



# Forblad

**Nogle enkle, myere metoder til undersøgelse af byggegrundes bæreevne**

**Niels Steensen**

**Tidsskrifter**

**Arkitekten 1938, Ugehæfte**

**1937**

# Nogle enkle, nyere Metoder til Under- søgelse af Byggegrundes Bæreevne

Af Ingeniør Niels Steensen

Fra gammel Tid har det været en af Bygmestrenes største Vanskeligheder at bestemme Funderingens Art og Dimensioner i Forhold til den paatænkte Bebyggelses Omfang og Byggegrundens Beskaffenhed. Kun naar det har været Klippegrund eller Mosebund, har Forholdet været helt klart: henholdsvis direkte Fundering og Pilotering. I et Land som Danmark, hvor Byggegrunden bestaar af glaciale og alluviale Dannelser, var man for de førstnævntes Vedkommende i Reglen aldrig i Tvivl, men betragtede dem som Englænderen betragter „solid rock“, omend med noget mindre tilladelige Belastninger; for de sidstnævntes Vedkommende har Erfaringerne lært de fleste at være forsigtige. Fastsættelsen af det tilladelige Tryk paa Grunden (evt. Pilotering) har altid været overladt til et personligt Skøn. Blandt Mængden af gamle „Husraad“ skal blot nævnes: Giver Hælen væsentligt Aftryk i den nyaftgravede Grund, er det ikke god Byggegrund, men lader en Blyant sig kun trykke ned med selve det spidsede Stykke, er det god Byggegrund. Paa Basis af saadanne Undersøgelser er Millionbygværker opført.

Da man stadig indhøstede daarlige Erfaringer trods disse gode, gamle Regler, begyndte man at bore, for derigennem at skaffe sig Oplysninger om de underliggende Lags Beskaffenhed, og saavidt muligt sikre sig mod dybereliggende Lag med ringe Bæreevne.

Boringerne udførtes med alm. Sneglebor, og der optoges Prøver af de forskellige Jordlag, hvorefter man skønnede sig til Bæreevnen ud fra tidligere Erfaringer. Paa Grund af det indskudte Skøn blev disse Boringer ret upaalidelige vedr. f. Eks. Dybden til fast Bund, og jeg har personlig som ung ført Tilsyn paa et Byggeforetagende, hvor de ved Prøveboringerne fundne Funderingsdybder afveg saa meget fra de senere til fast Bund udgravede (som blev bestemt med Blyanten), at der kom en Ekstraregning paa ca. 10.000,— Kr. paa Funderingen.



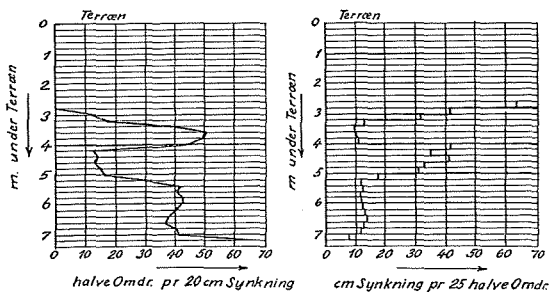
1. Boring med belastet Spidsbor

Snegleboret er desuagtet et udmærket Undersøgelsesmiddel til at bestemme Jordlagenes Art og Beliggenhed, og en gennemført Grundundersøgelse ved et Bygværk af større Betydning bør ofte omfatte et passende Antal Boringer af denne Art.

Ekstraregninger er lige saa vederstyggelige for Bygherren som for hans Arkitekt og Ingeniør, og vor Tid kræver gennemførte og veltilrettelagte Projekter lige fra Grundstøbning til Tagryg. Vi maa derfor søge nye enkle Hjælpemidler til disse Undersøgelser, og fra Sverige (der ved alle Kulturcentre er plaget med alluviale Dannelser) har vi faaet: „Det belastede Spidsbor“ som i sin nuværende Skikkelse er udarbejdet af Byråingeniør *John Olsson* i Statens Järnvägar i 1917, og indført herhjemme af Ingeniør Godskesen ved Statsbanerne ca. 1927.

Boret bestaar af en 25 mm firkantet Spids, der er vredet een Gang paa Længden 200 mm, Borestænger 20 mm og 1 m lange (idet den nederste dog kun er 800 mm). Alle Dele samles med Muffer, der gaar glat med Borestængerne, Lodderne, ialt 100 kg, bæres af en Klemme paa Borestængerne under Haandtaget.

For hver 25 halve Omdrejninger maales Borespidsens Dybde under Terræn. Selve Nedsynkningen pr. 25 halve Omdrejninger, altsaa Forskellen mellem Borespidsens Dybder, afsættes som Abscisser medens Dybden afsættes som Ordinater nedad og heraf kan Grundens Bæreevne aflæses i de forskellige Dybder. Foruden denne Maade at opstille det grafisk paa, har



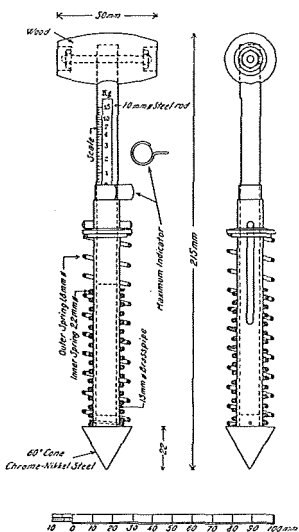
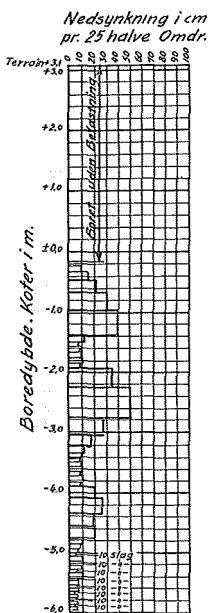
Ingeniør Winkel's Kurve

Samme Kurve omregnet og optegnet efter Ingeniør O. Godskesens System

2. *Proveboringer med belastet Spidsbor, udført Februar 1937 for Fundering til Arvebiologisk Institut ved Tagensvej. Kurven svarer til Boring Nr. 4, der ligger i Bygningens nordlige Hjørne. Piloteringen udførtes med Jernbetonpæle*

Ingeniør Winkel benyttet Abscissen: Antal halve Omdrejninger pr. 20 cm Nedsynkning, hvorved Kurveformen falder nøje sammen med Bæreevnekurven for rammede Pæle paa samme Sted. De to Kurver er saaledes reciproke, men for Ensartethedens Skyld tilraades, at man benytter Ingeniør Godskesens Kurveform, da der ellers kan blive for megen Forvirring vedr. Kurvernes Aflæsning. Paa Fig. 2 er vist et Diagram for en Boring, udført og optegnet efter Ingeniør Winkels System samt omsat efter Godskesens. Paa Fig. 3 er vist en Boring efter System Godskesen. Hvert System har sine ubestridelige Fordele, men som foran nævnt maa eet foretrækkes een Gang for alle.

I denne Forbindelse skal lige nævnes, at det belastede



3. Kurve efter Godskesens System. Lag med stærkt varierende Bæreevne (Boring for ny Kirke i Vejle, Februar 1938). 4. Fjervægtskeglen (efter O. Godskesen)

Spidsbor med samme Fordel kan anvendes ved Undersøgelser af et eksisterende Bygværks Grundforhold, enten det kræver en Fundamentsforstærkning paa Grund af Sætninger eller der ønskes opført en Tilbygning (Nabobygning) med dybereliggende Kældre.

Den rette Tydning af Borediagrammerne kræver en Del Erfaring og Rutine, idet Talværdierne for bæredygtig Grund er forskellig for de forskellige Jordarter.

Til Sammenligning mellem Snegleboringer og belastede Spidsboringer kan nævnes: Ved det nye Universitetsbibliotek blev begge Boremaader benyttet, og paa et Sted fandt det første god Bund i 6 m Dybde, mens det andet nok gav temmelig god Bund i denne Dybde, men derefter hurtigt gled ned i 14 m Dybde inden Pælespidsværdien var naaet. Ved Ramningen naaedes samme Dybde. En lignende Form har Borediagrammet fra det nærliggende Arvebiologisk Institut (Fig. 2).

Et andet Hjælpemiddel er den af Ingeniør Godskesen i 1931 opfundne Fjervægtskegle, som er vist paa Fig. 4. Fjervægtskeglen bestaar af en 60° Kegle af rustfrit Staal med et hult Skaft, hvori Haandtagets Skaft kan glide. Imellem disse er der anbragt 2 Staal-fjedre, af hvilke den yderste virker alene til 4 kg Tryk, mens den inderste, der er væsentlig stivere, medvirker for større Tryk op til 15 kg.

Apparatet benyttes paa følgende Maade: I den ønskede Dybde af Udgravningen renstikkes en uforstyrret Leroverflade og i denne nedpresses Keglen 10 mm, idet de 10 mm aflæses direkte paa en Maalestok, der i Forvejen er fast nedstukket i Jorden tæt ved Keglen Kant. Slæbeviseren paa Fjervægts Skaft angiver det maksimale Tryk i kg, som er anvendt til Nedpresningen af Keglen. Dette Tal kaldes Fjervægtskegletallet — „Fjvk“.

Erfaringsmæssigt kan det siges, at fast Byggegrund med till. Tryk  $3 \text{ kg/cm}^2$  har Fjvk 6 (eller mere) og Ler, som i Praksis belastes med  $2 \text{ kg/cm}^2$ , giver Fjvk 3 à 4. Fjvk 2 og derunder maa karakteriseres som daarlig Grund.

Fjervægtskeglen kan ikke anvendes i rent Sand. I stærkt sandblandet Ler giver Fjervægtskeglen ligesom det belastede Spidsbor væsentlig daarligere Talværdier, end hvad der svarer til den paagældende Jordarts virkelige Bæreevne.

Hele Apparatet vejer med Etui ca.  $\frac{1}{4} \text{ kg}$ , og kan bekvemt bæres i en Lomme. En tilsynsførende Konduktør eller en Kontrollant fra et Bygningsinspektorat vil saaledes kunne bære det hos sig uden Besvær og paa et Øjeblik afgøre, om den ønskede Bæreevne er til Stede eller ej i Fundamentsudgravningerne.

Til en gennemført Byggegrundsundersøgelse hører saaledes:

1) Et passende Antal Prøveboringer foretaget med belastet Spidsbor. Af de her indvundne Resultater ses straks, om yderligere Boringer er nødvendige for at afkontrollere særlig smaa eller særlig dybe Boringer.

2) Viser ovenstaaende Boringer særlige Ejendommeligheder, afkontrolleres disse ved Snegleboringer for om muligt at konstatere Aarsagerne hertil.

3) Under Funderingsarbejdet afkontrolleres Projektet baseret paa 1) og evt. 2) idet man ved Pilotering sammenligner de virkelige Pælespidskoter med de projekterede, og ved direkte Fundering sammenligner Udgravningsdybden, hvor Fjvk bestemt inden Betonstøbningen har den forudsatte Værdi, med den projekterede Dybde.

Man vil kunne indvende, at der stadig bestaar et Skøn, nemlig Fastsættelsen af det till. Tryk paa Grunden i Forhold til baade Fjvk og Bygningens Konstruktion og endvidere hvor sandblandet Leret evt. er. Intet er jo helt fuldkomment, og dette Skøn vedr. Bygningens Art og Konstruktion *kan* ikke føres i Regning som en særlig Talværdi — endnu ialtfald — dertil er Muligheden for Variationer altfor stor og rig. Men ved disse nye Hjælpemidler er der aabnet store Muligheder for en mere ensartet Bedømmelse af Byggegrundes Bæreevne, en Mulighed som Byggeautoriteterne bør benytte sig af, saa man ikke længere skal udsættes for at disse, ved Fremsendelse af Borediagrammer, spørger: „Belastet Spidsbor, hvad er det? — Det har vi aldrig hørt om før.“