

Forsøg med forskellige Bygningssten med Hensyn til deres Modstand mod Knusning

W. Toussieng

Tidsskrifter

Den Tekniske Forenings Tidsskrift. 1882-83

1883

Forsøg med forskellige Bygningssten med Hensyn til deres Modstand mod Knusning.

Af Baneingeniør **W. Toussieng.**

Fra den 1ste November 1880 indtil den 1ste Oktober 1881 foretoges der af Forfatteren paa Statsbanernes Vegne Knusningsforsøg med Betonprøver af forskellige Cementsorter og forskellige Blandingsforhold, og da Apparaterne en Gang være til Stede, blev der lejlighedsvis ogsaa foretaget Forsøg med andre Bygningssten, navnlig Mursten. Det, der i det følgende i Korthed er meddelt, er Fremgangsmaaden ved Forsøgene og disses Gjennemsnitsresultater.

I. Beton.

Betonprøverne blev tilberedte af Cement, Sand og Skærver i Form af Kuber med ikkun 4" i Siden, hvorfor Granitskærvernes Størrelse ikke maatte overstige 1/2". For at faa de smaa Træformer godt udfyldte, maatte der arbejdes med temmelig fugtig Beton, hvorfor Prøverne altid henstode nogle Dage i Formerne, for at det overflødige Vand kunde trække bort og Prøverne tages ud af Formerne i ubeskadiget Tilstand. I øvrigt anvendtes der ikke mere Omhu med Betonens Tilberedelse, end man plejer at anvende i det praktiske Liv. Blandt de undersøgte 9 Cementsorter vare 2 danske, 2 holstenske, 3 Stettiner og 2 engelske, og af hver af disse Sorter støbtes Prøver af Blandingsforholdene 1:2:4, 1:3:6, 1:4:8 og 1:5:10, altid 60 Prøver af hvert Blandingsforhold. Af disse 60 Prøver opbevaredes 30 Stkr. i Luften, 30 Stkr. under Vand i et Lokale, hvor Temperaturen aldrig var under 5° R.

Efter 1 Maanedes Forløb paabegyndtes Knusnings-

forsøgene med et selvlavet Vægtstangsapparat, se Figuren, hvis Bjælke bestaar af 2 Stkr. 21' lange Jærnbanseskinner, der vende Foden mod hinanden og ere nittede sammen. Bjælken drejer sig om en 1 1/2" tyk Staalbolt og er inddelt i tyve lige store Dele, hvoraf hver er 1' dansk. Under hvilken Inddeling Prøven skal anbringes, retter sig efter dens forventede Modstandsevne, og end videre kan Belastningens Størrelse varieres; men dens Plads er uforandret i Inddeling 20. Mellem Belastningen og Betonprøven anbringes en Opklodsning, som ved Kiler stadig holdes tæt under Bjælken, da Stødet ellers ved Prøvens pludselige Knusning vilde ødelægge Apparatet.

Betegnelser.

- n — den Inddeling, hvorunder Betonprøven er anbragt.
- R_n — den Reaktion, som Prøven maa udøve for at holde Ligevægt med Belastningen.
- p — Modstand mod Knusning pr. □" af Betonprøvens øverste Flade.
- P_1 — Bjælkens Vægt, virkende i Inddeling 10.
- p_2 — Vægtskaalens egen Vægt.
- P_2 — Den hele paa Vægtskaalen lagte Vægt.

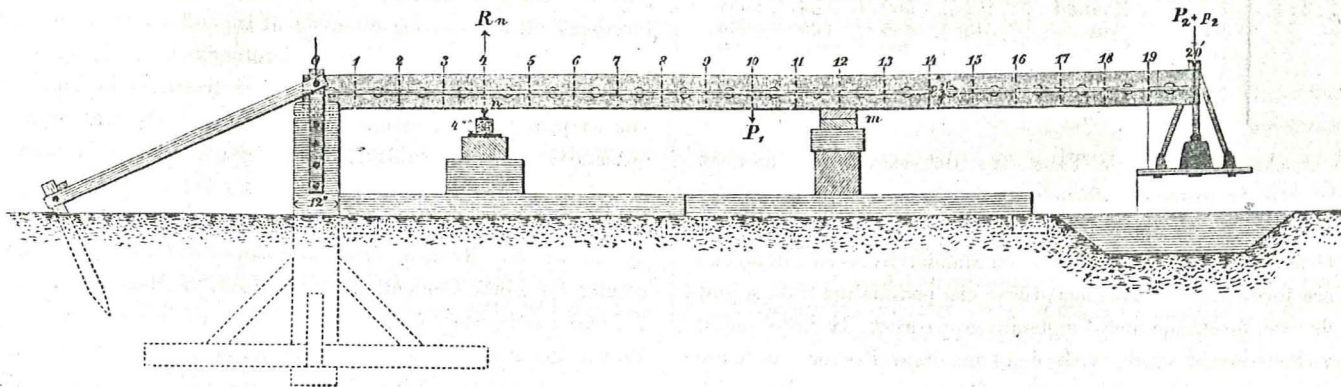
Man har da:

$$n \cdot R_n = P_1 \cdot 10 + (P_2 + p_2) 20,$$

men $p = \frac{R_n}{16}$, altsaa:

$$n \cdot p \cdot 16 = P_1 \cdot 10 + (P_2 + p_2) 20$$

$$\text{eller } p = \frac{5}{8} \cdot \frac{P_1 + 2(P_2 + p_2)}{n} \text{ pr. □"}$$



Allerede 3 Maaneders Prøverne af de bedste Blandinger udfordrede for at knuses en meget betydelig Belastning paa Apparatets Vægtskaal, men de 6 Maaneder gamle Prøver viste det sig umuligt at knuse, da hele Pælen med sit Kryds og den omkringfrosne Jord løftede sig. Det Apparat, hvori disse sidst nævnte Prøver knustes,

er en meget svær hydraulisk Presse, der kan udholde en Spænding af 120 Atmosfærer og virker meget jævnt og uden Stød, hvorfor Resultaterne sikkert maa være paalidelige, navnlig da den største Spænding, som udfordredes til Prøvernes Knusning, ikke oversteg 40 Atmosfærer.

Blandingsforhold.	Opbevaret i Vand.				Opbevaret i Luften.			
	Vægt pr. Kub. f.	Modstand mod Knusning pr. □".			Vægt pr. Kub. f.	Modstand mod Knusning pr. □".		
		1 Maaned	3 Maaneder.	6 Maaneder.		1 Maaned.	3 Maaneder.	6 Maaneder.
1:5:10	138.5 \bar{u}	112 \bar{u}	180 \bar{u}	740 \bar{u}	131.6 \bar{u}	140 \bar{u}	250 \bar{u}	920 \bar{u}
1:4:8	139.8 —	182 —	335 —	993 —	135.0 —	217 —	431 —	1075 —
1:3:6	142.9 —	298 —	491 —	1066 —	137.5 —	351 —	577 —	1192 —
1:2:4	145.8 —	529 —	771 —	1530 —	140.9 —	583 —	887 —	1654 —

Resultaterne ere fremkomne som Middeltal af efterstaaende Tal, der nærmere vise, hvor store Variationer der kunne forekomme paa begge Sider af Middelværdierne:

Blandingsforhold.	Opbevaret i	Alder.	Modstand mod Knusning i \bar{u} pr. □".			
			2 engelske Sorter.	2 danske Sorter.	2 holstenske Sorter.	3 Stettiner Sorter.
			1:5:10	Luft	1 Maaned	100
	Vand	do.	56	100	125	150
	Luft	3 Maaneder	220	230	220	310
	Vand	do.	160	135	140	240
	Luft	6 Maaneder	710	955	740	1145
	Vand	do.	610	720	775	814
1:4:8	Luft	1 Maaned	190	190	240	238
	Vand	do.	155	180	205	184
	Luft	3 Maaneder	435	380	475	400
	Vand	do.	365	310	375	315
	Luft	6 Maaneder	945	1045	1110	1157
	Vand	do.	860	940	1200	980
1:3:6	Luft	1 Maaned	310	260	445	377
	Vand	do.	280	260	395	270
	Luft	3 Maaneder	480	485	735	600
	Vand	do.	445	360	565	560
	Luft	6 Maaneder	1005	1070	1340	1367
	Vand	do.	895	960	1090	1234
1:2:4	Luft	1 Maaned	412	600	666	634
	Vand	do.	345	485	630	614
	Luft	3 Maaneder	594	780	1380	823
	Vand	do.	508	620	1304	692
	Luft	6 Maaneder	1268	1400	2275	1666
	Vand	do.	1146	1400	2005	1554

Af ovenstaaende Tabel ses det strax, at Betonens Styrke er tiltaget uforholdsmæssig stærkt i de sidste 3 Maaneder i Sammenligning med de to foregaaende, og Grunden hertil maa søges i den Maade, hvorpaa Forsøgene ere foretagne. Maanedsprøverne ere paalidelige nok, skjønt de ere foretagne paa Vægtstangsapparatet, da dette endnu virker meget godt ved den for disse Prøver fornødne Belastning. Ligeledes maa de Tal, der ere opførte under

6 Maaneders Prøverne, anses for at være paa det allernærmeste de rigtige Gjennemsnitstal for Betonens Styrke; derimod have 3 Maaneders Prøverne givet for lave Resultater, dels paa Grund af de stærke Rystelser, som ere uundgaelige, naar større Vægtlodder hensættes paa en 20' lang Vægtstang, dels paa Grund af Bjælkens undertiden stærke Bøjning og øvrige Bevægelser i Apparatet, naar Belastningen overskræd en vis Grænse. Afsættes Tallene i Tabellen som Punkter i et Koordinatsystem, hvis Abscisser ere Prøvernes Alder i Maaneder, og hvis Ordinator er Modstanden mod Knusning i \bar{u} pr. □" af Prøvens Overflade, saa fremtræder ogsaa her den før nævnte Omstændighed, at Resultaterne af 3 Maaneders Prøverne gennemgaaende ere for lave, hvorfor Kurven ikke kan trækkes kontinuerlig gennem de fire bestemmende Punkter uden en Inflexion.

I øvrigt forekom der store Uregelmæssigheder i Styrken for Prøver af samme Cementsort, samme Alder og Blandingsforhold, og disse Variationer stode ikke i nogen Forbindelse med det benyttede Apparat, da de gjentog sig for begge Apparater, men maa snarere søges forklarede ved en uensartet Fordeling af Cementen i de paa én Gang tilberedte 60 Prøver, skjønt Blandingen foretoges med Omhu og efter de af Ingeniørkorpset fulgte Regler. Nogle enkelte Forsøg foretoges med gennemfrosne Prøver, der, saa længe de vare frosne, ikke kunde knuses paa det omstaaende Apparat, men efter at være optøede i et Lokale faldt fuldstændig fra hinanden ved en meget ringe Belastning.

Kalkbeton af samme Sættning, som er benyttet til en Remise paa Jærnbastationen i Grenaa, nemlig $\frac{1}{3}$ Maal Cement, 1 Maal Kalk, 3 Maal Sand og 7 Maal runde Sten (harpet Grus), hvoraf der støbtes 60 Prøver, der alle opbevaredes i Luften, gav følgende Resultat: Vægt pr. Kub. frisk = 136 \bar{u} — efter 6 Maaneder 125 \bar{u} .

Modstand mod Knusning — 1 Maaned — 22 \bar{n} pr. \square “,
3 Maaneder — 38 \bar{n} , og 6 Maaneder — 50 \bar{n} pr. \square “.

2. Andre Bygningssten.

Styrkeprøver med en stor Mængde Mursten fra 10 forskellige Teglværker i forskellige Egne af Jylland, gavede følgende Resultater:

	Vægt pr. tørr	Kub. mættet med Vand	Modstand mod Knusning pr. \square “
Haandstrøgne Mursten . .	103 \bar{n}	117 \bar{n}	540 \bar{n}
Pressede mellembændte do.	107.2 —	123 —	780 —
Fyrhulsten	109.5 —	117 —	940 —
Pressede, helbrændte, røde og flammede . .	105.4 —	118.5 —	1220 —
do. do. Gulvsten	102.0 —	121.0 —	1230 —
do. do. hvide Façadesten	106.5 —	119.5 —	1850 —
Haardbrændte Mursten . .	112.0 —	123.0 —	2220 —
Klinker	125.0 —	—	3020 —

Heraf ses det, at hvad Styrken mod Knusning angaar, staa de almindelige helbrændte pressede Mursten og Gulvsten over 6 Maaneder gammel Beton af Blandingen 1 : 3 : 6.

End videre anstilledes Forsøg med neden for nævnte Bygningssten:

	Vægt pr. tørr	Kub. mættet med Vand	Modstand mod Knusning pr. \square “
Limsten fra Stevns Klint . . .	107 \bar{n}	119.5 \bar{n}	460 \bar{n}
Kalksten fra Faxe Bakke, blødere			
Varietet	123 —	126.7 —	1160 —
do. do. haardere do.	156 —	—	3500 —
Ildfaste Mursten fra Høganæs.	114 —	—	750 —
do. do. , engelske . . .	105 —	—	1040 —
Gulvflisesten fra Sarreguemes	—	—	4500 —
Dansk, grovkornet, rød Granit (løs) Vægtf. = 2.617			3000 —
Blaa Granit fra Bornholm	—	= 2.643	6000 —
Grøn do. , svensk	—	= 2.748	6800 —

Om de danske Alkoholometre.

Af Dr. phil., Lektor S. M. Jørgensen.

I. De ældre Alkoholometre.

Det første her i Landet anvendte Alkoholometer var efter *F. H. Müller**) opfundet af *Ole Rømer* og forfærdiget af Sølv. Jeg har hidtil ikke kunnet forskaffe mig nærmere Oplysning i saa Henseende. Af en haandskrevet Kladebog**), som Rømer har efterladt sig, ses det vel, at han har beskæftiget sig meget med Aræometri, men særlige Notater om et Alkoholometer findes ikke. Imidlertid kan det ikke betvivles, at det i 12 Grader inddelte Elfenbensalkoholometer, som Müller omtaler***) som „den gamle Gradérstok“, og hvoraf endnu haves et Exemplar i Generaldirektoratet for Skattevæsenet, har været en Kopi, om end rimeligvis en slet Kopi af Rømers. Om Princippet for dets Inddeling foreligger, hvorvel i indirekte Form, Oplysning i Müllers Arbejde. Han foretog sig nemlig 1784 paa Opfordring af Generaltoldkammeret at indrette et Alkoholometer, der kunde bruges ogsaa til stærkere Vinaand, end man kunde prøve med

den gamle Gradestok, men besluttede sig efter forskellige Overvejelser til at beholde det gamle Inddelingsprincip og kun forsøge Gradernes Antal. I dette Øjemed blander han forskellige Rumfang Vinaand og Vand og bestemmer ved Forsøg, hvor dybt hans Flydevægt deri synker. Saaledes danner han følgende Blandinger: 36 Rumfang Spiritus og 6 Rmf. Vand, 35 : 6, 34 : 6 8 : 6, 7 : 6, 6 : 6, 6 : 7 og 6 : 8 og faar derved 33 Grader. Blandingen sker og Vædskerne graderes ved Vandets Frysepunkt, og ved en Tabel angives, hvad Alkoholometret viser ved andre Varmegrader, nemlig i „koldt ($\div 2$ til $+ 2^{\circ}$ R.), tempereret ($+ 3$ til $+ 8^{\circ}$ R.) og hedt ($+ 9$ til $+ 14^{\circ}$ R.) Vejrligt“. Instrumentet blev indrettet af Sølv, fordi Elfenbensgradestokke vise forskelligt „eftersom de komme oftere eller sjældnere i Vædsken“*). Müller bemærker nu, at naar man blander 8 Rumfang rent Vand og 6 Rmf. alkoholiseret Spiritus**), saa faas en Brændevin,

*) Om en forbedret Brændevinsprøver, Kbhvn, 1789, S. 4. — *Frantz Henrich Müller* f. 1732, d. 1820, stiftede bl. a. den kgl. Porcellænsfabrik.

**) *Adversaria Rømeri*. Univers. Bibl. Donatio var. Fol. Nr. 16.

***) Kgl. d. Vid. Selsk. Skrifter. Ny Samling, 3, 204, 1788.

*) Om nogle ældre mislykkede Forsøg paa at forbedre det gamle Alkoholometer, s. *L. V. Scheel*: Brændevinsbrændingen i Danmark, Kbhvn, 1877, S. 75.

**) Paa dette Sted bruger M. vel Udtrykket „Unzer“, men det fremgaar af hele Konteksten, at han mener Rumfang og blot foretager Afmaalingen i et Unzglas.