

Peris Ostergaard

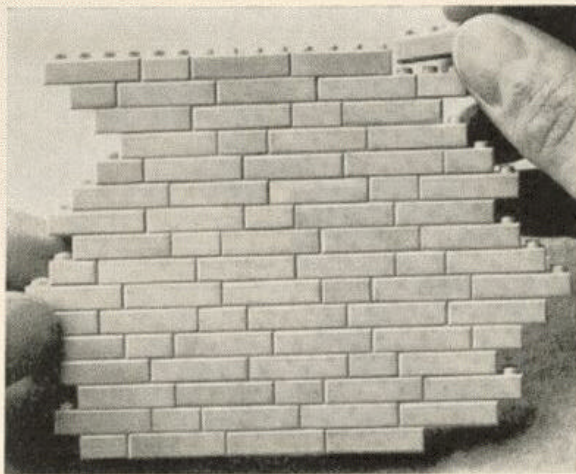
TEGL

9 MUNKEFORBANDTER

MUNKEFORBANDTER

AF NAUR KLINT

KØBENHAVN 1968

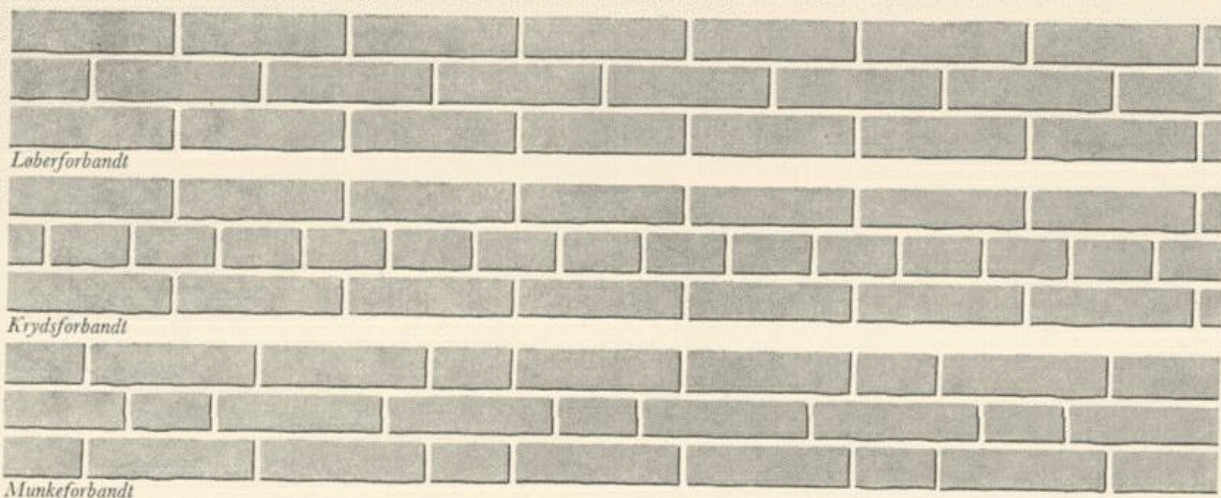


Den samfundsmæssige differentiering forårsager, at kravene til byggeriets parter øges saa at sige dag for dag. Det stadigt voksende arbejdsomraade skaber behov for aflastning, for eksempel gennem haandbøger og anvisninger. Dette hæftes formaal er at udbygge kendskabet til den metodiske opbygning af forbandternes visuelle udtryk med henblik paa udbredelsen af et mere bevidst og dermed mere nuanceret forbandtvalg.

Tekst, tegninger og den grafiske tilrettelegning: Naur Klint. Medarbejder paa tegnestuen: arkitekt, fru Lisbeth Gasparska. Fotografier: side 22 Kirsten Kyhl, øvrige sider Ole Woldbye. Civilingeniørerne Ingvard Christensen og Henry Dührkop har bistaaet med gode raad, fru Elisabeth Hansen takkes for laan af arkitekt Knud Hansens efterladte materiale om forbandter, som har været til inspiration i behandlingen af dette tema. Oplag: 20.000 eksempl. Klichéer: Bernhard Middelboe. Tryk: Det Berlingske Bogtrykkeri. UDK nr. 693.22. SFB nr. (21) Fg 2. Eftertryk er tilladt, hvis kilde angives. TTT november 1968.

TEGLINDUSTRIENS TEKNISKE TJENESTE

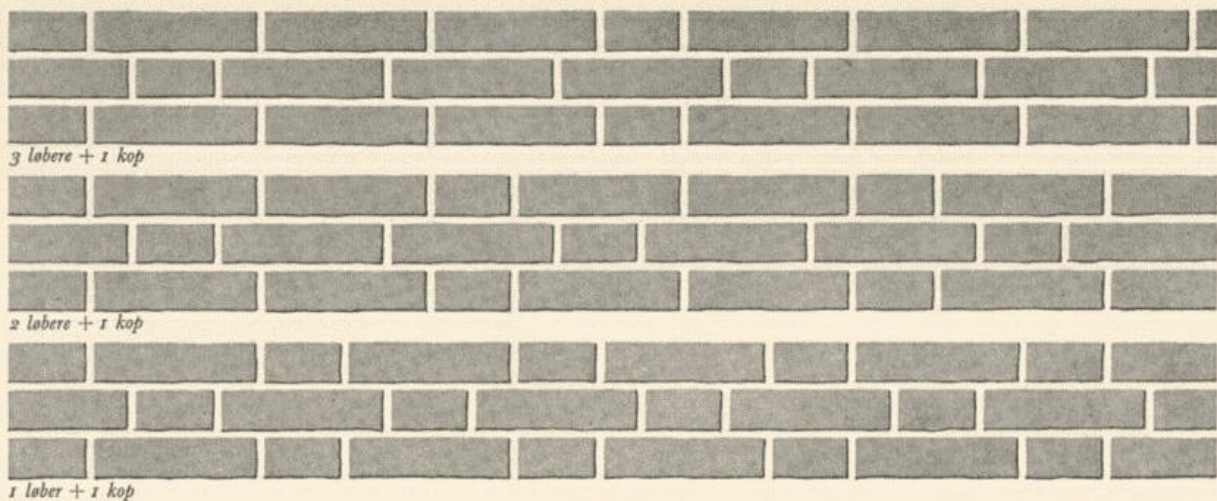
Læs om:	side
FORBANDTGRUPPER	3
MUNKEFORBANDTER	5
AUGUST RASMUSSENS FORBANDT....	7
KNUD HANSENS FORBANDT.....	9
FORBANDTMULIGHEDER	11
SKIFTEOVERGANGE	13
FIGURTEGNING.....	15
MODUL OG FORBANDTSTYRKE.....	17
HJØRNER OG FALSE	19
FORBANDTVALG	21
MØNSTERMULIGHEDER	23
BILAG: MAPPE MED 9 MUNKEFORBANDTER	



Forbandtgrupper - Definition

Fuge, farve, stof og forbandt er de komponenter, der giver murværket dets karakter. Udelukkes de tre første gennem skematisk tegning, er man i stand til at bedømme forbandtets virkning. Selvom forbandtets bestanddele kun udgøres af murstens lang- og kortside, d. v. s. henholdsvis løber og kop, er der overordentlig mange muligheder for forbandter af forskelligt udseende. Der kan opnaas forbandtmønstre med figurer af varierende udstrækning og form, ligesom figurtegningen kan være mere eller mindre dominerende. Mønstrer kan i reglen opfattes selv paa afstand, hvorfor forbandtet er et virkemiddel af arkitektonisk betydning. Forbandterne kan opdeles i følgende grupper: rene løberforbandter, d. v. s. løbere i samtlige skifter, forbandter med vekselvis løber- og kopskifter, som krydsforbandtet, og munkeforbandterne, der er behandlet i dette hæfte. Ved munkeforbandter forstås forbandter, hvor hvert skifte indeholder den gentagne enhed af én, to, tre eller flere løbere for hver kop. Navnet munkeforbandt er afledt af disse forbandters benyttelse i middelalderen.



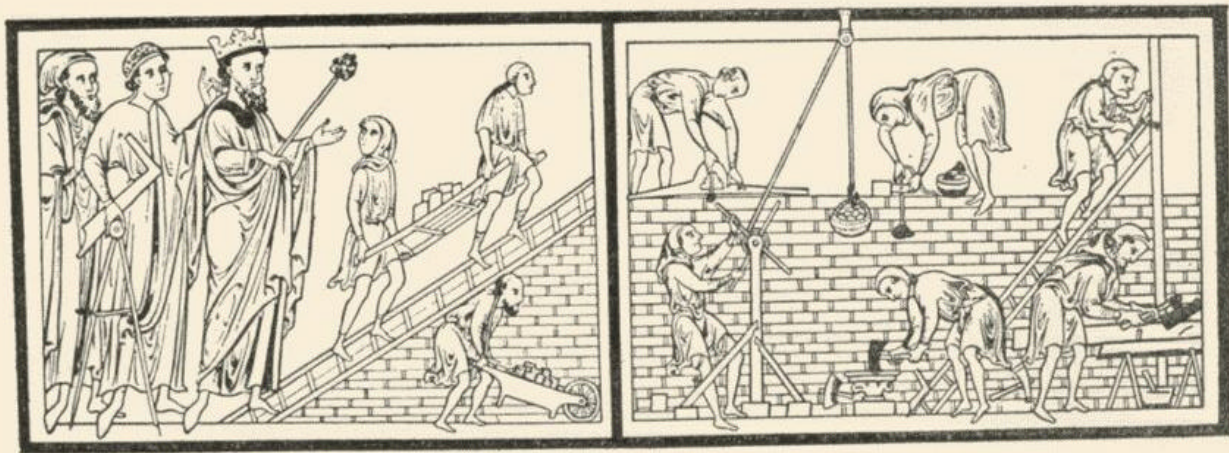


Introduktion til Munkeforbandterne

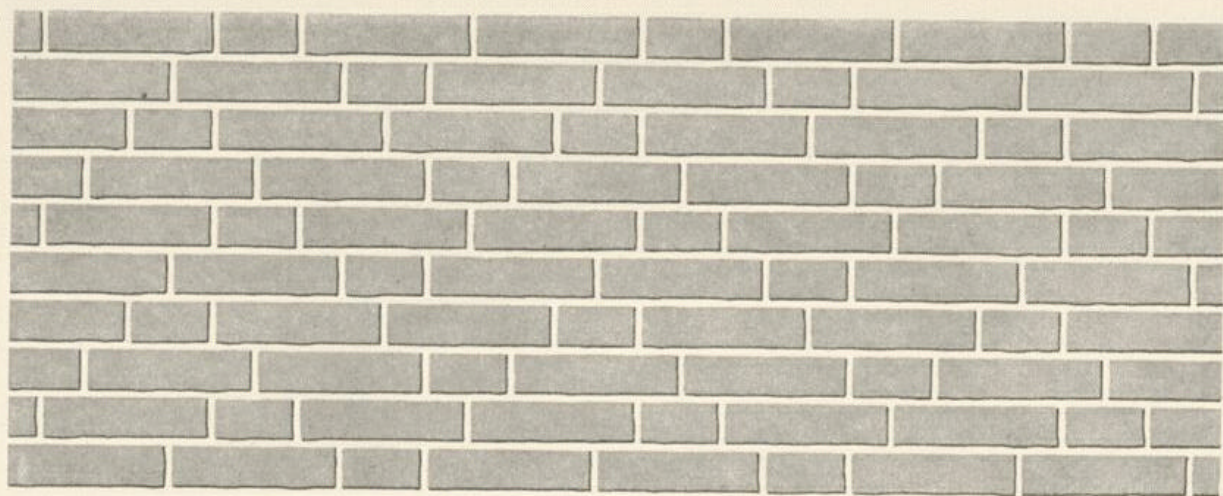
Med teglbrændingens indførelse i Danmark omkring midten af det 12. aarhundrede gaar mureteknikken ind i den fase, der fortsat præger den. Kvadrene, tildannet af marksten, afløses af den mindre, og mere præcise teglsten, forudsætningen for de egentlige forbandter. I romansk tid, d. v. s. ældre middelalder, udføres munkeforbandtet ofte med mange løbere for hver binder. I nogle af de ældste teglstenskirker, Fjenneslev, Bjernede og Sorø forekommer saaledes skifter med 7 løbere for hver binder, og paa Nyborg Slot optræder op til en snes løbere pr. binder. 2 løbere og 1 kop forbandtet, det saakaldte ældre muneskifte, benyttes dog ogsaa, f. eks. i Sankt Bendts Kirke i Ringsted (se illustrationen). Dette forbandt bliver sidenhen i gotisk tid det fremherskende. De med tiden stadigt slankere konstruktioner fordrer flere bindere, som indenfor munkeforbandterne naar maximum i gotisk skiftegang, hvor én løber veksler med én kop. Forbandtet optræder tillige under navnene polsk og engelsk forbandt. Munkeforbandterne forlades i renaissancen, hvor krydsforbandtet trænger igennem.

De første teglstenskirker er muret med massiv mur. Senere gaar man over til den kassemurs-teknik, som var benyttet allerede i kvaderstenskirkerne. Denne teknik bestaar ligesom det klassiske romerske murværk af en for- og bagmur, hvis hulrum udfyldes med mørtel, sten og brokker. For at sikre forankring i kærnen opstaar anvendelsen af bindere.

I forrige aarhundrede vinder muringen af hule mure indpas. Trods den ændrede konstruktion bevares renaissancens krydsforbandt, som nu udføres med knækkede kopper. Bevaringen kan forklares med, at dette forbandt dels er indarbejdet, dels antyder forbandtet en vis dimension paa ydervæggen, saa denne har virket gedigen og beskyttende. Hugning og muring af knækkede kopper fordrer større arbejdsindsats. Som følge heraf er man i de senere aar gaaet over til at anvende løberforbandter. Da kun løbersiden anvendes, byder disse forbandter paa et begrænset antal mønstre af letopfattelig regelmæssighed. Ønsker man forbandtvirkningen trængt i baggrunden eller en mere nuanceret figurtegning, stiller hulmurskonstruktionen os til en vis grad frit med hensyn til forbandtvalg. Kan man tolerere en vis andel kopper i hul mur eller ikke gennemført skærende forbandt ved massiv mur, er middelalderens munkeforbandter paany aktuelle, nu udfra synsvinklen : forbandtvirkning.

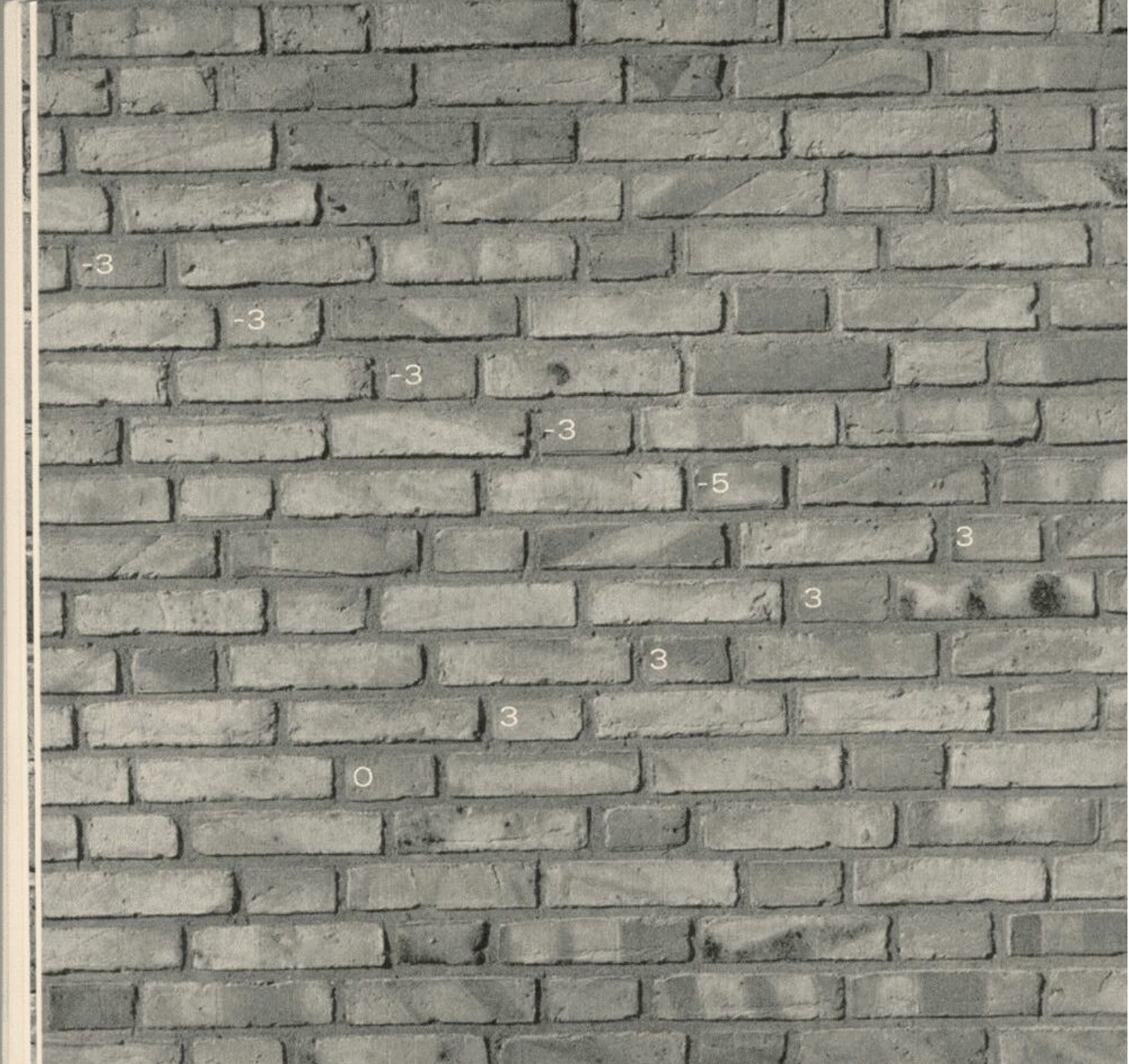


Middelalderlig byggeplads. Engelsk manuskript fra omkring 1250.



August Rasmussens forbandt

Arkitekternes interesse for den middelalderlige arkitektur retter paany opmærksomheden mod munkeforbandterne. I 90'erne benytter baade Andreas Clemmensen og Martin Borch det »ældre munkeskifte« til kirkebyggeri i København. Jensen-Klint tegner i 1921 et munkeforbandt med overlappende kopper til Grundtvigskirken. Den Baumann'ske skoles interesse for gennearbejdede tegninger omfatter ogsaa forbandtet. Saaledes udformer August Rasmussen og Knud Hansen hver sit 2 løbere og 1 kop forbandt. August Rasmussens forbandt er tegnet 1927, og dets fortrin fremgaar blandt andet gennem en sammenligning med det »ældre munkeskifte«. Dette arbejder oftest med en gentagelse af hvert andet skifte, hvilket medfører en figurtegning med endeløse lodrette figurer. August Rasmussen øger rapporten til 4 skifter i en kombination, der giver et 6 skifter højt sildebensformet mønster af stor regelmæssighed. Ikke desto mindre er virkningen ikke paagaaende. Paa grund af disse kvaliteter og den lettilgængelige kombination er forbandtet med rette blevet meget anvendt.



-3

-3

-3

-3

-5

3

3

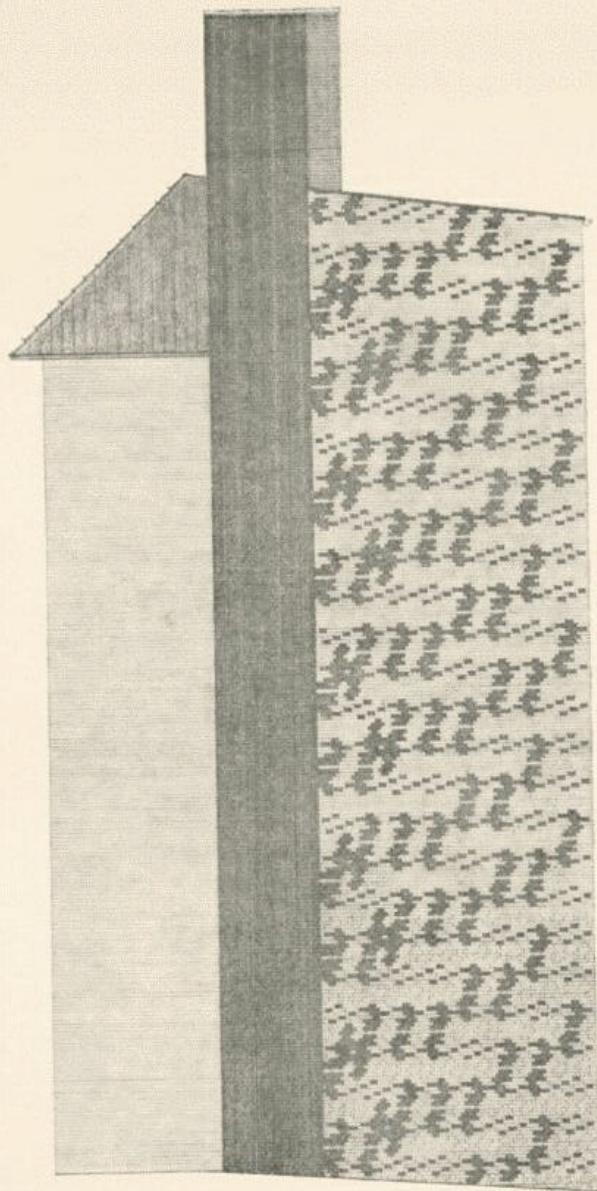
3

3

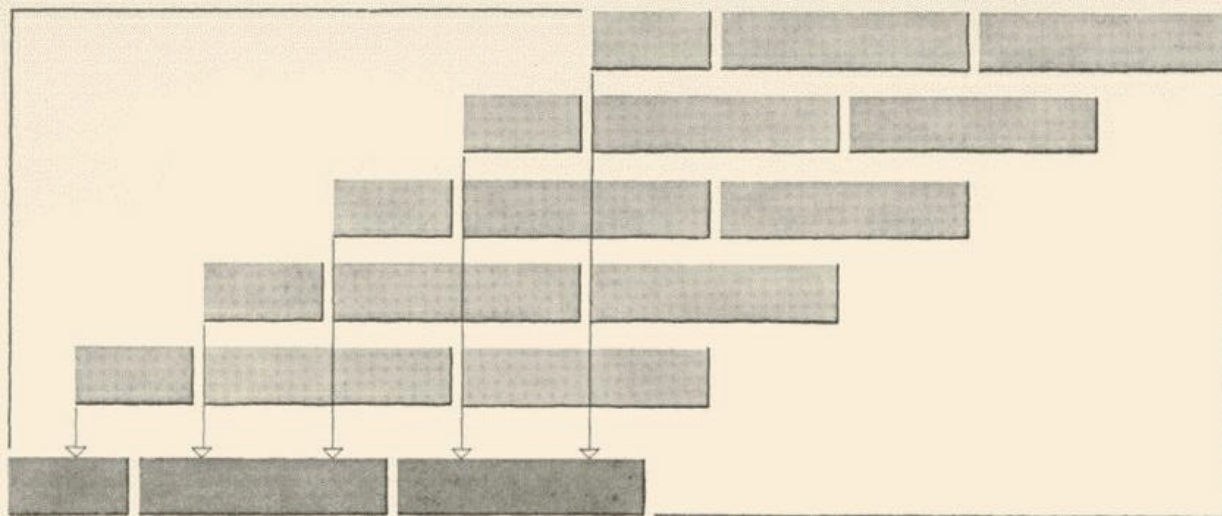
0

Forudsætningerne for Knud Hansens forbandt

I tredivernes boligbyggeri maatte man af økonomiske grunde anvende maskinsten til facader. Blødpresning af sten var ikke udbredt. Flere arkitekter og blandt dem Knud Hansen foretrak en mere stofflig virkning end den glatte, regelmæssige sten kunne byde paa. Derfor fandt man paa at mure løberen med vrangsidens udad. Da begge kopender er blanke, tilskyndes man til at anvende et forbandt med færre og mere uregelmæssigt anbragte kopper end krydsforbandtet. En saadan interesse for stofvirkning kan have ansporet Knud Hansen til systematisk at bearbejde mulighederne indenfor 2 løbere og 1 kop forbandterne. Hans mange efterladte skitser og tegninger vidner om en aldrig svækket interesse for kunstnerisk at løse forbandtspørgsmaalet saa fuldkomment som muligt. Efter at Knud Hansen havde erkendt den overordentlig store mængde af mulige løsninger, satte han sig det maal iblandt mangfoldigheden af 2 løbere og 1 kop forbandterne at uddrage dem, der tilfredsstillende følgende tre forudsætninger: 1. kopperne maa ikke overlappe hinanden, men skal overalt være adskilt med løbere. 2. skifterne skal indenfor perioden have en indbyrdes forskydning, der udnytter alle 10 muligheder for koppernes placering i længderetningen (se illustration side 13). 3. overalt i muren skal kopper, som er i lod, have samme indbyrdes afstand. Denne afstand bliver 10 skifter svarende til alle de under 2 nævnte muligheder for koppernes placering i længderetningen. Hans første krav om fordeling af kopperne kan forklares med, at de overlappende kopper medvirker til indtrykket af forbandtregelmæssighed. Knud Hansen ønskede at undgaa denne regelmæssighed, og for yderligere at nedbryde forbandtvirkningen spillede han paa variationsmuligheden indenfor alle 10 skifter. Den konstante indbyrdes afstand mellem kopper, som formuleret i det sidste krav, kan opnaas allerede gennem forudsætning 2. Der kan tegnes flere forbandter, hvor disse programpunkter indfries. Det særlige ved Knud Hansens forbandt er valget af forbandtovergange i 10 skiftersperioden. Han benytter i perioden symmetriske faser bestaaende af 5 trinvis placerede overgange

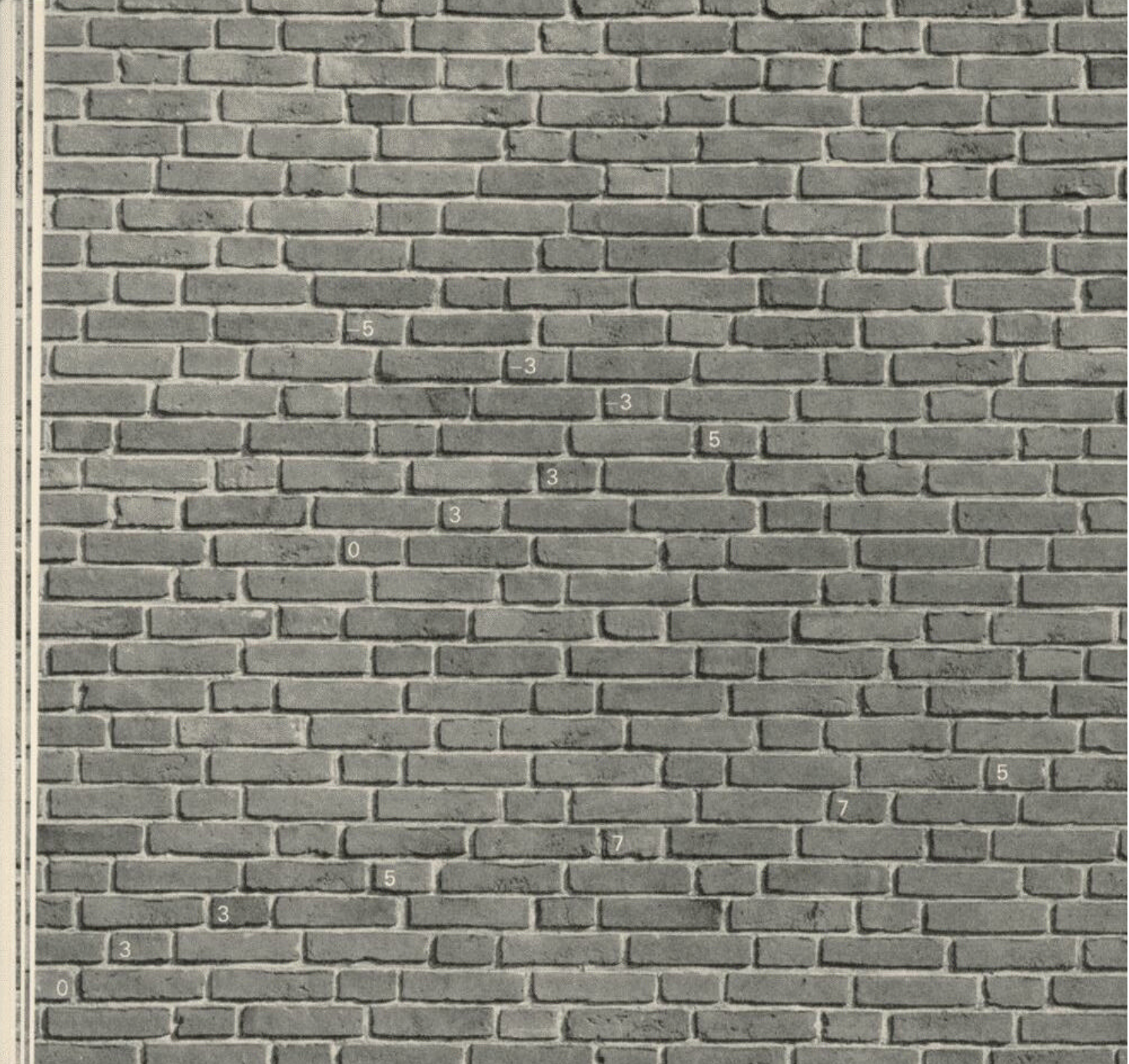


med en faseforskydning placeret i den eneste mulige position for vendepunkt. Dette danner figurafslutning. Disse forhold behandles nærmere i de følgende afsnit. Gennem en systematisk bearbejdning af mulighederne, lykkedes det Knud Hansen med udgangspunkt i de formulerede forudsætninger at tegne et forbandt, der paa én gang byder paa et maximum af »jævn uregelmæssighed« og prægnant figurtegning. Derfor maa KH-forbandtet betragtes som det mest suveræne 2 løbere og 1 kop forbandt. Set i relation til hans samlede projekteringsindsats er arbejdet med forbandter dog et enkelt led. Det viser blot, hvilken vægt han lagde paa et gennemarbejdet projekt. 30'ernes og 40'ernes murstensbyggeri danner en markant epoke i dansk arkitektur, og Knud Hansens bygninger, hvoraf flere er udført i samarbejde med Poul Baumann, hører saa givet til de bedste. Som et enkelt eksempel paa den arkitektoniske verve, der altid kendetegner Knud Hansens arbejde, bringes hans tegning til en gav i »Munkevangen« i København. Over KH-forbandtet er her skabt et mønster af et frit rytmisk spil. Dekorationen paa den ubrudte murflade, begrænset af den mørke skorsten, er af smuk virkning.



Antallet af forbandtmuligheder

Rent umiddelbart synes der ikke at være saa mange løsninger i den enkle sammenstilling af en halv sten plus to eller tre hele sten i facaden, men en nøjere betragtning vil gøre det klart, hvorfor der i princippet eksisterer uendeligt mange løsninger. Som det fremgaar af illustrationen kan f. eks. 2 løbere og 1 kop ved vandret forskydning bringes i fem forskellige, mulige stillinger i forhold til første skifte, naar forskydningen skal være et multiplum af kvartsten, og der ikke maa forekomme fuge paa fuge. For de to første skifter er der saaledes fem kombinationsmuligheder. For placeringen af det tredie skifte er der atter fem muligheder, hvilket for tre skifter giver 5^2 eller 25 kombinationer. For fjerde skifte er der 5^3 eller 125 muligheder og saa fremdeles. Ved 2 løbere og 1 kop kan der højst forekomme 10 paa hinanden følgende skifter uden gentagelser. For 10 skifter er kombinationsmulighederne 5^9 lig med 1.953.125 eller omtrent 2 millioner, hvoraf dog kun en beskednen del er egnet. For 3 løbere og 1 kop er mulighederne langt flere. Ved 1 løber og 1 kop er der 3^5 lig med 243 muligheder.



5

3

3

5

3

3

0

5

7

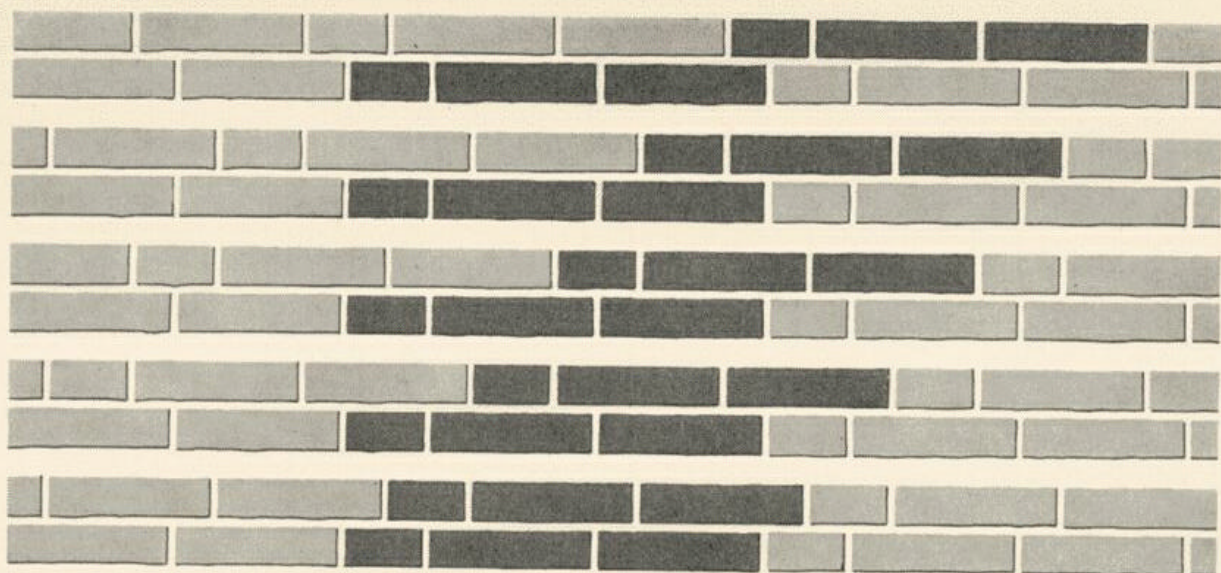
7

5

3

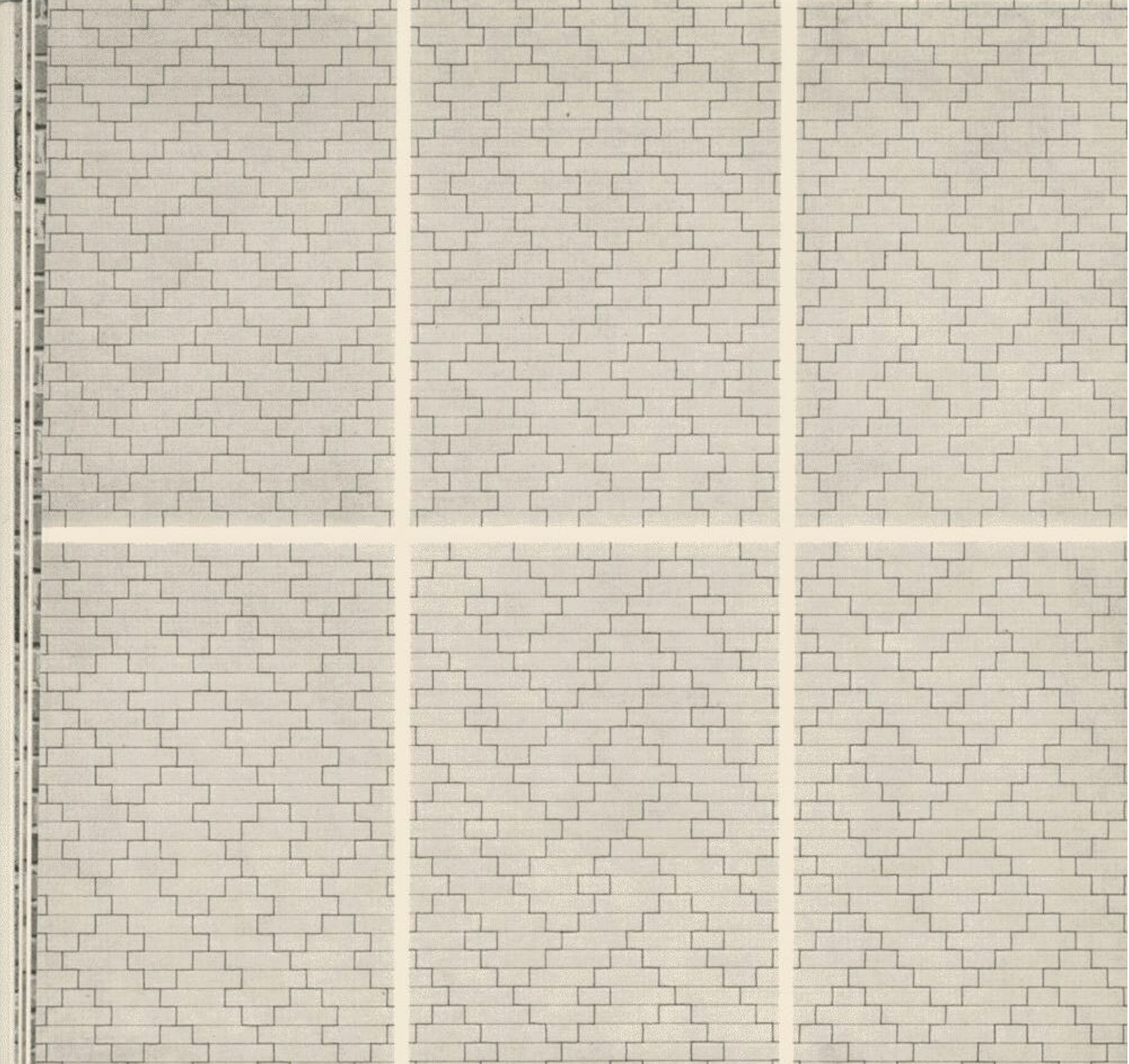
3

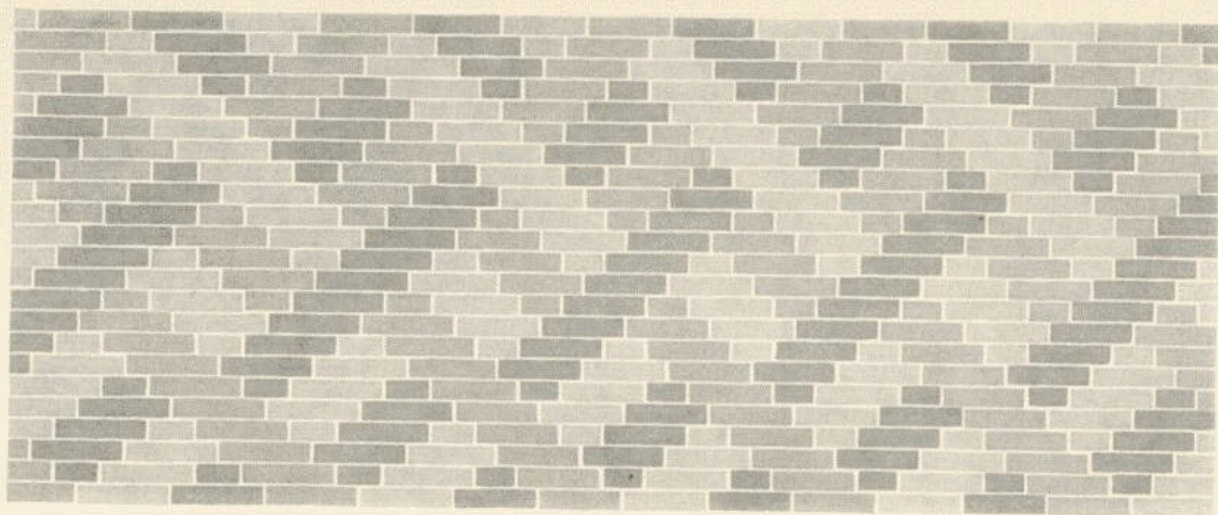
0



Skifteovergange - Forbandtkode

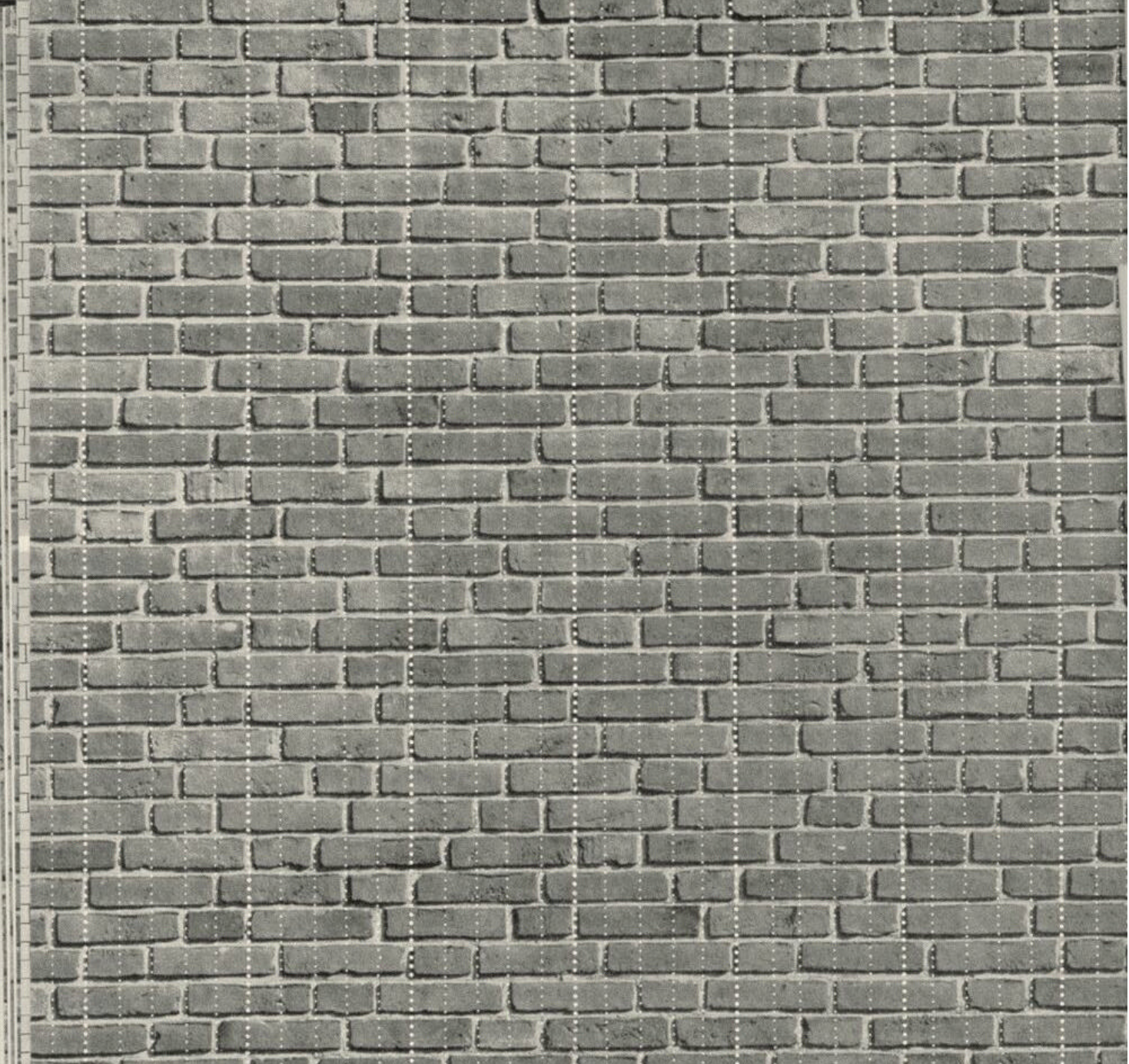
Da samtlige skifter er opbygget af den stadige gentagelse af 2 løbere og 1 kop eller af en anden løber-kop kombination, er det forskydningen eller overgangen mellem skifterne, som karakteriserer de forskellige forbandter. Af tegningen ses det, at overgangen mellem to skifter med 2 løbere og 1 kop kan være henholdsvis 1, 3, 5, 7 og 9 kvartsten. For 3 løbere og 1 kop udvides det yderligere til 11 og 13 kvartsten. Herefter kan ethvert forbandt skrives med en talrække, hvor hvert positivt tal angiver antallet af kvartstensspring til højre i forhold til det foregaaende skifte. Som eksempel benyttes det til venstre viste forbandt, bestaaende af 2 løbere og 1 kop i perioder paa 6 skifter. Forskydningen mellem skifterne er 3, 3, 5, 7, 7, 5 kvartsten. Da 2 løbere og 1 kop er lig med 10 kvartsten, kan man frit lægge 10 til eller trække 10 fra i den angivne talfølge. Altsaa kan dette forbandt ogsaa skrives 3, 3, 5, -3, -3, -5, hvilket er bekvemt, idet det afgrænser omraadet og dermed letter overblikket under muringen.





Figurtegning - Forbandtvirkninger

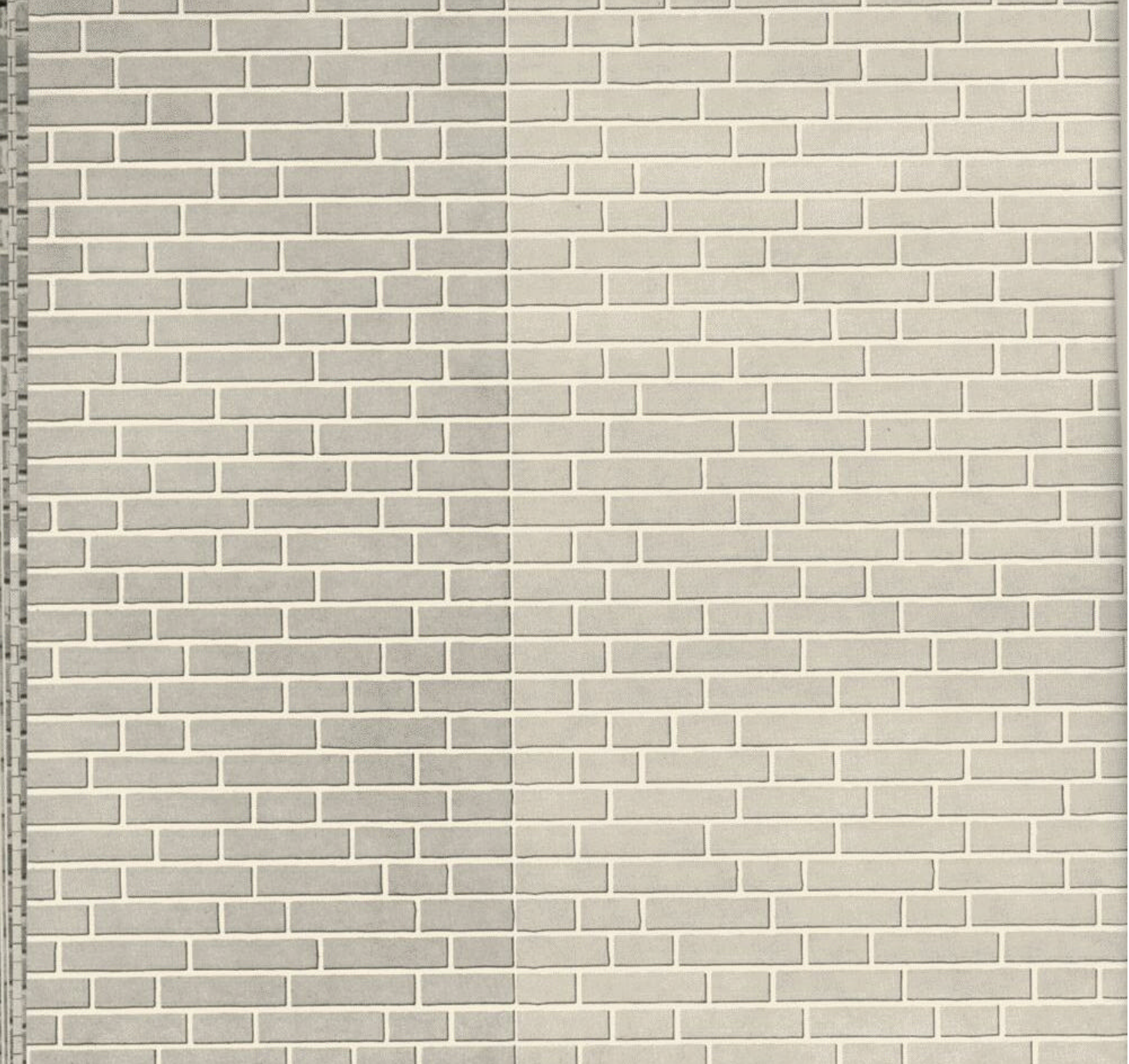
Der er talrige muligheder for forskellige forbandter og dermed ogsaa mange mønstervirkninger. De kan opdeles i følgende grupper: 1. én afsluttet figur som gentages, ofte spejlvendt, 2. flere forskellige afsluttede figurer, 3. uafsluttede figurer, bestaaende af lodrette eller skraa striber eller slanger, 4. kombinationer af 1 og 3 samt 2 og 3. Kun en del af mønstrene kan imidlertid siges at have nogen æstetisk værdi. Der er stor forskel paa mønstrene, nogle har en tydelig figurtegning, andre et minimum af mønstervirkning, d. v. s. udviser en »jævn uregelmæssighed«. Ønsker man det sidste, bør overgangen +1 og -1, d. v. s. overlappende kopper, undgaas. Synsoplevelse af figurdannelse viser, at det er $5/4$ stensspringene, d. v. s. stødfuge over eller under kop, som begrænser figurerne i lodret retning i forbandter med 2 løbere og 1 kop. Ved 3 løbere og 1 kop er det $5/4$ og $9/4$ stensspringene. Det viser sig at øjet følger de korteste aftrapninger i figurerens netværk. Man kan yderligere fremhæve figurtegningen med forskelligt farvede sten og mørtler eller gennem relief i fuger og flader.



Moduloverensstemmelse - Forbandtstyrke

Under projektering af muret byggeri har det hidtil været en ufravigelig regel, at alle vandrette maal var delelige med en halv sten = 12 cm med de normale tillæg og fradrag af en fugebredde ved aabninger og piller. Reglen har relation til krydsforbandtet, hvor man for at undgaa de mindre smukke petringer i kopskifterne ved false og hjørner maa benytte halvstenen som enhed. Indførelsen af dansk standard for byggemodul paa $M=10$ cm samt det heraf afledte vandrette planlægningsmodul paa $3M=30$ cm medfører ingen særlige problemer, hvad angaar overensstemmelsen med murværksmaal. De i alle skifter jævnt fordelte og indbyrdes forskudte kopper, der karakteriserer de fleste munkeforbandter, medfører at samtlige lodrette snit gennem stødfuger er saa godt som ligeværdige med hensyn til fugeantal, hvorfor enheden her er kvartstenen (se illustration). Da 5 kvarte sten paa hver 6 cm svarer til 30 cm, følger nævnte forbandter planlægningsmodulet. Det samme gælder for løberforbandterne. Med hensyn til det lodrette planlægningsmodul er der ligeledes overensstemmelse, idet 3 skifter svarer til $20\text{ cm}=2M$.

Undersøgelser foretaget paa Danmarks Tekniske Højskole i begyndelsen af 50'erne af KH-forbandtets styrke godtgjorde, at dette forbandt i forhold til krydsforbandtet kun udviste en beskednen nedsættelse af bæreevnen for lodret belastning. Ifølge boligministeriet vil forbandter udført af 2 løbere og 1 kop, under forudsætning af omhyggelig udførelse især af vederlag for dæk, kunne beregnes med de normalt tilladelige spændinger. I Københavns kommune kan tilladelse forventes, saafremt den tilladelige spænding ved forbandter af 2 løbere og 1 kop reduceres til at være højst $0,9 \times$ normal tilladelig spænding. Forekommer der piller af en bredde paa 3 sten og derunder, stilles desuden krav om godkendelse i hvert enkelt tilfælde. Hverken boligministeriet eller Københavns magistrat anser forbandter udført af 3 løbere og 1 kop for velegnede til massive mure, hvorfor en eventuel benyttelse til dette formaal forudsætter de respektive myndigheders særlige godkendelse.



Regler for hjørnebygning og falsafslutninger

Munkeforbandternes enhed, kvartstenen, byder som allerede nævnt paa en række muligheder i form af nedbrydning af forbandtvirkning, accentueret figurtegning samt overensstemmelse med vandret modul. Til gengæld fordrer kvartstensenheden i disse forbandter særlige foranstaltninger ved hjørneafslutning. Indbinding i hvert andet skifte i murens *dybderetning* kan forme sig paa følgende maade: de foreliggende kopper samt de gennem lodsnittet halvt gennemskaarne løbere, ligeledes optrædende som kopper, danner det naturlige udgangspunkt for indbinding. Naar en gennemskaaret løber forekommer umiddelbart op ad en kop, vil der optræde to kopper ved siden af hinanden, hvad der ikke virker urimeligt. Hvor der derimod optræder en hel løber ved siden af en kop, vil løberen, erstattet med kopper, resultere i tre sideordnede kopper, hvilket ikke er smukt. Her er det rimeligere at fravige forbandtet ved at erstatte de to inderste kopper med en løber. Denne løsning giver tre løbere mellem kopperne, men er alligevel mere i overensstemmelse med den tilstræbte forbandtvirkning. Ved indbinding i murens *længderetning*: her er de gennem lodsnittet fremkomne $3/4$ sten samt petring + kop det naturlige udgangspunkt. Snittet efterlader ogsaa en række petringer i forbindelse med løbere, der bør erstattes med $3/4$ sten og kop, hvilket vil resultere snart i dobbeltkopper følgende forbandtet, snart i enkeltkopper med kun en løbers afstand til næste kop. Disse regler gælder især ved hjørnebygning. Hvis de konsekvent skal følges ved false, bliver forbandtafviselserne gerne noget grove, ikke mindst ved smalle piller. Udfra betragtningen, at false er mindre udsatte end de frie hjørner, skal det her foreslaas først og fremmest at sikre den ovenfor omtalte indbinding i dybden. Med hensyn til indbinding i længderetningen er det naturligt at mure $3/4$ sten i stedet for petring og kop. Derimod maa det bero paa et vist skøn, om de tilbageblevne petringer kan tolereres, eller om reglerne for hjørnemuring skal følges. Petringer direkte i falsen vil givet støde mange, men det kan nævnes at arkitekt Knud Hansen foretrak denne løsning.



Forudsætninger ved valg af forbandt

De forskellige forbandttyper er blevet til med henblik paa benyttelse til forskellige former for ydervægge, og det karakteriserer dem fortsat. Lægger man vægt paa overensstemmelse mellem forbandt og konstruktion, maa valget ved massiv mur falde paa krydsforbandtet og ved hulmur paa løberforbandtet. Krydsforbandtets kopper giver udtryk for massivitet og dermed styrke, og kopindbindingen sikrer, at fuger paa fuger helt undgaas. Modsat understreger løberforbandtet virkningen af lethed og beklædning. Begge forbandttyper kan imidlertid have en ret paatrængende forbandtvirkning, og mulighederne for figurtegning er beskedne. Med munkeforbandterne er det muligt at opnaa saavel en eliminering af forbandtvirkningen som en accentueret figurtegning. Begge virkninger kan i nogle tilfælde optræde i samme forbandt, hvilket hænger sammen med øjets evne til omstrukturering, d. v. s. at øjet snart fixerer paa det ene, snart paa det andet, betragt f. eks. KH-forbandtet. Da munkeforbandterne kan udføres med én til flere løbere pr. kop, varierer deres kopandel fra 33% ved gotisk skiftegang til 14% ved 3 løbere og 1 kop. Kopandelen kan yderligere nedbringes ved at gaa op til 4 løbere mellem kopperne, men ønskes denne reduktion, er det nok smukkere at veksle med rene løberskifter. Munkeforbandter med stor kopandel egner sig til massivt murværk, og med beskedne kopandel til hulmur. 2 løbere og 1 kop forbandterne, der har 20% kopper, kan i de fleste tilfælde benyttes til begge kategorier af murværk. Det maa overvejes, om mønstervirkningen i det valgte forbandt er egnet til den paagældende bygning. Anvendelsen af forbandter med overlappende kopper bør ske udfra en særlig interesse i de figurer, der kan opnaas herved. Saavel munke- som de fleste løberforbandter er i overensstemmelse med planlægningsmodul, men munkeforbandterne, der er bygget over en kvartstensenhed, fordrer en særlig hjørneløsning. Den store enhed i 2 til 3 løbere og 1 kop forbandterne gør dem vanskelige at benytte til smalle piller, se iøvrigt under forbandtstyrke. Endvidere kan hensynet til forbandttilegnelse og dermed opmuringslethed spille en rolle.

