved 1. & 2. og til 1,00 sv.kr/m <sup>2</sup> ved 3. & 4.		

Forholdene mellem systemerne 1., 2. og 3. bliver stort set de samme ved overførelse til danske forhold.

System 4. viser sig at være betydeligt dyrere end system 3. Ved system 4. har man dog anvendt en noget syrrere underform end ved system 3., men selv med hensyntagen hertil er anvendelse af raster dyrere.

Ved bedømmelsen af systemerne 3. og 4. må man tage hensyn til, at de, som tidligere omtalt, gælder for pudsfri beton.

Materialeøkonomien ved anvendelse af kassetter kan skønnes således:

Ved den af "Mudex" i afsnit 1.2 og 1.3 nævnte beregning af traditionel vægform i et standardrum fandt man en træmængde på  $1,55 \text{ kbf/m}^2$  form. Træmængden fordeler sig med 58% på formbrædder, 18% på strøer og 24% på spændebrædder. Med en træpris på 10,00 kr/kbf. og 25% afskrivning pr. gang finder man materialeudgiften til træet til 3,87 kr/m<sup>2</sup> pr. gang.

En kassette af plasticbelagt krydsfiner (fig. 47) kan i Danmark erfaringsmæssigt fremstilles for cirka 40,00 kr/m<sup>2</sup>, alt inklusive. Hvis kassetten anvendes i forbindelse med spændebrædder, erstatter den formbrædder og strøer, som i den traditionelle form koster  $(58 + 18)\%$  af  $3,87 \text{ kr/m}^2 = 2,94 \text{ kr/m}^2$ . Hertil bør lægges ca.  $0,15 \text{ kr/m}^2$  for søm. Kassetterne skal således anvendes  $\frac{40}{2,94 + 0,15} \sim 13$  gange for at kunne konkurrere med løse brædder med hensyn til materi-

aleudgifterne. Nævnte kassette med plasticbelagt krydsfiner bør uden tvivl kunne anvendes betydeligt flere gange, frem for alt ved beton, som ikke skal pudses.

En kassette med kantstrøer af [-formet jernplade (fig.49) koster i Sverige fuldt færdig med 12,5 mm vandfast, ikke plasticbelagt krydsfiner ca. 45 sv.kr/m<sup>2</sup>. Omregnet til danske kroner bliver dette ca. 60 d.kr/m<sup>2</sup>. Denne kassette erstatter også spændebrædderne. Kassetten skal altså kunne anvendes  $\frac{60}{3,87 + 0,15} \sim 15$  gange for at kunne konkurrere. Den ubehandlede krydsfinerplade kan meget vel klare dette antal gange. De [-formede kantprofiler bør imidlertid kunne anvendes betydeligt flere gange, hvis de vedligeholdes omhyggeligt.

En krydsfinerplade af samme type som den, kassetten leveres med, koster i Danmark ca. 18 kr/m<sup>2</sup>, og man ser, at det er stålrammen, som dominerer indkøbsprisen, hvilket vil sige, at materialeøkonomien forbedres væsentligt ved genanvendelse af rammen og påsætning af nye plader. Ved f.eks. 30 ganges anvendelse af rammen med to omgange plader bliver afskrivningen pr. gang  $\frac{60 + 18}{30} = 2,60 \text{ kr/m}^2$ . I ovennævnte beregning af materialeøkonomi ved anvendelse af kassetter er der ikke taget hensyn til udgifter til oliering af pladerne, materialeforbrug i eventuel underform, udgifter ved vending af pladen eller påsømning af ny plade, samt at kassetterne muligvis kræver flere eller dyrere bindinger. Alt dette tilsammen kan dog kun øge det nødvendige antal anvendelsesgange med nogle få gange og ændrer ikke billedet nævneværdigt.

Materialeøkonomien ved en yderligere modernisering af vægformen (underform, bindinger, vægdragere) er det vanskeligt at sige noget generelt om på grund af manglende erfaringer.

Anvendelse af underform kan dog næppe påvirke materialekontoen nævneværdigt.

Bindingerne udgør i den traditionelle vægform med formclamps ca. 15% af den totale materialeudgift. De moderne bindinger er næppe billigere end de traditionelle af båndjern, jerntråd eller formclamps, og der foreligger en vis risiko for, at denne udgift stiger ved anvendelse af systemforme.

Vægdragerne kræver et meget betydeligt antal anvendelsesgange for at kunne konkurrere. Sikre cifre foreligger ikke, men det skønnes, at det økonomiske antal ligger mellem 50 og 70 gange.

#### Vurdering.

Set fra et teknisk synspunkt indebærer de metoder for modernisering af vægformen, som foran beskrevet, ubetinget fordele og muliggør op-

nåelse af nøjagtigere formsætning og bedre betonoverflader (pudsfri beton).

De er tidsbesparende og burde derfor ved rationel opbygning af arbejdsprisen kunne medføre besparelser i arbejds løn.

Med undtagelse af rasteret er de alle træbesparende, enten derved at de muliggør flere ganges anvendelse af samme træ end i den traditionelle form, eller derved at træ erstattes med stål.

Materialeudgifterne kan utvivlsomt mindskes ved anvendelse af bræddeflager, tykke formlader og kassetter af træ eller kombinerede træ- og stål kassetter.

Anvendelse af raster medfører dog ingen besparelse på materialekontoen. Kassetter af stål og vægdragere kan føre til lavere materialeudgifter, men kræver mange ganges anvendelse og for det meste vidtgående rationalisering af byggeriet. Udlejningsprincippet er i den forbindelse en god udvej.

De rent umiddelbare største besparelser i de totale udgifter opnås ved anvendelse af fabriksfremstillede bræddeflager, tykke formlader af krydsfiner eller træfiberplader, kassetter, tidsbesparende bindinger og underform.

Grindform som udvendig form for væg med udvendig beklædning af blokke, som sættes i vægformen, har i Sverige vist sig yderst besparende.

De rene stålforme har vanskeligt ved at hæve sig i vægge. En undtagelse danner dog lamelforskalling, som imidlertid kun kan anvendes til beton, som skal pudses.

Den moderne vægform antager ofte karakter af systemform, og forarbejdet får karakter af enkelt montagearbejde, som bør kunne udføres af ufaglært arbejdskraft.

## 2.4 Bjælkeform og søjleform

Ved formsætning af bjælker og søjler anvendes normalt flager, tildannet af brædder på byggepladsen.

De i afsnit 2.1 beskrevne formlader kan på simpel måde erstatte brædderne efter de tidligere angivne retningslinier om flager og kassetter i afsnit 2.31.

Problemet ved bjælke- og søjleforme er i første række sammenspændingen, som bør udføres uden bindinger gennem konstruktionen. Løsningen af dette problem er trivielt, og de nye ting, som findes på området, består hovedsagelig i, at rammerne for søjlerne og bøjlerne for bjælkerne udføres af pladejern i stedet for af træ.

Figurerne 65 og 66 viser to spænderammer for søjler, som anvendes i stor udstrækning og fo-

rekommer i en række varianter. Begge er udført helt af jern.

Fig. 67 viser en tvinge eller spænderamme for bjælker, som understøttes forinden. Ved større bjælkehøjder må bjælkebredden foroven fikseres af pladeformen eller overliggende lignende spænderammer.

Fig. 68 viser anvendelse af pladejernsbøjler til ophængning af bjælkeform.

Fordelen ved at anvende spænderammer og bøjler af stål er teknisk set, at man kan opnå en nøjagtigere og sikrere tilspænding af formen.

På den økonomiske side er fordelen ved rammer og bøjler af stål, at de kan anvendes mange gange og er temmelig robuste og således giver lille materialeudgift pr. gang anvendelse, samt at de er tidsbesparende.

(Litteratur (5)).

## 2.5 Glideform

Glideform er blevet anvendt både i Sverige, Finland, Tyskland og Danmark (Bellahøj) ved bygning af højhuse.

Metoden er oprindeligt udviklet for silokonstruktioner og har ubetinget sin største anvendelse inden for disse områder. Dens fordele set fra et formsætningssynspunkt ligger deri, at man blot behøver form til 1-2 m højde af huset. Denne form sammenbygges på jorden og omfatter alle ydervægge (og eventuelt også indervægge). Formens inder- og ydersider forbindes oven til med åg, som ophænges på vertikale klatrestænger placeret med 1-2 m afstand i væggene. Formen klatrer siden etapevis opad på klatrestængerne, efterhånden som væggene støbes op.

Glideformstekniken er så speciel og avanceret, at den ikke skal beskrives nærmere her. Mere detaljerede oplysninger findes i specialartikler (45), (46).

Den egentlige glideformsstøbning er blot beregnet for vertikale konstruktioner. Ved anvendelse til husbygning kompliceres systemet af støbningen af dækkene (og til en vis grad af åbninger for vinduer og døre).

De forskellige glideformssystemer adskiller sig fra hinanden hovedsagelig på følgende måde:

1. Metode for løftning af formen. To metoder anvendes, nemlig løftning ved hjælp af skrue-donkrafte og løftning med hydrauliske donkrafte forbundet med fælles oliepumpe.
2. Faste eller løse formlader. I det første tilfælde er formladerne fast forbundet med åget og glider op langs betonen, når formen løftes. I det andet tilfælde er blot afstivningen (strøerne) for formladerne i fast forbindelse med åget. Når formen løftes, er det blot afstivningerne, som glider op, me-

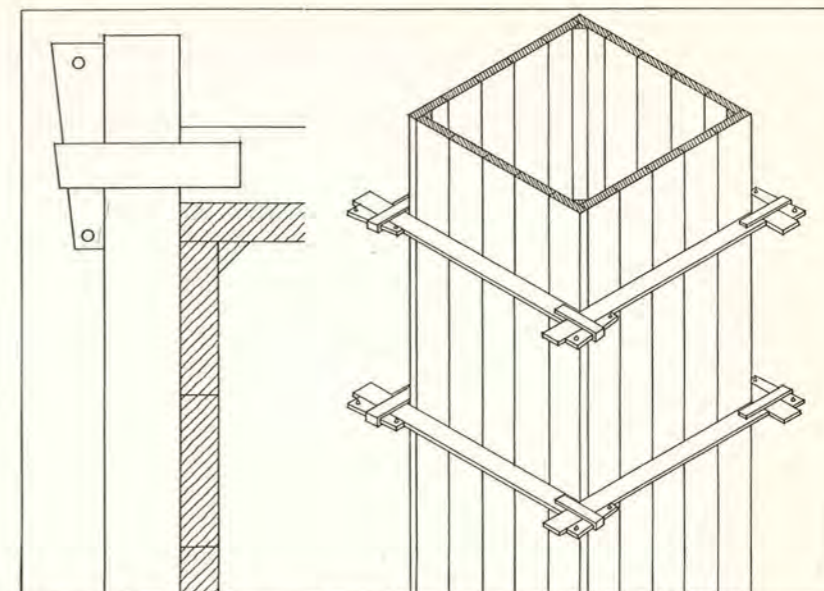


Fig. 65 Søjleform, spænderamme (E.G.), mål 1:5 og mål 1:20

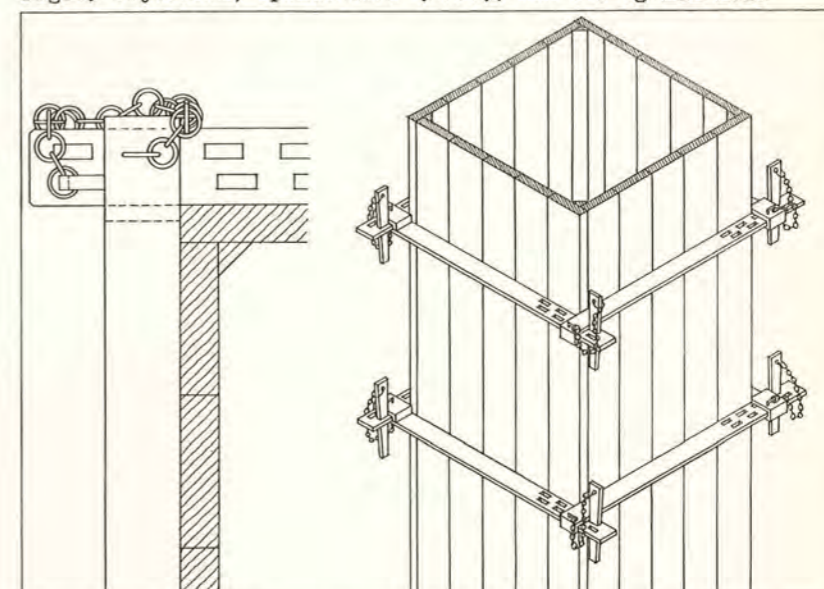
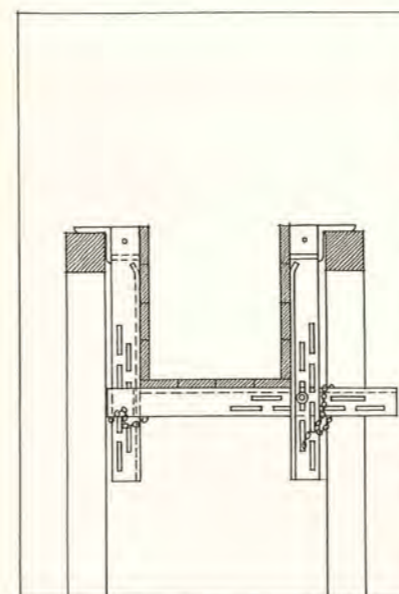
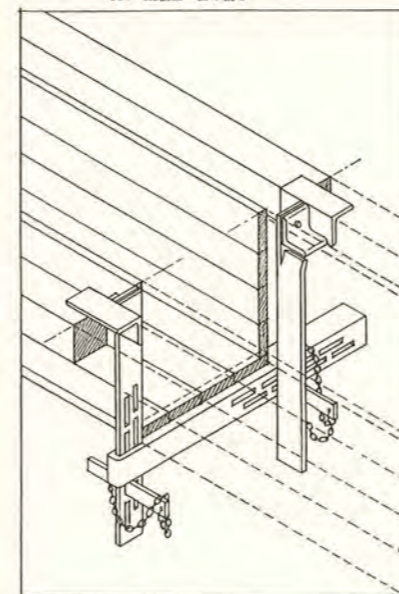


Fig. 66 Søjleform, spænderamme (ACROW), mål 1:5 og mål 1:20



A. mål 1:20



B. mål 1:20

Fig. 68 Bjælkeform, ramme (FIX).

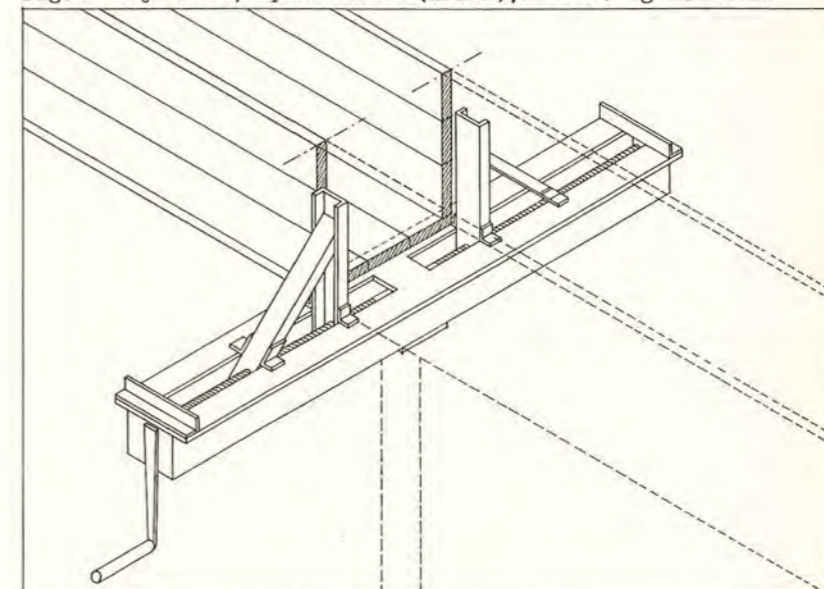


Fig. 67 Bjælkeform, tvinge (ACROW). mål 1:20

dens formladerne bliver siddende fastklemt mellem betonen og de glidende afstivninger. I dette tilfælde tages formladerne ud under formen, når den løftes, og sættes ind igen påny ovenfor. (Pladerne "klatrer", mens den øvrige form "glider").

3. Metode til støbning af dæk. Enten gøres et stop i glidestøbningen for hver etage, medens dækkene støbes, eller også støbes væggene i alle etager færdige, og dækkene indstøbes bagefter, f.eks. på en form, som hænger ned fra glideplatformen. I det sidste tilfælde støbes det øverste dæk først, og dækformen sænkes etage for etage.

Det bør i denne forbindelse være tilstrækkeligt at konstatere, at de økonomiske erfaringer med glidestøbte højhuse endnu ikke er lagt frem og de tekniske kun beskrevet yderst mangelfuldt. Forsøget på Bellahøj må, når resultaterne lægges frem, blive vejledende med hensyn til metodens fremtidsmuligheder i Danmark.

De første svenske forsøg, som udførtes nogenlunde samtidigt i 1950 af to forskellige entreprenører og med noget forskellige metoder, har kun fået få efterfølgere i Sverige. (fig. 84, s.64).

(Litteratur (5), (45), (46)).

### 3. SAMMENFATNING MED KOMMENTARER

I afsnit 1.1 fremlægges en sammenstilling gældende traditionel form over formudgifternes andel i de totale udgifter til betonarbejdet, som viser, at de udgør ca. 1/3 af de totale udgifter.

I afsnit 1.2 studeres formudgifternes fordeling mellem arbejds løn og materialer, og i afsnit 1.3 deres fordeling på formdetaillerne i dækform. Det fremgår heraf, at arbejds løn og materialeudgifter begge er af betydning, samt at det i dækform hovedsageligt er forbrædderne og bommene, som sluger arbejdstid og materialer. I afsnit 2.34 vises træforbrugets fordeling på formdetaillerne i traditionel vægform, og også her udgør forbrædderne den største del af træforbruget og materialeudgifterne.

I afsnit 1.4 diskuteres retningslinier for rationalisering af formarbejdet for mindskning af arbejds- og materialeudgifter.

I afsnit 2.1 præsenteres moderne formplader. Afsnittet afsluttes med en sammenlignende økonomisk vurdering (afsnit 2.17).

I afsnit 2.2 præsenteres moderne formelementer for dækform (flager, kassetter, raster, dragere, bomme). Hvert enkelt delafsnit afsluttes med en teknisk og økonomisk vurdering. En vurdering af moderne dækform som helhed findes som afsnit 2.24.

I afsnit 2.3 præsenteres moderne formelementer for vægform (flager, kassetter, raster, bindinger og afsætningsmetoder). I det afsluttende afsnit 2.34 vurderes den moderne vægform som helhed.

I afsnittene 2.4 og 2.5 gives en kort beskri-

velse med kommentarer af moderne spænderammer og bøjler for søjler og bjælker (2.4) samt glideform (2.5).

En sammenfattende vurdering af de beskrevne moderne materialer og konstruktioner af arbejdsmetoder viser:

at betydelige tidsbesparelser kan opnås ved de fleste af de beskrevne metoder, at samtlige metoder - med undtagelse af raster i den her beskrevne udformning - fører til besparelser i træforbrug. Dette opnås enten ved anvendelse af forædlede træprodukter med større levetid, ved bedre behandling af træmaterialerne samt ved udformning af formelementerne, så formladerne beskyttes mod ødelæggelse, eller ved helt at erstatte træmaterialet med stål.

at de fleste moderne materialer og konstruktioner ved rationel anvendelse giver lavere afskrivning pr. gang anvendelse end tilsvarende elementer i den traditionelle form. For stålelementer - frem for alt stål-kassetter og dragere og i mindre grad stål-bomme - bliver det nødvendige antal anvendelsesgange for at give forbedret materialeøkonomi dog meget stort.

Den moderne betonform gør det muligt at opnå et bedre betonresultat, f.eks. pudsfri betonoverflader, uden at formudgifterne behøver blive nævneværdigt større - og i visse tilfælde til og med mindre - end ved traditionel form for pudsede betonkonstruktioner.

Dette er et meget væsentligt synspunkt, ef-



tersom udeladelse af puksen betyder en stor besparelse (ca. 3,00 kr/m<sup>2</sup>) i udgifterne til betonoverfladernes efterbehandling.

Forudsætningen for at opnå til tidsbesparelsen svarende besparelser i arbejdsudgifterne er dog en rationel opstilling af specielle akkordpriser for arbejde med moderne forme.

Forudsætningen for opnåelse af lavere materialeudgifter er, at forarbejdet udføres med særlig hensyntagen til materialernes større levetid. Større skånsomhed bør udvises, og specielt for formladernes vedkommende bør rensningen og olieringen udføres omhyggeligt.

For stålelementer, som kræver mange ganges

anvendelse (50-100) for at give besparelser, bør udlejningssystemet indføres, for at udnyttelsen kan spredes over flere entreprenører, og for at vedligeholdelsen skal kunne udføres billigt og effektivt med specialværktøj.

De moderne forme er ofte systemforme, som kræver standardisering af byggeobjekterne og samarbejde mellem arkitekt, konstruktør og entreprenør ved udarbejdelse af betonkonstruktionen for at opnå enkel formsætning.

Anvendelse af systemforme for standardiserede betonkonstruktioner gør forarbejdet til montagearbejde og åbner således vejen for anvendelse af "ufaglært" arbejdskraft.

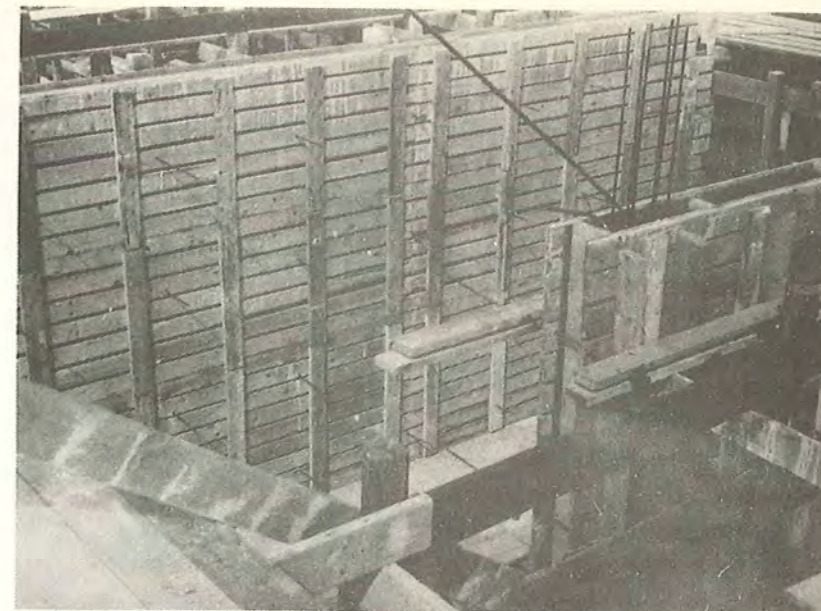


Fig. 69 Bræddeflager samlet med revler og beklædt med tynde træfiberplader.



Fig. 70 Brædekassetter beklædt med tynde træfiberplader.



Fig. 72 Krydsfinerkassetter med lodrette strøer. Spændebrædder endnu ikke opsatte.

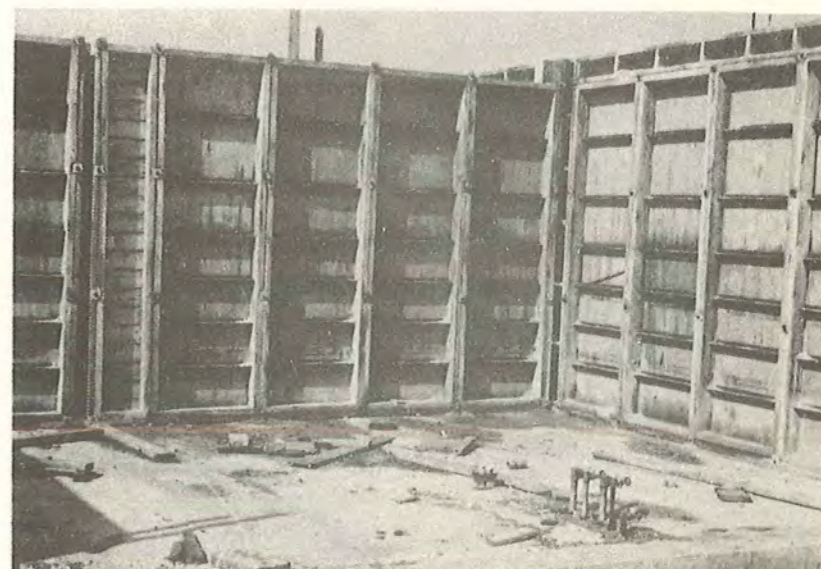


Fig. 71 Krydsfinerkassetter med vandrette strøer af T-jern.

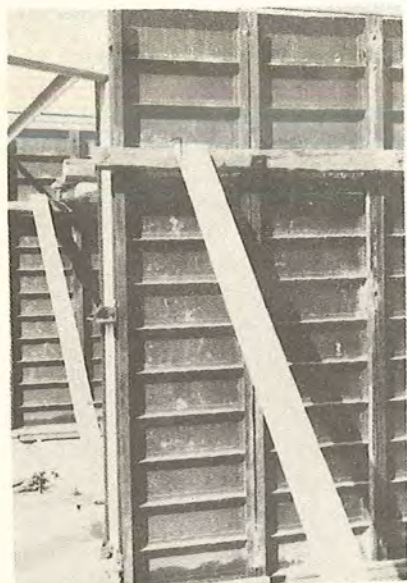


Fig. 74 Stålkassetter. Formplade af stål med påvejsede afstivninger af profiljern.

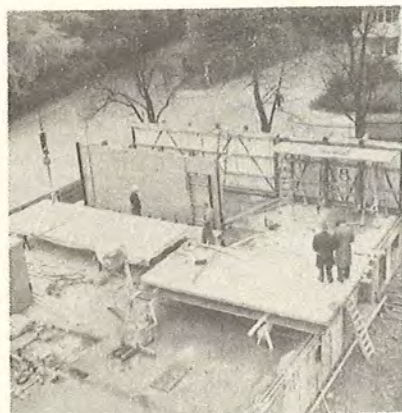


Fig. 75 Stort formelement beklædt med sækkelærred. Kranen sætter elementet på plads.

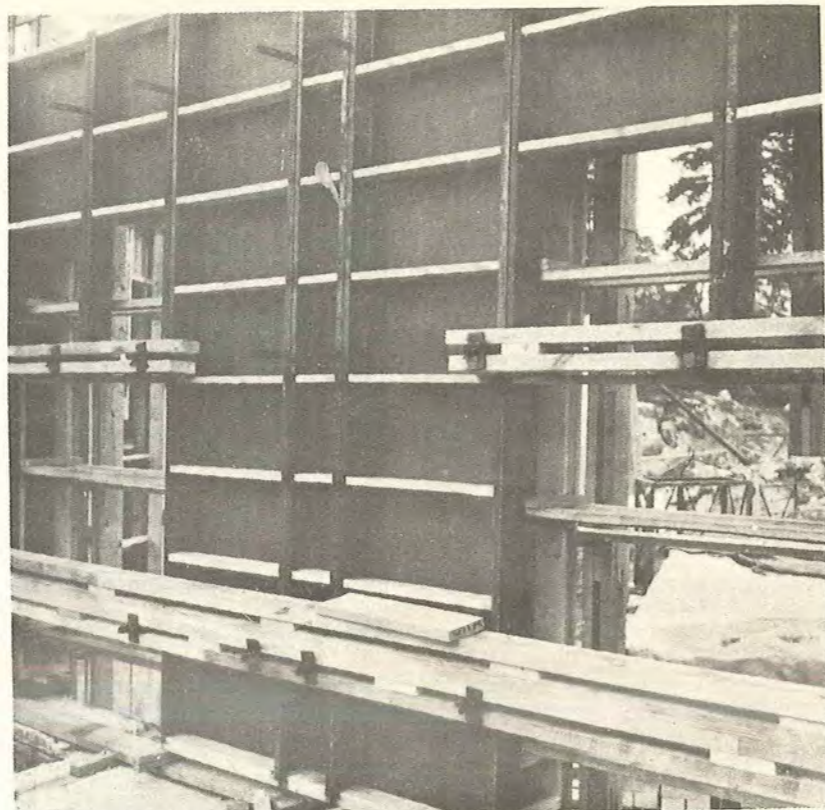


Fig. 73 Kassetter med pladejernsramme (SVEMA) med vandrette strøer af træ og 12,5 mm påsømmet formplade.

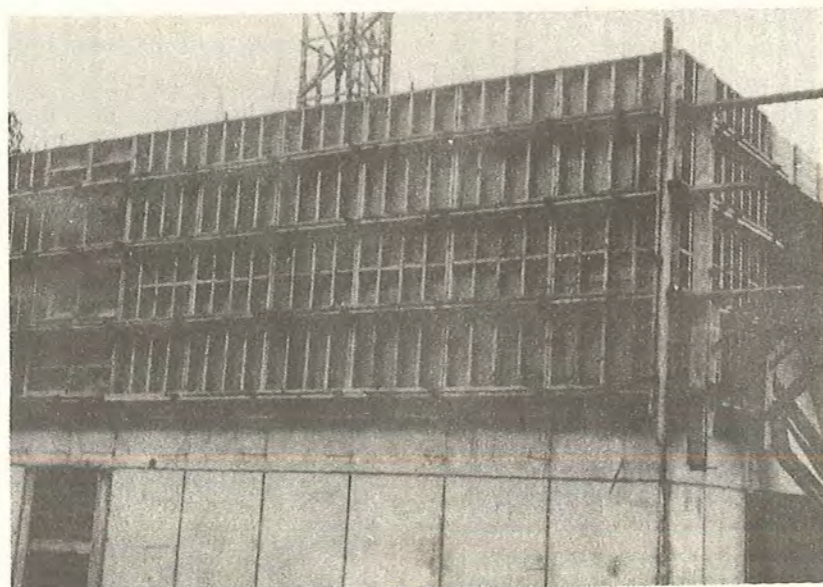


Fig. 76 Ydervægsform af krydsfinerkassetter.

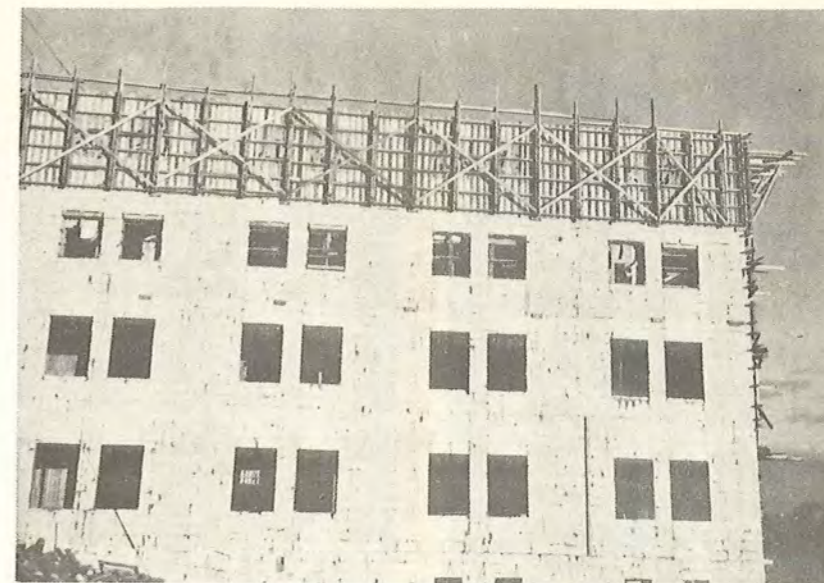


Fig. 77 Grindform.



Fig. 78 Grindformelement løftes med let hejsepil.



Fig. 80 Værktøj for sammenspænding af vægform (AB BYGMEKANISERING, Malmø).

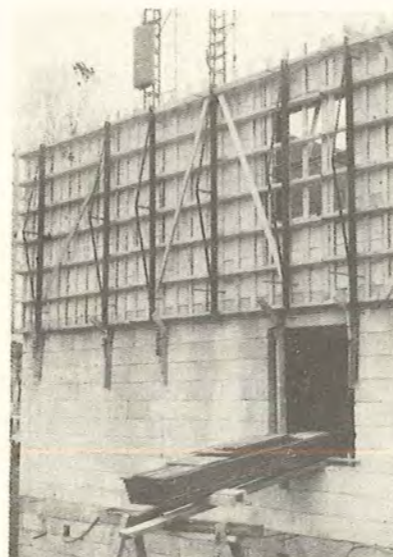


Fig. 79 Grindform med vægdragere (ADEBALK).

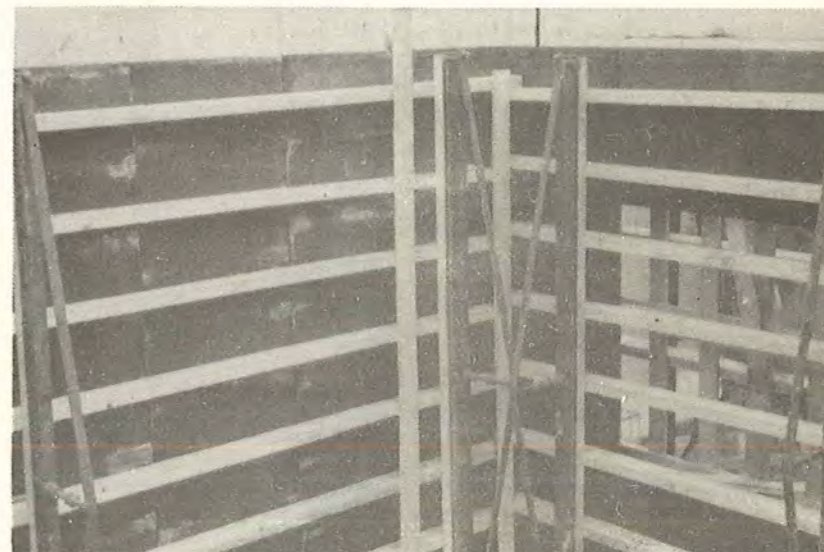


Fig. 81 Indervægsform med "løse" 12,5 mm formplader, "løse" liggende strøer og vægdragere (ADEBALK).



Fig. 82 Formsætning med vægstøtter af beton og 12,5 mm forplader. Spånedebrædderne endnu ikke opsatte.



Fig. 83 Formsætning med krydsfinerkassetter, fugejern og "støbt undervæg".



Fig. 84 Glideform. System CONCRETOR-PROMETO.

#### 4. LITTERATURFORTEGNELSE

1. Th. Sørensen: Standardberegning af murerentrepriser. Mudex Beregningsfirma. København 1952.
2. Anonym: Dækforme i boligbyggeri. Statens Byggeforskningsinstitut, anvisning nr. 15. Teknisk Forlag. København 1955.
3. Mejse Jacobsson: Arbetsvirke till bostadshus av sten. Statens Kommitte för Byggnadsforskning, meddelande nr. 13. Stockholm 1949.
4. Mejse Jacobsson: Arbetsteknik vid egentliga byggnadsarbeten för bostadshus. Statens Kommitte för Byggnadsforskning, meddelande nr. 17. Stockholm 1950.
5. Gunnar Hansen: Forme og Stilladser. Beton (bind 3, arbejdspladsen). Dansk Ingeniørforenings arbejdsgruppe for beton og jernbeton. Teknisk Forlag. København 1950.
6. Rolf Schjødt: Forskalling. Norges teknisk-naturvidenskabelige Forskningsråd, Byggeteknisk udvalg, anvisning nr. 2. Oslo 1951.
7. Anonym: Formbyggnad för bjälklagsplattor. Svenska Cementföreningen, Brochure. Stockholm 1949.
8. Anonym: Vägformar för bostadshus. Statens Kommitte för Byggnadsforskning, brochure nr. 2. Stockholm 1951.
9. David V. Österberg: Nyare formbyggnadsmetoder i Sverige. Betong, vol. 36, nr. 3. Stockholm 1951.
10. Anonym: Helgjutna betonghus. Svenska Cementföreningen, Brochure. Stockholm 1950.
11. Anton Gattnar: Bericht über eine Umfrage betreffend neuartige Schalungs- und Rüstungsverfahren. Beton- und Stahlbetonbau, vol. 48, nr. 7. Berlin 1953.
12. N. Ljungberg: Formar och ställningar. Betongtekniska anvisningar, del 8 och 9. Svenska Forskningsinstitutet för Cement och Betong. Stockholm 1946.
13. Y. Saillard, J. Besset, A. Brodeau: L'emploi du contreplaqué-coffrage. Travaux, vol. 38, nr. 236. Paris 1954.
14. Laurits Pedersen: Rapport vedrørende studierejse i USA 1952, København 1952. Ikke offentliggjort.
15. Anonym: Plywood today - for concrete forms. American Builder, vol. 72, nr. 1. Chicago 1950.
16. Anonym: Een nieuw bekistingmateriaal. Wij Bouwen, vol. 4, nr. 5. Haarlem 1952.
17. P.W. Scharroo: Vlak betonwerk. Cement, vol. 4, nr. 19-20, Amsterdam 1952.
18. Bengt Norén: Formar till putsfri betong. Byggnytt (Byggnadsindustrins småskrifter) nr. 5. Stockholm 1954.
19. Anonym: Concrete Forms of Douglas Fir Plywood. Douglas Fir Plywood Association. Washington 1949.

20. Anonym: Testing of Plywood, Veneer and Other Wood and Wood-Base Materials. American Society for Testing Materials, 1947.
21. Göran Bjursten: Har vi något att lära av amerikanska byggen? Byggmästaren, vol. 31, nr. Bl. Stockholm 1952.
22. Lennart Rönmark: Putsfria betonghus i Göteborg och Malmö. Byggmästaren, vol. 33, nr. B2. Stockholm 1954.
23. G. Boni Jensen: Plyfa Casting Board. Materialebeskrivelse. Bygmesteren, vol. 46, nr. 8. København 1953.
24. Göran Larsson, Georg Wästlund: Plywood som konstruktionsmaterial. Statens Kommitte för Byggnadsforskning, Rapport nr. 21. Stockholm 1953.
25. Knud E.C. Nielsen: Oljehärdad board som formbyggnad för betong. Cement och Betong, vol. 28, nr. 1. Malmö 1953.
26. Knud E.C. Nielsen: Putsfri Beton. Betonteknik, vol. 19, nr.2. København 1953.
27. Knud E.C. Nielsen: Slät formbyggnad för putsfri betong. (Oljehärdad board som formbyggnadsmaterial). Byggmästaren, vol.32, nr. B5. Stockholm 1953.
28. Knud E.C. Nielsen: Rationell formbyggnad med oljehärdad board. Byggnadsindustrin, vol. 23, nr. 11. Stockholm 1953 (også: Byggaren, vol. 31, nr. 6. Helsingfors 1954).
29. Erik Östhol: Putsfritt Bygge. Byggnadsvärlden, nr. 49. Stockholm 1953.
30. E.V. Väinänen: Hur hårdboard lever. Byggaren, vol. 31, nr. 6. Helsingfors 1954.
31. Herbert Neusser: Holzfaserplatten. Oesterreichische Gesellschaft für Holzforschung, Schriftenreihe, Heft 3. Wien 1951.
32. A. Gattnar: Neuere Schalungsverfahren im Beton- und Stahlbetonbau. Beton- und Stahlbetonbau, vol. 45, nr. 11. Berlin 1950.
33. C. Parry: Shuttering. Journal of the Institution of Civil Engineer, vol. 30, nr. 8. London 1948.
34. C. Frederiksen: Lamelforskalling. Betonteknik, vol. 8, nr. 3. København 1942.
35. Ph. Ebert: Neuere Vorschläge für die Ein-
- schalung von Wänden aus Schüttbodyeton. Neue Bauwelt, vol. 4, nr. 4. 1949.
36. H.H. Karnow: Praktiske Forskallingsproblemer. Beton og Jernbeton, vol. 1, nr. 1. København 1949.
37. Anonym: Modern concrete forms. American exporter industrial. USA. Januar 1951.
38. Anonym: Aluminium formwork for concrete construction. Reinforced concrete Review, vol. 2, nr. 9. London 1952.
39. P.W. Scharroo: Ervaringen met de Rubora-schaarbekisting. Cement, vol. 2, nr. 13-14. Amsterdam 1950.
40. A.W. Rick: Schalöle und andere Entschalungshilfen. Betonstein-Zeitung, vol. 17, nr. 1. Wiesbaden 1951.
41. Anonym: HSB provar nya formsättningsmaterial. Byggnadsvärlden, nr. 25. Stockholm 1954.
42. B. Blomgren, E. Olsson: Ett husbygge i Malmö med formbalkar och betongproportioneringsverk. Cement och Betong, vol. 27, nr. 4. Malmö 1952.
43. Anonym: Beskrivning och ritning över patentstämp. Svenska Byggnadsindustrieförbundet. Stockholm, juli 1954.
44. Knud E.C. Nielsen: Loads on Reinforced Concrete Floor Slabs and their Deformations during Construction. Handlingar nr. 15. Cement och Betonginstitutet. Stockholm 1952.
45. S.E. Svensson: Ny metod för glidformsgjutning. Byggmästaren nr. 24. Stockholm 1949.
46. S.E. Svensson: Glidformsgjutning med hydraulisk formflyttning. Betong, vol. 36, nr. 3. Stockholm 1951.
47. W. Schmidt: En ny formsättningsmetod. Byggnadsvärlden, vol. 43, nr. 7. Stockholm 1952.
48. P. Nerenst, B. Warris: Sandfri betón. Statens Byggeforskningsinstitut, særtryk nr. 41, København 1954.
49. W. Blank: De Hico-bekistingdrager. Cement, vol. 6, nr. 23-24. Amsterdam 1954.
50. E. Geirbo: Dekkeforskaling. Norges Byggeforskningsinst., anvisn. nr. 4. Oslo 1955

## 5. FORTEGNELSE OVER MATERIELFABRIKANTER OG -LEVERANDØRER

### Brøddeflager.

Roldplader: Rold Skov Savværk, Arden. Tlf. Arden 31.

Skallasplader: A/S Skallas, Tinglevvej 16, Gentofte. Tlf. Gentofte 6590. Fabrik: Gl. Rye. Tlf. Gl. Rye 55 u.

Eens plade (Eenex): A/S Brødrene Een, Kirkegatan 15, Oslo.

Alpine Schalungsplatte: Joseph Schwarz Sohn, Freilassing, OBBay. Tyskland.

### Krydsfiner.

Betoform: Industriaktiebolaget Furuplywood, Kristinehamn, Sverige.

Plyfa Casting Board: Kristian Stærk A/S, Nørrevold 48, København K. Tlf. Central 13902.

### Træfiberplader.

Royal Betonformboard: Aktiebolaget Statens Skogindustrier, Drottninggatan 48, Stockholm, Sverige.

Ellweform (L-W-form): Ljusne-Woxne A/B, Ljusne, Sverige.

### Stålleme.

Acrow: Acrow (Engineers) Ltd., South Wharf, Paddington, London W 2. England.

Atlas Speed Form: Irvington Form and Tank Corp., New York, N.Y., USA.

Guyrex: Guyrex Equipment Ltd., 25 Craven Street, Strand, London WC 2. England.

Kwikform: Kwikform Ltd., Waterloo Road, Birmingham 25, England.

NOE Universal-Stahlblechschalung: Jacob Noe Nachf., Eckarstrasse 2 A, Stuttgart, Tyskland.

SGB: Scaffolding (Great Britain) Ltd., Mitcham, Surrey, England.

Rapid Metal Formwork: Rapid Metal Formwork Ltd., 209 Walsall Road, Perry Bar, Birmingham 22 b, England.

Lamelforskalling: Dansk Lamelforskalling A/S, Sandbækvej 6, Brønshøj, Telf. Islebro 196 og 736.

### Stålnetform.

Leonhardt Bossert.

Kuske-Kronprinz.

Baumgarten.

Rubora Gitterforskalling: Hans Pedersen, tømmerhandler, Løvegade 79, Slagelse.

### Formlakker.

DKB-lak: G. Sparre-Ulrich & Co., Studiestræde 33, København K. Tlf. Byen 6591-6513.

Formfilm: A.C. Horn Co., Inc., N.Y., USA. (Alfort och Cronholm, Saltmätargatan 7, Stockholm 3, Sverige).

Grifolith: A/S O.F. Asp. Prags Boulev. 37, København S. Tlf. Central 65.

Plasmal: Nefaboline N.V., Voorschoten, Holland.

### Raster.

HSB-Formgaller: Allt för Byggnadsfacket A/B, Postfack 18029, Stockholm 18, Sverige.

### Formolier.

Albert formolie: Ernst Jørn, Haderslev. Tlf. Haderslev 21612.

Glads formolie: L.C. Glad & Co., A/S. Sct. Annæ Plads 11, København K. Tlf. Central 7010.

Esso Kutwell 40: Dansk Esso A/S, Sct. Annæ

Plads 13, København K. Tlf. Central 2890.  
H-B formolie: Rold Skov Savværk, Arden. Tlf. Arden 31.

#### Dragere.

Acrow: Acrow (Engineers) Ltd., South Wharf, Paddington, London W 2, England.  
Fix: Erling Gad, Peder Skramsgade 1, København K. Tlf. Palæ 9301.  
Hico: A/S Hicosystemet, Østbane-gade 15, København Ø. Tlf. Øbro 6509.  
Hünnebeck: Wilh. Cederberg, Hammerichs-gade 14, København V. Tlf. Central 11413.  
Kwik: Hakon Gertsen, Rådhusplad-sen 4, København V. Tlf. Palæ 3193.

#### Bomme.

Bom, Type 3: Monteringsform, Gubbkårs-backen 21, Bromma, Sverige.  
E.G.-stämp (type 5): Munch & Lerche, Sankt Knudsvej 21, København V. Tlf. Vester 9340.  
HFAB-y (type 1): Hellströms A/B, Sollentuna Sverige.  
Liljendahl-stämp (type 7): Allt för Bygg-nadsfacket, Postfack 18029, Stockholm 18, Sverige.  
Svefab-skruvstämp (lign. type 1): Svets-ningsfabriken A/B, Water-

loogatan, Göteborg N., Sverige.

Teleskopstämp (type 2): do. do.  
(se endvidere leverandører af stållemme).

#### Kassetter.

Wedbergs system: AB Byggnadsvaror, Kungsga-tan 37, Stockholm, Sverige.

Svemaform: Svemabolaget, Hantverkargatan 40, Stockholm K., Sverige.

#### Bindinger.

EG-låseanordning: Munch & Lerche, Sankt Knudsvej 21, København V. Tlf. Vester 9340.

Visent: AB Visent, Sankt Johannes-gatan 2, Malmö, Sverige.

Svema: Svemabolaget, Hantverkargatan 40, Stockholm K. Sverige.

#### Vægdragere.

AB Byggnadsvaror, Kungsgatan 37, Stockholm, Sverige

(se endvidere leverandører af stållemme).

#### Spænderammer.

EG-pelarbånd: Munch & Lerche, Sankt Knuds-vej 21, København V. Tlf. Vester 9340.

Acrow beam clamps: } Acrow (Engineers)Ltd.,  
Acrow column clamps: } South Wharf, Padding-  
ton, London W 2.

#### S.B.I. Anvisninger

er praktiske vejledninger, beregnet på direkte brug i det daglige arbejde ved projektering, fabrikation eller byggeri. De kan være udfærdiget dels på grundlag af instituttets egne arbejder, dels ud fra andres undersøgelser fra ind- eller udland. De søges tilpasset efter de stedlige og aktuelle forhold og holdt i en ikke-videnskabelig udtryksform, tilgængelig for de pågældende faglige kredse. Fortegnelsen omfatter kun de ved denne publikations fremkomst endnu ikke udsolgte publikationer.

- 3: *Akustisk regulering af gymnastiksale, (Acoustical Designing of Gymnasia), P. Becher.* 1950. 4 p. A4. Kr. 1,-.
- 5: *Bedre varmeisolering er billigere.* 1950. 47 p. A4. Kr. 3,-.
- 6: *Fugt i nye huse* (plakat til ophængning). 1949. A4. Kr. 5,-. pr. 100 expl.
- 7: *Fugt og isolering, P. Becher og V. Korsgaard.* 107 p. A5. Kr. 4,-.
- 8: *Brug og valg af betonblandere, N.H. Krarup og K. Malmstedt-Andersen.* 1951. 66 p. A5. Kr. 3,-.
- 10: *Kunstig belysning på byggepladser, J. Thorsen og M. Voltelen.* 1953. 2. udgave. 20 p. A5. Kr. 2,-.
- 11: *Omsætningsmål for trædimensioner.* 1951. 1 p. A4. (Gratis).
- 12: *Valg af dæk, F. Nielsen.* 1952. 48 p. A5. Kr. 2,-.
- 13: *Byggeprisens bestanddele beregnet ved et 3-etagers boligbyggeri i provinsen i april 1951. (Building Cost Analysis Calculated for a 3-Storey Block of Flats in a Danish Provincial Town in April 1951).* Separate English summary and captions. 1952. 28 p. A5. Kr. 2,-.
- 14: *Forbedring af stalde, varmeisolering og ventiler, P. Becher og V. Korsgaard.* 1952. 2. oplag. 1955. 44 p. A5. Kr. 2,-.
- 15: *Dækforme i boligbyggeri.* 1955. 64 p. A5. Kr. 3,-.
- 16: *Mekaniseret håndværktøj på byggepladsen, F. Nielsen.* 1955. 48 p. A5. Kr. 4,-.
- 17: *Betonstøbning om vinteren. (Winter Concreting), P. Nerenst, E. Rastrup and G. M. Idorn.* 1953. 108 p. A5. Kr. 8,-. Separate abbreviated English translation. 108 p. + 61 p. A5. Kr. 10,-.
- 18: *Maling af eternit.* 1953. 15 p. A5. Kr. 1,50.
- 19: *Isoler* (folder). 1954. 8 p. A5. (Gratis).
- 20: *Undgå fugt.* 1954. 3 p. A6. 1 stk.: kr. 0,40. 100 stk.: kr. 25,-.
- 21: *Hvilket dæk?* (folder til ophængning). 1954. 20 p. A5. Kr. 2,50.
- 22: *Normalvinduer af træ, P. Kjærgaard.* 1955. Anvisning. 128 p. A4. 10 stk. tillæg A4. Pris incl. tillæg: kr. 30,-. Excl. tillæg: kr. 22,-. Tillæg pr. stk. kr. 1,50.
- 23: *Vinterbyggeri* (folder til ophængning). 1953. 16 p. A5. 1 stk. kr. 1,-. 100 stk.: kr. 50,-.
- 24: *Udarbejdelse af instruks for varmemestre, P. Becher og F. Olsen.* 1953. 19 p. A5. 1 stk.: kr. 2,-. 50 stk.: kr. 50,-.
- 25: *Simpelt regnskabssystem for murermestre, F. Nielsen.* 1954. Anvisning. 24 p. A5. Pris incl. prøvesæt af formularer i samlemappe, kr. 5,-. Blokke med regnskabsblade til for- og efterkalkulation kan købes særskilt.
- 28: *Bygningsfundering, ved Geoteknisk Institut.* 1955. 84 p. A5. Kr. 3,-.

Alle instituttets publikationer kan købes gennem boghandlerne eller hos Teknisk Forlag, Vester Farimagsgade 31, København V.

De nordiske landes byggeforskningsorganer søger gennem et samarbejde at koordinere deres bestræbelser, publikationer fra det ene land kan således ofte have værdi i det andet. Efter fælles aftale bringes her en liste over ikke udsolgte forskningspublikationer fra de skandinaviske lande om emner, der har tilknytning til denne publikation. De vil normalt kunne fås gennem boghandelen.

#### STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Anvisning 15: *Dækforme i boligbyggeri*. 1955. 64 p. A5. Kr. 3,-.

Anvisning 17: *Betonstøbning om vinteren (Winter concreting)*, P. Nerenst, E. Rastrup og G. M. Idorn. 1953. 108 p. A5. Kr. 8,-. Separate abbreviated English translation. 108 p. + 61 p. Kr. 10,-.

#### NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT, Oslo

Anvisning 2: *Forskaling (Formwork)*, R. Schjødt. 1951. 40 p. N. kr. 4,-.

Anvisning 4: *Dekkeforskaling (Formwork for Concrete Slabs)*, E. Geirbo. 1955. 64 p. N. kr. 8,-.

Særtryk 1: *Betongs sidetryk mot forskaling (The Pressure of Fresh Concrete against Forms)*, R. Schjødt. 1951. 4 p. N. kr. 1,-.

#### STATENS NÄMND FÖR BYGGNADSFORSKNING, Stockholm

Meddelande 13: *Arbetsvirke till bostadshus av sten (Timber for Temporary Use when Building Dwelling Houses of Brick or Concrete)*, M. Jacobsson. 1949. 115 p. Sv. kr. 5,-.

Meddelande 21: *Plywood som konstruktionsmaterial (Plywood as a Material in Constructional Design)*, G. Larsson and G. Wästlund. 1953. 120 p. Sv. kr. 7,-.

Broshyr 9: *Formrivning och betonhållfasthet*. 1955. 16 p. Sv. kr. 2,-.

Broshyr 10: *När formen rivs?* 1955. 12 p. Sv. kr. 1,-.

Rapport 19: *Arbetstider vid valvformar av trä (Working Times on timber Formwork for Concrete Slabs)*, M. Jacobsson, G. Bjursten. 1949. 23 p. Sv. kr. 3,-.

PRIS KR. 4,-