

# Boligbyggeriets produktionstekniske problemer

Udgivet af  
Boligministeriets Produktivitetsfundsudvalg  
I kommission hos Teknisk Forlag  
København 1954

## Forord

Ved lov af 31. marts 1953 blev der stillet 4,5 mill. kr. til rådighed for boligministeriet til produktivitsfremmende foranstaltninger inden for byggeriet. Anvendelsen af disse midler administreres af et under ministeriet nedsat produktivitsfundsudvalg.

I overensstemmelse med de i nævnte lov angivne retningslinier har boligministeriets produktivitsfundsudvalg set det som sin opgave at sætte de til rådighed stillede midler ind for at fremme bestræbelserne for at forøge produktiviteten og derved medvirke til at billiggøre byggeriet gennem en omhyggelig planlægning, en rationel organisation samt en øget mekanisering. Endvidere har man fundet, at man som led i disse bestræbelser bør understøtte anvendelsen af nye byggemetoder, herunder også inddragelsen af ufaglært arbejdskraft til supplerung af murstensbyggeriet.

Med disse mål for øje har produktivitsfundsudvalget opstillet et program omfattende 3 led, nemlig dannelse af et aktieselskab »Byggeriets Maskinstationer« (stiftet i september 1953), uddannelse af rationaliseringskonsulenter samt information og oplysningsvirksomhed vedrørende byggeriets rationalisering.

Uddannelsen af de rationaliseringskonsulenter, der netop nu er afsluttet, har strakt sig over et år og påbegyndtes i sommeren 1953 med afholdelse af et forberedende kursus på Magleås folkehøjskole. Ved denne lejlighed blev der af en række arkitekter og ingeniører holdt en serie foredrag med det formål at give deltagerne i kurset en alsidig orientering om de problemer, som knytter sig til byggeriets rationalisering, hvad enten det drejer sig om det såkaldte traditionelle byggeri eller de nyere byggemetoder.

Det er boligministeriets opfattelse, at disse foredrag har interesse også uden for den kreds, der deltog i kurset, og at det derfor er en naturlig opgave for produktivitsfundsudvalgets informationstjeneste at gøre foredragene kendt i en større kreds, således som det sker ved udgivelsen af denne bog.

Det er ministeriets håb, at udgivelsen af nærværende bog vil yde sit bidrag til at udbrede kendskabet til og interessen for de besættelser, der udfoldes for at øge produktiviteten inden for byggeriet.

København i juli 1954

Axel Skalts  
Departementschef  
Formand for udvalget

## Indledning

Som et led i uddannelsen af byggekonsulenter og tillige som en del af den oplysningsvirksomhed vedrørende byggeriets rationalisering, som forestås af boligministeriets produktivitetsfondsudvalg, afholdes i juni måned 1953 på Magleås højskole et kursus for 34 arkitekter, ingeniører og udførende. Det var formålet med dette kursus gennem foredrag, diskussioner og besøg på byggepladser at give deltagerne en alsidig orientering om de problemer, som knytter sig til byggeriets rationalisering, hvad enten der ved udførelsen er tale om anvendelse af mursten, beton eller andre byggematerialer.

Selv om der er forløbet et år — og vel at mærke et år i en periode, hvori byggeriet har været inde i en stærk udvikling — siden dette kursus afholdtes, er der grund til at tro, at foredragene, som blev holdt på Magleås, stadig har interesse. Ingen af foredragsholderne forsøgte at give konkrete løsninger, og hele foredragsrækken kan derfor betragtes som et principielt indlæg i en standende diskussion.

Det er hensigten med den foreliggende bog at give en så vidt muligt samlet fremstilling af byggeriets problemer ud fra et produktionsteknisk synspunkt.

Bogen omfatter hovedparten af foredragene fra Magleås-kurset; en del af dem har tidligere været offentliggjort. Foruden foredragene indeholder bogen — for at give et afrundet billede af byggeriets produktionstekniske problemer — enkelte tidligere offentliggjorte artikler.

*W. R. Simonsen.*

5708  
10. OKT. 1953

# Byggeprisens bestanddele

Praktiske muligheder for at bringe byggeprisen ned,  
påvist ved eksempler fra udenlandske og danske prisanalyser

Arkitekt, m.a.a. Pb. Arctander.

Mens man i reglen ikke venter et fornuftigt svar, når man på en byggeplads spørger: Hvor langt er et brædt? — er der som bekendt mange, der ønsker et fornuftigt svar på det lige så vanskelige spørgsmål: Hvor meget koster et hus? — For dem, der forsøger at rationalisere byggeriet, kan husets pris i en vis forstand tages som udtryk for, om rationaliseringen lykkes eller mislykkes, men man skal dog være var-

som med at betragte et isoleret tilfælde med en lav byggepris som et bevis på, at man har gennemført en rationalisering, idet byggeprisen påvirkes af mange andre forhold end de byggendes bestræbelser for at rationalisere.

## Byggeprisen varierer

Det er almindelig kendt, at der kan opstå store variationer i den pris, man opnår for byggeri, der i

alt væsentligt forekommer at have samme værdi. F.eks. fremgår det af den nyligt udkomne betænkning om skolebyggeriets billiggørelse og rationalisering (lit. henv. 2), at for 18 landsbyskoler, omregnet til samme prisindex, har enhedsprisen pr. klasse varieret fra ca. 22.000 til 62.000 kr. Selvom disse tal ikke betyder, at man har bygget tre gange så dyrt i den ene kommune som i den anden, fordi der er en vis for-

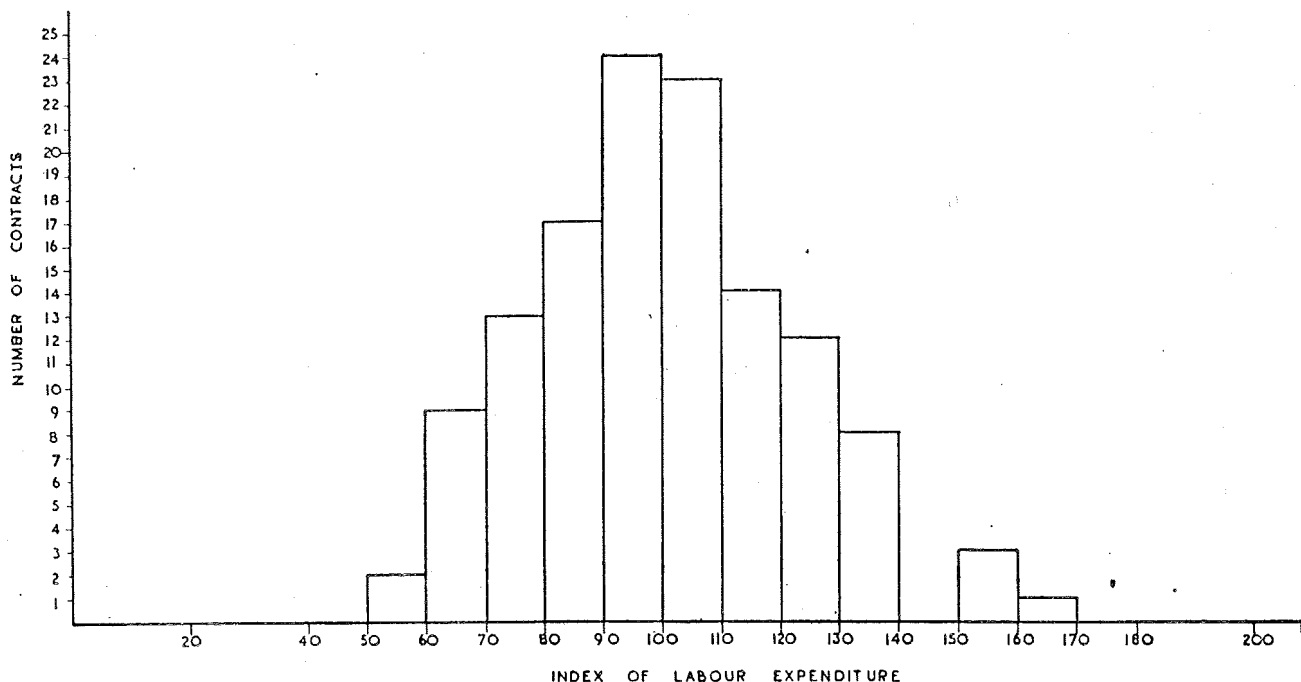


Fig. 1. Arbejdstiden pr. bolig varierer. En engelsk undersøgelse viste, at den anvendte arbejdstid på byggepladsen for ensartede rækkehuse varierede fra ca. 1500 til ca. 4500 timer. Den store spredning tyder på at nogle af byggerierne kunne billiggøres (lit.-henv. 1).

skel i udstyrsstandard o.s.v., kan dog ikke hele prisforskellen skyldes disse forskelle i kvalitet m. v. Selvfølgelig det forhold, at byggeprisen varierer udover, hvad der kan forklares med variationer i bygningernes brugsværdi, viser, at der er noget, som må undersøges nærmere — at man er på sporet af en eller flere årsager til unødigt høje byggepriser.

### Opdeling afslører besparelsesmuligheder

For at opspøge årsagerne til spredningen i byggeprisen benytter man sig af et ganske elementært princip, idet man opdeler byggeprisen i mindre bestanddele for derved at få udpeget de bestanddele, hvor den store spredning forekommer.

I England har man i årene efter krigen ved et målbevidst arbejde kunnet nedbringe prisen pr. elevplads i nye skolebygninger med ca. 40 % (omregnet til samme prisindex). Det er gjort ved en systematisk forenkling, først og fremmest af skolens planudformning, og dernæst af typiske konstruktions- og detaljer i skolebyggeriet, og et væsentligt værktøj har været prisanalysen (cost analysis), som man i England har lettere ved at opstille, fordi man som grundlag har mængdeberegningerne. Et eksempel på en prisanalyse (fig. 2) af 7 engelske skoler (gengivet i lit.henv. 2) viser, at selv i den af de 7 engelske skoler, der har den billigste samlede pris, kan man finde enkeltposter, som er dyrere end i de andre skoler. F. eks. har den billigste skole et dyrere tag end alle de andre skoler, for vinduer og udvendige døre har den billigste skole en over dobbelt så stor udgift pr. square foot som den næstbilligste, indvendige døre ligesådan o.s.v. Opspaltningen af byggeprisen i bestanddele åbner altså muligheder for at udforme en skole, som er billigere end den, der var sluppet til at blive den billigste hidtil.

En sammenligning af antallet af

Skolernes nr. og udførelse	1	2	3	4	5	6	7
	Pre-cast concrete.		Average standard of finish.	Good Average standard of finish.		Austere standard of finish.	Austere standard of finish.
No. of Pupils.....	18,078	320	320	480	360	480	320
Floor Area F. S.....	20,541	20,541	13,833	29,145	21,972	31,616	18,200
Tender Date.....		Jan. 1950	May 1950	June 1949	Jan. 1949	Sept. 1949	Febr. 1948
Prelims. and Insurances ...	1/7.2	7.6	2/10.9	3/0.1	2/8.8	2	9
Contingencies.....	1/1.3	2/11	1/9	1/6.5	1/4.4	1/10.8	6.7
Work below Ground Floor Level.....	8/8.1	4/1.2	6/11.1	4/10.7	3/4.2	5/5.9	3/8.3
External Walls and Facings	*20/10.3	*16/8.3	5/2.7	7/7.7	10/9.3	4/11.5	4/8
Internal Partitions.....	1/0.3	11.6		1/2.9	2/9.4	1/7.5	
Wall Finishes.....	2/	11.5	9	1/2.9	2.9	1/7.5	8.7
Metal Windows and External Doors.....	2/5.2X	3/9.8	4/7.8X	2/6.4	3/11.9	1/10.2X	3/8.3
Doors (Internal).....	9.7	8.3	4.8	6.8	3.5	3.4	6.7
W. C. Doors and Partitions.	6.5	4	0.9	3.2	8.7	8.2	5.7
Cloakroom Fittings.....	1/0.8	6	0.1	5.8	9.4	2.5	5.1
Ironmongery.....	9.3	9	2.2	6	2.7	3.7	9.8
Glazier.....	4.3	3.4	1/2.4	6.9	4.9	2.9	4.5
Decorations.....	2/3.4	1/4.3	1/6.5	1/0.5	2/0.3	11.1	1/5.5
Upper Floor Construction..	Nil	Nil	Nil	6.5	Nil	1/11.5	Nil
Frame.....	Nil	Nil	Nil	3/5.4	5/7*	Nil	1/6
Roof.....	2/11.6X	3/6.5	6/3	4/9	4/9.2	4/1	5/6.4X
Rooflights.....	0.2	2.8	1.6	3.9	8.6	1.5	Nil
Floor Finishes.....	4/6.1	3/5.2	4/2.8	4/0.4	3/0.2	2/3.2	2/6.5
Ceiling Finishes.....	2/3.3X	2/0.1	0.2X	1/7.1	10.3	1/4	3.2X
Built in Fittings.....	0.4	Nil	0.7	5.2	2.2	1.1	5.7
Fittings.....	11.4	1/2	2.7	1/2.2	1/3.3	3.7	3.2
Plumber (External).....	2.7	2.3	3.2	1/1	1.5	3.9	
Plumber (Internal).....	1/0 estd.	7.6	2/2.8		10	10.7	10.7
Plumber (Sanitary Fittings).	9.6	11.9	9.5	11.8	9	10	10.9
Gas.....	Nil	.6	1.9	.8	3.7	Nil	5.5
Electrics.....	2/2.1	2/6.9	3/0.6	2/2.7	1/2.5	1/1.7	1/10.9
Heating.....	8/5 estd. X	4/6.5	5/11.2	4/8.4	3/8.4X	5/3.4	4/6.4X
Kitchen Ventilation.....	Nil	.8	0.1	2.1	.5	Nil	Nil
Drainage.....	3/0.6	1/6.2	1/6.1	2/1.7	2/0	1/0.4	1/11.5
Sundries.....	Nil	Nil	Nil	.4	Nil	Nil	1
Playgrounds and Paved Areas.....	Inc. in External Works	3/11	1/10.6	Inc. in External Works	1/10.5	Inc. in External Works	Inc. in External Works
Net Cost.....	69/11.4	58/10.4	52/9.4	52/9.5	54/1.9	40/10.2	39/6.7
External Works.....	4/1.3	6/2.6	5/9	4/11.3	1/6.8	3/2.7	3/3.7
Gross Cost per square foot (shillings/pence).....	74/0.7	65/1	58/6.4	57/8.8	55/8.7	44/0.9	42/10.4

\* ) Includes the cost of frame.

Fig. 2. Prisanalyse af syv engelske skoler. Totalprisen pr. kvadratfod falder fra 74 shillings for den dyreste til 42 sh. for den billigste, men opdelingen af totalprisen i 32 poster viser, at selv den dyreste skole på enkelte poster er billigst (pris med ring om), mens de billigste af skolerne på nogle poster er dyrest (pris med trekant om) (lit.-henv. 2).

arbejdstimer på byggepladsen ved nogle utraditionelt opførte eenfamiliehuse (fig. 3), foretaget af UN's økonomiske kommission i Geneve, ECE (lit.henv. 4) viste, at det engelske Reema og det franske Phènix system havde omtrent samme timeforbrug, og begge lå lavere end alle de andre undersøgte systemer. Det kunne man selvfølgelig have slået sig til tåls med, men en opdeling af den medgåede arbejdstid i blot 9 poster viste, at Reema brugte over 100 timer mere end Phènix på maler- og glarmesterarbejde og andre

100 timer mere på installationer og snedkerarbejde, mens Phènix brugte 200 timer mere end Reema på udvendige vægge og 100 timer mere på taget alene. Denne simple analyse tyder altså på, at der skulle være mulighed for begge de to systemer for at nedbringe arbejdstiden på byggepladsen ved at lære af hinanden. I hvert fald må det nærmere undersøges, om de særligt tidskrævende poster ved hvert af de to systemer skulle være en nødvendig forudsætning for at husene på andre områder blev billigere.

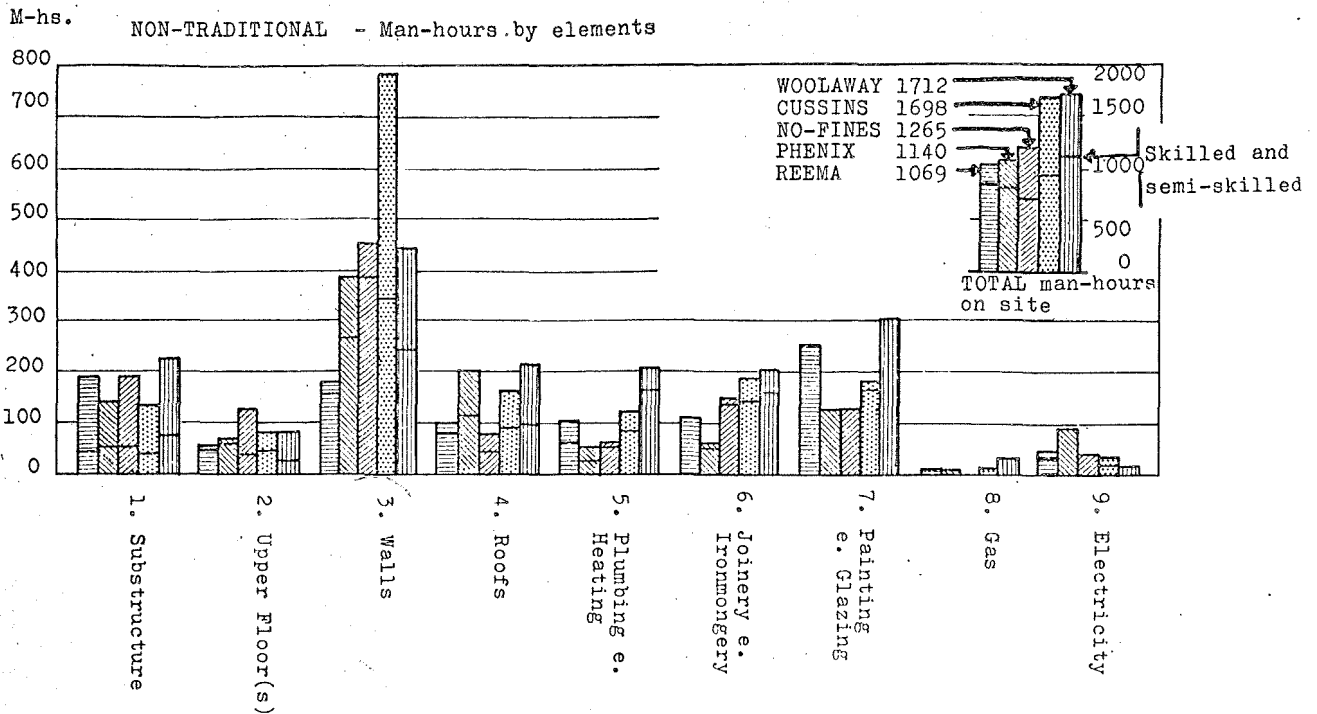


Fig. 3. Arbejdstidsanalyse af 5 untraditionelt byggede boligtyper. Totaltiderne foroven til højre viser, at det engelske Reema og det franske Phénix er lige hurtige, men opdelingen i blot 9 poster tyder på, at Reema kan tjene måske et par hundrede arbejdstimer på installationer, snedker- og malerarbejde, og at Phénix skulle kunne tjene mindst det samme på ydervægge og tag (lit.-henv. 4).

### Byggematerialeprisen er ca $\frac{4}{7}$ af byggeprisen

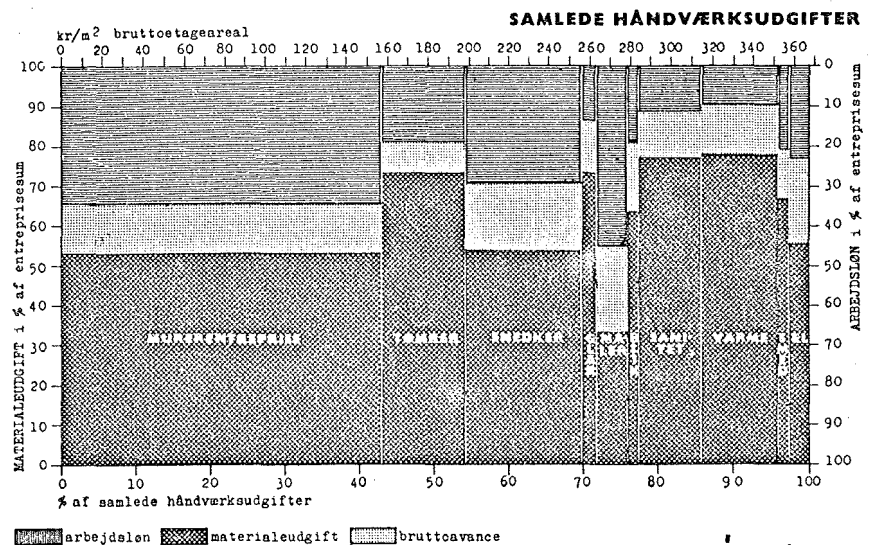
Byggeforskningsinstituttets første forsøg på en prisanalyse: „Byggeprisens bestanddele“ (lit.henv. 5) rummer formentlig ikke sensationelle overraskelser for erfarne byggefolk, men giver dog en bekræftelse, en talmæssig dokumentation, for hvor det kan betale sig at sætte ind for at nedbringe byggeprisen. Hvis man allerførst vil nøjes med at opdele byggeprisen i 3 poster, viser det sig, at ca.  $\frac{4}{7}$  går til byggematerialer og færdige bygningsdele,  $\frac{2}{7}$  til arbejds løn på byggepladsen (incl. snedkerværksted o. s. v.) og  $\frac{1}{7}$  til bruttoavance (incl. materiel o. s. v.). Denne artikel behandler lidt nærmere de to første poster, forbruget af materialer og arbejdstid, som dels er de største, dels er af mere teknisk karakter end den sidste post, bruttoavancen.

Allerede det næste trin, en opdeling af håndværksudgifterne i materialer, arbejds løn og bruttoavance for hver entreprise (fig. 4) viser, at materialeudgifterne er særlig store for tømrerarbejde, sanitet og var-

me, og det frister allerede til at undersøge for tømrerarbejds vedkommende om man kan klare sig med mindre træ i tagkonstruktion og gulve, for sanitet og varme måske snarere, om vi muligvis betaler for høje priser for nogle af disse materialer.

### Forenkling

En af mulighederne for at bringe prisen for husets byggematerialer — og evt. arbejdstiden — ned, er at gå huset kritisk igennem for at se, om det ikke skulle kunne forenkles her og der. F. eks. har de elektriske installationer i et hus givet anled-



De samlede håndværksudgifter opdelt i de enkelte entrepriser og fordelt på de tre hovedbestanddele: arbejdsdelen, materialeudgift, bruttoavance.

Fig. 4. Prisanalyse af et dansk 3-etagers boligbyggeri. Vandret er vist de enkelte entreprisens andel i de samlede håndværkerudgifter, lodret fordelingen inden for hver entreprise på arbejds løn (foroven), materialepris (forneden) og bruttoavance (det lyse felt imellem) (lit.-henv. 5).

ning til mange ærgrelser, spildte timer og fordyrelser på den måde, de sædvanlig kræves udført her i landet. — I Tyskland er man i de seneste år begyndt at arbejde med „Imputz“, hvor de enkelte ledninger i et kunstgummibændel sømmes direkte på muren uden udhugninger og uden stålrør, og dækkes af pudsen. Iflg. en sammenligning (fig. 5) foretaget ved et enkelt byggeforsøgsforetagende (lit.henv. 8) falder prisen for tysk standardudførelse af elektriske installationer fra 3,5 til 2,9 % af de samlede byggeudgifter, altså en besparelse på 0,6 % af byggeprisen, og besparelsen fordeles sig jævnt på materialer og arbejds løn. Tallene er vist nok lidt optimistiske (arkitekt Dall oplyste hertil, at han i Sydslesvig normalt regnede besparelsen på elektrikerprisen ved „Imputz“ til 10 % eller altså ca. 0,3 % af hele byggeprisen), men selv en så lille besparelse er jo i høj grad værd at tage med, især når man samtidig eliminerer de generende hugninger, som elektrikerer ellers foretager i andre håndværkeres arbejde.

### Materialevalg

En oversigt over materialeudgifternes udvikling fra 1939 til 1951 (fig. 6) viser, at betonmaterialer er blevet relativt billigere, murematerialer uforandrede og træmaterialer relativt dyrere, end de var før krigen. Denne prisudvikling er også kommet til udtryk i resultatet af en af byggeforskningsinstituttets undersøgelser, publiceret i anvisningen „Valg af dæk“ (lit.henv. 6), hvor det viste sig, at det krydsarmede jernbetondæk nu i alle normale etageboligbyggerier var det billigste, mens trædækket som bekendt før krigen kunne konkurrere.

### Byggeteknikens udvikling

En sammenligning foretaget af Mejse Jacobsson og Hilmer J. Danielsson (lit.henv. 11) mellem byggeprisens bestanddele i 1883 og

	gute Ausstattung		Ausstattung gem. DIN 18015 (Entwurf)		bescheidene Ausstattung	
	Unterputz	Imputz	Unterputz	Imputz	Unterputz	Imputz
reine Baukosten DM (%)	63 623 (100)	63 314 (99,5)	63 285 (99,5)	62 851 (99,2)	62 524 (98,3)	62 255 (97,8)
Kosten der elektr. DM Inneninstallation (%)	2 568 (100)	2 259 (88,0)	2 230 (86,8)	1 796 (69,9)	1 469 (57,2)	1 200 (46,7)
Anteil der elektr. Inneninstallation an den reinen Baukosten	4,0%	3,6%	3,5%	2,9%	2,4%	2,0%
Senkung d. Kosten d. elektr. Inneninstallation durch Imputz-Anlage	—	12,0%	—	19,5%	—	18,3%

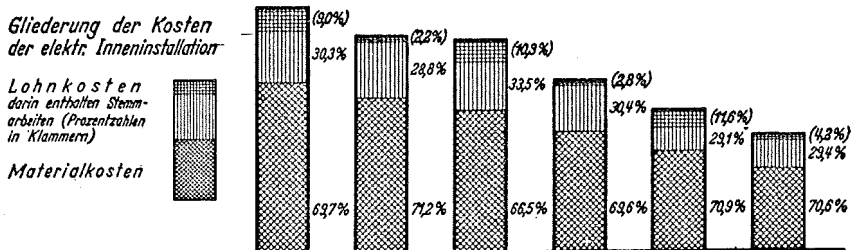
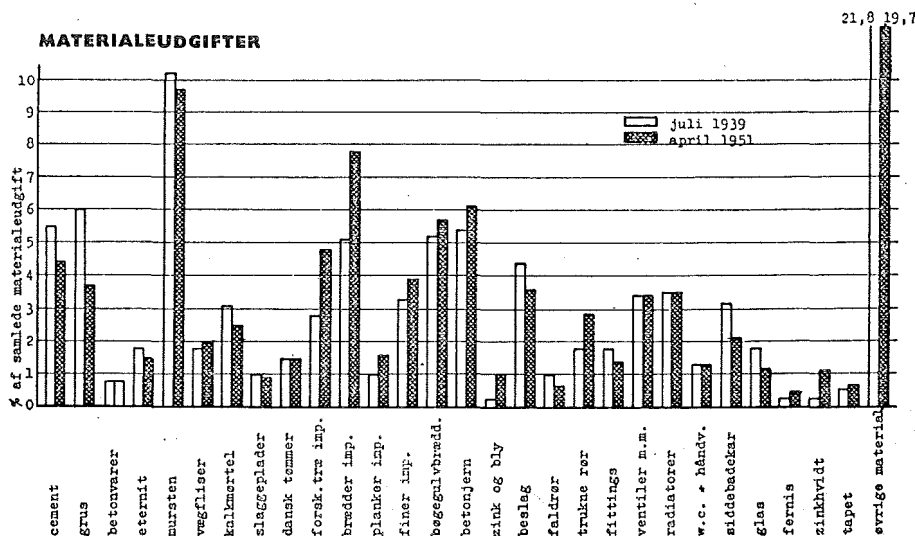


Fig. 5. Forenkling af el-installation. Ifølge en tysk undersøgelse spares ved overgang fra gammeldags indbygget stålrørsinstallation til »Imputz«-installationen ved standardudførelse 19,5 % af el-entreprisesummen eller 0,6 % af husets byggesum (lit.-henv. 8).

### MATERIALEUDGIFTER



Materialeforbruget opdelt i en række hovedgrupper og afbildet i % af den samlede materialeudgift for tidspunkterne juli 1939 og april 1951.

Fig. 6. Materialeprisudviklingen i Danmark fra 1939 (lyse søjler) til 1951 (mørke søjler) viser bl. a., at betonmaterialer er blevet relativt billigere, mursten ret uforandrede og importeret træ dyrere (lit.-henv. 5).

1939, viser (fig. 7), at det slet ikke er de samme dele af bygningen, vi betaler de store penge for idag, som det var for 70 år siden. I 1883 medgik det halve af byggeprisen til husets bærende dele, vægge, dæk og tag. Idag koster disse dele under 1/4 af byggeprisen. I disse tal har man et udtryk for, hvad udviklingen af nye bærende byggematerialer og

konstruktionsmetoder har betydet for byggeprisen.

### Udstyrsstandard

Den samme sammenligning af Jacobsson og Danielson viser, at mens man i 1883 betalte ca. 15 % af byggeprisen for installationer, køkkenindretning m. v., så koster disse dele af huset idag ca. 35 % af

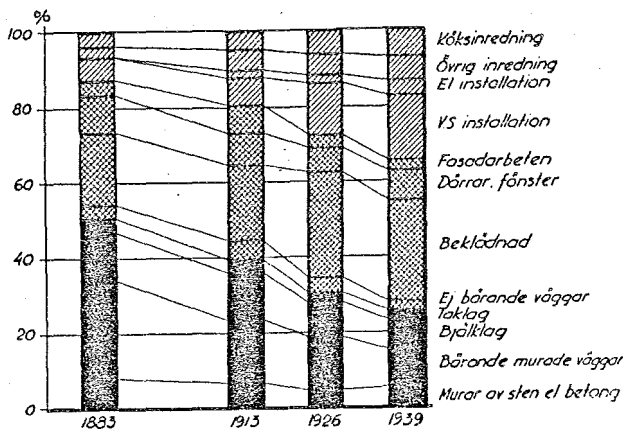


Fig. 7. Byggeprisens fordeling har ifølge en svensk undersøgelse forskudt sig fra 1883 til 1939, således at de bærende dele koster relativt mindre, udstyret relativt mere (lit.-henv. 11).

byggeprisen. I denne udvikling ligger der en kraftig forøgelse af husets ydeevne. En beregning i en norsk analyse af byggeprisen (lit.-henv. 3) viser, at hvis man måler med fast pengeværdi, så kan man idag bygge et hus magen til det, der var typisk for 50 år siden, 20-25 % billigere end man kunne dengang, men når vi dertil føjer den idag normale øgede bygningsmæssige standard og de forøgede installationer, så betaler vi idag, stadig målt i fast pengeværdi, omkring 1½ gang så meget pr. m<sup>2</sup> hus som for 50 år siden.

Når husets installationer og indretning sluger en voksende del af byggeprisen, er der god grund til at overveje, om ikke bestræbelserne på prefabrikering og industriel fremstilling snarere skulle rettes mod disse bygningsdele end mod bygningens skal, som man hidtil har interesseret sig mest for.

#### Husets vægt - lettere materialer

Som det fremgår bl. a. i „Byggeprisens bestanddele“ (lit.henv. 5), kan man beregne, at materialerne til en 2½ værelses lejlighed vejer omkring 127 tons. Oversigten over byggematerialernes vægt (fig. 8) kan opfattes som en opfordring til at undersøge, om man ikke skulle kunne klare sig med langt færre tons materialer for at bygge et hus. Det forekommer ret overvældende, at man for at opbevare og skærme

højt regnet 1½ ton mennesker virkelig skal være nødt til at bruge 127 tons byggematerialer.

En udvikling er allerede igang i denne retning, og f. eks. i Sverige har letbetonmurværk erobret op imod ¾ af markedet fra det tunge teglstensmurværk. Letbetonblokke har ikke alene den fordel, at de vejer mindre, men deres varmeisoleringssevne, som man i de seneste år har fået øjnene op for, er også murstenene langt overlegen, og som bekendt er de større blokke hurtigere at henmure end de små mursten. På den anden side har

man endnu ikke endeligt løst problemet om letbetonmurværkets vejrmodstandsdygtighed, og heller ikke i udseende kan en letbetonfacade normalt konkurrere med blankt teglmurværk.

Endnu langt lettere byggematerialer er ved at komme frem i form af f. eks. mineraluldplader med en vægtfylde på 0,08. Med materialer af denne art er det blevet muligt at fremstille ydervægge med en samlet vægt på under 1/10 af teglmures og med egenskaber i visse henseender, som murværk ikke kan opnå. Med disse lettere materialer åbnes mulighed for transport af færdige bygningsdele over langt større afstande, end når man er tvunget til at arbejde med beton eller andre tunge materialer, — og dermed banes vejen for en øget fabrikmæssig fremstilling af bygningsdele.

#### Mekanisering af materialetransporten

De svære mængder, som endda flyttes flere gange til og på byggepladsen, taler yderligere stærkt for en mekanisering af transporten på byggepladsen, idet det

<b>MURERENTREPRISE</b>	
cement	42 tdr
grus	34 m <sup>3</sup>
betonjern	1.240 kg
facademursten	3.500 stk
mængdelsten	2.900 stk
flamlsten	7.300 stk
mørtel	137 hl
Forekal. træ (afskr.)	50 kbf
stilladstræ (afskr.)	15 kbf
<b>TØMRENTREPRISE</b>	
gulvunderliggere	9 kbf
gulvbrædder	50 kbf
træ til tagværk	43 kbf
træ svr. tømrerarb.	28 kbf
<b>BRÆDDER</b>	
brædder	71 kbf
planker	20 kbf
<b>GLARMESTERENTREPRISE</b>	
glas	18 m <sup>2</sup>
<b>MALERENTREPRISE</b>	
fornias	9 kg
zink- og litoponehvidt	34 kg
<b>SANITETS- og VARMEENTR.</b>	
faldrer	4,2 m
trukne rør	74 m
<b>ELENTREPRISE</b>	
ledning i stålror	63 m
blykabel	8 m

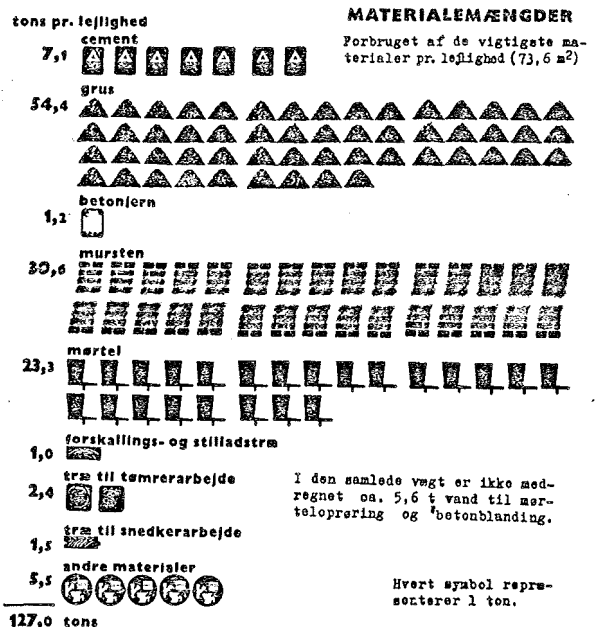


Fig. 8. Tunge materialer, 127 tons til en 2½-værelses lejlighed, taler dels for mekanisering af transporten på byggepladsen, dels for en større anvendelse af lette materialer (lit.-henv. 5).



tunge slæb netop er den slags arbejde, der er særligt egnet til at udføres maskinelt, og som det er særligt irrationelt at udføre med menneskelig arbejdskraft. Der ligger samtidig heri en mulighed for en humanisering af denne del af byggearbejdet. Der er ikke noget specielt tiltrækkende for murerarbejdsmanden i at slæbe 30 tons mursten og 23 tons mørtel på ryggen op til hver lejlighed, og man møder derfor også både i arbejdernes organisationer og hos de enkelte arbejdere en ret positiv indstilling overfor forsøg på at humanisere denne del af arbejdet. Således har man i England i årene efter krigen gennemført en betydelig mekanisering af det tunge arbejde. Men forudsætningen har rigtignok også været, at der netop i de år i England har været fuld beskæftigelse i byggefagene, og her er vi ved et afgørende problem, som man ikke kommer udenom at løse: Det er klart, at så snart der i et bestemt fag ikke er fuld beskæftigelse, må arbejderne være meget skeptiske overfor en rationalisering, som medfører et mindre forbrug af arbejdskraft, fordi det første og sikreste resultat for arbejderne bliver en forøgelse af arbejdsløsheden, mens de ikke ser nogen garantier for, hverken at de ledigblevne arbejdere senere vil blive beskæftigede ved andet produktivt arbejde, eller at de besparelser, som skulle være resultatet af rationaliseringen, blot delvis ender i arbejderne egne lommer, enten i form af højere løn eller i form af billigere husleje. Det er derfor en rimelig forudsætning for at kunne regne med arbejderne — nødvendige — tilslutning til rationaliseringsforanstaltninger, at arbejdsmarkedet eller arbejdsklimaet er sådan, at arbejderne føler trykthed for at de vil blive fuldt beskæftigede ved produktivt arbejde, uanset hvor meget rationalisering de er med til.

## Arbejdstiden

Allerede ved den grove opdeling (fig. 4) faldt malerarbejdets arbejds løn stærkest i øjnene, og det indbyder straks til at overveje eller undersøge, om det egentlig kan være rigtigt fortsat at udføre bygningsmalerarbejde som næsten rent håndarbejde, eller om man ikke ved en mekanisering af malerarbejdet skulle kunne spare mere i arbejds løn, end man vil sætte til i maskinel, dyr transport og beskyttelse af færdigmalede dele o. s. v.

## Kan malerarbejdet forenkles og forbedres

Således viser den mere detaljerede opdeling (fig. 9) f. eks., at prisen for malerarbejde ved vinduer næsten udelukkende udgøres af arbejds lønnen, og når man sammenholder dette med vinduesmalingsens ofte meget ringe holdbarhed, den beskyttelse, malingen yder træet — og det triste udseende, vinduerne får, ofte i løbet af et par år, rejser det tilstrækkeligt spørgsmålet, om man ikke kunne finde frem til en på en gang effektivere og billigere behandling af vinduerne, f. eks. ved neddykning i et impræg-

neringsmiddel. Forsøg i denne henseende er nu igang.

## Mekanisering af jordarbejdet

Indenfor murerentreprisen er naturligvis jordarbejdet meget arbejdskraftforbrugende. Det taler stærkt for at søge det sværere moderne jordflytningsmateriel i højere grad tilpasset til det lidt mere krævende og præcise udgravningsarbejde i husbygning, og gravemaskiner af f. eks. typen „Traxcavator“, som er i stand til at bevæge sig med stor præcision, og næsten delikatesse, repræsenterer en vigtig udvikling i denne retning, som endnu kun i lille omfang har vundet indpas i dansk byggeri.

## Forenkling af murens færdiggørelse - fugning og puds

En anden arbejdskrævende post indenfor murerentreprisen er facadearbejdet, og en murer må naturligt spørge sig selv, om man ikke kunne udføre facademure i en på en gang bedre og mindre tidskrævende konstruktion ved den fremgangsmåde som betegnes „at gøre muren færdig i opmuringen“, hvor-

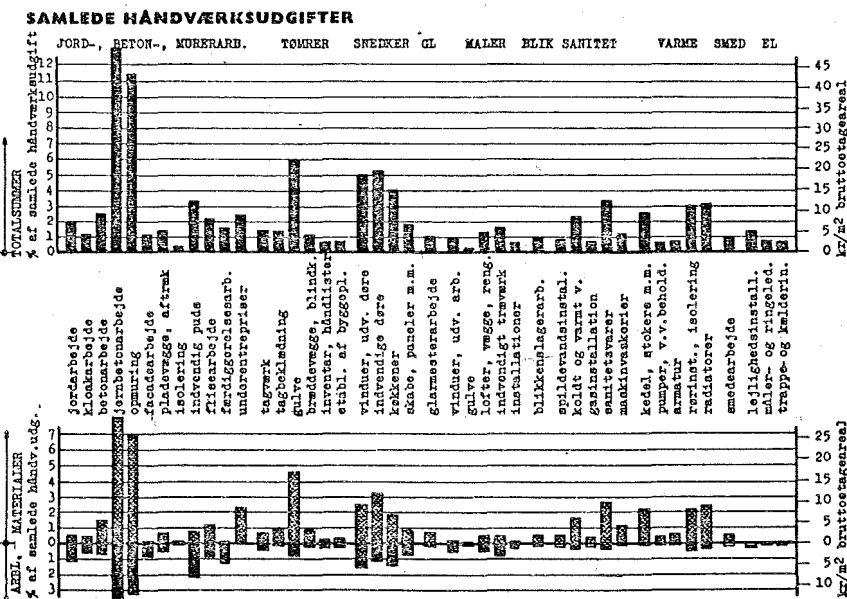


Fig. 9. Mekanisering bør først og fremmest forsøges på de dele af byggearbejdet, hvor arbejds lønnen er den største post. Det er nishbjergene i nederste figur, hvor arbejds løn for en række arbejder er afsat under stregen, materialeudgift over stregen, altså f. eks. jordarbejde, indvendig puds, maling af vinduer (lit.-benv. 5).

ved man undgår bagefter at skulle bruge tid på at fylde et fugemateriale i, som næppe kan indgå i nogen homogen forbindelse med den tidligere lagte mørtel (fig. 9).

En tredje tidkrævende post i murerentreprisen er indvendig puds, hvad der jo i høj grad må vække interessen, dels for pudsemaskiner (hvoraf en tysk model nu fremstilles i Åbenrå), dels for helt pudsfri væg- og loftskonstruktioner.

Med spørgsmålet om transportens mekanisering er vi nået frem til den anden hovedpost, forbruget af arbejdstid på byggepladsen.

### Produktivitet

Produktivitet er for tiden det store slagord, som man forestiller sig er løsenet på snart sagt alle problemer, men ved diskussionen om produktiviteten i byggeriet må man først gøre sig klart, at arbejdslønnen på byggepladsen (incl. snedker- og blikkenslagerværksted) kun udgør  $\frac{2}{7}$  eller 28-29 % af husets byggepris (fig. 10). Der er uden tvivl en del at tjene på byggeprisen ved at benytte arbejdskraften fornuftigere og derved spare på den, men det kan være nyttigt at klarlægge sig grænserne for, hvad

man skal gøre sig håb om at opnå ad denne vej. Hvis man f. eks. forestillede sig, at man ved voldsomme anstrengelser kunne overkomme at halvere den nødvendige arbejdstid på byggepladsen til opførelsen af et hus, hvor meget ville byggeprisen da gå ned? — Ved at halvere arbejdskraftforbruget eller arbejdstiden vil man for det første ikke fuldt ud halvere arbejdslønnen, idet det jo er almindeligt anerkendt, at man ikke kan spare på arbejdskraften uden at lade de implicerede arbejdere få en vis del af gevinsten. Bruttobesparelsen i arbejdslønnen vil derfor ikke udgøre  $\frac{28}{2} = 14$  %, men måske 10—12 %. Den tænkte vældige besparelse i arbejdstid kan man selvfølgelig ikke opnå uden en betydelig mekanisering, som jo også koster penge. Hvis mekaniseringen koster et par procent af byggeprisen, falder altså nettogevinsten foreløbig til 8—10 %. Yderligere må man regne med, at en gennemgribende produktionsplanlægning er nødvendig for at nå en flydende byggeproces uden spildtider. Produktionsplanlægningen koster måske yderligere et par procent af byggeprisen, således at nettogevinsten lander på en 6—8 % af byggepri-

sen. Det er naturligvis også ulejligheden værd at gøre sig endog store anstrengelser for at spare 6—8 % af byggeprisen. Eksemplet tjener bare til at vise, at man ikke skal foregøgle sig nogetsomhelst i retning af en halvering af byggeprisen, hvis man nøjes med at beskæftige sig med produktiviteten på byggepladsen.

### Definition af produktiviteten

Inden man går alt for langt ind i at tale om produktivitet — og alle mennesker taler jo om produktivitet for tiden — er det vist for det første nødvendigt at fastslå, at produktivitet ikke er ensbetydende med mængden af arbejdsindsats, men kan defineres som forholdet mellem produktmængden og arbejdsindsatsen, således at det ikke nødvendigvis er større produktivitet, hvis man producerer f. eks. en mindre eller ringere bolig med en mindre arbejdsindsats. I den almindelige debat tænker de fleste yderligere kun på arbejdskraftens produktivitet, altså mængden af menneskelig arbejdskraft, mens man interesserer sig mindre for produktiviteten af de andre former for arbejdsindsats, f. eks. maskinernes produktivitet, eller måske den vigtigste, arbejdsledelsens produktivitet. Den særlige interesse for den menneskelige arbejdskrafts produktivitet hænger naturligvis sammen med, at menneskene samtidig er konsumenter af de produkter, de selv producerer, og at derfor en forøgelse af arbejdskraftproduktiviteten under visse betingelser er nøglen til en højere levestandard.

Men hvad er det, der fører til højere eller lavere produktivitet? Er det spørgsmålet om arbejderne „driver“ eller „slider“? Udenlandske undersøgelser fra den seneste tid tyder på, at produktiviteten i langt højere grad påvirkes af faktorer som mesterens tilrettelægning og ledelse af arbejdet, arkitektens udformning af projektet og endog af bygherrens disposition.

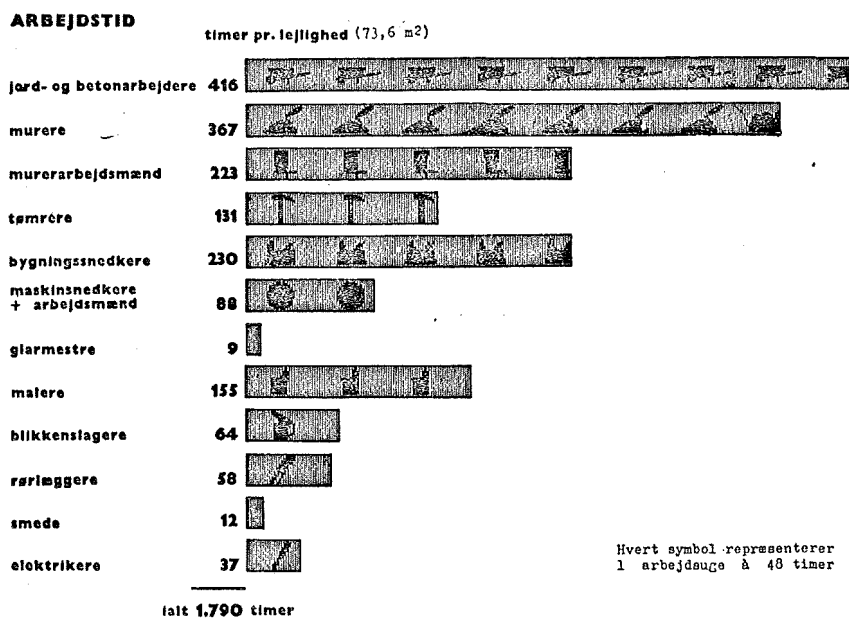


Fig. 10. Arbejdstidens fordeling på de enkelte fag ved et dansk 3-etagers boligbyggeri (lit.-henv. 5).

## Produktionsplanlægning

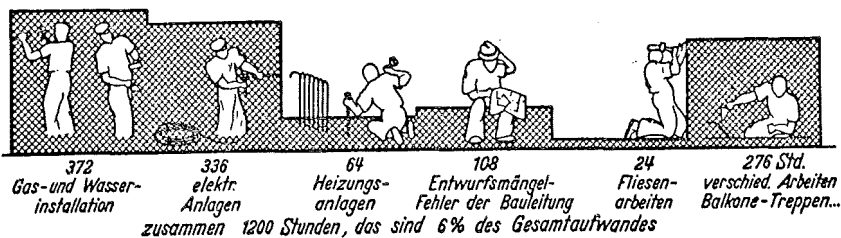
Ved et bestemt byggeri med ialt 19000 arbejdstimer fandt man ved en nærmere undersøgelse, at der blev anvendt 1200 timer eller 6 % af tiden alene på *bugninger* og *efterreparationer* (fig. 11) (lit.henv. 8). De 1200 timer fordelte sig med 3-400 timer på gas- og vandinstallationen, over 300 timer på elektrikerarbejdet (svarende til det ovenfor anførte om forenkling), og 100 timer ved en post, som er særlig værd at lægge mærke til for arkitekter og ingeniører, nemlig projektmangler og fejl i byggeledelsen, — og de resterende timer på en række mindre poster. Byggeforskningsinstituttet i Hannover, som har foretaget undersøgelsen, hævder, måske lidt optimistisk, at de 1200 timer kunne bringes ned til 265 timer, således at man altså ville have sparet omtrent 5 % af hele arbejdstiden på huset. 5 % af arbejdslønnen er omkring 1,5 % af byggeprisen, og selvom besparelsen ved en omhyggelig tilrettelægning af arbejdet på byggepladsen kun skulle blive til det halve, altså mellem en halv og en hel procent af byggesummen, så er det igen en post, som er værd at tage med.

Hugninger og efterreparationer er kun een af de poster, der kan påvirkes ved en gennemført planlægning af byggeprocessen, som kunne tænkes at give andre små gevinster i form af mindre materialespild, sparede omladninger af materialer, forenklinger i samarbejdet mellem de forskellige fag og arbejdsoperationer o. s. v.

## Arbejdsledelsen

Dr. Mejsen Jacobsson har i Sverige påvist (lit.henv. 9), at arbejdstiden pr. m<sup>3</sup> hus — „volymtiden“ — i Malmö gennemsnitligt ligger omkring 30 % under arbejdstiden på tilsvarende boligbyggeri i Göteborg og Stockholm (fig. 12). Den største forskel ses at ligge i arbejds-

Für ein typisches Bauvorhaben, wurden insgesamt 19000 Arbeitsstunden aufgewendet  
Davon entfielen auf Stemm- u. Nacharbeiten:



Durch vorbedachte Planung und gute Baustellen-Organisation läßt sich der Aufwand für Stemm- und Nacharbeiten wesentlich herabsetzen:

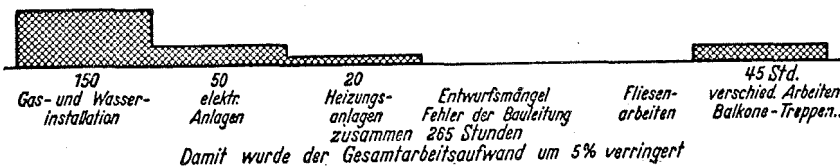


Fig. 11. Produktionsplanlægning og bedre byggeledelse kunne ifølge en tysk undersøgelse for et konkret byggeri bringe arbejdstiden alene for bugning og efterreparationer ned fra 1200 til 265 timer og dermed spare 5 % af hele husets arbejdstid (lit.-henv. 8).

mandstimerne, og Mejsen Jacobsson mener at have sandsynliggjort, at en af årsagerne til den højere produktivitet i Malmö er den større indsats fra mestrenes side. I Malmö er det normalt, at mesteren er på pladsen flere timer om dagen og således f. eks. kan sørge for, at de rigtige mængder materialer ankommer på de rigtige steder til de rigtige tider, mens mestrene i Stockholm ofte kun ses på byggepladsen en time eller to om ugen. Mejsen Jacobssons første undersøgelser er nu fulgt op med 3 × 3 forsøgshuse, idet man har opført i Göteborg, Stockholm og Malmö hvert sted et typisk Göteborg-hus, et Stockholm-hus og et Malmö-hus for yderligere at bestemme årsagerne til den store forskel i arbejdstiden. Det danske hus,

som danner grundlaget for „Byggeprisen bestanddele“, viser sig ved en gennemregning, baseret på gennemsnitlige danske akkordtimefortjenester, at give en produktivitet, som ligger meget nær Malmö.

## Spildtider

Inspireret af Mejsen Jacobssons doktorafhandling har en Göteborg-entreprenør, G. Albert Gustavsson, givet sig til nøje at journalisere, hvad arbejdstiden på hans byggepladser egentlig medgik til, og har derved kunnet eliminere en lang række tabstider med det resultat, at hans „volymtid“ (Mejsen Jacobssons foreløbige og grove mål for produktivitet = antallet af arbejdstimer på byggepladsen: pr. m<sup>3</sup> hus) på 3 år blev bragt ned med 27 %

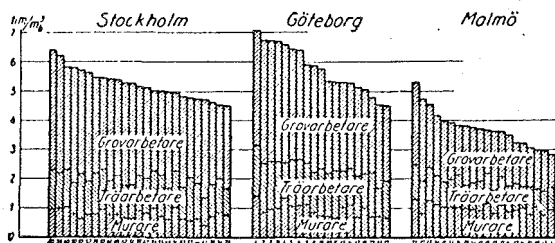


Fig. 12. Volymentiden (antal arbejdstimer pr. m<sup>3</sup> hus) lå i 1950 ifølge Mejsen Jacobsson omkring 30 % lavere i Malmö end i Stockholm og Göteborg. En af årsagerne menes at være den bedre byggeledelse i Malmö (lit.-henv. 9).

på Gustavssons byggepladser. Tabstudsstudier er ganske almindelige i andre industrier og synes også at kunne give gode resultater på en byggeplads, hvor arbejdet er langt mere improviseret og derfor behæftet med større tab end i de stationære industrier.

### Mesterens produktivitet

At mesterens indsats ved tilrettelægning og ledelse af arbejdet betyder meget for produktiviteten, og dermed for byggeprisen, er der fornylig — vistnok for første gang — skaffet et talmæssigt bevis for ved en engelsk undersøgelse foretaget af Building Research Station (lit. henv. 1). Blandt de 177 byggeføretagender, hvor produktiviteten blev målt, var der 3 der opførtes af samme mester og 16, der parvis opførtes af samme 8 mestre. Disse 9 „genganger-mestre“ er i figur 13 betegnet A, B,—I, og tabellen viser, at hver enkelt mester (undtagen I) har nogenlunde samme produktivitetsindeks på sine forskellige byggepladser. Mester A bruger 121 % af middeltallet for arbejdstid på sin ene byggeplads og 128 % på den anden, — B bruger kun 68 % på den ene og 89 på den anden og har altså en jævnt høj produktivitet, o. s. v. Da de forskellige byggerier var under opførelse samtidig, kan ensartetheden ikke skyldes et godt eller dårligt sjak. Det interessante må så være at undersøge nærmere om det at være „en god mester“ i denne henseende er noget, der beror på principper og fremgangsmåder, som andre mestre kan lære, eller om det er et spørgsmål om talent og medfødte evner, som man højst kan tage i betragtning ved erhvervsvejledning.

### Fagmester - bygmester

Ved den samme undersøgelse (lit. henv. 1) har Building Research Station belyst forskellen i effektivitet mellem „main contractor“ og „sub-contractor“ på de entrepriser, hvor man i England har valget mel-

TABLE 7. INDEX OF LABOUR EXPENDITURE ON DIFFERENT CONTRACTS

Contractor	Index of labour expenditure		
	Contract 1	Contract 2	Contract 3
A	121	128	66
B	68	89	
C	100	106	
D	80	78	
E	90	86	
F	93	103	
G	82	91	
H	107	106	
I	105	79	

Fig. 13. Mesterens produktivitet synes ved en engelsk undersøgelse at have meget større indflydelse på resultatet end arbejderens produktivitet. Det viste sig — med en kelt undtagelse (I) — at den samme mester brugte nogenlunde lige mange arbejdstimer på sine forskellige byggepladser, med forskellige sjak (lit. henv. 1).

TABLE 5. LABOUR EXPENDITURE OF MAIN AND SUB-CONTRACTORS

Trade	Average labour expenditure (manhours per house)		Difference	
	Main contractor	Sub-contractor	Manhours per house	Percentage of main contractor's manhours
Plasterer	312	238	74	24
Plumber	165	137	28	17
Painter	217	160	57	26

Fig. 14. Fagmesteren, specialisten (sub-contractor) viste sig ved den seneste engelske produktivitetundersøgelse at kunne udføre det samme arbejde med gennemsnitlig en snes procent færre arbejdstimer end bygmestrene (main contractors) (lit. henv. 1).

lem de to former. Som vist i fig 14 er timeforbruget for de specialiserede fagmestre på pudsearbejde, rørinstallation og malerarbejde gennemsnitlig 17—26 % lavere end for de tilsvarende entrepriser udført af bygmestre. Yderligere lærerigt er det forøvrigt at se lidt på, hvordan disse gennemsnitstal er fremkommet. Det er nemlig aldeles ikke sådan, at alle fagmestrene har højere produktivitet end alle bygmestrene. Fig. 15 viser spredningen i arbejdstidsforbruget ved rørinstallationer for henholdsvis „main“ og „sub-contractors“. Det ses for det første, at den gode fjerdedel af bygmestrene alle bruger færre mandetimer end de dårligste 57 % af fagmestrene. Men for det andet kan man jo nok hefte sig ved, at spredningen er så stor for arbejdskraftforbruget ved ensartede toetagers rækkehusbyggerier. Det gælder især for bygmestrene, hvor ca. 20 %

af dem bruger omkring 250 mandetimer til den samme entreprise, som den største gruppe af fagmestrene har klaret på mindre end 125 timer. Undersøgelsen kunne tyde på, at „den rigtige arbejdstid“ for denne entreprise ligger i omegnen af 125 timer. Det ville tilsyneladende være særlig frugtbart at sætte ind overfor „den tunge ende“ af bygmestrene, medens i hvert fald et flertal af fagmestrene ligger tæt omkring den sandsynligvis rigtige arbejdstid.

Endelig bør det tilføjes, at forholdene i England og funktionerne for „main“ og „sub-contractor“ næppe præcist dækker danske forhold og begreberne bygmester og fagmester. Som et yderligere bidrag til den af og til opblussende diskussion om dette emne i Danmark kunne det derfor nok være af interesse at forsøge en tilsvarende produktivitetssammenligning på dansk boligbyggeri.

### Ordrestørrelsen - bygherrens produktivitet

Det er ikke noget nyt, at bygherren har indflydelse på byggeprisen gennem sin formulering af byggeprogrammet, men det er mindre kendt, at bygherren også direkte kan påvirke produktiviteten. I den

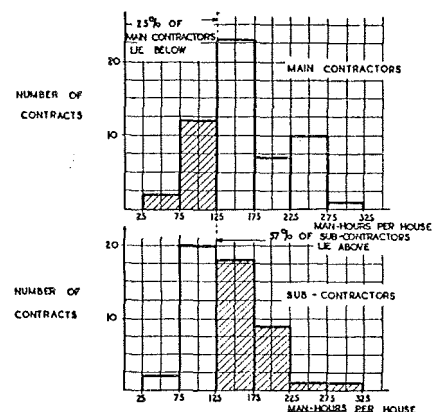


Fig. 15. Arbejdstiden varierer stærkt fra hus til hus selv for et begrænset arbejde som rørinstallationerne. Ved ensartede engelske rækkehuse brugtes lige fra omkring 50 til omkring 300 timer (lit. henv. 1).

TABLE 15. BRICKLAYERS AVERAGE LABOUR EXPENDITURE ON CONTRACTS OF DIFFERENT SIZES—MAIN CONTRACTORS

Size of contract (houses)	Labour expenditure (manhours per house)	As percentage of labour expenditure for contracts of 20 houses
4	727	118
10	663	108
20	615	100
40	566	92
80	518	84

Fig. 16. Større ordre — større produktivitet. Den engelske undersøgelse viste, at f. eks. murerentreprisens timetal faldt tydeligt jo flere huse der blev bygget ad gangen (indtæn for visse grænser) (lit.-henv. 1).

omtalte, nye engelske undersøgelse (lit.henv. 1) har man kunnet bekræfte en tidligere undersøgelse, som viste, at det kostede flere arbejdstimer pr. lejlighed, jo færre lejligheder man byggede på een gang. Som vist i fig. 16 kostede det eks. gennemsnitlig 8 % flere arbejdstimer pr. rækkehus, når man byggede 10 ad gangen, end når man byggede 20, og man sparede andre 8 % bare ved at udbyde 40 huse ad gangen i stedet for de 20.

En af årsagerne til tidsgevinsten ved de lidt større byggeforetagender er den lettelse, der ligger i *repetitionen*. Det almindelig kendte fænomen, at det er lettere og dermed også hurtigere at udføre noget, man er vant til at gøre, end at gøre noget første gang, udnyttes i fabriksindustrien, til tider i måske lovlig høj grad, til at forøge produktiviteten. I byggeriet derimod repræsenterer normalt hver ny byggeopgave en ny kombination af alle de mange hver for sig kendte problemer, således at man normalt ikke kommer til at nyde godt af tilvæningen eller opøvningen, som følger med repetitionen af en arbejdsoperation. Ved nogle tyske målinger har man påvist, at blot det samme sjak fik lov til at opføre aldeles det samme hus, f. eks. 6 gange, faldt arbejdstiden for de samme operationer med indtil 30—40 %.

### Planudformning - arkitektens produktivitet

Produktiviteten taget i videre forstand kan påvirkes meget ved objektets udformning, ikke blot

ved arkitekters og ingeniørers større eller mindre hensyntagen til byggeprocessens forløb, men allerede ved f. eks. planens udformning. I betænkningen om skolebyggeriets billiggørelse (lit.henv. 2) er foretaget en sammenligning af arealet af 55 landsbyskoler, alle med samme byggeprogram, 3 normalklasser, 3 faglokaler og 1 gymnastiksal med dertil hørende birum (fig. 17-18). Det viser sig, at det samlede areal

varierer fra 700 til 1300 m<sup>2</sup> for en skole med dette byggeprogram, og selv om byggeprisen naturligvis ikke er direkte proportional med arealet, kan det anses for givet, at de største af skolerne på grund af plandispositionen er blevet dyrere end de behøvede at være. Her er altså på en måde tale om arkitekternes produktivitet. En retfærdig sammenligning forudsætter naturligvis, at de små skoler repræsente-

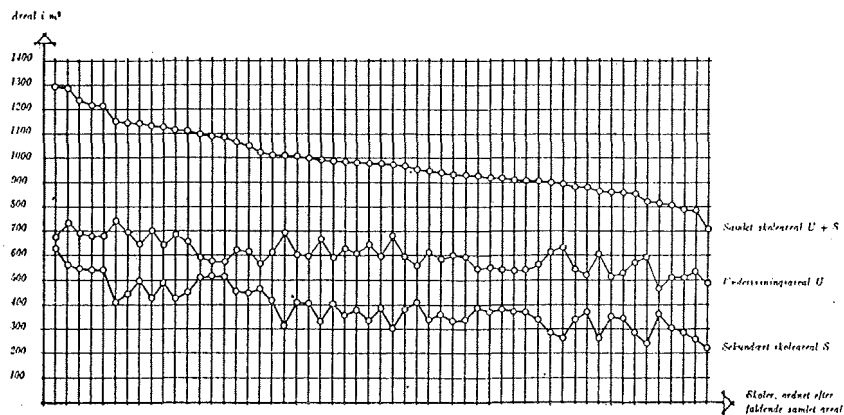


Fig. 17. Arkitektens produktivitet ved planudformningen belyses ved en undersøgelse af arealforbruget til 55 nye danske landsbyskoler med samme byggeprogram. Alene sekundæret (gange, toiletter, materialerum o.s.v.) varierede fra 200 til 600 m<sup>2</sup> (lit.-henv. 2).

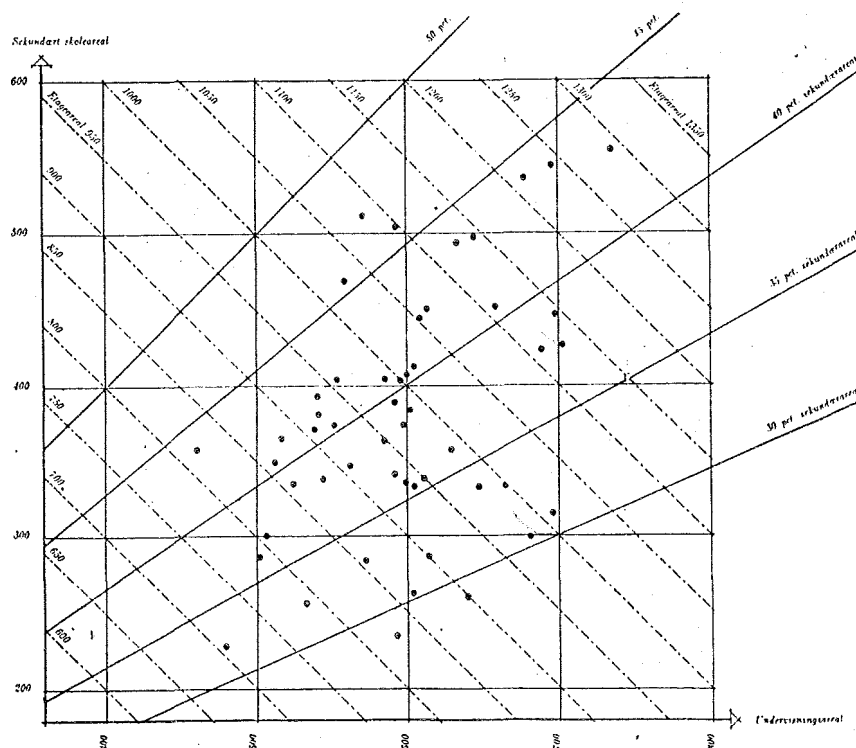


Fig. 18. De samme skoler som i fig. 17 er optegnet således, at man kan betragte sekundæretarealprocenten og etagearealet i relation til undervisningsareal og sekundæretareal for hver enkelt skole. Hver prik repræsenterer en skole. Alle skoler forneden har lille sekundæretareal, alle skoler til venstre lille undervisningsareal. Skoler, der kommer for langt op og til venstre har for stort sekundæretarealprocent (lit.-henv. 2).

rer lige så god en „skoleværdi“ som de store, og den undersøgelse, man har kunnet foretage af de konkrete planer, har nærmest tydet på, at de fleste af de små skoler var mindst lige så gode som de store, idet et af resultaterne af at bruge for stort et areal jo er, at forbindelseslinierne bliver urimeligt lange og skolen derved nærmest ringere. En opspaltning af skolearealet i egentligt undervisningsareal og sekundært areal viser meget naturligt, at det er det sekundære areal, der varierer stærkest. Medens en halv snes skoler har kunnet klare sig med et sekundært areal på 2-300 m<sup>2</sup>, har en anden halv snes skoler brugt mellem 5 og 600 m<sup>2</sup> til sekundært areal. En nærmere undersøgelse af skolernes udformning gjorde det sandsynligt, at man kunne have sparet gennemsnitligt ca. 10 % af

de 55 skolars samlede areal uden at behøve at gøre planerne ringere.

### Hustypen

FN's afdeling i Geneve, ECE, har for et par år siden foretaget en sammenligning af timeforbruget ved opførelsen af det, man i hvert land forstod ved en typisk bolig (lit.henv. 4). Sammenligningen viste (fig. 19), at eenfamiliehuse i Danmark og Norge har et meget højt timeforbrug, hvilket først og fremmest skyldes kælderens, som man jo ikke flottes sig med i samme omfang i andre lande; iøvrigt fandt man en jævn stigning i forbruget af timer pr. bolig fra etagehus over rækkehus til fritliggende eenfamiliehus, hvad der jo heller ikke kan undre. Sammenligningen

havde kun en foreløbig karakter, idet en omhyggelig udredning af alle de andre forhold, der varierer, vil være nødvendig for at sige noget endeligt om den indbyrdes produktivitet i landene, men en sådan detaillert undersøgelse har man foreløbig ikke haft midler til at gennemføre. Der er dog grund nok både til at være på vagt overfor de mange arbejdstimer man lægger i kælderen og til i det hele at rationalisere det omfattende byggeri af eenfamiliehuse.

### Organisation

Det meget enkle diagram i fig. 20 sammenholder resultaterne af den omtalte nye engelske produktivitsundersøgelse med det forsøg, som Building Research Station samtidig gennemførte i Norwich, hvor 32 toetages rækkehus blev opført med hjælp af en byggekran og efter en nøje gennemarbejdet plan, som — vel at mærke — blev overholdt på dato. Mens byggetiden for de undersøgte 170 rækkehusbyggerier varierede mellem 12 og 20 måneder, gennemførtes Norwich-byggeriet på 5 måneder. Mens arbejdstiden for de 170 byggerier, som vist på fig. 1, gennemsnitlig var 2665 timer pr. bolig, så brugtes der i Norwich 1800, og besparelsen i arbejds løn var, efter fradrag af ekstraudgifter til kran m. v., ca. 2000 kr. pr. bolig.

Nøgleordet for byggeriets udvikling, og for dets billiggørelse, er *organisering*. De største muligheder for at opnå besparelser i forhold til idag ligger i en gennemført organisering ikke blot af byggeprocessen og af samspillet mellem projekt og udførelse, men også i en organisering på et højere niveau af markedet, i en organisering af kontinueret beskæftigelse for både entreprenører og arbejdere, i en organisering af et arbejdsklima, der er lige så frugtbart for en støt, teknisk udvikling som i de egentlige industrier.

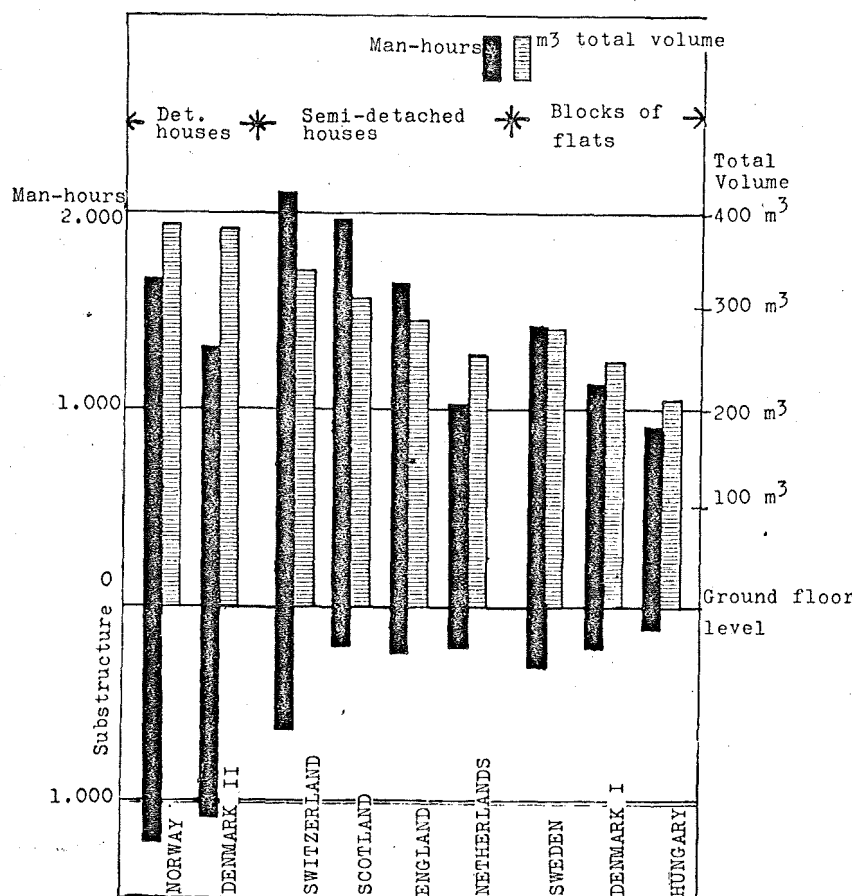


Fig. 19. Eenfamiliehuse i Norge og Danmark bruger mange arbejdstimer (sorte søjler), rækkehusene bruger færre og etageboligerne (i Sverige, Danmark og Ungarn) endnu færre. De hvide søjler viser bl. a., at der i de nordiske lande går mange m<sup>3</sup> i eenfamiliebusets kælder, som næppe kendes i mange andre lande (lit.henv. 4).

## Industrialisering

Selv om jeg deler den opfattelse, at en industrialisering er en af de store muligheder for at bringe boligbyggeriets pris ned, har jeg med vilje ikke sagt mange ord om byggeriets industrialisering. Det er et emne, som giver anledning til mange lyriske, og til tider voldsomt optimistiske, sammenligninger med bil-, køleskabs-, skotøjs- eller andre industriers rivende udvikling. Personlig er jeg tilbøjelig til at tro, at der, på kort sigt, er mest at tjene ved en stadig dyberegående gennemorganisering, beherskelse og udvikling af den traditionelle byggeproces, fra skitseprojekt til indflytning. Også en industrialisering af byggeriet på længere sigt må formentlig, for at give nyttige resultater, baseres på en gennemarbejdning og beherskelse af alle detaljer på et væsentligt højere niveau end hidtil. Det kan måske glimtvis give et bidrag til forestillingerne om byggeriets industrialisering, når det fornylig nævntes, at der til produktion i Danmark af en amerikansk gaffeltruck i blot 12 modeller brugtes 10.000 tegninger.

Der kan måske være anledning til at nævne et enkelt forhold, for at vise at man må være på vagt, hvis man vil gøre sig håb om virkelig at opnå billiggørelse ved at industrialisere byggeriet. Det er nemlig ikke nok, at man er i stand til at bringe fremstillingsprisen ned, hvis man ikke kan gøre det uden samtidig at indføre så mange fordyrelser i distribueringen af det industrielle fremstillede produkt, at salgsprisen stiger.

Når man f. eks. idag har den samlede fremstillingspris for et el-armatur, skal denne pris ofte ganges

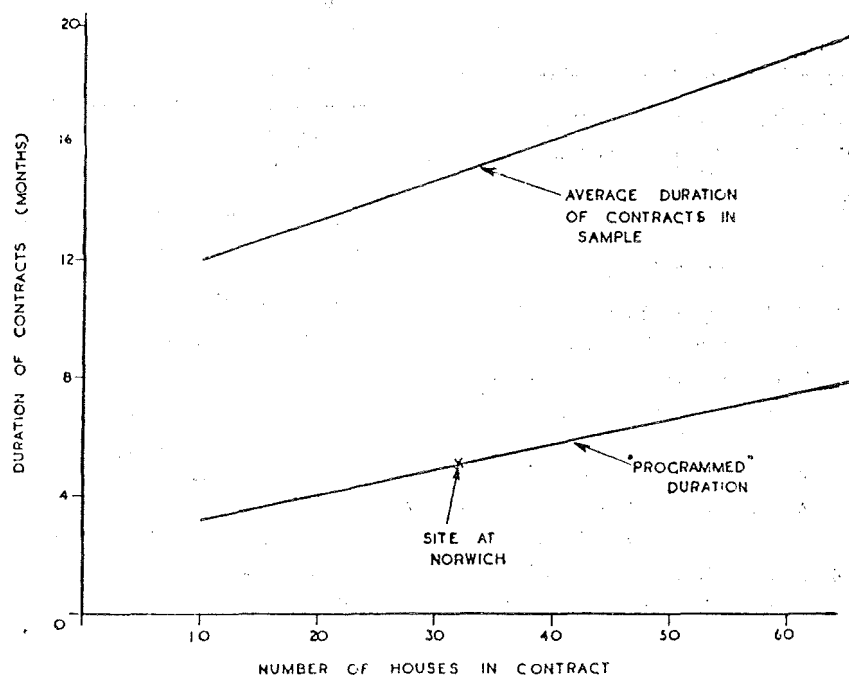


Fig. 20. Organisering af hele byggearbejdet i alle detaljer førte til, at Building Research Station på en forsøgsbyggeplads med iøvrigt traditionelle række-huse i Norwich kunne opvise besparelser på  $\frac{2}{3}$  af byggetiden,  $\frac{1}{3}$  af arbejdstimerne og ca. 2000 kr. i byggepris i forhold til gennemsnittet (lit.-benv. 1).

med  $2\frac{1}{2}$  eller 3 for at give salgsprisen, udelukkende fordi der løber talløse omkostninger på distributionen i form af grossistavance, detail-avance, lagerføring, agenter, annoncer, transport, tab på ukurant lager o. s. v. Der ligger i byggeriet visse muligheder for at undgå en så dyr distribution af færdigfremstillede dele, idet man kan tænke sig markedet organiseret, f. eks. igennem en udvikling af de almennyttige boligselskaber og indførelsen af flerårige byggeplaner, men det er også absolut nødvendigt, at disse muligheder udnyttes i forbindelse med en kommende industrialisering i byggeriet. Ellers skulle man nemlig, jfr. det elektriske armatur, bringe fremstillingsprisen ned under  $\frac{1}{3}$  af den nuværende, før salgsprisen begyndte at falde, og det ligger vel næppe indenfor rækkevidde fore-

løbig. Det er ikke for ingenting, at distributionen nævnes som det, der fældede det hidtil største amerikanske forsøg på industriel husproduktion, Lustronselskabet, som måtte ophøre, skønt den amerikanske regering havde lånt dem 37 mill. \$.

### Boligudgiftens bestanddele

Tilslut bør det retfærdigvis bemærkes, at det i virkeligheden var boligudgiftens bestanddele og ikke byggeprisens bestanddele, man burde have sin opmærksomhed henvendt på. Det nytter nemlig ikke meget, at man er i stand til at bringe anskaffelsessummen lidt ned, hvis man derved indfører forøgede løbende udgifter til opvarmning, vedligeholdelse, renholdelse o. s. v. Målestokken for, om man har ra-

tionaliseret på længere sigt er derfor ikke byggeprisen, men den årlige boligudgift i relation til boligens værdi.

### Litteraturhenvisninger

1. Productivity in House Building, Second Report, H.M.S.O., London 1953.
2. Undervisningsministeriets betænkning angående billiggørelse og rationalisering af det kommunale skolebyggeri, udgivet på J. H. Schultz forlag 1953.
3. Analyse av byggekostnader i Norge, Kommunal- og Arbeidsdeptm. 1953.
4. Pilot Study of the Consumption of Man-hours on site in House Building in 9 European Countries, af R. Fitzmaurice og H. F. Broughton, udgivet af FN, ECE, 3. januar 1952 (IM/HOU/WP.2/12).
5. Byggeprisens Bestanddele, Statens Byggeforskningsinstitut, anvisning nr. 13.
6. Valg af dæk, Statens Byggeforskningsinstitut, anvisning nr. 12.
7. OEEC, Measurement of Productivity, metode brugt af The Bureau of Labour Statistics in the USA, rapport af en gruppe europæiske eksperter.
8. Fortschritte und Forschungen im Bauwesen, Reihe D, Heft 7, — Rationalisierung im Wohnungsbau —, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
9. Mejse Jacobsson: Arbetsteknik vid egentliga byggnadsarbeten för bostadshus, Statens kommitte för Byggnadsforskning, meddelande nr. 17, Stockholm 1950.
10. Productivity in House-Building, National Building Studies, Special Report no. 18, His Majesty's Stationary Office, 1950.
11. Hilmar J. Danielsson — Mejse Jacobsson: Byggnadssätt och Byggnadskostnader i Stockholm 1883 — 1939, Statens Kommitte för Byggnadsforskning, meddelande nr. 11, 1948.



# Byggematerialernes forhold til byggeriets tekniske udvikling

*Direktør, arkitekt m.a.a. Kai Christensen.*

## Indledning

Hvis man prøver på at analysere, hvad det er, der bestemmer den byggetekniske udvikling, kommer man ikke uden om at måtte placere byggematerialerne på en central plads, hvorom alle vore økonomiske og byggetekniske bestræbelser og erfaringer drejer sig.

For byggetekniken er kort defineret jo blot kunsten at anvende de materialer, vi til enhver tid har til rådighed på den mest hensigtsmæssige måde.

At det virkelig forholder sig således, har vi eksempler på i alle lande og gennem hele menneskeheds historie. Det er jo efter dette princip, at Thuleboerne i gamle dage fik deres dygtighed i at bygge snehytterne og folkene fra de store træløse stepper fik deres byggeteknik ved at bygge deres telte af dyrehuder. I skovrige egne har man siden tidernes morgen bygget husene af træ og i de skovfattige af soltørret eller brændt ler eller også af natursten.

## Historie

Siden industrialiseringen satte ind i forrige århundrede, og vi lærte at valse jernet, er der hurtigt udviklet en jern- og stålbyggeteknik. Dette, sammen med kunsten at brænde cement og støbe beton, har på et gan-

ske kort tidsrum ført byggetekniken frem med stormskridt. Samtidig har vor tids forbedrede kommunikationsforhold og handelsforbindelser givet os langt større materialemuligheder end før i tiden, således at vi i hvert fald teoretisk i dag kan sige, at materialemarkedet er internationalt, selvom mange økonomiske og politiske spærringer endnu lægger betydelige hindringer i vejen for, at denne frihed i valg af materialer kan være fuldstændig.

## Nedbringelse af huslejen

Den økonomiske situation, vi befinder os i her i Vesteuropa efter at 2 verdenskrige har bragt både prisniveauet og behovet på boligen voldsomt i vejret, har tvunget os til at beskæftige os med mulighederne for at få sænket byggeomkostningerne, således at forrentningen og dermed huslejen kan blive lavere.

Der er her et punkt, man bør hæfte opmærksomheden nøjere ved. Huslejen består jo hovedsageligt af 3 faktorer:

For det første den lige omtalte forrentning og afskrivning af den i byggeriet investerede kapital.

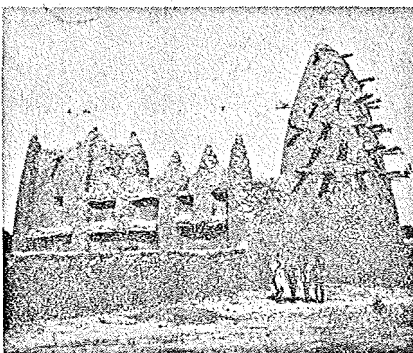
Dernæst kommer vedligeholdelsesudgifterne og til slut udgifter m. h. t. opvarmning. Medens man lige fra starten af vort realkreditsystem har været klar over, at det



*Fig. 1. Thuleboerne havde før i tiden kun sneen som byggemateriale...*



*Fig. 2. Steppefolkene udførte deres telte af gedeskind...*



*Fig. 3. Sudannegrene benyttede soltørret ler til deres bygninger.*

gjaldt om at finde den rette balance mellem den investerede kapital og den forrentning og afskrivning, man kom til at sidde for, er der nu ved at vokse en erkendelse frem om, at huslejen også kan nedbringes ved at vedligeholdelsesudgifterne og opvarmningsudgifterne holdes nede.

### Vedligeholdelsesudgifterne

Vedligeholdelsesudgifterne er i høj grad afhængige af valget af de byggematerialer, der anvendes i byggeriet, idet det naturligvis i stigende grad som huset bliver ældre, vil påvirke vedligeholdelseskontoen, såfremt der ved projekteringen er benyttet fejlagtige materialer, eller disse ved en håndværksmæssig ringe udførelse er dårligt benyttet i konstruktionen af huset. Altså gælder det også her, med vore stadig stigende krav til boligstandarden og det stadig stigende omkostningsniveau, at finde den optimale balance mellem anskaffelsesomkostningerne og de påfølgende vedligeholdelsesomkostninger.

For at trænge til bunds i dette spørgsmål er der i Sverige på foranledning af Statens Komité för Byggnadsforskning, af byrådirektør Knut Bildmark, foretaget en undersøgelse af de forskellige bygningselementers levealder. Undersøgelsen viser, at levealderen hos de forskellige bygningsdele er højst forskellig, og at man bør tilstræbe ved materialevalget, at samme grupper af materialer gives samme levealder, således at man på forhånd giver mulighed for en rationel planlægning af de reparationer og forbedringer, som årenes forløb givetvis må medføre.

Vi kan for at belyse disse spørgsmål tage nogle eksempler. Er det rimeligt, at udvendig maling på snedkerarbejde kun holder ca. 4—7 år. Før i tiden var levetiden noget længere, hvilket bl. a. skyldes, at vi i vore dage benytter kunstig udtørring af træet, og at denne tørringsproces fjerner træets naturlige olier, og derved gør træet mere modtage-

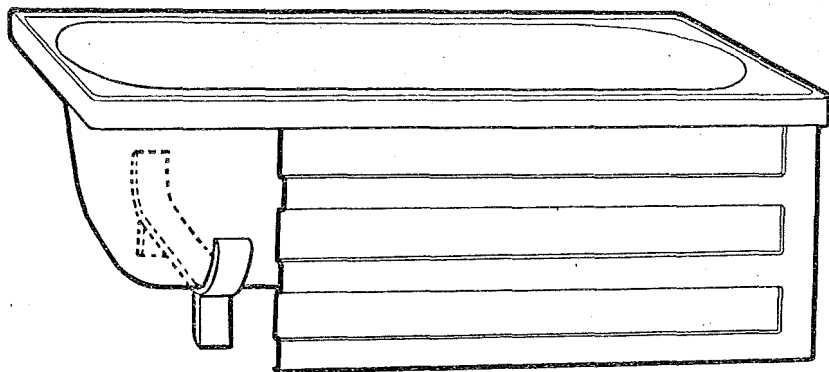


Fig. 4. Gustavsberg badekar med aftagelig forplade, således at installationerne bliver let tilgængelige.

ligt for fugt. Arkitekterne gør det heller ikke nemmere ved at have valgt hvidt som den farve, der ud fra æstetiske synspunkter bør anvendes til udvendig brug. Et farvestof som Titanhvidt nedbrydes meget hurtigt, selv om det pulver, der dannes ved nedbrydningen i sig selv beskytter en del. Zinkhvidt bliver til gengæld stenhårdt, men kan så ikke følge træets bevægelser, hvorved malingen skaller af. De farver, der som regel har længst holdbarhed til udvendigt brug er de mørke farver, idet pigmenterne her til som regel er jordfarverne.

Men man må trods alt spørge, om der ikke skulle kunne findes andre metoder til at beskytte bygningstræ end på linoliebasis at beskytte træets overflade? Skulle det ikke være muligt ad åre at komme frem til nye og mere rationelle metoder f. eks. ved en virkelig imprægnering og farvning af snedkerarbejdet på fabriken.

Et andet spørgsmål er f. eks. de tekniske installationer. Få har vist virkeligt sat sig ind i den situation, der vil opstå, når et indmuret badekar må tages ud, for at man kan komme til at reparere en sprække i gulvet, eller de omliggende vægges isolering skal efterses. Eller når afløbet i gulvet med den nedstøbte afløbsledning efter ca. 30 år er rustet op. Ved sådanne tilfælde er man nødt til at angribe flisebeklædningen på væggene — altså et bygningselement, der har langt større

levetid end de 30 år. Og på det tidspunkt vil det, selv om fliserne er standardiserede i form og farve, nok alligevel blive temmelig vanskeligt at fremskaffe netop den farve fliser, der blev benyttet for 30 år siden.

Hele ordningen med indbygningen af badekarrene synes urationel set fra et teknisk-økonomisk synspunkt.

I Sverige er da både Gustavsberg og AB Olofströms fabriker nu fremkommet med nye typer badekar, der peger i retning af, at spørgsmålet om badeværelsets problemer er ved at blive taget op til rationel behandling, og vi kender fra U.S.A. enkelte eksempler på, hvor hele badeværelsesrummet inklusive vægge, gulve og udstyr er presset op i samme materiale.

Et andet vigtigt installationsspørgsmål er de elektriske ledninger, der ligger i rør under pudslaget i vægge og lofter. I vor tids centralopvarmede huse kan man ikke påregne en levetid for disse ledninger mere end 35—40 år på grund af isoleringens hurtige udtørring. Hvis man ikke behøver at røre ved ledningerne, kan man dog givet påregne en noget længere levetid. Derimod kan man ved installationer i fugtige kældre risikere, at levealderen endda nedsættes til ca. 25 år. Når dette ledningsnet ad åre skal udskiftes, kan det trods al hensyntagen nok komme til at forvolde en del ravage, og man må

her spørge, om det ikke var mere ærligt og hensigtsmæssigt om installationen lå lettere tilgængelig, et forhold man jo ved moderne fabriker og kontorer, hvor kravene til ledningsføring hurtigt kan ændres, allerede i dag tager fornødent hensyn til:

Disse få eksempler viser, at vi i dag indenfor bygningstekniken og ved valg af vore materialer må vænne os til at se med mere eftertanke, end vi hidtil har gjort, på bygningen som helhed, således at man ved projekteringen kombinerer de bygningsdele med hinanden, der har samme levealder. Vore efterkommere vil sikkert komme ud for mange ubehageligheder, forårsaget af de fejl vi allerede nu på grund af manglende omtanke og erfaring har gjort.

### Opvarmningsudgifterne

Med hensyn til den tredie bestemmende faktor i den samlede huslejeudgift: opvarmningsudgifterne, er der på grund af de dyre brændselspriser i årene efter krigen vist en stigende interesse også for dette spørgsmål, og da man hurtigt kan indse, at vi ingen indflydelse har på brændselspriserne, må man til gengæld sørge for at spare på brændselet, hvilket bedst kan gøres ved at sørge for en effektiv varmeisolerings af husets forskellige bygningsdele, således at der undgås urimelige varmetab gennem bygningens yderflader, og dels ved at finde nye former for opvarmnings-systemer, der er mere effektive end det gamle varmtvandssystem, som ud fra mange synspunkter virker forældet og alt for dyrt i installationen.

### Varmeisoleringen

Den udbredte forståelse i dag blandt teknikere for anvendelsen af varmeisolerende materialer skyldes ikke mindst de undersøgelser, der herhjemme er foretaget og publiceret af Statens Byggeforskningsinstitut, hvor man ved udførte beregninger klart har påvist, at det under

alle forhold kan betale sig at isolere, og at man fremfor, som hidtil sket, kun at se på de investerede beløb i byggeriet, mere skal rette opmærksomheden på, hvad der giver den bedste driftsøkonomi, altså de mindste årlige udgifter til afskrivning, forrentning + varmeudgiften.

Undersøgelserne har vist, at alle de traditionelle konstruktioner, vi hidtil har benyttet, er alt for dyre i det lange løb. De er nok billige i anskaffelse, men deres isoleringsevne er ringe, således at de kræver et tilsvarende dyrt varmeanlæg og stort brændselsforbrug.

Da alle kendte varmeisoleringsmaterialer jo bygger på den kendsgerning, at stillestående tør luft er den bedste isolator, følger heraf, at de letteste og dermed mest porøse materialer vil have større varmeisolationsevne end de tunge og tætte. Et materiales isolationsevne står således i direkte forhold til dets rumvægt. Ved udvælgelsen af isoleringsmaterialet må man tage hensyn både til prisen og isoleringsevnen, således at det må være prisen pr. isoleringsenhed, der er det afgørende. Denne pris fås ved at gange materialets varmeledningstal med prisen pr. m<sup>3</sup>.

Foruden at isolere ydervæggene i bygningen er det naturligvis lige så vigtigt at sørge for nedbringelsen af varmetabet gennem vinduerne, især da dette andrager ca. 20 % af bygningens samlede varmetab. S.B.I.'s beregninger har vist, at merudgiften ved anvendelsen af dobbelte vinduer i stedet for enkelte bliver opvejet ved den besparelse, man opnår ved varmeanlæggets mindre dimensionering. Iøvrigt må i denne forbindelse også nævnes de engelske Insulight-dobbeltruder, eller de belgiske Thermoplane isolationsglas, der, selv om de endnu er for dyre til almindeligt byggeri, giver mulighed for, at man kan nøjes med een ramme og undgå pudning på de mod hinanden vendende glassider.

Tilbage står dog stadigvæk, at

det nuværende vinduesglas tillader energien i varmestralerne fra det opvarmede rum at slippe igennem, således at rummet i mere eller mindre grad lider et varmetab. Om det nogensinde vil lykkes at eliminere dette varmetab ved f. eks. at frembringe vinduesglas, der tilbagekaster varmestralerne, tør ingen i dag udtale sig om. Visse forskere betvivler direkte, at det nogensinde vil lykkes, medens andre mener, der skal en dybtgående forskning til, før man tør tage nærmere stilling til spørgsmålet.

Skulle det lykkes for forskningen at nå frem til så effektive isoleringsmaterialer, at man virkelig kan tale om en højisolering af vore huse, vil vi komme til at støde på helt nye principper for vor opvarmning. I så tilfælde vil nemlig varmetabene fra vore opholdsrum blive så små, at de vil kunne opvejes ved varmeafgivelsen af de personer, der opholder sig i rummene. Den opvarmning, der da fordres i et sådant rum, er kun til at erstatte det varmetab, der sker ved tilførelsen af frisk luft, og selv her vil man have muligheder for ved hjælp af varmepumper at opvarme den indblæste luft ved hjælp af den forbrugte.

Selv om det ligger i yderkanten af denne artikels område, kan det i denne forbindelse have interesse at nævne de eksperimenter, der er gennemført ved de såkaldte Ermelundshuse, med arkitekt m.a.a. Mogens Black Petersen og civilingeniør Th. Helleberg som de rådgivende teknikere, og hvor man har forsøgt at arbejde med spørgsmålet om en billig boligopvarmning i forbindelse med en effektiv udnyttelse af de i dag til rådighed stående varmeisoleringsmaterialer.

Husene er så effektivt isolerede, at ydervæggene har en gennemsnitlig k-værdi på 0,3. Regner man varmetabet ved vinduerne med, kan k-værdien som gennemsnit af yderflader sættes til 0,5. Opvarmningen sker ved termostatstyret el-strålevarme i loftet.

Indflytningen fandt sted i begyndelsen af februar 1953, så erfaringerne fra  $\frac{1}{2}$  fyringsperiode er naturligvis begrænsede. Det kan dog allerede på indeværende tidspunkt siges, at det er muligt at holde udgiften til opvarmningen indenfor de teoretiske grænser, der var sat, d.v.s. ca. 5.000 kwt. i en fyringsperiode på 8 mdr. med 100 etagekvadratmeter. Det har vist sig, at en kontinuerlig opvarmning giver det dobbelte el-forbrug, som ved en diskontinuerlig opvarmning. Endvidere har man gjort den interessante erfaring, at beboerne befinder sig bedst, når termostaterne er indstillet på det laveste trin og den indvendige lufttemperatur er  $14^{\circ}$ , idet termostaten da hurtigere sætter ind igen, end hvis lufttemperaturen f. eks. er  $18^{\circ}$ , hvor der vil gå 3—4 timer, inden temperaturen synker så meget, at varmeanlægget sættes i funktion igen. Det vil med andre ord sige, at varmeafgivelsen ved stråling spiller en større rolle i forhold til konvektionsvarmeafgivelsen ved højisolerede rum, end man har været tilbøjelig til at tro.

### Grundforskning

Vi har nu i det foregående set, hvor stor rolle byggematerialerne spiller, når der skal tages hensyn til husets årlige driftsøkonomi, det være sig ved udgifter til reparationer og vedligeholdelse eller ved opvarmningsudgifterne.

Det er derfor naturligt, at selve grundforskningen af vore materialer igennem de sidste årtier er blevet yderligere forstærket. Her i landet udføres denne gren af forskningen dels af industriens egne laboratorier, som f. eks. indenfor cementindustrien, teglværksindustrien, træindustrien, farve- og lakindustrien o.s.v. og dels på Danmarks tekniske Højskole.

De senere års voldsomme fremgang indenfor fysikken og kemiens områder kommer til god hjælp her, og vi må forvente, at byggeindustrien, der på grundforskningens

område står langt tilbage i udvikling i forhold til andre industri-grene, i de kommende år mere og mere vil komme ind på at benytte alle de nye måle- og prøvningsmetoder, der i dag står til rådighed for videnskaben, som f. eks. radioaktive sporinger til undersøgelse af materialernes slidstyrke, røntgenundersøgelser af bærende konstruktioner, anvendelse af lydølger ved undersøgelser af betonkvaliteter o.s.v.

Hele denne grundforskning giver os muligheder for at forbedre de eksisterende materialer og endog skabe nye syntetiske materialer, således at vi ikke som forhen er nødsaget til at affinde os med, hvad naturen byder os, men nu i en vis udstrækning først kan sætte de krav op, som vi forventer af et ønsket materiale og derefter fremstille det syntetisk.

### Resultatet af den hidtidige grundforskning

Skal vi gøre op, hvad den hidtidige forskning af materialerne har betydet, kan man konstatere, at der for de fleste materialegruppers vedkommende er sket en stadig udvikling mod mere ensartede og bedre kvaliteter, således at man kan sige, materialerne idag er mere effektive pr. rum- eller vægtenhed end tidligere. Indenfor teglværksindustrien kan som eksempel nævnes fremkomsten af den porøse mangehulsten, som med sin rumvægt på  $1150 \text{ kg/m}^3$  giver samme trykstyrke og bedre varmeisolering end den gamle fuldbrændte mursten med sin rumvægt på  $16-1700 \text{ kg/m}^3$ .

Samtidig giver den mindre vægt af mangehulstenen reducerede transportomkostninger, hvilket jo igen bringer byggeriets priser nedad.

Armeringsjernet er udviklet gennem forbedrede jernkvaliteter og helt nye typer. Medens det almindelig kendte armeringsjern havde en tilladelig trækspænding nede på  $1200 \text{ kg/cm}^2$ , et tal der nu er forhøjet til  $1300 \text{ kg/cm}^2$ , er man ved fremkomsten af Kamstålet og Ten-

torstålet nået op på tilladelige trækspændinger på henholdsvis  $2050 \text{ kg/cm}^2$  og  $2200 \text{ kg/cm}^2$ .

Også cementens kvalitet er betydeligt forbedret. Hvis man f. eks. sammenligner normernes krav til en mørtelblanding 1:3 gennem de sidste 50 år, får man et synligt udtryk for kvalitetsforbedringen. I 1905 var den tilladelige trykspænding for en sådan blanding  $250 \text{ kg/cm}^2$ . I 1920 var den steget til 350. I 1930 til 450 for i dag at være  $525 \text{ kg/cm}^2$ . Trykspændingen er altså øget til mere end det dobbelte.

Tager man så den hurtigthærdende Rapid eller Record cement, kommer man helt op på  $700 \text{ kg/cm}^2$ .

Kvalitetsforbedringen af såvel cementen som armeringsjernet har naturligvis igen influeret på jernbetonen, hvor især den forspændte beton har givet os helt nye muligheder ved fremstillingen af præfabrikerede bygningsdele, såvel til større konstruktioner som til detal-løsninger.

Her bør dog for fuldstændighedens skyld gøres opmærksom på, at de øgede spændinger i stål og beton også har givet visse vanskeligheder i form af forøgede revnedannelser, idet disse er ligefrem proportionale med spændingen.

Indenfor træindustrien har særligt det forhold, at træ er en udpræget mangelvare, medført, at man har arbejdet på at indføre træbesparende konstruktioner og materialer, hvor affaldstræ bedre kan udnyttes. Velkendt er bølgeparkettet, hvortil anvendes træ, der forhen kun blev benyttet til brændsel. Indførelsen af lamel-parketbrædderne er også typisk for udviklingen, således at man har et tyndt slidlag af bøg, elm eller eg og et underlag af gran.

Durisol- og Novopanfabrikerne udnytter kutterspånernes fuldtud og henter endda affald i Norge og har i visse situationer måttet fremstille spåner af affaldstræ. I Tyskland er man gået endnu videre og udnytter

affaldet 100 %, idet man tager barken, grannåle og kviste med. Affaldet hakkes til flis, blandes med lim og presses. Produktet anvendes til skillerumsplader og kan forsynes med ildfaste overfladebelægninger.

I U.S.A. har man af savsmuld presset plader, der kvalitetsmæssigt ligger over almindeligt krydsfinér. Med denne proces kræves så godt som ingen lim, idet cellulosen under passende temperatur og fugtforhold under presningen bliver plastisk.

Krydsfineren er jo ikke noget nyt materiale, men limtekniken har udviklet sig på en sådan måde, at anvendelsesområdet er forøget ved den kvalitetsforbedring, der er fremkommet. De vandfaste limninger, som bl. a. Finérfabriken i Næstved har arbejdet med, kan benyttes til fremstilling af plader til udvendigt brug.

Krydsfinérens betydning som forskallingsmateriale må ikke undervurderes. De oliehærdede fiberplader kan slet ikke konkurrere med den vandfaste krydsfinér, som med en evt. plasticcoating bliver næsten uforgængelig.

### Monterbare konstruktioner

Den tendens vi har set, der gør sig gældende inden for en række materialegrupper, at man i dag kan benytte mindre kvantiteter af materialet end tidligere og samtidig opnå den samme eller større effektivitet, har medført, at bygningskonstruktionernes egenvægt er nedsat i betydelig grad.

Denne kendsgerning i forbindelse med, at mekaniseringen har holdt sit indtog på arbejdspladserne, har bl. a. medført, at man er kommet ind på at arbejde med større bygningselementer og monterbare konstruktioner, der hurtigere og i en kvalitetsmæssig bedre udførelse kan tilvirkes seriemæssigt på fabrik, således at man er uafhængig af de skiftende klimatiske forhold ude på byggepladsen. Da dette jo er en helt ny produktionsteknik, byggein-

dustrien her er på vej ind i, er det af stor betydning for at få et godt resultat ved udformningen af de fabriksfremstillede elementer, at både de projekterende teknikere, entreprenørerne eller håndværksmestrene og materialeproducenterne har et intimt samarbejde allerede ved projekteringsstadiet.

### Standardiseringen

Betingelsen for at kunne arbejde rationelt med de større enheder og monterbare konstruktioner må være en gennemført byggestandardisering. Hvad angår byggematerialerne må vi erkende, at vi her står langt tilbage m. h. t. en gennemført standard. Hidtil har vi kun fået standard på dør- og vinduesbeslag, døre, vinduer og betonvarer, og så vidt vides, arbejdes der på standardblade for mørtelsammensætning, teglprodukter og betonglas. Men disse eksempler er jo kun en dråbe i havet af, hvad der behøves. Det er måske i selverkendelse af dette, at Dansk Standardiseringsråd har nedsat en særlig komité for bygge-

standardisering, selvom man ikke har taget skridtet fuldt ud og i lighed med flere andre lande udskilt byggestandardiseringen til selvstændigt arbejdende institutioner.

Den sidst gennemførte standard over faste højder i byggeriet kan dog tyde på, at man er ved at intensivere arbejdet mere, selvom initiativet og forarbejdet blev udført af Boligministeriet. Bestemmelserne om de faste højder i byggeriet er et stort fremskridt, idet dette jo er den første betingelse for, at materialefabrikanterne for de materialer, der har relation til etagehøjden, kan tilrettelægge en rationel produktion af deres varer.

### Grundprojekteringen

I denne sammenhæng er det også vigtigt at påpege betydningen af at få etableret en grundprojektering af de almindeligt forekommende detailkonstruktioner i byggeriet. Forholdet er det, at de projekterende teknikere ved hver opgave så at sige begynder forfra i arbejdet med at finde en løsning på detailkon-

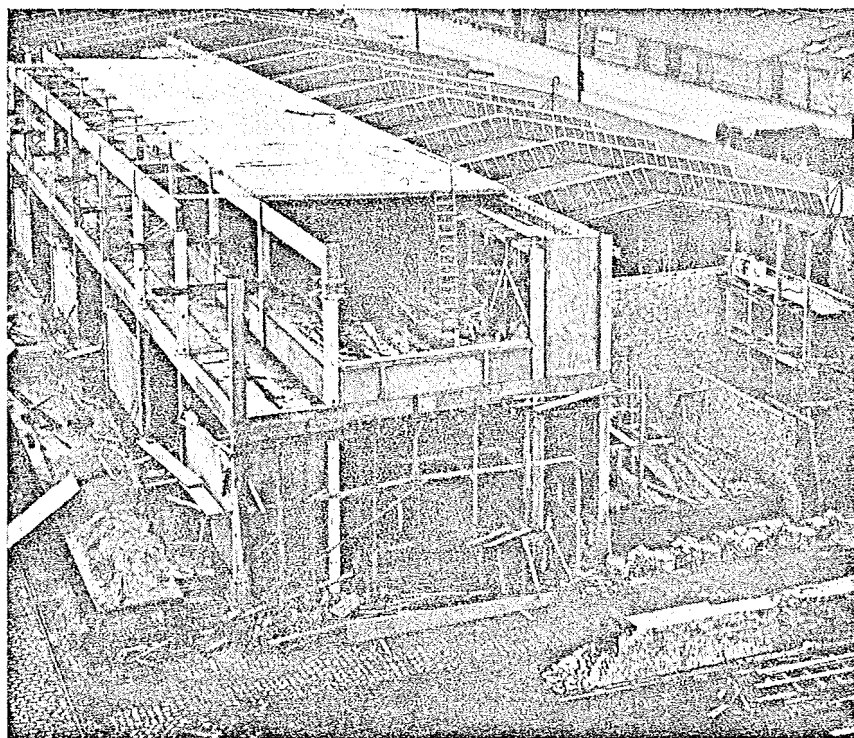


Fig. 5. Nedsættelsen af konstruktionernes egenvægt i forbindelse med monteringen på arbejdspladserne medvirker til gennemførelsen af præfabrikerede elementer.

struktionerne. Afvigelse er ofte ganske uvæsentlige, men tilstrækkelige til, at løsningerne aldrig bliver identiske og derved afskærer bygningsindustrien fra at tilrettelægge en rationel produktion.

Den praktiske udførelse af de forskellige detailkonstruktioner er jo for øjeblikket fordelt på så mange hænder, at de implicerede producenter vanskeligt kan skaffe sig et samlet overblik og koordinere indsatsen, når nye metoder tages i brug.

Det ville derfor være af uvurderlig betydning, såfremt man kunne nå frem til et fælles projekteringsgrundlag ved fremskaffelse af tegninger til normerede detailkonstruktioner, som både de projekterende teknikere og bygningsindustriens producenter kunne have direkte interesse i at udnytte og tilpasse på byggepladserne. Som eksempel på en sådan fremgangsmåde kan man henvise til planlægningen af det engelske skolebyggeri i Hertfordshire, hvor man inden opførelsen af et meget stort antal skoler undersøgte, i hvor høj grad visse enkeltkonstruktioner og detaljer kunne typebestemmes gennem en grundprojektering, uden at det iøvrigt skulle medføre en uniformering af skolebyggeriet. Dette viste sig muligt i vid udstrækning, og resultatet blev, at skolerne i Hertfordshire kunne opføres med en besparelse på 20 % i forhold til andet skolebyggeri, samtidig med at byggeperioden blev halveret.

### Industriel formgivning

I slægt med problemerne omkring grundprojekteringen er hele spørgsmålet om byggematerialernes æstetiske og praktiske udformning — et spørgsmål, der kan klassificeres under betegnelsen: Industriel formgivning.

Netop i disse år oplever vi at se en strøm af nye materialer komme frem på markedet, mange af dem har gode tekniske egenskaber, men er så til gengæld behæftet med en dårlig formgivning, såvel set fra et

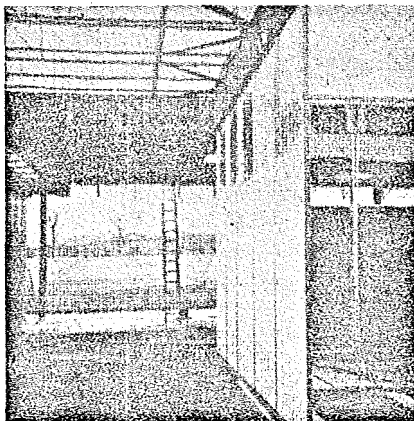


Fig. 6. Fra skolebyggeriet i Hertfordshire, hvor en grundprojektering af bygningselementerne blev gennemført.

æstetisk som funktionelt synspunkt. Den økonomiske værdi, der ligger i en god formgivning af byggematerialerne, er indlysende. Indførelsen af nye materialer, f. eks. facade- og vægbeklædninger, afhænger tit af materialets æstetiske udformning. Men også en række af vore velkendte materialer trænger til at blive dyrket igennem fra et formgivningsmæssigt synspunkt, for eksempel w.c.-skåle og -sæder, håndvaske, beslag, vinduer, dørenes tilslutning til skillerum med indfatninger o.s.v.

Netop ved de industrielt fremstillede materialer har man muligheden for et tilbundsgående arbejde med formgivningsproblemerne, idet der her er tale om masseartikler, hvorved udgifterne til en rationel formgivning bliver fordelt og ikke mærkes på den enkelte vare.

Indtil nu er det kun ganske få materialegrupper, hvortil der har været knyttet en kunstnerisk rådgiver ved udformningen, f. eks. el-armaturer, el-materiel, tapeter, kakkelovne og el-komfurer, men man må forvente, at byggematerialeindustrien i fremtiden vil indse betydningen af at knytte industrielle formgivere til sig med det formål at få passende overensstemmelse mellem materialets kvalitative egenskaber og dets formgivning.

### Kvalitetskrav

Ligesom vi stiller krav til materialernes rette formgivning, er det naturligvis af lige så stor betyd-

ning at have sikkerhed for deres kvalitative egenskaber. Når lige undtages enkelte varegrupper, som f. eks. betonvarer og træuldbetonplader, hvor der ligefrem foreligger kvalitetsnormer, har vi kun Statsprøveanstaltens undersøgelser af enkelte materialer at støtte os til.

Disse undersøgelser foregår oftest på den måde, at materialeproducenten sender nogle prøver af sit produkt ind for at få en udtalelse om materialets kvalitet under visse givne omstændigheder.

Men trods Statsprøveanstaltens grundige undersøgelser af de indsendte prøver, står dog stadig tilbage, at man ikke kan danne sig noget billede af hele den pågældende produktions gennemsnitlige beskaffenhed.

Boligministeriet har dog her mulighed for at øve stor indflydelse, og gør det også i flere tilfælde ved at gøre sine godkendelser af nye materialer til huse med statslån betinget af, at fremstillingen underkastes Statsprøveanstaltens løbende kontrol. En anden form for kontrol har vi ved varmeisoleringsmaterialerne, hvor producenterne har set værdien af frivilligt at underkaste deres materialer en kontrol med visse mellemrum for at kunne stå som medlemmer af Varmeisoleringsfabrikantforeningen.

For at belyse nytten af indførelse af kvalitetsnormer kan vi tage et eksempel som tømmer. For øjeblikket bestemmes tømmerkonstruktionernes dimensioner af sikkerhedsmæssige grunde faktisk af den ringest forekommende vare. Her kunne gennemførelsen af kvalitetsnormer give mulighed for, at tømmerkonstruktionernes dimensioner kunne sættes noget ned, og ved at kvalitetsproduktet fik en højere pris, ville forstværket være i stand til også økonomisk at have interesse i at gennemføre en afkvistning af træerne under opvæksten, således at der ville kunne produceres lange og knastfattige stammer, altså også en bedre udnyttelse af vore skove.

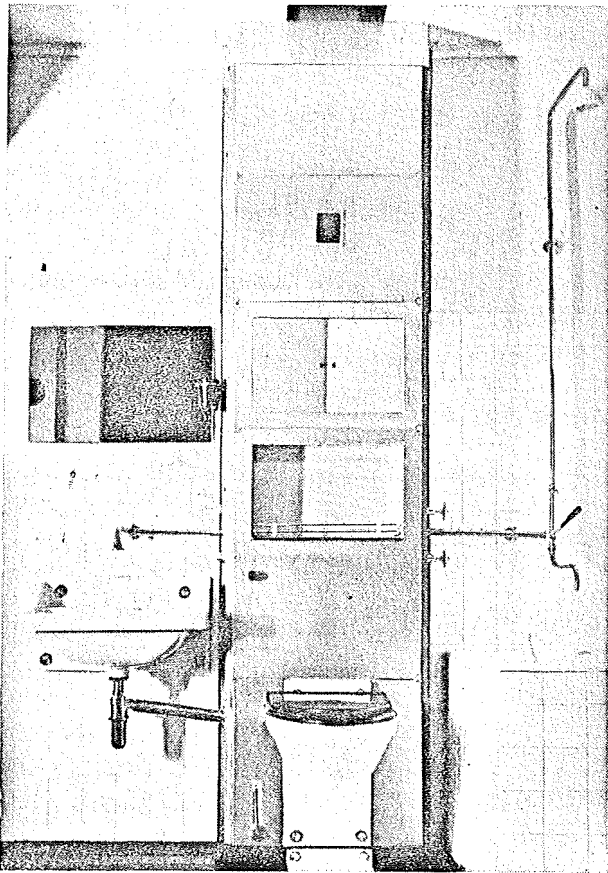


Fig. 7. Sanisæt — et eksempel på industriel formgivning, selv om udformningen vel nok kan gennemdyrkes endnu mere.

Det vil tage en menneskealder at nå så vidt, men i Sverige og Finland er der allerede gennemført et stort arbejde for at finde styrkeforholdet i tømmerkonstruktioner ved kvalitetsdifferentiering. Dette arbejde skulle der kunne arbejdes videre på med den fornødne hensyntagen til specielle danske forhold.

#### Registrering af byggetekniske fejl

Efter at vi nu har beskæftiget os med mulighederne for en kontrolring af materialerne, der skal benyttes i byggeriet og påvist vigtigheden af denne kvalitetskontrol, er det på sin plads at påpege et lige så vigtigt spørgsmål, nemlig betydningen af at kunne registrere, hvorledes materialerne gennem årene klarer de forskelligartede påvirkninger de udsættes for, samt at kunne samle de erfaringer, som man i praksis får, vedrørende de skader, der måtte opstå på grund af byggetekniske fejl.

Sagen er jo, at i langt de fleste tilfælde mister de folk, der har haft med opførelsen af bygningen at gøre, kontakten med dette deres værk, såsnart huset er afleveret til bygherren, netop på et tidspunkt, hvor de kunne begynde at registrere, om alle deres bestræbelser for at skabe et forsvarligt arbejde var lykkedes.

Spørgsmålet om en registrering af de byggetekniske fejl har naturligvis en uhyre økonomisk betydning og bør før eller siden tages op og løses forsvarligt. Det vil koste megen tid, arbejdskraft og penge, hvis det skal udføres ordentligt, foruden at det kræver en god portion forståelse og samarbejdsvilje, såvel fra materialeproducenternes side som fra de projekterende teknikeres og håndværksmestres side. Erfaringerne bør indsamles fra alle egne af landet af kompetente fagfolk, og derefter registreres i en hovedcentral i kartoteker, opdelt ef-

ter bygningselementernes hovedgrupper: facader, tagbelægninger, etageadskillelser, gulvbelægninger, vinduer, døre, skorstene o.s.v.

Derefter bør det indkomne materiale bearbejdes og oplysningerne kontrolleres for til slut gennem informationsblade eller rapporter at blive udsendt til byggeriets folk, når man mener at have et teknisk spørgsmål tilstrækkeligt belyst gennem det indkomne materiale.

Den eneste form for registrering af byggetekniske fejl, vi for øjeblikket har, er den, der foregår fra Stadsbygmesterens Direktorat i København, og hvor fejlene bliver kommenteret i Meddelelser fra Københavns Bygningsvæsen, men her er jo i hvert fald kun tale om de særligt graverende fejl, der kommer til myndighedernes kundskab, således at man, hvor værdifuldt dette arbejde end er, ikke kan tale om noget systematisk indsamlingsarbejde.

#### Informationsvirksomhed

Registrering og publicering af de byggetekniske fejl hører jo ind under dokumentations- og informationsvirksomheden, og det kunne måske derfor i denne sammenhæng som afslutning på denne artikel være nyttigt at erindre om den store betydning, det har for de projekterende teknikere at kunne få fyldestgørende og konkrete tekniske oplysninger om de forhåndenværende materialer. Dette at løse informationsspørgsmålet på den bedste måde for teknikerne er et rationaliseringsspørgsmål af første rang.

Vi, der til daglig beskæftiger os med informationsvirksomhed inden for hele det byggetekniske område, kan ikke lade være at undre os over den komplette mangel på forståelse for de projekterendes behov, der almindeligvis hersker blandt materialeproducenterne, når de sender oplysninger om deres materiale frem i brochureform. Det er kolossale værdier, der går til spilde i det

kaos af brochurer, der udspyes over de arme teknikere. I alt for mange tilfælde er brochurerne komplet ubrugelige for den mand, der virkelig skal have facts.

For at prøve på at skaffe en passende ensartethed og kvalitet i disse brochurer, er Byggebogen og Byggecentrum nu gået i samarbejde for at supplere Byggebogen med specialblade, der kan indeholde oplysninger om alle de facts, som

de projekterende teknikere med rette kan forlange at få oplysning om, når de ved projekteringen af et byggeri skal udvælge de rette materialer, konstruktioner og installationer.

Disse nye såkaldte BBC-blade (BBC er en forkortelse af Byggebogen og Bygge-Centrum) vil blive registreret efter Byggebogens registreringssystem, således at de naturligt kan gå ind i de afsnit i bogen,

som emnet berettiger til, eller de kan samles uafhængigt af Byggebogen, hvis man ikke abonnerer på denne, idet bladene vil tilgå alle de projekterende teknikere. Man håber, ved løsningen af denne service med specialblade, at kunne medvirke til at gøre de projekterende bedre rustet til deres omfattende og ansvarsfulde arbejde, og derved være snit af byggeriets mangfoldige områder.

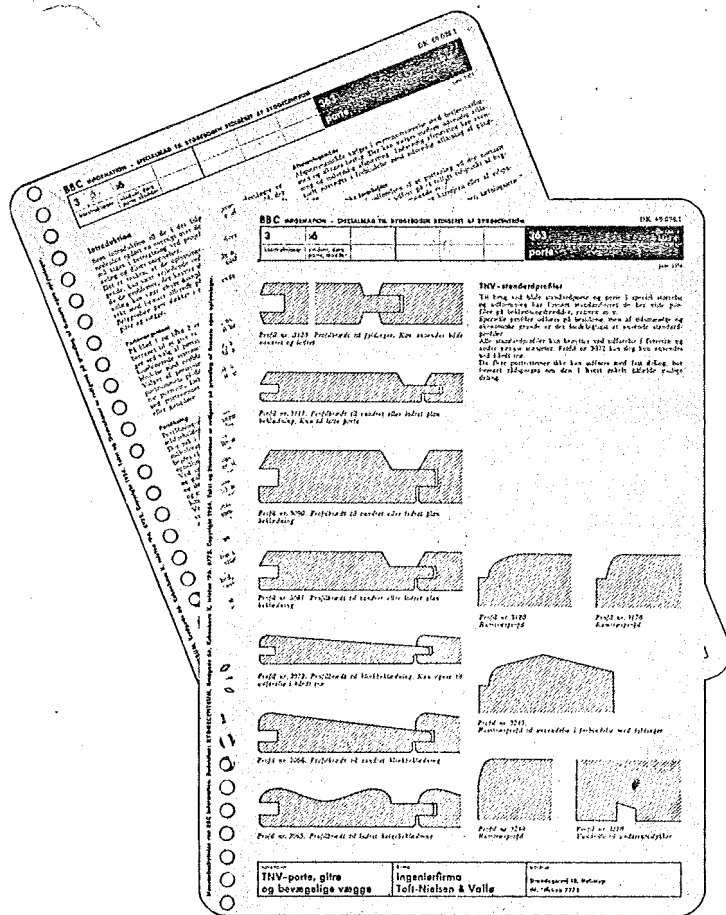


Fig. 8. Prøve på B.B.C.-blade



# Utraditionelle byggeprincipper

Arkitekt, m.a.a. Tyge Holm.

Når man beskæftiger sig med rationaliseringsforanstaltninger inden for byggeriet, tvinges man ofte — fordi emnet er så svævende og billedet så mangfoldigt — til at koncentrere sig om eet eller flere stærkt afgrænsede områder — og dermed til at tage en mængde forudsætninger for givne, ganske simpelt fordi det ellers ikke ville være muligt for alvor at trænge ind i det konkrete stof.

Derfor kan det måske være af værdi at forsøge at strejfe de problemer, der f. eks. vedrører de utraditionelle byggeprincipper, i en lidt større sammenhæng.

Selv om det vel rent sprogligt kan betegnes som en hårfin nuance, mener jeg, at der må sondres skarpt mellem de *utraditionelle byggeprincipper* og de *utraditionelle byggesystemer* eller *-metoder*, hvis enkeltheder eller karakteristika vi alle sammen kender mere eller mindre til.

De utraditionelle byggeprincipper, det er dem, som i bund og grund vender op og ned på vore tilvante forestillinger, hvor problemerne ansues på en helt ny måde og ses i en ny og overraskende sammenhæng — systemerne og metoderne, det er de rendyrkede og måske højt udviklede enkeltheder eller komplekser af enkeltheder, som følger heraf, og det var de første, hvis problemer jeg gerne ville strejfe.

Taler man om utraditionelle

byggeprincipper, kommer man simpelt hen ikke uden om Buckminster Fuller, den nu ca. 65-årige amerikaner, han er i virkeligheden een af de få, hvis ideer modsvarer den strengeste definition af begrebet utraditionelle byggeprincipper.

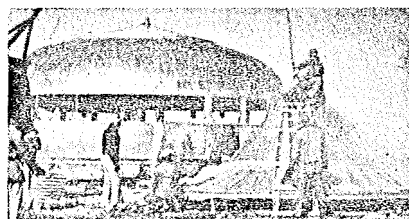
Buckminster Fuller betragtes af mange som en sær person, een som man på amerikansk kalder en »screw-ball«, men ikke destomindre har han i de sidste 20 år kredset om den samme tanke: en boligfremstilling, der helt skulle baseres på vor tids fantastiske produktionsmuligheder.

Som resultat heraf frembragtes i 1940'erne på en flyvemaskinefabrik i Wichita, Kansas, det første og eneste eksemplar: hans Dymaxion House.

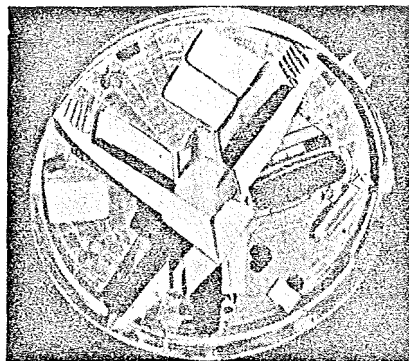
Tidsskriftet »Fortune« har karakteriseret Fullers tanker omtrent således:

»For at det store flertal af menneskene skal kunne få tilfredsstillende boliger, må husene for alvor kunne masseproduceres. Masseproduktionen kræver, at råmaterialer og færdige produkter med lethed kan transporteres over lange afstande, hvilket igen betyder mindst mulig vægt og mindst volumen under transporten.

Vil man reducere en bygnings vægt, bør man anvende materialer med trækstyrke i stedet for trykstyrke, altså i stedet for be-



a.



b.



c.

Fig. 1a, b og c: Buckminster Fuller's »Dymaxion House«.

ton, sten og træ: stål, aluminium og plastic.

Flyvemaskine- og automobilfabrikker har forlængst vist, hvorledes man skal tilvirke disse materialer og har endvidere be-

vist deres produktionskapacitet — altså er det dér, husene skal fremstilles.

Fuller's Dymaxion House vejer 3,5 tons i stedet for ca. 100 tons for et tilsvarende traditionelt, amerikansk hus. Med en størrelse på 3 værelser og køkken, og med ca. 100 m<sup>2</sup> gulvflade kan det sammenpakkes i en cylinder med en diameter på 1,40 m og 5 m lang.

Huset er rundt (bikubeformet), da den runde form, i forhold til ydervæggene, indeholder den største gulvflade og giver maksimal styrke pr. vægt-enhed. Diameteren er 11 m, max. højde 5,5 m. Huset er ophængt på en stålmas i centrum med ydervægge af aluminium og plastic, var projekteret til at kunne monteres på 4 arbejdsdage af 5 mand, det ansloges i 1946 til at kunne sælges for ca. \$6.500, af Fuller karakteristisk udtrykt i forhold til dets vægt, nemlig 50 cents pr. pound.«

Den svenske arkitekt Friberger skriver om huset: »Når man kommer ind i huset, føles det, som om man for første gang i sit liv kommer ind i det 20. århundrede. — Fordi det er så radikalt gennemført, findes der intet udgangspunkt for en sammenligning med traditionelt byggeri. — Det nærmeste sammenligningsgrundlag er med flyvemaskiner, skibe og eksprestog, hvis formgivning allerede er accepteret af publikum. Den cirkulære form, som i det ydre kan forekomme fremmedartet, virker helt naturlig inde fra.«

Det kan måske forekomme urimeligt, i betragtning af at Fuller's ideer aldrig er slået an (der blev kun bygget det ene prøvehus) at ofre ham så megen omtale.

Jeg gør det imidlertid med velberåd hu, ikke fordi jeg som arkitekt synes, produktet er »smart« eller spændende eller strømlinet, men fordi jeg mener, at uanset hvad der ellers kan siges — og er

blevet sagt — om Buckminster Fuller, er hans ideer af en sådan art, at man *vinges* til at tage stilling til dem. Man *bør* kunne forsøge at vurdere fordomsfrit, en sådan indstilling kan hjælpe een til at bevare hovedet køligt, når man skal dukke ind i bygningsrationaliseringens og byggeindustrialiseringens jungle, hvor enkeltheder og synteser, postulater og beviser, tekniske, økonomiske, materialemæssige, tidsmæssige, arbejdsmæssige og menneskelige problemer slås med hinanden på livet løs.

Dette brogede billede møder man nemlig, når man vil forsøge at orientere sig i alle de byggeprincipper, der i en lidt bredere forstand kan betragtes som utraditionelle.

Med få undtagelser er forudsætningerne for disse principper prefabrikation og industrialisering, og det kan måske være rigtigst at nævne eksempler på undtagelserne først.

Som en passende overgang fra Buckminster Fuller's halvglobeformede hus, kan anvendes Walter Neff's »Bubble-House«, en på stedet støbt beton-skalkonstruktion, hvor forskallingen udgøres af en oppustet ballon-agtig kæmpesæk. Husets fortrin er ikke umiddelbare, med mindre man vil tage det som en illustration af boligens differentiering i yderste konsekvens i en række celler for hver sin funktion, i sin idé gående tilbage til negerhøvdingens krål, med hytter til forråd, livvagt, harem o.s.v.

Princippet med den oppustede blære kendes jo iøvrigt i vore dages støbeteknik, hvor man ved hjælp af gummislanger fremstiller visse betonvarer med hulheder.

Lighed med the Bubble-Houses har Martin Wagner's »Igloo-Huts«, som i den differentierede form har overført nogle af Fullers materiale- og vægtprincipper.

Uden for en rubricering er også Le Tourneau, som ved hjælp af et kæmpe-transportaggregat sænker den i forvejen samlede, dobbelte,

lodrette stålforskalling til et hus' ydervægge ned på fundamentet. Efter at betonen er udstøbt og afbundet, løfter det samme apparat hele forskallingen op igen og kører bort, efterladende de støbte vægge med vindues- og dørhuller etc. En tilsvarende fremgangsmåde anvendes i IBEC-systemet; her anvendes blot kran i stedet for.

Som nævnt udgør prefabrikation og industrialisering i alle tænkelige afskygninger en væsentlig faktor i bogstavelig talt alle andre kendte utraditionelle principper.

Et forsøg på en oversigt kan nås ved at bedømme og sammenligne produktionsforhold eller transportforhold, materialeanvendelser, arbejdspladsprocesser, konstruktionsprincipper og meget andet. Englænderne og amerikanerne er vist enige om at anvende en grov rubricering, der væsentligst sigter på konstruktionsprincipperne, og som, selv om den ikke er helt dækkende, idet der optræder mange mellemformer og kombinationer, dog er anvendelig til et overblik.

De opdeler i 5 hovedgrupper:

#### 1. *Precut-Method.*

Som navnet antyder, karakteriseres metoden derved, at samtlige enkeltdele til et hus er afmålt og tilskåret på fabrikken. Princippet, som særlig kendes fra Finland (jfr. Puu-

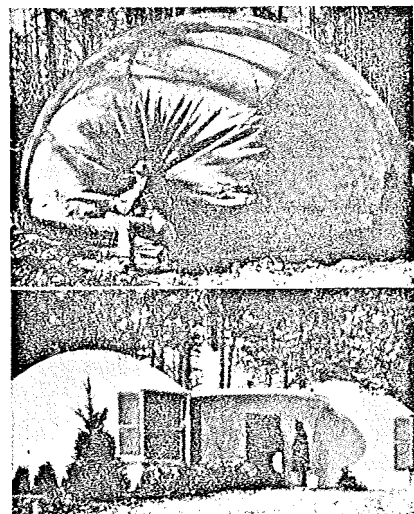


Fig. 2a og b. Walter Neff's »Bubble-House«.

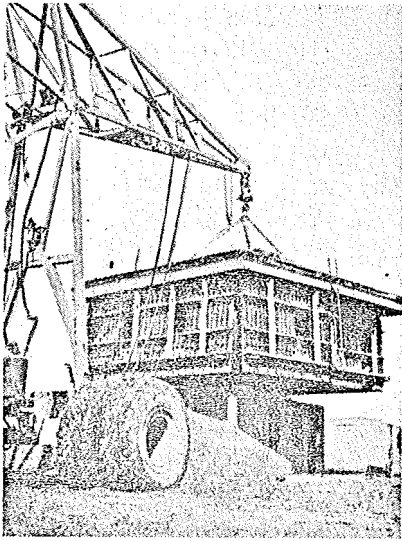


Fig. 3. IBEC-systemet.

talo-husene) er baseret på, at der fra fabrikken til opførelsesstedet afsendes bundter og kasser med alle i forvejen tildannede løsdele, som er omhyggeligt nummererede, og som på stedet efter detaljerede montagetegninger og anvisninger samles til en byggekonstruktion.

Det følger af metoden, at der, efter at den rå bygningskonstruktion er rejst, er tale om et betydeligt kvantum normalt håndværksarbejde på stedet, som f. eks. elektrikerarbejde, sanitære installationer, opvarmning, malerarbejde etc.

## 2. Panel Method.

Bygningskonstruktionen opdeles i elementer: gulv-, ydervægs-, skille-rums- og loftselementer m. fl. I mange tilfælde er disse elementer færdigbehandlede fra fabrikken med indsatte vinduer og døre, indlagte elektriske ledninger, malerarbejde etc. Elementernes størrelse kan variere betydeligt.

## 3. Sectional Method.

Efter dette princip deles bygningen med lodrette snit op i forskellige sektioner, der fra fabrikken er fuldt færdige med loft, tag, vægge, gulv etc. og forsynet med alle installationer. Størrelsen af sektioner bestemmes af vejbredder, underkørselsforhold ved broer og lign. Sektionen læsses med kran fra lastvogn

ned på fundamentet, og samling af sektionerne med tilhørende tætningsforanstaltninger er kun et spørgsmål om få dage.

## 4. Complete Assembly Method.

Enkelte fabriker producerer små, fuldstændig færdige huse, der transporteres på særlige blokvogne til opførelsesstedet. Metoden er ikke meget anvendt, bl. a. fordi hensyntagen til transportmulighederne begrænser typerne til sådanne, som i virkeligheden er for små til at blive efterspurgt på det normale boligmarked.

Princippet vandt indpas under den anden verdenskrig, hvor man mødte kravet om på kortest mulig tid at huse et stort antal rustningsarbejdere i forbindelse med nyanlagte krigsindustri anlæg, der tit placeredes i øde egne.

## 5. Precast Concrete Methods.

Forskellige former for betonstøbte konstruktioner, hvor man ved en højt udviklet støbeteknik m. v. (Vacuum, Vibrering, Nofines Concrete, Tilt-Up m. fl.) har nedbragt opførelsestiden for betonstøbte konstruktioner til et minimum, og ved hjælp af velegnet transport- og montagegrej blevet i stand til at transportere betonkonstruktioner af særdeles anseelig størrelse.

De produkter, der falder inden for gruppen »Precut« eller i hvert fald fra den og et stykke ind i den næste gruppe »Panel Method«, indebærer alle et uhyre risikabelt træk: Nemlig dette simple, at jo flere smådele, der er, desto større bliver mulighederne under montagen for fejltagelser, unøjagtigheder i lod og vage, mangelfuld stabilitet og sidst — men vigtigst — utilfredsstillende løsninger af fugeproblemet, som efter min mening er achilles-hælen i alt utraditionelt byggeri.

»The Panel Method« — det, vi med et lidt misvisende ord kalder element-princippet, har jo i Sverige, med anvendelse af træmateria-

ler, vist sig sejt og levedygtigt — ligesom man herhjemme, med anvendelse af vore beton-materialer, indtil nu i stor udstrækning har baseret det utraditionelle byggeri på dette princip.

Metoden med sektionerne og det helt færdige produkt er vist væsentligst specielt amerikansk foreteelse. Efter hvad jeg har kunnet få oplyst, anvendes principperne ikke meget mere, vist nok dels fordi hussektionerne er for sårbare og uhandlelige under transport og montage, dels fordi kombinations- og elasticitetsmulighederne er meget stærkt begrænsede.

Arbejdet med fremstilling af koncentrerede installations-units er skredet frem uafhængigt af den forskelligartede udvikling af de mange konstruktionsprincipper, resultaterne kendes vist af de fleste, og ideen er jo også dyrket herhjemme med tilpasning til danske forhold.

Som før nævnt, ligger der i spørgsmålet om materialevalget, om kombinationen af de valgte materialer, deres indbyrdes »samarbejde«, deres fugeproblemer, deres indflydelse på transport- og montageforhold, i spørgsmål om opførelsestid og økonomi, boligudformning (herunder boligens flexibilitet) og den

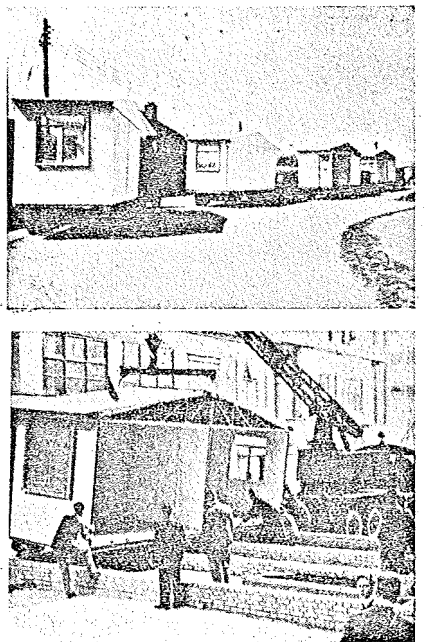


Fig. 4a og b. Boligproduktion efter »Sectional Method«.

bygningsmæssige kvalitet en lang række problemer, der udgør et helt kapitel for sig, som jeg hverken har mulighed for eller evne til at belyse i denne sammenhæng, men som hver for sig har krav på den største opmærksomhed.

Uanset et utraditionelt byggeris kvalitet og eventuelle særlige fortrin er der en lang række »nåle-øjer«, en række signingsprocesser, det skal passere, og dets levedygtighed vil givet afhænge af, hvorvidt det kommer helskindet igennem. Nogle af de vigtigste skal her nævnes:

*Økonomien:* Da det vist kan slås fast, at intet, nok så genialt, utraditionelt byggeprincip kan byde køberne (brugerne) væsentlige fordele, som det traditionelle byggeri ikke også kan frembyde (når bortses fra nødsituationer, hvor det kan anvendes til at supplere en svigten- de traditionel produktion), er resultatet det, at man foruden krav om, at det skal være hurtigere og bedre, også møder kravet om, at det i hvert tilfælde skal være *billigere* end det almindelige byggeri. Kravet er vistnok urimeligt, men der er næppe tvivl om, at havde visse af de store producenter, f. eks. i U.S.A., ønsket det, kunne de sikkert have

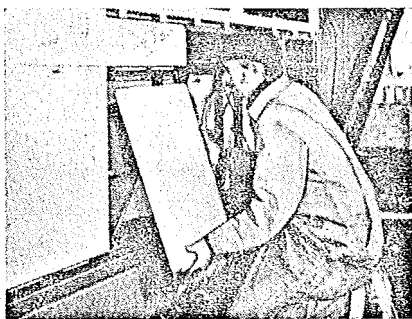


Fig. 5a og b. »Panel Method« (her emallerede stålplader).

frembragt produkter, der til en vis grad imødekom dette krav, men man valgte, og vælger stadig, at lægge prisen så tæt op ad dagsprisen for det traditionelle byggeri, at der derved er skabt endnu en barriere for en acceptering af tanken hos publikum.

*Produktionskapacitet:* Markedet for det pågældende produkt må være af en sådan størrelse, at et rimeligt produktionsapparat kan etableres, rimeligt i den forstand, at fremstillingsprisen bliver rimelig. Og her er vi ved en af de »onde cirkler«: hvis produktionen i en sådan virksomhed synker, udnyttes apparatet ikke effektivt: Fremstillingsprisen stiger. Hvis prisen stiger, reduceres afsætningsmulighederne, hvis afsætningen svigter, synker produktionen o.s.v.

*Transportforhold:* For så vidt der er tale om enheder, må disse være af en sådan vægt, størrelse og karakter, at en transport inden for visse distancer er mulig med for hånden værende transportmidler og en rimelig økonomi, i denne forbindelse må også nævnes spørgsmålet om centraliseret contra decentraliseret produktion.

*Byggelovmæssige forhold:* En fravigelse fra gældende love og vedtægter, der baserer sig på traditionelt byggeri, nødvendiggør et langvarigt og utrætteligt forarbejde, uden hvilket et nok så overbevisende byggeprincip aldrig vil blive ført ud i livet.

*Forhold til fagforeningerne:* Da et nyt byggeprincip ifølge sagens natur altid må involvere en indgriben på eet eller flere bestående håndværksmæssige områder, ligger også her et problem, som, hvis det ikke løses, kan rumme spiren til uønsket konfliktstof.

*Publikums reaktion:* Medens de øvrige nævnte forhold er konkrete, for så vidt som de er baseret på noget, man kan tage og føle på,

(til en vis grad da), er dette sidste, menigmands indstilling, noget uhåndgribeligt, fordi den grunder sig på følelser og fornemmelser, hvad der vist gælder over hele verden. Da ethvert utraditionelt byggeprincip (for så vidt det da ikke er forklædt som f. eks. visse amerikanske prefabrikerede huse: i Colonial-Style) må indebære en vis standardisering, vil man kunne opleve, at medborgeren, som ikke generer sig for i klædedragt og andet udstyr at være i høj grad standardiseret, vil møde den samme udvikling inden for boligens fremstilling med den største modvilje, en modvilje, der til syvende og sidst kan indebære større risiko end alle de andre forhold tilsammen.

Bedømmelsen af vore muligheder herhjemme vil afhænge af vurderingen af en lang række faktorer, men der er i hvert fald een ting, man forlods må gøre sig klart: at visse forudsætninger for vort byggeri sætter temmelig snævre grænser. Jeg tænker her på den omstændighed, at investeringen af offentlige midler *tvinger* os til at bygge med en eventyrlig soliditet og som følge heraf med en næsten ubegrænset levetid for det enkelte hus, en kendsgerning, der er urokkelig, og som i hvert fald henviser alle tanker om boligen som en let udskiftelig model i lighed med bilen og flyvemaskinen til teoriens uvirkelige verden.

Forestiller man sig, at der ad åre gives os teknikere mulighed for, under anvendelse af enkelte udvalgte, højt udviklede byggeprincipper, at bidrage til en supplerende af det sparsomme traditionelle byggeri, er det uhyre svært at skimte, ad hvilke linier det vil komme til at foregå, men man må i hvert fald som arkitekt have lov til at begræde, at disse kræfter kun kan forventes ensidigt at blive sat ind på byggeteknikken, således at vi vil blive tvunget til, med denne forhåbentlig udmærkede teknik, at producere

boligheder, som i realiteten er forældede og utidssvarende, bogstavelig talt førend de er taget i brug.

Skulle man forsøge at skimte en lykkeligere løsning, måtte det, ganske vist efter min egen højst private mening, blive noget i denne retning: Under nødvendig respekt af samfundets fastslåede, uomgængelige krav til boligens soliditet og levetid udføres, efter utraditionelle principper, den nødvendige »skal« eller ramme omkring beboerne. I boligvolumenet placeres på hensigtsmæssig måde sådanne tekniske installationer og units, som altid vil være nødvendige — indrettet sådan, at en varieret tilkobling af installationsgenstande m. v. er mulig. — Den øvrige indretning er

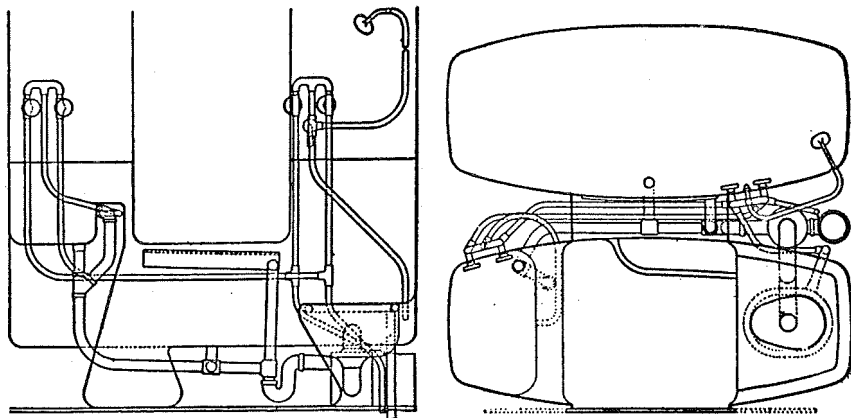


Fig. 6 og 7. Buckminster Fuller's installationsunit i rustfrit stål.

fri, d.v.s. at boligens udformning iøvrigt, ved hjælp af vor teknik, gøres så elastisk og variabel, at endog stærke svingninger i boligbehov og boligvaner, og muligheden for de enkelte familiers eks-

pansion og reduktion virkelig kan tilgodeses.

Herved ville man opnå den overensstemmelse mellem teknik, form og indhold, som ansvarsbevidste teknikere bør tilstræbe.

## Indholdsfortegnelse:

✓ Byggerationaliseringen, dens mål og midler .....	5
<i>W. R. Simonsen</i>	
Modul .....	9
<i>P. E. Malmstrøm</i>	
Byggestandardisering .....	12
<i>Egil Nicklin</i>	
Byggeprisens bestanddele .....	18
<i>Pb. Arctander</i>	
Mulighederne for rationalisering af det traditionelle byggeri med særligt henblik på planløsningen .....	31
<i>Svend Høgsbro</i>	
Byggepladsens indretning .....	39
<i>Gorm Hansen</i>	
NG-systemet	
✓ <i>några redskap för rationalisering av transportererna inom byggnadsindustrin ..</i>	41
<i>P. O. Nordgård</i>	
Nogle almindelige bemærkninger om mekanisering og et par eksempler på anvendelse af byggekraner .....	47
<i>Johns. Lundberg</i>	
Kalkulation, efterkalkulation og mængdeberegning .....	53
<i>Erling Frederiksen</i>	
Arbejdspsykologiske problemer med særligt henblik på rationaliseringen ....	59
<i>Poul Babnsen</i>	
Dokumentation og klassifikation .....	64
<i>V. Laage</i>	
✓ Om utraditionelt byggeri .....	70
<i>Marius Kjeldsen</i>	
✓ Byggemyndighedernes erfaringer med nye byggemetoder 1 .....	73
<i>Svend Møller</i>	
✓ Byggemyndighedernes erfaringer med nye byggemetoder 2 .....	77
<i>Olaf Hansen</i>	
✓ Byggematerialernes forhold til byggeriets tekniske udvikling .....	81
<i>Kai Christensen</i>	
✓ Utraditionelt byggeri .....	89
<i>Eske Kristensen og P. E. Malmstrøm</i>	
✓ Utraditionelle byggeprincipper .....	93
<i>Tyge Holm</i>	
✓ Nye byggemetoder .....	98
<i>R. A. Larsen</i>	
✓ Prefabrikerede betonkonstruktioner og -elementer .....	101
<i>P. E. Malmstrøm</i>	
✓ Prefabrikerede bygningsdele .....	105
<i>Arno Jensen</i>	
✓ Hvad har vi lært af Engstrands Allé og Bellahøj? .....	109
<i>Eske Kristensen</i>	
✓ Byggeriets industrialisering .....	118
<i>B. J. Rambøll</i>	