

Fuldskalaforsøg med etagedæk og tværskillevæg

Jan Risbøl Nielsen og Per Stahlschmidt

Tidsskrifter

Byggeindustrien 2, 1985

1985

Fuldskalaforsøg med etage dæk og tværskillevæg

af akademiingeniør Jan Risbøl Nielsen og akademiingeniør Per Stahlschmidt, Kold Larsen A/S.

Den by- og boligforbedring som allerede er i gang, og som vil blive intensiveret i den kommende tid, medfører indgreb i de bærende konstruktioner i en stor del af den eksisterende boligmasse. Der hvor behovet for forbedringer er størst, er i etagehuse opført op til århundredeskiftet.

Datidens byggeskik adskiller sig på væsentlige punkter fra hvad den projekterende og den udførende er bekendt med i dag. Der er derfor opstået et behov for en mere detaljeret viden om de gamle konstruktioners virkemåde. I de her beskrevne undersøgelser, baseret på fuldskalaforsøg, er det forsøgt at belyse nogle af disse forhold. Forsøgene er udført i forbindelse med et afgangprojekt på Danmarks Ingeniørakademi, bygningsafdelingen.

For at få et indblik i hvordan en samlet konstruktion optager en belastning, er der udført fuldskalaforsøg på et etagedæk og en tværskillevæg. Forsøgene blev udført på ejendommen Rantzausgade 19, i foråret 1982. Da havde ejendommen stået tom i mere end to år. Ejendommen er opført i 1874. Den er opført forskriftsmæssigt, idet de enkelte konstruktionsdele nøje opfylder kravene i »Bygningslov for Staden København« fra 1871.

Det er ved forsøgene tilstræbt, at de påførte laster har samme virkning på konstruktionerne, som forekommende etagelast og vindlast på facaden. Figur 1 viser en etageplan fra ejendommens byggesagsdokumentation. På etageplanen er vist, hvor dækforsøget og vægforsøget er udført.

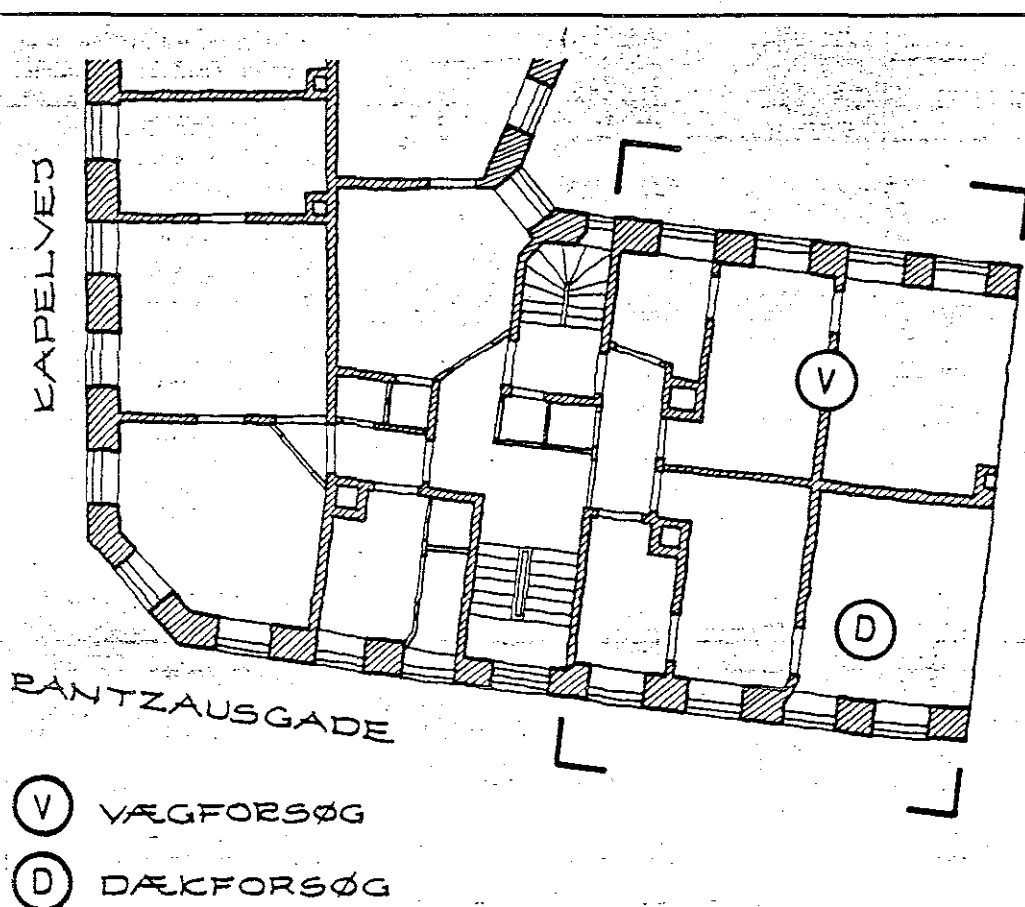


Fig. 1. Etageplan, forsøglokalisering.

Dækforsøget

Etagedækket består af bjælker, ca. 165×165 mm i tværsnit. Bjælkerne spænder 3,8 m fra facade til hovedskillevæg. Gulvet er 22×150 mm brædder samlet med fjer og not. Loftet er 19 mm spredt forskalling med rør og 20 mm puds. I bjælkesiderne er der noter hvor indskudsbrædder med ler er placeret.

I dette forsøg blev etagedækket belastet med en fladelast af vand. For at undgå den selvforstærkende virkning, som en nedbøjning med deraf følgende tilstrømning af vand ville medføre, blev lasten opdelt i bassiner. Bassinerne var 0,94×0,79 m spånpladerammer uden bund. Rammerne blev foret med armeret plastfolie. Bassinerne blev fyldt med vand i 25 cm højde i trin på 5 cm.

For hvert belastningstrin målte bjælkernes nedbøjning med måleure i henholdsvis midten og fjerdedelspunkterne. Måleurene var anbragt i rummet nedenunder og fastgjort til træbomme, der spændte fra gavl til tværskillevæg. Typiske arbejdskurver for henholdsvis midtpunktet og et fjerdedelspunkt i en bjælke er vist på fig. 2.

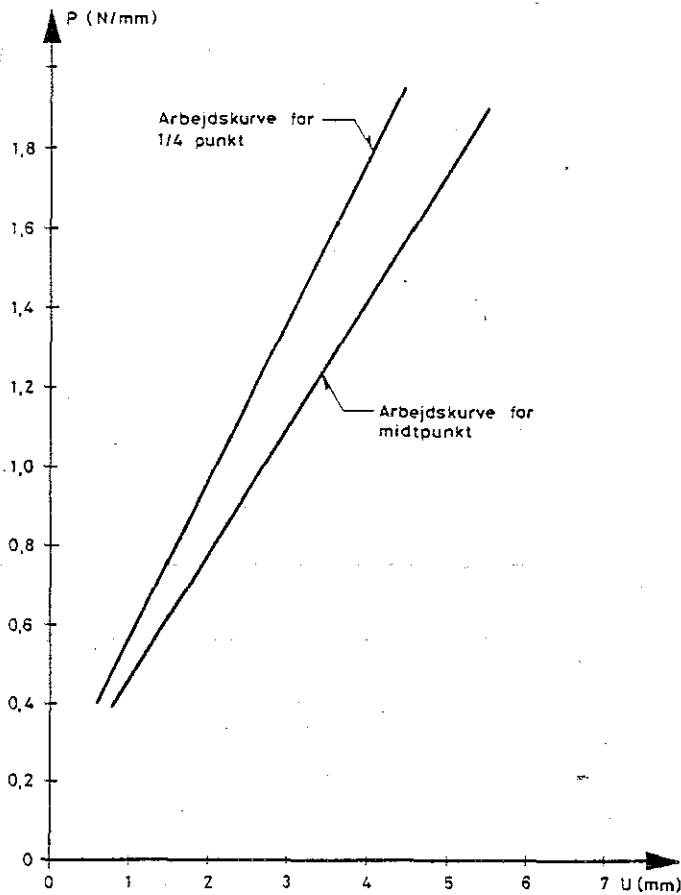


Fig. 2. Arbejdskurver for gulvkonstruktion.

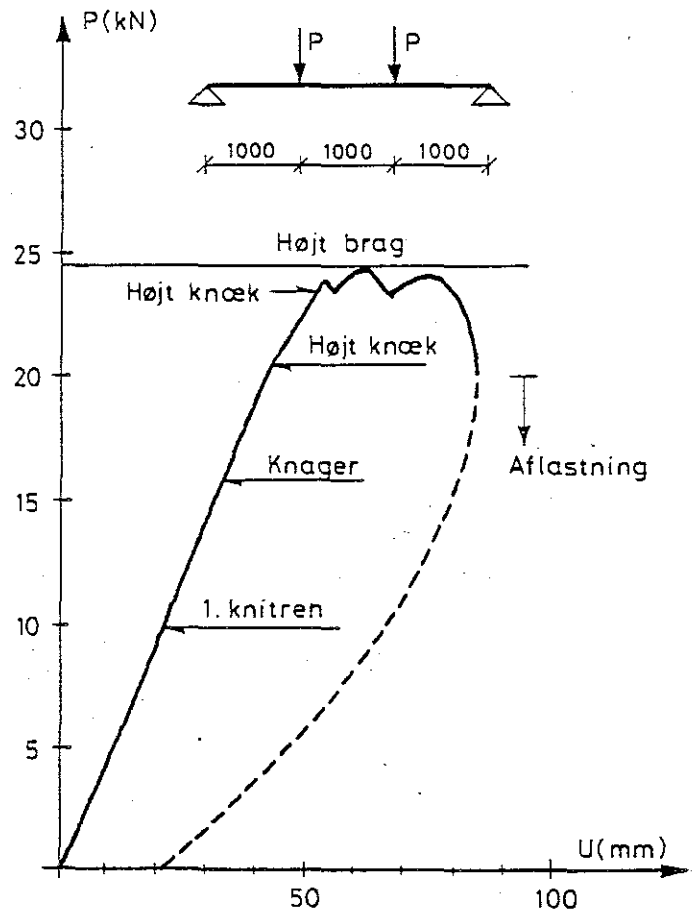


Fig. 3. Arbejdskurve for bjælke.

Bjælkeforsøgene

Fra det belastede etagedæk blev der udtaget to bjælker. På spændeplanet på DIA-B belastedes de til brud i en opstilling, som vist på fig. 3. Arbejdskurven for den ene bjælke er vist på fig. 3. Bjælken er den samme, som den der er beskrevet under dækforsøget og for hvilken der er vist arbejdskurver i fig. 2.

Resultater

Resultaterne af dækforsøget og bjælkeforsøgene er ikke direkte sammenlignelige, da belastningen henholdsvis er en ensfordelt last og to punktlaste. Ved at beregne stivheden, $E \times I$, er det imidlertid muligt at foretage en sammenligning. Resultaterne er vist i fig. 4. Den anslåede usikkerhed på beregninger og målinger er indregnet.

Det ses af figuren, at bjælken alene bidrager med ca. 60% af den samlede konstruktions stivhed. Hvis man antager, at gulvbrædderne bidrager til stivheden ved, at bjælketværsnittet forøges, opnås en beregningsmæssig stivhed, der er sammenlignelig med den målte stivhed for konstruktionen. En forudsætning herfor

er, at der kan overføres forskydningskræfter mellem gulvbrædt og bjælke via søm og friktion, og at der kan overføres trykkræfter fra gulvbrædt til gulvbrædt.

Den beregnede stivhed med gulvbrædder, svarer til en forøgelse af bjælkehøjden men med gulvbræddets tykkelse. Ved beregning er det sandsynliggjort, at der i snittet mellem gulvbrædt og bjælke kan overføres de her påståede forskydningskræfter.

Tværskillevæggen

Tværskillevæggen er en halvtstens bindingsværksvæg med puds på begge sider. Stolper og skråbånd er 100×100 mm nåltræ. Ved skivevirkning optages lodret og vandret last fra overliggende tværskillevægge og vindlasten fra facaden. belastningen fra

de tilstødende etagedæk er beskednen, da dækbjælkerne spænder fra hovedskillevæg til facade.

Inden forsøgene udførtes, blev der foretaget nogle ændringer i tværskillevæggen i de to etager, som forsøget omfattede. Se fig. 5. Døroverligger og udfyldningsmurværk over dørene blev fjernet. Etagedækket udfør dørene blev skåret over 3 steder, for at give plads til kraftpåføring og deformation. Endelig skal ændringerne sikre, at den betragtede konstruktion bliver sammenlignelig med en veldefineret statisk model.

Vægforsøgene

I forsøgene belastedes tværskillevæggen med en vandret enkeltkraft i sit eget plan. Kraft og deformation blev målt med trykcelle

og vejlængdetransducere. Ved at anvende en datalogger opnåedes samtidig aflæsninger. På fig. 5 er vist den påførte kraft, de målte deformationer og den deformerede væg.

Der er i alt udført 3 forsøg. For den vægdel, der vendte mod gården er der for de 3 forsøg optegnet arbejdskurver som vist på fig. 6. I første forsøg var vægdelen intakt, som den var oprindeligt. I det andet forsøg blev udfyldningsmurværket fjernet. I det tredje forsøg blev gulvbrædderne skåret fra. Den vægdel der vender mod gaden virkede som modhold og referencevæg, idet den i alle tre forsøg ikke blev underkastet konstruktive ændringer. Arbejdskurverne for denne vægdel er ikke vist her, fordi kurverne har næsten det samme forløb i alle tre forsøg.

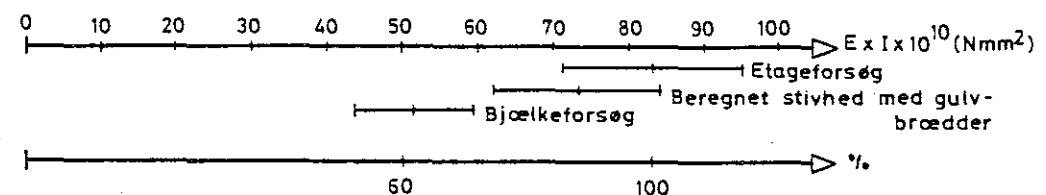


Fig. 4. Sammenligning mellem stivheder funder for henholdsvis bjælke og gulvkonstruktion.

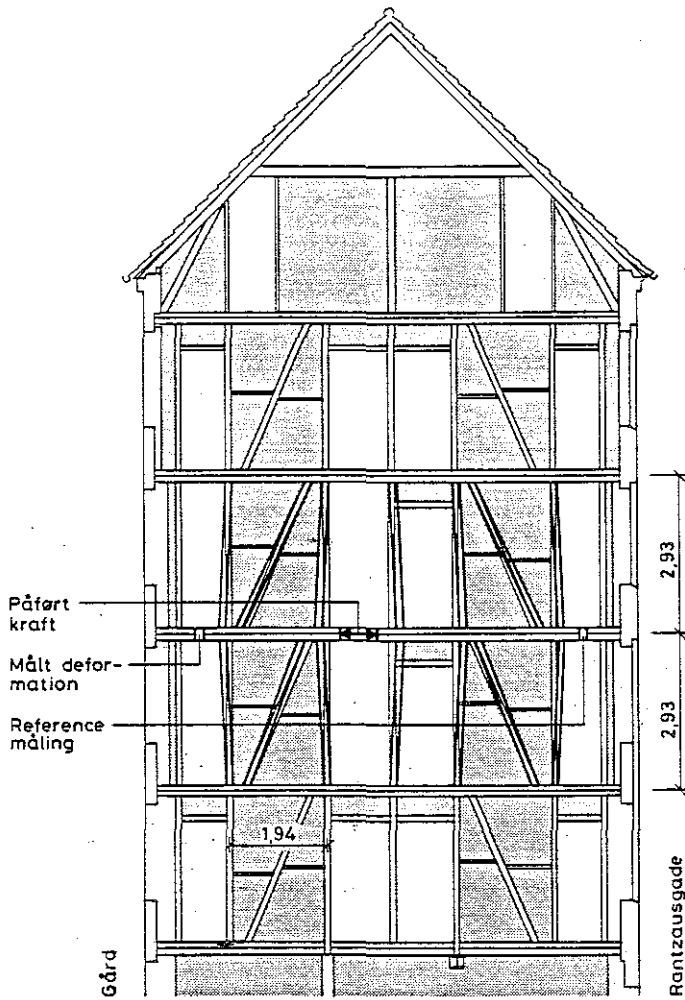


Fig. 5. Deformeret væg, påført kraft, målt deformation.

søg. På denne baggrund antages det, at selve kraftpåføringen og efterfølgende aflastning ikke har tilført vægdelene nogen svækkelse.

Resultater

Gabene mellem de enkelte arbejdslinier antages at give udtryk for den fjernede konstruktionsdels stivhedsbidrag.

Udfyldningsmurværkets bidrag er stort, svarende til 60%. Det må antages, at stivhedsbidraget stammer fra en samvirken mellem murværk og bindingsværk. Virkningen kan være, at udfyldningsmurværket støtter stolperne i bindingsværket og derved nedsætter den fri søjlehøjde. Endvidere kan udfyldningsmurværket tænkes at hindre en glidning i samlinger i bindingsværket. Desuden er der et mindre bidrag fra virkningen fra rør og puds.

Gulvbræddernes bidrag er lille, svarende til ca. 10%. Ved optagningen af gulvbrædderne viste det sig, at de kun var sømmet med få søm til bjælken i tværskillevæggen. Gulvbrædderne var i tværsnit 22x150 mm og samlet med fjer og not.

Indskudsbrædderne var lagt løst op og antages ikke at bidrage til stivheden. De resterende 30% hidrører fra loftsforakling og bindingsværk. Der blev ikke udført forsøg med bindingsværket alene. Hvis også loftsforaklingen blev fjernet, ville væggen ikke være fastholdt mod udbøjning fra sit eget plan, og den ville have en fri søjlehøjde på 2x etagehøjden. I stedet blev et trægitter med geometri som bindingsværksvæggen i 2 etager, med charnierer i alle samlinger og med materialeparametre fundet ved bjælkeforsøgene, beregnet på EDB. Stivheden

fortsættes side 30

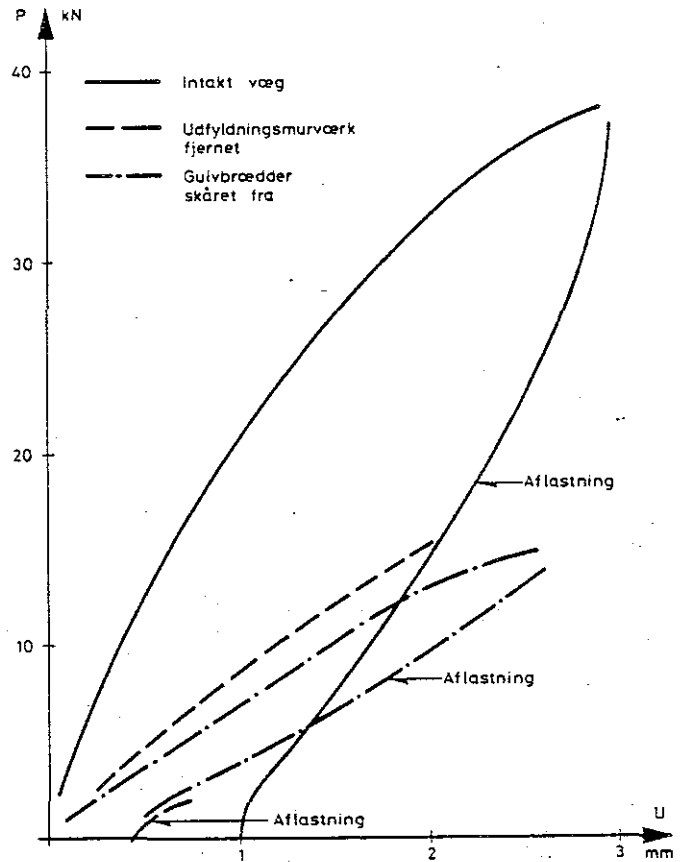


Fig. 6. Arbejdskurve for den på fig. 5 viste kraft og deformation.

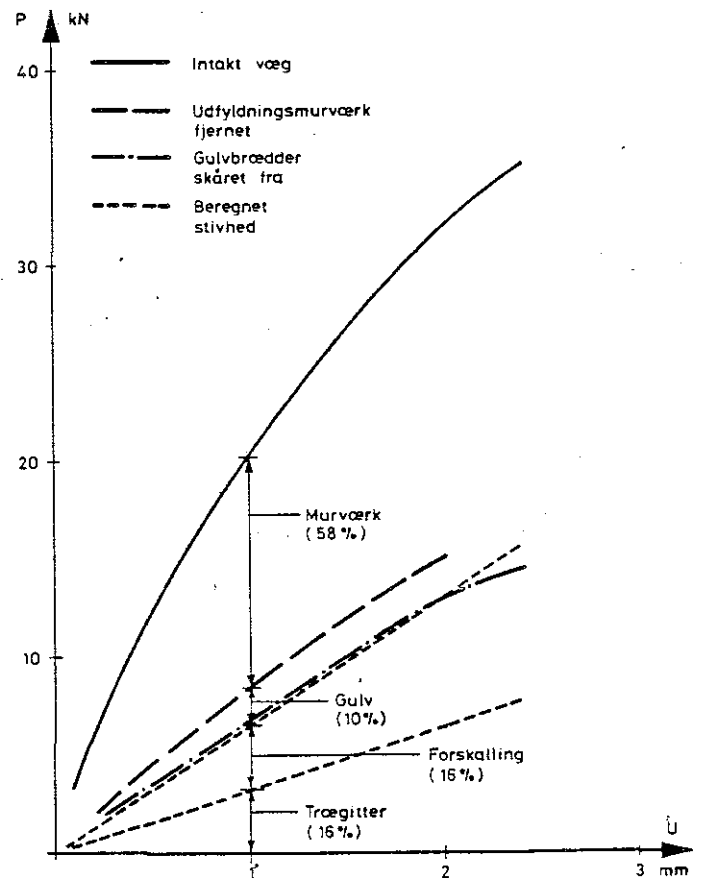


Fig. 7. Analyse og stivhedsbidrag.

Fuldskalaforsøg ...

fortsat fra side 24.

blev beregnet til at svare til 15%. De resterende 15% antages da at hidrøre fra loftsfosekallingen. Fordelingen af de enkelte stivhedsbidrag er vist på fig. 7.

Konklusion

Det skal understreges, at det meget begrænsede antal forsøg der er udført, ikke gør det muligt at anvende resultaterne i praksis. Det er imidlertid vores opfattelse, at lignende forsøg i tilsvarende bygninger vil kunne resultere i, at en del af den konstaterede bæreevnereserve kan udnyttes.

Det synes måske knap så interessant at vide, hvad bjælkerne kan bære incl. bidrag fra gulvbrædderne, fordi en eftervisning af et etagedæks bæreevne oftest base-res på bjælkerne alene. I en situa-

tion, hvor bjælkerens bæreevne er ved at være udtømt, udgør brædderne dog en sikkerhed, der i praksis kan være væsentlig. Dette kan f.eks. være aktuelt, hvis et etagedæk, som følge af igangværende ombygningsarbejder, midlertidigt belastes til grænsen for bjælkerens bæreevne.

Mere aktuelt vil det være, at en væg skal fjernes eller et udfyldningsmurværk erstattes af f.eks. påsømmede plader. Forsøgene viser, at udfyldningsmurværks bidrag er stort. Det må derfor ikke fjernes eller erstattes af andre konstruktioner uden nøjere forudgående overvejelser og beregninger.

Litteratur:

Københavns etageboligbyggeri 1850-1900, Jesper Engeimark, 1983, SBI-rap. 142.