

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

Forelæsningsnotat nr. **28**

JOHS. F. MUNCH-PETERSEN

BYGGEMETODER

Den polytekniske Læreanstalt, Danmarks tekniske Højskole
København, 1972

BYGGEMETODER.

Dette forelæsningsnotat er udarbejdet til håndbogen "De danske Mur- og Betonerhverv", udgivet af forlaget Liber A/S, 1972.

Notatet er baseret på korrekturarkene til omtalte artikel. Der ved har reproduktionsomkostningerne kunnet holdes på et absolut minimum. Til gengæld må de studerende acceptere enkelte, uundgåelige trykfejl i l. korrektur.

Fotografierne er ligeledes heller ikke af bedste reproduktionsmæssige standard, ligeledes af hensyn til økonomien.

Johs. F. Munch-Petersen.

Indledning

For 10-20 år siden havde det været lettere at skrive om byggemetoderne.

Byggeriets omfang var for lille efter krigen, og man ledte efter nye metoder, der kunne øge produktionen, specielt søgte man at løse det kapacitetsproblem, der var affødt af mangelen på faglærte murere.

Det nye materiale var beton, og metoderne var præfabrikeret, elementer og montage.

I begyndelsen så man lykkeligt på det nye konstruktive system, der gav øget kapacitet inden for byggesektoren, især gav øgede muligheder for at producere flere etagelejligheder.

Murerne måtte koncentrere sig om de mindre etageboligbebyggelser og enfamiliehusene.

Enfamiliehusene bliver imidlertid mere og mere overtaget af typehusfabrikanter - med minimal teglindsats undtagen til prestigeformål, f. eks. skalmurede facader, Etageboligerne, kontorhusene og industribygningerne er blevet montagebyggeri, især med betonelementer.

Byggeindustrien er således blevet en branche, der i høj grad benytter præfabrikerede dele. Den er på vej til at blive en slags industri, bl. a. symboliseret ved en række fast sammenarbejdede grupper af producenter og entreprenører i et »system«-regi, der tilbyder »typehuse«.

Uanset at mange systemer bærer navne, der direkte henviser til det bærende system af betonelementer, er montagebyggeriets succes ikke udelukkende baseret på anvendelsen af præfabrikerede betonelementer.

Der var - og er til en vis grad - stadig grupper, som med større eller mindre ret, hævder, at det præfabrikerede betonskelet ikke er overbevisende meget billigere end f. eks. på stedet støbte konstruktioner. Der er det rigtige heri, at *succes'en skyldes i høj grad den af betonmontagen affødte organisationsform og de muligheder det hurtigt opførte, nøjagtige, tørre og vinteruafhængige betonskelet kan byde de efterfølgende fag.*

Betonmontage kræver planlægning og

kontinuitet i fabrikken og på byggepladsen.

Tidsplaner er blevet noget selvfølgeligt.

Vinterarbejdets tempo er (næsten) lig sommerens.

For leverandører, producenter og arbejdere er de faste tidsplaner året rundt i sig selv en stor fordel, der giver bedre fortjeneste, mindre spild, jævn beskæftigelse o. s. v.

Den faste arbejdsrytme, det nøjagtige råhus, de planlagte arbejdsforløb (»alle mål tages på stedet« er blevet til »alle mål er udregnet på tegningerne«) medfører, at f. eks. installationer og snedkerarbejder kan præfabrikeres.

På 10 år fik vi håndværket ændret til f. eks. badekabiner og præfabrikerede køkkener.

Alle fag fik nye muligheder, der blev udnyttet til en højere grad af præfabrikering og bedre kvalitet, alt udført og samlet indenfor en fast arbejdsdag uden spildtid, uden efterreparationer og uden gentagne småarbejder ud og ind mellem de øvrige håndværkeres indsats.

Det er bemærkelsesværdigt, at denne omlægning af samtlige arbejdsoperationer ud fra et samlende helhedssynspunkt ikke blot fandt sted inden for nogle få år, men at der sideløbende hermed skete en voldsom udvidelse af ydelserne, idet mange flere detaljer og bygningsdele samt en højere kvalitet blev integreret i den nye byggeprocesform, det præplanlagte byggeri.

Når der tages hensyn til, at dette krævede investeringer af betydeligt omfang i et nyt produktionsapparat, er det bemærkelsesværdigt, at dette skete uden statussubsidier, bortset fra enkelte støtteoperationer. De øvrige øst- og vesteuropæiske lande har gennemløbet en lignende udvikling – men er som helhed bagefter uanset at disse landes industrielle omstilling i byggesektoren skete ved statseksperimenter og/eller statsstøtte til pionererne.

Det danske montagebyggeri kunne, i konkurrence, øge lejlighedernes areal og tekniske kvalitet, øge landets produktionskapacitet og indføre bedre, kontinuerte arbejdsforhold, samtidigt med at byggeprisen pr. lejlighed blev fastholdt i forhold til pris-

indekset, endda uden væsentlige korrektioner for øgede ydelser.

Vi fik bedre byggeri.

At befolkningen har den modsatte opfattelse skyldes, dels at renteniveauet, kurstabile, grundpriserne er steget alt for hurtigt, dels at boligerne, uanset det tekniske (statusprægede) indhold, tilsyneladende ikke byder på tilstrækkelige menneskelige kvaliteter.

Byggemetoderne kan ikke beskrives udelukkende ud fra tekniske synspunkter. De postulerede resultater må ses i relation til, hvad besparelserne og mulighederne kan udnyttes til.

I det følgende vil jeg koncentrere mig om boligbyggeriet som den mest illustrerende sektor inden for byggeriet. Indledningsvis gives en oversigt over nogle byggerier, der markerer udviklingen, efterfulgt af nogle overvejelser over fremtiden.

Udviklingen

Umiddelbart efter krigen var der boligmangel. Flaskehalsen var murerne, og man søgte da at skabe »urationelt byggeri«, d. v. s. byggeri med under 15 % af den normale indsats af faglærte murere. Det var, troede man, vejen frem. I dag kan vi nok se, at med udryddelsen af »murerflaskehalsen« måtte nye flaskehalse opstå.

50'ernes eksperimenter

I 50'erne begyndte man for alvor at anvende beton, ikke blot til dæk (som allerede i vidt omfang var støbte), men også til vægge og facader (som hidtil overvejende havde været af tegl).

Et af de første eksperimenter var *Bella-høj-højhusene*, som dels blev for dyre (!) i forhold til tidens priser, dels klart demonstrerede, at glideforme og rationel byggepladsstøbning ikke var vejen frem. Byggepladsrationalisering havde givet f. eks. Sverige gode resultater, en indsats, der startede under krigen, men Danmark havde behov for og vilje til at foretage et teknologisk spring. Man gik direkte til montagebyggeriet, i begyndelsen koncentreret om dæk, vægge og facader i betonelementer.

Larsen og Nielsen var den første egent-

lige betonelementproducent, der hastigt gik ind i montagebyggeri af industri- og boligbebyggelser.

De rådgivende teknikere, repræsenteret ved bl. a. arkitekt *Eske Kristensen* og civilingeniør *P. E. Malmstrøm* tog ligeledes udfordringen op sammen med en række boligselskaber, bl. a. AKB og AAB ved arkitekt *Sv. Høgsbro*. Blandt disse bebyggelser kan nævnes *Engstrands Allé* og *Milestedet*.

60'ernes teknologiske gennembrud

De første eksperimenter var lovende. Arbejdskraftreserverne blev aktiverede. Elementerne var måske små og klodsede, metoderne primitive og fugerne ikke så gode som ønskeligt. Men der vartydeligvis en vej frem.

Sideløbende med de tekniske eksperimenter havde samfundet igangsat en udvikling, der skabte baggrunden for nye metoders teknologiske gennembrud.

Boligministeriet reviderede bygningsreglementet, så det kom til at indeholde *funktionskrav* i stedet for de gamle, konserverende materialedefinitioner. Standardiseringsrådet, Dansk Ingeniørforening og tidskriftet *Byggeindustrien* gødede ved udvalgsarbejder og publikationer jorden. Civilingeniør *W. R. Simonsen* (Byggeindustrien) og boligministeriets nuværende chefarkitekt *Marius Kjeldsen* gjorde her en uvurderlig indsats.

Da man fra politikernes side fulgte mulighederne op med montagekvoten, var der skabt den baggrund, som muliggjorde nye, store investeringer.

Montagekvoten var ikke en direkte støtte til nye metoder, men lovbestemmelsen muliggjorde, at fremsynede grupper af bygherrer, teknikere og producenter kunne etablere de større byggerier, der var nødvendige for, at en egentlig masseproduktionsteknik kunne blive afprøvet.

For så vidt var montagekvoten blot et løfte om, at større, samlede kontrakter kunne etableres.

Til gengæld blev der af grupperne krævet, at de skulle påvise lave arbejdskraftforbrug, især af faglærte, normal kvalitet til samme eller lavere pris, og at resultatet

skulle være dels det aktuelle byggeri, dels en langsigtet investering i et produktionsapparat.

Larsen & Nielsens typehuse er et typisk resultat, LB-BO og LN-NYBO, som de idag kendte eksemppler, med nye »modeller» under udvikling. Det begyndte bl. a. med arkitekt *Magnus Stephsens* byggeri ved Hareskovvej, som senere blev opført mange steder på Sjælland.

Jespersen og Søn og Højgaard & Schultz har analoge seriebyggerier i produktion.

Kvaliteten bevises

Det var i øvrigt i forbindelse med Hareskovvejbyggerierne, at samarbejdet mellem L & Nn og Malmstrøm resulterede i udviklingen af det facadefugeprincip, der siden har gået sin sejrsgang i alt montagebyggeri i verden: To-trins-fugen, den ventilerede fuge, vaskebrædtfugen er nogle navne på denne fugetype, der på et simpelt arbejdsgrundlag effektivt sikrer facadens vandtætning. Hermed var en væsentlig kritik af de nye metoder elimineret. Mange steder, også i Danmark, havde man indtil da enten tætnet facadefuger med mørtel – tradition fra murværket, hvor de mange, små, fordelte fuger gør metoden acceptabel – eller med fugemasser, som ifølge sagens natur er vanskelige at påføre i vort klima og dyre, hvis de skal være holdbare.

Samtidigt var støbeteknikken nu så avanceret, at dæk- og vægoverfladerne på betonelementerne med simple midler kunne gøres klar til direkte maling henholdsvis tapetsering.

Kvaliteten var i orden. Nu skulle også mekaniseringsmulighederne analyseres

Mekaniseringen

Under montagekvoten opstod en række byggerier, der påviste mekaniseringsmulighederne i modulkoordinerede byggerier. Inspirationen udgik fra civilingeniør *P. E. Malmstrøm*, der som konsulent/rådgiver/rådgivende ingeniør og/eller planlægger medvirkede ved en lang række af 60'ernes markante byggerier, f. eks. *Ballerup-Gladsaxeplanerne* (bl. a. arkitekterne Agertoft, Juul Møller, Hoff og Windinge), *Syddjyllandsplanen* (arkitekt Børge Kjær), *Volls-*

moseplanen (bl. a. arkitekt Stærmose, Odense).

På samme tid opførtes *Albertslund*, væsentligst som et-plans gårdhuse, ud fra samme idegrundlag, men med andre detaljer. Enfamiliehusmarkedet havde hermed fået sit første, større samlede montagebyggeri som tillæg til typehusene og de idividuelle boliger.

Produktionsmetoderne mekaniseredes. På basis af den modulordning som indførte etagehøjden 280 cm og 30×30 cm planlægningsnettet, udvikledes det byggesystem, der idag dominerer markedet.

Dækelementerne er 120 eller 240 cm brede, med spændvidder, der multipler af 30 cm – i princippet, idet der naturligvis også må fremstilles en række special- og tilpasningselementer.

Formmaterialet og produktionsprocessen kan »standardiseres« og mekaniseres ud fra disse mål, og Jespersen & Søn viste ved bygningen af Modulbetonfabrikken i Ølstykke mekaniseringens berettigelse. Siden er en lang række fabrikker af lignende type opført i Danmark og på licens i mange andre lande. Både »L & N-systemet« og »Jespersen-systemet«s ideer og erfaringer er blevet en international salgsvare på know-how-basis.

Resultatet

Resultatet af eksperimenterne og af montagekvotens byggerier er en ny byggetode og en ny organisationsform.

Den årlige boligproduktion er blevet hævet fra 2000 til 5000 lejligheder pr. år, og det samlede antal mandtimer pr. lejlighed er blevet reduceret fra 1700 til 850, inklusive alle fabrikstimer på beton- og snedkerelementfabrikkerne. På byggepladsen er mandtimeforbruget reduceret fra 1400 til 400, en reduktion, der især har elimineret en væsentlig flaskehals, mangelen på faglærte.

Omlægningen har mest markant vist sig ved vægkonstruktionen, der næsten helt er lagt om fra teglvægge til betonvægge. Dette var et af de oprindelige mål (»utraditionelt« = under 15 % af det normale antal murere), og det kan undre, at murerne

først i begyndelsen af 70'erne, under indtryk af en hastigt voksende arbejdsløshed, er begyndt at lade sig omskole.

Industrialiseringen har også betydet venligere arbejdsforhold: Kontinuitet, vinterarbejde, planlægning, kranassistance, mekanisk håndværktøj og relativt større arbejdsindsats i fabrikker.

Kvaliteten af mange bygningsdele er samtidigt hævet, i hvert fald i relation til det arbejde, man med en hastigt voksende arbejds løn ville kunne få ved traditionelle metoder. Overfladebehandlingen af de præfabrikerede snedkerelementer er et godt eksempel på, at man har fået både lavere pris og højere kvalitet (inkl. større slidstyrke).

Et væsentligt – ja afgørende – moment i montagebyggeriet er den detaljerede projektering og arbejds- og tidsplanlægning. Alle bygningsdele og deres samlinger skal være gennemtænkte og optegnede, så alle småtings placering og funktion er fastlagt, før produktionen påbegyndes.

Arbejdsoperationerne skal afpasses, så hver enkelt arbejder ikke skal vente, og ikke generer andre, men har en kontinuert arbejdsrytme. Gentagelsesmomentet, tilvænningen til analoge arbejdsoperationer, er en af årsagerne til produktivitetsstigningen.

Alle arbejder og leverancer skal ifølge en nøje gennemarbejdet, detaljeret tidsplan. Det var en nødvendighed i montagebyggeriet, og erkendelsen heraf var måske det største fremskridt i byggeriet i 60'erne. Idag er tidsplaner accepterede, og de følges, i en grad, der har gjort en tvungen »fast tid, fast pris«-ordning mulig (uanset at den i øvrigt har uheldige virkninger).

70'ernes muligheder

I begyndelsen af 70'erne havde man således en række næsten ens byggesystemer, hvis tekniske kvalitet, pris, produktivitet og organisationstalent var bevist.

Der var en gevinst i penge og/eller mandtimer, der kunne udnyttes til at forbedre byggeriet, ikke blot ved en eller anden kombination af lavere pris, større boligareal, flere boliger og højere teknisk standard, men også til at skabe et mere »menneskevenligt byggeri« som et kort udtryk for de

krav, den kritik, der rejses fra psykologers, sociologers, arkitekters, beboeres og mange andres side.

Kritikken af boligerne

De nye, større og teknisk forbedrede boliger gav ikke beboerne den tilfredshed, som burde have været resultatet af den voldsomme omlægning.

Kritikken er berettiget for så vidt som den påpeger, at de muligheder, vi nu har i byggeriet, bør kunne udnyttes til at forbedre boligen, ikke blot ved at indføre statussymboler, men især ved at skabe den rette ramme om menneskers trivsel uden for arbejdstiden.

Det må imidlertid en passant tilføjes, at kritikken i et vist omfang er uretfærdig, når den rettes ensidigt mod de teknikere, der medvirkede i 60'ernes teknologiske gennembrud.

Montagekvotens hensigt var at få bevist det industrialiserede byggeris tekniske muligheder, og det blev derfor pålagt de projekterende, at der *ikke* måtte eksperimenteres med boligens udformning. Man ønskede at få en direkte sammenligning mellem analoge boligtyper opført på traditionel vis og som montagebyggeri.

Ud fra dette synspunkt var f. eks. Balle-rupplanen en absolut succes. De gængse lejlighedstyper i en normal bebyggelsesplan kunne opføres hurtigere, billigere og mere rationelt som industrialiseret byggeri. Albertslund var for så vidt det eneste montagebyggeri, hvor man samtidigt ændrede boligtypen og produktionsmetoden.

Det er ikke min opgave her at gå nærmere ind på kritikken, men da de tekniske overvejelser ikke kan skilles fra de politiske, økonomiske og sociologiske overvejelser og beslutninger, vil det være rimeligt at omtale nogle af de beslutninger, behov og ønsker, som direkte vil påvirke fremtidens byggemetoder.

Politik og langtidsplaner

Hver gang politikerne ændrer byggeriets forudsætninger og/eller benytter byggeriet som samfundsøkonomisk regulator, får det en mere eller mindre direkte indflydelse

ikke blot på produktionen, men også på produktiviteten, den langsigtede investeringslyst og på selve byggemetoderne.

Det er indlysende, at beslutninger om renteniveau, huslejeudligning, tilskudsordninger, arealbegrænsninger, udlejningsbetingelser, ejerlejlighedsforhold o. s. v. har betydning såvel direkte som indirekte.

Beslutningerne vil f. eks. berøre den årlige boligproduktions størrelse og dennes fordeling på villaer og etageboliger, samt disses finansieringsforhold. En tilsyneladende ringe ændring på landsbasis kan derfor (uønsket) ramme enkelte producentkategorier særlig hårdt.

Der har i mange år været talt om, at langtidsplanlægningen er en absolut forudsætning for at udvikle byggeindustrien. Mange langtidsplaner er også vedtaget i folketinget. Ingen er blevet gennemført i den vedtagne skikkelse.

Det må derfor forudses, at mekaniseringsgraden vil stagnere i de kommende år, idet en yderligere mekanisering vil kræve så store investeringer, at ingen tør løbe den økonomiske risiko, de stadige politisk-økonomiske indgreb medfører.

Netop i disse måneder oplever vi, at en række industrialiserede firmaer bringes i alvorlige vanskeligheder, måske med konkurs, men i hvert fald med masseafskedigelser til følge, et forhold der vil være særligt beklageligt, når man på ny vil sætte en rimelig boligproduktion igang: En del af de nye og måske bedste firmaer overlevede ikke stagnationen.

Direktør Ketneth M. Wood, »Bison Wall Frame«, G. B., har ved kongressen »Industrialized Building« i Canada, 1968 illustreret dette forhold ved nedenstående tabel

Udgifter i procent af udsalgsprisen	Udn. af produktionsapp.		
	60 %	80 %	100 %
Materialer	35	35	35
Direkte arbejdskraft	15	15	15
Indirekte arbejdskraft, af- skrivning, vedligeholdelse	40	30	24
Overhead, projektering, salgsindsats m. v.	13	10	8
Overskud	+3	+10	+18
Udsalgspris	100	100	100
Overskud i procent af in- vesteret kapital	+4,5 %	+20 %	+45 %

Det fremgår, at ca. halvdelen af salgsprisen pr. stk. er uafhængig af udnyttelsen af produktionsapparatet, og at den anden halvdel skal dække de faste udgifter til produktionsapparatet samt overskuddet. Hvis salgsprisen ligger fast – er markedsbestemt – varierer de faste udgifters bidrag til stykprisen i Mr. Woods eksempel så meget, at 60 % udnyttelse giver tab, og 100 % udnyttelse en særdeles god forretning. Det vil kræve en usædvanlig tro på markedets stabilitet – tro på politikerne – at sænke salgsprisen og kalkulere ud fra f. eks. 90 % gennemsnitlig udnyttelse af maskineriet. Det vil omvendt måske være umuligt at hæve prisen så meget, at den mere sandsynlige gennemsnitlige udnyttelsesprocent 70 kan benyttes med en rimelig forrentning.

Jo mere, der mekaniseres, jo værre bliver forholdene, idet de proportionale arbejdslønudgifter (direkte arbejdskraft) falder, mens de variable udgifters relative bidrag (de faste udgifter divideret med det producerede antal komponenter) stiger. En højere mekaniseret fabrik er således mere sårbar over for afsætningsvingninger.

Det må bemærkes, at den ved indgrebene etablerede arbejdsløshed bliver væsentligt mindre, når industrien er højt mekaniseret, et forhold, der naturligvis på sin vis er udmærket, hvis det ikke medfører, at politikerne i så fald griber endnu hårdere ind.

De politisk-økonomiske beslutninger influerer også på anden vis på byggemetoderne og/eller produktionens art, f. eks. gennem omfanget af sanering, grundmodning, trafikplanlægning, favorisering af enfamiliehuse contra etageboliger etc.

Mennesker contra industrialisering?

De sidste års debat om boligens menneskelige kvaliteter, formuleret især af psykologer, læger, sociologer og arkitekter vil givetvis få stor betydning for byggemetoderne ikke blot i detaljerne, men i hele oplægget, herunder også råhusets udformning.

Byggeriet er blevet kritiseret for at skabe uvenlige miljøer, præget af ensidige industrialiseringshensyn, hvor beboerne bliver isolerede i formelle, teknisk fremragende boliger, »linealbørge-huse«.

Familie- og samlivsmønsteret er ved at ændre sig, samtidigt med at den enkeltes økonomiske muligheder øges og fritiden bliver en større del af tilværelsen.

En række ord som kønsrolledebat, familiemønster, de handicappede, integrerede bebyggelser, miljø, aktivisering, kollektive ydelser, slumstormere o. s. v., o. s. v. indgår i den debat, som forsøger at formulere kravene til bedre boliger. Der kan henvises til en lang række publikationer, bl. a. fra SBI, Henning Larsens B-afdeling og Arkitekten. Den nyligt afsluttede SBI-idekonkurrence om Tæt-lavt boligbyggeri er et andet udtryk for bestræbelserne for at finde nye veje.

I en teknisk oversigt må jeg nøjes med at omtale, hvorledes kritikken antageligt vil påvirke byggemetoderne, idet jeg understreger, at en positiv udvikling vil forudsætte, at teknikere og producenter aktivt medvirker på områder ud over deres traditionelle interessesfære.

Selv om politikere og sociologer ud fra forskellige synspunkter forsøger at bremse udviklingen af det industrialiserede byggeri, er industrialiserede, masseproducerede bygningsdele, som afløser for håndværket imidlertid kommet for at blive. De teknologiske muligheder er næsten ubegrænsede. Metoderne, produkterne og deres anvendelse er i støbeskeen.

Uanset de politisk-økonomiske beslutnin-

ger, herunder eventuelle ændringer i bygherrestrukturen og i husleje- og renteniveauet, vil vort byggeri i stigende grad blive præget af, at samfundets lønniveau og behovsændringer (-forøgelse) indikerer voksende mekanisering af fremstillingsprocesserne for bygningskomponenterne.

Hvad enten bygerigets part i samfundsøkonomien måles i procent af nationalproduktet eller i procent af arbejdskraften, kan man næppe forestille sig, at boligbyggeriet vil få en voldsomt øget andel. Undervisning, socialforsorg o. s. v. vil også være højt priorerede, og endelig kan det forudses, at den internationale udvikling vil kræve, at industrilandenes ekspansion i højere grad kommer udviklingslandene til gode.

Det er antageligt realistisk at se på boligbyggeriet inden for en relativt given ramme, om end en udvidelse af boligproduktionen til underforsynede befolkningsgrupper (f. eks. enlige) og en udjævning af standarden (sanering og bedre boliger til de økonomisk svageste stillede) vil give en vis, formel ekspansion (som vi så udpræget har produktionskapacitet til).

Flexibilitet

En lange række af de ændringer, der foreslås, kan teknologisk samles under kravet flexibilitet, der imidlertid dækker mange ting.

Kravet om et mere afvekslende og venligt miljø fører bl. a. til krav om *ydre flexibilitet* i udformningen af bebyggelsesplanen, i de enkelte bygningers etagehøjde og i facadeelementernes form og udseende, et krav som kun kan opfyldes ved videreudvikling af og/eller kombination af kendte byggesystemer, som antageligt vil føre til nye systemer, og so mi hvert fald vil stille stærkt øgede krav til produktion og planlægning. Det er tilsyneladende i direkte modstrid med den teknisk ideelle montagebyggeform, der monterer ensartede komponenter efter en snæver tidsplan under effektiv udnyttelse af genbrugsmomentet. Ordvalget ovenfor om den teknisk ideelle montagebyggeform kan imidlertid udmærket bringes til at dække et yderst flexibelt byggeri, hvis

leverancerne organiseres omhyggeligt – eller hvis de enkelte processer skilles noget mere i tid.

Kravene om *flexibel lejlighedsplanindretning* kan deles i tre krav: For det første et krav til byggesystemets ydre rammer om lejligheden, således at en række forskellige udformninger og størrelser let kan indpasses under projekteringen.

For det andet et krav om, at den enkelte lejlighed smidigt kan tilpasses den enkelte beboers ønsker – eller bygherrens ønsker om variation inden for hver types areal. Kravet kan eventuelt i et vist omfang også tilgodeses det første krav, hvis flexibiliteten ikke blot omfatter flexible muligheder for ruminddeling (opstilling af lette skillevægge), men også muliggør at visse lejlighedsskel kan anbringes flere steder.

En variant af mulighederne er vægge (evt. lejlighedsskel) med flere døråbninger end nødvendigt, således at rum (eller to lejligheder) kan forbindes/skilles på flere måder ved opsætning af dør, henholdsvis lukning af åbningen.

Noget lignende gælder planer, hvor der i forbindelse med (ved siden af) større lejligheder indrettes små 1-rums lejligheder, der kan udlejes til studerende, pensionister o. s. v. – og som eventuelt også kan udlejes sammen med, eventuelt direkte forbindes til, en større lejlighed, og således give det store barn en »selvstændig tilknytning« til familiens lejlighed.

For det tredje kan kravet om flexibel lejlighedsplanindretning udvides til også at omfatte *fremtidig flexibilitet*, hvor jeg især tænker på muligheden for, at en lejlighedsbeboere selv – eller med assistance – kan flytte lette skillevægge efter behov, i takt med familiens udvikling.

Et så flexibelt system kan indebære, at beboerne principielt blot lejer et areal, som de indretter og ændrer efter ønske.

Jo højere grad af »beboerflexibilitet«, jo vigtigere er det, dels at økonomi og administration, inklusive overvejelser om »værdi« af forbedringer, er løst, dels at de tekniske konsekvenser er overvejede. Kan beboerne opstille vægge helt frit – eller efter visse »modul«regler? Er der krav om benyt-

telse af bestemte væg- og gulvmaterialer? Er samlingsmetoderne planlagte?

Som et væsentligt, teknisk problem i forbindelse med flexible planer må nævnes installationer. Varmesystemet må tillade, at lette vægge flyttes. VVS-installationerne vil endvidere ofte give væsentlige begrænsninger. Flexibilitet i VVS-installationerne vil i reglen give en kostbar anlægsøkonomi, men et vist hensyn hertil kan kombineres med f. eks. muligheden for komplet udskiftning, f. eks. af en bad-unit (demonterbar facade?), således at bygningens fremtidige standard kan øges i takt med udviklingen.

Elinstallationerne giver, med den traditionelle udformning, store vanskeligheder for flytbare, lette skillevægge. Klemliste- og fodpanelsystemer m. v. er kun en halv løsning, da enhver vægflytning medfører, at faglærte elektrikere alligevel skal medvirke. Teoretisk kan man tænke sig et elforsyningssystem, der er uafhængigt af de lette vægge, f. eks. bundet til loft eller gulv. Man kunne også tænke sig, at 220V/380V installationen var bundet til faste vægge m. v., og at belysningsstrømforsyningen etableredes via en 24V transformer, således at det kunne overlades til beboerne selv at flytte væg-gå og installere el.

I forbindelse med de lette, flytbare vægge opstår der, i hvert fald i fleretagers huse, et lydproblem. Lejlighederne skal have få, tunge lejlighedsskel, d. v. s. lange spændvidder. De lange spænd vil give slappe dæk, risiko for nedbøjninger (der tilmed ændres, når de »lette« vægge flyttes), således at de lette vægges tilslutninger også lydmæssigt vil være vanskelige at løse.

Et egentligt søjle-bjælkesystem (eller rammesystem) med kortere spænd – eller meget tykkere dækelementer, kan bidrage til en løsning.

Gulvkonstruktionens relation til de lette vægge er et andet, og nok alvorligere problem. En rimelig lydisolering i lodret retning kræver svømmende gulve eller lignende, f. eks. det idag normalt anvendte bølgeparket på strøer på bløde brikker. Et sådant svømmende gulv er ikke altid i stand til at optage vægten fra lette vægge langs

enhver mulig opstillingslinie. Selv om vægtproblemet er løst, er lydproblemet ikke løst, da der ved opstilling af lette vægge ovenpå et svømmende gulv antageligt dannes lydbrøer under den lette væg. Kravet om flytbare, lette vægge er i modstrid med kravet om øget lydisolering mellem lejlighedernes enkelte rum – og i hvert fald et stort problem, hvis man ønsker flytbare lejlighedsskel.

En vis »modulkoordinering« af de lette vægges opstillingsmuligheder kan medføre, at man udvikler en gulvkonstruktion, der på æstetisk acceptabel vis tillader opstilling af lette vægge med rimelig rumisolation, i et rimeligt flexibelt »modulsystem«.

Problemet er analogt til det fra kontorhuse med flytbare skillevægge kendte problem: Rumisolationen mellem de enkelte kontorer bestemmes af de (besværlige) konstruktioner, man etablerer over væggen, i hulrummet mellem dæk og nedhængt loft.

En vidtdreven flexibilitet i facadeløsningen – f. eks. tilbygningsmuligheder – kan næppe tænkes i andet end lavt byggeri – her vil vind- og vandtætningsproblemerne gøre »selvbyggeri« vanskeligt.

Flexibiliteten er et naturligt krav af mange grunde: Bygningen sikres en fremtidig moderniseringsmulighed. Beboernes ønske om medindflydelse og mulighed for tilpasning til varierende familiestørrelse tilgodeses. Nye flæmiliemønstre kan indpasses, o. s. v. Flexibilitet vil koste penge, men af hensyn til nye – og ukendte behov – er det måske en god investering.

Flexibilitet for beboerne kræver en avanceret planlægning af råhuset, men ikke nødvendigvis en prohibitiv fordyrelse, om ikke andet så fordi (en del af investeringen og) hele arbejdslønnen til f. eks. de lette skillevægge bæres af beboerne. Hvis fritiden øges væsentligt, og hvis beboerne har lyst (og evner) til selv at »ommøblere« lejligheden, kan der næppe indvendes noget økonomisk mod den helt flexible lejlighedsplan, fordelene i øvrigt taget i betragtning. Man kan forestille sig en hel »tømmerhandler-industri« opstå med tilbud om små byggekomponenter efter do-it yourself princippet. I kollektive bebyggelser, hvor mange slags

»eksperter« må antages at medvirke, kan princippet i hvert fald fungere.

Flexibelt byggeri er også industrialiserbart. Produkterne, metoderne, organisationen og planlægningen (samt eventuelt distributionen af de ikke bærende dele) vil være ændrede, men dog analoge til de kendte principper.

Kravet om flexibilitet i byggesystemerne er ikke blot en følge af krav til bebyggelsesplan og planløsning, det er også en følge af ønskerne om »integrerede« bebyggelser, hvor institutioner, butikker, o. s. v. indgår naturligt. For etagebyggeriet giver disse ønsker visse vanskeligheder for de traditionelle systemer.

Tæt-lavt byggeri

I parcelhusbyggeriet ses en tydelig udvikling mod større flexibilitet, selv inden for »typehusene«. Hertil kommer udviklingen mod nye, lave boligformer, det »tæt-lave« byggeri. Uden de bånd, de bærende konstruktioner og lydisoleringskravene giver i højt byggeri, er der langt større muligheder for flexibilitet og medbygger/selvbygger-virksomhed, forudsat at installationssystemerne er egnede.

Konstruktionerne kan baseres på lette komponenter, der er simple at samle, udvide, bygge videre på. Stål, træ, plast får store muligheder. Der må i denne forbindelse peges på, at det lave byggeri i høj grad kan udnytte *bad- og køkkenunits* i et i øvrigt flexibelt hus. Sådanne units er i kraftig udvikling og vil kunne udnyttes i alle former for boligbyggeri, samtidigt med at de på grund af deres høje pris vil være en eksportvare for industrien. De er normalt på størrelse med biler, og koster det samme. Derfor behøvede de jo ikke at være importvarer. De kunne også være danske eksportvarer.

Jeg tror derimod ikke meget på *mobile homes* tanken, som den realiseres i U.S.A. I U.S.A. repræsenterer den en hurtig og billig »byggeform«, men ofte på bekostning af kvaliteten, af miljø, sociale faciliteter og installationer. Løsningen imødekommer imidlertid en række individuelle og kollektive ønsker og behov. »Huset« selv er et ud-

præget industriprodukt, med omhyggelig og rationel detailudformning, ofte med høj finish, og den angiveligt lave pris skyldes bl. a., at industriarbejderes lønniveau er langt lavere end bygningsarbejderes. I Danmark er lønsforskellene, og dermed en eventuel økonomisk gevinst, langt mindre. I U.S.A. skyldes den billige pris også, at »mobile homes« ikke omfattes af en række bygnings- og byplanbestemmelser, og ikke beskattes som boliger.

Vort vejsystem forbyder generelt transport af så brede genstande som i U.S.A., og da vore krav (vaner) til rumstørrelser tilmed er større end de amerikanske, vil et »mobile home« system enten kræve, at mange rum omfatter to vogne, eller at vor boligstandard sænkes. Løsningen vil endvidere kræve væsentlige ændringer i byplanlovgivningen, bygningsreglementet og brandlovgivningen.

Alligevel må ideens principielle indhold overvejes. Set fra et industrialiseringssynspunkt er det vigtigt, at boligen færdiggøres helt på fabrik. Masseproduktionen tillader, at detaljerne gennemarbejdes, og mobile homes indeholder mange praktiske forbedringer, der er værd at kopiere. Køberen kan, som med typehuse, på forhånd se og vurdere sit hus, og han kan tilmed eventuelt flytte det senere. Han er til gengæld bundet til de løsninger, der udbydes, og han kan i reglen ikke ændre på huset, omend han eventuelt vil kunne købe (sælge) flere enheder i takt med familiens ændrede behov. Som med Box-systemerne er de planløsninger, der kan opstå, stærkt bundne af forudsætningerne.

Man fremhæver, at det tæt-lave byggeri i modsætning til etageboligbyggeriet vil kunne give et bedre (mere menneskeligt) miljø, med opfyldelse af kontaktbehov og mulighed for flexibel tilpasning til forskellige livsformer, og at der i tæt-lavt i højere grad vil kunne etableres beboermedindflydelse, beboer-medbyggeri og flexibilitet i planløsningerne.

Byggeteknisk er tæt-lavt måske baseret på industrielt fremstillede dele, samlet af beboerne, eller på »beboermedbestemt« andelsbyggeri opført på normal vis – eller på blandinger heraf. Tæt-lavt er uden tvivl et

positivt alternativ til parcelhusbyggeriets sovebyer.

Men som det tæt-laves dyder romantisk er blevet sammenlignet med en gamle landsby, kunne den ligeså kollektive og miljørige middelalderby måske sammenlignes med de nyeste etageboligbebyggelser, der er udviklet efter de første forsøg med »kollektiv« bebyggelse (f. eks. Værebros Park) og med såkaldte »terrassehuse«.

Naturligvis kan 3-4-5 etagers boligbebyggelser ikke opføres som »selvbyggeri« i ordets normale betydning for så vidt angår husets bærende konstruktion. Bortset herfra rummer de nyeste varianter af terrassehusene en lang række af de samme kvaliteter og muligheder som det tæt-lave byggeri.

Terrassehuset

I sin oprindelige form er terrassehuset egnet for byggeri på bjergskrånninger i varme egne.

Åbne terrasser, uden læ for vind og regn, er for kolde i det danske klima, og den aftrappede husform giver let uheldige planløsninger og/eller dyre konstruktioner på fladt terræn.

De mere nuancerede udgaver er rimeligere. De er konstruktivt ikke meget afvigende fra de traditionelle 4-etagers blokke, men det stærkt varierede facadeudtryk med fremspringende partier og halvt afskærmede altaner, giver mulighed for at bebyggelsens ydre bliver venligere og rigere.

Brøndby Strand er et markant eksempel.

Naturligvis kan facadeudtrykket varieres på mange andre måder, og naturligvis er det ikke bare facaden, der skaber miljø.

På dette sted skal der kun gøres opmærksom på, at en mere nuanceret facadeudformning medfører, at en ny række tekniske problemer må tages op til rationel og byggeteknisk korrekt løsning:

Udadgående og indadgående hjørner

Spring i facadeplan, å etageplan

Variierende etagehøjde

Altaner udenpå/indenfor bærende/ ikke-gærende facader/gavle

Udkragede (dele af) rum

Temperaturspændinger i bygningskonstruktioner opbygget af såvel isolerede som

uisolerede dele

Kondensproblemer ved kuldebroer, især i (ukragede) bærende konstruktioner

Et stort antal varianter af elementer, elementkanter, fuger, montagedetaljer o. s. v.

Såvel tæt-lav som højere byggeri med varieret facade og intern fleksibilitet vil stille nye – og store – krav til industrien: man må kunne masseproducere varianter eller måske snarere masseproducere variationsrige samlinger af komponenter.

Det næste spring

Det næste teknologiske spring, 80'ernes gennembrud for det menneskeværdige byggeri, vil kun kunne foretages, hvis man skaffer ret så væsentlige midler til at prøve at lade (nogen?) bygge (og finansiere?) på en anden måde. Hvis man udnytter de allerede givne systemer og de allerede opnåede resultater på en konsekvent måde over for de mange »normale« projekter og til gengæld koncentrerer eksperimenterne om nogle få, men til gengæld »frie« byggerier, er det muligt endnu engang at forny vort byggeri.

De rer behov for en række »typehuse« – med nye modeller en gang imellem. Der er også behov for, at de herved opnåede besparelser udnyttes til virkeligt eksperimentbyggeri på avanceret plan. Hidtil har eksperimenterne i et vist omfang i for høj grad haft karakter af variation for variationens egen skyld, som kontrast til typehusene. De mere ansvarsbevidste eksperimenter har til gengæld ofte ikke fået en ærlig chance: Finansieret på normale vilkår bliver eksperimenter oftest for dyre, hvorefter det er godt stof at hænge eksperimentet ud for dets høje pris af værdi for beboernes trivsel, undersøges ikke. De var måske værd at betale for, og de blev i øvrigt nok billigere, når eksperimentperioden var forbi.

Hvis vi skal forsøge at muliggøre realisationen af de tanker, som især yngre byggeeksperimentatorer fremsætter, vil det være nødvendigt at revidere finansiering, planlægning, produktion, elementtyper, byggemetoder o. s. v. Det nyetablerede BUR, Byggeriets Udviklingsråd, har her en mulighed for at tage et skelsættende initiativ ved at få etableret eksperimentbyggerier

uden om det etablerede økonomiske kontrolsystem.

Hidtil har springene været baseret på byggeri under normale lånevilkår, med normal m²-pris kontrol, forudsættende at alle relevante kvaliteter kunne bedømmes efter en økonomisk skala.

Det næste spring skulle nødtigt føre til dyrere byggeri. Det har vi ikke råd til, set fra et globalt, økologisk synspunkt. Det næste spring skulle gerne vise, at vort byggeri igen var blevet endnu bedre. Idag er der mulighed for i højere grad at lade tekniske, målelige kvaliteter afveje mod knap så konstante, menneskelige hensyn. Der er også råd til det, for industrialiseringen har medført en betydelig reel nedgang i den relative byggepris, hvad enten denne udtrykkes i kroner/m², ekskl. kurstab, eller i mandtimer/m².

Hvem siger i øvrigt, at en menneskevenlig bolig er dyrere (end renteniveauet bestemmer)?

De tekniske ændringer, antydte i det foregående, som sandsynligvis vil blive indført i de kommende års byggerier kan resumeres i følgende punkter:

Byggesystemer, sammenknyttede 1, 2, 3-4 og flere etagers blokke.

Integration af boliger, institutioner o. s. v., med relativt større fællesarealer.

Betydelig facadevariation i materiale, farve, med spring i facadeplan, påhæftede altaner, terrasser o. s. v.

Bærende tværvægssystemer vil indføre længere spænd og mange, alternative (og større) døre.

Bærende facadesystemer vil give indvendig flexibilitet (men facadeflexibiliteten kombineret med de statiske krav er et problem).

Søjle-pladesystemer, rammesystemer o. lign. i beton vil vinde frem, uanset deres højere pris for det bærende system, p. g. a. deres store flexibilitet. Stålsystemers brandsikring vil blive færdigeksperimentet til praktisk anvendelighed. Træsyste-mer vil blive populære til 1 og 2 plans (medbygger-) huse.

Facadekomponenter, altankomponenter og de tilhørende montage- og fugesystemer

vil gennemgå en rivende udvikling for at leve op til de principielt vanskelige, komplicerede krav, en »flexibel« facadeudformning stiller.

Lette skillevægge, egnede til, at beboerne selv kan opstille og nedstage dem, vil opstå. Elsystemer, gulvsystemer og lejlighedsskelproblemet løses i forbindelse hermed. Skabs- og dørkomponenter vil gennemgå en tilsvarende udvikling mod afklarede, enkle komponenter, til salg i supermarkedet.

Badunits vil løse et pris- og montageproblem. Forhåbentlig bliver det en eksportindustri.

Elsystemer vil blive udviklet, dels til brug for beboerne, dels som listesystemer, separat fra råhuset. En tredje tænkelig løsning er, at samtlige vægge udstyres med el-udtag for hver \times m, hvor \times er mindre end 1. I så fald er elsystemet helt »indstøbt« i væggen, ikke trukket i rør.

Saneringen løses næppe, uanset at der er vilje, behov og kapacitet, men betydelige dele af det gamle byggeri vil blive ombygget og fornyet.

Eksporten og importen af lette og/eller dyre bygningskomponenter vil blive øget. Måske i dansk favør, hvis beslutningen tages i tide.

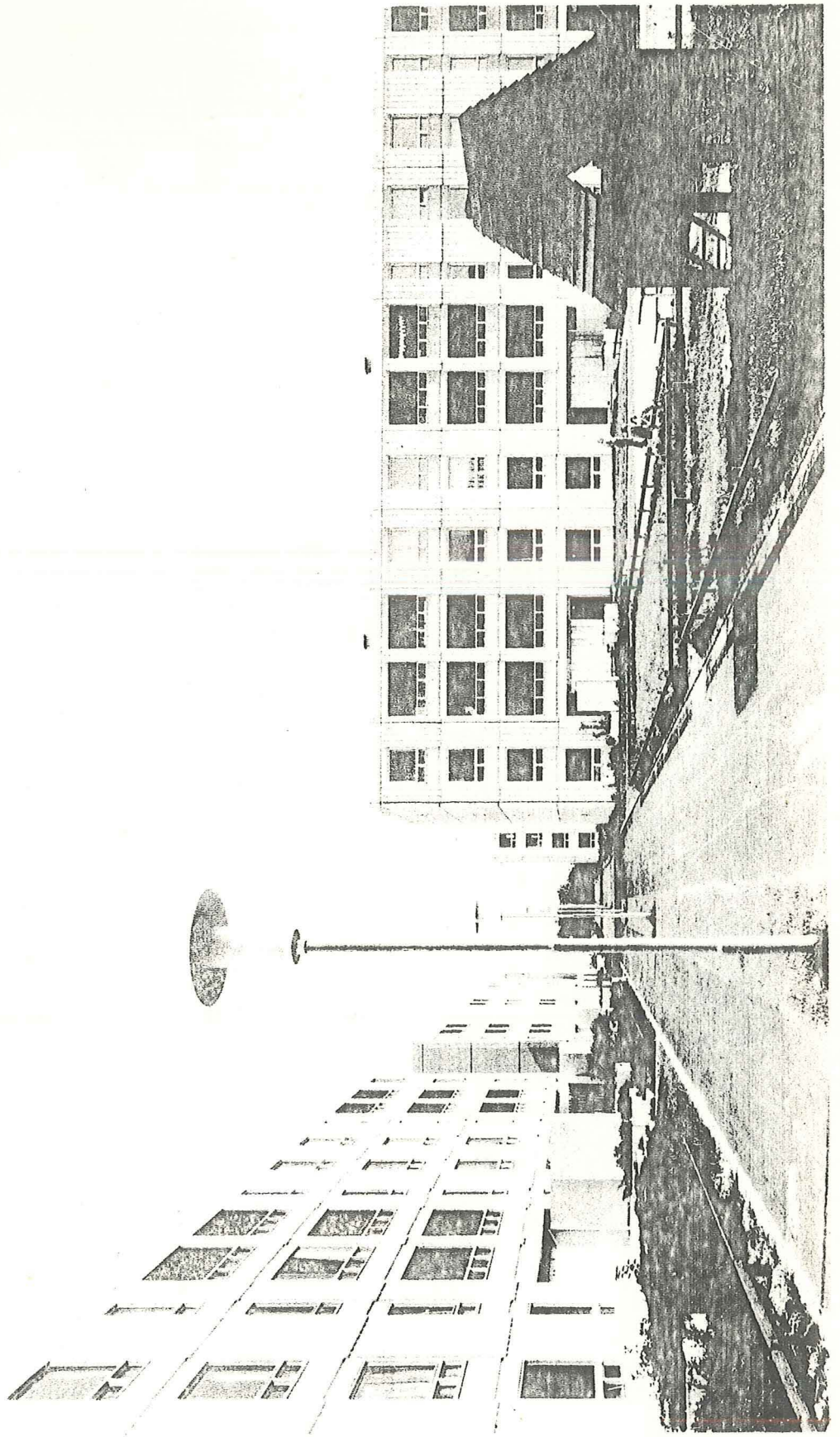
En EF-tilslutning får næppe megen (positiv) betydning for byggeriets tekniske løsninger.

Endelig må det forudses, at arbejdskraften i nybyggeriet vil være 100 % i hænderne på specialarbejdere, bortset fra formelt, myndighedsbestemt kontrolarbejde med f. eks. el- og VVS-installationer. Den ikke-omskolede faglærte arbejdskraft vil til gengæld få rige muligheder i ombygnings- og udvidelsesarbejder i den eksisterende boligmasse.

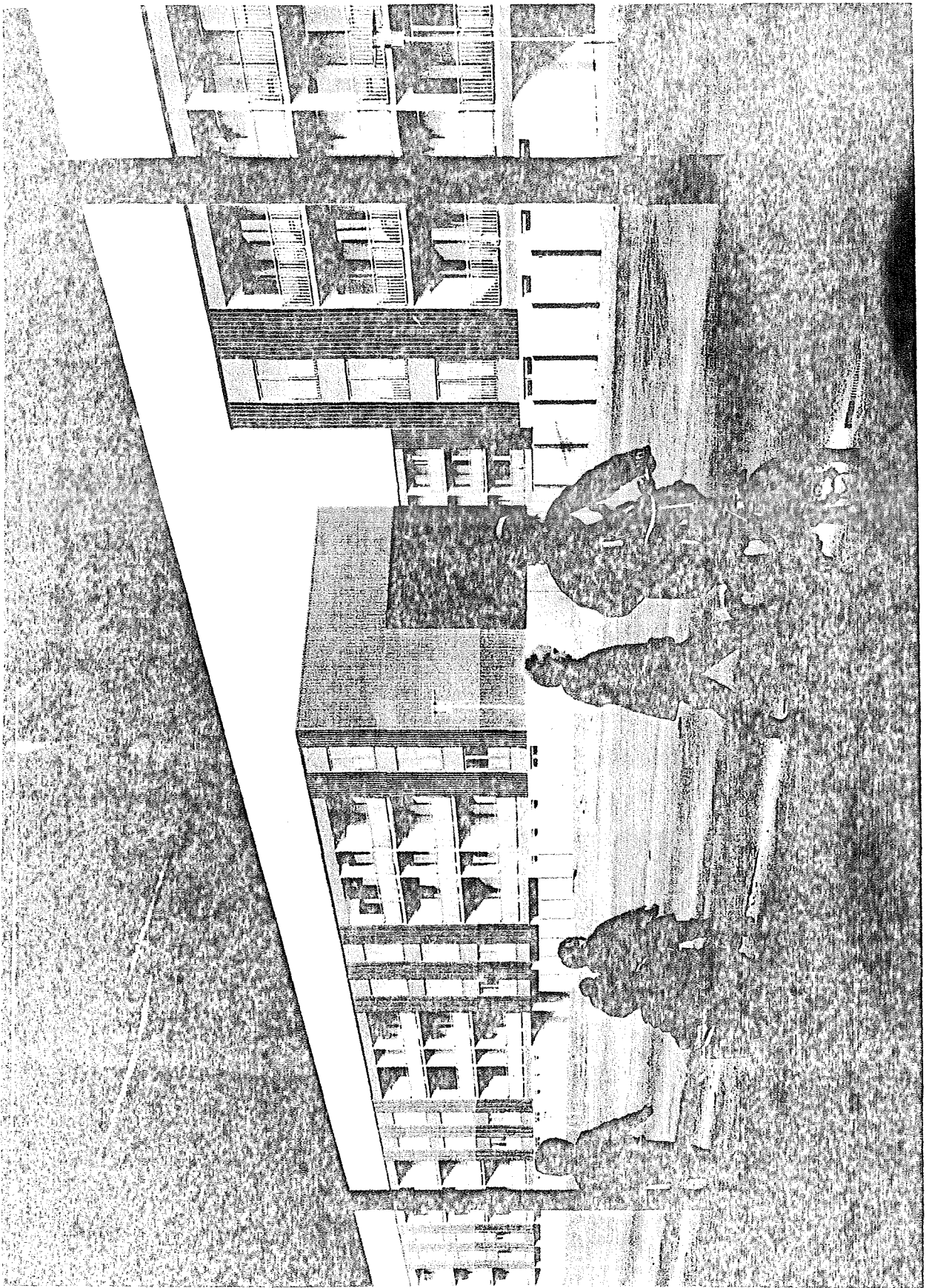
Selvbyggeri, medbyggeri og medindflydelse vil vinde frem. Der er allerede i dag mange, der benytter væsentlige dele af fritiden til at forbedre boligen, og såvel teknik som fritid og personlig motivering synes at pege mod en stærk ekspansion indenfor denne del af »byggesektoren«. Myndighedsproblemer (brandforhold for møbler (!) og selvgjorte lette vægge, ned-

hængte lofter o. s. v. og finansiering af medbyggeri vil give administrationerne hovedpine.

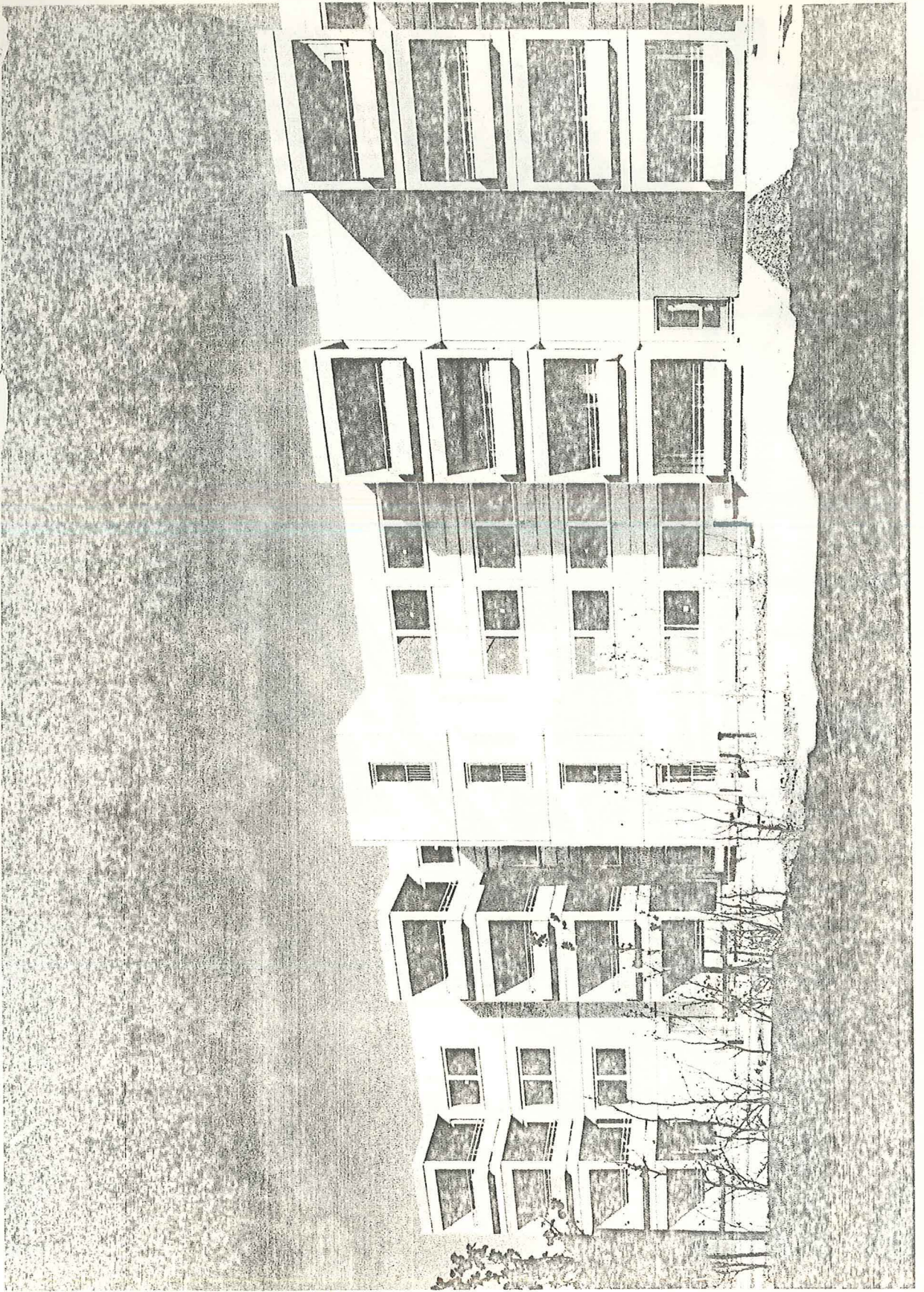
Før skoler, kontorer, plejehjem og hospitaler vil der blive lanceret en række byggesystemer, som antageligt vil kunne rationalisere disse byggerier væsentligt, især på projekterings- og kontrolsiden, ligesom en væsentlig nedskæring i antallet af (lige-gyldige) valgmuligheder vil effektivisere bygherrens (byggeudvalgets) beslutningsproces.



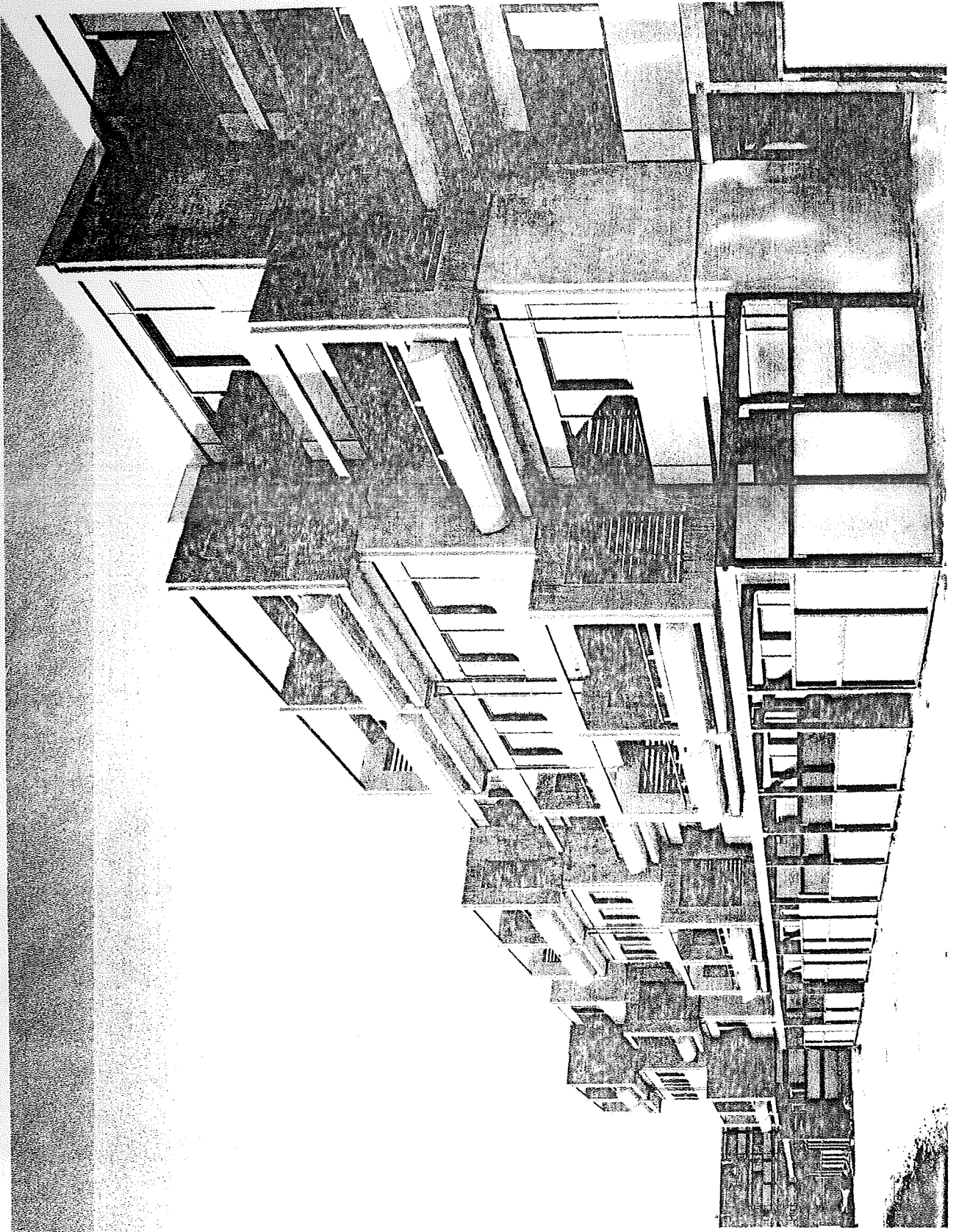
L.A. - Ny-Bø, Lauson
& Nielsens (ypelhus,
sidste model, bl. a.
opført i Dageløkke -
Parken i Humlebeek
(Ark. Franz Madsen).



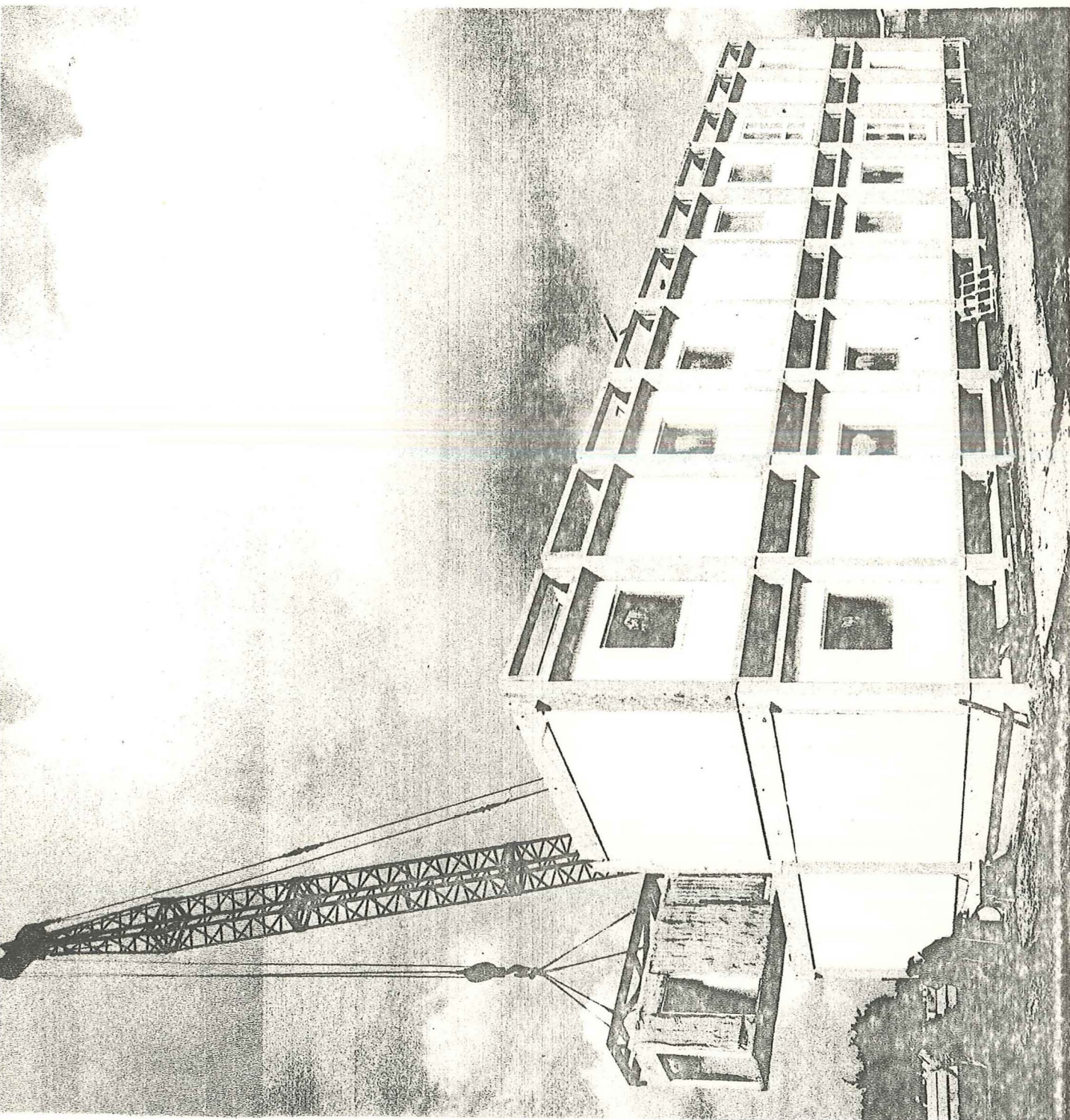
From left to right:
 Robert L. Smith, Jr.
 Alvin H. Smith, Jr.
 Robert L. Smith, Sr.
 Robert L. Smith, Jr.
 Robert L. Smith, Jr.



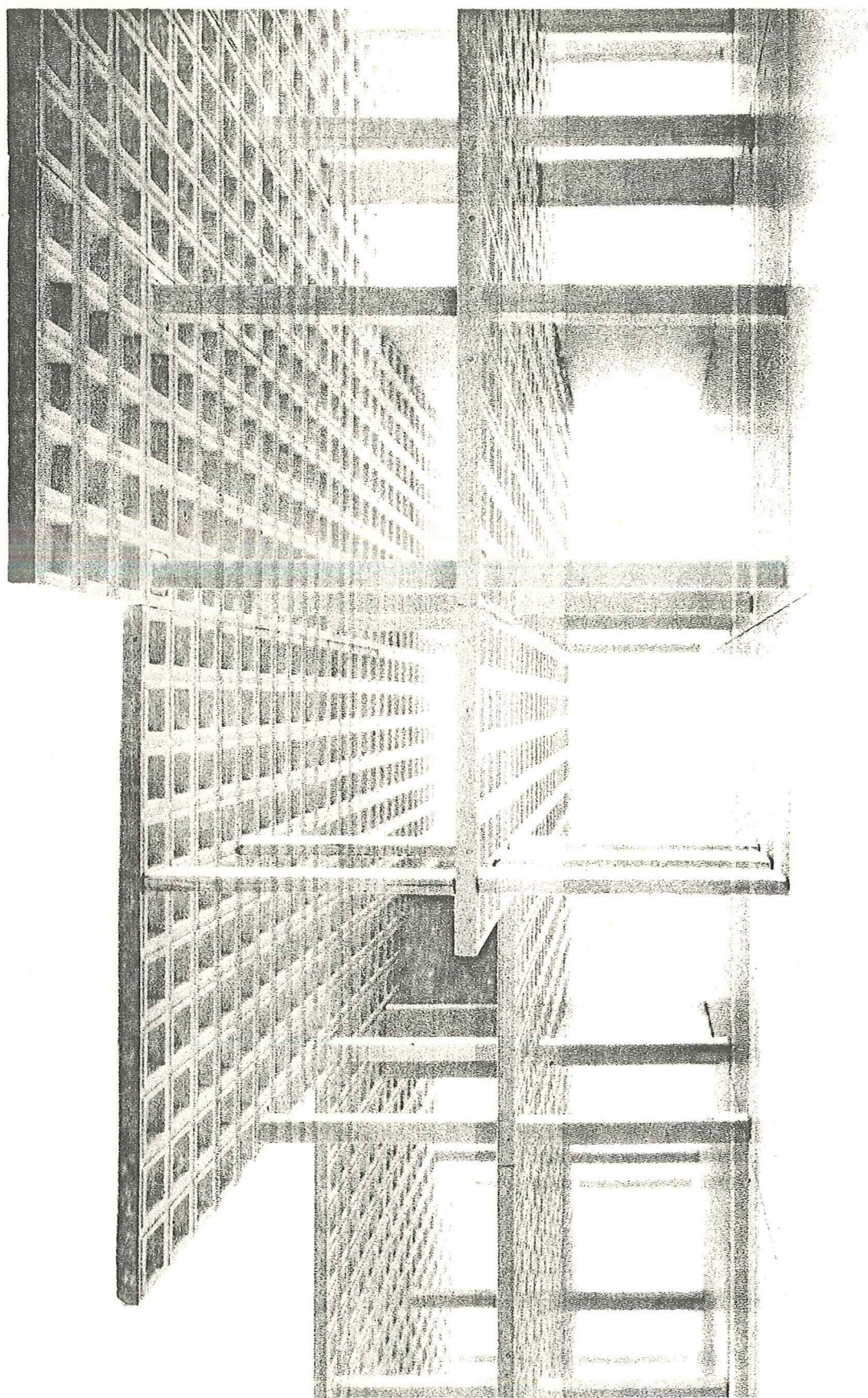
*Housing development,
Bangor and Schiller's
park in Kakkabadi
State capital Bhopal
planned by Mother &
Kearney.*



Exterior elevation
Stone spring house
plan view of the
house of the
at the model
Hogshur, Denmark
Larsen & Nyholm



Conbox, Jacob Bleg-
vold & Anne Kjær,
Eksempel på box-
bygget, se reksten.



Krydsribbedæk, udviklet af Lemming & Ersson. Sådanne berørte systemer, f. eks. også det velkendte TVP-system, giver stor flexibilitet, se teksten.