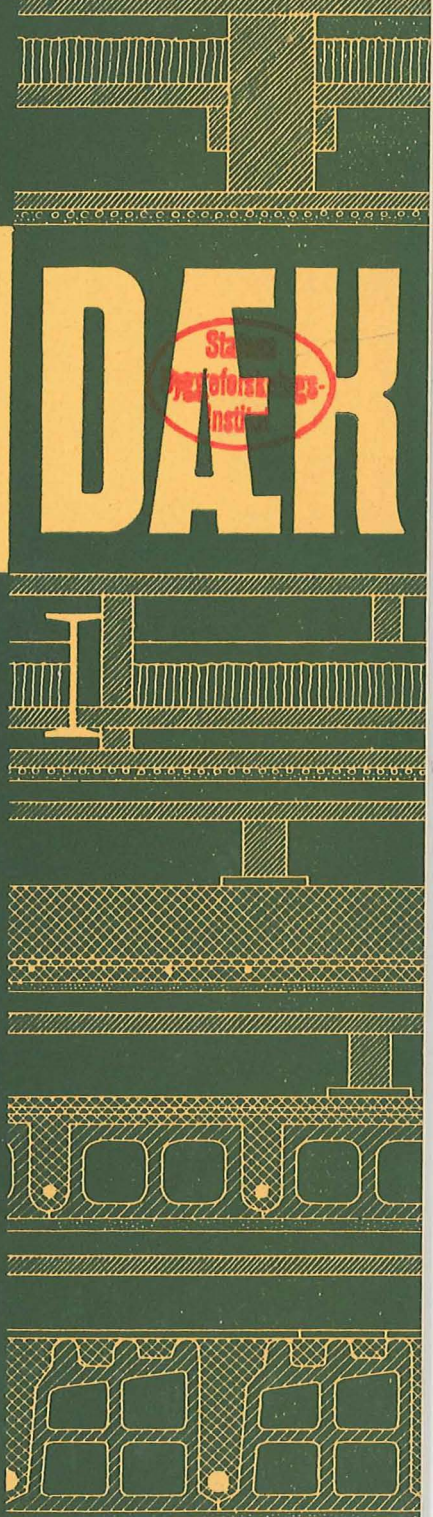


VALG AF

ex.3

DAK



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT * 1952

S. B. I. ANVISNING NR. 12

VALG AF DÆK

Bib'iotekseksemplar

VALG AF DÆK

En praktisk anvisning i valg af dæk til etagehusbyggeri.

Udarbejdet på grundlag af en undersøgelse af anlægs- og driftsomkostninger, arbejdskraft- og valutaforbrug m. m. for forskellige dækkonstruktioner i etagehusbyggeri.

FLEMING NIELSEN
ARKITEKT M.A.A.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT ANVISNING NR. 12

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1952

A.3 *00611 P*
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

FORORD

I den sidste menneskealder er der foregået store ændringer i priserne på de vigtigste byggematerialer og i arbejdslønnen, og samtidig er der bragt mange nye typer af dæk (etageadskillelser) på markedet.

Der er derved opstået nogen usikkerhed med hensyn til de forskellige dæktypers økonomi, og da dækket repræsenterer 15—20 % af hele husets pris, har der vist sig et stærkt behov for at få afklaret disse forhold.

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) har derfor set det som en vigtig opgave at gennemføre en alsidig undersøgelse af anlægs- og driftsøkonomi, valuta- og arbejdskraftforbrug m. m. i etagehuse ved anvendelse af forskellige dæktyper, så meget mere som man erkendte, at en sådan undersøgelse næppe kunne tænkes gennemført ved privat initiativ.

Resultatet publiceres samtidig på to forskellige måder, dels i nærværende *anvisning* og dels i en omfattende *rapport*.

Denne anvisning — SBI, anvisning nr. 12 »VALG af DÆK« — sigter på at blive en hjælp for den projekterende i den daglige praksis, hvor han foruden resultaterne blot har brug for en oversigt over undersøgelsens forudsætninger.

Den udførlige undersøgelsesrapport — SBI, rapport nr. 7, »DÆK og HUSE« — bringer en tilbunds gående redegørelse for alle detaljer i undersøgelsen. Rapporten har fortrinsvis interesse for den, der selv vil arbejde videre med dæktypernes økonomiske og konstruktive problemer, f. eks. ved udvikling af nye dæktyper. Den har været grundlag for udarbejdelsen af denne anvisning, der i store træk følger rapportens opdeling, således at den, som ønsker at uddybe visse afsnit i anvisningen, let skulle kunne finde det tilsvarende afsnit i rapporten.

Instituttet benytter lejligheden til at takke samtlige de specialister og fagfolk — både udenfor og indenfor SBI — som har bistået ved selve undersøgelsen og ved resultaternes bearbejdelse. Specielt vil vi her takke arkitekt m. a. a. Fleming Nielsen, som har nedlagt et betydeligt arbejde i at gøre anvisningen så let tilgængelig og anvendelig som muligt, samt arkitekt m. a. a. Jens Chr. Thirstrup for kritisk gennemgang af manuskriptet.

Statens Byggeforskningsinstitut. Januar 1952.

NIELS M. PLUM

Eftertryk tilladt, men kun efter nærmere aftale med Statens Byggeforskningsinstitut, da meningen og resultaternes rækkevidde kan forflygtiges, hvis enkelte figurer eller dele af teksten tages ud af den almindelige sammenhæng.

Omslag : Klaus Blach, arkitekt.

Trykt hos : J. Jørgensen & Co.

INDHOLDSFORTEGNELSE

OPGAVEN OG DENS LØSNING	7
Hidtil usikkert grundlag for valg mellem mange dæktyper	7
Denne anvisning baseret på en undersøgelse	7
Anvisningen begrænset ved undersøgelsens forudsætninger	8
Anvisningens anvendelighed	12
RESULTATERNE	15
<i>Økonomiske forhold</i>	15
Byggeprisens variation med <i>dæktypen</i>	15
» » » <i>dækkets bæreretning</i>	16
» » » <i>belastningen</i>	17
» » » <i>hustypen</i>	17
<i>Dækkets pris og hele husets pris</i>	18
<i>Driftsomkostninger</i>	19
<i>Valutaforbrug</i>	20
<i>Arbejdskraftforbrug</i>	23
<i>Ændringer i prisniveau</i>	24
<i>Sammenfatning af økonomiske forhold</i>	28
<i>Tekniske forhold</i>	30
<i>Lydisolering</i>	30
<i>Varmeisolering</i>	31
Forhold vedrørende <i>udførelsen</i>	32
<i>Nye dæktyper</i>	33
BILAG	
A. Undersøgelsens forudsætninger	36
B. Litteraturfortegnelse	46

Hidtil usikkert grundlag for valg mellem de mange dæktyper.

I slutningen af det 19. århundrede fandt *trædæk* (træbjækelag) en konkurrent i *jerndækkene* (jernbjækelagene). I begyndelsen af dette århundrede vandt de massive *jernbetondæk* frem, og i trediveerne fremkom *hulstensdækkene*. Skønt hulstensdækkene næppe dengang prismæssigt kunne konkurrere med trædækkene, blev de dog i mange tilfælde foretrukket på grund af tekniske fordele.

I de sidste tiår er *nye dækkonstruktioner* med fabriksfremstillede betonbjælker, forspændte teglbjælker o. s. v., som tilsigter simplificerede arbejdsmetoder på byggepladsen og besparelser i træ til forme og stilladser, blevet mere almindelige. Samtidig er priserne på de vigtigste materialer, træ, jern, cement og tegl, steget ulige stærkt. Herved er det tidligere *erfaringsgrundlag* forrykket og blevet yderligere usikkert som udgangspunkt for en indbyrdes vurdering af forskellige dæktyper.

Der er i tidens løb fra materialeleverandørers og anden side fremlagt kalkulationer, som søgte at vise den ene eller anden dækkonstruktions overlegenhed i prismæssig eller teknisk henseende under visse forudsætninger, men nogen mere alsidig og tilbundsående undersøgelse har næppe tidligere været forsøgt.

I praksis må både de projekterende og entreprenører og bygherrer hver dag træffe deres valg mellem de forskellige dæk uden at have nogen mulighed for i det enkelte tilfælde at gennemføre de meget omfattende beregninger, som er nødvendige for at fastslå, hvilket dæk der vil være billigst eller i andre henseender gunstigst.

For at forbedre mulighederne for i praksis at vælge de fordelagtigste dæk iværksatte SBI en *undersøgelse* af økonomi, valuta- og arbejdskraftforbrug ved etagebyggeri med gængse dæktyper.

Denne anvisning baseret på en undersøgelse.

Undersøgelsen har bestået i en systematisk gennemregning af en række tilfælde, der såvidt muligt svarer til gennemsnitsforhold i almindeligt

byggeri. Beregningsmetoden og resultaterne er udførligt beskrevet i *rapporten* (»DÆK og HUSE« SBI rap. nr. 7), og de for den daglige praksis væsentligste resultater er samlet i denne *anvisning*. Da en principiel undersøgelse naturligvis ikke kan omfatte alle i praksis forekommende tilfælde, har det været nødvendigt at vedtage en række *forudsætninger*, som er beskrevet i enkeltheder i rapporten og mere summarisk i denne anvisnings *bilag A*. Anvisningen bør ikke anvendes uden forståelse af de valgte forudsætninger, som betinger resultaternes gyldighed og begrænsninger. Princippet i disse forudsætninger fremlægges kort her.

Anvisningen begrænset ved undersøgelsens forudsætninger.

Undersøgelsen omfattede de 9 *dæktyper*, som er vist i oversigten fig. 1—9. Tilsammen dækker de størsteparten af det nuværende byggeri, og beregningerne er tilrettelagt med henblik på senere indregning af nye *dæktyper*.

For i hvert enkelt tilfælde at finde frem til det mest økonomiske hus er det ikke tilstrækkeligt at foretage en sammenligning af byggepriserne for de valgte dæk med hensyntagen til dækkenes øvrige egenskaber som lydisolering, varmeisolering og forhold ved udførelsen (se side 30, 31 og 32). De 9 *dæktyper* har forskellige egenvægte og konstruktionshøjder og indvirker derfor forskelligt på husets øvrige dele, som f. eks. de bærende skillevægges tykkelse og højden af andre konstruktioner. Beregningerne måtte derfor omfatte *ikke dækket alene men hele huset*.

De m^2 -priser, der opgives i de følgende afsnit, indbefatter altså samtlige håndværkerudgifter til huset med enkelte undtagelser, som er uvæsentlige i denne forbindelse (f. eks. kloakarbejde og varmecentral), men ikke grundudgift og omkostninger. For at undgå forvekslinger betegnes denne størrelse i det følgende *byggeprisen*. Det bemærkes, at de opgivne byggepriser pr. m^2 refererer til *nettolejlighedsarealet* og derfor ikke uden omregninger (som i *rapporten*) kan sammenlignes med de *brutto- m^2* -priser, der normalt er på tale.

For hvert dæk vil husets byggepris variere med en lang række faktorer som spændvidde, etageantal og -højde, belastning, prisniveau etc. For de forskellige dæk vil byggeprisen variere ulige stærkt med disse faktorer, således at det dæk, der er gunstigt under eet sæt af forudsætninger, ikke nødvendigvis er det under ændrede forhold. For at give resultaterne så omfattende en gyldighed som muligt uden at gøre beregningsarbejdet uoverkommeligt, har man ladet tre af de vigtigste forudsætninger *variere*,

nemlig hustypen (husdybden), dækkets bæreretning og belastningen, mens alle øvrige forudsætninger såvidt muligt er holdt *konstante* og så nær som muligt til gennemsnitsforhold for dansk boligbyggeri idag (se bilag A).

Hustyperne, der er lagt til grund for beregningerne, er een opgang i et 5-etages beboelseshus med 3 forskellige husdybder som vist på fig. 10—13. Lejlighedsplanen er indenfor det samme planskema tilpasset de 3 husdybder. Nettoetagehøjden, og for hver af de 3 lejlighedstyper nettoarealet, er holdt konstant, idet de varierende tykkelser af dæk og skillevægge er reguleret på husets højde og facadelængde. For hver lejlighedstype er der gennemregnet dæk med 3 understøttelsesforhold i det følgende betegnet efter dækkets bæreretning i forhold til facaderne:

⊥ : vinkelret: bærende facademure og hovedskillevæg,

≠ : parallel: bærende tværskillevægge,

+ : krydsarmeret: bærende facademure og skillevægge i begge retninger.

For husets øvrige udførelse og lejlighedernes udstyr er der regnet med en almindelig god standard som nærmere beskrevet i *rapporten* og resumeret i *bilag A*.

Den *bevægelige belastning* er i beregningerne sat til 200 kg/m^2 og $200 + 100 \text{ kg/m}^2$, svarende til alm. boligbyggeri hhv. uden og med tillæg for lette skillevægge. Endvidere er medtaget belastningstilfældene 400 kg/m^2 og $400 + 100 \text{ kg/m}^2$, som kan forekomme i let industribyggeri og offentlige lokaler. Selvom så store belastninger næppe vil optræde ved ruminddelinger som i de undersøgte hustyper, kan undersøgelsen dog give en antydning af forholdene ved byggeri som det omtalte. Medregningen af de store belastningstilfælde har tillige medført en forøget beregningsnøjagtighed, idet de har muliggjort en systematisk udjævning af de beregnede værdier. De udjævnede værdier er anvendt overalt i det følgende, for at tilfældige spring ikke skal føre til mistydninger, særlig ved sammenligning af *dæktyperne* i enkelttilfælde.

Da dimensioneringen af betondækkene i henhold til normerne i mange tilfælde vil føre til meget tynde dæk, som erfaringsmæssigt medfører revner i skillevæggene, har man fundet det nødvendigt at dimensionere dækkene med en i *rapporten* nærmere defineret *stivhed*. De angivne priser svarer overalt til disse tilstrækkeligt stive plader, og i *rapporten* er nærmere redegjort for de økonomiske følger af stivhedskravet.

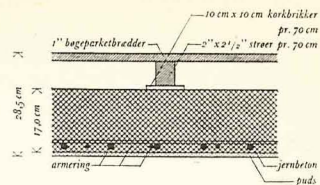
I overensstemmelse med almindelig praksis er der overalt anvendt samme betonkvalitet, uanset at spændingerne i mange tilfælde er mindre

Massive jernbetondæk.

Konstruktion: Krydsarmeret betonplade.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

A1

Figur 1.

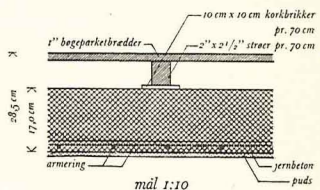


Massive jernbetondæk.

Konstruktion: Enkeltarmeret betonplade.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

A2

Figur 2.

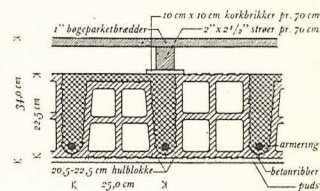


Hulstensdæk uden overbeton.

Konstruktion: Hulblokke af brændt tegl, type Røsel.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

B1

Figur 3.

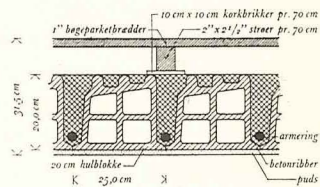


Hulstensdæk uden overbeton.

Konstruktion: Hulblokke af brændt tegl, type Bauma.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

B2

Figur 4.

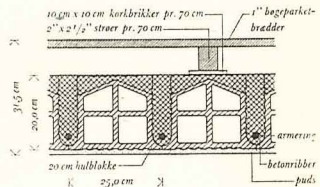


Hulstensdæk uden overbeton.

Konstruktion: Hulblokke af brændt tegl, type Sperle.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

B3

Figur 5.

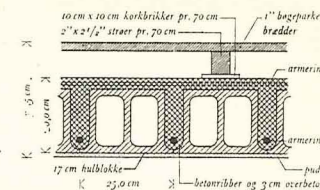


Hulstensdæk med overbeton.

Konstruktion: Hulblokke af klinkerbeton, type L. M.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder på strøer på korkbrikker.
Underfladebehandling: Udkastning med cementmørtel, puds.

C

Figur 6.

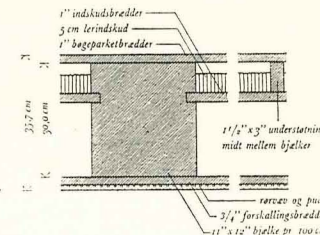


Træbjælkelag.

Konstruktion: Heltømmer.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder.
Underfladebehandling: Forskalling, rør og puds.

D1

Figur 7.

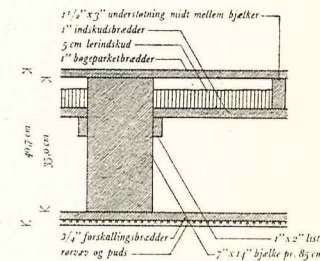


Træbjælkelag.

Konstruktion: Halvtømmer.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder.
Underfladebehandling: Forskalling, rør og puds.

D2

Figur 8.

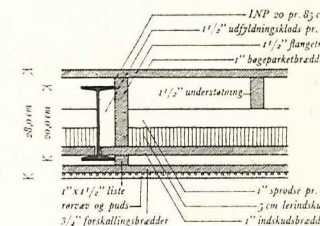


Jernbjælkelag.

Konstruktion: INP-bjælker med flange-træ.
Gulvbelægning: Bøgeparketbrædder.
Underfladebehandling: Forskalling, rør og puds.

E

Figur 9.



De på figurerne 1-9 viste snit (mål 1:20) repræsenterer de store højder af de dæktyper, undersøgelsen har omfattet.

end de tilladelige. Mulighederne for besparelser ved tilpasning af betonkvaliteten til de optrædende spændinger er ligeledes nærmere behandlet i rapporten.

Prisniveauet for beregningerne er oktober 1949. Undersøgelsen er tilrettelagt med henblik på senere à jour-føring, og en kort diskussion af virkningen af ændringer i de vigtigste priser findes side 24. Arbejdslønnen er beregnet efter akkordpriskuranterne og materialerne efter dagspriser — begge dele fra oktober 1949. Avancesatserne er fastsat som et gennemsnit af almindelig praksis ved byggeri af den pågældende art. Alle priser refererer til Københavns yderdistrikter.

Anvisningens anvendelighed.

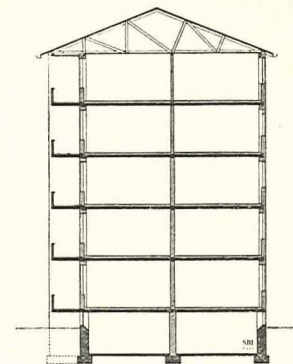
Denne anvisning skulle gøre det muligt oftere at vælge det fordelagtigste dæk. Benyttelsen af anvisningen giver dog ikke nogen garanti for, at man ved hvert eneste byggeforetagende får den mest økonomiske løsning. Anvisningens resultater afspejler gennemsnitsforhold, mod hvilke det samlede resultat af et større antal byggearbejder vil tendere. For de enkelte byggearbejder vil resultaterne gruppere sig om anvisningens resultater med større eller mindre udsving på grund af individuelle og lokale variationer, hvilket i enkelttilfælde eventuelt kan indebære, at de indbyrdes prisforhold for dæktyperne forskydes.

Selvom undersøgelsen kun omfatter 5-etages byggeri er dens resultater med en rimelig sikkerhed gyldige også for etagebyggeri med andre etageantal. Derimod kan resultaterne ikke anvendes på småhusbyggeriet.

På grund af den herskende forsyningssituation kan det muligvis i begyndelsen volde vanskeligheder at gennemføre anvendelsen af de fordelagtigste dæktyper, men det falder udenfor anvisningens rammer at diskutere de forholdsregler, myndighederne eller bygherrer kan træffe i den anledning.

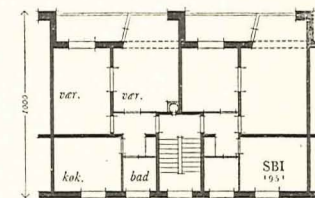
Det er værd at bemærke, at i modsætning til hvad der er tilfældet ved mange andre forslag til rationalisering, vil anvendelsen i praksis af denne anvisning ikke medføre nye tekniske eller lønningsmæssige problemer, eller anskaffelse af særligt materiel, fordi der jo kun er tale om en udvælgelse mellem allerede gængse konstruktioner.

Til undersøgelsen er valgt tre forskellige eksempler på høje altankarnaphuse, som kan anses for typiske for sådant byggeri idag.



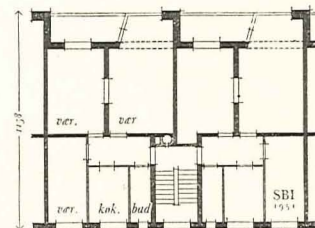
Hustype II: Tværsnit. Mål 1:400. Figur 10.

Hustype I: Lejlighedsplan. Mål 1:400.
Husdybde: 10,00 m.
Lejlighedstype: 2 værelser, bad og spisekøkken.
Nettolejlighedsareal: 49,6 m².
Bruttolejlighedsareal: ca. 62,5 m².



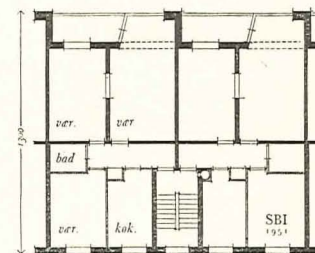
Figur 11.

Hustype II: Lejlighedsplan. Mål 1:400.
Husdybde: 11,58 m.
Lejlighedstype: 2 værelser og kammer, bad og køkken.
Nettolejlighedsareal: 59,1 m².
Bruttolejlighedsareal: ca. 72,5 m².



Figur 12.

Hustype III: Lejlighedsplan. Mål 1:400.
Husdybde: 13,00 m.
Lejlighedstype: 3 værelser, bad og spisekøkken.
Nettolejlighedsareal: 69,0 m².
Bruttolejlighedsareal: ca. 83,0 m².



Figur 13.

Figurerne 14-17 viser byggeprisen for hele huset pr. netto etage m² som funktion af dæktypen og for de tre forskellige hustyper.

Hver figur svarer til et bestemt belastningstilfælde.

For de på figurerne angivne byggepriser refererer grønne tal til grønne kurver og sorte tal til sorte kurver.

- A. 1* = krydsarmeret jernbetondæk.
- A. 2* = enkeltarmeret jernbetondæk.
- B. 1* = hulstendæk uden overbeton, type Røselér.
- B. 2* = hulstendæk uden overbeton, type Bauma.
- B. 3* = hulstendæk uden overbeton, type Sperle.
- C* = hulstendæk med overbeton, type L. M.
- D. 1* = trædæk (heltømmer).
- D. 2* = trædæk (halvtømmer).
- E* = jerndæk.

Fig. 14.

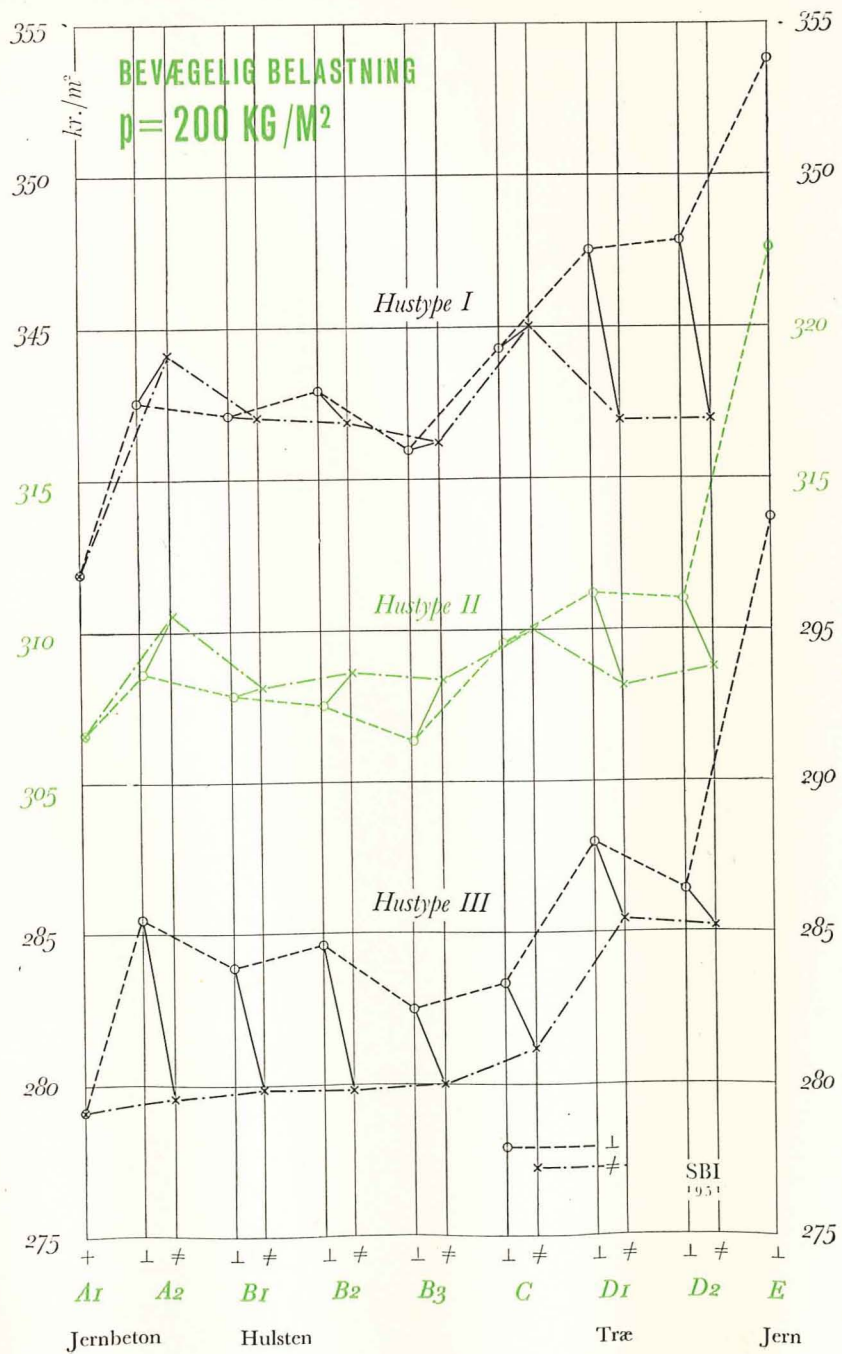


Fig. 15.



Fig. 16.

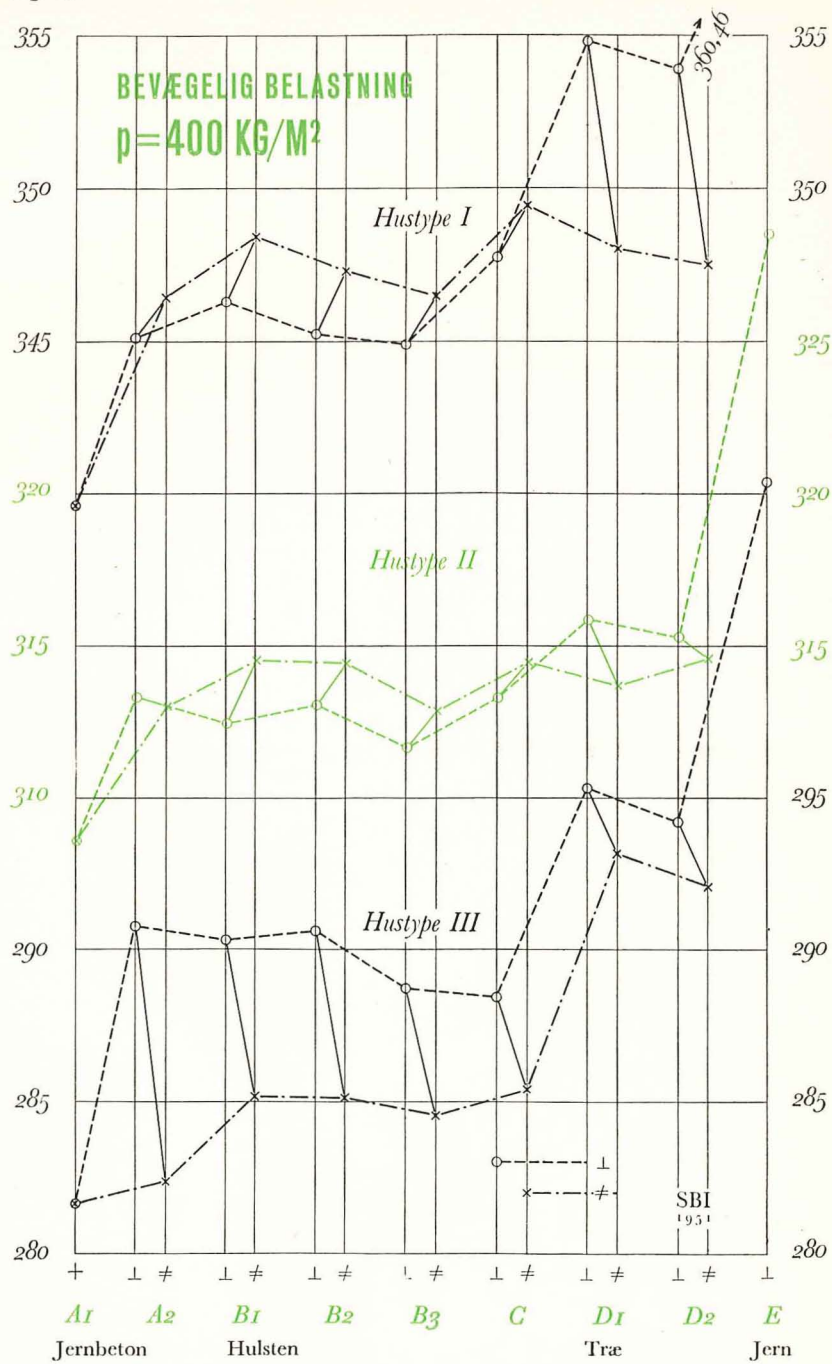
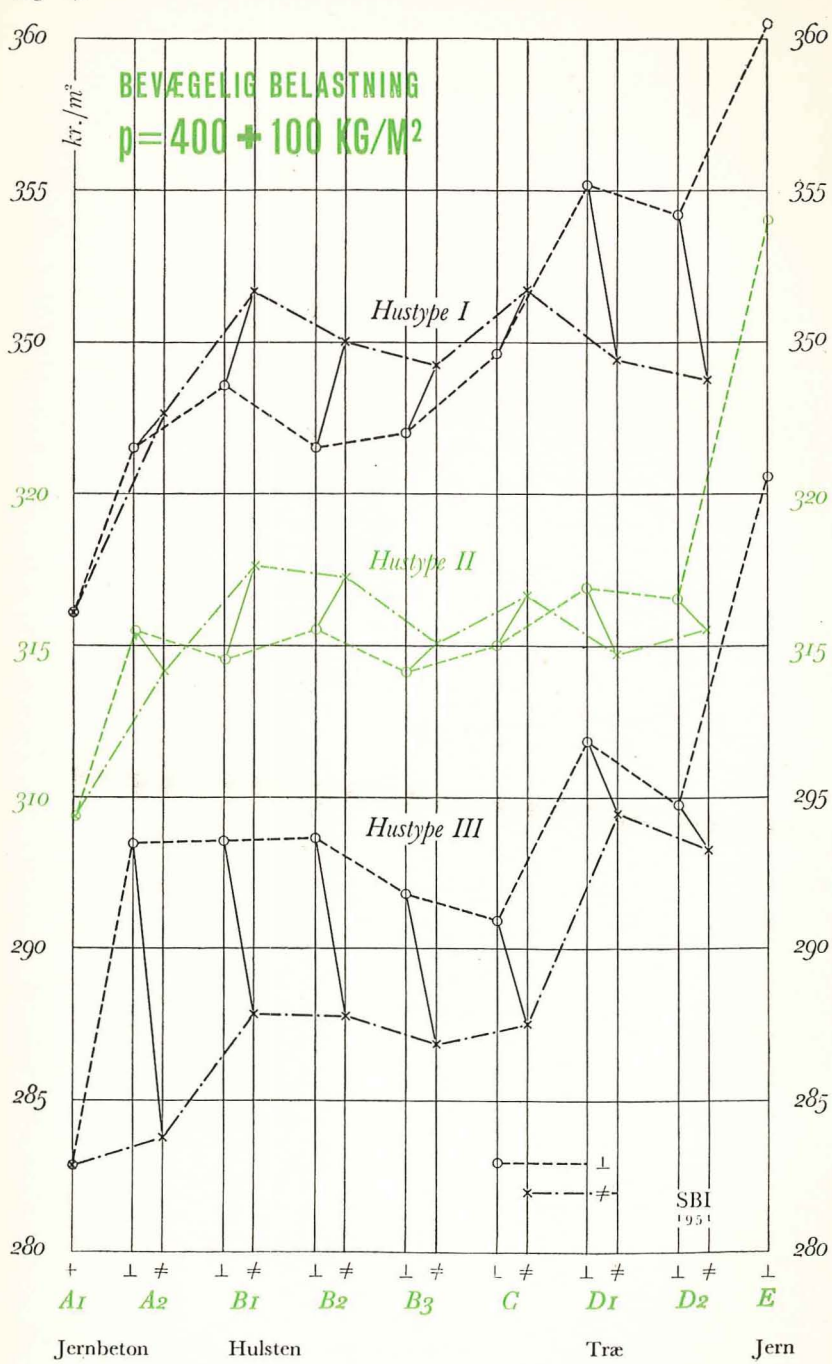


Fig. 17.



RESULTATERNE

ØKONOMISKE FORHOLD

Byggeprisens variation med DÆKTYPEN.

I figurerne 14—17 på det vedhæftede udfoldningsark er byggeprisen pr. netto-m² angivet som en funktion af dæktypen i de fire belastningstilfælde.

De fire belastningstilfælde ses at give nogenlunde ensartede (parallelforskudte) kurver, dog er der en tydelig tendens til, at forskellen i byggeprisen for \perp og \neq bæreretning for samme dæk bliver større med større bevægelig belastning.

Det ses, at de tre hustyper i alle tilfælde er billigst med krydsarmerede jernbetondæk (A. 1) og dyrest med jerndæk (E).

Næstefter jerndækkene giver trædæk (D) med bæreretning \perp som regel den største byggepris.

Ved stigende bevægelig belastning ses, at de krydsarmerede jernbetondæks (A. 1) fordelagtighed vokser, dog er det enkeltarmerede jernbetondæk med \neq bæreretning næsten konkurrencedygtigt ved den store husdybde 13 m (hustype III).

For samme bæreretning ses de enkeltarmerede jernbetondæk (A. 2) og hulstensdækkene (B og C) at give nogenlunde samme byggepris, dog synes der her at være en tendens til, at hulstensdækkene med overbeton (C) ved de små husdybder og små belastninger giver den højeste byggepris.

For trædækkene (D) gælder, at for hustype II ved begge bæreretninger og for hustype I ved \neq bæreretning afviger priserne ikke væsentligt fra beton- og hulstensdækkenes. For hustype III ved begge bæreretninger og for hustype I ved \perp bæreretning er trædækkene dyrere end beton- og hulstensdækkene.

Sammenfattende kan siges, at de massive krydsarmerede jernbetondæk overalt giver den laveste byggepris og jerndækkene overalt den højeste.

De øvrige dæks fordelagtighed varierer med husdybde, bæreretning og belastning, og det synes ikke muligt at opstille nogen almengyldige regler for disse variationer. Man bør derfor i de enkelte tilfælde undersøge forholdene nærmere, f. eks. ved hjælp af kurverne.

Har man f. eks. en belastning på 200 kg/m^2 og 10 m husdybde, ses B.3-dækket for begge bæreretninger at give det billigste resultat (når bortses fra A.1-dækket). Kurverne er dog næppe så nøjagtige og generelt anvendelige, at man tør se bort fra en sammenligning med D-dæk med \neq bæreretning eller B.2-dækkene.

Har man derimod f. eks. en belastning på $200 + 100 \text{ kg/m}^2$ og mulighed for at variere husdybden ses, at hvad dæk man end vælger, bør husdybden være så stor som mulig, og vælges den f. eks. til 13 m , vil A.2-dækkene med \neq bæreretning (når stadig bortses fra A.1-dækket, som jo altid er billigst) være fordelagtigst.

Byggeprisens variation med DÆKKETS BÆRERETNING.

Af kurverne fig. 14—17 ses, at ved hustype III på 13 m er det for alle dækkene fordelagtigst at vælge dækkets \neq bæreretning, hvilket kommer af, at spændvidderne ved denne bæreretning er væsentlig mindre end ved \perp bæreretning.

Ved hustyperne I og II synes der for A, B og C-dækkene at være en tendens til, at de \perp bærende dæk er billigst, dog med enkelte undtagelser, og man bør derfor i hvert enkelt tilfælde undersøge sagen nærmere.

Kurverne viser iøvrigt, at trædækkene altid er fordelagtigere med \neq bæreretning end med \perp bæreretning. Dette er i strid med den almindelige opfattelse, idet \perp bærende trædæk er langt de almindeligste.

Ved stigende belastning ses, at fordelagtigheden af den ene bæreretning fremfor den anden øges. F. eks. giver hulstensdækkene (B og C) ved hustype I og belastningen 200 kg/m^2 næsten ens byggepris for de to bæreretninger, medens det ved stigende belastning afgjort er fordelagtigst at vælge \perp bæreretning.

Taget under eet afhænger det altså af hustype og konstruktionsform, hvilken bæreretning der bør vælges, d. v. s. om de besparelser, der ved de større husdybder kan opnås ved mindre spændvidder på langs i huset, kompenseres af forøgede udgifter til bærende tværskillevægge. Heri finder man sikkert en del af forklaringen på de modstridende resultater, der er fremkommet af tidligere, mindre omfattende undersøgelser.

Byggeprisens variation med BELASTNINGEN.

Når undersøgelsen udstræktes til at omfatte fire bevægelige belastninger, skyldtes det bl. a. en formodning om, at de forskellige dæk ville vise sig ulige fordelagtige ved forskellige belastninger.

Ved en betragtning af fig. 14—17 ses det imidlertid, at kurverne for samme hustype er næsten ligedannede ved de fire belastninger. Dog bemærkes, at f. eks. det krydsarmerede dæks fordelagtighed ved hustype II stiger med stigende belastning, og at trædækkenes ufordelagtighed aftager noget med stigende belastning.

Selv om forskydningen mellem dækkene indbyrdes kun er lille fra det ene belastningstilfælde til det andet, så stiger naturligvis den absolute byggepris med voksende belastning. En nærmere analyse af undersøgelsens resultater viser en gennemsnitlig stigning på ca. $1,50 \text{ kr./m}^2$ for selve dækket og ca. $0,80 \text{ kr./m}^2$ yderligere for hele huset ved en stigning i den bevægelige belastning på 100 kg/m^2 .

Byggeprisens variation med HUSTYPEN.

Man har tidligere undersøgt, hvorledes m^2 -prisen varierer med hustypen, men spørgsmålet synes endnu ikke ganske afklaret.

Det her foreliggende undersøgelsesmateriale viser i alle tilfælde meget betydelige variationer i m^2 -priserne ved ændringer i hustyperne. Hvis man f. eks. sætter m^2 -prisen ved hustype I = 100% , får man nedenstående procenttal for de to andre hustyper:

	Hustype I (husdybde $10,00 \text{ m}$)	Hustype II (husdybde $11,58 \text{ m}$)	Hustype III (husdybde $13,00 \text{ m}$)
Gennemsnit for alle dæk:	100%	ca. 90%	ca. 83%

Denne formindskelse i m^2 -priserne med stigende husdybde har først og fremmest to årsager:

1. med den større husdybde bliver udgiften til ydermur mindre pr. m^2 etageareal.
2. med større lejligheder bliver udgiften til »lejlighedskernen« (trappehus, køkken, bad o. s. v.) mindre pr. m^2 etageareal.

Ifølge sit oprindelige program var undersøgelsen først og fremmest tilrettelagt for at klassificere husene efter dæktype, og mindre som en almindelig analyse af de konstruktive forholds indvirken på m^2 -priserne.

Dens resultater giver derfor ikke umiddelbart mulighed for at adskille de to årsager til m²-prisens fald, idet husdybden og lejlighedsarealet varierer samtidig fra hustype til hustype.

Da de fundne formindskelser i byggeprisen pr. m² imidlertid er så betydelige — ikke mindst sammenlignet med resultaterne fra andre tilsvarende undersøgelser — og i betragtning af problemets store betydning for den projekterende, har man fundet det påkrævet at gennemføre en analyse ud fra det foreliggende talmateriale. Til gennemførelsen af denne analyse har man valgt hulstendæk uden overbeton.

Her foreligger nemlig i hvert beregningstilfælde 3 værdier, og ved at anvende middeltallet har regnenøjagtigheden kunnet forbedres. Den nærmere analyse er gengivet i *rapporten*, og her skal kun kort redegøres for resultaterne.

Ved overgang fra hustype I til III falder m²-prisen for \perp bæreretning ca. 16% og for \neq bæreretning ca. 18%, svarende til 5—6% pr. m dybdeforøgelse. De fundne besparelser fordeler sig ved \perp bæreretning med ca. 1/4 på besparelsen i ydermur og 3/4 på forstørrelsen af lejlighedsarealet. Ved \neq bæreretning er de tilsvarende tal ca. 1/3 og 2/3.

Disse tal illustrerer måske ikke umiddelbart forholdet, men omregnet svarer de til, at de m², som indvindes i lejlighedsarealet ved at forøge en given husdybde 1 m, kun koster henholdsvis ca. 30% og ca. 22% af m²-prisen inden husdybdeforøgelsen.

Når husdybden forøges ud over det undersøgte interval, men inden for normalt forekommende husdybder, vil besparelsen ved stigende husdybde blive mindre og mindre, men der vil dog ved forøgelsen af husdybden ud over de 13 m endnu være betydelige besparelser at hente. *Det vil derfor være naturligt ved projekteringen at vælge den af hensyn til planløsningen størst mulige husdybde.*

Det vil naturligvis i høj grad bero på et skøn, hvor langt man mener at kunne forøge husdybden, uden at det går ud over kvaliteten af planløsningen (dårligt dagslys, indskrænkede møbleringsmuligheder ved dybe og smalle rum m. m.). Til støtte for den projekterende er der i *rapporten* givet en oversigt over de ret indgående undersøgelser af den maksimale tilladelige husdybde og »udnyttelsesforhold«, som er foretaget i »Stockholms stads bygnadsnämnds utredning om smallhus«.

DÆKKETS PRIS OG HELE HUSETS PRIS.

I *rapporten* findes figurer (i lighed med denne anvisnings fig. 14—17), som illustrerer forholdet mellem husets og dækkets pris. Disse figurer

viser, at m²-prisen for dækket alene i alle tilfælde er mindst ved \neq bæreretning, selv ved den mindste husdybde. Selv om dette resultat naturligvis er afhængigt af de valgte hustyper, må det dog formodes, at resultatet har en ret udstrakt gyldighed og måske kan forklare den tendens til i stigende grad at anvende bærende tværskillevægge, som i de senere år har kunnet konstateres herhjemme.

Som det har været nævnt i de foregående afsnit, er det, når man ser på hele husets pris, i de fleste tilfælde fordelagtigst at anvende \perp bæreretning ved hustype I og II, og når dækkets pris alene giver det modsatte resultat, er det klart, at man ofte vil drage forkerte konklusioner ved at bedømme et konstruktionsprincips økonomi ud fra dækkets pris alene.

Specielt skal nævnes, at ved hustyperne I og II viser de \neq bærende trædæk (D) en økonomisk fordelagtighed i forhold til de enkeltarmerede jernbetondæk og hulstendæk, hvis man kun ser på selve dækkets pris, men denne relative billighed er ikke til stede, hvis man betragter m²-prisen for hele huset. Man kan måske her søge forklaringen på den tidligere antagelse, at trædækkene skulle være særlig økonomisk fordelagtige, således som det bl. a. er anført i en henvendelse af 7. 3. 1949 fra en række organisationer til boligministeriet.

DRIFTSOMKOSTNINGER.

Et bygværks økonomi kan ikke bedømmes alene ved anlægsomkostningerne. *Det mest økonomiske bygværk er det, som i løbet af sin levetid betinger den mindste årlige udgift*, og dette indebærer, at det er summen af anlægsomkostninger og vedligeholdelsesomkostninger, forrentning m. m. henført til samme tidspunkt, der skal tages i betragtning. Forrentningen er afhængig af renteniveau og bygningens »levetid«, og vedligeholdelsesudgifterne afhænger af bygningens tekniske kvalitet.

Vedrørende de faktisk forekommende forskelle i vedligeholdelse for de betragtede dæktyper skal det bemærkes, at gulvbelægningen og underfladen, som normalt især betinger vedligeholdelse, overalt er den samme. Gulvbelægningens vedligeholdelse — boning eller lakering af parketbrædderne — giver altså ikke anledning til forskelle, medens vedligeholdelse af loftpuksen på underfladen naturligvis er afhængig af revnedannelser, som igen afhænger af arten af pudsbærer og den bærende konstruktion. Ved massive jernbetondæk er der ringe anledning til revnedannelse, ved hulstendæk konstateres ofte revnedannelse under skillevægge, der står parallelt med betonribberne, og ved træ- og jern-

dækkene forekommer der ikke sjældent revner i loftpuksen som følge af træets udtørring. Det må dog bemærkes, at man for både hulstensdækkenes og træ- og jerndækkenes vedkommende helt kan undgå sådan revnedannelse ved konstruktiv rigtig udformning, håndværksmæssig fuldkommen udførelse, anvendelse af udtørret træ o. s. v.

Til belysning af forskellene i vedligeholdelsesomkostninger har der været rettet henvendelse til en række boligselskaber, men det har ikke været muligt at give talmæssigt udtryk for de modtagne oplysninger. Alt tyder dog på, at udprægede forskelle i vedligeholdelsesomkostningerne i praksis mest viser sig i forbindelse med tekniske eller håndværksmæssige fejl ved udførelsen. Selv om sådanne fejl formodentlig er mere almindelige ved nogle dæktyper end ved andre, må det anses for sandsynligt, at forskellene under normale forhold og ved korrekt udførelse vil være uden større betydning.

Med hensyn til levetiden kan bemærkes, at den med den nuværende praksis er så stor for alle de undersøgte dæktyper, at de deraf følgende forskelle i kapitalomkostninger vil være uden praktisk betydning. (En nærmere analyse heraf er gengivet i *rapporten*).

Sammenfattende kan siges, at de normalt forekommende forskelle i driftsomkostningerne ved de forskellige dæktyper vil være uden praktisk betydning ved valget af dæk.

VALUTA FORBRUG.

I *rapporten* er angivet valutaforbruget til de vigtigste bygningsmaterialer. På grundlag af disse tal er valutaforbruget beregnet i kr./m² til murer- og tømreentreprisen ved det almindeligste belastningstilfælde, 200 + 100 kg/m², for de tre hustyper.

Når der kun er medtaget murer- og tømreentreprisen*), er det for at begrænse beregningsarbejdet. Variationen i materialeforbruget ved de øvrige entrepriser fra den ene dæktype til den anden er ganske ringe, og de heraf følgende små variationer i valutaforbruget vil være uden betydning ved bedømmelsen af de forskellige dæk.

Valutaforbruget er beregnet dels for dækket alene og dels for det øvrige hus. Det er bemærkelsesværdigt, at medens variationerne i valutaforbruget til selve dækket er ret betydelige, er variationerne for det øvrige hus kun ganske små, og de overstiger kun i få tilfælde 50 øre/m².

*) Ved tømreentreprisen er dog ikke medregnet valutaforbruget til tagkonstruktion og loftsforškalling i øverste lejlighed.

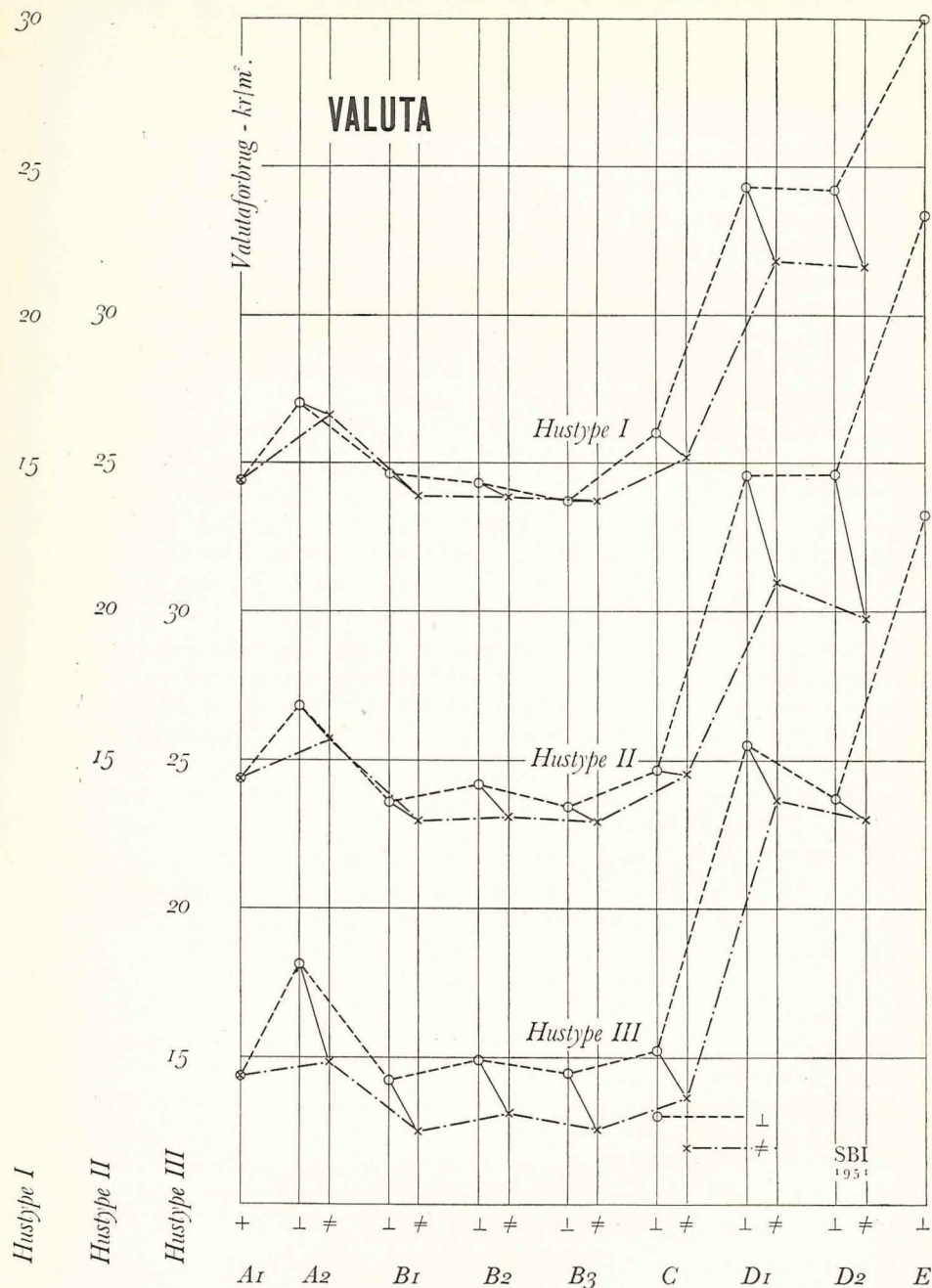


Fig. 18. Oversigt over valutaforbruget pr. netto-etage-m² som funktion af dæktyper og hustypen for en bevægelig belastning på 200 + 100 kg/m².

I den grafiske afbildning af resultaterne (fig. 18) er derfor alene gengivet valutaforbruget i kr./m² for hele huset, og ved bedømmelsen bør man altså erindre sig, at forskellene for den overvejende del kan føres tilbage til selve dækkonstruktionens valutaforbrug.

Ved betragtning af fig. 18 ses, når de tre kurvesæt sammenholdes, at valutaforbruget ved de tre hustyper er forbavsende ens. Forskellene er langt mindre end de tilsvarende forskelle i byggeprisen. (Se fig. 15).

Fremdeles fremgår det af fig. 18, at ≠ bærende dæk altid kræver mindre valutaforbrug end ⊥ bærende. Dette hænger sammen med, at en overvejende del af valutaen anvendes til de bærende elementer.

Endvidere ses, at valutaforbruget til trædækkene i alle tilfælde er væsentligt større (8—10 kr./m²) end for hulstendækkene, og at jerndækkene i valutamæssig henseende er ufordelagtigst, ligesom det tidligere er fundet for byggeprisens vedkommende. Forskellene i valutaforbrug mellem jerndækkene og hulstendækkene andrager 16—21 kr./m².

Sammenfattende kan siges, at man ud fra et valutamæssigt synspunkt må nære betydelig betænkelighed ved anvendelsen af træ- og jerndæk, specielt efter de siden oktober 1949 stedfundne prisstigninger på træ på 40—115 %, som stiller de to dæktyper endnu ugunstigere (selv ved jerndækkene anvendes en betydelig mængde flangetræ, forskalling og indskud).

Af kurverne ses iøvrigt, at hulstendækkene uden overbeton (B) altid er fordelagtigst i valutamæssig henseende, idet de krydsarmerede jernbetondæk (A.1) ikke i valutaforbrug har den udprægede fordelagtighed, som viste sig ved en bedømmelse ud fra byggeprisen.

Med hensyn til de støbte dæk ligger de enkeltarmerede dæks valutaforbrug nogle få kr. over valutaforbruget til de krydsarmerede dæk og hulstendækkene. Der er næppe grund til at hefte sig for stærkt ved denne forskel, så meget mere som den klart fremkommer på grund af de enkeltarmerede dæks mindre konstruktionstykkelse og deraf følgende større jern- og valutaforbrug. Når man er opmærksom på dette forhold, vil man ved projekteringen i almindelighed sikkert kunne gøre valutaforbruget ens ved samtlige støbte dæk.

Anslås den samlede produktion af bærende dæk til 2 millioner m² om året, fremgår det, at valutabesparelsen vil være ca. 8—10 millioner kr. pr. år, hvis man f. eks. ændrer den nuværende praksis, hvor skønmæssigt ca. halvdelen af de nye dæk er trædæk og halvdelen støbte dæk, til udelukkende anvendelse af støbte dæk.

Som nævnt omfatter undersøgelsen alene eet belastningstilfælde, men

på grund af de meget regelmæssige tendenser i valutaforbruget, kan man dog sikkert tillade sig at skønne, at forholdene ved en gennemregning af de tre andre belastningstilfælde ville vise sig at være tilsvarende.

ARBEJDSKRAFTFORBRUG.

Som et supplement til den rent økonomiske bedømmelse af dækkene er mængden af den medgåede arbejdskraft udregnet. For at begrænse undersøgelsesomkostningerne har det dog været nødvendigt kun at lade denne del af undersøgelsen omfatte een hustype og eet belastningstilfælde, og man har valgt hustype II og belastningstilfældet 200 + 100 kg/m² som det mest typiske.

Det beregnede arbejdskraftforbrug omfatter først og fremmest alt arbejde på selve byggepladsen, men desuden er medregnet det arbejde, som normalt udføres af bygningshåndværkerne på den pågældende mesters værksted eller plads. Der er dog ikke medregnet rent maskinarbejde ved snedkerentreprisen, men det håndarbejde, som udføres på snedkerværkstedet, og som kunne være udført på pladsen.

Arbejdskraftforbruget pr. m² for dækket og for hele huset er gengivet i fig. 19. Tendenserne for dækket alene og for hele huset er overalt de samme, hvorfor begge i det følgende kommenteres under eet.

Stort set er den medgåede tid til de forskellige konstruktioner temmelig ens, men en nærmere betragtning giver dog følgende oplysninger:

Forbruget af faglært arbejdskraft er praktisk taget det samme for de massive betondæk (A) og hulstendækkene (B og C). For træ- og jerndækkene (D og E) er der tale om et noget større forbrug af faglært arbejdskraft, ca. 0,75 time mere pr. m². Forøgelsen skyldes tømrerarbejdet.

Betonfolkene anvender, som det vil ses, omkring 0,25 time mindre pr. m² til de massive betondæk (A) end til hulstendækkene (B og C).

Ved træ- og jerndækkene engageres der naturligvis færre betonfolk. Her er formindskelsen ca. 1 time pr. m², som ikke helt kompenseres af den tidligere nævnte forøgelse af det faglærte tømrerarbejde, med det resultat, at den samlede arbejdstid for træ- og jerndækkene er omkring 0,50 time pr. m² mindre end for hulstendækkene.

For jernbeton- og hulstendækkene (A, B og C) ses antallet af timer pr. m² at variere meget lidt med dækkets bæreretning.

For trædækkene kan man derimod iagttage den samme tendens som

for byggeprisen, nemlig at der til de \neq dæk medgår mindre arbejdskraft end til de \perp .

Særlig bemærkes, at resultaterne kun giver et beskedent bidrag til de i øjeblikket almindelige bestræbelser for at erstatte faglært arbejdskraft med ufaglært. De fundne variationer skyldes jo som nævnt udelukkende variationer inden for faglærte og betonfolkene, som vel også nærmest må betragtes som faglærte, medens den ufaglærte arbejdskraft kun har varieret mellem 3,04 og 3,22 timer pr. m². Regnes betonfolkene — svarende til det formelle synspunkt — som ufaglærte, vil man pr. m² kunne erstatte ca. 0,75 time faglært arbejdskraft med ufaglært ved i stedet for træ- og jerndæk at anvende beton- eller hulstensdæk.

Taget under eet kan siges, at de forholdsvis små variationer i arbejdskraftforbruget næppe vil kunne benyttes som korrektiv til vurderingen af dækkene efter byggepris.

Selv om den her medregnede arbejdstid, fortrinsvis den på byggepladsen medgåede, er næsten ens for alle de undersøgte dæk, skal det bemærkes, at dette ikke uden videre er ensbetydende med, at den totale arbejdstid er ens, idet der kan være forskelle i den tid, der anvendes til fremstilling af dækkenes bestanddele, inden de når byggepladsen.

Disse forskelligheder har dog på det foreliggende grundlag ikke kunnet efterforskes, og det har vel også været tilladeligt at se bort fra dem, men forsåvidt man senere ønsker også at undersøge dæk med mere udbredt anvendelse af færdigfremstillede dele, vil det være påkrævet at inddrage arbejdstiden uden for byggepladsen i undersøgelsen.

Ændringer i PRISNIVEAU.

Beregningerne af såvel arbejdslønnen som materialeudgifterne er baseret på prisniveauet i oktober 1949. Ændringer i prisniveauet vil medføre ændringer i såvel de absolutte m²-priser som i prisernes indbyrdes forhold.

Den føromtalte undersøgelse af arbejdskraftforbruget viser, at det samlede arbejdskraftforbrug ved de forskellige dæktyper er næsten konstant, omend fordelingen på de enkelte fag varierer. Ved fremtidige ændringer i arbejdslønnen vil ændringerne fra fag til fag i store træk følges ad, idet man vel kun kan tænke sig små, og i denne sammenhæng uvæsentlige, forskydninger i lønningerne inden for et enkelt fag, uden at tilsvarende ændringer sker inden for de øvrige fag. En almindelig stigning (eller fald) i arbejdslønnen vil ikke have nogen indflydelse

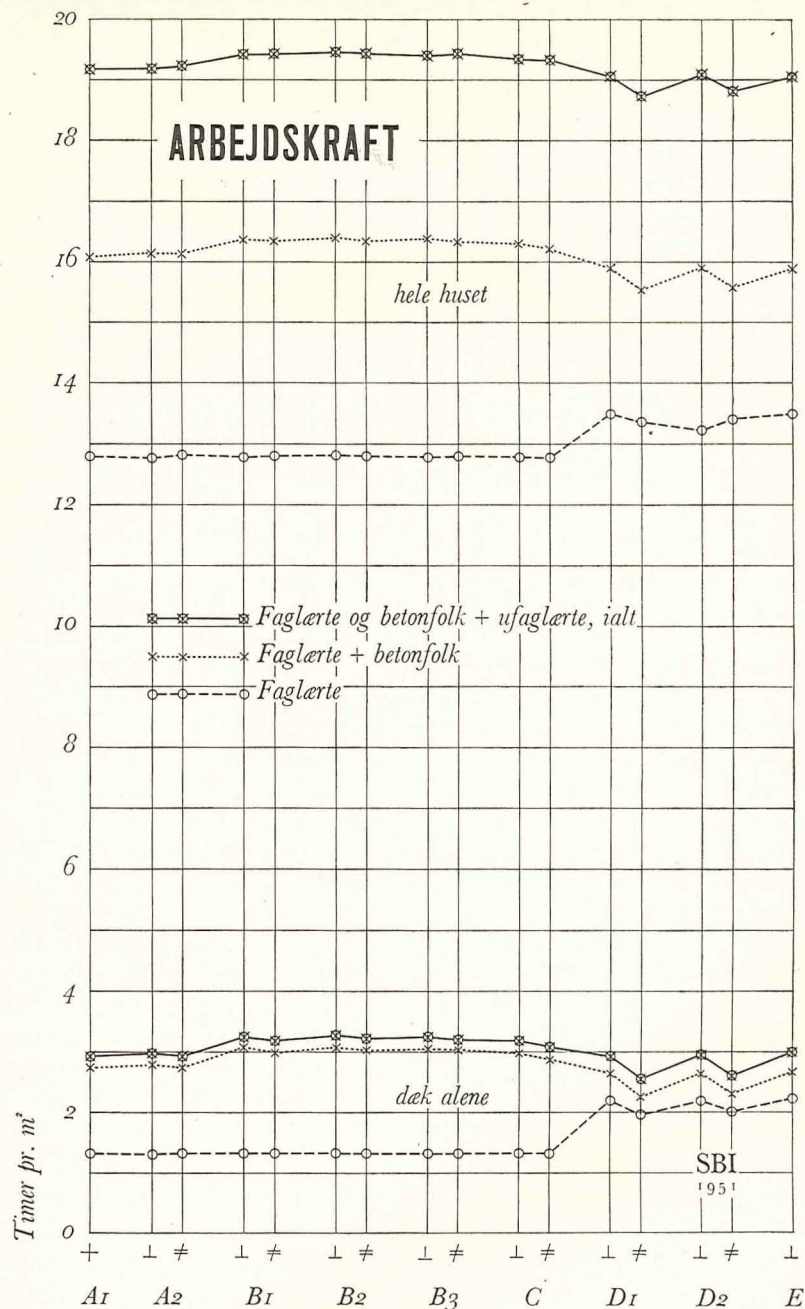


Fig. 19. Oversigt over de til udførelse af dækket og hele huset medgående arbejdstimer pr. netto-etage-m² for faglærte, betonfolk og ufaglærte som funktion af dæktypen.

på klassificeringen af dækkene, idet den på grund af det omtrent konstante arbejdskraftforbrug til alle dæktyperne kun vil medføre en parallelforskydning af m^2 -priserne.

På tilsvarende måde vil en generel prisstigning på materialerne heller ikke medføre ændringer i den fundne klassificering. En almindelig prisforhøjelse vil blot accentuere forskellene, og et almindeligt prisfald vil formindske forskellene, men rækkefølgen for dækkenes fordelagtighed vil ikke kunne ændres.

Til orientering om hvad der i store træk vil ske, hvis priserne på de enkelte materialer stiger eller falder ujævnt i forhold til hinanden, skal her kort redegøres for en summarisk undersøgelse af virkningerne af en prisstigning på 100% eller et prisfald på 50% inden for hver af de fire store materialegrupper: cement, jern, teglprodukter og træ.

I praksis vil det være sjældent, at et enkelt materiale stiger eller falder væsentligt i pris, uden at de andre materialer følger efter, og de forudsatte ændringer for en enkelt materialegruppe, medens de andre holdes konstant, vil derfor være extreme.

Det skal bemærkes, at et fald i prisen for en enkelt materialegruppe giver tilsvarende forskydning i dækkenes indbyrdes forhold som en prisstigning på 100% for alle de øvrige materialegrupper.

Undersøgelsen har omfattet følgende dæk: krydsarmeret jernbetondæk, enkeltarmeret jernbetondæk, Røselersdæk, heltømmerdæk og jerndæk; de fire sidstnævnte dæk med \perp bæreretning. Undersøgelsen har kun omfattet hustype II og belastningstilfældet $200 + 100 \text{ kg/m}^2$. Resultaterne er grafisk afbildet i fig. 20. Det ses af figuren bl. a.:

Cementprisen fordobles. Jernbetondækkene stiger så stærkt i pris, at det krydsarmerede dæk (A.1) bliver lige så dyrt som det dyreste hulstensdæk (B.1), og det enkeltarmerede bliver dyrere end trædækket (D.1).

Cementprisen halveres. Jernbetondækkenes (A) konkurrenceevne understreges.

Jernprisen fordobles. Det enkeltarmerede jernbetondæk (A.2), hulstensdækket (B.1) og trædækket (D.1) forholder sig næsten, som når cementprisen fordobles. Det krydsarmerede jernbetondæk (A.1) bliver stadig billigst, og jerndækket (E) bliver naturligvis endnu mindre konkurrencedygtigt.

Jernprisen halveres. Selv i dette tilfælde kan jerndækket (E) ikke komme så langt ned i pris, at det kan blive konkurrencedygtigt. De øvrige dæks indbyrdes placering ændres som ved halvering af cementprisen.

Teglproduktprisen fordobles. Hulstensdækkene stiger ca. 7 kr./m^2 mere

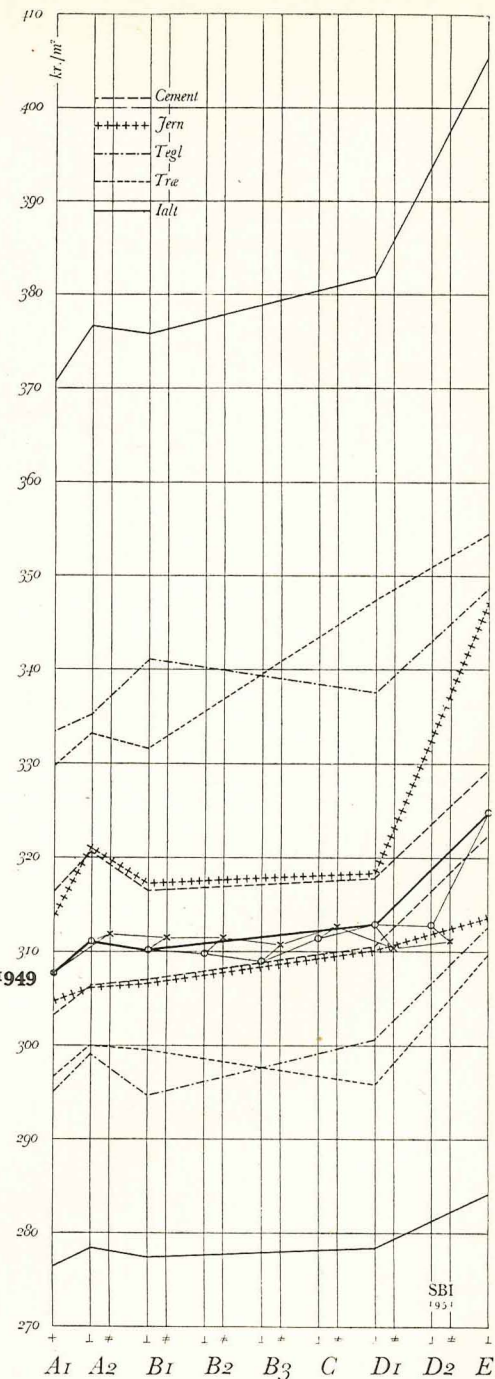
PRISNIVEAU

Fig. 20.
Hustype II.
Bevægelig belastning
 $200 + 100 \text{ kg/m}^2$.

Oversigt over den variation i byggeprisen for hele huset pr. netto-etage- m^2 , der fremkommer ved anvendelse af dæktyperne A.1, A.2, B.1, D.1 og E, når priserne på de fire store materialegrupper cement, jern, tegl og træ fordobles og halveres.

Den kraftigt optrukne kurve, der begynder ved $A_1 = 308 \text{ kr/m}^2$ svarer til prisniveauet i oktober 1949. Kurverne herunder viser variationerne som følge af en halvering af de enkelte materialepriser, og kurverne over viser variationerne ved en tilsvarende fordobling.

Prisniveau oktober 1949



end de øvrige dæk, og kun jerndækkene (E) er stadig dyrere. De øvrige dæks indbyrdes forhold er næsten uændret.

Teglproduktprisen halveres. Hulstensdækkene (B) bliver lige så billige som de krydsarmerede jernbetondæk (A.1). De øvrige dæks indbyrdes placering forbliver uforandret.

Træpriserne fordobles. Trædækkene (D) stiger ca. 35 kr./m² og bliver ca. 13 kr./m² dyrere end jernbetondækkene (A) og hulstensdækkene (B), hvis indbyrdes rækkefølge ikke forrykkes. Også jerndækket (E), hvori indgår en del træ, stiger forholdsvis mere end jernbeton- og hulstensdækkene.

Træpriserne halveres. Trædækket (D) vil blive lidt billigere end det krydsarmerede jernbetondæk (A.1) og 3—4 kr./m² billigere end det enkeltarmerede jernbetondæk (A.2) og hulstensdækket (B.1).

Ved interpolation og addition af de forskellige stigninger og fald, som er vist på fig. 20, vil det være muligt på simpel måde at skønne over en tilfældig konstellation af materialeprisbevægelserne mellem 50 og 200 % af de forudsatte priser.

I betragtning af de beskudte forskydninger i dækkenes indbyrdes placeringer, som ovennævnte overdrevne prisændringer medfører, må den foretagne undersøgelse være tilstrækkelig til at vise, at *dæktypernes klassificering er langt mindre afhængig af det aktuelle prisniveau end almindeligvis antaget*, og undersøgelsesresultaterne får herved større almen gyldighed.

I *rapporten* er gennemført en undersøgelse af forholdene under det aktuelle prisniveau (februar 52). Denne undersøgelse viser, at tallene fra 1949 bør benyttes med nogen forsigtighed ved en sammenligning af jernbeton- og hulstendæk med træ- og jerndæk. I almindelighed var træ- og jerndækkene dog for dyre allerede i 1949, og prisstigningerne siden da har kun medført en yderligere understregning af dette forhold.

SAMMENFATNING af økonomiske forhold.

Undersøgelsen af de forskellige dæks byggeomkostninger og andre økonomiske forhold har i store træk vist, at selv under de her valgte forudsætninger er det ikke muligt at opstille en almen gyldig rækkefølge af de forskellige dæks økonomi. Som et resumé af de foregående kapitler kan dog anføres følgende:

Huse med krydsarmerede jernbetondæk er altid billigst og huse med jerndæk altid dyrest.

Det afhænger af hustype og konstruktionsform, om \perp eller \neq bæreretning er fordelagtigst, dog er trædæk altid billigst med \neq bæreretning.

Byggeprisen aftager med stigende husdybde, og man bør derfor vælge den største, forsvarlige husdybde.

Det er ikke muligt at bedømme et dæk ud fra dækkets pris alene, idet en bedømmelse ud fra hele husets pris ofte vil give det modsatte resultat.

Driftsomkostningerne er uden praktisk betydning ved valget af dæk.

Opfyldelsen af ønskerne om mindst mulige anlægsomkostninger og mindst muligt valutaforbrug vil til dels modvirke hinanden.

Forskellene i arbejdskraftforbrug ved de forskellige dæk er kun ringe og uden betydning ved valget af dæk.

Klassificeringen af dækkene er kun i ringe grad afhængig af det aktuelle prisniveau.

Selv om en økonomisk klassificering af dækkene under skyldig hensyntagen til arbejdskraft- og valutaforbrug m. m. ifølge det oprindelige program vel var undersøgelsens hovedformål, ligger resultaternes tyngdepunkt alligevel mere på de påviste variationer af priserne med de konstruktive forudsætninger, såsom husdybde, dækkets bæreretning og den bevægelige belastnings størrelse.

Selv om undersøgelsen kun omfatter 5-etagers byggeri, vil en fornuftig og målbevidst anvendelse af de her klarlagte tendenser ganske utvivlsomt kunne give sig udslag i ret betydelige reduktioner i anlægsomkostningerne for hovedparten af det almindelige etagehusbyggeri.

For husdybdens vedkommende er der, når lejlighedsarealet holdes konstant, fundet en besparelse på gennemsnitlig 2% af hele byggesummen eller ca. 7 kr./m² for hver m, husdybden forøges.

Anvendelsen af den mest fordelagtige bæreretning svarer til en besparelse på mindst 1 kr./m² og i visse tilfælde endda op til 10 kr./m².

Ved at anvende det i henhold til fig. 14—17 i hvert enkelt tilfælde billigste dæk, vil man kunne opnå en besparelse, der ved anvendelse af en bevægelig belastning på 200 til 200 + 100 kg/m² gennemsnitligt andrager ca. 4,00 kr./m² og ved en bevægelig belastning på 400 til 400 + 100 kg/m² andrager gennemsnitligt ca. 6,00 kr./m².

Der er herved forudsat, at ca. halvdelen af alle nye dæk i dag er hulstendæk, at lidt under halvdelen er massive betondæk, og at resten er trædæk, samt at de tre undersøgte husdybder og de to bæreretninger for dækkene forekommer lige hyppigt.

Med en årsproduktion på ca. 1.000.000 m² etageareal og ca. 1.000.000 m² offentlige bygninger, kontorer m. m. (se oversigten side 37) vil en gennemført anvendelse af undersøgelsens resultat altså muliggøre en samlet årlig besparelse på ca. 4 + 6 = 10 mill. kr.

TEKNISKE FORHOLD

LYDISOLERING

Den lyd, der kan virke generende i almindeligt boligbyggeri, kan man dele i to forskellige grupper, nemlig dels luftlyden, som skyldes tale, radio og lignende, dels trinlyden, som forårsages ved direkte kontakt med gulvbelægningen.

Mod luftlyd isolerer man ved at gøre etageadskillelsen tung, og *rapporten* omtaler nærmere sammenhængen mellem etageadskillelsens konstruktion og luftlydisolationen.

Mod trinlyd anvendes andre metoder, som ligeledes er beskrevet i *rapporten*, og der gengives de krav, man må stille til en tilfredsstillende trinlydisolering.

En sammenfatning af konklusionerne vedrørende lydisoleringen resulterer i, at man for at opnå en tilfredsstillende isolering bør forøge byggeprisen for samtlige dæk med undtagelse af de tunge massive jernbetondæk med udgiften til en gennemgående 20—25 mm mineraluldsmåtte, idet det dog bemærkes, at dækket over kælderen af varmeisoleringsmæssige grunde allerede er regnet udført med en sådan måtte. Merudgiften vil andrage 2,45 kr./m².

For en ordens skyld gøres opmærksom på, at selv om den valgte metode til forbedring af de undersøgte dæks lydisolering vel nok er den i det foreliggende tilfælde mest nærliggende og måske også mest hensigtsmæssige, ville lydisoleringen også kunne være forbedret på mange andre måder. Dette gælder særlig træ- og jerndækkene.

VARMEISOLERING

Varmegennemgangstallet (k) for dæk mellem to beboelseslag må ifølge »Meddelelser fra Københavns Bygningsvæsen« ikke overstige 1,00 —1,10, medens det for dæk, som grænser til kælder eller tag, ikke bør overstige 0,65.

Nedenfor er anført varmegennemgangstallene for de undersøgte dæktyper beregnet efter de fremgangsmåder, som er angivet i SBI's anvisning nr. 5.

			normal	+ 20 mm måtte
jernbetondæk	A	min.	1,25	0,68
		max.	1,20	0,67
hulstensdæk	B & C	min.	1,06	0,62
		max.	0,91	0,56
trædæk	D	min.	0,69	—
		max.	0,69	—
jerndæk	E	min.	0,69	—
		max.	0,69	—

Når man erindrer, at der ved jernbeton- og hulstensdækkene allerede er regnet med en måtte over kælderen, vil det ses, at samtlige dæk tilfredsstiller varmeisolationskravet til nederste dæk, men at de massive jernbetondæk ikke tilfredsstiller isolationskravet til mellemdækkene. Ønskes dette krav overholdt, må der til jernbetondækkenes anlægspris tillægges prisen for en måtte.

Overholdelsen af kravene til varmeisolationen, hvorved dækkene stilles lige med hensyn til driftsøkonomien på dette punkt, har altså med hensyn til den allerede stedfundne klassifikation efter anlægsøkonomi, præcis de modsatte konsekvenser som beskrevet for overholdelsen af kravene til lydisoleringen.

Ønskes, hvad der vel må anses for rimeligt, såvel lydisolations- som varmeisolationskravet overholdt samtidig, betyder det en lige stor fordyrelse af samtlige dæk, og det får altså ingen indflydelse på den tidligere fundne klassifikation.

Forhold vedrørende UDFØRELSEN

Med hensyn til den praktiske udførelse kan følgende forhold, der ikke afspejles i de beregnede anlægsomkostninger, komme i betragtning:

1. Udførelsestid.
2. Mulighed for udførelse i frost.
3. Udtørringstid.

Vedrørende *udførelsestiden* kan bemærkes, at der i de sidste år har været en tendens til forlængede udførelsestider for jernbeton- og hulstensdæk end tidligere. De længere udførelsestider bevirker større bygge-lånsrente og måske større håndværkerudgifter. Drejer det sig om en samlet forlængelse for huset på ialt en måned, vil de ekstra bygge-lånsrenter beløbe sig til 80—90 øre pr. m², hvilket tal dog må opfattes som en absolut øvre grænse, idet det må forventes, at forskellene i udførelsestid bliver mindre, når byggeriet atter kommer i normale baner. Dækkets udførelse er så sammenflettet med de øvrige håndværkerarbejder, at det næppe er muligt klart at udskille en fordyrelse som den omtalte. Ved hensigtsmæssig organisation af arbejdet, især ved større byggeforetagender, skulle det være muligt at udnytte en stor del af ventetiden på betonens afbinding og afformning til udførelse af andre arbejder.

Vedrørende muligheden for *udførelsen af dækkene i frostvejr* stiller træ- og jerndækkene sig bedre end de dæk, hvori der indgår beton, og ganske særlig er hulstensdækkene, hvori betonmængden er meget lille, vanskelige at udføre om vinteren. For fuldstændighedens skyld gøres opmærksom på, at færdige elementer, fortrinsvis efter systemer, der ikke kræver sammenstøbning på stedet, er særlig velegnede til oplægning om vinteren.

Vedrørende *udtørringstiden* anføres, at træ- og jerndækkene, forsåvidt indskudet ikke er fugtigt eller udsættes for fugtighed efter anbringelsen, er fordelagtigst. Det tager særlig lang tid, inden de massive jernbetondæk tørrer fuldstændig ud, sammenlign instituttets anvisning nr. 7.

NYE DÆKTYPER

Undersøgelsen har som nævnt kun omfattet 9 traditionelle dæktyper, der tilsammen repræsenterer størsteparten af det nuværende etageboligbyggeri.

At andre dæktyper ikke er medtaget, medfører naturligvis visse begrænsninger i resultaternes anvendelighed, og det skal understreges, at udeladelsen alene skyldes ønsket om at begrænse undersøgelsesomkostningerne, og det er ikke noget udtryk for, at man har vurderet de ikke medtagne dæk ringere i teknisk eller økonomisk henseende.

Undersøgelsesmetodikken er lagt således til rette, at det senere skulle være forholdsvis let dels at å jour-føre resultaterne, dels at inddrage nye dæktyper i undersøgelsen.

Det er SBI's håb, at fabrikanter, indehavere af patentrettighederne og andre direkte interesserede vil søge de dæk, som ikke er medtaget i undersøgelsen, klassificeret hos Byggeriets Beregningsinstitut, og det vil være naturligt, at man ved fremkomsten af nye dæktyper vil lade en sådan klassificering være et led i forarbejderne, og at resultaterne offentliggøres ved dækkets introduktion på det danske marked.

BILAG

A. UNDERSØGELSENS FORUDSÆTNINGER

I dette bilag gives en oversigt over de ved undersøgelsen gjorte forudsætninger og over resultaternes rækkevidde m. m. Oversigten skulle være fyldestgørende for alm. anvendelse af resultaterne. Ønsker man at bygge videre på resultaterne bør den fuldstændige rapport studeres nærmere.

Undersøgelsens økonomiske baggrund	37
<i>Byggeprisen</i>	37
<i>Valutaforbrug</i>	38
<i>Arbejdskraftforbrug</i>	38
Undersøgelsens formål	39
Valg af undersøgelsesmetode	39
Undersøgelsens omfang og resultaternes rækkevidde	41
Valg af dæktyper og hustyper samt konstruktive forhold	42
<i>Dæktyper</i>	42
Materialevalg	42
Statisk virkemåde og konstruktive forhold	43
Udførelsesmetode	43
<i>Hustyper</i>	43
Etageantal og -højde	44
Lejlighedernes planløsning	44
Etageareal	44
Installationer, udstyr og øvrige udformning	45
<i>Bevægelig belastning</i>	45

UNDERSØGELSENS ØKONOMISKE BAGGRUND

Byggeprisen.

Dækkonstruktionen, incl. gulvbelægning og underfladens behandling, repræsenterer ved almindelig boligbyggeri 15—18 % af de samlede håndværkerudgifter. Bortset fra murværket er dækkene herved den konstruktive bestanddel af huset, som vejer økonomisk tungest, og det er derfor indlysende, at for valget af dæktype spiller udførelsesprisen sammenholdt med de kvalitative egenskaber en betydelig rolle.

Nedenfor er angivet størrelsen af produktionen af boligbyggeriet for hele landet i de senere år. Etagearealet er angivet for tre forskellige kategorier af byggeri, og med god tilnærmelse kan dette etageareal tages som mål for arealet af udførte dæk. Ved hjælp af byggeprisindekset og de aktuelle prisforhold er der skønnet en middelanlægsudgift for de pågældende år, og man kan således skønsmæssigt bestemme den samlede årlige investering i dæk for hele landet.

Oversigt over byggeriets omfang i 1000 m² etageareal i årene 1939 og 1946—49.

	1939	1946	1947	1948	1949
I: Beboelsesejendomme uden og med forretningslokaler.	1554	620	788	1315	1925
II: Offentlige bygninger (excl. beboelsesejendomme) + fabrikker og værksteder.	263	222	279	366	518
III: Øvrige bygninger, forretnings-ejendomme og avlsbygninger.	180	114	120	109	426
Ialt: 1000 m ²	1997	956	1187	1790	2869
Skønnet middelanlægspris for dæk pr. m ² etageareal ca. kr.	19	33	36	39	40
Skønnet samlet investering i dæk mill. kr. ca.	38	31	43	70	115

Med en boligproduktion som i 1949 kan den samlede kapitalinvestering i dæk forventes at beløbe sig til ca. 115 mill. kroner om året. For de dækkon-

struktioner, som omfattes af SBI's undersøgelse, varierer håndværkerudgifterne under ensartede ydre omstændigheder ca. 15 kr. pr. m², hvilket svarer til, at et årligt investeringsbeløb på ca. 45 mill. kroner er afhængigt af valget af dæk-konstruktion.

Det er derfor af betydning at *finde frem til de afgørende forhold, som påvirker dækkenes økonomi*. Det talmateriale, som fremkom ved prisberegningerne m. m. er derfor analyseret for at få afklaret, hvorfor og hvorledes dækpriserne varierer med konstruktionsprincipperne, belastningerne, spændvidderne o. s. v. for heraf at udlede, hvilke forhold man især bør lægge vægt på, når man i fremtiden skal vælge mellem de forskellige dæktyper.

Ved undersøgelsen har der været søgt en så vidt mulig udtømmende bedømmelse af de forskellige dækkonstruktioners økonomi under aktuelle*) prisforhold og at skabe praktisk mulighed for en korrektion af undersøgelsesresultaterne, når prisniveauet ændres i fremtiden.

Undersøgelsen har i den udstrækning, som det under arbejdets gang har vist sig hensigtsmæssigt, været således tilrettelagt, at man forholdsvis simpelt skulle kunne holde sig à jour med forskydninger i de undersøgte dæktypers fremstillingspriser. Det er tanken fra tid til anden at foretage en sådan à jourføring koordineret med beregningen af det officielle prisindeks for boligbyggeriet.

Valutaforbrug.

Til praktisk taget alle kendte dækkonstruktioner medgår enten træ eller stål eller begge dele, to materialer, hvis anvendelse betinger forbrug af udenlandsk valuta. Ved beton- og hulstensdæk medgår yderligere valuta til brændsel til brændingen af cementen og teglstenene. Det var ikke muligt på forhånd at skønne over dette forbrug af valuta, men da landets valutasituation formodentlig stadig vil kræve, at der spares mest muligt på udenlandske varer, er det af betydning at få klarlagt det direkte og indirekte valutaforbrug, som anvendelsen af de enkelte dækkonstruktioner medfører.

Arbejdskraftforbrug.

Mangelen på faglært arbejdskraft har været en medvirkende årsag til fremkomsten af forskellige typer af patentdæk, som nedsætter arbejdskraftforbruget på byggepladsen, men også de gængse dæktyper kræver forskelligt samlet arbejdskraftforbrug og navnlig forskelligt »blandingsforhold« mellem de enkelte kategorier af arbejdskraft (murere, tømrere og jord- og betonarbejdere). Det vil således være værdifuldt at få bestemt arbejdskraftforbruget ved udførelsen af de enkelte dæktyper, ikke blot ved bedømmelsen af nye dækkonstruktioner, men også med henblik på en eventuel besparelse af faglært arbejdskraft, eventuelt ved erstatning med ufaglært, ved et hensigtsmæssigt valg af dæktype.

*) Det anvendte prisniveau er oktober 1949.

UNDERSØGELSENS FORMÅL

Ved betragtning af et boligbyggeri ud fra tekniske og økonomiske synspunkter er dækkene en skarp afgrænset og vel defineret bestanddel af huset. Ved en tilbundsgående bedømmelse er det dog ikke muligt at indskrænke en undersøgelse af de forskellige dækkonstruktioner til kun at omfatte dækkene. Mellem dækkene og husets øvrige bestanddele består et gensidigt afhængighedsforhold, idet dækkene f. eks. ved deres egenvægt påvirker murtykkelserne i huset og ved deres konstruktionshøjde indvirker på husets øvrige konstruktioner, medens til gengæld planløsningen og heraf følgende understøttelsesforhold og spændvidder har indflydelse på dækkonstruktionens udformning.

For at få et pålideligt resultat af sammenligningen mellem de forskellige dæktyper må man i erkendelsen af dette gensidige afhængighedsforhold mellem dækket og husets øvrige udformning *bedømme dækket som en integrerende del af bygningens tekniske og økonomiske helhed*.

Ud fra de betragtninger, som har været fremført i det foregående, kan den foreliggende undersøgelses formål defineres således:

En analyse af tekniske og praktiske egenskaber, byggepris, driftsomkostninger, valutaforbrug og arbejdskraftforbrug for hele bygningen for at klarlægge disse forhold som funktioner af de faktorer, der er knyttet til udformningen af dækkonstruktionen.

VALG AF UNDERSØGELSESMETODE

Med ovennævnte formål for øje har det været søgt at anvende en så praktisk og pålidelig metode som muligt til fremskaffelse af bedømmelsesgrundlaget.

Under varierende ydre omstændigheder optræder de undersøgte dæk med varierende fordele og ulemper i forhold til hinanden. For at danne sig et objektivt billede, er det derfor nødvendigt at betragte dæktyperne under så mange forskellige ydre forhold som muligt.

For imidlertid at begrænse omfanget af undersøgelsen og gøre den praktisk gennemførlig har man været tvunget til at indskrænke antallet af påvirkende faktorer ved kun at lade de vigtigste variere og for de øvriges vedkommende tilstræbe at vælge gennemsnitsværdier og gennemsnitsforudsætninger.

Det er vigtigt at gøre sig klart, at man for at drage konklusioner, der gælder for boligbyggeriet som helhed, principielt må tilstræbe gennemsnitsværdier for de undersøgte egenskaber ved dækkene. Disse gennemsnitsværdier er teoretiske tal, og behøver ikke at forekomme ved noget enkelt byggeri i praksis, men ville fremkomme ved en statistisk bearbejdning af oplysninger om hele landets byggeri.

Ved valg af undersøgelsesmetode har der foreligget to principielt forskellige muligheder: *enten* en abstraktion i form af undersøgelse af et teoretisk gennemsnitsbyggeri *eller* en indsamling og statistisk bearbejdning af oplysninger fra praksis.

Undersøgelsen er udført efter den førstnævnte metode ud fra den overbevisning, at man herved har fået det nøjagtigste grundlag for en bedømmelse af dæktyperne. Det kan indvendes, at det teoretiske gennemsnitsbyggeri vil give teoretiske resultater, som næppe med nogen større nøjagtighed kan kontrolleres i praksis. Med et indgående kendskab til akkordsatser, materialepriser og avance-satser vil det dog være muligt at komme meget nær til de søgte gennemsnitsværdier. Ved en analyse af de enkelte poster kan man bedømme deres indflydelse på resultatet ved varierende ydre omstændigheder, hvorefter man frit kan vælge mellem at undersøge disse variationer eller at fiksere, hvad man anser for gennemsnitsforudsætninger. Ved at undersøge usikkerheden på de enkelte poster får man samtidig mulighed for at bedømme den samlede usikkerhed på resultaterne.

En indsamling og bearbejdning af oplysninger fra praksis kunne tænkes i form af efterkalkulationer. Enhver, der har beskæftiget sig med efterkalkulationer, ved imidlertid, hvor vanskeligt det er med blot nogenlunde nøjagtighed at eliminere indflydelse fra specielle, ydre forhold, så en sammenligning med andet byggeri er mulig. Man vil næppe heller kunne fremskaffe det nødvendige antal objekter for undersøgelsen, uden at alene forskellene i prisniveau gav store vanskeligheder ved sammenligningerne. De varierende beregningsnøjagtigheder og kalkulationsprincipper ville besværliggøre bedømmelsen, ligesom det sikkert ville være umuligt at få nøjagtige oplysninger om de virkelige netto-udgifter, idet disse oplysninger ville berøre firmaernes forretningshemmeligheder.

Man kunne også tænke sig at fremskaffe de ønskede oplysninger om håndværkerudgifterne ved de forskellige dæktyper ved at lade afholde en række licitationer. F. eks. kunne man måske i samarbejde med de større boligselskaber udbyde et antal egnede byggerier på grundlag af projekter med forskellige dækkonstruktioner. Tanken er tiltalende for så vidt, som en bygherre jo vil komme til at betale de priser, som fremkommer ved licitation, og at man altså strengt taget kun på denne måde kan finde den »rigtige« pris. Man ville imid-

lertid stadig have vanskeligheder med at eliminere tilfældige ydre omstændigheder. Fremdeles er det en kendt sag, at licitationstilbud ikke altid beregnes med særlig nøjagtighed, idet den tilbudsgivende benytter summariske beregningsmetoder, som ofte først revideres, når de har vist sig at give åbenbare forkerte resultater. Der skulle derfor et meget stort antal licitationer til for at give et pålideligt gennemsnit for hele landets boligbyggeri, og denne mulighed måtte følgelig også lades ude af betragtning.

Som nævnt har den største vanskelighed ved undersøgelsens gennemførelse været den meget omfangsrige prisberegning. Denne er udført af Byggeriets Beregningsinstitut ved gennemregning af håndværkerudgifterne på grundlag af gældende arbejds lønspriskuranter og markedspriserne på materialer.

Det var en nærliggende tanke at søge at skyde genvej ved hjælp af tilnærmede beregningsmetoder og enhedspriser for større konstruktionslementer på samme måde som f. eks. i den svenske »Utredning om smalhuse« (Se litteraturfortegnelsen). Det var imidlertid ikke muligt at overskue de prismæssige konsekvenser heraf, og da slutresultaterne fremkommer som differencer mellem temmelig store tal, kræves der stor nøjagtighed af disse tal for at give et brugbart resultat, og man turde derfor ikke anvende denne metode.

De relativt små prisforskelle, der blev fundet mellem de forskellige dækkonstruktioner, retfærdiggør fuldt ud den anvendte fremgangsmåde, men måske vil det være muligt i fremtiden på grundlag af det erfaringsmateriale, som nu er til rådighed, at nå frem til fuldt pålidelige, men mere simplificerede beregningsmetoder.

UNDERSØGELSENS OMFANG OG RESULTATERNES RÆKKEVIDDE

Som det tidligere har været nævnt, er de forskellige dæktyper uens egnede under forskellige ydre forhold. Dette er ensbetydende med, at husets samlede økonomi varierer på forskellig måde med dæktypen alt efter visse omstændigheder ved byggeriet, som principielt er uafhængige af dækkene. Disse ydre omstændigheder er knyttet til huset som helhed og omfatter f. eks. etageantallet, etagehøjden, planløsningen og heraf følgende husdybde og fordeling af bærende og ikke bærende vægge, den bevægelige belastning, materialevalg, prisforholdene og landets forsyningssituation.

Undersøgelsen har omfattet *9 udvalgte dæktyper*, som alle har været almindeligt brugt i en årrække. De ovennævnte ydre omstændigheder omfatter et meget stort antal variable, og det har været nødvendigt at begrænse undersøgelsens

forudsætninger på en række punkter. For de mest betydningsfulde variable har der været medtaget variationer inden for normale grænser, medens der i de øvrige tilfælde er tilstræbt gennemsnitsforhold for det almindelige boligbyggeri i dag, således at undersøgelsesmateriale blev repræsentativt for de bestående forhold. Dette har ført til en fiksering af følgende ydre omstændigheder, der kommenteres nærmere i de følgende afsnit:

5 beboelseslag,
tre husdybder med hver
een lejlighedsplanløsning,
tre arrangementer af de bærende vægge,
fire belastningstilfælde,
een udførelsesform for husets øvrige bygningslementer,
prisniveau oktober 1949,
byggeriets beliggenhed i Københavns yderdistrikter.

Grundlaget for beregningerne er een opgang (10 lejligheder) i et uendeligt langt hus.

Med disse indskrænkninger i den principielle problemstilling har undersøgelsen omfattet 192 beregningstilfælde.

VALG AF DÆKTYPER OG HUSTYPER SAMT KONSTRUKTIVE FORHOLD

Dæktyper.

De dæktyper, som undersøgelsen har omfattet, fremgår af fig. 1—9.

Når der ikke er medtaget flere dæktyper i undersøgelsen — som f. eks. de forskellige patentdæk, som er fremkommet i de senere år — skyldes det for det første, at beregningsarbejdet herved ville få et for stort omfang til at kunne gennemføres inden for en rimelig tid, og for det andet, at de forøgede undersøgelsesomkostninger ikke i første omgang skønnedes at stå i et rimeligt forhold til den endnu relativt ringe udbredelse af disse dæk.

Materialevalg.

For hver af de undersøgte dæktyper er valgt een kombination af materialer svarende til sædvanlig praksis for byggeri af almindelig god gennemsnitskvalitet. Hvis der forelå flere almindelige kombinationer af materialer, er der valgt den,

som gav det billigste resultat. (I rapporten findes fuldstændige oversigter over de medgåede mængder af de vigtigste materialer ved de enkelte dæktyper, og det vil herudfra være muligt at bedømme, hvilke ændringer i anlægsomkostningerne et andet materialevalg ville medføre).

Statisk virkemåde og konstruktive forhold.

Hvor en dæktypes statiske virkemåde ikke har været entydigt bestemt af understøttelsesforholdene m. m., er der på samme måde som for materialernes vedkommende, truffet det valg, som under hensyn til gældende normer og almindelig sædvane gav det billigste resultat. Eksempelvis kan nævnes, at der for jernbeton- og hulstensdækkene er regnet med delvis indspænding over mellemunderstøtningerne.

Udførelsesmetoder.

Ved udførelsen af adskillige dæktyper praktiseres flere forskellige arbejdsmetoder, som efter de lokale forhold og omstændigheder kan give forskellige økonomiske resultater. Principielt er der overalt søgt at vælge et gennemsnit af de traditionelle arbejdsmetoder, således at udførelsesomkostningerne for hver enkelt dæktype kommer til at repræsentere en middelværdi. Samtidig er det dog tilstræbt at nærme sig mest muligt til de økonomiske og rationelle arbejdsmetoder, som praktiseres af kompetente håndværkerfirmaer.

Mere gennemgribende rationalisering af arbejdsmetoderne, som hidtil kun har været anvendt i begrænset omfang, er ikke lagt til grund for beregningerne. Hvilke forskydninger i de fundne resultater eventuelle fremtidige, rationaliserede arbejdsmetoder kan medføre, er det kun muligt at have formodninger om, og det er derfor fundet rigtigst at holde sådanne betragtninger uden for en undersøgelse som den foreliggende.

Hustyper.

Til undersøgelsen er valgt 3 forskellige typer af beboelseshuse, som anses for karakteristiske for boligbyggeriet i dag. Disse hustyper er:

Hustype I, husdybde = 10,00 m (fig. 11)
- II, - = 11,58 m (fig. 12)
- III, - = 13,00 m (fig. 13).

For hver af disse hustyper er undersøgt tre arrangementer af understøttelsesforhold for dækkene:

1. Bærende facader og bærende langsgående hovedskillevægge, benævnt \perp bæreretning.
2. Bærende tværskillevægge, benævnt \neq bæreretning.
3. Bærende facader og bærende skillevægge i begge retninger, benævnt $+$ bæreretning.

Ved valget af tre husdybder er der sikret den variation i spændvidderne, som normalt optræder inden for boligbyggeriet. Når der er valgt 11,58 m som husdybde, i stedet for et mere rundt tal, er det sket ud fra ønsket om koordinere resultaterne med de beregninger, som var i gang i undersøgelsen om 5—10 etages byggeri, hvor man arbejdede med denne husdybde.

Etageantal og -højde.

Dækkenes betydning for hele byggeriets økonomi vokser selvsagt med antallet af etager, og undersøgelsen har derfor udelukkende været baseret på fler-etages byggeri. For at blive inden for grænserne af almindeligt forekommende byggeri blev man stående ved 5-etagers boligkomplekser af den type, som almindeligt opføres af boligselskaberne.

I undersøgelsen er regnet med en konstant netto-etagehøjde på 260 cm målt fra overside af færdigt gulv til underside loftspudsbærer, idet det skønnedes rimeligt, at de tykkere dækkonstruktioner blev belastet med den forøgelse i m²-prisen, som den større bruttohøjde medfører. Bruttoetagehøjden er herved kommet til at variere fra 281 cm til 300½ cm. Disse tal er ikke i overensstemmelse med Boligministeriets opfordring til anvendelse af fast bruttoetagehøjde på 280 cm. Da denne opfordring blev udsendt, var beregningerne imidlertid så vidt fremskredne, at det ville være for bekosteligt at ændre ved forudsætningerne.

En efterkalkulation viser, at kun ved de meget tykke dækkonstruktioner vil en besparelse i etagehøjden (ca. 1 kr./m² pr. murstensskifte) i enkelte tilfælde kunne rykke klassificeringen af dæktyperne efter byggepris, men det må understreges, at langt den overvejende del af dækkonstruktionerne har tykkelse lige ved minimumstykkelsen, og at de tykkeste dæk svarer til en bevægelig belastning på 500 kg/m², medens den almindeligt forekommende belastning i boligbyggeri kun er 300 kg/m². En bruttoetagehøjde på 280 cm ved de tykkeste dæk ville give en nettohøjde på ca. 237 cm, hvilket myndighederne næppe ville godkende.

Ved at holde nettoetagehøjden konstant er opnået et konstant effektivt lejlighedsvolumen, hvorved sammenligningsgrundlaget er uforanderligt på dette punkt.

Lejlighedernes planløsning.

Lejlighedsplanerne er valgt som altan-karnap-type udformet ved hustyperne I, II og III til henholdsvis 2, 2½ og 3 værelses lejligheder. Der er gennemgående hoved- og lejlighedsskillevægge. Trappehuset har samme mål i de tre typer. Ved den store husdybde er badeværelset »mørkt«.

Etageareal.

For at gøre lejlighederne ligeværdige i brugsmæssig henseende har nettoarealet for den opgang (10 lejligheder), beregningerne har omfattet, været holdt konstant. Dette er opnået ved at forskyde lejlighedsskillevæggene efter

de varierende skillevægstykkelser. Ved at holde nettoarealerne konstant og sætte anlægsomkostningerne i relation til disse har man på simpel måde fået målt virkningen på anlægsudgifterne af dækkenes egenvægte.

Bruttoetagearealerne og nettoarealerne fremgår af fig. 11-13.

Facadelængden ved en lejlighed er for alle tre hustyper ca. 6,85 m.

Installationer, udstyr og øvrige udformning.

Beregningerne er baseret på et almindeligt muret hus med tagkonstruktion af lette trægitterspærfag med bølgeeternitplader. Facademurene er gjort varmeøkonomisk ligestillede med et varmegennemgangstal $k = 1,00$ ved at anvende porøse bagmuringssten i fornødent omfang.

Installationer og udstyr er medtaget i beregningerne, dels af hensyn til nogle mindre variationer efter dæktypen (f. eks. ledningsgennemføringer), dels for at kunne bedømme dækkenes indflydelse på den samlede økonomi, således som det tidligere er motiveret.

Iøvrigt er der overalt regnet med almindelig boligstandard: centralvarme, varmt vand, siddebadekar, fliser i bad og køkken, skabe i forstuer, affaldsskakt o. s. v. Opvarmningen sker fra varmecentral i særskilt bygning.

Bevægelig belastning.

De belastningstilfælde, der omfattes af beregningerne, er først og fremmest fastsat i henhold til gældende normer og forskrifter, hvilket for beboelsesrum vil sige en bevægelig belastning på

$$200 \text{ kg/m}^2,$$

hvertil ofte kommer et tillæg for lette skillevægge svarende til 100 kg/m², d. v. s.

$$200 + 100 \text{ kg/m}^2.$$

Da det skønnedes muligt, at de forskellige dæk ville vise sig ulige fordelagtige ved forskellige belastninger, medtoges belastningstilfældene

$$400 \text{ kg/m}^2$$

og

$$400 + 100 \text{ kg/m}^2.$$

Disse belastninger vil sjældent forekomme ved en ruminddeling som i de betragtede hustyper, men spændvidderne er dog af en størrelsesorden, som kan optræde ved let industribyggeri, lagerrum og offentligt byggeri, hvor disse belastninger forudsættes ved dimensioneringen, og man fandt det derfor rimeligt at medtage dem i beregningerne. Samtidig fik man udvidet mulighed for at kontrollere beregningsresultaterne, når disse blev sat i relation til den bevægelige belastning.

B. LITTERATURFORTEGNELSE

Økonomisk højde af jernbetonplader. G. Bolet.

»Ingeniøren«. København 30.3.40. Nr. 22, side B 53 — B 55.

Diskussion i »Ingeniøren« nr. 36, side B 79 — B 80 og i »Ingeniøren« nr. 55, side B 108.

Bostadshusets form och byggnadskostnaderne. Ole Gripenberg.

Bokförlaget Natur och Kultur. Stockholm, 1940. Side 1—127. 162 litteraturhenvisninger.

En sammenligning mellem priser og valutaforbrug for forskellige, almindeligt anvendte typer af etageadskillelse. Ernst Ishøy.

»Ingeniøren«. København, 1940, Nr. 15, side B 39 — B 41.

Etageadskillelser. Ernst Ishøy.

»Arkitekten«. København, 1940. Side 50—52. Diskussion side 60 og 72.

Utredning om smalhus. Stockholms stads byggnadsnämnd.

Stockholm, 1947. Side 1—472.

Byggnadsekonomi. Ole Gripenberg.

Statens tekniska Forskningsanstalt. Helsingfors, 1948. Side 1—271.

Forskallingsmaterialepris. C. Grambye.

»Ingeniøren«. København, 1949. Vol. 58, no. 17, side 365—367.

Lille akustik. Fritz Ingerslev.

København, 1949. 271 sider.

Lov om bygningsmæssige civilforsvarsforanstaltninger. Lov nr. 253. København, 1950. 6 sider.

Brandsikre etageadskillelser m. v.

Cirkulære fra Indenrigsministeriet. København, 1950. 15 sider.

Varmeisolering af støbte etageadskillelser. Bygningsvedtægtens paragraffer 38 og 45.

»Meddelelser fra Kbh.s Bygningsvæsen«. København, 1950. Vol. 11, nr. 3, side 30.

Byggnadselementens varaktighet. Knud Bildmark.

Statens Kommitte för Byggnadsforskning. Rapport. Stockholm, 1950. 36 sider.

Har monteringsbara bjälklag en fremtid? Teknisk samtal nr. 9. Tor Gerholm, Viktor Bährner.

»Byggnadsvärlden«. Stockholm, 1950. Vol. 41, nr. 36, side 337—341.

Regler for varmetabsberegning. Dansk Ingeniørforening. København, 1951. 18 sider.

Dæk og huse. Statens Byggeforskningsinstitut. Rapport nr. 7.

Engelsk resumé. 88 litteraturhenvisninger.