



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

(Borgergade 20, København K., Tlf. Palæ 9855—9851)

er en selvstændig institution, der ledes af en bestyrelse udpeget af boligministeren, er oprettet ved lov nr. 123 af 19. marts 1947,

har til opgave »— at følge, fremme og samordne teknisk, økonomisk og anden undersøgelses- og forskningsvirksomhed, som kan bidrage til en forbedring og billiggørelse af byggeriet, samt at udøve oplysningsvirksomhed angående byggeforskningens resultater.«

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

(Blindern, Oslo, Tlf. 69 50 90)

NBI er et selvstendig institutt under Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, som oppnevner styret. NBI ble opprettet 1953 og avløste det midlertidige Kontoret for byggforskning fra 1949.

NBI skal fremme byggforskningen ved å klargjøre oppgavene og få dem løst; ved å virke for frivillig koordinering av tiltak og sørge for at forsøksresultater blir gjort kjent.

NBI skal samarbeide med myndigheter, organisasjoner o. a. og bistå offentlige og private oppdragsgivere.

STATENS NÄMND FÖR BYGGNADSFORSKNING

(Styringsgatan 26, Stockholm Ö. Tel. 63 09 65).

SNB sorterar under Socialdepartementet.

SNB övertog 1953 och utvidgade det arbete, som tidigare utförts av Statens Kommitté för Byggnadsforskning, som tillkom 1942.

SNB har till ändamål att främja forskning och rationalisering inom byggnadsfacket med tonvikten lagd på husbygge.

SNB sprider forsknings- och försöksresultat i form av meddelanden, rapporter och broschyrer samt genom artiklar i facktidskrifter.

STATENS TEKNISKA FORSKNINGSANSTALT

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSLAITOS

(Lönnrotsgatan 37, Helsingfors. Tel. 11 151)

Anstalten som konstituerades 16.1.1942 (förfatningssamling n:o 44) är underställd handels- och industriministeriet.

På Statens tekniska forskningsanstalt ankommer att bedriva teknisk forskningsverksamhet i vetenskapligt och allmännyttigt syfte mm. på byggnadstekniska området, att utföra materialprovningssuppdrag jämte andra forskningsuppdrag samt att bistå tekniska högskolan i undervisnings- och forskningsarbete.

DK. 624.15 : 69.021

BYGNINGSFUNDERING

VED

GEOTEKNISK INSTITUT

Udarbejdet med støtte i henhold til lov nr. 235 af 27. maj 1950 om tilskud til teknisk videnskabelig forskning og forsøgsvirksomhed (modværdien af Marshall-midlerne)

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT . ANVISNING NR. 28

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1955

Nærmere oplysninger om bundforholdene på bestemte steder her i landet kan indhentes hos:

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

Rådhusvej . Charlottenlund . Tlf.: Ordrup 5787 (Borearkivet)

Oplysninger om danske jordarters geotekniske egenskaber, nyere geoteknisk litteratur m. v. kan fås hos:

GEOTEKNISK INSTITUT

Øster Voldgade 10 . København K . Tlf.: Palæ 9945

RETTELSER

Side 19, linie 16 f. o.: »Aalborg er hett sandet« rettes til: »Aalborg er ret sandet«.

Side 24, linie 1 f. n. skal være: $\tau = \sigma \tan \varphi = k b \gamma_1 \tan \varphi + d \gamma_2 \tan \varphi$.

Side 40, linie 1 f. n. »for 20 cm nedhængning« rettes til: »for 20 cm nedtrængning«.

Eftertryk tilladt, men kun med kildeangivelse
Reproduction permitted when reference is made to this direction
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT, KØBENHAVN

Oplag: 4000 eksemplarer

Trykt hos/Printed by
NIELSEN & LYDICHES BOGTRYKKERI

Clicheer fra/Clichés from
HAMMERSCHMIDT KLICHEFABRIKKER

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
1. DE DANSKE JORDARTER SOM BYGGEGRUND	5
1.0 Indledning	5
1.1 Danmarks geologiske oprindelse	5
1.2 Nærmere karakterisering af de enkelte jordarter	9
1.3 Oversigt over de forskellige jordartstyper	11
1.4 De forskellige aflejringer i Danmarks overgrund	12
1.5 De øverste jordlags sammensætning i landets forskellige egne	16
2. GEOTEKNIKKENS GRUNDREGLER	23
2.0 Indledning	23
2.1 Bæreevnen af fundamenter på sand	23
2.2 Bæreevnen af fundamenter på ler	27
2.3 Udgravninger i nærheden af fundamenter	28
2.4 Fundamenters sætninger	29
2.5 Pales bæreevne og sætninger	34
2.6 Sikkerhedsfaktorens størrelse	37
3. BYGGEGRUNDSUNDERSØGELSER	39
3.0 Indledning	39
3.1 Undersøgelser i marken	41
3.11 Sonderinger	41
3.12 Undersøgellesboringer	43
3.13 Gravninger	43
3.14 Markforsøg	44
3.2 Laboratorieundersøgelser	46
3.3 Fremstillingen af undersøgelsesresultaterne	47
4. PLANLÆGNING OG UDFØRELSE AF BYGGEGRUNDSUNDER- SØGELSER	50
4.0 Indledning	50
4.1 Generelle undersøgelser	52
4.2 Jordbundsundersøgelser for let byggeri	54
4.3 Jordbundsundersøgelser for mellemstort byggeri	56
4.4 Jordbundsundersøgelser for svært byggeri	58
4.5 Valg af funderingsmetode	59
4.6 Efterbesigtigelse af udgravninger	60
5. NOGLE ALM. FOREKOMMENDE FUNDERINGSPROBLEMER ...	62
5.0 Indledning	62
5.1 Vandtilstrømning til byggegruben. Flydesand	62
5.2 Almindelige fundamenter	66
5.3 Støttemure	68
5.4 Kældermure	71
5.5 Kældergulve	73
5.6 Udgravninger. Skred	75
LITTERATURFORTEGNELSE	78
STIKORDSREGISTER	79

Forord

Af det beløb, der i foråret 1952 blev stillet til disposition for Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) af Marshallle Counterpart-midlerne, indstillede det særlige udvalg, som SBI rådførte sig med vedrørende midlernes bedst mulige fordeling, at ca. 10.000,00 kr. skulle stilles til rådighed for udarbejdelsen af en vejledning i bestemmelse af de tilladelige påvirkninger på grunden under et bygværks fundament, og om muligt samtidig i en mere rationel udformning af disse fundamenter til brug for de i det mindre byggeri engagerede teknikere.

Det var naturligt, at SBI herefter anmodede GEOTEKNISK INSTITUT (under Akademit for de Tekniske Videnskaber) om at medvirke ved denne opgaves løsning.

For at man på bedste måde kunne få kontakt med de i byggeriet interesserede teknikere og derigennem få klarhed over de funderingsproblemer, som især ligger disse på sinde, blev der afholdt to kurser i bygningsfundering, henholdsvis i København (marts 1953) og Fredericia (april 1953). Ved disse kurser blev der holdt 5 foredrag, som derefter er omarbejdet og udvidet til de i denne vejledning foreliggende 5 afsnit. Foredraget vedrørende afsnit 1. blev holdt af geolog, fru E. L. Mertz, foredragene for afsnittene 2. og 5. af professor, dr. techn. H. Lundgren, mens foredragene for afsnittene 3. og 4. blev varetaget af henholdsvis civilingeniør A. V. Knudsen og civilingeniør J. Hessner. Sidstnævnte har desuden medvirket ved det redaktionelle arbejde.

Den nu udgivne vejledning vil forhåbentlig afhjælpe det savn, som findes i forskellige kredse med hensyn til en lettilgængelig og kortfattet orientering på dansk i den moderne geoteknik. Man må dog samtidig minde om, at geoteknikken er et fag i stærk udvikling, hvorfor det — især ved større byggeri, — kan være nødvendigt at søge sagkyndig assistance.

SBI benytter lejligheden til at takke GEOTEKNISK INSTITUT og dets medarbejdere for omhyggeligt arbejde og det udmærkede samarbejde.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT, august 1955.

NIELS MUNK PLUM

1. De danske jordarter som byggegrund.

1.0 INDLEDNING

Af de følgende afsnit i denne lille vejledning vil det fremgå, at jordens art og tillige dens alder har stor betydning for bedømmelse af en byggegrunds bæreevne og for bygværkets sætninger. Det samme gælder ved frost- og skredproblemer: man må vide, om man har at gøre med ler eller sand, med organisk eller dyndfri jord, med unge eller gamle aflejringer, ikke alene direkte under fundamenterne, men så langt ned, som virkningen af bygværket rækker.

Ved større byggeføretagender kan man naturligvis overlade disse problemer til særligt sagkyndige, men ved det mindre byggeri er det ganske nyttigt for arkitekten eller ingeniøren selv at have kendskab til jordens opbygning og art.

1.1 DANMARKS GEOLOGISKE OPRINDELSE

Ligesom verdenskrigene danner milepæle i vor historie, er der i geologien (som jo rækker hundreder af millioner år tilbage i tiden) en skelsættende faktor relativt tæt op imod vor egen tid, nemlig istiden. Den tredelte nedisning bidrog til at danne de jordlag, som kaldes Danmarks overgrund.

De jordlag, der er ældre end istiden, *undergrunden*, møder man selvsagt sjældent ved mindre byggeri, hvorfor de her kun skal omtales flygtigt. På Danmarks nuværende plads eksisterede i *kridttiden* et dybhav, hvori først aflejredes vort skrivekridt, og senere under havbundens hævnning grovere kalklag, i begge tilfælde dog flintridge dannelser. Til sidst var hævnningen så fuldstændig, at hele Danmark lå over havlinien.

I den følgende epoke, *tertiærtiden*, afløstes denne hævnning hovedsagelig for Vestsjællands, Fyns og Sydjylland vedkommende af en ny sænkning, hvorved området omdannedes til dybhav. I dette aflejredes mægtige lag af fedt, sandfrit ler (lillebæltseret), og ved ny hævnning af havbunden overlejreredes dette af en lavvandsdannelse (glimmerleret), der på grund af hine tiders rige plante- og dyreliv blev iblandet organisk stof, som i tidens løb omdannedes til bitumen. Til slut, da Danmark atter var hævet over havet, forværredes klimaet gradvis, og *istiden* begyndte.

Da isbræerne på grund af den forøgede snebelastning på Skandinaviens fjeldtoppe skød sig ned over Danmark, mødte de således et landskab, som vil fremgå af kortet over Danmarks undergrund, fig. 1.1a: Kridtet, kalken (danien), det ældre terciære, plastiske ler (paleo-, eo-, og oligocæn) og det