



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Budownictwo ziemne Wprowadzenie, rodzaje budowli ziemnych

**Jerzy Flisiak
Michał Kowalski**

**Nazwa wydziału: Górnictwa i Geoinżynierii
Nazwa katedry: Geomechaniki, Budownictwa
i Geotechniki**

Zakres przedmiotu

- **Rodzaje budowli ziemnych – wykopy, nasypy kolejowe i drogowe, zapory ziemne, składowiska odpadów.**
- **Charakterystyka zagrożeń związanych z wykonawstwem budowli ziemnych – zagrożenia wodne, procesy osuwiskowe.**
- **Metody odwadniania budowli ziemnych.**
- **Metody wzmacniania podłoża gruntowego.**
- **Stabilizacja gruntów: mieszanki optymalne, stabilizacja wapnem, cementem, bituminami, żywicami itp.**
- **Palowanie podłoża, pale iniekcyjne, mikropale.**
- **Wykonawstwo robót wzmacniających podłoże.**
- **Zasady projektowania budowli ziemnych.**
- **Zasady projektowania konstrukcji oporowych – mury oporowe, ścianki szczelne, ścianki szczelinowe, kaszyce, gabiony (kosze siatkowe).**

Zakres przedmiotu

- **Konstrukcje z gruntu zbrojonego. Kotwienie skarp.**
- **Zastosowanie geosyntetyków do stabilizacji skarp.**
- **Badania geotechniczne służące do wyboru lokalizacji i oceny oddziaływania obiektów inżynierskich na tereny przyległe oraz stan środowiska.**

1. **Bobiński E., Kowalewski J., Krzepkowski W., Maciejewicz A., Nowak S., Tyczyński Z., Wolski W. *Technologia i organizacja robót w budownictwie wodnym*. Arkady, Warszawa 1977.**
2. **Czyżewski K., Wolski W., Wójcicki S., Żbikowski A. *Zapory ziemne*. Arkady, Warszawa 1973.**
3. **Huckel S. *Grodze*. Arkady, Warszawa 1959.**
4. **Depczynski W., Szamowski A. *Budowle i zbiorniki wodne*. OW PW, Warszawa 1999.**
5. **Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. GDDP, W-wa, 1998.**
6. **Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM, Warszawa 2002.**
7. **Siemińska-Lewandowska A. *Głębokie wykopy. Projektowanie i wykonawstwo*. Wydział Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.**

8. Jarominiak A. *Lekkie konstrukcje oporowe*. Wydział Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000.
9. Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T. *Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7*. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2011.
10. Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement – EBGEO. Ernst & Sohn, 2011.

- 11. PN-B-02479 – Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne. Sierpień 1998.**
- 12. PN-B-04452 – Geotechnika. Badania polowe. Maj 2002.**
- 13. PN-B-02481 – Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole cyfrowe i jednostki miar. Styczeń 1998.**
- 14. PN-S-02205 – Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. Styczeń 1998**
- 15. PN-EN 1990 – Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.**
- 16. PN-EN 1991-1-1 – Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje.**
- 17. PN-EN 1997-1 – Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.**
- 18. PN-EN 1997-2 – Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.**

- 18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. (Dz.U. 2007 nr 86 poz. 579).**
- 19. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).**
- 20. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 151, poz. 987).**

- 21. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 43, poz. 430) –
Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz.U. 2016 poz. 124).**
- 22. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63, poz. 735).**



AGH

Definicja budowli ziemnych

Budowle ziemne (gruntowe) to wszelkie obiekty budowlane wykonane z gruntów lub w gruntach.

prehistoryczna lub średniowieczna osada obronna, otoczona wałem, na terenie Polski najczęściej drewniano-ziemnym. Grody wznoszone były w różnych okresach; na terenie dzisiejszej Polski w epoce brązu i wczesnej epoce żelaza (**kultura łużycka**) oraz w czasach wczesnego średniowiecza i średniowiecza. We wczesnym średniowieczu miejsce zamieszkiwania przystosowane do obrony, będące uprzednio centrami plemiennymi i ośrodkami kultu pogańskiego. Lokalizowane one były na ogół w miejscach charakteryzujących się trudną dostępnością: w międzyrzeczach, na cyplach otoczonych mokradłami, naturalnych wzniesieniach. Oprócz samej lokalizacji dodatkowymi elementami obronnymi były **fosy**, wały ziemne, wały o konstrukcji drewniano-ziemnej lub kamiennej. W IX/X w. zaczęto budować siedziby rycerskie lub feudalne tzw. gródki lub grody stożkowate.

Budowano je na ogół w dolinach na niewielkich wzniesieniach, otaczano rowem lub fosą. Z wybieranej ziemi usypywano kolisty kopiec. Po wyrównaniu i otoczeniu wałem ziemnym, na którym wznoszono palisady, stawiano wewnątrz budynki na planie prostokąta. Gródek taki spełniał funkcje obronno-mieszkalne. Grody budowano w celu zapewnienia bezpieczeństwa jego mieszkańcom i posiadanej dobytkowi wykorzystując naturalną budowę terenu (**rzeki, wzgórza, wąwozy, itp.**) oraz wznoszono umocnienia - **wały, fosy, palisady, częstokoły**. Na terenie wokół grodu pojawiały się **podgrodzia**.



AGH

Biskupin (VIII w p.n.e.)



Grodzisko

pozostałość po **grodzie** albo **osadzie** obronnej w postaci kolistego (w podstawie), lub wielobocznego wzniesienia, zazwyczaj z zachowanymi śladami wałów drewniano-ziemnych. Na terenie dzisiejszej Polski grody budowane były w dwóch okresach: w późnej **epoce brązu** i wczesnej **epoki żelaza** (czasy kultury łużyckiej i kultury pomorskiej) oraz w okresie wczesnego **średniowiecza** (od schyłku VI w. n.e).

Na terenie Polski zachowało się około 1500 grodzisk. Poddane są **ochronie prawnej** na mocy wpisu do **rejestrubytyków**. Grodziska wyróżniają się w terenie w formie widocznego do dziś obrysu wałów lub fosy, albo nasypu w postaci stożka. W większości są wyłączone spod użytku rolnego lub ich powierzchnia jest zalesiona.

Lokalnie często określane są jako okopy, kopce, góry (np. lisie góry) lub szanice (np. stare szanice, szwedzki szaniec), zwykle błędnie wiążąc ich funkcjonowanie z okresem późniejszym (np. **potopem szwedzkim**).

Wczesnośredniowieczne grodzisko w Proboszczewicach na Mazowszu





AGH

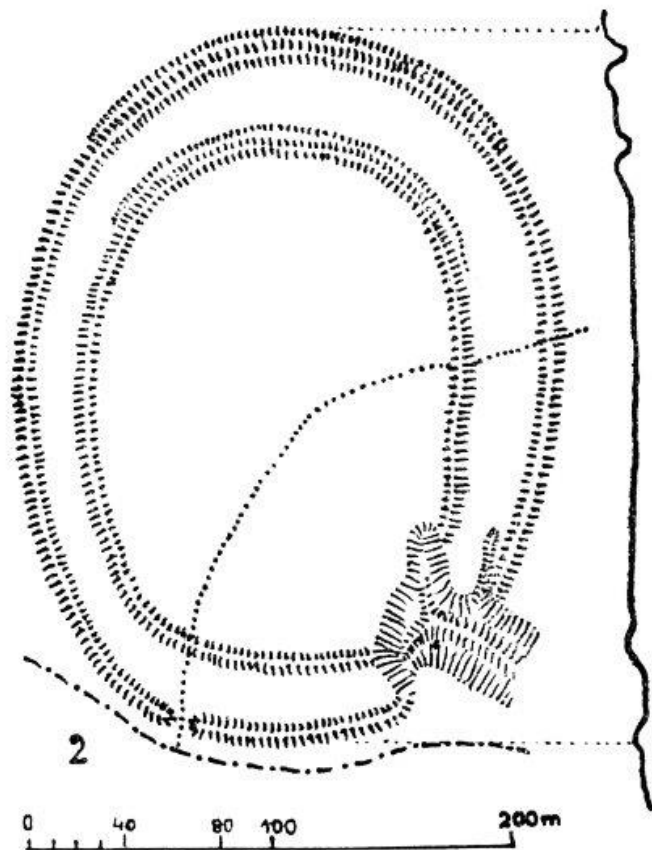
Wczesnośredniowieczne grodzisko w Gieczu





AGH

Bartłowa Góra



Źródło: G. Leńczyk, "Katalog grodzisk i zamczysk z terenu Małopolski", Kraków 1983.

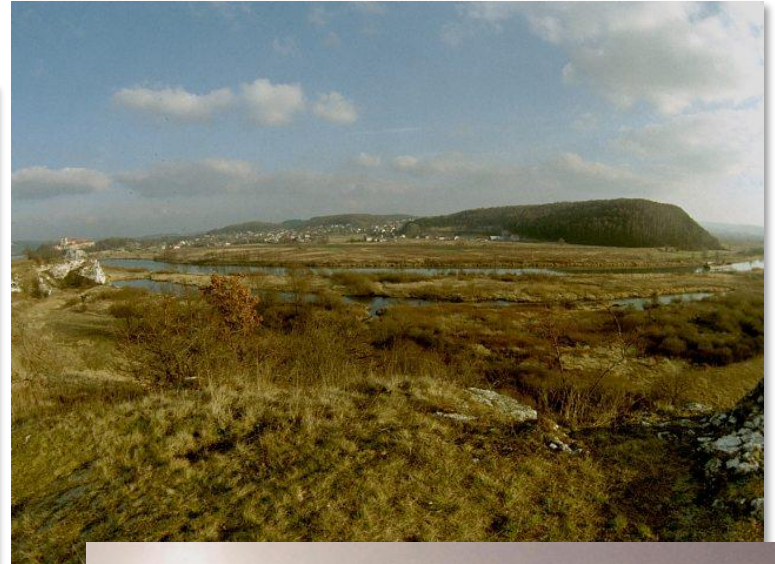
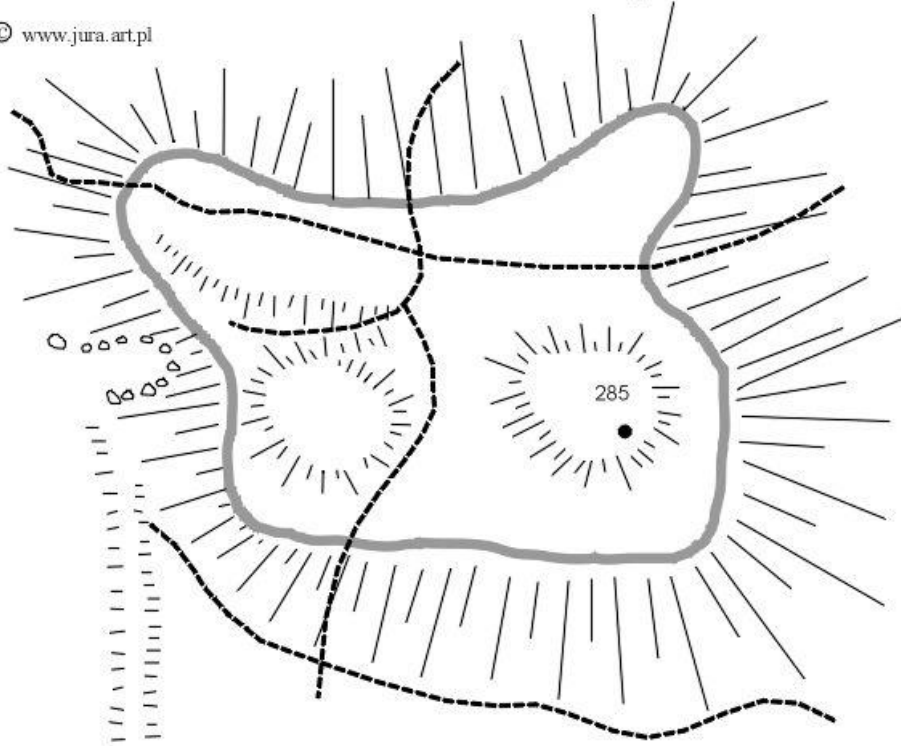


AGH

Grodzisko na Górze, Grodzisko w Tyńcu

Grodzisko na Górze Grodzisko w Tyńcu

© www.jura.art.pl



Mur pruski

(tak potocznie określa się ścianę ryglową) jest to rodzaj ściany szkieletowej zwanej też szachulcową lub fachówką (z niem. Fachwerk), wypełnionej murem z gliny i trzciny. W przypadku zastosowania gliny, przestrzeń między belkami wypełniało się dodatkowo pionowymi szczapami, a glinę mieszało się z sieczką lub innym materiałem wiążącym.



Zamek w
Książu

Mur pruski

Elementy ściany ryglowej to:

- **podwalina** - belka oparta na całej długości na fundamencie i zakotwiona w nim. Podwaliny łączy się na długości na nakładkę. Od wilgoci zawartej w gruncie drewno chroni się izolacją poziomą.
- **oczep** - górna belka zamykająca ścianę, przejmuje obciążenia od belek stropowych lub krokwi dachowych.
- **słupki** - w rozstawie ok. 1.0÷1.5 m. Słupki połączone są z podwaliną i oczepem na czopy.
- **zastrzały** - ukośne belki w skrajnych polach przenoszące siły parcia wiatru i zapewniające stateczność budynku. Z podwaliną i oczepem łączy się je na wręby.
- **rygle (rozwory)** - elementy dzielące pola między słupami i ograniczające otwory okienne i drzwiowe. Ich zadaniem jest przejście obciążenia od wypełnienia i przekazanie go na słupki. Rygle ze słupkami łączy się na wręby ukośne a z zastrzałami na czopy.

Mur pruski

Mur pruski znany jest od średniowiecza.

Budowle z muru pruskiego występują na Śląsku, w zachodniej i północno-wschodniej Polsce, na Kaszubach: zabytkowe zabudowania w Swołowie i na Helu, czy Warmii i Mazurach. Jego rozpowszechnienie jest związane z kolonizacją na prawach niemieckich. W Polsce wyróżnia się kilka typów domów szachulcowo-ryglowych:

- **dolnośląski**
- **kaszubski**
- **lubuski**
- **łużycki**
- **sudecki**
- **wielkopolski**



AGH

Budynek Muzeum Ziemi Złotowskiej w Złotowie





AGH

Przykłady budynków z muru pruskiego





AGH

Przykłady budynków z muru pruskiego



Mur pruski

Po zawarciu pokoju westfalskiego, kończącego wojnę trzydziestoletnią (1618-1648) cesarz Ferdynand III Habsburg pozwolił luteranom ze Śląska na budowę trzech świątyń (tzw. kościoły pokoju), obwarował to jednak kilkoma warunkami, m.in.:

- budynki musiały być wzniesione z materiałów nietrwałych, czyli drewna, gliny, słomy i piasku
- musiały zostać wybudowane w przeciągu 12 miesięcy

Zakaz stosowania cegły i kamienia miał spowodować właśnie ich nietrwałość, podobnie bardzo krótki, dla tego typu budowli, roczny czas realizacji inwestycji nie miał sprzyjać dokładności wykonania. Pewnie się jednak Ferdynand III w grobie przewraca, bo z trzech kościołów postawionych w Świdnicy, Jaworze i Głogowie dwa stoją do dziś w znakomitym stanie - po ponad 350 latach!

Kościół w Świdnicy

Technologia szachulcowa stosowana wówczas głównie do budowy stodoł sprawdziła się znakomicie również w przypadku dużych budowli sakralnych. Niezwykłe konstrukcje zaprojektował wrocławski mistrz Albrecht von Saebisch, wybudował mistrz ciesielski Andreas Gamper. Kościół w Świdnicy posiada 1090 metrów kwadratowych powierzchni i może pomieścić 7500 osób (3000 miejsc siedzących), do wnętrza prowadzi aż 27 wejść.

Konstrukcja o wysokości 15 metrów wykonana jest z bali o przekrojach od 30x50 cm do 40x50 cm (na konstrukcję świdnickiego kościoła zużyto ponad 3000 dębów!). Wypełnienie stanowi glina zmieszana ze słomą, usztywniana kawałkami drewna. Dach został pokryty drewnianym gontem. W bogato zdobionych wnętrzach rzucają się w oczy cztery kondygnacje empor, czyli drewnianych balkonów, zwiększających pojemność świątyni.

Domy z ziemi

Dopiero w latach 70, w efekcie kryzysu energetycznego, gdy zaczęto szukać tanich, energooszczędnych technologii, przypomniano sobie o budowaniu z ziemi. Badania nad ziemnymi technologiami (i ich wdrażaniem) zaczęto prowadzić w Danii, Belgii, Niemczech. We Francji powołano nawet związane ze szkołą architektury w Grenoble Centrum Badania i Zastosowania Architektury Ziemi (CRATerre), które do dziś zbudowało wiele osiedli w technologiach ziemnych, nie tylko we Francji. W Stanach małe i duże zakłady wytwarzające prasowane bloczki ziemne i surową cegłę zaczęły powstawać jak grzyby po deszczu. W latach 80. dzięki pomocy Amerykanów i Francuzów technologie te zaczęły się rozwijać w Brazylii, Kolumbii i Peru. Zaczęto budować w nich nie tylko domy dla biednych, ale też budynki publiczne, kościoły i luksusowe rezydencje.

Domy z ziemi

Szybko dostrzeżono, że budownictwo ziemne jest nie tylko energooszczędne, lecz ma też wiele innych zalet. Wbrew obiegowej opinii, domy z surowej ziemi są trwałe (świadczą o tym zachowane w idealnym stanie kilkusetletnie budynki). Ponadto ziemne ściany znakomicie "oddychają", wchłaniając i wyparowując na zewnątrz wilgoć w zależności od potrzeb, są też doskonałym termostatem - zimą jest w nich ciepło, latem - chłodno. Kolejnym plusem jest tempo budowania. W Grenoble ekipa CRATerre postawiła (w stanie surowym) parterowy 60-metrowy dom w ciągu 24 godzin! A co najważniejsze, budownictwo ziemne jest tanie. Według francuskich kalkulacji cena 1 m² ściany z prasowanych bloczków ziemnych jest o połowę niższa od ceny 1 m² ściany z cegieł wypalanych i o 30 proc. niższa od ceny ściany z bloczków cementowych.

Ważne jest i to, że sam proces produkcji nie zanieczyszcza w żaden sposób środowiska, a gdy dom nie nadaje się już do dalszego użytkowania, nie staje się "śmieciem", tylko powraca do ziemi. I wreszcie budownictwo ziemne ma niebagatelne zalety społeczne. Pozwala ono na powstawanie małych, lokalnych przedsiębiorstw produkcyjnych ściśle powiązanych z miejscowymi społecznościami.

Współczesne technologie budownictwa ziemnego

- 1. Wypełnianie sypką ziemią elementów konstrukcyjnych. Metoda stara jak świat. Niegdyś sypano ziemię pomiędzy konstrukcje z bali lub pomiędzy mury kamienne czy ceglane. Dziś ziemią wypełnia się parafinowane pudła kartonowe oraz zużyte metalowe puszki i opony. Nader Khalili stworzył oryginalną technikę budowy kopulastych parterowych domów z worków napełnionych ziemią i obrzuconych z wierzchu zaprawą ziemną.**
- 2. Ubijanie ziemi w szalunkach. Dawniej robiono to ręcznie, dziś ziemię ubija się na trzy sposoby: walcem przypominającym walec drogowy, mechanicznymi ubijakami, elektrycznymi wibratorami.**
- 3. Bloczki z prasowanej ziemi. Są z natury wytrzymałe, a po dodaniu 6-8 proc. cementu lub wapna stają się jeszcze bardziej odporne.**

Współczesne technologie budownictwa ziemnego

4. Adobe czyli "zimna cegła". Do ziemi dla poprawy spoistości dodaje się pocięte włókna roślinne (np. słomę) oraz (czasem) niewielkie ilości wapna lub cementu. W specjalnych mikserach tę mieszankę doprowadza się do stanu półpłynnego, a potem wlewa do form i prawie natychmiast wyjmuje się je, pozostawiając cegłę do wyschnięcia.



**Cytadel w Bam,
przed trzęsieniem
ziemi w 2003 r.**

Współczesne technologie budownictwa ziemnego

- 5. Wałki z ziemi produkowane metodą tłoczenia. To technologia "młoda", bo zaledwie stuletnia. Dawniej do uruchamiania tłoków używano zwierząt pociągowych, dziś produkcję zmechanizowano. Specjalne urządzenie tłoczy jeden długi wałek z ziemi o przekroju okrągłym, owalnym lub prostokątnym, pełny lub z otworami (pustak). Po wytłoczeniu wałki są cięte na cegły o potrzebnej długości. Ziemię stabilizuje się dodając 15 proc. cementu i środka uelastyczniającego, który zapobiega kruszeniu się surowca podczas wyciskania i krojenia. Cegła produkowana tą metodą jest o połowę tańsza od wypalanej.**

Współczesne technologie budownictwa ziemnego

- 6. Dużym powodzeniem, szczególnie w Niemczech, cieszy się metoda wypełniania zrobionego z drewna, stali, żelbetu szkieletu budynku elementami wyprodukowanymi z ziemi: bloczkami ceramicznymi, zimną cegłą, cegłą wytworzoną metodą tłoczenia, bloczkami prasowanymi lub też szczególnie w tym przypadku cennymi elementami z ziemi zmieszanej ze słomą. Zaletą tej metody jest to, że można najpierw postawić szkielet i pokryć go dachem, a dopiero potem wypełniać go elementami ziemnymi.**
- 7. Wylewanie półpłynnej ziemi w szalunkach – to nowa technologia. Ziemię, tak jak beton, miesza się w specjalnych mikserach, a następnie półpłynną wtryskuje do szalunków przy pomocy pistoletów pneumatycznych, pomp do betonu, bądź też wlewa do szalunków bezpośrednio. Wielką zaletą tej metody jest to, że przyspiesza prace. Zmechanizowane ubicie 100 m³ zajmuje tydzień, jej wtryskiwanie do szalunków – zaledwie 10÷12 godzin.**

Budowle ziemne

Jak wcześniej wspomniano „Budowle ziemne (gruntowe) to wszelkie obiekty budowlane wykonane z gruntów lub w gruntach.”

Budowle Ziemne powstają poprzez wykonywanie nasypów i wykopów o różnych kształtach i różnych wymiarach , przy czym technologia ich wykonania polega zazwyczaj na odspojeniu i wydobyciu gruntu z wykopów, przemieszczeniu urobku na miejsca nasypów oraz na ich uformowaniu w zależności od celu i przeznaczenia budowli.

Nierzadko do budowy nasypów wykorzystuje się grunty antropogeniczne, powstałe w wyniku gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka (odpady komunalne, pyły dymnicowe, odpady poflotacyjne).

Budowle ziemne

Budowle ziemne to struktury przestrzenne, wykonane z gruntu budowlanego, w formie nasypów lub wykopów, wraz z urządzeniami odwadniającymi.

Roboty ziemne to pełen zakres czynności technologicznych, których rezultatem jest budowla ziemna.



AGH

Rodzaje budowli ziemnych

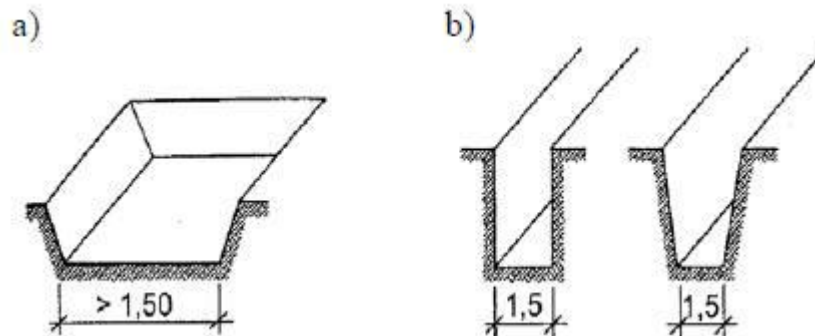
WYKOPY

NASYPY

Wykopy

Rodzaje wykopów:

- **szerokoprzestrzenne (a)** – ich szerokość i długość w znaczącym stopniu przekracza głębokość. Szerokość dna $> 1,5$ m,
- **wąskoprzestrzenne (b)** – szerokość dna $\leq 1,5$ m, długość i głębokość dowolna,
- **jamiste** – długość i szerokość $\leq 1,5$ m.





AGH

Wykopy





Nasypy

Wykonywanie nasypów, w szczególności wysokich i z różnorodnych gruntów jest zadaniem trudnym, wymagającym znajomości:

- **zasad stateczności nasypów**
- **technologii robót ziemnych**
- **właściwości gruntów**

Wybór sposobu prowadzenia robót zależy od:

- **ukształtowania terenu**
- **rodzaju gruntu**
- **rodzaju podłoża**
- **dostępnych maszyn i środków transportu**



AGH

Nasypy



mostpólnocny.warszawa.pl

Podział budowli ziemnych

1. Stałe (stateczność stała)

- zapory wodne ziemne, obwałowania rzek, nasypy drogowe i kolejowe, groble stawów rybnych itp.,
- zbiorniki odpadów przemysłowych, np. poflotacyjne
- hałdy magazynowe, np. w portach przeładunkowych
- podtorza ziemne dla kolei i dróg kołowych,
- roboty niwelacyjne dla zakładów przemysłowych i osiedli mieszkaniowych, dla lotnisk, stadionów itp.,
- kanały żeglowne, kanały nawadniające oraz roboty z zakresu regulacji rzek i potoków,
- składowiska odpadów.

2. Czasowe (stateczność ograniczona w czasie)

- wykopy pod budynki mieszkalne, przemysłowe, mosty, zapory wodne, śluzy nadbrzeża itp.,
- rowy dla instalacji kanalizacyjnych, wodociągowych, kabli, sieci gazowej itd., nasypy ziemne w postaci gródz dla budowli hydrotechnicznych

Podział budowli ziemnych

Ze względu na kształt:

- **liniowe, których długość jest znacznie większa od wysokości,**
- **skoncentrowane, których wymiary poziome są porównywalne z wysokością.**

Ze względu na przeznaczenie:

- **budowle transportowe:**
 - **budowle drogowe – nasypy i wykopy,**
 - **budowle kolejowe – nasypy i wykopy.**
- **budowle hydrotechniczne:**
 - **zapory ziemne,**
 - **wały przeciwpowodziowe,**
 - **tamy,**
 - **groble,**
 - **kanały.**

Podział budowli ziemnych

- **budowle służące ochronie środowiska:**
 - ekrany przeciwhałasowe,
 - ekrany wibroizolacyjne,
 - obwałowania składowisk odpadów,
- **budowle militarne:**
 - forty,
 - schrony,
 - transzeje,
 - okopy.
- **budowle ozdobne i kultowe:**
 - kopce,
 - kurhany.
- **budowle związane z działalnością górniczą:**
 - wyrobiska kopalń odkrywkowych,
 - zwałowiska,
 - hałdy.

Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

***ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA
I GOSPODARKI MORSKIEJ
z dnia 25 kwietnia 2012 r.
w sprawie ustalania geotechnicznych warunków
posadawiania obiektów budowlanych***

Rozporządzenie określa szczegółowe zasady ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, zwane dalej „geotechnicznymi warunkami posadawiania”

Geotechniczna ocena warunków posadawiania

Jest to integralna część projektu budowlanego służąca do właściwego i bezpiecznego zaprojektowania obiektu na podstawie przeprowadzonego rozpoznania podłoża. Ocena obejmuje:

- **określenie kategorii geotechnicznej budowli lub jej fragmentów,**
- **zestawienie informacji i danych liczbowych właściwości gruntów oraz wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych gruntów w podłożu i bezpośrednim otoczeniu obiektu;**

Zawiera zalecenia konstrukcyjne dotyczące:

- **wykonawstwa robót ziemnych i fundamentowych,**
- **prognozy współdziałania konstrukcji z podłożem,**
- **zachowania się podłoża w czasie budowy i eksploatacji - w odniesieniu do konkretnego obiektu, a także dane dotyczące koniecznej ochrony gruntów i wód gruntowych przed zanieczyszczeniem.**

Jest ustalana na podstawie wszystkich dostępnych danych geologicznych i geotechnicznych.

Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

Ustalanie geotechnicznych warunków posadawiania polega na:

- 1) zaliczeniu obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej;**
- 2) zaprojektowaniu odwodnień budowlanych;**
- 3) przygotowaniu oceny przydatności gruntów stosowanych w budowlach ziemnych;**
- 4) zaprojektowaniu barier lub ekranów uszczelniających;**
- 5) określeniu nośności, przemieszczeń i ogólnej stateczności podłoża gruntowego;**
- 6) ustaleniu wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego i podłoża gruntowego w różnych fazach budowy i eksploatacji, a także wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego z obiektami sąsiadującymi;**
- 7) ocenie stateczności zboczy, skarp wykopów i nasypów;**

Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

8) wyborze metody wzmocnienia podłoża gruntowego i stabilizacji zboczy, skarp wykopów i nasypów;

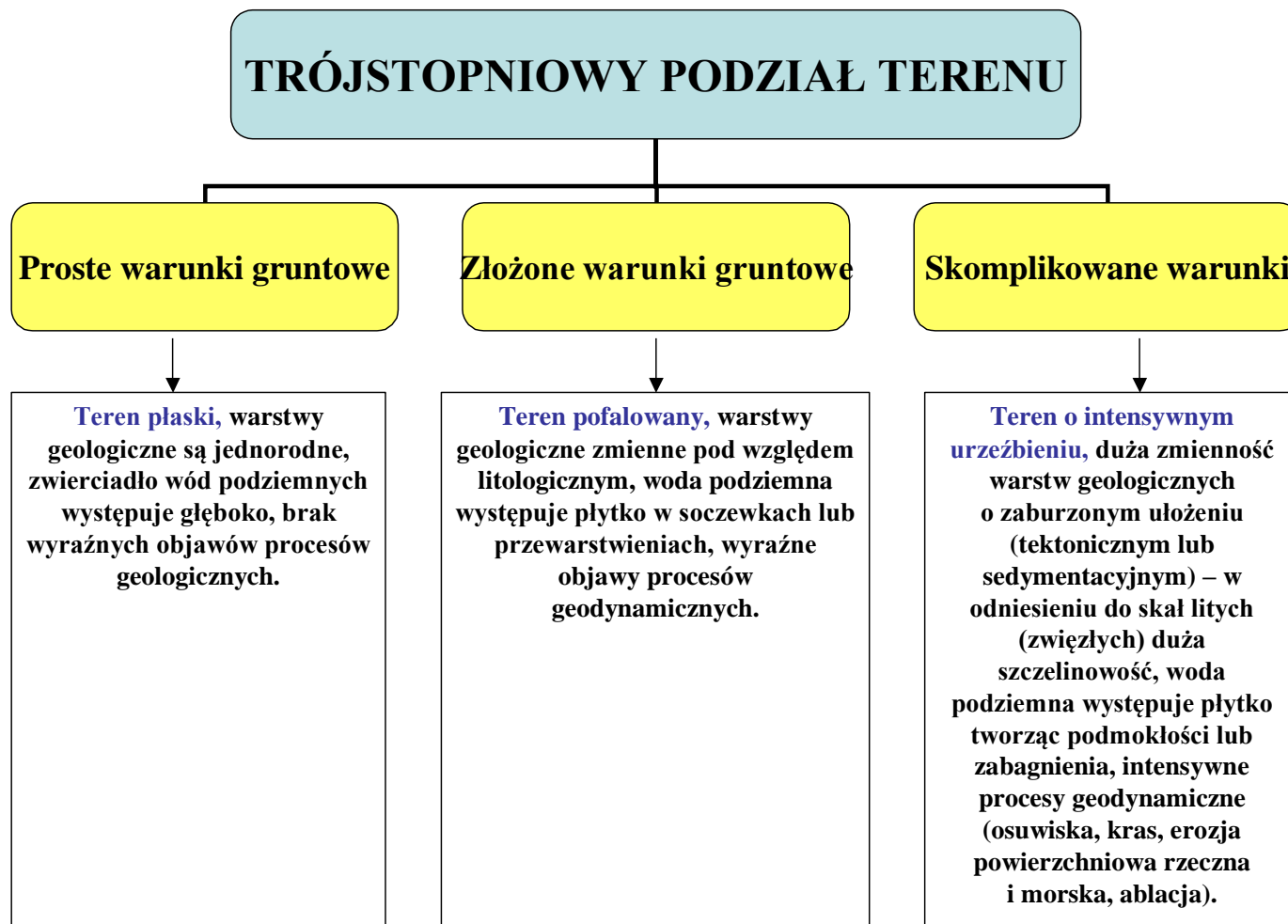
9) ocenie wzajemnego oddziaływania wód gruntowych i obiektu budowlanego;

10) ocenie stopnia zanieczyszczenia podłoża gruntowego i doboru metody oczyszczania gruntów.

Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

Geotechniczne warunki posadowienia przedstawia się w formie:

- 1) opinii geotechnicznej;**
- 2) dokumentacji badań podłoża gruntowego;**
- 3) projektu geotechnicznego.**



Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

Warunki gruntowe w zależności od stopnia ich skomplikowania dzieli się na:

- 1) **proste** – występujące w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, zalegających poziomo, nieobejmujących mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych, przy zwierciadle wody poniżej projektowanego poziomu posadowienia oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych;
- 2) **złożone** – występujące w przypadku warstw gruntów niejednorodnych, nieciągłych, zmiennych genetycznie i litologicznie, obejmujących mineralne grunty słabonośne, grunty organiczne i nasypy niekontrolowane, przy zwierciadle wód gruntowych w poziomie projektowanego posadawiania i powyżej tego poziomu oraz przy braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych;

Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych

3) **skomplikowane** – występujące w przypadku warstw gruntów objętych występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych, zwłaszcza zjawisk i form krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych, glacitektonicznych, gruntów ekspansywnych i zapadowych, na obszarach szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu, w obszarach dolin i delt rzek oraz na obszarach morskich.

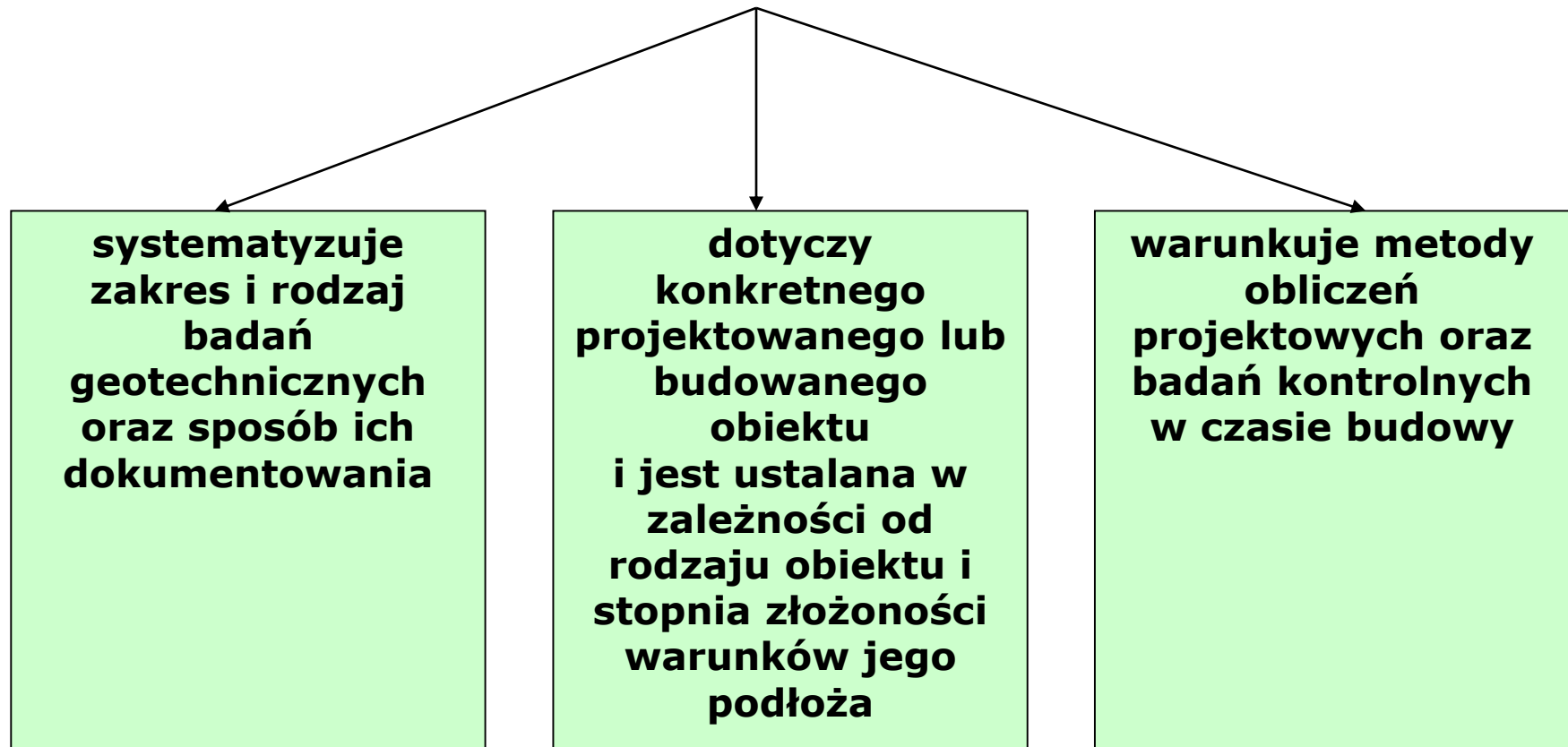


AGH

Kategorie geotechniczne obiektu budowlanego

KRYTERIA GEOTECHNICZNE

KATEGORIA GEOTECHNICZNA



Kategorie geotechniczne obiektu budowlanego

Rozróżnia się następujące kategorie geotechniczne obiektu budowlanego:

- 1. pierwsza kategoria geotechniczna, która obejmuje posadawianie niewielkich obiektów budowlanych, o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych, w przypadku których możliwe jest zapewnienie minimalnych wymagań na podstawie doświadczeń i jakościowych badań geotechnicznych, takich jak:**
 - a) 1- lub 2-kondygnacyjne budynki mieszkalne i gospodarcze,**
 - b) ściany oporowe i rozparcia wykopów, jeżeli różnica poziomów nie przekracza 2,0 m,**
 - c) wykopy do głębokości 1,2 m i nasypy budowlane do wysokości 3,0 m wykonywane w szczególności przy budowie dróg, pracach drenażowych oraz układaniu rurociągów;**



AGH

Kategorie geotechniczne obiektu budowlanego

- 2. druga kategoria geotechniczna, która obejmuje obiekty budowlane posadawiane w prostych i złożonych warunkach gruntowych, wymagające ilościowej i jakościowej oceny danych geotechnicznych i ich analizy, takie jak:**
 - a) fundamenty bezpośrednie lub głębokie,**
 - b) ściany oporowe lub inne konstrukcje oporowe, z zastrzeżeniem pkt 1 lit. b, utrzymujące grunt lub wodę,**
 - c) wykopy, nasypy budowlane, z zastrzeżeniem pkt 1 lit. c, oraz inne budowle ziemne,**
 - d) przyczółki i filary mostowe oraz nabrzeża,**
 - e) kotwy gruntowe i inne systemy kotwiące;**

Kategorie geotechniczne obiektu budowlanego

- 3. trzecia kategoria geotechniczna, która obejmuje:**
- a) obiekty budowlane posadawiane w skomplikowanych warunkach gruntowych,**
 - b) nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenie dla użytkowników, takie jak: obiekty energetyki, rafinerie, zakłady chemiczne, zapory wodne i inne budowle hydrotechniczne o wysokości piętrzenia powyżej 5,0 m, budowle stoczniowe, wyspy morskie i platformy wiertnicze oraz inne skomplikowane budowle morskie, lub których projekty budowlane zawierają nieznaną w krajowej praktyce rozwiązania techniczne,**



AGH

Kategorie geotechniczne obiektu budowlanego

- c) obiekty budowlane zaliczane do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, określone w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397),**
- d) budynki wysokościowe projektowane w istniejącej zabudowie miejskiej,**
- e) obiekty wysokie, których głębokość posadawiania bezpośredniego przekracza 5,0 m lub które zawierają więcej niż jedną kondygnację zagłębioną w gruncie,**
- f) tunele w twardych i niespękanych skałach, w warunkach niewymagających specjalnej szczelności,**
- g) obiekty infrastruktury krytycznej,**
- h) obiekty zabytkowe i monumentalne.**

Warunki gruntowe

Zakres badań geotechnicznych gruntu ustala się w zależności od kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego:

Dla obiektów budowlanych pierwszej kategorii geotechnicznej zakres badań geotechnicznych może być ograniczony do wierceń i sondowań oraz określenia rodzaju gruntu na podstawie analizy makroskopowej. Wartości parametrów geotechnicznych można określać przy wykorzystaniu lokalnych zależności korelacyjnych.

Dla obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej zakres badań, poza badaniami, o których mowa powyżej, powinien być zależny od przewidywanego stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz specyfiki i charakteru obiektu budowlanego lub rodzaju planowanych robót geotechnicznych oraz określać:

Warunki gruntowe

- 1) rodzaj gruntów;
- 2) fizyczne i mechaniczne parametry gruntu takie jak: kąt tarcia wewnętrznego, spójność, wytrzymałość na ścinanie bez odpływu, moduł ściśliwości lub odkształcenia, uzyskane w badaniach laboratoryjnych lub w terenie, w szczególności za pomocą takich metod jak:
 - a) sondowania statyczne i dynamiczne,
 - b) badania presjometryczne i dylatometryczne,
 - c) badania sondą krzyżakową,
 - d) badania próbnych obciążeń gruntu;
- 3) w zależności od potrzeb fizykochemicznych – właściwość wód gruntowych.

Podstawowe pojęcia geotechniki

WARSTWA GEOLOGICZNA – jest to jednostka strukturalna mająca wspólną genezę; przy jej wyodrębnianiu stosuje się kryteria geologiczne jak np.: litologię, genezę, itp.

WARSTWA GRUNTOWA – jest jednostką strukturalną złożoną z jednakowego gruntu.

WARSTWA GEOTECHNICZNA – jest to warstwa gruntowa o zbliżonych (jednorodnych) właściwościach technicznych.

Podstawowe pojęcia geotechniki

PARAMETR GRUNTOWY – jest to wielkość, która charakteryzuje cechę (własność) gruntu i jego zachowanie się w przypadku działania w przeszłości, teraźniejszości i w przyszłości określonych czynników zewnętrznych i wewnętrznych (obciążenie, zawilgocenie itp.) uwzględniające charakterystykę geologiczno-inżynierską (wartość charakterystyczna parametru).

OBLICZENIOWA WARTOŚĆ PARAMETRU – określana jest przez przemnożenie wartości charakterystycznej parametru przez odpowiedni współczynnik uwzględniający zmienność gruntu, błąd pomiaru oraz czynniki charakteryzujące obiekt budowlany

Grunt jako materiał budowlany

CECHY OKREŚLAJĄCE PRZYDATNOŚĆ GRUNTU JAKO MATERIAŁU BUDOWLANEGO NA KONSTRUKCJE ZIEMNE

Cechy wpływające na wymiary i rozwiązania konstrukcyjne budowli ziemnych

- **wytrzymałość na ścinanie**
- **ściśliwość**
- **przepuszczalność (zdolności filtracyjne)**

Cechy charakteryzujące podatność gruntu na zagęszczanie

- **uziarnienie gruntu**
- **wilgotność gruntu**
- **urabialność gruntu**



AGH

Parametry geotechniczne

Metody Uzyskiwania Parametrów Geotechnicznych

Metoda A

polega na bezpośrednim wyznaczeniu wartości parametrów na podstawie polowych i laboratoryjnych badań gruntu. Do oceny jednorodności gruntu i jego uogólnionych wartości charakterystycznych wykorzystuje się metody statystyczne. Wartości obliczeniowe parametru geotechnicznego wyznacza się ze wzoru:

$$x^{(r)} = \gamma_m x^{(n)}$$

przy czym nie należy stosować wartości γ_m bliższych jedności niż 0.9 i 1.1

Metoda B

polega na oznaczeniu metodą A parametrów wiodących (dla gruntów spoistych wilgotności w_n , gruntów niespoistych stopnia zagęszczenia I_D lub gęstości ρ), pozwalających wyznaczyć na ich podstawie pozostałe niezbędne parametry wykorzystując zależności korelacyjne między nimi, podanych w normach lub ustalonych doświadczalnie

Metoda C

jest analogiczna do metody B, z tym, że przyjmuje się parametry określone na podstawie praktycznych doświadczeń uzyskanych na podobnych terenach i dla podobnych konstrukcji