

Betongfasthet bestemt ved hjelp av Schmidhammer

**Strength of concrete in compression determined
by the Schmidhammer**

**Av sivilingeniør Henry Hansen og
sivilingeniør David Togba
Norges byggforskningsinstitutt**

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



Betongfasthet bestemt ved hjelp av Schmidthammer

AV SIVILINGENIØR HENRY HANSEN OG
SIVILINGENIØR DAVID TOGBA
Norges byggforskningsinstitutt

Innledning

Ifølge NS 427 A [1] kan betongens trykkfasthet bestemmes ved hjelp av slaghammer. Den er dog gitt et meget begrenset virkefelt idet det angis at den bør brukes til bestemmelse av betongfastheten ved tidlig forskalingsriving, men den er ikke tatt med under de metoder som kan brukes til bestemmelse av betongfastheten i bygget når prøvene viser for liten fasthet (punkt 3.5.2. i NS 427 A, del 1).

Årsaken til den begrensede bruk av slaghammer er selvsagt at man er usikker på hvor nøyaktige resultater den gir. Det er riktignok gitt bestemte regler for kalibrering av slaghammerne, men det er selve reproducerbarheten man er usikker på.

Norsk Cementforening og Norges byggforskningsinstitutt som begge har slaghammerne, ble for en tid siden enige om at det nå var på tide å undersøke de tre slaghammerne man hadde og om mulig justere dem.

Arbeidet ble utført ved Norges byggforskningsinstitutt. Erfaringene er såpass lærerike at Norges byggforskningsinstitutt gjerne vil gjøre resultatene kjent.

Prøvenes utførelse, prøveresultater

De tre slaghammerne var av typen Schmidt. Før undersøkelsen startet, ble samtlige hammerne kalibrert mot en prøveambolt av stål. Det ble brukt vanlige prøvestykker som ble fastspent i trykkprøvemaskinen slik som angitt i NS 427 A. Hvert prøvestykke ble gitt 10 slag av hver av de 3 hammerne. Middeltallet av 10 slag (avrundet til nærmeste hele tall) ble så regnet som slagtallet for vedkommende hammer og prøve.

I NS 427 A, del 2 er angitt at observasjoner som avviker sterkt fra midlet, skal settes ut av betraktning. Det hadde kanskje derfor vært riktigere å regne med medianen i stedet for middeltallet, men for de foreliggende prøver hadde dette gitt noenlunde samme resultat.

Det ble undersøkt hvor mye slagtalene kunne variere for en enkelt prøve. Man regnet ut variasjonsbredden R (differensen mellom største og minste slagtall) for de 10 slagene og ut fra dette beregnet standardavviket. Hvis

man kjenner variasjonsbredden R, kan man tilnærmet beregne standardavviket ut fra formelen

$$s = \frac{R}{k}$$

Konstanten k finnes i tabeller og den er avhengig av hvor mange verdier man har når R bestemmes f. eks. for $n = 10$ er $k = 3,08$.

Man fant da for de 3 hammerne:

Slagtallets standardavvik	Hammer		
	1	2	3
Standardavvik til middeltallet av 10 slagtall	0,55	0,54	0,54

Med så stor spredning synes det fornuftig å avrunde middeltallet til nærmeste hele tall.

Beregning av kalibreringskurver og korrelasjon mellom fasthet bestemt ved trykkprøving

For hver hammer er det en kurve som angir betongfastheten som funksjon av slagtallet. Når man unntar de aller laveste fastheter har kurven ligningen $\sigma_b = 0,26 \cdot S^2$ (se figur for slaghammer 1) hvor σ_b er terningfastheten og S slagtallet.

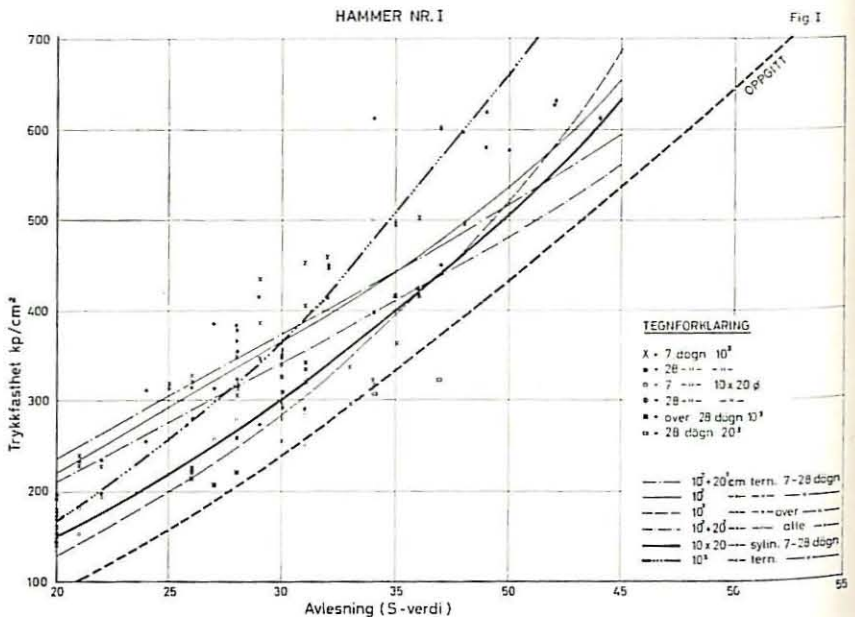
Man antok derfor at kalibreringskurven må ha følgende form:

$$\sigma_b = A \cdot S^n$$

hvor A og n er konstanter.

Foruten konstantene A og n har man i tabell I regnet ut korrelasjonskoeffisienten r og variasjonskoeffisienten v.*) Denne siste er angitt i % og er et mål for den spredning man kan vente seg om fastheten regnes ut på grunnlag av slagtall og den funne formel. Man betrakter da trykkfastheten funnet ved vanlig trykkprøving som sann verdi. Imidlertid er trykkprøving av betong heller ikke helt feilfri idet man normalt regner en prøveteknisk variasjonskoeffisient på 3—4 %. Fant man en lignende variasjonskoeffisient for slaghammeren ville den være like nøyaktig som vanlig trykkprøving, men av tabellen ser man at variasjonskoeffisienten normalt er meget høyere.

* For å kunne bestemme konstantene A og n ved korrelasjonsregning ble ligningen omformet til $\ln \sigma_b = A + n \ln S$. Denne ligning har samme form som $y = nx + c$ hvor $y = \ln \sigma_b$, $x = \ln S$ og $c = \ln A$. Med den siste ligning kan en enkel korrelasjonsregning utføres.



TABELL I
Undersøkelse av 3 betonghammere

Provestykker	Alder døgn	Antall	Hammer I			Hammer II			Hammer III		
			Ligning	r	V %	Ligning	r	V %	Ligning	r	V %
10 og 20 cm terninger	7—28	41	$\sigma_{10} = 8,07 S^{1,126}$	0,786	13,4	$\sigma_{10} = 17,43 S^{0,931}$	0,741	14,5	$\sigma_{10} = 13,34 S^{0,988}$	0,757	14,2
10 cm terninger	7—28	38	$\sigma_{10} = 3,570 S^{1,377}$	0,921	8,6	$\sigma_{10} = 8,612 S^{1,157}$	0,878	10,6	$\sigma_{10} = 5,548 S^{1,261}$	0,9101	9,2
10 cm terninger	over 28	19	$\sigma_{10} = 0,286 S^{2,034}$	0,952	7,5	$\sigma_{10} = 2,06 S^{1,511}$	0,951	7,5	$\sigma_{10} = 0,844 S^{1,737}$	0,959	7,2
10 og 20 cm terninger	alle	60	$\sigma_{10} = 6,417 S^{1,172}$	0,700	16,9	$\sigma_{10} = 13,27 S^{0,993}$	0,699	17,0	$\sigma_{10} = 10,040 S^{1,052}$	0,697	17,0
10 x 20 cm sylindre	7—28	16	$\sigma_{10} = 0,743 S^{1,773}$	0,950	13,4	$\sigma_{10} = 1,404 S^{1,640}$	0,939	14,8	$\sigma_{10} = 0,833 S^{1,740}$	0,946	13,9
10 cm terninger	7—28	30	$\sigma_{10} = 0,43 S^{1,988}$	0,983							

På figurene er inntegnet resultatene av alle de tre slaghammerne.

Diskusjon av resultatene

På tross av at samtlige hammerne var kalibrert mot en prøvebolt av stål, slik at hammerne teoretisk skulle være like, har de forskjellige hammerne gitt meget forskjellige ligninger for σ_{10} . For den enkelte hammer er også ligningene meget forskjellige for de forskjellige prøveserier.

Det synes derfor berettiget slik som angitt i NS 427 A å kalibrere hammerne mot betong.

Alle provestykker, unntatt de som er angitt i siste linje i tabellen, var provestykker som kom fra byggeplass for fasthetsprøving. Man kjente således ikke provestykkenes forhistorie (herdningsforhold) nøyaktig.

I linje 1 i tabellen er 10 cm og 20 cm terninger slått sammen, idet man overensstemmende med NS 427 A har forutsatt

$$\sigma_{10} = \sigma \text{ 10 cm terning} \\ = \sigma \text{ 20 cm terning}$$

Det viste seg imidlertid at formlene i linje 1 ga langt høyere fastheter for 20 cm terninger enn trykkprøvingen viste. Dette kan delvis forklares ved at det burde ha vært en omregningsfaktor for fastheten for 20 cm terning til 10 cm terninger, men dette er neppe hele forklaringen.

Sammenligner man tabellens linje 2 og 3, finner man at for samme slag tall vil en eldre prøve få mindre fasthet enn en yngre. Dette må skyldes at for de eldre prøvene er det skjedd en viss karbonatisering i overflaten som har gjort denne hardere enn resten av prøven. Denne harde overflate gir da et slag tall som er høyere enn fastheten skulle tilsi.

Ved å sammenligne linje 2 og 4 skulle man finne forholdet mellom ter-

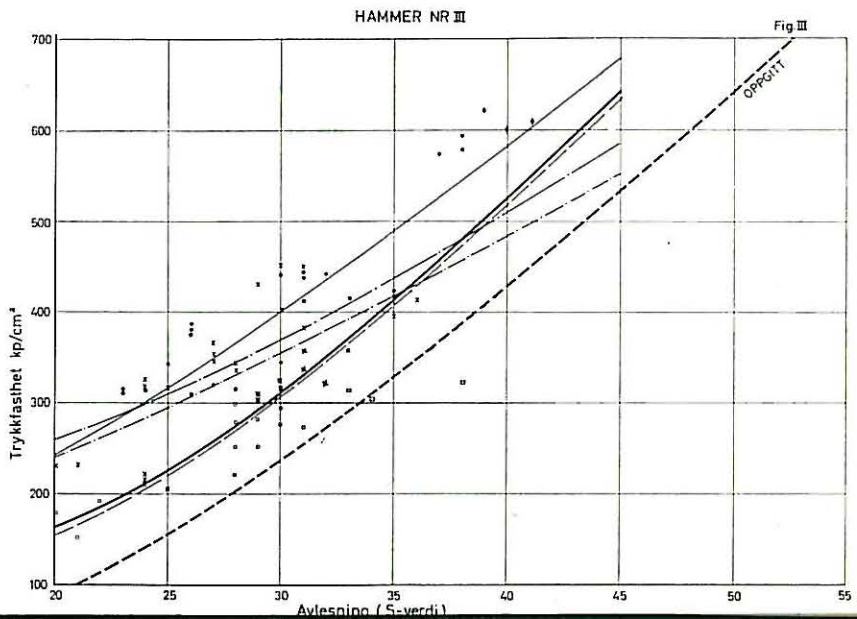
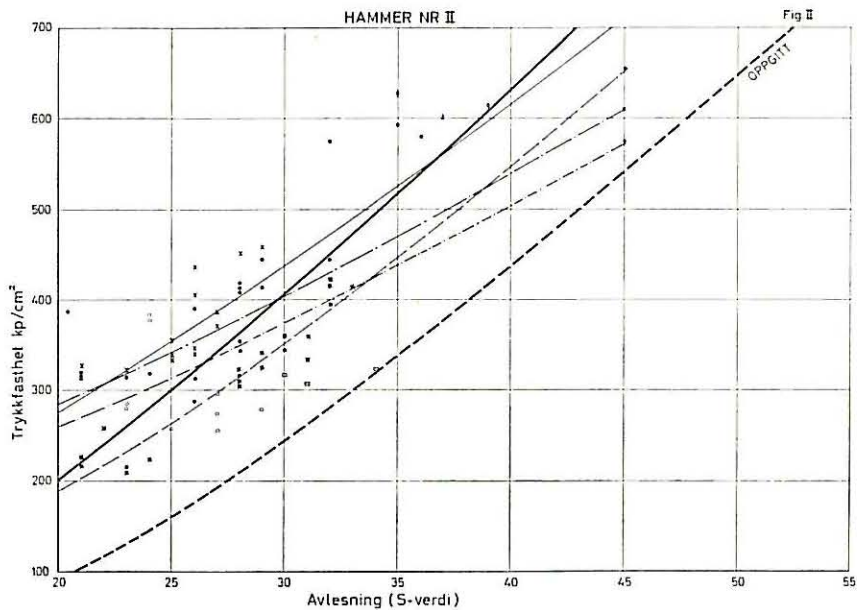
ning- og sylindrefasthet. De utførte prøver er imidlertid så få at man ikke kan legge noen avgjørende vekt på resultatet.

Tabellens siste linje inneholder prøver som er støpt og herdet i laboratoriet, dvs. de har helt like herdningsforhold. Man ser at for disse prøver er korrelasjonskoeffisienten meget høy, så høy at

de avvik man får her kan skyldes prøveteknisk spredning.

Konklusjon

1. Ved generell bruk av slaghammer viser resultatene så stor spredning at resultatet høyst kan være orienterende.



2. Ved undersøkelse av eldre betong vil slaghammeren vise for store fastheter hvis hammeren er kalibrert på normprøver. Ved undersøkelse av betongfastheten med slaghammer på gamle bygg vil sikkert dette forhold bli enda mer fremtredende.
3. Undersøkelse av normprøver, hvor herdningsforholdene har vært forskriftsmessige, med slaghammer, synes etter disse undersøkelser å gi relativt nøyaktige resultater. Man kan som en analogislutning si at slaghammeren skulle være fullt brukbar til å bestemme betongfastheten for forskalingsriving.

LIT T E R A T U R :

- [1] NS 427 A: *Betongarbeider*, del 2, utarbeidet og utgitt av Den norske ingeniørforening, Teknisk Ukeblad, 1962.
- [2] Greene, Gordon W.: *Test hammer provides new methods of evaluating hardened concrete*; A.C.I. v. 26, nr. 3, Nov. 1954, Title nr. 51—11.
- [3] Jones, R.: *Non-destructive testing of concrete*; Cambridge Engineering series, 1962.
- [4] Jonsson, Per Olav.: *Studsmätare för icke förstörande hållfasthetsprovning av betong*; Cement og Betong 1966: 2.