

KBT.
DANSK INGENIØRFORENING · BYGGERATIONALISERINGSUDVALGET

MONTAGEBYGGERI

PUBLIKATION NR. 11

EL-INSTALLATIONER I MONTAGEBYGGERI

Electrical installations in prefab buildings

Mogens Voltelen, arkitekt, M.A.A.
og Jens Thorsen, ingeniør, M. af I.

Offentliggjort i Byggeindustrien, 1958, nr. 7

ARBEJDSUDVALG 4 KØBENHAVN 1958

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG

LABORATORIET FOR BYGNINGSTEKNIK

I henhold til lov nr. 209 af 7. juni 1952 har boligministeriet af midlerne til teknisk-videnskabelig forsknings- og forsøgsvirksomhed stillet 194.000 kr. til rådighed for Dansk Ingeniørforening til brug for et udvalg vedrørende BYGGERIETS RATIONALISERING, især MONTAGEBYGGERI.

Denne publikation er en del af udvalgets arbejde i årene 1954-57.

Arbejdet har været fordelt på nedenstående udvalg:

Hovedudvalg

- Arbejdsudvalg 1. Montagebyggeriets nuværende stade.
- Arbejdsudvalg 2. Facadeelementers rationelle opbygning og virkemåde.
- Arbejdsudvalg 3. Statiske problemer i montagebyggeri.
- Arbejdsudvalg 4. Fuger, tolerancer og installationer.

Udvalgsmedlemmer:

Medlem af udvalg:

Civilingeniør POVL R. ANDERSEN, formand for udvalg 4	Hovedudvalg, 2, 4
arkitekt PH. ARCTANDER, M.A.A.	Hovedudvalg, 1
underdirektør, civilingeniør J. CHRISTOFFERSEN	3
civilingeniør P. M. FREDERIKSEN	4
direktør, civilingeniør JOH. HARTMANN	1
arkitekt EDV. HEIBERG, M.A.A.	4
civilingeniør W. JØNSSON	3
civilingeniør JOHS. JØRGENSEN	1
civilingeniør C. C. KIRCHHEINER	2
professor P. KJÆRGAARD, M.A.A.	4
civilingeniør V. KORSGAARD	2
arkitekt ESKE KRISTENSEN, M.A.A.	Hovedudvalg, 1, 2
civilingeniør A. K. KROG	2
civilingeniør P. E. MALMSTRØM, formand for hovedudvalget	Hovedudvalg
civilingeniør, dr. phil. P. W. MARKE	2
civilingeniør E. PHAFF MØRCK	4
civilingeniør EW. OLSEN	4
civilingeniør E. C. PEDERSEN	Hovedudvalg, 1
professor, dr. techn. B. J. RAMBØLL, formand for udvalg 3	Hovedudvalg, 3, 4
civilingeniør B. HØJLUND RASMUSSEN	Hovedudvalg, 3
civilingeniør SØREN RASMUSSEN	Hovedudvalg, 3
civilingeniør W. R. SIMONSEN, formand for udvalg 1	Hovedudvalg, 1
civilingeniør H. C. E. TEISEN	4
ingeniør J. THORSEN, M. af I.	4
civilingeniør V. USSING, formand for udvalg 2	Hovedudvalg, 2, 3
arkitekt M. VOLTELEN, M.A.A.	4
civilingeniør J. N. M. WÆRUM	1
civilingeniør JOHS. F. MUNCH-PETERSEN, sekretær for	Hovedudvalg, 1, 2, 4

I udvalgenes arbejde har endvidere deltaget civilingeniørerne M. EGESKJOLD (2), JØRN LUND (2), H. O. SONNE ANDERSEN (3), K. NOMMESEN (3), FL. MØLLER (4) samt nogle polyteknikere ved løsning af specielle opgaver.

Arbejdsudvalg 4:
Fuger, tolerancer og installationer

EL-INSTALLATIONER I MONTAGEBYGGERI

Electrical installations in prefab buildings

Mogens Voltelen, arkitekt, M.A.A. og Jens Thorsen, ingeniør, M. af I.



Elektriske installationer hører til de senest tilkomne af byggefagene, og kan egentlig ikke siges at være indpasset på en rimelig måde hverken konstruktivt eller med hensyn til arbejdsgangen selv i det traditionelle byggeri. Elektrikeren må komme på bygningen på flere adskilte tidspunkter og ofte hugge eller skære i vidt omfang i de af andre fag udførte bygningsdele, ligesom problemet efterreparationer har intim forbindelse med elektrikerarbejdet.

Den elektriske installation i boligbyggeriet kan opdeles i forskellige afsnit, hvor vi her især vil skelne mellem på den ene side installationen indtil og med måleren og på den anden side installationen efter måler. Den første har været behandlet i et tidligere udvalg og indtager iøvrigt en særstilling, fordi værket forbeholder sig en særlig bestemmelsesret over dette afsnit (Strømforsbruget er jo først „købt“ og afregnet efter måleren). Det sidste, den egentlige lejlighedsinstallation, er mere differentieret og i højere grad overladt til den byggendes egne dispositioner under iagttagelse af stærkstrømsreglementet og lokale regulativers bestemmelser. I denne udvalgsbehandling har næsten udelukkende lejlighedsinstallationen efter måleren været genstand for overvejelser.

Denne installation består af fire principielt forskellige hovedbestanddele:

I) De „kanaler“ (stålrør, klem-lister, dåser etc.) hvori *ledningerne* føres og evt. forbindes.

II) Selve *ledningerne* fra måler eller hovedafbryder til installationens *montagegenstande*.

III) *Montagegenstandene*, hvorved forstås de komponenter, hvori ledninger i den faste installation afsluttes. Til denne gruppe hører afbrydere, rosetmateriel, fast installerede lamper o.l.

IV) *Bruggenstande*, som med en ofte bevægelig ledning tilsluttes til montagegenstande. Hertil hører især pendellamper, koge- og varmemateriel o. s. v. samt de utallige velkendte genstande, der blot tilsluttes en stikkontakt, bordlamper, radioapparater, o. s. v. o.s.v. Denne sidste gruppe hører i modsætning til de tre første ikke til den faste installation og kommer derfor kun indirekte ind i overvejelserne indenfor dette udvalg.

Udgangspunkt for arbejdet

I det traditionelle byggeri har *ledningsføringen* (fra hovedafbryder til montagegenstande) efterhånden fundet bestemte veje: I etageadskillelsen fordeles – ofte fra klemliste – i hovedsagen stråleformet (efter princippet om den korteste vej) ud til montagegenstande i loftet eller nedføringer i væg. I støbte dæk og vægge udlægges rør inden støbningen. I opmurede vægge føres tilsvaren-

de fra dæk til montagegenstand, ofte skråt i huggede riller.

Dette rumlige mønster kan kun delvis overføres til montagebyggeriet. Man er stadig henvist til at følge dæk og vægge, men har ikke samme mulighed for at gå på skrå ad den korteste vej, afstukket efter de individuelle forhold. Man er i højere grad bundet til enten et strengere koordinationsystem, hvor man følger f. eks. fugerne eller elementernes kanter, eller til forud i elementerne indlagte kanaler.

Denne nødvendighed for under alle omstændigheder at revidere gældende sædvaner for installationen vil det være rimeligt at udnytte til et forsøg på at hidføre en rationalisering af selve installationsprogrammet og af installationsarbejdet. De mest fremtrædende hidtidige mangler er som antydnet: Adskilte processer (1: lægning af rør, 2: trækning af ledninger, 3: montering af montagegenstande), nødvendigheden af hugning, skæring og boring for rørføring med påfølgende efterreparation.

Et første led i bestræbelserne for rationalisering må være at søge elektrikerens operationer samlet mest muligt i tid og sted. Her er det rimeligt at undersøge mulighederne for, at de ovenfor som punkt 1) anførte bestanddele af installationen, „kanaler“ for ledningerne, udføres i elementerne på elementfabrikken. Det kendes jo allerede fra det traditionelle byggeri, at snedkere oplæg-

ger klemlister, hvori elektrikerne senere trækker ledninger. Der skulle derved åbnes mulighed for, at elektrikerens arbejde kan koncentrereres på bygningen, højst i to helst kun eet besøg i modsætning til de nuværende tre. Også under hensyn til den tørrere byggemåde kan det måske lade sig gøre at slå procesleddene ledningstrækning og montage af genstande (der nu normalt falder på adskilte tidspunkter) sammen til een operation, der derefter udgør elektrikerens eneste besøg på bygningen.

Forhold til myndighederne

Det må imidlertid erindres, at elektriske installationer i vid udstrækning bindes af autoritative bestemmelser, nedlagt først og fremmest i Stærkstrømsreglementet og forvaltet af Elektricitetsrådet. Det er vel uundgåeligt, at en del af reglementets bestemmelser er knyttet til det hidtil kendte i bygge- og installationspraksis, således at et forsøg på rationalisering kan komme til at opstille mål, der ikke lader sig forene med det øjeblikkeligt gældende reglement.

På den anden side må det vel forventes, at velbegrundede forslag, der ikke i sikkerhedsmæssig henseende eller overfor andre essentielle hensyn medfører ringere løsninger end forudsat i reglementet, før eller senere kan føre til en revision af reglementet for at tilpasse dets bestemmelser til nye metoder og muligheder. Ud fra denne forudsætning er udvalgets arbejde gjort.

Principper og muligheder

I erkendelse af, at der er en stor række af tekniske og organisatoriske spørgsmål, som i denne forbindelse må klares, har udvalget ment at måtte indskrænke sig til at fremsætte nogle skitse-

sige forslag, der utvivlsomt kræver en del videre bearbejdning, inden de eventuelt kan finde indpas i byggeriet, og de nedenfor beskrevne principper for installationen i elementbyggeriet er tænkt som sådanne ideforslag fremlagt for de i sagen interesserede parter, fabrikanter, installatører, elektrikerne, projekterende, bygherrer og myndigheder til diskussion og videre bearbejdning, evt. til forsøgsvis realisation.

Under udvalgets arbejde har det været drøftet, om man kunne forenkle grundprincippet i de sædvanlige husinstallationer, som kompliceres deraf, at ledningerne fordeles vandret i etageadskillelserne, mens ledninger til afbrydere og stikkontakter skal føres lodret til deres sted i væggen. Stikkontakter kunne tænkes placeret – som tilfældet er i nogle andre lande – i eller langs fodpanel, hvorved det findes naturligt at fordele ledningsnettet i samme højde. Derved bliver afbrydernes problem uløst. Hvis man, som det kendes f. eks. fra U.S.A., sætter afbryderne ved loftet og betjener dem ved snoretræk, kan ledningsfordeling, afbrydere og lampetilslutning ske ved loftet, men stikkontakterne skal alligevel ned. Ingen af disse tanker byder på en generel løsning. Det har endvidere været drøftet at indføre relætænding, hvor selve afbryderen i stærkstrømskredsen sættes på det bekvemste sted, mens betjeningsknapperne forsynes med svagstrømsledninger, som er mindre krævende, bl. a. i sikkerhedsmæssig henseende. Indtil videre har man ikke ment, at fordelene herved stod mål med vanskelighederne ved deres indførelse.

Fra Tyskland kendes en konstruktion, hvor man anbringer tynde strimmelformede ledninger på den rå mur inden pudningen, sådan at pudsen dækker disse installationer. Overfor denne kon-

struktion har udvalget især været betænkelig med hensyn til de indskrænkede muligheder for at ændre og udvide installationen, og har heller ikke i tilstrækkelig grad følt sig tryk ved forslagets sikkerhedsmæssige konsekvenser. I Amerika kendes, under navnet Plug-In-Strips, lange flade plasticbånd med indbyggede ledere, der opsættes på væggen sådan, at man overalt kan fastgøre specielt formede stikdåser for stikpropper. Også i Tyskland findes forsøgs-mæssigt et lignende system, men noget videre udviklet. Her har plasticskinnen en beskyttende jordledning og er således udformet, at den kan indpudses plan med væggen. Der findes en særlig stikprop, der uden stikdåse sættes direkte ind på skinnen, og yderligere kan der anvendes specielle stikdåser til normale stikpropper. Systemet tillader afgreninger og lodret føring. Der findes endvidere ganske tynde dækskinner, som skal muliggøre anvendelsen i fugtige rum.

Disse sidste konstruktioner løser dog kun en stærkt begrænset del af hele installationens problem, og samtidig er de på afgørende måde i modstrid med de hidtil herhjemme håndhævede bestemmelser for stikkontakter.

Een forenkling mener man dog at kunne gå ind for. I nyere byggeri er det af hensyn til møbleringens stærke variationer blevet almindeligt at sætte rosetten for loftslamper ved sammenskæringen mellem væg og loft og derfra føre bevægelig ledning ud til lampens – gerne vekslende – plads. I elementbyggeriet byder denne løsning også på tekniske lettelser, så den er lagt til grund i de forslag, der er skitseret i det følgende.

Forslag til ledningsfordeling

For ledningernes fremføring har forskellige principper været

drøftet. Fugerne, som danner latente kanaler i elementerne, har været overvejet som plads for ledningerne, men man har ikke fundet nogen rimelig løsning ad den vej. Vandret fordeling kunne tænkes foretaget i forud udsparede vandrette riller i elementerne enten foroven eller forned, men den deraf følgende reduktion af tværsnittet på et sted, der bl. a. af hensyn til montagen er ugunstigt, har gjort denne løsning utilrådelig. Fordelingen kan

tilsvarende tænkes gjort i rørformede kanaler i elementerne, hvilket giver langt ringere svækkelse i konstruktiv henseende. Her opstår problemer ved tilslutningen mellem rør og rør i to tilstødende elementer samt hvor døre skal passeres. Til løsning af dette spørgsmål er der vist et forslag.

Dernæst er overvejet at føre ledningerne uden på væggen, og hertil kunne man tænke sig fodlisten anvendt, eller en passende spinkel klemliste langs loftet. I de

fremlagte forslag har man valgt løsningen med klemliste langs loftet, mens fodlisten i et andet forslag er udnyttet til indfældede, specielle stikkontakter i kombination med et system, hvor ledningerne føres i kanaler i elementerne.

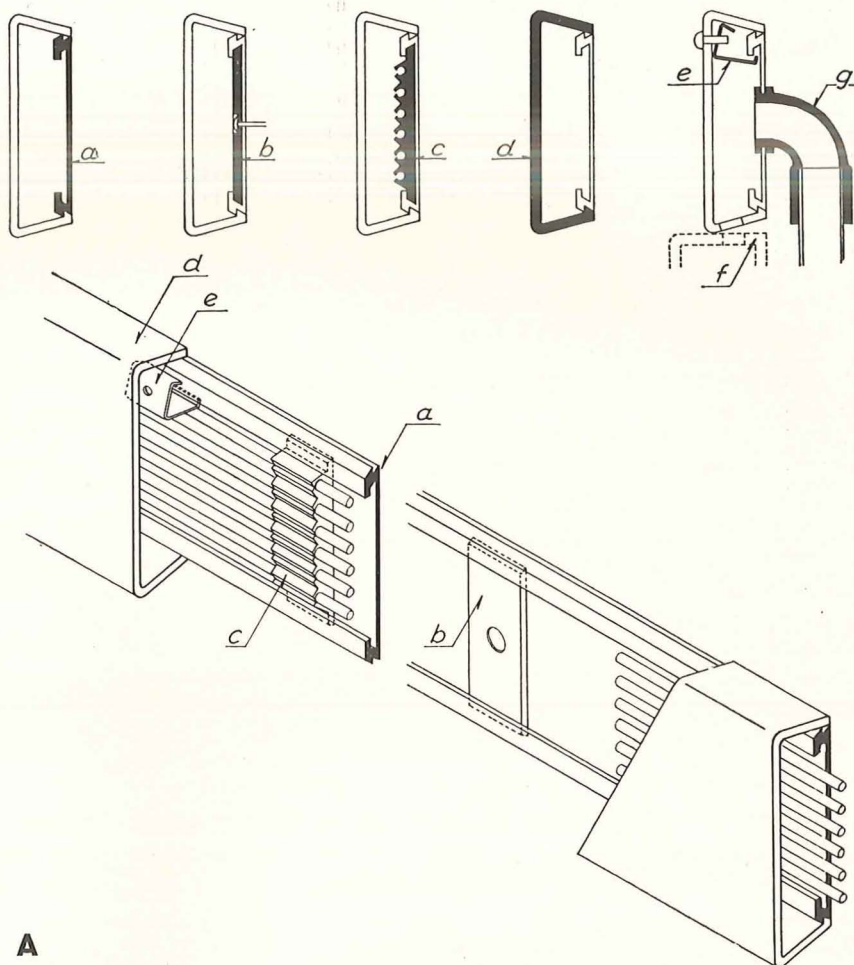
*

I det følgende beskrives nogle forslag til forskellige klemlisteprincipper og et princip med ledningsfordeling i vægelementerne.

A, B, C

KLEMLISTER LANGS LOFT

Princippet i de foreslåede klemlisteinstallationer er, at alle rum forsynes med en spinkel klemliste langs alle vægge umiddelbart under loftet. Der bliver derved mulighed for at fordele ledninger over hele lejlighedsplanen med udføring for loftlamper og nedføring for afbrydere og stikkontakter. Ved at føre ledningerne i disse udvendige klemlister undgås i hovedsagen problemer med indhugninger og tilpudsning for rør o.l. Forudsætningen for, at princippet kan accepteres, må være udformningen af en tilstrækkelig lille og tilstrækkelig elegant klemliste, der her er tænkt i plastic, som nærmere beskrevet i det følgende. Derved danner klemlisten et soigneret arkitektonisk element, som samtidig kan tjene til at dække over fugen mellem væg- og loftelementer.



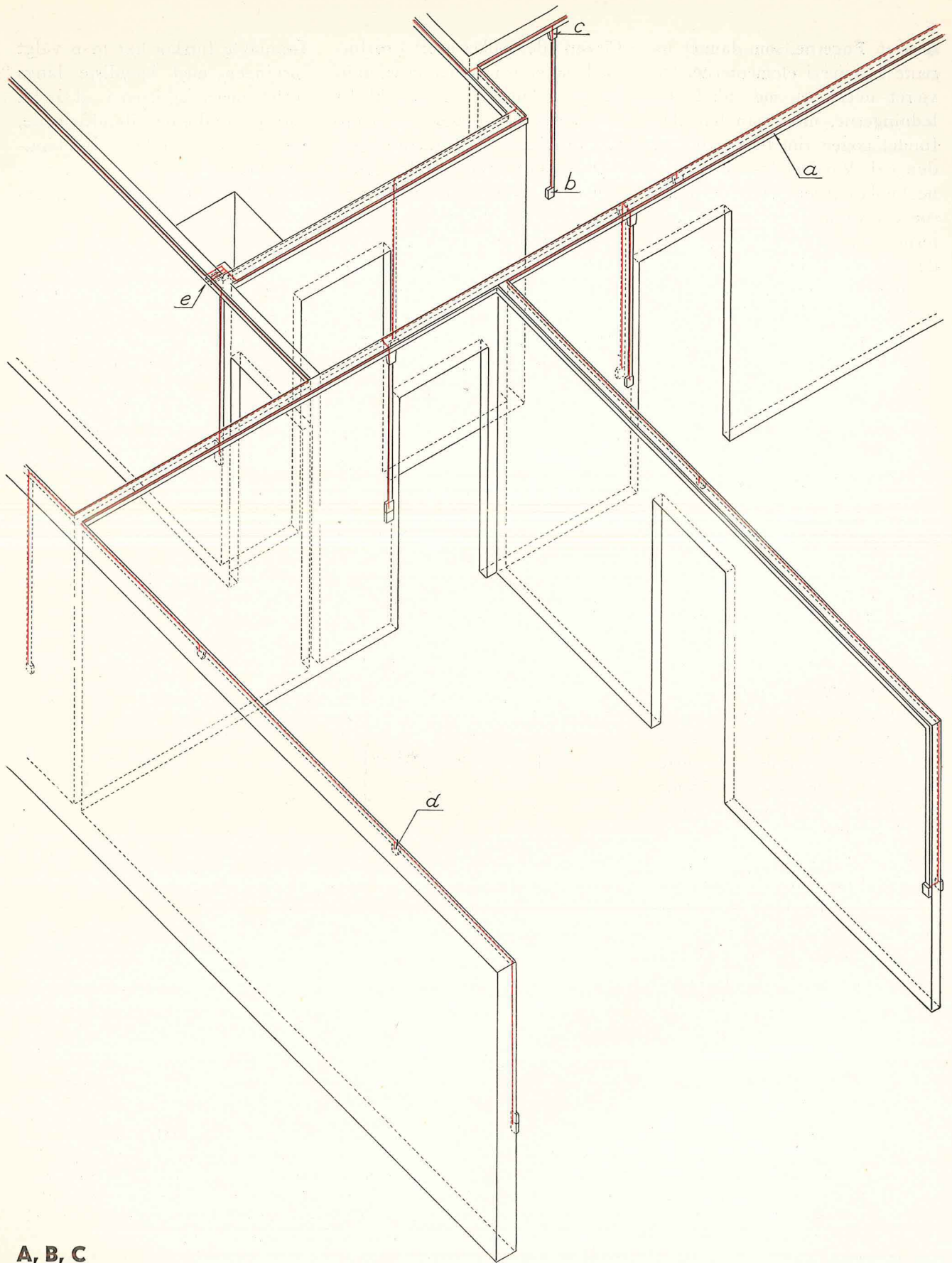
A

Fig. 1 og 2. Klemlistetype med adskilte ledninger. I dette alternativ består klemlisten af en fortløbende bundliste (a) med ind- og udvendige false (kan fremstilles ved extrusion). Listen kan klæbes på væggen og kan yderligere fastholdes ved spændestykker (b) af et hårdt og sejt materiale, fastholdt ved stifter til betonvæggen. Ledninger af sædvanlig type fastholdes i klemmeindsats (c) af et mere sejt, bøjeligt materiale, der kan klemmes eller vrides ind i bundlistens fals med passende mellemrum. Listen lukkes med en dæklister (d) af ligeledes ekstruderet plastic. Denne liste fastholdes forned af falsen og foroven med mellemrum af metalfjedre (e), som ved en skrue fra forsiden trækkes op til indgreb i

bundlistens fals og derved fastholder dæklister, så den kun kan aftages med værktøj (reglementskrav). Udførelse af bevægelig ledning til loftarmaturer sker fra specielle dåser (f) af tilsvarende materiale, opsat umiddelbart under klemlisten. Heri kan sløjfes, bevægelig ledning kan monteres, og nedføring til afbryder eller stikkontakt kan ske.

Nedføring kan også ske til stålør i vægelement gennem et specielt Nylon-formstykke (g) der kan „knappes“ igennem bundlisten. Tilsvarende princip benyttes ved gennemføringsrør gennem væg.

Det forudsættes, at alle huller i listen lokkes eller klippes på stedet med specielt håndværktøj.

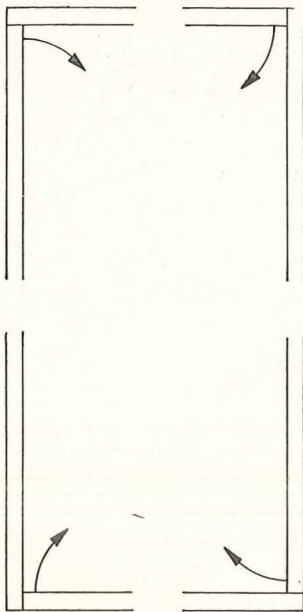


A, B, C

Fig. 3. Aksonometrisk skitse af principperne for en „listeinstallation“. Spinkle klem-lister (a) langs med loftet; ved alle ned-føringer til afbrydere (b) anbringes umiddelbart under klem-listen små dåser (c) for sløjfning og trækning. Tilsvarende

dåser anvendes til udløbsrosetter (d) for loftlamper. Ledningsfordelingen fra rum til rum opnås igennem indstøbte rør (e) eller udsparinger, sådan anbragte, at de dækkes af klem-listen. Elementer og klem-lister vist med sort, ledninger med rødt.

Fig. 4. Opsætning af lister. Klemliesterne tænkes principielt afskåret i længde efter hele væggen og sammenskåret i hjørnerne som vist. Aftagning og opsætning af dækslerne kan ske, som pilene antyder.



A, B, C

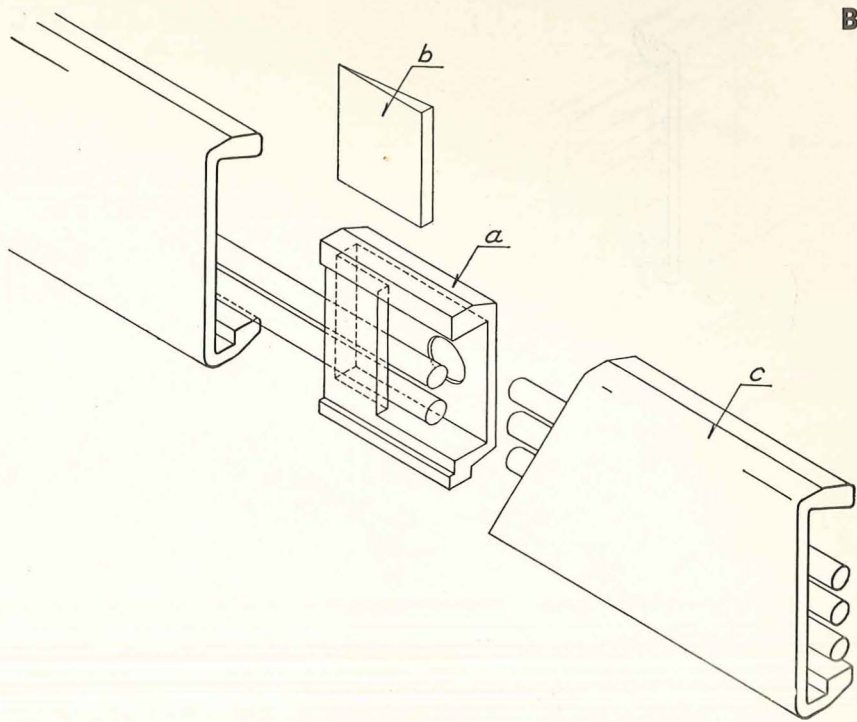


Fig. 5. Klemlistetype med tætliggende ledninger. I denne variant føres ledningerne gennem bøjlestykker (a), der er anbragt på væggen med mellemrum i stedet for bundlisten. Bøjlerne fastgøres i betonvæggen med stålstifter gennem den viste udsparring. Ledningerne fastholdes med kileformede spændestykker (b) ved afgreninger og ved sidste bøjlestykke på hver væg, og kan ved denne løsning ligge tæt sammen, hvorved klemliste-højden reduceres. Dæklisten (c) fastklemmes på bøjlestykkerne. (Der er ved denne udformning ikke taget hensyn til kravet om værktøj for adgang til ledningerne).

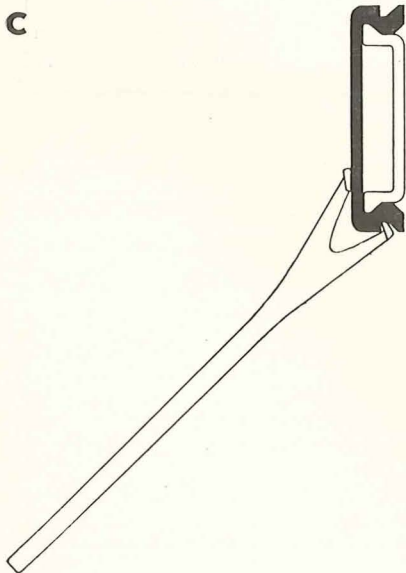


Fig. 7. Åbning af klemlisten. Specialnøgle til aftagning af den i fig. 6 og 8 viste dækliste, der iverigt fastholdes til bøjlestykkerne ved materialets spænding.

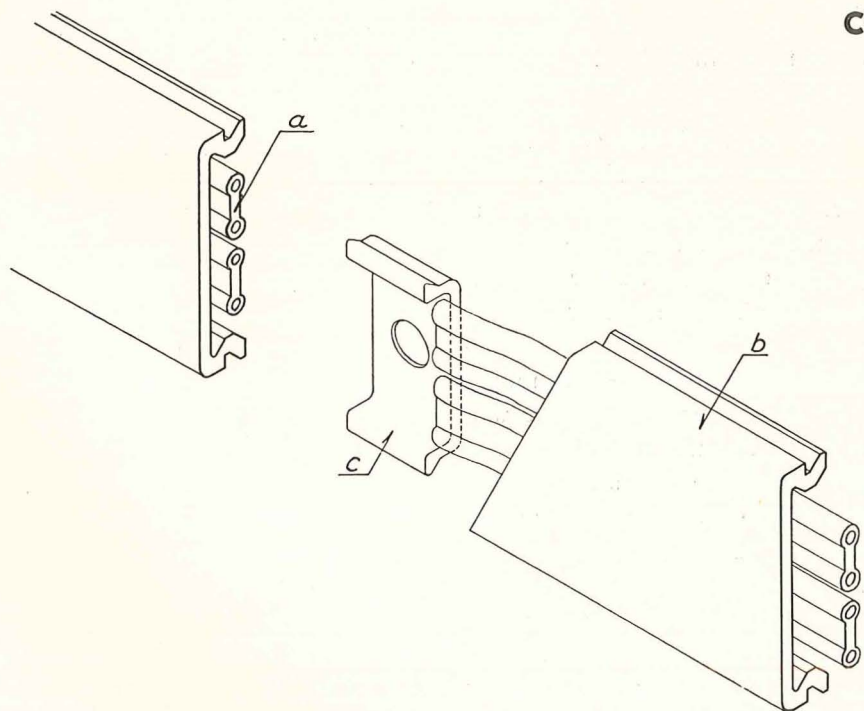
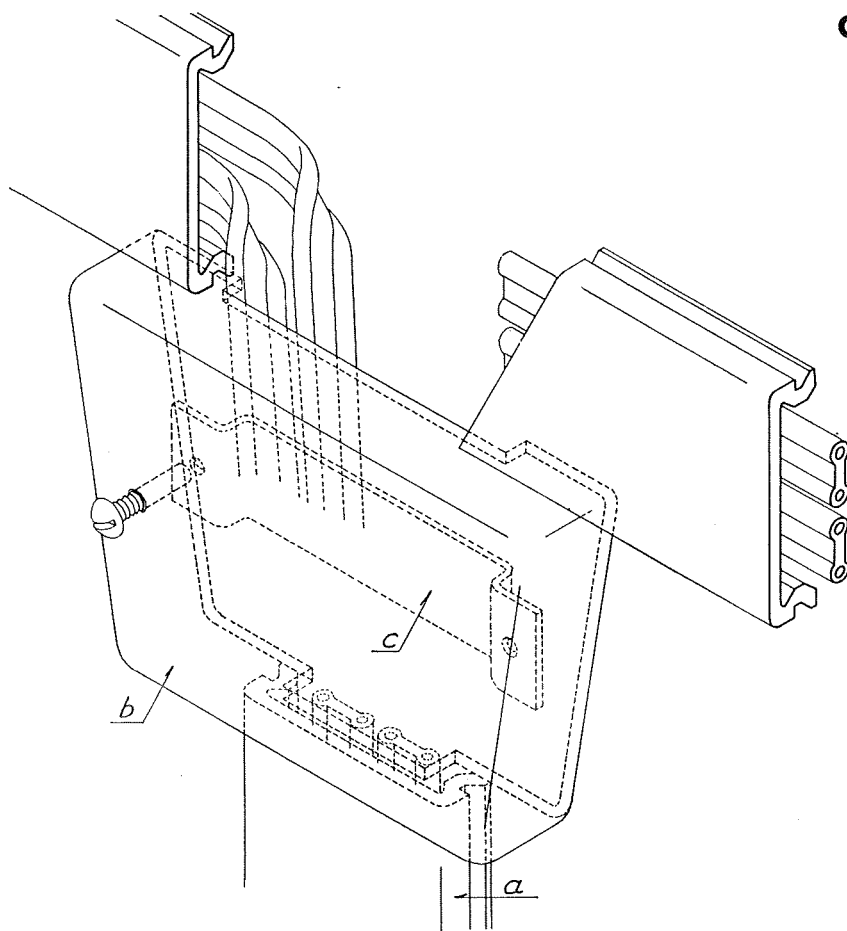


Fig. 6. Klemlistetype med ledningsbånd. I denne variant anvendes flade dobbeltledninger (a) af plastic, stiftet eller klæbet til væggen, og klemlisten, der kun består af dæklisten (b) og fastgørelsesbøjler (c), tjener her kun til beskyttelse af ledningen.



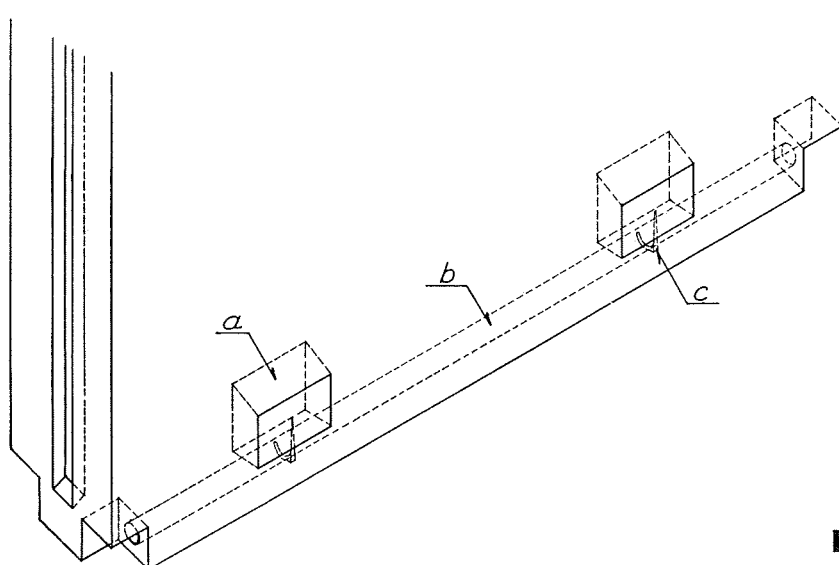
C Fig. 8. Afgreninger på klemlisten. Nedføring (a) til afbrydere og stikkontakter kan ske udvendig i tilsvarende klemliste via en speciel plasticdåse (b), som vist. Dåsen fastholdes til bøjlen (c), der fastgøres til væggen med søm eller stålstifter. I dåsen kan sløjfes med klemmer og foretages udførelse af bevægelig ledning. Alternativt kan nedføringen ske ved, at den lodrette klemliste simpelt stødes imod den gennemgående liste, der da forsynes med en udklipning i undersiden.

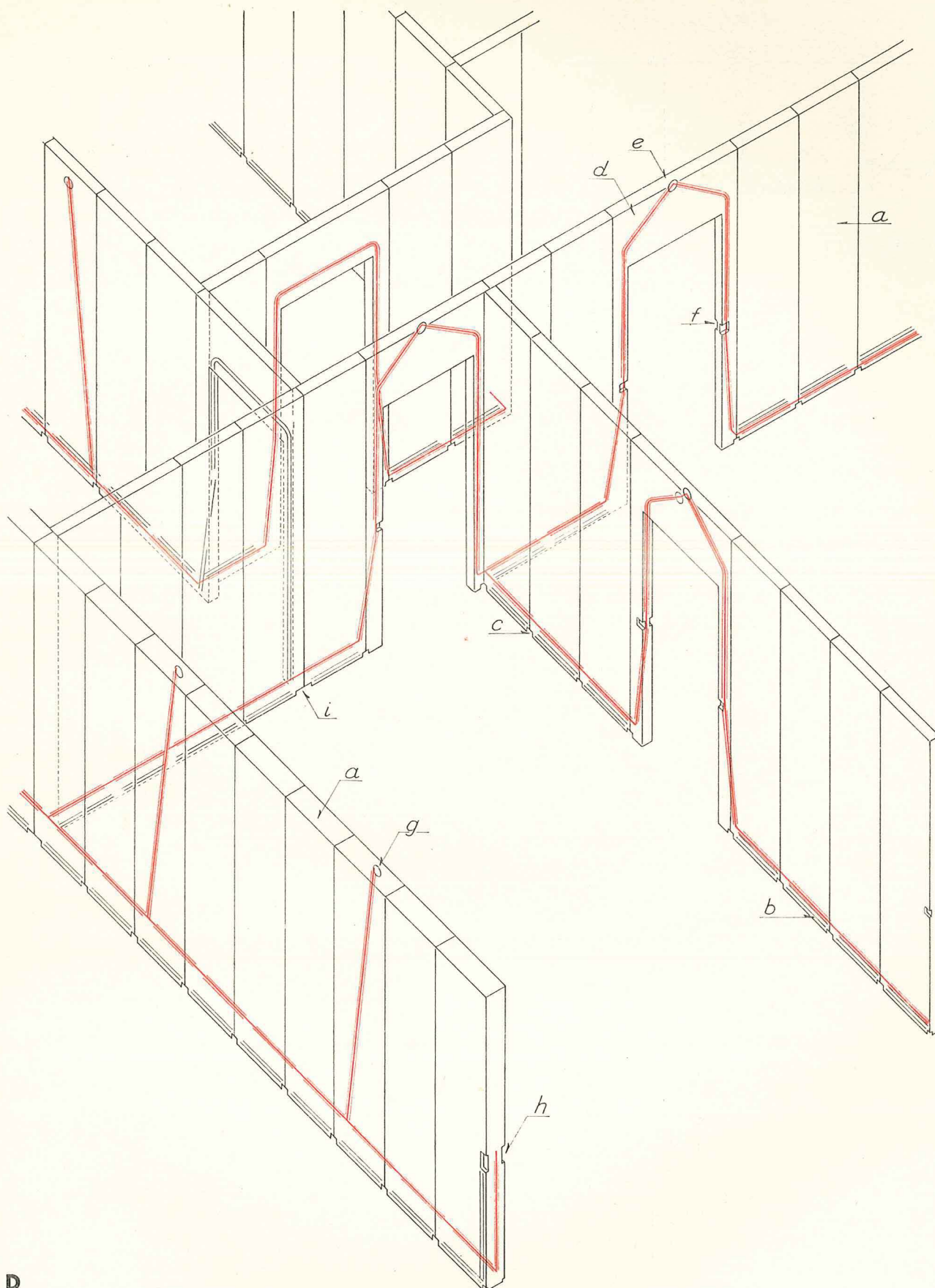
D
LEDNINGSFØRING LANGS FODPANEL

Det andet foreslåede hovedprincip for ledningsfremføring i elementbyggeri går ud på at fremføre ledninger i forud indstøbte rør langs fodlisterne. Ved hver samling mellem pladeelementer dannes en åbning der letter ledningstrækningen og muliggør gennemføring fra vægside samt udtagning til stikkontakter, som anbringes i fodlisten, der samtidig tjener som dæksel for udsparingerne. Ved alle dørelementer føres ledningerne i rør op over døren, hvorved der samtidig dannes mulighed for afbryder ved den relevante dørside samt for samle- og trækedåse ved loftet. Denne kan benyttes som udløbsdåse til supplerung af de i specielle elementer anordnede dåser.

Fig. 9. Enkelthed af bygningselements nedre del.

Ved (a) er vist indstøbte svalehaleformede klodser, som indlægges i formen og tjener til at fastholde røret (b) med de viste hager (c). Klodserne (a) benyttes til fastgørelse af fodlisten. I hjørnerne er der udsparinger, der dels tjener som overgang fra element til element, dels som trækedåser og dels som tilslutningsdåser for stikkontakter (vist i fig. 13).





D

Fig. 10. Aksonometrisk skitse af installation med indstøbte rør. I alle normale (a) og flere specielle elementer er indstøbt rør i begge sider langs elementernes underside. Rørene udmunder i udsparinger (c) ved elementernes sammenstød. Dørelementer (d) har rørføring op over døråbningen til samle- og trække-dåse (e) ved loftet. Ved begge dørsider udsparring (f) for af-

bryder. I specielle elementer findes udløbsdåse (g) eller udsparring for stikkontakt (h) i bordhøjde. Ved (i) er vist et specialelement med bredere udsparring ved gulv, jvf. fig. 12 Elementer og ubenyttede rør vist med sort, benyttede rør og ledninger med rødt.

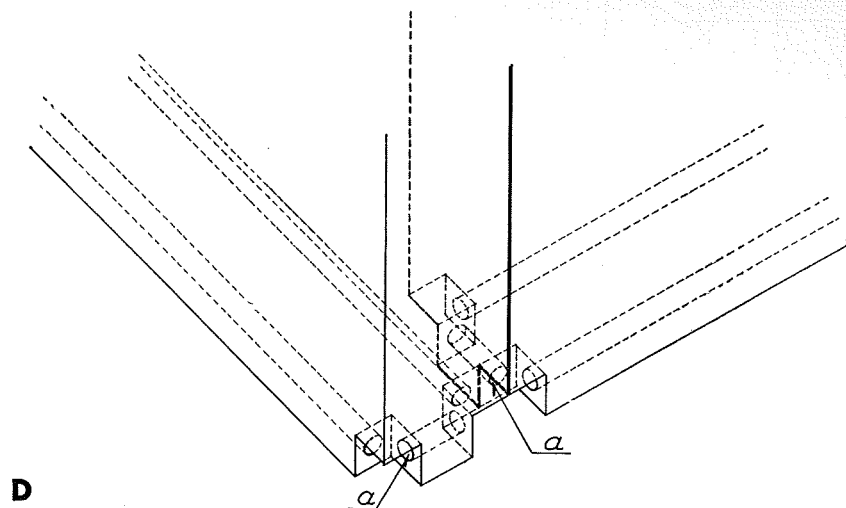


Fig. 11. Specialelementer i et udadgående hjørne.

Det ses, hvorledes de små tværgående rør (a), som forbinder udsparingerne i vægelementernes to sider, muliggør forbindelser fra rum til rum.

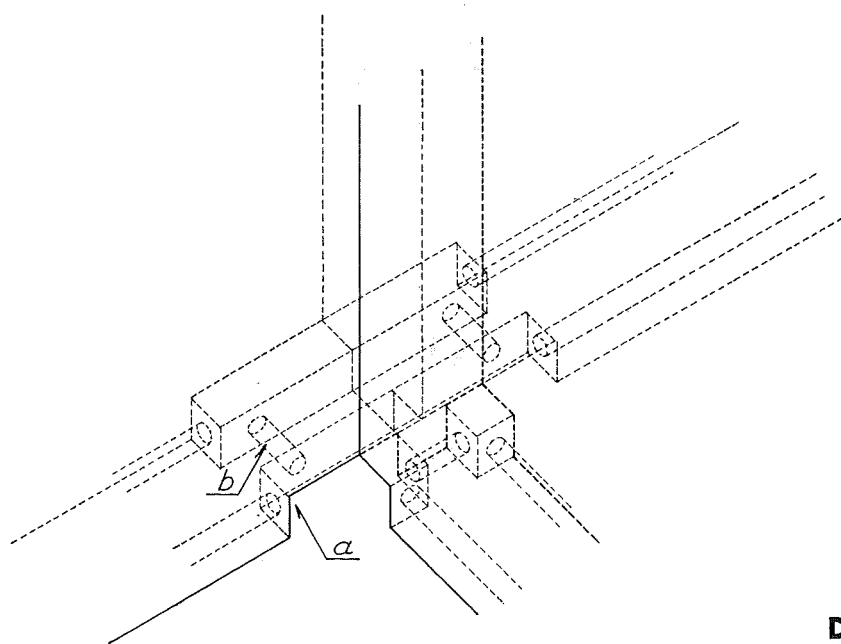


Fig. 12. Specialelementer ved tilstødende tværvæg.

Elementerne i den langsgående væg har udsparinger (a) ca. tre gange så lange som i normalelementer af hensyn til plads for ledningsmontering, og er også forsynede med små tværrør (b).

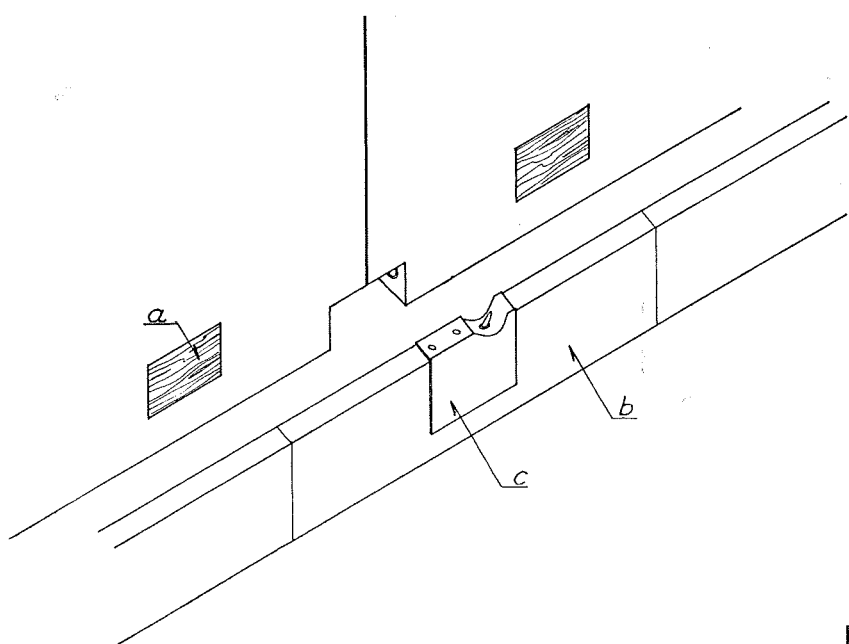
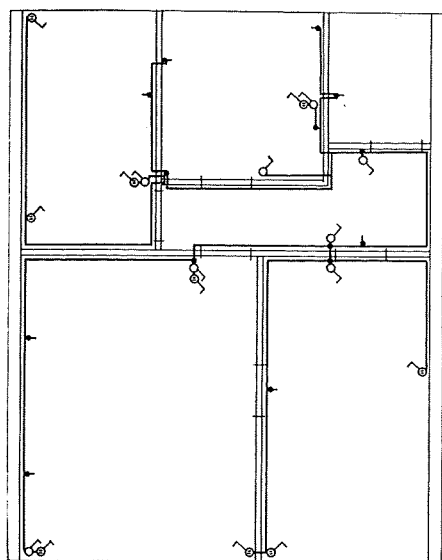


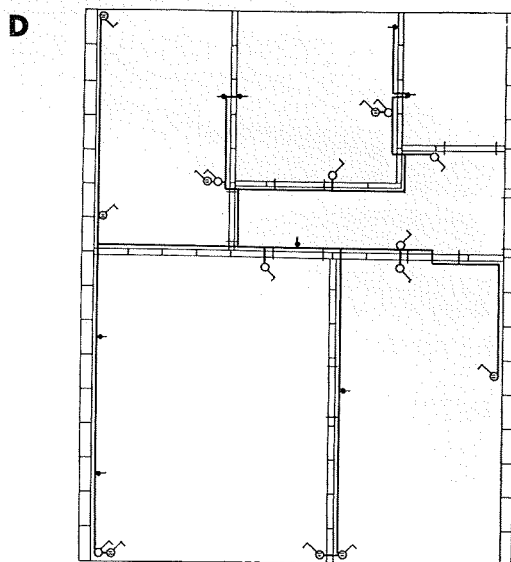
Fig. 13. Stikkontakt i fodliste.

Foran to sammenstødende vægelementer, hvori man ser de indstøbte klodser (a), er vist en fodliste med et specialstykke (b) indeholdende en særlig stikkontakt (c). Specialstykket (b) tænkes leveret med stikkontakten indbygget, og stikkontakten tilsluttes ledningerne i udsparingerne, der befinder sig ud for stikkontakten. Dette specialstykke har en længde, der svarer til halv elementbredde, og skrues ind i klodserne (a). Fodlister uden stikkontakter tænkes tilsvarende profileret, men i større længder, og kan stiftes eller skrues på efter ønske.



A, B, C

Fig. 14. Eksempel på installationsplan i en forekommende lejlighedstype i elementhusbyggeri med anvendelse af den foran beskrevne klemlisteinstallation. (Forslag A, B eller C).



D

Fig. 15. Samme lejlighedstype med indtegnet installation efter princippet med forud indstøbte rør i elementerne langs fodpanel. (Forslag D).

ENGLISH SUMMARY

This article describes briefly the problems arising from the adaptation of the electrical installations to rational building methods, particularly in connection with prefabrication, and a number of improvements are proposed, some of which being subject to a revision of the requirements in force.

The proposals are divided into two groups: installation in casings (the principle is shown in fig. 3) and installation in conduits or recesses in the lower part of the elements (the principle is shown in fig. 10). Three different details of the installation in casings are shown: separate wires (marked A), close-set wires (marked B) and wire strips (marked C). The

installation in conduits or recesses is marked D, and some connection details of the elements are shown in figs. 9, 11 and 12. Fig. 13 shows a special plug-socket inserted in the skirting-board (in accordance with regulations in force, plug-sockets shall be placed 10 cm above the floor, and each plug-socket shall be provided with a separate switch).

PLANLAGTE PUBLIKATIONER
I MONTAGEBYGGERI-SERIEN

omhandler følgende emner:

- Udvalg 1. *Montagebyggeriet idag. (Publ. nr. 9).*
- Udvalg 2. *Kuldebroer. (Publ. nr. 2).*
Fugttransport i ydervægge. (Publ. nr. 7).
*Facadeelementers rationelle opbygning og
virkemåde. (Publ. nr. 8).*
(Publ. nr. 8 inkluderer publ. nr. 2, 7 og tillæg 8A).
- Udvalg 3. *Skiver opbygget af elementer. (Publ. nr. 1).*
*Bæreevne af tværbelastede,
indstøbte bolte.*
*Koncentrerede belastninger på
bjælker. (Publ. nr. 5).*
- Udvalg 4. *Fuger. (Publ. nr. 4).*
*Samling af elementer,
specielt betonelementer.*
Byggeriets nøjagtighed. (Publ. nr. 6).
*Statistik, målinger fra praksis,
betonelementer, forme, råbygningen.*
Rørarbejdets rationalisering. (Publ. nr. 10).
El-installationer. (Publ. nr. 11).
Modulordningen. (Publ. nr. 3).