

SBI-PUBL.  
MJ

26. byggetekniske samtale

DK 69.022.327:69.025.22

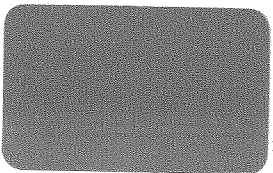
# SAMLINGSPROBLEMER I MONTAGEBYGGERI

PROBLEMS OF JOINING ROOM-SIZED BUILDING UNITS

WITH AN ENGLISH SUMMARY

JOHS. F. MUNCH-PETERSEN

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · SBI-RAPPORT 38  
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG · KØBENHAVN 1960



## STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

(Borgergade 20, København K. Tlf. Minerva 5630)

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 udeve oplysningsvirksomhed angående byggeforskningens resultater«.

## NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

(Oslo - Blindern, Tlf. 69 58 80)

NBI er et selvstændig 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 NÄMND FÖR BYGGNADSFORSKNING

(Linnégatan 64, Stockholm Ö. Tel. 63 09 65)

SNB sorterar under Socialdepartementet.

SNB övertog 1953 och utvidgade det arbete, som tidigare utförts av Statens Kommitte 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. 30 771)

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.

### SBI-anvisninger

er byggeforskningens resultater i praktisk form til brug ved projektering og byggeri. Fortegnelsen omfatter kun anvisninger, der endnu ikke er udsolgt.

- 5: *Bedre varmeisolering er billigere.* 1950. 47 p. A<sub>4</sub>. Kr. 3,-.
- 6: *Fugt i nye huse.* Plakat til ophængning. 1949. 9. opl. 1958. A<sub>4</sub>. Kr. 5,- pr. 100 expl.
- 7: *Fugt og isolering, Poul Becher og Vagn Korsgaard.* 1951. 2. reviderede udgave 1957. 111 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.
- 8: *Brug og valg af betonblandere, Niels H. Krarup og K. Malmstedt-Andersen.* 1951. 66 p. A<sub>5</sub>. Kr. 3,-.
- 10: *Kunstig belysning på byggepladser, Jens Thorsen og Mogens Voltelen.* 1951. 2. opl. 1953. 20 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,-.
- 11: *Omsætningsmål for tredimensioner.* 1951. 1 p. A<sub>4</sub>. (Udsolgt). Udsendt 1957 som DS 1002: Normaldimensioner på høvlet fyrretræ.
- 12: *Valg af dæk, Fleming Nielsen.* 1952. 48 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,-.
- 13: *Byggeprisens bestanddele beregnet ved et 3-etagers boligbyggeri i provinsen i april 1951.* 1952. 4. oplag. 1957. 28 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,-.
- 15: *Dækforme i boligbyggeri.* 1955. 62 p. A<sub>5</sub>. Kr. 3,-.
- 16: *Mekaniseret håndværktøj på byggepladsen, Fleming Nielsen.* 1955. 48 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 17: *Betonstøbning om vinteren, Poul Nerenst, Erik Rastrup og Gunnar M. Idorn.* 1953. 2. reviderede udgave 1958. 91 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.

(fortsættes på omslagets 3. side)

## 26. byggetekniske samtale

afholdt d. 29. 10. 1959

DK 69.022.327:69.025.22

# SAMLINGSPROBLEMER I MONTAGEBYGGERI

PROBLEMS OF JOINING ROOM-SIZED BUILDING UNITS

WITH AN ENGLISH SUMMARY

JOHS. F. MUNCH-PETERSEN

CIVILINGENIØR

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

EX-6  
8 APR. 1987

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · SBI-RAPPORT 38  
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG · KØBENHAVN 1960

00875P  
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT



på tre principielt forskellige måder, der resulterer i tre væsensforskellige påvirkninger i fugematerialerne: a, b og c.

a) Tryk

Denne påvirkning er i reglen den gunstigste. Den findes f.eks. i vandrette fuger i vægge opbygget af elementer og i fuger mellem etageadskillelser og vægge.

Træk kan normalt ikke optages. Men denne påvirkning kan ofte undgås. I modsat fald må der benyttes armering, og enkelte eksempler herpå kendes fra praksis. F.eks. benytter man i længdeafstivningsvægge lodrette jern, der placeres i lodrette, cirkulære, spiralomviklede udspæringer. Jernene går igennem den vandrette fuge og stødes i vægelementernes udspæringer. Udstøbninger af udspæringen kan derfor ikke foretages i elementets fulde højde, førend næste etages jern er anbragt.

b) Forskydning i fugens længderetning

Denne påvirkning er meget ofte forbundet med konstruktive problemer. Den optræder f.eks. mellem etageplader, der skal virke som en skive og i facader, hvor elementerne ophænges i bærende tværvægge. Fugematerialet selv er ofte stærkt nok, men det kniber med at få kræfterne overført i støbeskellet mellem fugemateriale og element. Støbeskellet er i sig selv svagt, og dertil kommer, at der oftest dannes en revne her som følge af svind og krybning i fuge- og elementbetonen, som følge af temperaturvariationer og som følge af, at bygningen sætter sig. Helt galt bliver det, hvis man - f.eks. i lodrette facadefuger - med vilje fikserer de uundgåelige revner til denne flade ved at behandle elementendefladen f.eks. med asfaltstrygning, se afsnit C: Bevægelsesmulighed. I disse fuger må man da gribe til fortanding af elementfladerne, indførelse af udragende jern eller andre forholdsregler.

c) Forskydning vinkelret på fugens længderetning

Denne påvirkning er oftest af sekundær karakter og optages let, men den kan ikke negligeres. Den optræder f.eks. i facadefuger, når elementerne påvirkes af vind eller andre vandrette kræfter. Specielt kan nævnes altanbrystningers fuger.

Kraftoverførslen kan tænkes at ske ved

a) Bolte, armeringsjern el. lign.

Denne løsning, der indfører et "fremmedelement" i betonkonstruktionen, har stor betydning ved demontable bygninger. I almindelige konstruktioner begrænses anvendelsen af, at de udragende jern er til gene for forarbejdet og af, at det ofte kan være vanskeligt at sikre den nødvendige omstøbning. Af hensyn til forarbejdet kan udragende jern erstattes med inserts, der vel er en ekstradel, der skal fastholdes i formen, men som ikke giver væsentlig besvær ved afformningen. Ved nogle former for kraftoverførsel, f.eks. momenter i bjælker, kan det dog være den eneste løsning at benytte udragende U-bøjler og låsejern. De statiske forhold ved denne løsning er endnu ikke forsøgs-mæssigt afklaret. I bolte vil tilspændingskraften forsvinde som følge af svind og krybning i betonen. Forspændte fugesamlinger vil derimod til tider være en løsning ved samlinger med træk.

Mindre kraftigt påvirkede dele som f.eks. vinduer vil dog ofte blive fastholdt med skruer, men herudover er bolte og armeringsjern oftest kun anbragt som bærende (og justerende) detalje under montagen.

b) Fugematerialer, der i så fald er mørtel; ved udformningen må man tage hensyn til de bevægelser, der som nævnt under C, eventuelt kan optræde, og til fugematerialets eget svind.

c) Bolte og fugematerialer i forening, hvorved omstøbningen oftest samtidig er etableret.

d) Knasfuger, d.v.s. fuger uden mørtel, hvor kraftoverførslen sker ved direkte kontakt mellem elementfladerne. Knasfuger kan principielt udformes til optagelse af kræfter efter alle tre påvirkningsmåder, specielt ved fjer- og notudformning, fortanding o.l., men det kræver meget små tolerancer på elementet (se afsnit F: Målafvigelsers optagelse).

Ved knasfuger sker kraftoverførslen mellem elementfladernes "toppe", således at kontaktfladens størrelse er ubestemt. Ved voksende belastninger vil toppene brydes eller deformeres, således at kontaktfladen vokser, men kræfternes fordeling over fugen er ubestemmelig. Det må derfor være et krav, at alle elementernes lejeflader er så plane og parallelle som muligt, for at man kan anvende knasfuger, men styrken af en sådan samling lader sig kun

usikkert skønne. Ved oplægning af etageplader har man i nogle tilfælde benyttet knasfuger mellem væggenes velafrettede oversider og etagepladens lejeflade. Men efter oplægningen er mellemrummet mellem etagepladernes endeflader over væggen udstøbt og vibreret, således at alle sprækker fyldes med mørtel. I sådanne tilfælde kan man bedre stole på opnåelsen af en forsvarlig lejeflade.

## B. TÆTHED OVER FOR VIND, VARME, LYD, BRAND OG ISÆR FUGT

Vindtæthedsproblemet spiller især en rolle ved udvendigt åbne fuger med drænet isolationslag af f.eks. glasuld. De indvendige fuger er her ofte kun mindre tilfugninger, således at der gennem sprækker kan blive tale om et fugetab, der hidtil ikke har været taget i regning. Endvidere må opmærksomheden henledes på, at en kraftig ventilation af et isolationslag nedsætter isolationsværdien på grund af pumpeeffekten ved svingninger i vindtrykket. Flere letbetoner, f.eks. lecabeton, er ikke vindtætte.

Varmeproblemet er (udover fugetabet) begrænset til en eventuel misfarvning som følge af en kuldebro. Dette er oftest undgået ved at indlægge "snore" for at afbryde kuldebroen og kapillareffekten.

Lydproblemet spiller i reglen kun en rolle, hvor f.eks. lette skillerum "slår fra" ved tilslutningen til betonbygningen.

Her er det til gengæld også ofte vitalt. Et lejlighedsskel i beton har en god lydisoleringsevne, men hvis f.eks. en let facade løber forbi uden særlige forholdsregler mod revnedannelse, kan der her dannes en lydbro, der ganske ødelægger de akustiske forhold. Noget lignende gælder fugen mellem to betonelementer, hvis fugens udformning ikke er god, hvis udstøbningen er sjustet, eller hvis elementerne ved udstøbningen er så friske, at restsvindet endnu er betydeligt.

Brandproblemerne omfatter (udover materialeens egen antændelighed) tætningsproblemet over for brand og forholdsregler over for dannelsen af brandspredende hulrum i bygningen, f.eks. må skumplastisolering være selvslukkende i et sådant omfang (eller afbrudt af ikke-brandpåvirkelige materialer), at en brand ikke kan spredes fra rum til rum ved antændelige, hede røggasser.

Fugtproblemet er som nævnt i indledningen et af de væsentligste i montagebyggeriet.

I første række skabes problemerne af facadefugerne, men også i fuger langs altanplader, badeværelsesvægge og nedstyrtningskakke er spørgsmålet om vandtæthed afgørende. Problemet skærpes yderligere ved egentlige dilatationsfuger.

## C. BEVÆGELSES MULIGHED

Som følge af svind og krybning i beton og mørtel, som følge af temperaturbevægelser og som følge af sætninger, f.eks. i fundamenter, vil bygningskroppens dele undergå små, gensidige bevægelser. Dette vil gælde alle bygninger, hvad enten de er opført i murværk, beton eller stål, og hvad enten de er traditionelle eller utraditionelle, men det er klart, at jo større de enkelte dele, elementerne er, desto større vil bevægelserne i fugerne blive.

Det er ikke muligt at hindre bevægelserne, men deres virkning, revnerne, må bringes under kontrol, således at revnerne opstår på fikserede steder. I fuger med mørtel har man f.eks. behandlet elementendefladen med asfalt eller et andet materiale, der bevirker at revnerne opstår i skillefladen og ikke på et tilfældigt sted i fugematerialet med forvitring og skæmmende udseende til følge. Fugematerialet må heller ikke være så stærkt, at revnen opstår i elementet i stedet for, specielt ved letbetonelementer er dette vigtigt. Anvendelse af plasticbinder i fugemørtel må af samme grund ske med varsomhed.

Bevægelsesproblemet optræder i to udgaver: Tilladelse af bevægelser på fastlagte steder, f.eks. fuger i facadeelementer hvor temperatursvingningernes virkning udlignes, og hindring af bevægelser, f.eks. ved fortandede fuger mellem etageplader, der skal virke som en skive, se Skiver opbygget af elementer, Teknisk Forlag, Dansk Ingeniørforenings rationaliseringsudvalgs publikation nr. 1.

## D. ØKONOMISK SIDEFORM

Sideformen må være relativ simpel og højst bestå af et stykke langs hver af de fire sideflader. Jo mindre produktionen er, desto simplere må sideformen udføres. Fugerne bør derfor være så ensartede som muligt, men naturligvis kan fuger i facaderne og mellem etagepladerne ikke udføres ens,

men alle lodrette facadefuger bør f.eks. udføres ens. Har byggeriet et vist omfang, kan mere udviklede sideforme benyttes, f.eks. med fortandinger og lign.

Afformningen må være simpel og uden fare for sår på synlige flader og kanter. Af hensyn til formen og til afformningen bør udragende jern så vidt muligt undgås. Formsamlingerne må anbringes med omtanke, også af hensyn til elementets udseende.

#### E. ØKONOMISK MONTAGE OG FUGNING

Fugen må udformes således, at følgende montagehensyn opfyldes:

Minimum af materialeudgift + arbejds løn, d.v.s.

- a) Simpel og hurtig anbringelse af elementet:  
Kranen må ikke vente, mens en tidsrøvende samling og opretning foretages.
  - b) Simpel udførelse af fugningen, d.v.s. ikke for dybe fuger, men fuger med modhold og bekvem arbejdsstilling.
  - c) Simpel udstøbning, d.v.s. god plads, ingen hjørner, og (helst) selvforskallende hulrum.
  - d) Få fugematerialer, der kan påføres i det mindst mulige antal arbejdsoperationer - helst enten udstøbning eller efterfugning.
  - e) Ensartede, helst symmetriske fuger.
- Endvidere opfyldelsen af punkt F.

#### F. MÅLAFVIGELSERS OPTAGELSE

Hvert element må holde sig inden for sit modulområde, (når bortses fra montageknaster, bjælker o.lign.), således at fejlpløbning udelukkes; fugebredden må fastsættes således i relation til tolerancerne, at man sikrer sig, at fugen aldrig bliver hverken for stor eller for lille til at udfugningen kan finde sted. Det må nævnes, at før- og notprincippet enten giver fejlpløbning eller utætte, ikke kraftoverførende samlinger, således at der alligevel må efterfuges, hvorved en væsentlig fordel går tabt. Elastiske indlæg kan løse tæthedsproblemet, men ikke kraftoverførselsproblemet. Kun hvor fejlpløbningen kan tillades, f.eks. hvis elementerne kan stilles i række og afsluttes med et udligningsstykke, kan før- og notprincippet benyttes rationelt. Princippet fejlpløbning og afsluttende udligningsstykke benyttes i øvrigt ved opstilling af køkkenelementer. For overordnede konstruktioner må fejlpløbning

derimod i reglen undgås.

#### G. FREMFØRING AF INSTALLATIONER

Det er en nærliggende tanke at udnytte fuger i vægge og etageadskillelser til fremføring af skjulte installationer. Myndighedernes krav om f.eks. at vandrør skal være tilgængelige, og at el-ledninger skal være sikrede mod overlast fra søm og lignende, kan dog begrænse mulighederne noget, men i hvert fald for el-installationens vedkommende skulle fugerne give gode muligheder for en let løsning. Forudsætningen er, at samlinger og udtag let kan etableres, og at der kan arrangeres et gnidningsløst samarbejde mellem elektriker og montagesjak, således at montagen af elementerne ikke sinkes.

Indstøber man installationer i elementerne, eller er elementerne selv en del af installationen, (f.eks. hvis et element har hulrum til luftopvarmning) opstår et samlingsproblem, der stiller krav til nøjagtighed, fugeudformning og montage metoden. Samlingen mellem installationsdelene må kunne optage små målafvigelse, være let at etablere og hurtig at udføre. Samtidig må de indbyggede dele være beskyttede mod overlast.

Benytter man f.eks. elementer til konstruktion af nedstyrtningskakke, stilles der skarpe krav til fugningens udførelse, idet rørets inderside ikke må kunne samle urenheder.

I almindelighed er installationsproblemerne meget komplicerede, og der er kun gjort få erfaringer. Der er dog ingen tvivl om, at nye metoder i mange tilfælde vil kunne give væsentlige besparelser.

Problemerne er i øvrigt ikke blot af teknisk-rationel karakter. En del løsninger kan ikke gennemføres idag som følge af, at myndighedernes krav er opstillet ud fra forudsætninger om traditionelle installationer, og en revision må anses for påkrævet, hvor den kan foretages uden at nedsætte sikkerheden. Endvidere er prisaftalerne en alvorlig hemsko, idet priser på en given, traditionel operation somme tider overføres til nye metoder, selv om forudsætningerne er ændrede. Disse spørgsmål må dog formodentlig anses for at være af forbigående karakter. Også andre industrier har mødt disse vanskeligheder ved overgang fra håndarbejde til maskinarbejde, men efterhånden som det nye blev indarbejdet, viste det sig, at

det samlede resultat blev fordelagtigt for forbrugeren såvel som for arbejderen.

Installationer og indbygningsdele kan i visse tilfælde benyttes til at dække over "mangler", eller rettere give anledning til mindskede krav og følgelig simplere produktion og montage af elementerne, f.eks. hvis en skabsrække med bagklædning dækker en væg, eller hvis en klemliste dækker fugen mellem etageadskillelser- og væg-elementer.

#### H. TILTALLENDE UDSEENDE

Alle synlige fuger f.eks. udvendige facadefuger, lodrette vægfuger og fuger langs loft, må placeres på en harmonisk måde efter et givet mønster. Fugen selv må også udformes, således at den virker tiltalende. Dette betyder, at fugeplacering, fugebredde, tilbageliggende fugers dybde, elementkanter og fugematerialets overflade karakter må overvejes nøje. I pudsede bygninger kan fugen til en vis grad skjules, men i montagebyggeri (hvor pudsen udelades) er det i reglen praktisk umuligt at gøre fugen usynlig. Den udføres da oftest tilbageliggende. Derved opnås, at en ændring i overfladekarakteren ikke virker skæmmende, at revner o.l. skjules i skyggen, at man er friere stillet ved valg af fugemateriale og dettes færdige overflade og sidst, men ikke mindst, at flader, der som følge af element- og montageunøjagtigheder er ude af plan, ikke virker skæmmende. Hvis fladen efterbehandles med tapet, vil man eventuelt kunne anvende fugning i plan med elementfladerne.

Fugen kan eventuelt dækkes med en træ-, gips- eller plasticliste, men bortset herfra må frem-springende fugemateriale anses for udelukket af økonomiske årsager. Endvidere er der muligheder for, at fugematerialet slet ikke ses, f.eks. hvis

det ene element "forsvinder" bag det andet.

Af hensyn til udseendet er det vigtigt, at man overvejer formens opbygning under projekteringen. For det første må fugen udformes således, at afformningen kan ske uden fare for sår på synlige kanter og flader; for det andet må formsamlingerne kunne anbringes således, at det næsten uundgåelige "skæg" langs samlingen skjules i den endelige konstruktion. Samlingen må derfor ikke ligge langs den synlige kant, men må trækkes så langt tilbage, at fugematerialet (oftest tilbageliggende) dækker uregelmæssighederne. Endelig skal det i denne forbindelse nævnes, at man så vidt muligt bør undgå skarpe kanter, idet affasede kanter er væsentlig mindre sårbare under lagring, transport og montage. Tynde fremspringende flige bør af samme grund undgås.

#### I. MULIGHED FOR SENERE REPARATION

Enhver fuge bør, såvidt det er muligt, udformes således, at den kan repareres billigt. Grundene til dette krav er:

- a) Visse fugematerialer skal vedligeholdes eller udskiftes efter en årrække.
- b) En eventuel garanti for fugematerialer omfatter kun materialer, ikke omkostningerne ved reparationen.
- c) Enhver samlingsfunktion er baseret på korrekt udførelse - og en udførelsesfejl er altid en mulighed, der må tages i betragtning.

Benyttes f.eks. en plastisk kit, må den ikke anbringes mellem elementerne på en sådan måde, at elementerne efter montagen lukker for kontrol og reparation. I så fald er kontrol illusorisk, og reparationer vil medføre kostbare og skæmmende ophugninger. Et plastisk fugemateriale må ligge tilgængeligt.



## Eksempler fra praksis

Nedenfor gennemgås en række nyere fuger, idet disse er inddelt i grupper ud fra samlingens funktion og placering i det færdige bygværk.

De almindelige samlinger kan f.eks. deles i følgende grupper:

- A. SAMLINGEN MELLEML DÆK- OG VÆGELEMENTER
- B. SAMLINGEN MELLEML VÆGELEMENTER INDBYRDES
- C. SAMLINGEN MELLEML DÆKELEMENTER INDBYRDES
- D. FACADESAMLINGER VED BETONFACADER OG GAVLE
- E. DIVERSE SAMLINGER (GESIMSER, HJØRNER M.M.)

### A. SAMLINGEN MELLEML DÆK- OG VÆGELEMENTER

I denne samling skal vægten af dækkene overføres til væggen under dem. Kræfterne fra væggen over samlingen skal ligeledes føres ned. Eventuelt skal vandrette kræfter i dækkene føres igennem, og eventuelt skal der være dilatationsmuligheder. Endelig må samlingen være udført således, at fabriktions- og montageøjagtigheder er taget i betragtning.

Fig. 1 viser nogle af de principielle muligheder for et fransk, henholdsvis dansk etagekryds. Fig. 2 viser det principielle arrangement med jern o.s.v. for to danske løsninger.

Dækkenes last kan som vist overføres til væggene på to måder, enten som en linielast (fransk) eller gennem knaster (dansk). Benytter man standardplader med knaster, bør der være mange af disse, således at pladens bæreevne ikke svækkes, hvis en større udsparring (f.eks. i et badeværelse) medfører, at en eller flere knaster er uarmerede.

Alternativt må man udføre de enkelte pladevarianter med individuel knastplacering, en tanke, der ikke rigtig passer til montagebyggeriet.

Det er vigtigt, at armeringen føres helt ind over lejefladen, idet dette er afgørende for knastens bæreevne. I praksis har sådanne knaster, når de er korrekt armerede, vist en meget stor styrke. Efter belastningsnormerne skal en sådan knast i boligbyggeri ved spændvidder op til ca. 5 m og knastafstand ca. 15 cm, maksimalt bære ca. 250 kg, forudsat at alle knaster medvirker fuldt. I praksis er nogle knaster relativt mere udnyttede, dels på grund af udsparring i pladen, dels på grund af uens understøbning af knasterne.

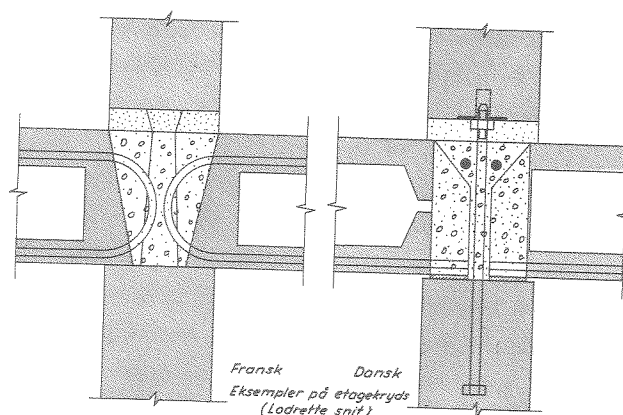


FIG. 1.

En beregning af knasterne kan udføres ved hjælp af professor K.W. Johansens teorier, (fig. 3). De virksomme kræfter er  $T_L$ , trykliniens lodrette komponent, som er lig  $R$ , lejereaktionen. Trykliniens vandrette komponent  $T_V$  og jerntrækraften  $J$  (højst lig med flydespændingen x tværsnittet) er også lige store, medmindre der på grund af friktion i lejet er en vandret reaktionskomponent. I praksis, såvel som ved det nedenfor omtalte forsøg, kan en sådan vandret kraft af en vis begrænset størrelse måske optræde for kortvarige belastninger. Jernets forankring kan forklares ved, at  $T_L$  og  $R$  "klemmer" om jernet, hvorved man kan regne med en friktionskoefficient af størrelsen 1 for tentorstål. Stålets kamme kan tænkes at overføre ret store kræfter til betonen.

Af forsøgene synes det at fremgå, at de fire kræfter  $T_L$ ,  $T_V$ ,  $R$  og  $J$  er nogenlunde lige store. Ordet tryklinie skal naturligvis ikke opfattes i ortodoks betydning, idet den lodrette belastning for pladen under forsøget koncentrerer sig om fire knaster hver med kun et af pladens mange armeringsjern, der nødvendigvis vil være en parabelformet tryklinie, hvis belastninger er ens fordelt. Ved pladeenderne må der foregå en kraftig tværfordeling af kræfterne til de knaster, som faktisk er de bærende. En plade med cirkulære huller giver da teoretisk den bedste Vierendeeldrager, men også ved aflange huller har pladen vist stor bæreevne.

Der bør altid udføres forsøg med sådanne plader,

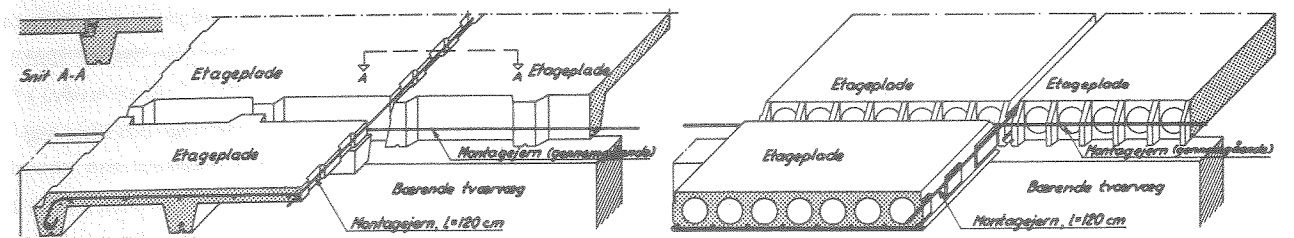


FIG. 2.

før en produktion sættes igang. Talrige forsøg med de gængse knastformer har vist, at knasten i hvert fald kan bære 3 t, d.v.s. 12 gange normernes last for ensartet udnyttelse af knasterne. Kun eet forsøg er kendt, der førte til brud: Ved belastningen 3,8 t svigtede tværfordelingen i en 2,40 m bred plade understøttet i den ene ende på 2 knaster. Knasten selv og armeringen (forankringen) var trods hårfine ridser stadig i stand til at bære, men ved den angivne last trådte naboknaster aflastende til. De indre betonspændinger har antageligt været ca. 800 kg/cm<sup>2</sup> (terningstyrken var 400 kg/cm<sup>2</sup>) og jernspændingen ca. 80% af flydespændingen. (Se igrøvrigt "Ingeniøren", B-udgaven, nr. 3, 1960). Forsøg med knaster, hvor armeringen ikke var ført ind over lejet, har til gengæld vist meget små styrker. Armeringen bør altså føres frem, så den er synlig ved endefladen.

I det franske eksempel er jernene ført ud gennem pladeenderne - en formmæssig besværlig og fordyrende fremgangsmåde. I det danske eksempel er pladen mellem hver af de langsgående cirkulære udsparringer forsynet med knaster, og vederlaget består kun af disse knaster pr. 15 cm. Under 2 af knasterne ligger en brik, resten af knasterne vil da blive nogenlunde godt understøbt, når samlingen udstøbes og vibreres. Jernene er ført

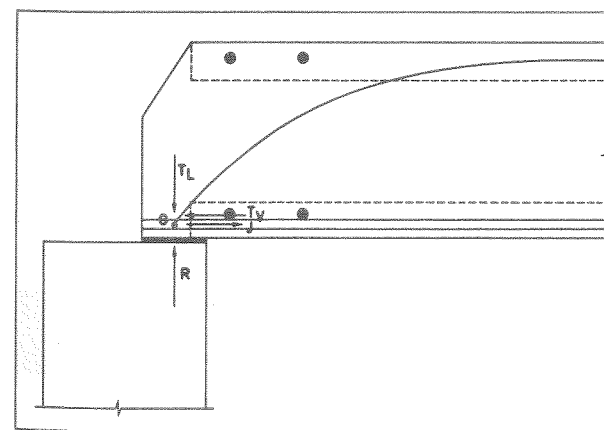


FIG. 3.

helt ud og er "synlige" i endefladen (max. 3 mm dæklag). Denne udformning er støbeteknisk at foretrække. Eventuelt kan man lade jernene rage retliniet ud nogle få mm. Så er kontrollen med diameter og placering overordentlig simpel, men formteknikken vanskelig.

I det franske eksempel overføres kræfterne gennem en smal knasfuge langs vægkanten, hvilket kan give anledning til ret store kanttryk på væggen, især hvis pladen er lidt for kort eller bøjer ned.

I begge de viste eksempler har man undgået, at svække væggenes bæreevne. De lodrette kræfter i væggene bør kun regnes overført gennem udstøbningen, ikke gennem etagepladerne. Arealet i samlingen er naturligvis noget mindre end væggen fulde tværsnit, men da man i væggen skal regne med reduceret tilladelig påvirkning som følge af søjletillægget, bliver den tilladte last omtrent den samme i væg og i udstøbning.

I det franske eksempel opstilles væggene med knasfuger, idet væggenes over- og undersider er forsynet med fremspring, der giver små, foreløbige lejeflader. Metoden stiller overordentlige krav. En principiel fejl på blot 1 mm mellem to nabovægelementer vil på kun 4 etager give 4 mm's højdeforskel i lejefladerne. I Frankrig benyttes en grov, nubret sprøjtemaling på lofterne, der "skjuler" fejlene. I det danske eksempel benyttes to bolte pr. element både som ophejnings "kroge" og som justerbare montagedorne. I begge eksempler er det undgået, at fejl i etagepladernes tykkelse får indflydelse på etagehøjden.

Kraftoverførelsen mellem to vægge er problematisk i det franske eksempel. De franske teknikere hævder imidlertid, at den specialmørtel, der benyttes til understøpningen ikke svinder, således at hele fugen er kraftoverførende. Skulle der endelig være tale om svind i understøpningsmørtlen, vil sprækken kun være af størrelsesordenen  $\frac{1}{100}$  mm, således at "sætningerne", hvis fremspringene på væggene bryder sammen under vægten, er ligegyldige.

ge. Ræsonnementet er teknisk forsvarligt, sålæn- ge fremspringene som vist er placeret centralt. I visse tilfælde (hvor det drejer sig om trappe- vægge med etageplader fra een side) benyttes en- sidig fugestopning, idet de to vægge har en gen- nemgående knasfuge langs een af kanterne (langs trappen). I så fald er påvirkningen stærkt eks- centrisk, idet kraften kun overføres gennem knas- fugerne, der her er rigeligt stærke, nok til at bære lasten i praksis. Spørgsmålet er da, om væg- gene selv kan tåle ekscentricitetsmomenterne.

I en del østeuropæiske lande (f.eks. i BA-sy- stemet i Tjekkoslaviet), benyttes ikke udstøb- ning af etagekrydsene. Vægelementernes over- og undersider er forsynet med fortandinger, der lå- ser elementerne. Før montagen hældes blot en tynd mørtel ud på væggen overside. Kraftforde- lingen i en sådan samling er usikker. Det må dog pointeres, at man kun har gode erfaringer i de to lande med de angivne metoder. Spørgsmålet er derfor, om vi i Danmark er for forsigtige ud fra teoretiske overvejelser.

I det danske eksempel har man undgået de teo- retiske problemer. Væggen understoppes, og når mørtlen er afbundet, løsnes mørtlikkerne, hvorefter hele fugen virker, hvadenten mørtlen svinder eller ej. I øvrigt betyder bolten, at væggen stilling forneden straks er fikseret i begge ho- rizontale retninger. Mørtlikken er på forhånd ind- nivilleret og fikserer således elementet i lodret retning.

I begge eksempler kan dækkene indbyrdes overfæ- re vandrette kræfter gennem etagekrydset, idet tryk og forskydning optages gennem udstøbning, træk gennem de indlagte jern tværs over samlingen ud i pladernes langsgående fuger, fig. 2. Undla- der man omvendt disse jern, og stryger man en af pladernes ender med 1 mm varm asfalt, idet pla- den samtidig er oplagt på en 3 cm bred neoprene- strimmel, kan man i det danske eksempel etablere en dilatationsfuge (der vil give en mindre eks- centricitet for de lodrette kræfter i væggene). Sådanne fuger, 1 pr. opgang, kan erstatte de tid- ligere benyttede egentlige dilatationsfuger pr. 3 a 4 opgange.

Det kan i øvrigt tilføjes, at et etagekryds som vist i fig. 1 med små ændringer kan tillæ- de, at man monterer flere etager, førend fugerne udstøbes. Huset kan da lukkes etagevis, og mon-

tagen kan fortsætte også i frostvej, idet huset indre opvarmes. Hvis boltene ikke kan bære, kan man benytte en frostsikret mørtel (eller svovl) i små mængder til udstøbning omkring boltene og lade resten af fugeudstøbningen vente.

#### B. SAMLINGEN MELLEM VÆGELEMENTER INDBYRDES

Af hensyn til vindkræfterne skal de fleste vægge virke som een sammenhængende skive, og de lodret- te vægfuger skal derfor kunne overføre forskyden- de kræfter mellem vægelementerne indbyrdes. De vandrette vægfuger er omtalt ovenfor. De lodret- te vægfuger udstøbes, idet der er etableret et mere eller mindre selvforskallende hulrum, afhæn- gigt af mørtlens art, elementernes nøjagtighed o.s.v. Fig. 4 viser nogle eksempler på lodrette vægfuger.

Problemet svind får i de lodrette vægfuger en særlig betydning, idet man ikke som i facaderne kan lade elementernes indbyrdes bevægelser foregå frit, og fordi man i mange tilfælde søger at und- gå en tilbageliggende fuge, der kunne skjule svindridser. Af hensyn til tapetopsætningen må man derfor sørge for, at elementernes restsvind ved tapetopsætningen er minimalt. Fugens for- skydningsstyrke og dens akustiske værdi er lige- ledes afhængig af, at der ikke opstår svindrevner af betydning. Betonkvaliteten i såvel element som fuge må kontrolleres, og det må være et abso- lut krav, at elementerne har en passende alder ved udstøbningen, allermindst 14 døgn ved brug af rapidcement.

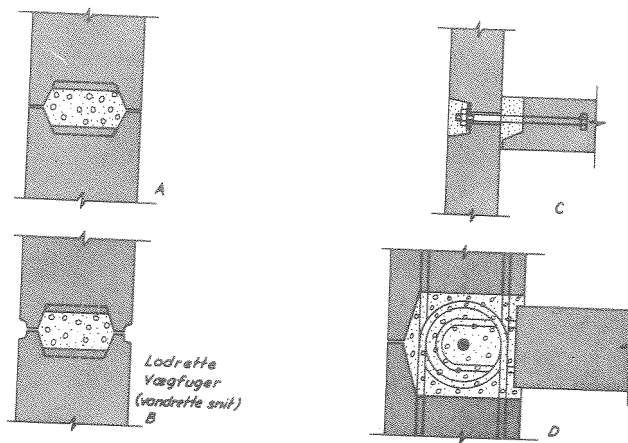


FIG. 4.

Der kan dog stadig enkelte steder være tale om ganske fine revner fra restsvindet. Med den i fig. 4, A og B viste fugeudformning vil sprækkerne langs noternes skrå flade dog kun blive 1/5 så brede som svindrevnen målt i væggen plan. Dette i forbindelse med tapetopsætningen klarer lydpro- blemet. På malede vægge klarer spartlingen til- svarende problemet.

Om vinteren betyder kravet om en vis svindmæs- sig elementalder før udstøbningen, at det ikke vil være nok at sætte så meget varme på huset, at elementerne er frostfri, således at fugerne kan udstøbes, men at varmen skal have været sat på så længe og med en så høj lufttemperatur, at en væsentlig del af svindet er forsvundet før udstøb- ningen. Af hensyn til montererytmen kan dette f.eks. medføre, at de lodrette vægfuger må inspi- ceres, efter at huset er opført i flere etager. Erfaringerne fra praksis viser imidlertid, at selv unge elementer, monteret om vinteren, udstøbt hur- tigt, ikke giver revner, der overhovedet har no- gen betydning. Tapetet bør dog ikke opsættes straks, da selv ganske fine svindrevner kan såre tapetet så meget, at det kan ses i ensfarvede flader. Problemet savner en grundig teoretisk og praktisk undersøgelse - specielt da ganske en- kelte eksempler på dårlige resultater også ken- des, uden at særlige omstændigheder er oplyst.

De øvrige fuger kunne derimod nok udstøbes om vinteren i umiddelbar fortsættelse af montagen, forudsat at elementerne er varme, ellers er det håbløst, da elementernes varmekapacitet er så me- get større end fugeudstøbningens.

Fig. 4A viser en almindelig samling mellem 2 bærende vægge. Fugen er selvforskallende, og ele- mentkanterne er fortandede, således at forskyd- ningskræfter kan overføres, men fugen betyder na- turligvis en svækkelse af væggen, der dog i reglen ikke spiller nogen rolle. Er elementerne lidt forskellige i tykkelse, eller er de blevet vind- skæve under lagringen, må samlingen spartles. Med nøjagtige elementer og gode lagringsforhold er fugen fig. 4A tilfredsstillende for tapetsere- de vægge. Skal væggen derimod males direkte uden opsætning af grundpapir, således at små struktur- forskelle mellem element og spartling er skæmmen- de, eller hvis form- og lagringsteknikken ikke er i orden, således som det endnu kan ses enkelte

steder i landet, vil en tilbageliggende fuge som i fig. 4B være at foretrække. "Unøjagtigheder" skjules af den tilsyneladende brede, tilbagelig- gende fuge. Den tilbageliggende fuge rummer ube- tinget fordele. Den camouflerer unøjagtigheder og smårevner, men den vil måske vække modstand hos nogle arkitekter og beboere. I kontorbygge- ri er den ganske almindelig. I boligbyggeri kan den måske binde møbelopstilling og maleriophæng- ning, men på den anden side må det nævnes, at man ofte slet ikke bemærker den slags forhold, når man bor i en lejlighed. I en del "ældre" mon- tagebyggerier, hvor der er benyttet ribbeplader i loftet, ser det ikke ud til at beboerne har været utilfredse hermed.

Fig. 4C viser en samling mellem to tynde beton- vægge, f.eks. badeværelsesvægge, med bolte og efterfugning. Samme princip kan benyttes f.eks. til at påsætte et u-formet element på en væg til etablering af skakt for f.eks. mekanisk ventila- tion, idet der dog må benyttes en plastisk kit i samlingen for at sikre fuldstændig lufttæthed. Det er naturligvis ikke altid muligt eller prak- tisk at benytte boltesamlinger, hvor vægsamlin- gen skal være sikret mod svindrevner. Principi- elt kan da benyttes samlinger analoge til den på fig. 4D viste.

Fig. 4D viser et eksempel på en samling mellem to længdeafstivningsvægge. Af praktiske grunde er samlingen lagt ud for en tværvæg. De forsky- dende kræfter er her så store, at en almindelig fortanding ikke vil være tilstrækkelig. Længde- afstivningsvæggen fungerer som en i jorden ind- spændt bjælke, der forsynes med bøjler i de om- råder, hvor forskydningspændingen er for stor. Stødene i bøjlerne etableres ved de viste U-bøj- ler. Det er af væsentlig betydning, at U-bøjler- ne er svære, og at de tilsammen omslutter et be- tonlegeme, der er cirkulært. U-bøjlerne kommer derved til at rage ret langt ud af elementet, og fugen bliver bred. Det lodrette låsejern sikrer betonlegemets brudstyrke. Formelt kan man under- søge denne samling ved at beregne U-bøjlerens påvirkning til tryk-på-hulrand af det cirkulære betonlegeme og ved at beregne det lodrette låse- jerns påvirkning ud fra forudsætningen om et brud i betonlegemet under 45°, således at træk- kraften i jernet bliver lig bøjlekraften. Forhol- dene er i øvrigt ikke forsøgsmæssigt afklarede.

C. SAMLINGEN MELLEM DÆKELEMENTER INDBYRDES

Også dækket skal virke som een skive til overførelse af vindkræfterne til de af de bærende vægge, som en stivhedsundersøgelse viser, er virksomme. (Vægge med døre er f.eks. i reglen for slappe, mens lejlighedsskel er stive). For at opnå den ønskede samvirken mellem elementerne er pladekanterne fortandede. Fugerne over de bærende vægge er omtalt ovenfor (fig. 1). De langsgående fuger ses på fig. 5. Fugen er selvforskallende, og de affasede elementkanter markerer fugen således, at unøjagtigheder op til et par mm mellem dækundersiderne camoufleres.

En sådan "knasfuge" kræver, at elementbredderne er meget nøjagtige, og at elementkanterne er rette og fri for "skæg". Fig. 6 viser et par ældre løsninger. Til venstre den symmetriske ribbepladefuge, der krævede en dyr fugning nedefra. Til højre en billigere fuge, der til gengæld var usymmetrisk, således at elementernes anvendelighed begrænsedes noget. Fig. 7 viser en fuge af lignende art som fig. 5, men her er der ilagt en træliste, der lukker fugen og camouflerer unøjagtigheder.

Samtlige dæk er iøvrigt baseret på parket på strøer på bløde brikker, idet lydisoleringskravene er billigst opfyldt på denne måde.

D. FACADESAMLINGER VED BETONFACADER OG GAVLE

Selv om jeg tror, at man efterhånden vil gå over til lette facader, er betonfacaden stadig aktuell. Fugeproblemerne er her yderst komplicerede, og mange løsninger har set dagens lys, ikke altid

med godt resultat. Det vil derfor kun være muligt her at nævne enkelte eksempler.

En betonfacade er i reglen "selvbærende" d.v.s. at facaden selv kan overføre sin egen vægt og vindkræfter til de bærende vægge (i modsætning til de bårne facader, f.eks. af tegl, der står på dækket eller på facadedragere. Da specialarmede dæk langs facaden helst undgås i montagebyggeri, er den selvbærende facade den almindeligst anvendte. Facaden består af to betonlag og et mellemliggende

isolationslag. Hvis den inderste betonskive er den, der bærer og afstiver elementet, kan denne skive umiddelbart forbindes med de bærende vægge. Tykkelsen bliver da: indvendig 8 - 9 cm (selvbærende), udvendig mindst 5 (for at skabe mulighed for vandtætning). Ved udvendigt selvbærende betonskive må der tages hensyn til temperaturbevægelser. Udvendigt selvbærende betonskive giver derfor den vanskeligste løsning, og nedenfor vises et par eksempler på de tilstødende fuger. Når man overhovedt bruger denne løsning, kan det skyldes, at der af arkitektoniske grunde skal udføres ribber, kraftigt mønster eller lignende, således at den ydre skive af arkitektoniske grunde må gøres så svær, at den samtidigt er i stand til at bære elementets vægt. Den indvendige skive er da ganske tynd, f.eks. 3 cm tyk. Den samlede tykkelse af de to betonlag er derfor oftest en smule mindre, når den udvendige skive er selvbærende.

Facadens vægt kan (for facader med udvendigt selvbærende skive) overføres til væggene på tre måder:

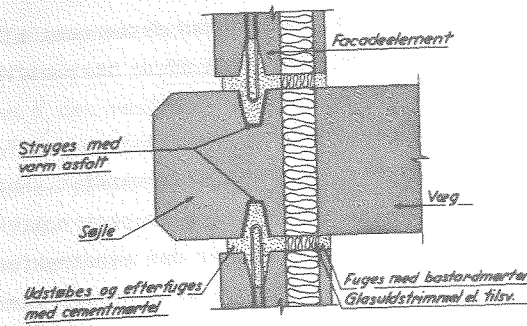


FIG. 8.

Gennem fortandede fuger til en facadesøjle, der er isoleret fra væggene undtagen i eet punkt, hvor vægten overføres fra søjle til væg. Fig. 8. Den herved dannede kuldebro kan reduceres væsentligt, hvis forbindelsesledet er rustfrit stål, der går gennem isolationslaget uden omstøbning, analogt til forbindelsen mellem gavles forstøbning og den bærende indervæg. (Fig. 9).

Fig. 8 viser i øvrigt, at der ikke er gennemgående kuldebroer. Facaden hænger i søjler ved fortanding af noterne. Her optages også vandrette kræfter. De viste u-bøjler fastholder fugemørtlen til facaden. De uundgåelige revner er fikserede til søjlenotens bund ved strykning med 1 mm varm asfalt. Når facaden monteres, er der et vist restsvind, der åbner fugen lidt. Der er herefter plads til temperaturbevægelser. Når denne fuge er vandtæt, som praksis viser, skyldes det, at der er ventilering af isolationslaget, således at der ikke er en statisk vindtrykdifferens, der kan drive vandet igen-

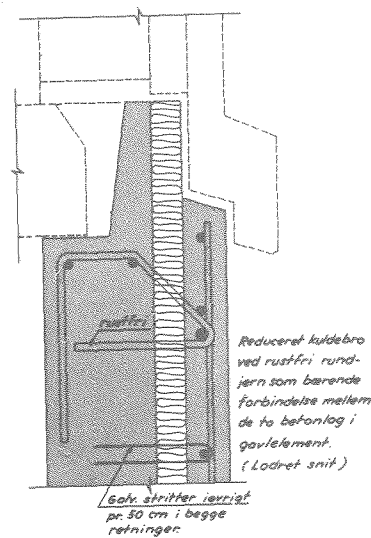


FIG. 9.

nem. Åbner fugen sig f.eks. 1/2 mm, målt mellem flader vinkelret på facadens plan, bliver sprækken kun 1/10 mm mellem notens skrå flader (anlæg 1:5). Indsivende vand vil altså måske kunne suges kapillært gennem den smalle sprække, men vandet møder derefter i notens bund en bredere sprække, der virker som dræn til de vandrette fuger.

b) Ved at facaden ophænges på knaster på væggene (fig. 10). Kuldebroen er reduceret væsentligt, idet knasten er isoleret, således at der kun er lejepladen som kuldebro. De 5 mm neoprene vil her give en vis isolering. Facadens vægt kan nu overføres til væggene, og dog er facaden på grund af neoprenen i stand til at bevæge sig med temperatursvingningerne, lodret såvel som vandret.

Af hensyn til såvel vægknastens som facadeknastens små dimensioner er det vigtigt, at armeringen placeres meget nøjagtigt. Fig. 10 viser, at vægarmeringen er en svejst enhed, der placeres i formen, fastholdt ved den påsvejste galvaniserede lejeplade, der spændes på formen med bolte i pashuller. Facaden har en lignende svejst enhed (den punkterede dobbeltlinie angiver neoprenfugen (fig. 12), ikke armeringen). De vandrette kræfter overføres til dækkene gennem rustfrit stål, der fastsvejses til to rustfri dorne i dækket (fig. 11 viser et lodret snit ved den ene af de to samlinger). To strikker rager ud af elementet. To strikker svejses til facadens ophængningsbolte, der også er rustfri. Disse strikker er tyn-

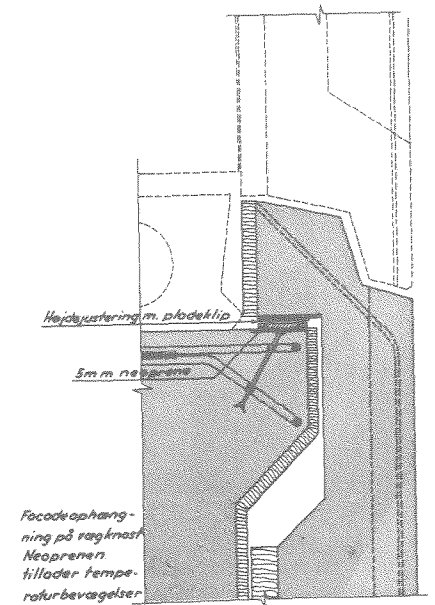


FIG. 10.

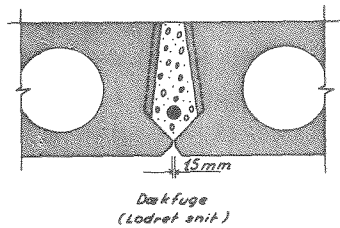


FIG. 5.

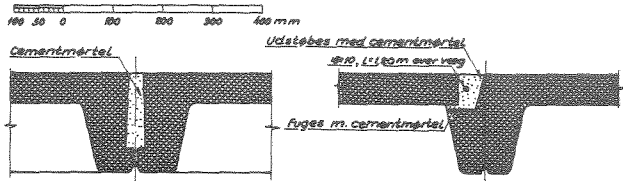


FIG. 6.

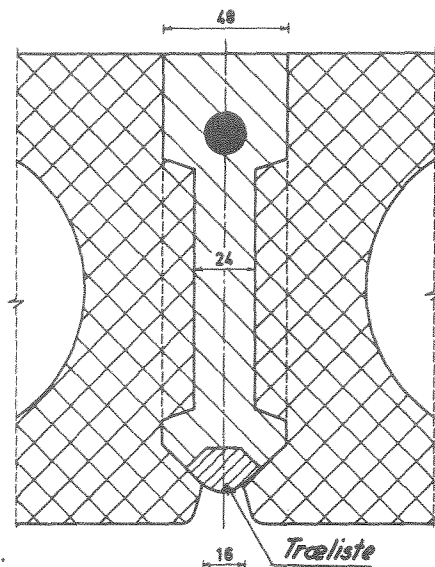


FIG. 7.



de nok til at kunne følge med facadens lodrette og vandrette bevægelser og dog stive nok til at kunne optage kræfterne, ca. 300 kg, som søjler.

Den viste løsning bør kun ses som et eksempel på en af de veje, man kan gå, når facadefastholdelsen skal kunne optage kræfter og bevægelser samtidigt. En generel, ideel løsning uden udførelsesvanskeligheder er endnu ikke fundet.

c) Ved at facaden hviler forneden og holdes indtil huset gennem rustfri forbindelser. Indlederen mente, at denne løsning var farlig, da den afhang af eet materiale, det rustfri ståls holdbarhed. Civilingeniør Gravesens indlæg (se referatet nedenfor) imødegik denne tanke, idet løsningen havde både statiske og montage-mæssige fordele, der kunne betale en kraftig rustfri forbindelse.

Fig. 11 viser i øvrigt, at isoleringslaget er ventileret, at den vandrette fuger er vandtæt uden brug af fugematerialer, at vindtætningen ligger i rockwoolstrimlerne (norsk type, "dytteremser"), at kuldebroer er undgået, at der ikke er fare for lydbroer mellem lejlighederne, og at der ikke kan dannes hulrum for brandudbredelse. (Den benyttede skumplastisolering er af selvslukkende kvalitet). Hvis facadens længde er over et par meter, bør det overvejes, om den bør lækkes til etagepladen for at hindre, at fugen åbnes, hvis elementet f.eks. på grund af temperaturspændin-

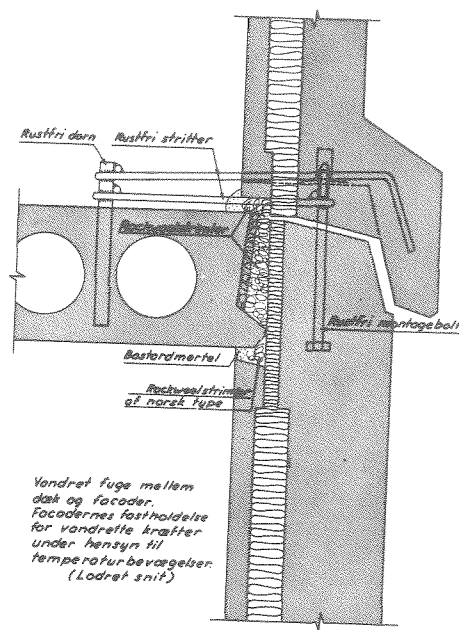


FIG. 11.

ger krummer udad. I fig. 11 kan dette nemt klareres ved en passende placering af de to rustfri dørne.

Det skal bemærkes, at en vandret fuger med "overlapning" som vist på fig. 11 er vandtæt, hvis sprækken mellem de to elementer er stor nok. Ellers kun en smal sprække, og er der vindtryksforskelle mellem for- og bagside af den ydre skal kan vindtrykket presse vand ind. Man har f.eks. erfaring for, at bræddevægge med brædder på klinker kun er vandtætte, hvis brædderne ikke berører hinanden, således at vindtrykket udlignes.

Når der er gennemgående isolering i facaden, bør man sikre sig, at indtrængende vand ikke kan benytte isoleringslaget til at løbe ned i et stort antal lejligheder. Vandet kan f.eks. trænge ind ved uheld eller i regnvejrr under montagen. I fig. 11 kan sikringen opnås på to måder: Enten må den nederste del af elementet (vist omkring stritterne) være forsynet med vandtæt isolering, der spores på forsiden (ydresiden) for ventilation og dræning, samtidig med at den øverste del

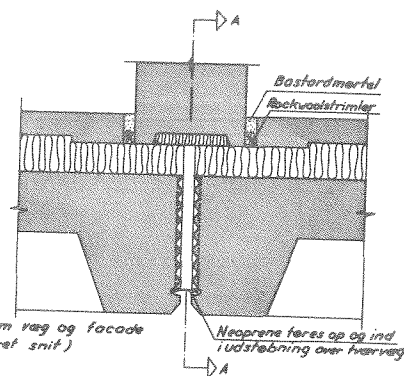


FIG. 12 A.

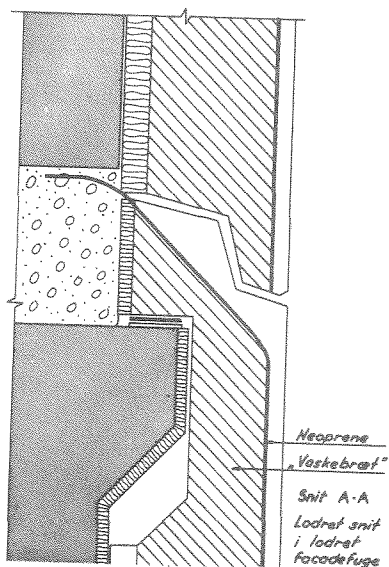


FIG. 12 B.

af elementet (ud for etageadskillelsen) ligeledes udføres med vandtæt isolering. Subsidiært kan man i den vandrette fuger indsætte en afdækning, der leder vandet ud (i primitiv udførelse f.eks. ved en påklistret plastfolie).

Fig. 12 viser den lodrette fuger, ligeledes tætnet mod vind med rockwool og uden kulde-, lyd- og brand"broer". Facaden er næsten automatisk vandtæt på grund af det viste "vaskebræt" på elementkanterne. En sådan fuger på en gavl i Bergen var vandtæt uden fugemateriale udvendigt - gennem en bergensk regnfuld vinter.

Princippet er, at elementkanten er forsynet med et "vaskebræt", bestående af riller, der holder vand udad under 45°, således at sivende vand ledes udad. Kun slagregn, der rammer i symmetrilinien og undgår alle lufthvirvler, ville kunne nå ind til isoleringen. For at hindre slagregn (og eventuelt større regnmængder, der kunne ramme fugen ved et vindstød rev dem med fra en gesims) i at trænge ind til isoleringen, er der indlagt en neoprenstrimmel i en not. Strimlen klemmer, men giver ikke vandtætning. Ved hver vandret fuger føres strimlen ind og faststøbes foroven.

Det beskrevne eksempel viser en mangesidet, differentieret løsning af de krav, der stilles til facadefugerne. Fig. 13 viser en meget simpel løsning med facadeelementer af Leca-beton med betonforstøbning, der ved fugerne føres et stykke ind af hensyn til vandtætningen. Kuldebroen i bastardmørtelfuger er afbrudt ved den indlagte bomuldssnor. De lodrette fuger udstøbes med Leca-be-

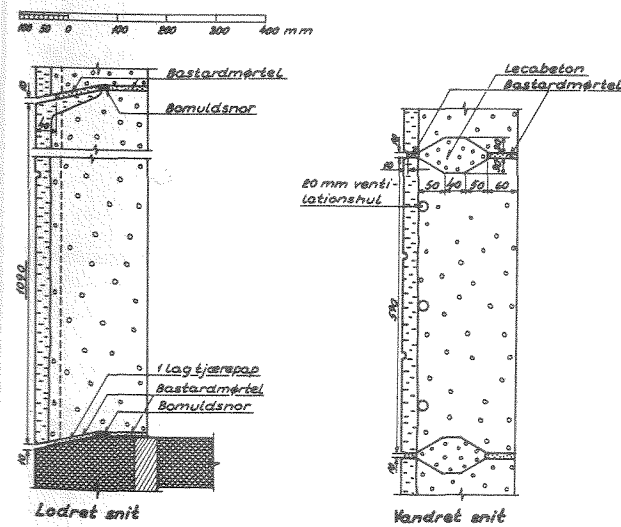


FIG. 13.

ton. Ventilation og dræning af forstøbningens bagside sker gennem lodrette cylinderformede udspæringer, der udmunder i den vandrette fuger - men i øvrigt har man aldrig observeret, at disse dræner har haft betydning. De er teoretisk nødvendige, og i praksis vil de sikre mod katastrofe efter lange frostperioder med rimdannelse. Udvendig er fugningen tilbageliggende, indvendig spartles der. En del af de opstillede krav synes ikke opfyldt, men facaden virker upåklageligt.

Som et kuriosum kan det nævnes, at løsningen, den "utætte" lodrette facadefuger, der holder indsvivende vand borte fra isoleringen, også kan udføres uden vaskebræt, se fig. 14. Sandwich-elementets udvendige, lodrette fuger kan ikke være tæt, men indsvivende vand kan ikke nå ind til isoleringen.

Fig. 15 viser endelig en facade, hvor det er den indvendige betonskive, der optager egenvægt og vindkræfter. Forbindelsen til de bærende tværvægge etableres umiddelbart gennem fortandede noter, der optager vægt og vandrette kræfter. Fugemørtlen fastholdes ved u-bøjlerne til facadeelementet, mens svindrevner er fikserede til fladen i bunden af væggen not ved strygning f.eks. med 1 mm varm asfalt. Den udvendige fuger sker ved "vaskebræt" som i fig. 12, og ved den viste udformning af den ydre betonskives kant kan man opnå, at tykkelsen af den ydre skive ikke bliver uøkonomisk. I fig. 15 er tykkelsen dog tilsyneladende stor, men dette skyldes, at overfladen har frilagt materiale, således at den regningsmæssig-

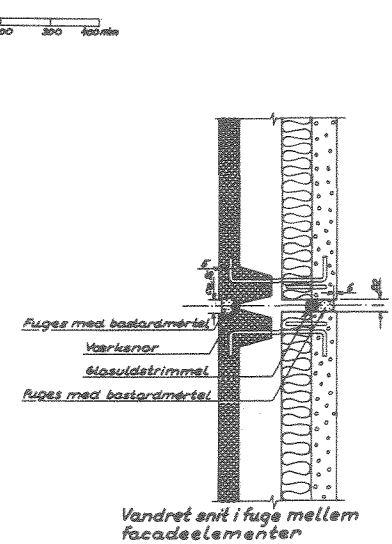


FIG. 14.

ge tykkelse, bestemt af armeringsnettets krav om rustbeskyttelse, er minimumstykkelsen.

Naturligvis kan facadefuger udføres på mange andre måder, kun må der advares mod kritikløst at benytte mørtel alene i facadefugerne. Elementernes restsvind vil åbne fugen, og temperaturbevægelserne vil yderligere bidrage til miseren, måske endda klemme mørtlen i stykker. Benyttes mørtel, må der suppleres med plastisk fugekit, plastiske hinder, specielle dræn eller lignende forholdsregler, som det kan være vanskeligt at kontrollere kvaliteten af, og hvis holdbarhed vi ikke altid har erfaringer nok med. Men naturligvis kan det gøres, og det er gjort mange gange med succes.

#### E. DIVERSE SAMLINGER (GESIMSER, HJØRNER, M.M.)

Denne gruppe omfatter en række lidt mere specielle samlinger samt nogle ord om vinduer.

Løse gesimser, tagbjælker, facadelicener, søjler o.s.v. er principielt af det onde. Det er fordyrende tillægs-elementer, der tilmed skaber problemer ved samlingerne. Men naturligvis må de i visse tilfælde til af arkitektoniske hensyn.

Fastholder man f.eks. facadesøjler til de bærende vægge, må søjle og væg isoleres fra hinanden. Da væggen temperatur er 20° hele året, og da søjlens temperatur varierer, kan søjlen principielt kun fastholdes i eet punkt med en urokkelig forbindelse.

Man er da atter nødt til at gribe til de bevægelige forbindelser, der kan optage kræfter, især hvis søjlen skal optage vindkræfter og/eller vægte fra facader. Der er mangfoldige løsninger, men alle er dyre og i reglen kompromisprægede. Rustfrit stål kommer igen ind i billedet for at re-

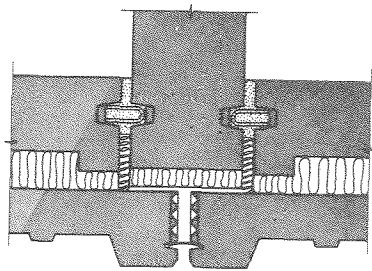


FIG. 15.

ducere kuldebroen fra søjle til væg (fig. 9).

Kan man derimod fastholde søjlen eller bjælken til facadeelementets ydre skal, er der ingen temperaturproblemer - der er ingen relative bevægelser. Søjlen kan da indgå i facadeelementet. Er søjlen en hjørnesøjle, får vi altså et specielt hjørne-facadeelement. Det kan være dyrt, da formen kun bruges nogle få gange. I stedet kan man vælge den på fig. 16 viste løsning. Facadeelementet bliver specielt, da det skal forsynes med inserts for påboltning af hjørnesøjlen, men denne "specialitet" har ikke de samme voldsomme økonomiske konsekvenser for formene som en hel specialfacade.

Når søjlen ikke tætnes mod facaden med vaskebrædt og neoprene skyldes det, at man ikke kan støbe en søjle med 4 formsider, med mindre man enten støber lodret eller benytter en fordyrende teknik. Samlingsfladen er derfor opside under støbningen, og man har akcepteret secomastic ud fra den betragtning, at fugningen kun sker i 4 gavlhjørner pr. blok, således at vedligeholdelsesudgifterne er relativt små.

Under gruppen specielle samlinger bør det endvidere nævnes, at altaner bør bestå af en særlig etageplade, som på alle sider undtagen ved 4 lejeknaster kan isoleres fra de almindelige etageplader (fig. 17), således at der ikke opstår kuldebroer. Som det jo er påvist af DIF's rationaliseringsudvalg bør man ikke udføre en altanplade i eet med en indendørsplade. Isolering af pladens underside er stærkt fordyrende og lidet effektiv, måske snarere skadelig. Den "indbyggede" altan, der hviler på de bærende tværvægge i 4 punkter er derfor den almindeligst anvendte. Udkragede altaner er vanskelige at udføre, mens "fritstående"

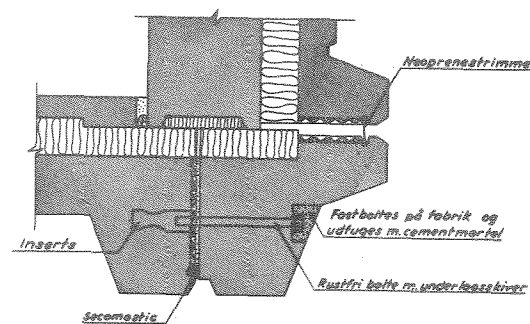


FIG. 16. Påboltet hjørnesøjle ved samling mellem facade og gavl. (Vandret snit)

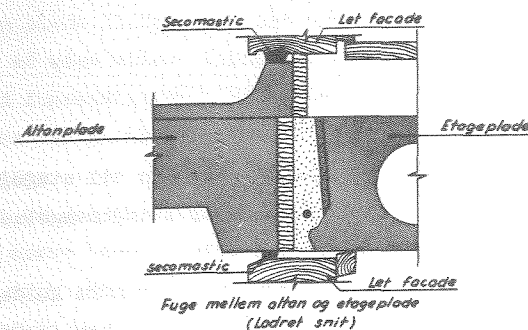


FIG. 17.

eller påhængte altaner er udmærkede (ofte anvendte i Sverige).

På fig. 17 er vist de lette facaders tilslutninger. Fugerne er tætnede med secomastic, både forneden og foroven - på de øverste etager vil en kraftig storm nemlig ved passage op over huset slynge vanddråberne op på altanernes undersider, en almindelig erfaring i højhuse.

Endelig er der de lette facader. Deres fastholdelse til betonhuset udføres ofte med bolte eller lignende. Isoleringen må føres forbi dæk og vægges forkanter. Fugerne må være tætte, selv om f.eks. træskelettet arbejder. Der opstår en række problemer, som giver en forklaring på, at lette facader sjældent er helt færdige før montagen.

På fig. 18 ses et eksempel på samlingen mellem lette facader og etageplader. Isoleringen ud for dækket består af mindst 5 cm træ. I øvrigt er facaden isoleret med 7 cm mineraluld. Facaden fast-

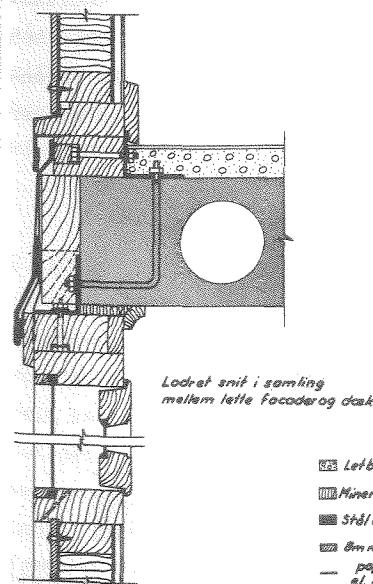


FIG. 18.

■ Letbeton ■ Jernbeton  
 ■ Mineraluld ■ Træ  
 ■ Stålf. kit — Aluminium  
 ■ 8mm Eternit — 3½ mm hård plade  
 — pap (uvendig)  
 — el. plasticfolie (indvendig)

holdes ved vinkeljernsbeslag og bolte. Vind- og vandtætninger er etableret ved det viste aluminium, der falses i passende afstande og pap, indvendig ved plastfolie i elementet, der således er damptæt.

Fugerne omkring lette facader ligner ofte fugerne omkring vinduer. Naturligvis skal man udføre vandnæsser over et vindue, men hvad skal man fuge med? I murstensbyggeri benyttes mørtel, og man bekymrer sig ikke om de sprækker, der opstår når træet arbejder. Regnvandet i sprækkerne suges ind i stenene og ledes bort til væggenes indre og ud i tørre perioder. Det sker ikke i et betonhus. Vandet vil via sprækker i fugen omgænde løbe ind i isoleringen eller endnu værre, ind i stuen. I øjeblikket er der næppe andre muligheder inden for boligbyggeriets økonomisk begrænsede rækkevidde end plastisk kit og lign., altså en løsning der er dyr og kræver vedligeholdelse.

Vinduesproblemerne i rumstore betonfacader er lettere at løse. Karmene kan direkte indstøbes, f.eks. som vist i fig. 19. Træet fastholdes i svalehalenoterne, der samtidig giver vand- og vindtætning. Noten langs den indvendige betonskive sikrer en vis tætning, selvom træet arbejder. Hvis vinduet skal udskiftes, må man antageligt fjerne svalehalenoten og udføre en normal samling, udvendigt tætnet med en plastisk kit, et kunststof eller lignende - som man til den tid vil have mange års erfaring med.

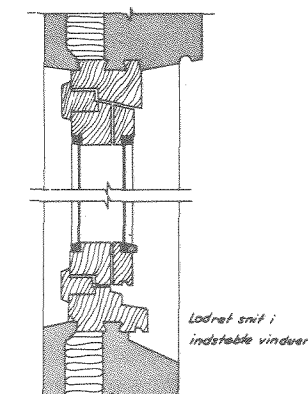


FIG. 19.

## Tillæg

### A. CIVILINGENIØR L. GRAVESENS INDLÆG

I indlederens foredrag forudsattes, at betonfacader var færdige "sandwich-elementer". Efter min mening viser det sig til tider økonomisk at montere en enkelt ydre betonskal, som senere beklædes med isolering og let inderbeklædning.

Vægten reduceres, og man kan opnå en god dimension på den ydre, selv bærende skal, således at den bliver tilstrækkelig stiv og solid, og fuger let kan udføres vandtætte. Endvidere må det være fordelagtigt, at elementerne er understøttede for nede f.eks. på etageadskillelsen, således at der opstod tryk- og ikke trækkræfter i facadebetonen. Indlederens frygt for, at et sådant element skulle tippe ud, hvis fastholdelsen foroven skulle svigte, må være ubegrundet, idet besparelserne i stærkt armerede knaster og konsoller m.m. om fornødent kunne betale for svære, rustfri beslag.

Fig. 20 viser et eksempel på en sådan facade i et kontorhus, bestående af 130 cm brede, etagehøje plader med indvendige ribber, hvori vinduerne senere indsættes.

Indvendig isoleres med snedker-elementer i forbindelse med vinduet, beklædt med en gipsplade. Elementerne står på etagepladen, hvis forkant isoleres med rockwool, der samtidig skaber vindtætning. Den vandrette fuger er vindtæt ved overlapping + plastisk kit, den lodrette fuger ved fjern- og not-profilering forsejlet udvendigt med plastisk kit. Indvendig er der endvidere en skumnylonliste mellem elementernes ribbekant. I den vandrette fuger er der over den lodrette fuger indsat en zinkbakke til at lede eventuel vand ud.

Elementerne fastholdes foroven og forneden ved en dorn af almindeligt rundjern, indstøbt i cirkulære udsparinger i elementernes øvre og nedre vandrette ribber. Da afstanden mellem de til hvert element hørende to dorne kun er knap 1 m, er de vandrette svind- og temperaturbevægelser uden betydning.

Når et facadeelement er monteret, stikkes dornen gennem hullet i etagepladen ned i elementets udsparring. I bunden af udsparringen er en blød plade, og udsparringen er i øvrigt strøget med varm asfalt. Når udsparringen udstøbes, er elemen-

tets bevægelsesmuligheder i forhold til etagepladen sikret, og temperatur- og svindbevægelser lodret retning kan foregå frit.

Der er pr. facadeelement kun to mindre kuldebrænde i elementets lejeflader, som evt. kan isoleres med neopren-mellemlæg. Arbejdet med montering og finjustering og forandring af elementerne efter dette princip har vist sig hurtig og økonomisk.

Under diskussionen indvendtes, at det var moderniseringsens ide ikke at montere elementer med den højst mulige færdiggørelsesgrad, om end det kunne være økonomisk endnu idag, og at det betød speciellelementer i dækket langs facaden (eller specialbjælker), hvis vægten ikke overførtes til væggene. Dette kunne dog naturligvis undgås med rumstore elementer. Facadetykkelsen bliver let større ved kombinerede elementer end ved sandwich-elementer i eet stykke.

### B. MALERMESTER A. FORSBERGS INDLÆG

Malermester A. Forsberg beklagede, at de projekterende ikke gennem deres uddannelse fik et dybere kendskab til malerfaget. Erfaringerne fra nogle montagebyggerier er ikke gode med henblik på kvaliteten, specielt ved udfyldningsmaterialet og ved nøjagtigheden af to elementers placering i forhold til hinanden.

Det er nødvendigt, at elementerne monteres meget nøjagtigt i forhold til hinanden - indlederens havde nævnt tolerancekravet på  $\pm 3$  mm, men det overholdes ikke altid. Man kan måske anvende tilbageliggende fuger, men i reglen ønsker

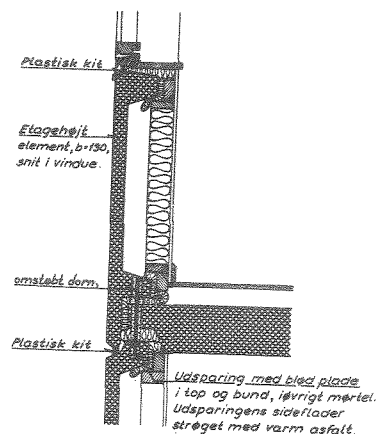


FIG. 20.

man plane flader. Man bør ikke tillade anvendelse af gips eller lignende som spartelmateriale ved fugesamlinger, da dette materiale med tiden ikke vil kunne tåle afrensning. Der findes bedre midler, men desværre synes forståelsen for, at det er god økonomi at bygge et lidt dyrere hus og spare meget på senere vedligeholdelse, ikke at være udbredt. Det samme gælder lofterne. Hvidtning er billig i anlægsudgifter, men nedvaskning og nyhvidtning koster 2 - 300 kr. pr. lejlighed. Det var i det lange løb billigere at plastikbehandle.

Selve overfladerne er heller ikke altid tilfredsstillende. For ofte er det nødvendigt at udstrække spartlingen - med gode eller dårlige materialer - til hele væg- eller loftsfladen.

Indlederens svarede hertil, at der idag i København findes eksempler på fuldt tilfredsstillende overflader. Lofterne kan i hvert fald idag udføres mere jævne end et pudset loft.

Fugerne mellem beton og træ, som ofte udsættes for store bevægelser, burde efter malermesterens mening udføres med bedre materialer, end de sædvanlige kit-materialer. En oliefri kit, der er plastisk ved alle temperaturer og holdbar, er nødvendig.

I øvrigt mente malermesteren, at vinduer nu snart bør kunne udføres af plastic, der er vedligeholdelsesfri, at dobbeltvinduernes pudsningsproblemer burde løses ved indadgående vinduer, og at der burde anvendes flere drypkanter af aluminium og zink.

Der var enighed om værdien af bedre materialer, når disse medførte reducerede vedligeholdelsesudgifter. Desværre var den nugældende  $m^2$ -pris som bestemmende faktor politisk, ikke samfundsøkonomisk bestemt.

### C. NOTAT OM PLASTISKE FUGEMATERIALER

Plastisk kit og beslægtede fugeforseglingsmaterialer med olier, plastics, kunstgummi o.s.v. som komponenter benyttes i en vis udstrækning. Generelt kan man næppe foretrække det ene for det andet, dertil er de for forskellige i pris, udførelsesteknik og holdbarhed. De færreste holder så længe, som man håber, og de lider i reglen af den fejl, at der stilles vanskeligt opfyldte krav til f.eks. fladernes tørhed, renhed, jævnhed el-

ler lignende, og ofte er de kun sikre under arbejdsforhold og under forudsætning af en arbejdsomhu, som vanskeligt opnås helt i praksis. Blot een utæthed pr. lejlighed kan være nok til, at omfattende reparationer må udføres, da f.eks. indtrængende vand sjældent viser sig umiddelbart ved utætheden.

Disse fugematerialer må derfor påføres med megen omhu, og man må gøre sig klart, at der næsten altid vil være et eller andet sted i enhver bygning, hvor udførelse eller underlag ikke er helt i orden. Materialerne skal derfor ubetinget anvendes på en sådan måde, at reparationer kan udføres. En eventuel garanti omfatter kun fugematerialet, ikke arbejds løn til reparation af skader. Materialerne bør også kun anvendes, hvor en tilfældig udførelsesfejl ikke kan få større følger.

Ved bedømmelsen af holdbarheden, bør mulighederne for materialets udtørring eller nedbrydning på grund af vejrliget tages i betragtning. Kan materialet beskyttes mod sollys? Mod fordampning? Hvad er omkostningerne ved reparation - efter 1 år, 5 år, 10 år?

Visse plastiske fugematerialer tåler ikke "fremmede" olier f.eks. fra tagpap. Plastichinder binder måske ikke på andre plastichinder. Er der en god vedhæftning, og til hvilket underlag? Er karmtræet f.eks. malet er det ligegyldigt om fugematerialet binder godt til beton og til maling, hvis malingen slår fra træet. Træimprægneringsmidler kan måske ødelægge fugematerialet.

Elementernes bevægelsesmuligheder - eller mangel herpå må også vurderes. En fuger mellem to sammenboltede dele af en ventilationskakt skal ikke optage bevægelser (udover een gang for alle eventuelle differenssvindbevægelser), og fugematerialet skal følgelig kun give tæthed, men skal ikke optage bevægelser. I facade fuger er fugematerialets evne til at optage store bevægelser, 2-3 mm derimod af stor og vedvarende betydning.

Denne række af eksempler kan fortsættes af enhver, der har forsøgt at anvende disse materialer; endnu er der meget få erfaringer, og ofte er den tekniske vejledning ikke fyldestgørende. Ethvert fugemateriale må derfor bedømmes med kritik og eventuelt anvendes forsøgsmæssigt først.

## English Summary

Based on a discussion held in Copenhagen in November 1959, attended by engineers, architects, and craftsmen, this report is made out dealing with prefabricated units for multi-storey buildings, chiefly precast concrete units.

The first part of the report treats the general aspects of the subject. These have been omitted in this summary, however, owing to the fact that the foreign reader will find them more completely treated elsewhere. Consequently, this summary is limited to give an exposition of the examples shown in the reproductions.

FIG. 1: A typical French (to the left) and Danish (to the right) wall/floor assembly. In the French assembly the slab is supported all along the edge, and in the other one it rests on a number of cams, which are projecting between the tubular openings in the slab. In the latter case the loads are transferred nearer the centre of the wall. One single cam resting on an area of 4 x 5 cm (1 cm = 0.3937 in.) and reinforced with a 10 mm diam. corrugated steel bar ("Tentor", yield strength 5.200 kg./sq.cm. (73.960 psi)) has a carrying capacity of almost 4.000 kg. (1 kg. = 2.205 lbs.) provided the steel bar is present throughout the length of the cam, which means that the end of it is visible at the surface of the cam. Every slab is mounted on 4 small plates to ensure a proper grouting under the cams. In both cases the slabs leave enough space at the centre of the wall to enable transferring the weight of the wall above to the wall below the joint.

The Danish wall unit is mounted on projecting vertical bolts which also are used for carrying the unit. The proper position is obtained by adjusting the nuts. After the filling of the joint the nuts are slightly released to make the wall rest on the mortar.

The French wall unit is mounted on small unadjustable knobs, which means a certain risk of piling up errors.

In order to make an expansion joint, the ends of the floor slabs shall be coated with asphalt and placed upon strips of neoprene.

FIG. 2: The establishment of a coherent floor is

obtained by grouting the joints between the toothed edges of the individual slabs, after a number of steel bars having been placed as shown. FIG. 3: Transferring of forces from slab to supporting wall. An important role is played by the steel bar force J, which may be considerable, the steel bar being squeezed between T<sub>L</sub> and R.

FIG. 4: Horizontal sections through vertical wall joints. A and B are the common ones, both with toothed edges so as to make a coherent, rigid wall after the grouting. B is the best one if painting of the wall is wanted. Incidental inaccuracies in the manufacturing and mounting are camouflaged. A is acceptable for paperhanging, and provides the surface of the wall is filled, for painting too.

C shows a joining of thin walls. D is a joint between two units of a longitudinal wall and a transverse wall. The longitudinal wall is acting as a vertical beam withstanding the wind-pressure of the actual multi-storey house, wherefore the reinforcement shown was required.

FIG. 5: A vertical section in the joint between 2 slabs.

FIG. 6: An older way of making the said joint. Filling from below necessary.

FIG. 7: A wooden fillet is placed in the bottom of the joint before filling with cement mortar from above.

FIG. 8: A horizontal section in a concrete outer wall. The outer slab is transferring the wind pressure and the dead load to the column through the toothed notches. The sides of the column are coated with 1 mm asphalt so that the temperature cracks take place here. The shrinkage of the concrete opens the joint at the beginning, thus enabling a certain self-adjustment of position. The stirrups lock the mortar of the joint to the wall units. The column is insulated from the inner wall in order to avoid coldbridges. It is supported at two points with a rigid connection and a deflective one (see fig. 9).

FIG. 9: A connection between the inner slab (temperature 68°F.) and the outer slab (temperature in the range between -4°F. and 104°F.). There is

rigid tie of stainless steel, and besides there are deflective, galvanized ties.

FIG. 10: The suspension of an outer wall unit on wall projection. The reinforcement in the section is welded into one unit to secure its lacing (+ 1 mm). There will only be a small cold-bridge through the plate of neoprene. This plate makes slight movements of the outer wall possible.

FIG. 11: The same outer wall as shown in fig. 10. The stainless, fixed, welded rods transfer the wind load and make small movements possible, vertically as well as horizontally. The horizontal joint is watertight without filling. It ventilates the insulation (rigid foam). It provides no cold-bridges and is stopped with Rockwool.

FIG. 12: The vertical joint of the same outer wall. The opening is covered by a strip of neoprene in a notch, whereby the entrance of water of any significance is prevented. Small amounts of water sipping through will, due to the corrugated surface of the edges flow outwards.

FIG. 13: Vertical (left) and horizontal sections through an 8 years old but still fine front wall the outer layer of which is cast in Leca expanded clay concrete.

FIG. 14: A horizontal section through an old outer wall showing a sort of joint from which the rain is not likely to penetrate to the insulation.

FIG. 15: The inner slab is here transferring the forces directly to the inner wall through the toothed vertical notches. The solution is advantageous compared with figures 10 - 12. The outer

joint is just like the one shown in fig. 12.

FIG. 16: A corner of the same building as shown in fig. 10 - 12. The corner unit is no expensive special unit, it is a cheap column bolted to a very simple variant of the normal wall unit. The left side of the corner column is the upper surface during casting, wherefore it cannot be given a corrugation.

FIG. 17: A joint between a balcony slab and a normal slab (floor slab) viewed in vertical section. The cold-bridge is broken by means of rigid foam. The lightweight outer walls are made tight by means of Secomastic, also at the top, because rain water may be thrown upwards, splashing the bottom surface of the balcony, when a gale is whirling around the multi-storey building.

FIG. 18: A lightweight outer wall with timber framework clad with asbestos-cement boards outside and gypsum boards inside. Insulation is mineral wool. Double plazing. Watertightness is provided by means of aluminium fillets. Tightness against the wind is provided by means of roofing felt on the back of the asbestos-cement boards, vapour-tightness is provided by means of plastic film on the outside of the gypsum boards.

FIG. 19: Window frames cast into room-sized outer wall units.

FIG. 20: Outer wall units to be erected without the insulation and inner cladding, which are to be made afterwards. The unit, which is storey-high and with a width of 1.30 m., is supported by the slab below and fastened by means of a vertical rod which is cast into the slab.



## Deltagerliste

- Andersen, E.,  
ingeniør, A/S Siporex, Ålborg.
- Andersen, Fritz,  
ingeniør, Kronprinsensvej 2, F.
- Andersen, M. Folmer,  
civilingeniør, St. Strandstræde 21, K.
- Andersen, Morten,  
civilingeniør, Frederiksberg Bredegade 11, F.
- Andersen, Poul Rikard,  
civilingeniør, fa. P.E. Malmstrøm, Steen Blichersvej 25, F.
- Barfoed, Sven,  
civilingeniør, Vejlesøvej 36, Holte.
- Becher, P.,  
civilingeniør, dr.techn. Statens Byggeforskningsinstitut, Borgergade 20, K.
- Blønd, Erik,  
ingeniør, A/S Larsen & Nielsen, Constructor, Frederiksberg Bredegade 11, F.
- Christiansen, E.A.,  
entreprenør, fa. J.P. Christiansen, Dronninggårdsalle 27, Holte.
- Conradsen, K.,  
civilingeniør, Ringvej 110, Herlev.
- Darre, F.,  
konsulent, fa. Yhanco, Vesterbrogade 6 D, V.
- Dryer, Frits,  
arkitekt, Ansgars Alle 22, Valby
- Ficher, Sven,  
civilingeniør, Kildebakkegaards Alle 1, Søborg.
- Fink, Dan,  
arkitekt, Købmagergade 11, K.
- Frandsen, E.,  
civilingeniør, Østerbakken 5, Gentofte.
- Friis, Erik,  
civilingeniør, Stagers Alle 23, F.
- Friis, Otto,  
civilingeniør, Stagers Alle 23, F.
- Forsberg, Artur,  
malermester, Niels Ebbesensvej 19, V.
- Galløe, I.V.,  
civilingeniør, Statens Byggeforskningsinstitut, Borgergade 20, K.
- Gervin, Chr.,  
civilingeniør, Kidhøj 8, Bagsværd.
- Gosvig, H.N.,  
civilingeniør, A/S Dominia, V. Voldgade 17, V.
- Gottlieb, Otto,  
civilingeniør, Stagers Alle 23, F.
- Gravesen, L.,  
civilingeniør, A/S Højgaard & Schultz, Ewaldsgade 9, N.
- Gruth-Andersen, H.,  
ingeniør, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, Chr. Brygge 28, V.
- Hansen, O. Gerner,  
arkitekt, Brolæggerstræde 8, K.
- Hartmann, J.,  
civilingeniør, A/S Manniche & Hartmann, Interconstruct, Kvæsthusgade 1, K.
- Hartoft-Nielsen, E.,  
civilingeniør, Parkskovsvej 53 A, Gentofte.
- Hedegaard, P.,  
civilingeniør, A/S Højgaard & Schultz, Ewaldsgade 9, N.
- Hove, Ove,  
arkitekt, "Byggecentrum", Nørregade 49, K.
- Høgsbro, Sven,  
arkitekt, Emdrup Banke 122, Ø.
- Jacobsen, M. Pilgaard,  
civilingeniør, Tranehaven 15, Gentofte.
- Jacobsen, H.,  
civilingeniør, Admiralsgade 28, K.
- Jensen, Boni,  
arkitekt, "Byggecentrum", Bredgade 66, K.
- Jensen, Flemming,  
civilingeniør, Bopladsen 22, Herlev.
- Jensen, Svend Martin,  
fabrikant, Svendborg Tagpap- & Cementvarefabrik, Svendborg.
- Jessing, J.,  
civilingeniør, Statens Byggeforskningsinstitut, Borgergade 20, K.
- Jørgensen, H. Albinus,  
stud.ing., Haraldsgade 42, N.
- Kernn Jespersen, A.,  
civilingeniør, A/S A. Jespersen & Søn, Nyropsgade 18, V.
- Kjeldsen, Marius,  
arkitekt, Boligministeriet, Slotsholmsgade 16,
- Kjærgaard, J.,  
professor, Kirstinedalsvej 18, Valby
- Kolster, E.,  
civilingeniør, Brøndbyøster Torv 47, Hvidovre.
- Krog, Torben,  
arkitekt, Købmagergade 11, K.
- Krogsbæk, J.,  
disponent, I/S Yhanco, Vesterbrogade 6 D, V.
- Krogsgaard, Aa.,  
civilingeniør, A/S Manniche & Hartmann, Interconstruct, Kvæsthusgade 1, K.
- Kudsk-Jørgensen, B.,  
civilingeniør, A/S Højgaard & Schultz, Ewaldsgade 9, N.
- Laub, Erik,  
arkitekt, Grønnevej 256, Virum.
- Lundgaard, Anker,  
ingeniør, Blichersvej 71, Helsingør.
- Lyng, Henrik,  
civilingeniør, A/S K. Hindhede, Rosenørns Alle 18, V.
- Manniche, N.J.,  
civilingeniør, A/S Manniche & Hartmann, Interconstruct, Kvæsthusgade 1, K.
- Melcher, P.,  
ingeniør, A/S Sadolin & Holmblad, Holmbladsgade 70, S.
- Munch-Petersen, Johs. F.,  
civilingeniør, rådg. ingeniørfirma. P.E. Malmstrøm, St. Blichersvej 25, F.
- Moeslund, G.,  
civilingeniør, A/S Højgaard & Schultz, Ewaldsgade 9, N.
- Møller, O. Thøgersen,  
ingeniør, A/S Dominia, V. Voldgade 17, V.
- Møller, Sloth,  
ingeniør, Møllegade 34, Sønderborg.
- Mørch, R.,  
arkitekt, Købmagergade 11, K.
- Nielsen, A. Brink,  
civilingeniør, A/S A. Jespersen & Søn, Nyropsgade 18, V.
- Nielsen, J.B.,  
civilingeniør, St. Strandstræde 21, K.
- Nielsen, Johan,  
murermester, Sønderborg.
- Nielsen, Knud E.C.,  
civilingeniør, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, Chr. Brygge 28, V.
- Nielsen, N.P.,  
arkitekt, Svejagervej 6, Hellerup.
- Nørgaard, J.L.,  
civilingeniør, A/S Larsen & Nielsen, Constructor, Frederiksberg Bredegade 11 F.
- Olufsen, P.,  
civilingeniør, Statens Byggeforskningsinstitut, Borgergade 20, K.
- Pedersen, Emil A.,  
ingeniør, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, Chr. Brygge, 28. V.
- Pedersen, Mogens,  
arkitekt, A/S Dominia, V. Voldgade 17, V.
- Pedersen, P. Hjort,  
civilingeniør, Arnold Nielsens Boulevard 34, Hvidovre.
- Petersen, Bent,  
ingeniør, Møllekrogen 20, Lyngby.
- Petersen, Elo,  
ingeniør, A/S Højgaard & Schultz, Betonelementfabrik, Herlev.
- Ransdal, Sven,  
civilingeniør, Kærstykkevej 39, Hvidovre.
- Rasmussen, Svend Aage,  
civilingeniør, Stengaardsvænge 130, Lyngby.
- Schalpz, I.,  
civilingeniør, Hvidovrevej 318, Hvidovre.
- Schmidt, H.G.,  
civilingeniør, A/S Manniche & Hartmann, Interconstruct, Kvæsthusgade 1, K.
- Schmidt, K.,  
fabrikant, I/S Yhanco, Vesterbrogade 6 D, V.
- Schønning, P.,  
civilingeniør, Rådhuspladsen 4, V.
- Simonsen, W.R.,  
civilingeniør, Københavns Komm.rådg. Ingeniørkontor, Borgergade 18, K.
- Skytte, Mogens,  
ingeniør, Badstuestræde 8, K.
- Storgaard, Carl,  
arkitekt, Ørstedsgade 102, Sønderborg.
- Sørensen, L. Halling,  
civilingeniør, A/S Manniche & Hartmann, Interconstruct, Kvæsthusgade 1, K.
- Thilo, Aage,  
arkitekt, Lyngby Hovedgade 57 D, Lyngby.
- Thomsen, Steen,  
civilingeniør, Hans Merchelsvej 3, Virum.
- Timmermann, V.,  
ingeniør, Frederikkevej 7, Hellerup.
- Wedellsborg, Niels Wedell,  
baron, Sadolin & Holmblad A/S, Holmbladsgade 70, S.



### SBI-anvisninger (fortsat fra omslagets 2. side)

- 20: *Udgd fugt*. Folder til ophængning. 1954. 3 p. A<sub>6</sub>. 1 stk.: kr. 0,40. 100 stk.: kr. 25,-.
- 21: *Hvilket dæk?* Folder til ophængning. 1954. 20 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,50.
- 22: *Normalvinduer af træ*, Poul Kjergaard. 1955. 128 p. A<sub>4</sub>. 6 stk. tillæg A<sub>4</sub>. Pris incl. 6 tillæg: kr. 28,-. Med 1 tillæg: kr. 22,-. Tillæg pr. stk. kr. 1,50.  
4 tillæg er 1958 udsolgt og udsendt som Dansk standard. B 3. 0: DS 1006, B 4. 0: DS 1007, B 4. 9: DS 1008, D 2. 0: DS 1009.
- 23: *Vinterbyggeri*. Folder til ophængning. 1953. 16 p. A<sub>5</sub>. 1 stk.: kr. 1,-. 100 stk.: kr. 50,-.
- 24: *Udarbejdelse af instruks for væremestere*, Poul Becher og Frederik Olsen. 1953. 16 p. A<sub>5</sub>. 1 stk.: kr. 2,-. 50 stk.: kr. 50,-.
- 25: *Simpelt regnskabsystem for murerestere*, Fleming Nielsen. 1954. 2. oplag 1956. 24 p. A<sub>5</sub>. Pris incl. prøvesæt af formularer i samlemappe kr. 5,-. Blokke med regnskabsblade til for- og efterkalkulation kan købes særskilt.
- 26: *Plan over byggepladsen*. 1956. 30 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 27: *Vejledning i betonkontrol*. 1956. 122 p. A<sub>5</sub>. Kr. 12,-.
- 28: *Bygningsfundering*, ved Geoteknisk Institut. 1955. 82 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 29: *SBI betomberegner*, Poul Nerenst og Johannes Landbo. 1955. Plasticskyder med tilhørende vejledning. A<sub>6</sub> og A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 30: *Beslaglister til normalvinduer af træ*, Klaus Blach og Johannes Brixen. 1956. 28 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 31: *Møbleringsplaner*, ved »Bygebogen«. 1956. 2. opl. 1958. 24 p. A<sub>5</sub>, med indlagte for-tegninger i mål 1 : 100, 4 ark A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.  
Fortegninger i mål 1 : 50, 4 ark A<sub>5</sub>, kan købes særskilt for kr. 4,- pr. sæt.
- 32: *Tårkraner ved traditionelt boligbyggeri*, John Brøndum Hillers. 1956. 78 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 33: *Luftindblandet beton*, Erik V. Meyer. 1955. 32 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,50.
- 34: *Byggeriets modul-ABC*, SBI's modulkomité ved Edvard Heiberg. 1957. 24 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 35: *Teglprodukter*. 1956. 105 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.
- 36: *Rudestørrelser*, Klaus Blach, Preben Ankerstjerne og Johannes Brixen. Folder til ophængning. 1956. 14 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 37: *Udvendig puds på letbeton*. Folder. 1957. 8 p. A<sub>5</sub>. Gratis.
- 38: *Oversigtsplanen og skitsetidsplanen ved traditionelt etagebyggeri*. 1957. 16 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.  
20 stk. skemablade og datostokke, format A<sub>5</sub>, kan købes særskilt for kr. 4,-.
- 39: *Byggefejl*, billedsamling ved Børge T. Lorentzen. 1957. 20 blade i samlemappe. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 40: *Gulve direkte på jord*, Poul Becher og Harry W. Petersen. 1958. 20 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 41: *Jernbetondæk i boligbyggeri*. 1958. 56 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.
- 42: *Vinduer, forbedring og vedligeholdelse*, Klaus Blach, Preben Ankerstjerne og Johannes Brixen. 1958. 16 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 43: *Normalrum og normalspændvidder for etageboligbyggeri*, Aage Dalgas Rasmussen og Finn Vedel-Petersen. 1958. 64 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 44: *Overfalsede skabslåger, normalmål og normaldetaljer*, Klaus Blach, Johannes Brixen og Preben Ankerstjerne. 1958. 16 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 45: *Enfamiliehusets arbejdsplan - en vejledning for arkitekter og håndværksmestere*, udarbejdet i samarbejde med Håndværksrådet. 1959. 16 + 8 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.  
SBI-skemaer til arbejdsplan, 20 stk. A<sub>5</sub>, kan købes særskilt for kr. 8,-.
- 46: *Plan i køkkenet*, Finn Vedel-Petersen. 1959. 36 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 47: *Modulprojektering*. Foreløbig vejledning fra SBI's modulkomité ved Mogens Frisendal. 1959. 32 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 48: *Byggeri hele året. 1. Planlægning og materiel*. 1959. 64 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.
- 49: *Byggeri hele året. 2. Arbejdets udførelse*. 1959. 52 p. A<sub>5</sub>. Kr. 8,-.
- 50: *Før De bygger eget hus*. 1960. 32 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.
- 51: *Små oliiefyr - valg, installation, drift*, Ib Gregersen. 1960. 32 p. A<sub>5</sub>. Kr. 4,-.

Foruden SBI-anvisninger udsendes andre publikationsserier, bl. a. *Rapporter*, *Landbrugsbyggeri*, *Nyt skolebyggeri* og *Sertryk*.

Alle instituttets publikationer kan købes i boghandelen eller hos Teknisk Forlag, Vester Farimagsgade 31, København V, telf. BY 9288. Samme steder fås SBI-publikationsliste, der er en bestillingsseddel med en kort omtale af hver publikation.

TEGN ET SBI-ABONNEMENT for 24,- kr. om året.

De får da hvert år tilsendt alle ny SBI-anvisninger og andre udvalgte SBI-publikationer til en samlet bogladepris af mindst 32,- kr. og De bliver holdt orienteret om alt, hvad SBI udsender.

De bliver SBI-ABONNENT ved at indsende 24,- kr. til TEKNISK FORLAG, V. Farimagsgade 31, giro 20490.

## SBI-rapporter

er beretninger om selvstændige forskningsarbejder, som udføres for eller af instituttet, referater af byggetekniske møder afholdt af instituttet, m. m.  
Fortegnelsen omfatter kun rapporter, der endnu ikke er udsolgt.

- 1: *Økonomisk varmeisolering (Economical Heat Insulation)*, Poul Becher. 1949. 2. udgave 1950. 61 p. A<sub>4</sub>. Kr. 7,-.
- 11: *Mørteltilsætningsstoffer til brug ved vinterbyggeri (Mortar Admixtures for Winter Construction)*, Henry Dührkop. 1953. 40 p. A<sub>4</sub>. Kr. 3,-.
- 12: *Luftlyd i beboelsesejendomme (Airborne Sound in Dwellings)*, Fritz Ingerslev og Jørgen Petersen. 1954. 40 p. A<sub>4</sub>. Kr. 7,-.
- 13: *Byggetiden ved 10 enfamiliehuse (The Construction Time of 10 Single-family Houses)*. 1956. 53 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 14: *Prøvning af tre kontinuerlige betonblandere (Testing of Three Continuous Concrete Mixers)*. Per Bredsdorff, Johannes Landbo, Poul Nerenst og Niels Munk Plum. 1956. 146 p. A<sub>4</sub>. Kr. 16,-.
- 16: *Nyere etageboligplaner. Plantypekatalog og forslag til planvurdering (Contemporary Plans of Flats. A Catalogue of Plans, with Suggested Criteria for Comparative Evaluation)*, Aage Dalgas Rasmussen og Finn Vedel-Petersen. 1956. 92 p. A<sub>4</sub>. Kr. 28,-.
- 17: *Projekterede spisepladser i etageboliger*, Grethe Meyer. 1956. 126 p. A<sub>4</sub>. Kr. 24,-.
- 18: *Økonomisk rørsisolering (Economic Pipe Isulation)*, Poul Becher og Kristian Engelsen. 1957. 93 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 19: *Problemer vedrørende installation og drift af oliefyrringsanlæg*, Otto Juul Jørgensen og Frederik Olsen. 1957. 42 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 20: *El-installationer i boligbyggeri*, H. Justesen. 1957. 26 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 21: *Fejl og mangler ved betonelementer i montagebyggeri*, B. J. Rambøll. 1957. 24 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 22: *Økonomisk rørdimensionering ved centralvarmeanlæg (Economical Dimensioning of Pipes for Central Heating Systems)*, Poul W. Marke. 1957. 82 p. A<sub>4</sub>. Kr. 20,-.
- 23: *Akustiske problemer i skolebygninger (Acoustics in School Buildings)*, Fritz Ingerslev, Jørgen Petersen og Jørgen Kristensen. 1957. 45 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 24: *Pudsfri beton (Plaster-free Concrete)*, V. Galloë. 1958. 32 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 25: *Korrosionsproblemer i byggeriet*, H. H. Arup. 1958. 25 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 26: *Anlægsudgifter ved centraliserede og decentraliserede opvarmingsanlæg (The Investments at Centralized and Decentralized Hot-water Heating Systems)*, Kristian Engelsen. 1958. 36 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 27: *Det lille enfamiliehus. Planeksempler og vejledning i planudformning (The small Single Family House, Plan Examples and Guiding Lines)*, Ole Dybbroe og Grethe Meyer. 1959. 152 p. A<sub>4</sub>. Kr. 24,-.
- 28: *Om tegls frostfasthed. En litteraturgennemgang (On Frost Resistance of Tiles. A Survey of Literature)*, Jørn Jessing og H. P. Nielsen. 1958. 12 p. A<sub>4</sub>. Bilag 20 ark A<sub>4</sub> med i alt 160 kartotekskort. Kr. 16,-.
- 29: *Problemer ved licitations- og udførselsgrundlaget for beton- og jernbetonarbejder*, R. A. Larsen. 1958. 18 p. A<sub>4</sub>. Kr. 4,-.
- 30: *Træskeletvæggen som ydervæg i lavt boligbyggeri (Timber Frame Walls as Load-bearing Exterior Walls in One Storey Houses)*, Jørgen Bryrup. 1958. 107 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 31: *Brandtekniske forsøg med entredøre (Testing of Fire-Resisting Front Doors)*, Gerhard Hansen og H. Winkelmann. 1959. 18 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 32: *Beregning af bærende konstruktioner ved hjælp af elektronisk cifferregnemaskine. 1. Plane konstruktioner sammensat af lige stænger (Analysis of Loadbearing Structures by means of Electronic Digital Computer. I. Two-Dimensional Structures Composed of Straight Members)*, V. Galloë. 1959. 68 p. A<sub>4</sub>. Kr. 16,-.
- 33: *Forsøg med en større centralvarmekedel i Stationsparken (Test on a Boiler in a Central Heating Plant)*, P. Olufsen og Poul H. Rasmussen. 1959. 54 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 34: *Virkingen af byggetekniske fejl og mangler på vedligeholdelsesomkostningerne*, Erik Allin. 1959. 46 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 35: *Afløbsledninger og dræn*, O. Hyllested. 1959. 22 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.
- 36: *Røgundersøgelser ved større centralvarmeanlæg (Smoke Problems at Big Heating Plants)*, Knud Hansen. 1960. 60 p. A<sub>4</sub>. Kr. 16,-.
- 37: *Om rengøringsudgifter, deres afhængighed af bygningens materialer og udformning*, Alfred Born. 1960. 36 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.

## SBI studier (serien afsluttet 1956)

er en blandet publikationsrække, der spænder fra litteraturgengivelser og diskussioner til forskningsprogrammer, foreløbige beretninger og lignende.  
Fortegnelsen omfatter kun studier, der endnu ikke er udsolgt.

- 11: *Brandtekniske fejl og mangler i bygninger*, H. Høeg. 1954. 20 p. A<sub>4</sub>. Kr. 3,-.
- 12: *Fejl ved projektering af centralvarmeanlæg*, Poul Becher. 1954. 3. oplag 1958. 38 p. A<sub>4</sub>. Kr. 4,-.
- 14: *Fejl og mangler i forbindelse med bygningsmaling*, Svend Andersen og H. K. Raaschou Nielsen. 1954. 2. udgave 1955. 30 p. A<sub>4</sub>. Kr. 3,-.
- 16: *Staldventilering - hvordan?* Hans R. Junge. 1955. 43 p. A<sub>5</sub>. Kr. 2,50.
- 17: *Bibliography on Winter Concreting*, Poul Nerenst. 1955. 16 p. A<sub>5</sub>. Kr. 1,50.
- 18: *Nyere betonforme*, Knud E. C. Nielsen. 1955. 68 p. A<sub>4</sub>. Kr. 4,-.
- 19: *Typisering af affaldsskaktten*, Sven Lindholm. 1956. 49 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 21: *Fejl og mangler ved teglstensmurværk*, Henry Dührkop. 1956. 44 p. A<sub>4</sub>. Kr. 12,-.
- 23: *Røg fra centralvarmeskorstene*. 1956. 30 p. A<sub>4</sub>. Kr. 8,-.

PRIS KR. 8,—