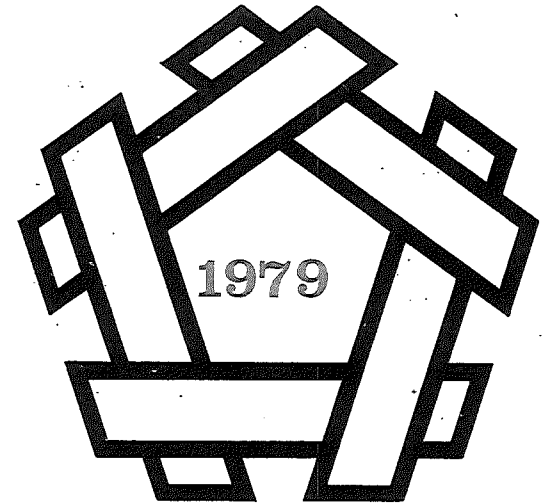


NORDISK TRÄTIDSSKRIFT

NTT



AUC-SBI-TOP

NORDISK TRÆSYMPOSIUM

på Aalborg Universitetscenter, Søhngårdsholmsvej 57, Aalborg, Danmark

den 28.-30. maj 1979

HÆFTE NR. 6

1979

Styrkedata for 100-årige trækonstruktioner

Lektor, civilingeniør Bent-Erik Carlsen, Husbygning, Danmarks Ingeniørakademi, Bygningsafdelingen, 2800 Lyngby

Arkitekt Jesper Engelmark, Kunstakademiets Arkitektskole, Institutet for Byggeteknik, 1055 København K

To væsentlige forhold var baggrunden for det samarbejde, der i godt et år har været mellem de to institutioner vedrørende undersøgelse af de styrkemæssige egenskaber ved gamle bygningsmaterialer, især fra københavnske beboelsesejendomme fra sidste halvdel af det nittende århundrede:

Det første var forstemmelsen ved at se, at man i vore genbrugstider kasserer gammelt tømmer fra nedrivninger. Man skulle i det mindste kunne forvente, at det blev brugt til energifremstilling og opvarmning af huse, men det er ikke tilfældet, - det bliver smidt på lossepladsen, fordi *det* er billigere end at lække det af på fjernvarmeværket! Det optimale ville naturligvis være at genbruge bygningen med tømmeret på den plads, hvor det oprindeligt var placeret, men nogle bygninger skal jo saneres for at tilfredsstille nutidens krav til de sundhedsmæssige og brandtekniske forhold.

Det andet var en konstatering af, at en relativ lille del af den samlede forskningsindsats - der i sig selv er numerisk lille - i byfornyelsens problematik drejer sig om de rent byggetekniske aspekter. Langt den største del af forskningen har økonomisk, social eller administrativ karakter. Uden at anfægte det samfundsmæssigt relevante i undersøgelser af denne art, må det trods alt understreges, at det er de eksisterende bygninger, der er den fysiske baggrund for selve byfornyelsen.

Der savnes især en grundlæggende viden om den tekniske kvalitet af materialer og konstruktioner i den berørte bygningsmasse, som en vigtig del af grundlaget for prioritering og planlægning af byfornyelsesprocessen. Dette gælder såvel i den mere overordnede fysisk-økonomiske planlægning som i den konkrete vurdering af indsatsen i det enkelte hus.

Man har i flere tilfælde konstateret, at et sundt hus er blevet saneret på bekostning af et konstruktivt ringere, ud fra økonomiske og administrative forudsætninger. På denne baggrund er de her beskrevne undersøgelser blevet iværksat.

Der er taget udgangspunkt i den del af de fleretagers beboelsesejendomme, der i sidste halvdel af forrige århundrede blev opført i de københavnske brokvarterer. Af hensyn til de udenlandske læsere skal det nævnes, at der er tale om de landområder uden for Københavns volde, som blev frigivet af militæret ved flytning af demarkationslinien i 1852 [1], [2].

Denne bygningsmasse har for den største dels vedkommende været betragtet som udslidt i teknisk henseende, og var indtil for nylig påregnet nedrevet til fordel for nybyggeri.

Disse bygninger var opført næsten udelukkende af 2 materialer: træ og murværk. Som eksempel på undersøgelser af tekniske delproblemer indenfor disse materialegrupper er der indtil nu foretaget bøjningsforsøg med træbjælker fra et forhus, bygget 1882, og trykforsøg med mursten og murværkspartier fra et baghus, bygget 1875.

Begge undersøgelser er i omfang af resultater små, og der kan ikke drages generelle kvalitetsbetragtninger herudfra. Men hensigten med forsøgene er også at bedømme, hvorvidt baggrundsmaterialet er til stede for at udføre bredere anlagte og dyberegående undersøgelser af forekommende bygningstekniske kvaliteter.

Bjælkerne til bøjningsforsøgene er taget fra huset Jærggade 17-19, matr. nr. 750 Udenbys Klædebo kvarter. Det blev nedrevet 1977 i forbindelse med saneringen af området begrænset af Rantzausgade, Kapelvej, Åboulevarden og Brohusgade. Området i almindelighed og især den karré, hvori huset lå, var og er stadig karakteriseret ved en meget homogen bygningsmasse, hvad angår alder, kategori og størrelse.

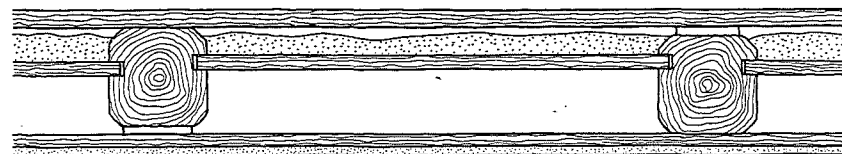
Etageadskillelserne

Københavns byggelov af 1871 var gældende i 18 år. I disse år opførtes i København omkr. 3300 beboelsesbygninger med ialt ca. 42000 lejligheder. Den samlede mængde af etageadskillelser i denne bygningsmasse udgjorde op mod 2,5 mill. m². Den efterfølgende beskrivelse af etageadskillelse og deri indgående bjælker i Jærggade 17-19 omfatter ca. 1100 m² og må i denne sammenhæng være repræsentant herfor.

Den nøje overensstemmelse med gældende byggelov, som husets ydre mål og overordnede konstruktion udviser, genfindes i den detaljerede udførelse af træbjælkelagene, se figur 1.

De nedenfor gengivne bestemmelser om etageadskillelsers konstruktion iflg. Københavns byggelov af 1871 var alle opfyldt - målmæssigt formulerede krav blev efterprøvet ved kontrolmålinger; øvrige krav konstateredes at

opfyldt efter gængs praksis, som beskrevet i byggeteknisk litteratur fra denne periode [3].



Figur 1. Typisk, lodret snit i etageadskillelsen, mål ca 1:10.

§8: "Bjælkerne i en Bygning skulle have et Tversnit af mindst 6 Tommer i Kvadrat, naar Afstanden imellem Understøttelserne ikke er over 5 Alen. For hver halve Alen, som denne afstand tiltager, skal der lægges 1/3 Tomme til Siden i Bjælkens kvadratiske Tversnit.

Man kan ogsaa vælge andre rektangulære Tversnit end kvadratiske, naar Bredden deri er mindst halv saa stor som Høiden og Tversnittet i det Mindste har vundet halvt saa meget i Høide, som det har mistet i Brede."

§9: "To Bjælkens Afstand maa i Gjennemsnit ikke være over 1½ Alen fra Midte til Midte, og idetmindste 1/3 af Bjælkernes Antal maa forsynes med et forsvarligt Anker i begge Ender, saaledes at disse Ankeres Afstande ikke overstige 4½ Alen, hvilken Afstand ogsaa maa iagttages ved Endegavlens Tilslutning med Ankere til Bjælken."

§10: "I Bjælkelagene over og under enhver Beboelsesleilighed skal der anbringes Indskud af Bræder; dette Indskudsdekke skal bedækkes med et 2 Tommer tykt Lerlag. Hvor Bjælkerne ere smallere end 7 Tommer, maa Bræderne kun indskydes i Bjælkerne, naar disse gøres saameget høiere end i §8 bestemt, som Halvdelen af Fordybningen i Bjælken udgjør; i modsat Tilfælde skal Indskudsdekke hvile på Lægter, fastgjort til Bjælkernes Sider."

Som supplement til de specifikke konstruktionskrav står i lovens §16:

"Ethvert Bygningsarbejde skal udføres paa forsvarlig Maade, og dertil skal anvendes gode og paalidelige Materialier."

Bjælkerne

Bjælkerne i Jærggade 17-19 var firhugget tømmer med kvadratisk tværsnit, forsynet med noter i siderne til bæring af indskudsbrædderne.

Muligheden iflg. §8 for at bruge tømmer med rektangulært tværsnit blev yderst sjældent benyttet - der lå ikke nogen økonomisk besparelse heri. Det samme gælder den alternative anvisning på fastgørelse af indskudsbrædder. Maksimal spændvidde i bygningen var 6½ alen. En umiddelbar betragtning af

ordlyden i §8 giver dimensionskravet 7×7 tommer i tværsnit. Imidlertid blev §8 fortolket sådan, at 6×6 tommer var tilladt anvendt op til en spændvidde af 5½ alen, hvorved den krævede dimension generelt nedsattes med 1/3 tomme.

Alt tømmer, der brugtes til husbygning i København, var importeret. Måleenheden i de fleste europæiske lande var tommen, men den var forskellig i faktisk størrelse fra land til land. Af praktiske grunde godkendte bygningsmyndigheden derfor forekommende udenlandsk tommemål som svarende nominelt til dansk, hvad angik tømmerens tværsnitsmål - en praksis, som selv efter metersystemets indførelse (Lov af 4. maj 1907) var gældende langt op i dette århundrede.

Bjælkerne i bygningen skulle med baggrund i ovennævnte og den formodede svenske herkomst, som senere beskrevet, være min. 165×165 mm (1 svensk tomme = 24,7 mm). De udtagne prøvebjælkers tværsnitsmål er i gennemsnit 170×170 mm, højdemålet varierer mellem 164 og 175 mm og breddemålet mellem 160 og 175 mm. (Hvis man tager hensyn til revnerne, ligger bredden mellem 80 og 175 mm.) Faktisk forekommende dimensioner er altså større end krævet efter lovgivningen. Det skyldes, at tømmer blev handlet i hele tommemål. Udgangstværsnittet var derfor 7×7 svenske tommer, men fordi tømmeret sjældent var helt lige, måtte bjælkelaget afrettes ved behugning og/eller påforing.

Træet

et har ikke været muligt at bestemme bjælkerens oprindelse på anden måde end ved udelukkelsesmetoden - en almindeligvis anvendelig, men i dette tilfælde bortkommet, kilde er brandtaksationer foretaget under byggeriet.

Af Danmarks import af tømmer i perioden 1877-82 udgjorde den gennemsnitlige import fra Sverige 68%, fra Norge 23%, fra Preussen 5% og fra Rusland 2%. Heraf blev op mod 25% importeret til København. Tømmer fra Rusland og Preussen ("Pommersk fyr") var som regel af større dimension både i tværsnit og længde end påkrævet i boligbyggeriet og (bl.a. af denne grund) dyrere pr. kubikfod end norsk og svensk. Yderligere understøttet ved de små importmængder, kan det derfor udelukkes, at bjælkerne i Jærggade 17-19 skulle stamme herfra.

Af den opdeling i hovedgrupper, der er anvendt i statistikken over import af tømmer, fremgår det, at langt den overvejende del af den norske import gik til andre toldsteder end København, og selvom hele den mulige del af importen fra Norge gik til København, ville den kun udgøre en lille brøkdel af den tilsvarende svenske.

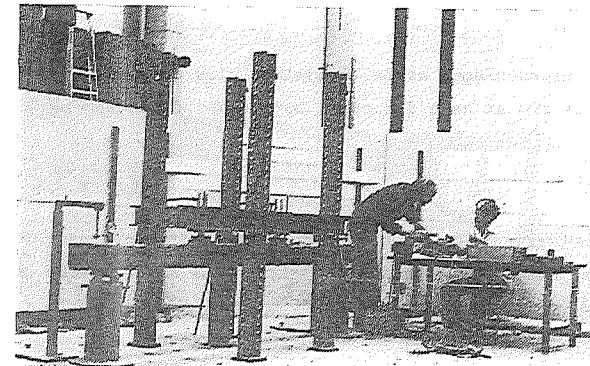
Det må på denne baggrund antages, at bjælkerne var af svensk oprindelse, sandsynligvis fra det sydlige Sverige, efter tidens byggetekniske litteratur at dømme.

Forsøgene

Alle forsøg blev udført på laboratoriet ved Danmarks Ingeniørakademi. Foruden bøjningsforsøg med 10 bjælker blev der foretaget trykprøvning af 5 stk 20 20 50 mm klodser fra hver bjælke. Resultaterne fremgår af tabel 1. Figur 2 viser forsøgsopstillingen, hvor de 3 meter lange bjælkestykker blev belastet i 1/3-delspunkterne. Nedbøjningen blev målt for bestemmelse af E-modulet, og en typisk arbejdskurve er vist på figur 3.

Nr.	Type	h mm	b _{min} mm	F·10 ⁻³ mm ³	I·10 ⁻³ mm ⁴	M _{br} kNm	Y _{min} mm	W _{min} ·10 ⁻³ mm ³	σ _{br,M} N/mm ²	E _o /mm ²	σ _{br,C}
01	Fyr	175	110	25,4	96	36,1	78	1231	29	8250	56
02	Fyr	165	95	26,3	62	28,8	82	756	38	13250	70
03	Fyr	175	135	27,6	66	29,0	76	868	33	10050	64
04	Fyr	170	85	23,2	58	23,5	75	733	30	9900	60
05	Gran	185	135	27,3	68	48,3	88	773	63	17700	48
06	Fyr	170	90	25,1	53	23,0	79	671	34	8700	48
07	Gran	170	115	27,2	63	26,2	86	733	36	15700	58
08	Fyr	185	80	27,5	71	32,2	90	789	41	11550	54
09	Gran	170	105	27,9	97	27,6	81	1198	23	8890	71
10	Fyr	175	140	24,8	66	21,9	80	825	27	8700	51
g []		174	109	25,9	70	29,7	82	858	35	11300	58

Tabel 1. Resultatoversigt. Modstandsmoment W_{min} og mindste afstand fra 0-linie til kant Y_{min} er fundet ved opmåling. σ_{br,M} er den formelt beregnede bøjningsbrudspænding og σ_{br,C} er den målte trykbrudspænding for de små klodser.



Figur 2. Forsøgsopstillingen.

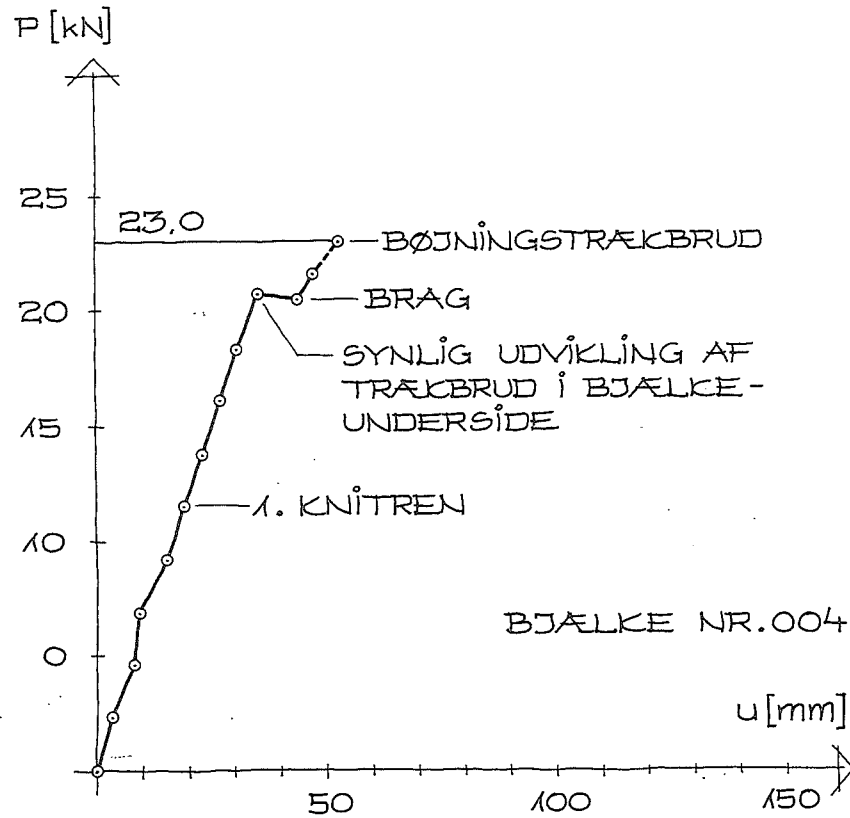


Fig. 3. Typisk arbejdslinie for bjælke. Eksemplet udviser bøjningsbrud, hvilket var tilfældet for 8 bjælker. De 2 sidste udviste forskydning ved vederlaget.

I forbindelse med afprøvningen af de 10 bjælker blev der indkøbt 3 "nye" 175×175 mm, der viste sig at have den samme bøjningsbrudspænding på 35 MN/m².

Konklusion

På trods af mange udtørringsrevner og vankanter samt udfræsninger til indskudsbrædderne viser det sig, at de gamle bjælker hvad angår styrke og stivhed er fuldt på kvalitetsniveau med en ny bjælke. Med den ressourceknapthed og de priser, vi har i dag, må det nærmest betegnes som uanstændigt, at vi blot kasserer gammelt tømmer. Det kan udmærket genanvendes fx

i flåkket form til bjælker og strøer. Endvidere vil forsøg, som de her omtalte, give materialedata til rådgivende ingeniører mv til brug ved ombygninger, der medfører konstruktionsændringer.

Litteratur

- [1] Langberg, H.: Uden for voldene, København 1952.
- [2] Ejler Rasmussen, S.: København, København 1969.
- [3] Berholdt, J.D.: Veiledning i Husbygningskunst, København 1875.