

5. Grunty mieszane.

Do tego działu gruntów należą gliny z piaskiem i piaski z gliną, w niezliczonej różnorodności zestawień stosunkowych piasku i gliny. Są to grunty naogół słabsze, gorzej i od czystej gliny i od czystego piasku, a to głównie z powodu swej niejednorodności, gorszej od piasku przepuszczalności i zdolności utrzymywania w sobie wilgoci pod postacią wody gruntowej.

Niejednorodność powoduje nierównomierne osiadanie wzniesionych na tych gruntach budowli.

6. Grunty słabe.

Wszystkie grunty, należące do działu gruntów słabych, z reguły nie nadają się do bezpośredniego posadowienia na nich budowli.

Jedne z nich, jak torfy i gleby, zawierające kwasy roślinne, szkodliwie działają na beton, materiał najczęściej używany do fundamentów. Inne wymagają wzmocnienia, jak nasypy i grunty błotniste. Wyjątek stanowią drobne piaski z wodą czyli kurzawka, o której była już mowa poprzednio.

Z pośród nasypów należy jeszcze wymienić piasek refulowany, czyli umiejscowiany przy pomocy prądu wody. Piasek taki dzięki działaniu prądu wody jest znacznie

mocniejszy od wszelkiego rodzaju nasypów, wykonanych innymi sposobami. Przykładem tego jest Gdynia, której część portowa cała została zbudowana na płasku refu-
lowanym w przeważającej części bez wzmacniania gruntu pod fundamentami.

7. Badanie gruntu.

W celu uzyskania danych, jakie pokłady zalegają w miejscu, gdzie ma stanąć projektowana budowla, należy dokonać badania gruntu. Głębokość, do której należy przeprowadzić badanie, zależy od rodzaju budowli, jej przeznaczenia, ciężaru oraz czynników zewnętrznych działających na nią. Prócz tego głębokość ta zależy w znacznej mierze od charakteru pokładów, na jakie natrafiamy w ciągu badania. Jeżeli nie znajdujemy pokładu jednolitego, zwartego suchego - w górnych warstwach, lub jeśli miąższość takiego pokładu jest niedostateczna, prowadzimy badanie dalej w dół i albo taki odpowiedni do posadowienia budowli pokład znajdujemy, albo też, nie znajdując go nawet na znaczniejszej głębokości, zmuszeni jesteśmy zastosować wzmocnienie tych słabych warstw, które zalegają na dostatecznej z innych względów głębokości.

Jeżeli zaś natrafiamy poniżej granicy przemarzania na warstwę gruntu odpowiedniego do posadowienia bu-

dowli, a mającego miąższość dostateczną - zaprzestajemy dalszego badania. Naogół w gruntach, nadających się do posadowienia, nie prowadzimy badań poniżej 6 m. licząc od podstawy fundamentu. Może się jednak zdarzyć, że pokład gruntu, odpowiedniego dla oparcia na nim projektowanej budowli będzie mniejszy od norm przytoczonych poprzednio, lecz zalegać będzie na pokładzie gruntu o wytrzymałości większej. Wtedy pomijamy tę okoliczność, że warstwa omawianego gruntu ma niedostateczną grubość, wychodząc z założenia, że jeżeli damy na to wystarczającą byłaby 6 metrowa warstwa gliny - niezależnie od tego, co się pod nią kryje - to tembardziej wystarczy warstwa gliny, choćby 2 metrowa, o ile zalega na pokładzie skały.

Badania gruntu prowadzić można dwoma sposobami.

Pierwszy sposób polega na kopaniu studzien lub szybików. Jest to sposób uciążliwy, powolny i drogi. Rzadko udaje się wykonać szybik bez rozparcia, a wtedy nadajemy mu przekrój okrągły. Gdy rozparcie jest potrzebne - szybik musi być kwadratowy lub prostokątny.

Sposób ten jednak daje się zastosować tylko w gruntach suchych i nie skalistych. Przy większym dopływie wody staje się bardzo trudny, a często niemożliwy do zastosowania. Ma jednak tę ogromną zaletę, że pozwala

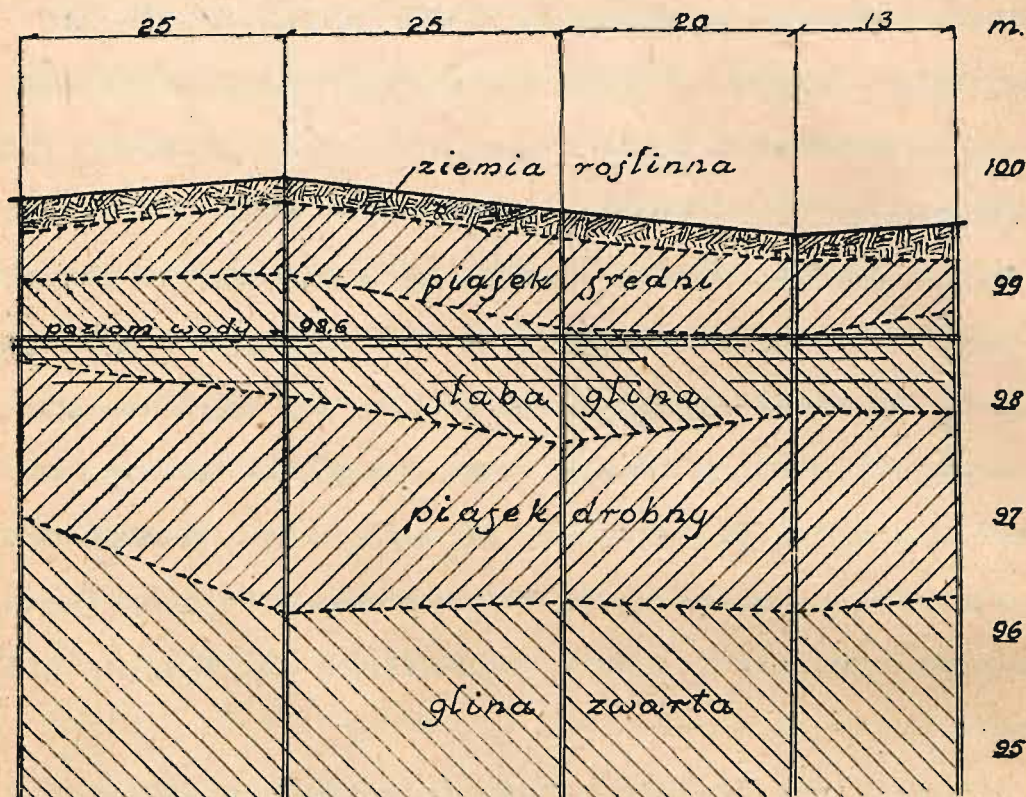
dokładnie zbadać warstwy gruntu i wydobyć nie zniekształcone próbki każdego pokładu.

Drugi sposób polega na stosowaniu otworów wiertniczych, mających średnice od 5 cm. wzwyż. Sposób ten znacznie szybszy i tańszy od poprzedniego, nie wymaga kopania głębokich dołów, które następnie trzeba było zasypywać, i nie obawia się obecności wody. Ma on jednak swe poważne niedogodności, gdyż nie zawsze pozwala określić rodzaj gruntu, próbki zaś, otrzymane tym sposobem, są zawsze zniekształcone. Bywały wypadki, gdy pojedynczy większy kamień brano za pokład skalny, którego nie było, piasek suchy za mokry itp. Szczególnie zniekształca próbki woda, która przez wiertaczy chętnie używana bywa jako czynnik pomocniczy, ułatwiający wiercenie

To też przy badaniu gruntu sposobem powyższym potrzebna jest wiedza geologiczna, w szczególności znajomość złóż geologicznych danej okolicy.

Wydobyte jednym z tych sposobów próbki układamy w specjalnych podłużnych skrzynkach, podzielonych poprzeczkami na celki, oznaczając na boku grubość każdej warstwy naprzeciwko odpowiadającej jej próbce. Dla każdego szybu czy otworu winna być oddzielna skrzynka. Na podstawie tych badań, które należy rozplanować w

terenie tak, by móc otrzymać najlepszy obraz zalegania warstw gruntowych, kreślimy szereg przekrojów geologicznych, mających taki mniej więcej wygląd:



8. Badanie wytrzymałości gruntu.

Wytrzymałością gruntu będziemy nazywali to obciążenie, które może być dopuszczone na grunt. Ponieważ we wszystkich wypadkach grunt pracuje tylko na ściskanie, pożądanym by było móc zbadać laboratoryjnie próbkę gruntu na ściskanie.

Jest to jednak niemożliwe do urzeczywistnienia,

gdyż takiej próbki gruntu bez naruszenia jej struktury otrzymać niepodobna. Wobec tego zmuszeni jesteśmy badać grunt na miejscu i z uzyskanych wyników wnioskować o jego wytrzymałości. Najbardziej prawdopodobne dane daje sposób próbnego obciążenia gruntu.

Do tego celu może służyć przyrząd Lehmana, którego składowe części są następujące: / rys. 19/ na wyrównane dno dołu fundamentowego stawiamy blok z cegły na zaprawie cementowej lub z betonu. Blok ma podstawę kwadratową 1m. x 1m. Do środka bloku umocowujemy pionową łatę z podziałką, a przy niej umieszczamy poziomą deskę, opartą na rusztowaniu, niezależnem zupełnie od bloku. Blok obciążamy murem z cegły, szynami lub też blokami ołowianymi. W miarę wzrostu obciążenia obserwujemy odkształcenia gruntu na łacie pionowej.

Jeżeli dolna podstawa bloku ma powierzchnię:

$\omega = 1\text{m.} \times 1\text{m.} = 100 \times 100 = 10000 \text{ cm}^2$, to, obciążając blok, możemy dobierać ciężary tak, by ciśnienie jednostkowe otrzymywało wartości:

$$\frac{P_1}{\omega} = p_1 = 1 \text{ kg/cm}^2; \quad \frac{P_2}{\omega} = p_2 = 2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{P_n}{\omega} = p_n = n \text{ kg/cm}^2$$

Odpowiadające tym obciążeniom odkształcenia gruntu

niech będą: y_1, y_2, \dots, y_n .

Na podstawie tych danych robimy wykres odkształceń, odkładając na osi rzędnych odkształcenia / w skali zwiększonej /, a na osi odciętych obciążenia jednostkowe / rys. 15 /. Wykres taki daje nam możliwość zbadania, do jakich granic obciążenia badany grunt zachowuje się sprężysto. Zazwyczaj początkowa część linii wykresu przedstawia prostą - jest to dziedzina odkształceń sprężystych - w pewnym punkcie B zawraca ku górze / rys. 18 /, stając się coraz bardziej stromą. Jest to dowód, że ustała proporcjonalność pomiędzy obciążeniami i odkształceniami, które zaczynają wzrastać prędzej od obciążeń.

Powstaje pytanie, czy odkształcenia są dopuszczalne i jeżeli tak, to w jakim stopniu. Lehmann proponował uznać 25 mm. za wielkość, dla odkształceń dopuszczalną. Zgodnie z tem obciążenie, któremu odpowiada odkształcenie 25 mm., uznać za wytrzymałość gruntu:

Teorja jego ma swoich wyznawców, ma i przeciwników, którzy uważają że 5 mm. jest wyższą dopuszczalną granicą dla odkształceń gruntu, oraz że niema budynku, któryby zniósł odkształcenie 25 mm. Na te zarzuty Lehmann słusznie zaznaczył, że ważna jest nie absolutna wielkość odkształcenia, lecz różnice pomiędzy odkształce-

niami różnych punktów budowli / Przykład: jeden róg budynku osiadł o 25mm , drugi o 24 mm, trzeci zaś o 23mm - znaczenie mają wielkości: $25 - 24 = 1\text{mm}$ i $25 - 23 = 2\text{mm}/$.

Ponieważ jednak na jednolitość gruntu trudno liczyć - zdarza się bowiem bardzo rzadko - należy przyjąć, że budynki oraz budowle o znaczniejszej długości, posiadające otwory, wykusze itp., nie powinny podlegać osiadaniom większym niż 5mm., budowle zaś inżynierskie, jak przyozókki i filary mostowe, bardziej zwarte i jednolite, mogą osiadać do 25 m/m.

Sposób próbných obciążeń daje może lepsze wyniki, najbardziej zbliżone do rzeczywistości, ma jednak swe wady przede wszystkim dlatego, że wymaga dużo siły roboczej. A więc dla opisanego poprzednio bloku, o przekroju $1\text{m} \times 1\text{m}$ trzeba naładować a potem usunąć 10 tn. obciążenia na każdy kilogram jednostkowego ciśnienia na grunt. Następnie próbne obciążenia dają po pewnym czasie dodatkowe osiadania, czyli że dla otrzymania zupełnie pewnych wyników należałoby po dodaniu każdej porcji obciążenia przeczekać pewien przeciąg czasu, aż wszelkie osiadanie ustanie.

Wreszcie wielkość osiadania zależna jest tak od kształtu jak i wymiarów podstawy bloku.

Według badań Engessera osiadanie fundamentów o podstawach geometrycznie podobnych wzrasta z wzrostem powierzchni podstawy; osiadanie fundamentów o zarysie kolistym jest najmniejsze; większe / przy tej samej powierzchni / przy zarysie kwadratowym, jeszcze zaś większe dla prostokątnego i eliptycznego zarysu / rys. 16 /. Przy wielkich powierzchniach osiadanie w środku jest prawie dwa razy większe od osiadania po brzegach, a dla prostokąta - cztery razy większe w środku niż w narożnikach.

Do badania wytrzymałości gruntu służy też przyrząd Meyera, silnie rozreklamowany, lecz dający bardzo nieścisłe wyniki, w dodatku praca tym przyrządem jest nader uciążliwa. Może on dać najwyżej odpowiedź na pytanie, czy grunt w dole fundamentowym jest wszędzie jednakowy.

Przyrząd Meyera składa się z trzech zasadniczych części: / rys. 17 /-

A - jest to dynamometr sprężynowy o mocy sprężyny do 30 kg.

B i C - przedstawia pręt, dający się dosztukować w miarę potrzeby / środkowa część rysunku 17 go /, zakończony kulistą głowicą, którą wkładamy do odpowiedniego otworu w tłoczku, stanowiącym trzecią zasad-

niczą część przyrządu.

Stosowanie przyrządu jest następujące: tłoczek stawiamy na wyrównanym gruncie dołu fundamentowego, na nim opieramy pręt przyrządu i przy pomocy dwóch rękojeści *H* wciskamy go w grunt. Rękojeście, połączone ze sprężyną, naciągają tę ostatnią, siła zaś nacisku daje się odczytać na podziałce. Wielkość zagłębienia tłoczka w grunt pod naciskiem pręta określa się według kresek znajdujących się na bocznej jego powierzchni.

Inny, prostszy, sposób przedstawiony jest na rys. 20 tym. Tu do otworu, wywierconego do poziomu, na którym ma być grunt badany, wstawiamy pręt o średnicy 90mm. i przekroju 63,62 cm².

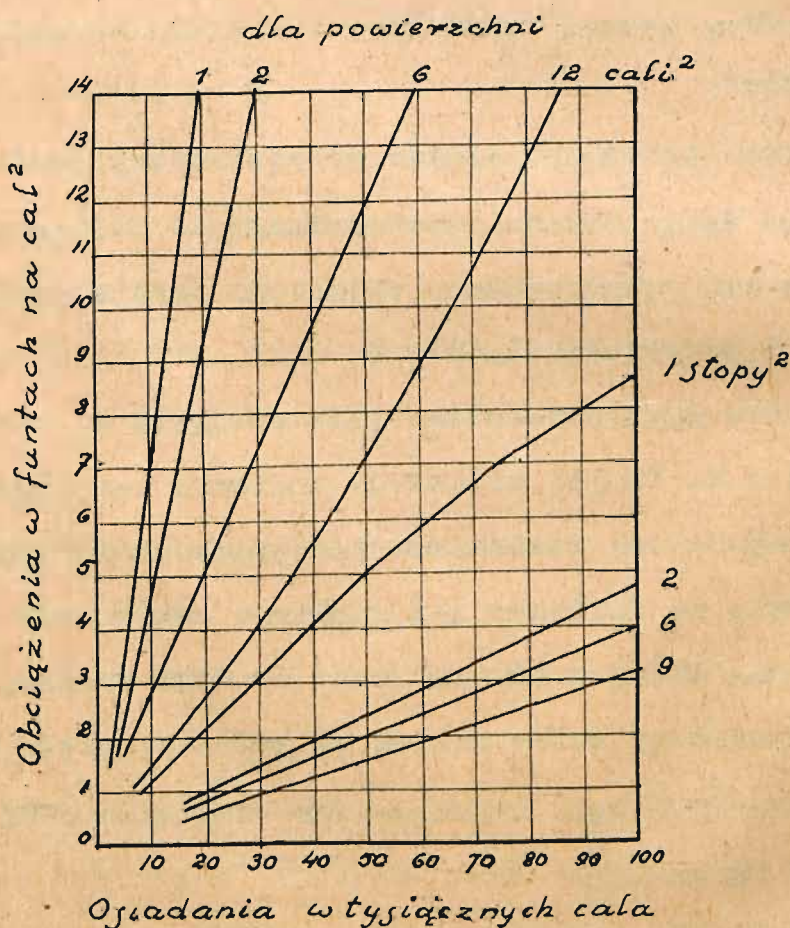
Przez pręt przełożona jest dźwignia o stosunku ramion 1 : 2. Do jej krótszego ramienia zawieszamy skrzynię, napełnioną kamieniami lub piaskiem do wagi ogólnej 3200 kg., na dłuższem zaś ramieniu zawieszamy skrzynię mniejszą, którą można zapełnić do wagi ogólnej 1300 kg.

Największy zatem nacisk na podstawę pręta wynosi:
 $1300 \times 3 = 3900 \text{ kg.}$, co odpowiada ciśnieniu $3900 : 63,62 = 61,3 \text{ kg/cm.}$

Wielkość pogrążania się pręta w grunt odczytujemy według skali, znajdującej się na samym pręcie.

Wszystkie te sposoby dają wyniki jedynie przybliżone i względne.

Dla zilustrowania wpływu rozmiarów obciążanej powierzchni na wielkości osiadania przytaczamy wykres odkształceń gruntu, otrzymanych w Ameryce przy obciążaniu okrągłych cylindrów o powierzchniach: 1, 2, 6 i 12 cali kwadratowych, oraz 1, 2, 6 i 9 stóp kwadratowych.



Z wykresu tego widzimy, że im jest mniejsza obciążana powierzchnia, tem większe potrzebne jest obciążenie jednostkowe dla uzyskania takiego samego osiadania.

9. Dopuszczalne obciążenia gruntu.

Ponieważ niema metod matematycznych dla określenia wytrzymałości gruntu, ponieważ z drugiej strony próby, według opisanych powyżej sposobów, dają wyniki względne, w praktyce opieramy się na tem, co dotychczasowe doświadczenie wykazało.

A więc dopuszczamy obciążenia

Dla skały	8 - 20 kg/cm ²
" żwiru zbitego	6 - 10 " "
" piasku grubego	4 - 6 " "
" piasku drobnego	2 - 2 $\frac{1}{2}$ " "
" gliny suchej	4 - 6 " "
" " wilgotnej	2 $\frac{1}{2}$ - 4 " "
" " z piaskiem	2 - 3 " "

Dla słabych gruntów norm niema, gdyż grunty te dla budowli monumentalnych się nie nadają. Glinę z piaskiem należy zaliczyć do gruntów słabszych, gdyż odznacza się ona brakiem jednolitości - możemy w niej spotkać gniazda piasku, czy też gniazda gliny, to też

obciążenia nie powinny przekraczać 2 - 3 kg./cm². Według norm, przyjętych w porcie Gdynskim, dla piasku refulowanego, dopuszcza się obciążenia 0,75 kg/cm² po roku

1,00 kg/cm² po 2 latach

1,40 " " po 3 latach.

Niektórzy autorowie bardzo ściśle różniczkują rodzaje gruntów, według których określają dopuszczalne obciążenia. W każdym jednak razie należy zwracać baczniejszą uwagę na następujące czynniki, których obecność winna wpływać na stosowanie niższych lub wyższych wartości przytoczonych tu norm. Są to obecność wody w gruncie, szczególnie szkodliwa dla drobnych piasków i glin, sposób działania obciążenia t.j. czy to działanie jest osiowe, czy mimo-środkowe, obecność wstrząsów, przekazywanych podłożu, kształty budowli /monolity lub domy/ i inne dane.

Dla porównania przytaczamy projekt normy DJM - E 1054, opracowany przez Komitet Normalizacyjny w Niemczech:

1. Dane ogólne.

1. Dopuszczalne obciążenia jednostkowe gruntów:

- | | |
|--|------------------------|
| a/ grunty nasypowe, stare rumowiska itp. | 0,5 kg/cm ² |
| b/ zleżały nasyp z piasku | 1,0 " " |
| c/ w miarę wilgotny mocno zleżały piasek | 1,5 " " |

- d/ twardy, drobnoziarnisty piasek, mocno zleżała sucha glina, również żwir z warstwami o nieznaczonej zawartości piasku 3,0 kg/cm²
- e/ mocno zleżały gruboziarnisty piasek, żwir, zwarty suchy margiel 4,0 " "
- f/ skała, po usunięciu z niej zwietrzałej warstwy, może być obciążona do wysokości 2/3 naprężenia na ciśnienie, ustanowionego / dopuszczalnego / dla odnośnego rodzaju kamienia / p.DJN E 1053 I,
- ustęp 4 - powtórzone tu poniżej /.

Przy mimośrodowym / nie osiowym / działaniu obciążenia, ciśnienie krawędziowe nie może przekraczać 3/4 powyżej przytoczonych obciążeń jednostkowych.

2. W razie gdy podstawa budowli znajduje się na znacznej głębokości / naprz. przy posadowieniu na słupach, studniach zapuszczanych lub kesonach / dopuszczalne obciążenie jednostkowe gruntu może być zwiększone o wartość ciśnienia, wywieranego przez warstwy gruntu zalegające nad podstawą fundamentu.

3. Obciążenia jednostkowe, większe od ustanowionych pod poz. I - a do - e -, dopuszczalne są jedynie na podstawie próbnych obciążeń lub w wyjątkowych

wypadkach na podstawie szczególnie uzasadnionej..

Uwaga: Za obciążenie jednostkowe dopuszczalne wolno przyjąć mniej więcej połowę tego obciążenia, jakie po nastąpieniu stanu równowagi wywołało osiadanie o 1 cm. podstawy obciążonej, mającej powierzchnię 900 cm², przyczem nie zauważono na bokach podstawy zjawiska wysadzania do góry otaczającego gruntu. Norma ta nadaje się tylko dla mniej więcej równomiernych obciążeń gruntu. W wypadku znaczniejszej nierównomierności obciążeń należy wprowadzić odpowiednie poprawki.

II. Zasady obciążania oraz dopuszczalne zwiększenie naprężeń.

1. Przytoczone w części I naprężenia dopuszczalne nadają się dla wypadku jednoczesnego najniebezpieczniejszego działania obciążenia stałego, obciążenia ruchomego lub obciążenia śniegiem. Wpływ hamowania lub ukośnego ciągnięcia, o ile je wywołuje żóraw, ciągnięcie pasów itp. przekazywane na grunt budowlany, winny być doliczane do obciążenia ruchomego.

2. Jeżeli zostaną jednocześnie uwzględnione, poza wyszczególnionymi w punkcie 1. obciążeniami, również działanie wiatru, oraz siły hamowania więcej niż jednego żórawia, wpływ wahań temperatury lub również wpływ pęcznienia i zsychnienia się drewnianych podpór,

o ile te wpływy zostają przekazywane gruntowi budowlanemu, wtedy wolno obciążenie dopuszczalne zwiększyć o 1/10.

Rozdział zaś 1 ustęp 4 Normalji DJN - E 1053 zawiera następujące normy:

1. Dla skał pochodzenia wulkanicznego, z wyjątkiem martwicy wulkanicznej, naprz. dla bazaltu, granitu, perfiru, melafiru, diorytu, syenitu, diabazu oraz lawy bazaltowej: 65 kg/cm^2 .

2. Dla skał osadowych / z wyjątkiem piaskowca / jak wapień, marmur, szarogłaz, dolomit, oraz dla martwicy wulkanicznej 30 kg/cm^2 .

3. Dla piaskowców, tufów słodkowodnych i innych niewymienionych w punkcie 2. skał pochodzenia osadowego należy wytrzymałość na ściskanie określać w każdym poszczególnym wypadku.