

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

B - 01.00.00

ROBOTY ZIEMNE - WYKOPY

1. Część ogólna.

a) Nazwa nadana zamówieniu przez Zamawiającego.

Przebudowa i budowa zespołu parkingowego na terenie Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych administrowanym przez Przedsiębiorstwa Gospodarki Odpadami „EKO-Mazury” Sp. z o.o. w Siedliskach k/Ełku - dz. o nr geod. 344/9, 344/10.

b) Przedmiot i zakres robót budowlanych.

Projektowany zespół parkingowy będzie stanowił przebudowę istniejącego parkingu na części działki o nr geod. 344/10 i budowę parkingu na działce o nr geod. 344/9 zlokalizowanego w północnej części Zakładu.

Projektowany zespół parkingowy na 79 miejsc postojowych o nawierzchni betonowej i z kostki betonowej będzie otoczony zielenią urządzoną i ogrodzony ogrodzeniem z paneli siatkowych z dwoma bramami przesuwными.

Wody opadowe będą odprowadzane do istn. kanalizacji deszczowej.

Celem opracowania projektowego jest zwiększenie ilości miejsc postojowych dla samochodów osobowych pracowników zatrudnionych w Zakładzie.

c) Informacje o terenie budowy.

Teren objęty planowaną inwestycją położony jest na działce o nr geod. 344/9 i części działki o nr geod. 344/10 na terenie Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych administrowanym przez Przedsiębiorstwo Gospodarki Odpadami „Eko-MAZURY” Sp. z o.o. w Siedliskach k/Ełku.

Obszar objęty zakresem opracowaniem projektowym znajduje się po stronie północnej ogrodzonego terenu Zakładu i przylega od zachodu do istn. placu manewrowego położonego na terenie Zakładu.

Przez działkę o nr geod. 344/9 przy południowej granicy przebiega kabel średniego napięcia 3eS. Przez działkę o nr nr geod. 344/10 przy północnej granicy przebiega kabel eN i kabel teletechniczny.

Teren działki o nr geod. 344/9 pokryty jest nieurządzoną zielenią trawiastą. Na działce nie występują drzewa. Na terenie części działki o nr 344/10 objętej zakresem opracowania zlokalizowane są tereny zieleni urządzonej trawiastej i parking dla ok. 30 samochodów osobowych. Działka o nr 344/9 odgrodzona jest od działki o nr 344/10 ogrodzeniem panelowym z siatki o wys. 2,5 m.

d) Nazwy i kody:

45111200-0 - przygotowanie terenu pod budowę i roboty ziemne, wykopy.

e) Określenia podstawowe zawierające definicje pojęć i określeń nigdzie wcześniej niezdefiniowanych.

Określenia podane w niniejszej specyfikacji są zgodne z obowiązującymi przepisami i powszechnie stosowanymi normami.

2. Wymagania dotyczące właściwości wyrobów budowlanych.

Nie dotyczy.

3. Wymagania dotyczące sprzętu i maszyn niezbędnych lub zalecanych do wykonania robót budowlanych zgodnie z założoną jakością.

Roboty można wykonywać ręcznie lub przy użyciu dowolnego sprzętu spełniającego wymagania dotyczące wykonania robót budowlanych.

4. Wymagania dotyczące środków transportu.

Transport na terenie budowy może odbywać się dowolnymi środkami.

5. Wymagania dotyczące wykonania robót budowlanych.

ROBOTY PRZYGOTOWAWCZE I ZWIĄZANE

Zakres robót

Zakres robót przygotowawczych obejmuje:

- a) roboty geodezyjne związane z wytyczeniem i stabilizacją w terenie granic wykopu oraz w razie potrzeby usytuowanie występujących w obrębie wykopu instalacji podziemnych lub innych przeszkód wymagających wykonywania wykopu ze szczególną ostrożnością,
- b) oczyszczenie i przygotowanie terenu,
- c) przygotowanie dróg dojazdowych,
- d) odwodnienie powierzchniowe terenu.

Zakres robót związanych obejmuje:

- a) roboty geodezyjne związane z określeniem wymiarów dna wykopu i usytuowania podstawowych elementów konstrukcji oraz w razie potrzeby pochylenia skarp wykopu,
- b) powierzchniowe odwodnienie dna wykopu,
- c) wgłębne obniżenie poziomu wody gruntowej.

Roboty geodezyjne

Zgodnie z wymaganiami normy roboty geodezyjne związane z wykonaniem wykopu powinny obejmować:

a) wytyczenie, w nawiązaniu do stałej lub realizacyjnej osnowy geodezyjnej, punktów głównych i punktów charakterystycznych obiektu, przebiegu osi, obrysów, krawędzi, załamań itp. w zakresie umożliwiającym wytyczenie zarówno konturów robót ziemnych, jak i elementów konstrukcji obiektu (np. ścian konstrukcyjnych),

b) wyznaczenie na terenie budowy i w bezpośrednim jej sąsiedztwie odpowiedniej liczby punktów wysokościowych (reperów), dowiązanych do geodezyjnej osnowy wysokościowej.

W przypadku wykopów fundamentowych otwartych, przeznaczonych dla małych i prostych obiektów, granice wykopu można określać prostymi metodami mierniczymi. Przy wykopach otwartych dla bardziej złożonych obiektów i wykopach obudowanych granice wykopu (usytuowanie obudowy) należy wyznaczać metodami geodezyjnymi.

Punkty określające granice wykopu oraz występujących na terenie instalacji powinny być wyraźnie widoczne, zabezpieczone przed uszkodzeniami i usytuowane w miejscach umożliwiających korzystanie z nich przez cały okres wykonywania wykopu.

Punkty wysokościowe należy lokalizować poza granicami przewidywanych robót ziemnych, na trwałych elementach, których położenie w trakcie wykonywania wykopu nie ulegnie zmianie.

Dla każdego obiektu musi być wykonany co najmniej jeden punkt wysokościowy. W przypadku wykopów liniowych i rozległych wykopów szerokoprzestrzennych liczba punktów wysokościowych musi być taka, aby odległość punktu pomiaru wysokości w trakcie robót od punktu wysokościowego nie przekraczała 250 m.

Rzędna punktu wysokościowego powinna być wyznaczona z dokładnością do 0,5 mm.

Przy dużych robotach ziemnych zaleca się stosowanie GPS (*Global Positioning Systems*) w pracach geodezyjnych, takich jak tyczenie i kontrola realizacji wykopów lub nasypów. Antena umieszczona na równiarce lub walcu pozwala na wyznaczenie jej położenia co 10-30 sekund z dokładnością do 1-2 cm. GPS prowadzi do bardzo znacznego przyspieszenia robót ziemnych.

Oczyszczenie i przygotowanie terenu

Zgodnie z normą oczyszczenie i przygotowanie terenu robót ziemnych powinno być wykonywane po dokładnym rozpoznaniu istniejących na terenie obiektów i związanych z nimi instalacji, urządzeń oraz roślinności, i powinno obejmować:

- usunięcie występujących na terenie rumowisk i wysypisk odpadów oraz gruntów zanieczyszczonych związkami chemicznymi; czynności te powinny być wykonane z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska,
- przełożenie lub zabezpieczenie przed uszkodzeniami przewidzianych w projekcie instalacji podziemnych,
- usunięcie występujących w granicach wykopu krzewów i drzew (jeżeli projekt nie przewiduje inaczej),
- zabezpieczenie przed uszkodzeniami w razie potrzeby drzew i obiektów występujących w sąsiedztwie granic wykopu, szczególnie obiektów chronionych prawem (pomników przyrody, pomników kultury, wykopalisk archeologicznych),
- istniejące na terenie robót ziemnych zbiorniki i ciekły wodne powinny być osuszone lub przełożone zgodnie z odrębnym projektem.

Jeżeli wcześniejsze użytkowanie terenu robót wskazuje na możliwość występowania w podłożu np. starych i instalacji, drenów, murów, wskazane jest wykonanie przekopów kontrolnych, umożliwiających stwierdzenie ich obecności.

Wykonanie przekopów kontrolnych może być również uzasadnione w miejscach wykonywania obudów.

Jeżeli wykonanie wykopu wymaga usunięcia drzew, których usunięcie nie było w projekcie budowlanym przewidziane, to usunięcie takich drzew należy uzgodnić z odpowiednimi władzami.

Drzewa powinny być usuwane w całości, łącznie z karczowaniem pni. Doły po karczowaniu pni poza granicami wykopu powinny być wypełnione nasypem i zagęszczonym gruntem tego samego rodzaju jak grunt podłoża i przykryte warstwą ziemi humusowej.

Przygotowanie dróg dojazdowych

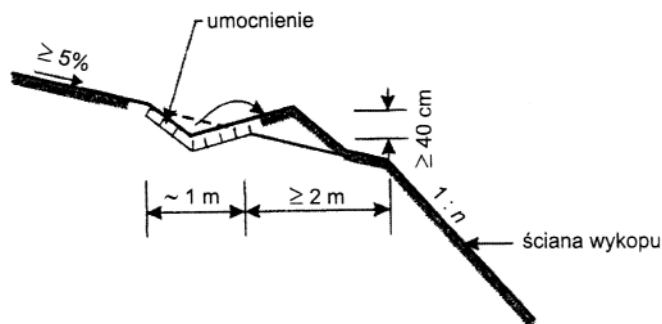
Przed przystąpieniem do wykonania robót ziemnych należy wykonać niezbędne drogi dojazdowe do terenu i na terenie budowy oraz, ewentualnie, wyznaczyć objazdy dla ruchu drogowego. Drogi dojazdowe należy oznakować jak miejsca niebezpieczne, wymagające szczególnej ostrożności.

Odwodnienie powierzchniowe

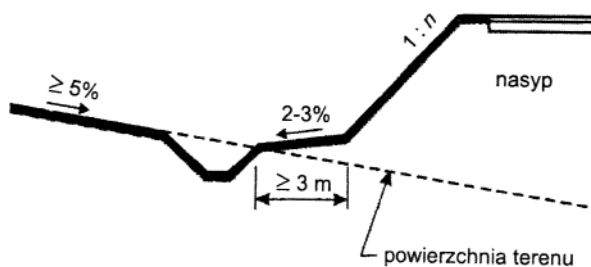
Wykonywane roboty ziemne należy zabezpieczyć przed destrukcyjnym działaniem wód opadowych i gruntowych.

Zabezpieczenie terenu wykopu przed wodami opadowymi należy wykonać przez odpowiednie ukształtowanie przyległego terenu (ze spadkiem od wykopu) lub ujęcia i odprowadzenie wód powierzchniowych napływających w miejsce wykonywanych robót.

Przykłady najprostszych rozwiązań odwodnień wykopów i nasypów pokazują rysunki 1 i 2.



Rys. 1. Rów na koronie wykopu przechwytyjący wodę



Rys. 2. Rów odwadniający wzdłuż nasypu

Odwodnienie powierzchniowe dna wykopu stosuje się przy niedużym zagłębieniu dna poniżej poziomu zwierciadła wody gruntowej oraz nieznacznym jej wydatku, w warunkach gdy pompowanie z dna wykopu nie powoduje zagrożeń obiektów sąsiednich. Wodę napływającą do wykopu przez skarpy lub ściany i dno zbiera się za pomocą systemu rowków oraz drenów poziomych do studzienek zbiorczych i stamtąd odpompowuje na zewnątrz wykopu.

Orientacyjne wartości współczynników filtracji dla poszczególnych gruntów - k i jednostkowe wydajności - q podano w tablicy 1.

Tablica 1. Orientacyjne wartości q i k

Rodzaj gruntu	q , m ³ /h • m ²	k , m/dobę
Piaski drobne	0,15	0,50-1,0
Piaski średnie	0,25	10-25
Piaski grube i żwiry	0,30-3,0	25-250
Skały spękanne	0,15-0,25	kilkadziesiąt do kilkuset
q - wydajność, k - współczynnik filtracji		

Niedogodność techniczna tego sposobu odwodnienia polega na tym, że woda napływająca do wykopu rozluźnia grunt i wpływa w ten sposób na zmniejszenie jego nośności.

Odwodnienie wgłębne

Obniżanie poziomu wody gruntowej w podłożu lub obniżanie jej ciśnienia powinno być wykonywane na podstawie projektu. Projekt powinien być opracowany zgodnie z wynikami badań geotechnicznych lub hydrogeologicznych.

Woda może być usuwana z podłoża za pomocą igłofiltrów lub studni wierconych, a także z zastosowaniem elektroosmozy. Dobór systemu zależy od:

- istniejących warunków gruntowych i wodnych w podłożu,
- charakterystyki obiektu, np. głębokości wykopu i zasięgu odwodnienia.

Zaleca się, aby system odwodnienia spełniał poniższe warunki:

- przyjęty system musi spełniać wymagania ustawy, zwłaszcza wymagania dotyczące ilości pompowanej wody z wykopu, jej zrzuty do cieków czy kanalizacji, które powinny następować za zgodą odpowiednich władz,

- system odwodnienia nie może prowadzić do nadmiernych osiadań lub uszkodzenia pobliskich obiektów,

- w celu ograniczenia przemieszczania cząstek gruntu razem z pompowaną wodą, należy stosować odpowiednie filtry wokół ujęć, z wyjątkiem gruntów równoziarnistych, które są dobrym materiałem filtrującym,

- schemat odwodnienia powinien być tak zaprojektowany i wykonany, aby utrzymywać przewidziane w projekcie poziomy wody i ciśnienia porowe bez znaczących wahań,
- należy zapewnić odpowiedni zapas wydajności pomp, jak również zabezpieczyć urządzenia zastępcze na wypadek awarii,
- w momencie powrotu wody gruntowej do jej pierwotnego poziomu należy zapobiegać niekorzystnym zjawiskom, takim jak zapadanie się gruntów o wrażliwej strukturze, jak np. luźny piasek,
- przyjęty system odwodnienia nie powinien prowadzić do nadmiernego dopływu zanieczyszczonej wody do wykopu.

Wgłębne obniżenie poziomu wody gruntowej można uzyskać za pomocą studni depresyjnych lub igłofiltrów (rys. 3, 4).

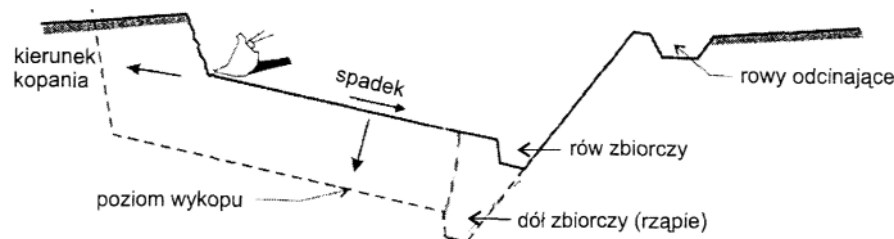
Podstawowe kryterium stosowania studni depresyjnych i igłofiltrów stanowi współczynnik filtracji k gruntu odwadnianego:

- przy $k > 1$ m/dobę stosuje się studnie depresyjne lub igłofiltry,
- przy $1 > k > 0,10$ m/dobę stosuje się igłofiltry z podciśnieniem,
- przy $k < 0,10$ m/dobę stosuje się igłofiltry z elektroosmozą.

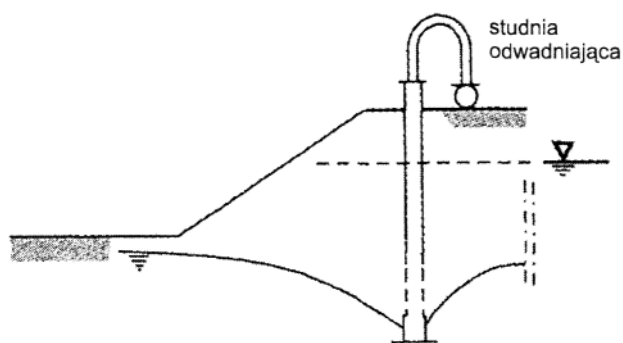
Studnie depresyjne stosuje się zazwyczaj w przypadku większej miąższości warstw wodonośnych, natomiast igłofiltry - w przypadku warstw o małej miąższości (0,50-1,50 m).

Studnie depresyjne należy zapuszczać do gruntów najbardziej przepuszczalnych. Wymagane obniżenie poziomu wody gruntowej osiąga się w wyniku pompowania wody ze studzien rozstawionych wzdłuż obwodu wykopu fundamentowego.

Studnie depresyjne wykonuje się w otworach wiertniczych o średnicy 200-500 mm. Przestrzeń wokół filtra wypełnia się obsypką filtracyjną, podciągając stopniowo rury wiertnicze. Niekiedy zamiast obsypki filtracyjnej zakłada się gotowe filtry prefabrykowane (np. filtr żwirowy) lub w ogóle nie daje się obsypki, jeżeli wymiar oczek siatki filtra jest mniejszy lub w przybliżeniu równy średnicy d_{50} gruntu.



Rys. 3. Odwodnienie powierzchniowe prac ziemnych



Rys. 4. Odwodnienie głębokie wykopów tymczasowych studniami

W razie użycia pomp głębinowych do każdej studni wprowadza się pompę głębinową połączoną z kolektorem przewodem tłocznym.

Niektórzy ujęcia pionowe o średnicach filtrów 75-175 mm nazywają igłostudniami. Studnie te zwykle są przystosowane do wprowadzania w grunt przez wplukiwanie.

Instalacja służąca do obniżenia poziomu wody za pomocą igłofiltrów składa się z pomp samozasysających lub agregatu pompującego wodę, kolektora zbiorczego i igłofiltrów. W skład agregatu pompującego wchodzi pompa odśrodkowa do pompowania wody oraz pompa próżniowa do odpowietrzania instalacji i wytwarzania podciśnienia.

Igłofiltry rozstawia się w odstępach od 0,6 m do 1,8 m (przeważnie 1,0 m) wokół wykopu. Jeden zestaw (stosowany przy jednej pompie) składa się zazwyczaj z 50-60 igłofiltrów. Za pomocą

igłofiltrów można obniżyć poziom zwierciadła wody gruntowej w środku dołu fundamentowego o około 4,0 m. Jeśli zachodzi konieczność większego obniżenia zwierciadła wody, to należy stosować następne obwody igłofiltrów rozmieszczonych w różnych poziomach (piętrach).

W warunkach miejskich przy realizacji głębokich wykopów i odwodnień stosuje się obecnie systemy „uszczelnionych wykopów”. Wykop taki jest ograniczony ścianami szczelinowymi lub palościanką, która kończy się w warstwach nieprzepuszczalnych, względnie jeżeli nie ma możliwości izolacji - w podłożu. Izolacje takie wytwarza się wewnątrz obudowy ze ścian szczelinowych, wykonując iniekcje uszczelniające pod płytą denną. Po wykonaniu szczelnych ścian i uszczelnienia poddennego odpompowuje się wodę z wnętrza obudowy.

WARUNKI WYKONYWANIA WYKOPÓW

Metoda wykonywania wykopów

Zgodnie z normą metoda wykonywania wykopów powinna być dobrana do zakresu robót, rodzaju, rozmiarów i głębokości wykopów, ukształtowania terenu, rodzaju gruntu oraz posiadanego sprzętu mechanicznego.

Wykopy powinny być wykonywane w maksymalnym stopniu przy użyciu sprzętu mechanicznego.

Ręczne odspajanie urobku należy stosować w przypadkach:

- odspajania gruntów w sąsiedztwie przewodów instalacji podziemnej, jak również przy wykopach poszukiwawczych,
- w strefie dna wykopu, jeżeli użycie sprzętu mogłoby pogorszyć warunki gruntowe,
- jeśli użycie sprzętu uniemożliwia uzyskanie wymaganej dokładności wykonania,
- w szczególnych przypadkach, uzasadnionych względami ekonomicznymi.

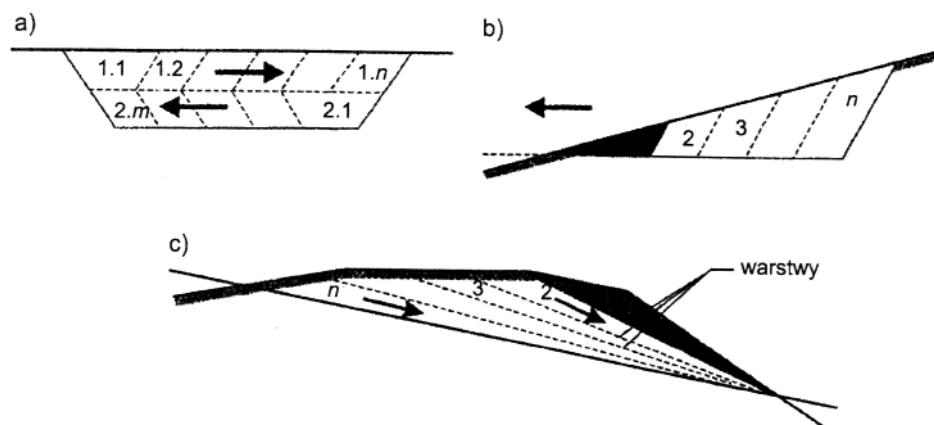
Wykonywanie wykopów składa się z procesu rozluźniania podłoża, urabiania i odkładania (lub bezpośredniego załadunku i wywozu).

Stosuje się następujące metody prowadzenia wykopu:

- wykop czołowy na pełną głębokość,
- wykop warstwowi z kombinacją półek i odkładów (rys. 5a),
- wykop boczny (rys. 5b),
- wykop na zboczu, przy czym powierzchnie warstw zbiegają się w centralnym punkcie u podnóża; typowa metoda przy zastosowaniu koparek i spycharek (rys. 5c).

W zależności od poziomu pracy można stosować koparki podsiębierne (także włókowe) i przedsiębierne.

Transport urobku samochodami może się odbywać nad, pod lub na tym samym poziomie co koparka. Samochody mogą podjeżdżać z boku, frontu lub z tyłu koparki. Na rysunku 10 pokazano przykład wykopu wykonywanego metodą warstwową- widać warstwy robocze, ustawienie koparek przed- i podsiębiernych.

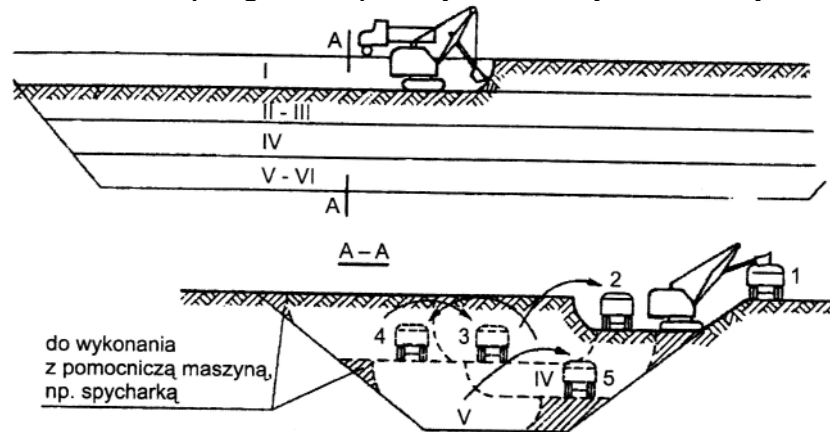


Rys. 5. Metody prowadzenia wykopów

a) wykop warstwowy, b) wykop boczny, c) wykop warstwowy na zboczu
1.1; 2.1 - etapy wykonywania robót, → kierunek transportu

Jednocześnie z wykopem należy zaplanować i realizować odwodnienie. Ma to specjalne znaczenie przy gruntach spoistych lub skałach podatnych na nawodnienie i dezintegrację. Spływ powierzchniowy powinien być skierowany do rowów i rzepi z odpowiednimi spadkami poprzecznymi i podłużnymi (rys. 3).

W koronie wykopu należy wykonać rowy przejmujące wody powierzchniowe. Na rozległych skarpach należy projektować półki i wzdłuż nich zabezpieczone przed rozmywaniem rowy odwadniające. Powierzchnie skarp w gruntach podatnych na rozmywanie należy zabezpieczać.



Rys. 6. Wykonywanie wykopu metodą warstwową: I, II, III - kolejne przejścia koparki, 1, 2, 3... - kolejne stanowiska wywrotek

Wymiary wykopu

Zgodnie z ogólnymi wymaganiami normy wymiary wykopu w planie powinny być dostosowane do:

- wymiarów fundamentów w planie lub średnicy przewodu,
- głębokości wykopu,
- zakresu i technologii robót, które mają być wykonywane w wykopie,
- rodzaju gruntu i sposobu zabezpieczenia ścian wykopu (obudowa, bezpieczne nachylenie skarp),
- szerokości potrzebnej przestrzeni roboczej.

W szczególnych przypadkach poza wymiarami fundamentów należy uwzględniać również wymiary wyżej usytuowanych elementów części podziemnej konstrukcji, wystających poza rzut fundamentów.

Szerokość potrzebnej przestrzeni roboczej określa się jako minimalną odległość pomiędzy skarpią wykopu lub obudową a licem skrajnych elementów obiektu lub instalacji, które mają być wykonane w wykopie.

Przy ustalaniu wymiarów potrzebnej przestrzeni roboczej należy uwzględniać nie tylko usytuowanie elementów konstrukcji lub instalacji, ale również sposób ich wykonania (np. grubość szalunków). Należy również uwzględniać grubość warstw izolacyjnych i ocieplających przewidzianych do wykonania na elementach konstrukcji lub przewodach oraz sposób ich wykonania.

Zgodnie z wymaganiami normy szerokość przestrzeni roboczej a nie powinna być mniejsza od:

- | | |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| - w płytkich wykopach instalacyjnych | - 0,3 m |
| - pozostałych wykopach otwartych | - 0,4 m |
| - w wykopach obudowanych
(bez robót izolacyjnych) | - 0,5 m |
| - w wykopach obudowanych,
jeśli na ścianach ma być izolacja | - 0,8 m |
| - minimalna szerokość przejść
do miejsca robót | - 0,3 m |

Nominalne wymiary w planie wykopu należy ustalać uwzględniając przyjęte w projekcie usytuowanie skrajnych elementów konstrukcji lub położenie przewodu instalacyjnego, potrzebną szerokość przestrzeni roboczej oraz dopuszczalne odchyłki wykonania robót ziemnych lub obudowy oraz przy wykopach otwartych - bezpieczne pochylenie skarp.

Wymiary wykopów należy ustalać z zależności:

$$B_{\text{dolne}} = l_k + a + u,$$

$$B_{\text{górne}} = B_{\text{dolne}} + 2h \cdot n,$$

w których:

B_{dolne} – wymiar wykopu w dnie,

$B_{\text{górne}}$ – wymiar wykopu w poziomie terenu,

h – głębokość wykopu otwartego,

l_k – skrajny wymiar konstrukcji,

a – szerokość przestrzeni roboczej,

(u) – odchyłki wykonania,

$1 : n$ - stosunek podający nachylenie skarpy, np. $1 : 3$.

W uzasadnionych przypadkach przy ustalaniu wymiarów wykopu można uwzględniać również dopuszczalne odchyłki wykonania konstrukcji.

Rzędna dna wykopu powinna być dostosowana do:

- przyjętego w projekcie poziomu posadowienia fundamentów,
- przewidzianych w projekcie warstw izolacyjnych, wyrównawczych, podkładowych, podsypek.

Kształtowanie skarp wykopów otwartych

Skarpy wykopów otwartych muszą być stateczne przez cały przewidywany okres użytkowania wykopu.

Stateczność skarpy należy zapewniać przede wszystkim poprzez wykonanie jej z odpowiednim, bezpiecznym pochyleniem.

W przypadkach szczególnego zagrożenia stateczności skarp bezpieczne pochylenie skarp powinno być określone w dokumentacji projektowej. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury do przypadków tych zalicza wykonanie wykopów:

- w gruncie nawodnionym,
- w iłach skłonnych do pęcznienia,
- na terenach osuwiskowych,
- na terenach o głębokości przekraczającej 4 m,
- gdy teren przy skarpie wykopu może być obciążony w pasie o szerokości równej głębokości wykopu.

Określenie przez projektanta bezpiecznego pochylenia skarp może być również uzasadnione w innych szczególnych przypadkach.

W pozostałych, typowych przypadkach sposób kształtowania skarp określa wykonawca.

Przy ustalaniu bezpiecznego pochylenia skarp należy mieć na uwadze:

- rodzaj gruntów, w których wykonywana będzie skarpa,
- wielkość przewidywanych obciążeń w sąsiedztwie skarpy,
- przewidywany czas użytkowania wykopu,
- skutki ewentualnej utraty stateczności skarpy.

Zgodnie z normą w wykopach tymczasowych skarpy pionowe można wykonywać w przypadkach, jeżeli głębokość wykopu nie przekracza:

- | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1,0 m | – w nienawodnionych piaskach, rumoszach, zwietrzelinach i spękanych skałach, |
| 1,25 m | – w gruntach spoistych, |
| 4,0 m | – w skałach litych odspajanych mechanicznie. |

W gruntach zwięzłospoistych i bardzo spoistych (wg normy) podaną wyżej głębokość wykopu można zwiększyć do 1,5 m.

W pozostałych przypadkach należy wykonywać skarpy o bezpiecznym pochyleniu. Jeżeli projekt nie stanowi inaczej, w przypadku wykopów tymczasowych norma dopuszcza następujące bezpieczne pochylenia skarp:

- $1 : 0,5$ – w gruntach od średnio spoistych do bardzo spoistych (iłach, glinach), w stanie co najmniej twardoplastycznym,
- $1 : 1$ – w skałach spękanych i rumoszach zwietrzelinowych,
- $1 : 1,25$ – w gruntach mało spoistych (piaskach gliniastych, pyłach, lessach, glinach zwałowych) oraz w rumoszach zwietrzelinowych gliniastych,
- $1 : 1,5$ – w gruntach niespoistych oraz w gruntach spoistych w stanie plastycznym.

Przy podanych wyżej pochyleniach skarp norma wymaga, aby były spełnione następujące warunki:

- w pasie przylegającym do górnej krawędzi skarpy, o szerokości równej trzykrotnej głębokości

wykopu, powierzchnia terenu powinna mieć spadki umożliwiające łatwy odpływ wody opadowej od krawędzi wykopu.

- podnoże skarpy wykopów w gruntach spoistych powinno być zabezpieczone przed rozmoczeniem wodami opadowymi przez wykonanie w dnie wykopu, przy skarpie, spadku w kierunku środka wykopu,

- naruszenie stanu naturalnego gruntu na powierzchni skarpy, np. rozmycie przez wody opadowe, powinno być usuwane z zachowaniem bezpiecznych nachyleń w każdym punkcie skarpy,

- stan skarp należy okresowo sprawdzać w zależności od występowania czynników działających destrukcyjnie (opadów, mrozu itp.).

W przypadku wykopów trwałych bezpieczne pochylenie skarp powinno być określone w projekcie. Według normy nachylenie skarp wykopów stałych nie powinno być mniejsze niż:

- 1: 1,5 – przy głębokości wykopu do 2 m,
- 1: 1,75 – przy głębokości wykopu od 2 m do 4 m,
- 1: 2 – przy głębokości wykopu od 4 m do 6 m.

Większe nachylenie skarp należy uzasadnić obliczeniami stateczności. Stateczność skarp i dna wykopu głębszego niż 6 m zawsze powinna być sprawdzona obliczeniowo.

Bezpieczne pochylenie skarp wykopów trwałych w gruntach spoistych można kształtować również według zaleceń, przedstawionych w tabelicy 2.

Sprawdzenie obliczeniowe stateczności skarpy powinno obejmować:

- analizę nośności poślizgu po powierzchni kołowo-cylindrycznej lub powierzchni dowolnej, najbardziej prawdopodobnej,
- nośność podłoża poniżej dolnej krawędzi skarpy,
- sprawdzenie bezpieczeństwa przebicia hydraulicznego i erozji wewnętrznej spowodowane nadmiernym spadkiem hydraulicznym (w skarpie, dnie wykopu lub nasypie).

Tablica 2. Kąty nachylenia zboczy wykopów różnych wysokości w gruntach spoistych według. Uzupełnione oraz wskaźnikowe parametry do obliczeń stateczności wykopów

Grunty ¹⁾	Wyso- kość skarpy	Nachyle- nie wykopu	Nachyle- nie nasypu	Wskaźnik plastycz- ności	Gęstość objęto- ściowa		
	<i>h</i> m	— —	— —	<i>I_p</i> —	γ kN/m ³	φ stopnie	<i>c</i> kN/m ²
Piaski ilaste (ciSa)	0 – 3	1:1,25	1:1,6	< 0,10	18	25	5 ²⁾
	3 – 6	1:1,6	1:2				
Piaski pylaste (siSa)	6 – 9	1:1,75	1:2,2				2,5 ³⁾
	9 – 12	1:1,9	1:2,3				
Pyły (Si)	12 – 15	1:2	1:2,4				
Gliny (sasiCl) (sisaCl)	0 – 3	1:1,25	1:1,25	od 0,10 do 0,20	19	25	10 ²⁾
	3 – 6	1:1,25	1:1,6				
	6 – 9	1:1,4	1:1,8				5 ³⁾
	9 – 12	1:1,6	1:1,9				
	12 – 15	1:1,7	1:2				
Iły pylaste i piaszczyste (siCl), (saCl)	0 – 3	1:1,25	1:1,25	od 0,20 do 0,30	20	17,5	20 ²⁾
	3 – 6	1:1,25	1:1,7				
	6 – 9	1:1,25	1:2,1				10 ³⁾
	9 – 12	1:1,7	1:2,4				
	12 – 15	1:2	1:2,5				
Iły (Cl)	0 – 3	1:1,25	1:1,25	> 0,30	20	10	35 ²⁾
	3 – 6	1:1,25	1:1,4				
	6 – 9	1:1,25	1:2,6				17,5 ³⁾
	9 – 12	1:1,5	1:3,2				
	12 – 15	1:2	1:3,5				

¹⁾ nazwy gruntów wg normy [18]
²⁾ wartości dotyczące wykopów
³⁾ wartości dotyczące nasypów

Ochrona stanu gruntu w dnie wykopu

Wykop w ostatniej fazie należy wykonywać tak, aby nie nastąpiło pogorszenie stanu gruntów występujących w dnie wykopu.

W celu ochrony stanu gruntu w dnie wykopu norma zaleca, aby wykopy tymczasowe były wykonywane bezpośrednio przed wykonaniem przewidzianych w nich robót i szybko zlikwidowane.

W przypadku gdy natychmiastowe zabudowanie wykopu i jego zasypianie nie jest możliwe (np. z uwagi na zakres robót), norma zaleca wykonywać wykopy do głębokości mniejszej od projektowanej co najmniej o 20 cm, jeżeli wykop jest wykonywany ręcznie, a przy wykopach wykonywanych mechanicznie o 30 cm do 60 cm w zależności od rodzaju gruntu. Pozostawiona warstwa powinna być usunięta bezpośrednio przed wykonaniem fundamentów lub ułożeniem urządzeń instalacyjnych.

Mniejszy nadkład należy stosować w przypadku występowania w poziomie posadowienia gruntów niespoistych, większy przy spoistych.

W wykopach szerokoprzestrzennych pozostawianie nadkładu można uznać za zbędne, jeżeli natychmiast po odsłonięciu projektowanego poziomu dna wykopu i odebraniu gruntów grunty zabezpieczy się warstwą betonu o grubości 10 cm.

Podany wyżej sposób zabezpieczenia powinno się stosować szczególnie w przypadku występowania w poziomie dna wykopów gruntów szczególnie wrażliwych na nawodnienie: lessów o strukturze nietrwałej, mał, pyłów.

Podstawowe warunki bezpieczeństwa pracy podczas wykonywania wykopów

Przy wykonywaniu wykopów należy spełniać wymagania zawarte w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury.

Zgodnie z rozporządzeniem w wykopach średniogłębokich i głębokich należy wykonać zejścia (wejścia) do wykopu.

Odległość pomiędzy zejściami (wejściami) nie powinna przekraczać 20 m.

W przypadku wykopów średniogłębokich zejścia można wykonywać w postaci drabin. W wykopach głębokich zejścia powinny być wykonywane w postaci schodów zabezpieczonych odpowiednimi barierami.

Jeżeli w sąsiedztwie krawędzi wykopu przewiduje się ruch ludzi, to krawędź wykopów o głębokości większej od 1m powinna być zabezpieczona odpowiednią barierką. W wykopach wąskoprzestrzennych o szerokości większej od 0,8 m, jeżeli potrzebny jest ruch ludzi po obu stronach wykopu, należy wykonywać przejścia. Rozstaw przejść nie powinien być większy niż 20 m.

W czasie wykonywania robót ziemnych nie wolno dopuszczać do tworzenia się nawisów.

W skarpie wykopu nie wolno pozostawiać odsłoniętych w trakcie robót głazów, elementów starych instalacji itp. Elementy te powinny być natychmiast usuwane.

W przypadku wykopów głębokich, wykonywanych metodą stropową, należy także rozważyć zawarte w rozporządzeniu dodatkowe wymagania dotyczące oświetlenia i wentylacji.

Dopuszczalne odchyłki wykonania

Jeśli projekt nie stanowi inaczej, odchyłki w wymiarach liniowych, pochyleniach skarp, spadkach terenu i rzędnych dna wykopu w stosunku do przyjętych w projekcie lub uzgodnionych przed rozpoczęciem robót ziemnych, nie powinny być większe od podanych w tablicy 3.

Tablica 3. Dopuszczalne odchyłki wykonania

Dopuszczalne odchyłki	Dotyczące:
± 0,02%	spadków terenu
+ 0,05 %	spadków rowów odwadniających
+ 4 cm	rzędnych w siatce kwadratów 40 m x 40 m
±5 cm	rzędnych dna wykopu fundamentowego
+ 3 cm	rzędnych dna wykopu dla rurociągów w gruntach spoistych
±5 cm	rzędnych dna wykopu dla rurociągów w gruntach wymagających wzmocnienia
± 5 cm	wymiarów w planie wykopów rozpartych i pozostałych wykopów o szerokości dna poniżej 1,5 m
±15 cm	wymiarów w planie wykopów o szerokości dna większej niż 1,5 m
±5 cm	odległości krawędzi dna od ustalonej w planie osi wykopów dla przewodów podziemnych
± 10%	nachylenia skarp wykopów fundamentowych

+ 5%	nachylenia skarp wykopów dla przewodów podziemnych
± 5 cm	szerokości korony nasypu budowlanego

Postępowanie w okolicznościach nieprzewidzianych

Jeżeli na terenie robót ziemnych napotyka się nieprzewidziane w dokumentacji obiekty podziemne lub materiały, takie jak:

- obiekty archeologiczne (zabytkowe), niewypały,
- urządzenia i przewody instalacyjne (wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłne, gazowe, elektryczne, telekomunikacyjne itp.),
- kanały, dreny,
- resztki konstrukcji,
- materiały nadające się do dalszego użytku (pokłady kamienia, żwiru, piasku), wówczas roboty należy przerwać do czasu uzgodnienia sposobu dalszego postępowania.

W przypadku obiektu lub przedmiotu zabytkowego - archeologicznego obowiązuje ustawa, która podaje następujący tok postępowania:

- Należy zabezpieczyć, przy użyciu dostępnych środków, przedmiot i miejsce jego odkrycia, niezwłocznie zawiadomić o tym właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków, a jeśli nie jest to możliwe, właściwego wójta (burmistrza, prezydenta miasta).

- Wójt (burmistrz, prezydent miasta) jest obowiązany niezwłocznie, nie dłużej niż w terminie 3 dni, przekazać wojewódzkiemu konserwatorowi zabytków przyjęte zawiadomienie.

- Wojewódzki konserwator zabytków jest obowiązany w terminie 5 dni od dnia przyjęcia zawiadomienia, o którym mowa, dokonać oględzin odkrytego przedmiotu.

- Jeżeli w tym terminie wojewódzki konserwator zabytków nie dokona oględzin odkrytego przedmiotu, przerwane roboty mogą być kontynuowane.

Inwestor, który zamierza finansować roboty budowlane przy zabytku nieruchomym wpisanym do rejestru lub objętym ochroną konserwatorską na podstawie ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jest obowiązany pokryć koszty badań archeologicznych oraz ich dokumentacji, jeżeli przeprowadzenie tych badań jest niezbędne dla ochrony zabytków archeologicznych.

Szczegółowy zakres i rodzaj niezbędnych badań archeologicznych przy zabytku nieruchomym, o którym mowa, ustala w drodze decyzji wojewódzki konserwator zabytków.

W przypadku gdy w wykonywanym wykopie, na głębokości posadowienia fundamentu, znajduje się grunt o nośności mniejszej od przewidzianej w projekcie lub grunt silnie nawodniony, roboty ziemne należy przerwać do czasu ustalenia sposobu postępowania.

W przypadku wystąpienia osuwisk lub przebiec hydraulicznych zagrażających stateczności budowli, do czasu ustalenia sposobu dalszego postępowania należy:

- wstrzymać wykonywanie robót w sąsiedztwie zaobserwowanego zjawiska i zabezpieczyć obszar zagrożony ruchami gruntu przed dostępem ludzi,

- zabezpieczyć miejsce, w którym nastąpiło przebicie, przed dalszym naruszeniem struktury gruntu.

6. Kontrola jakości robót.

Rodzaje i zakres kontroli

Kontrola prawidłowości wykonania robót powinna być prowadzona zarówno w trakcie wykonywania wykopu (kontrola bieżąca), jak i po ich zakończeniu (kontrola końcowa).

Zakres kontroli bieżącej powinien obejmować:

- zgodność warunków gruntowych z dokumentacją geotechniczną,
- stan obudowy lub skarp (každorazowo przed rozpoczęciem robót w wykopie),
- warunki bezpieczeństwa robót.
- Zakres kontroli końcowej powinien obejmować:
- rzędną dna wykopu,
- rodzaj i stan gruntów w poziomie dna wykopu,
- geometrię wykopu.

Kontrola geometrii wykopu

Sposób i zakres kontroli należy uzależniać od rodzaju wykopu. W przypadku wykopów szerokoprzestrzennych zakres kontroli powinien obejmować:

- sprawdzenie prawidłowości usytuowania krawędzi dna wykopu,
- przy wykopach otwartych dodatkowo pochylenie skarp wykopu.
- W przypadku wykopów wąskoprzestrzennych zakres kontroli powinien obejmować sprawdzenie:
 - prawidłowości usytuowania osi dna wykopu,
 - szerokości wykopu.
- Kontrolę geometrii wykopu przeprowadza się poprzez:
 - wykonanie odpowiedniej liczby pomiarów rzeczywistego usytuowania punktów krawędzi wykopu lub osi i szerokości wykopu,
 - ustalenie odchyłek pomiędzy rzeczywistym a nominalnym położeniem oraz dokonanie korekt.

Pomiary należy wykonywać w miejscach (przekrojach), w których usytuowanie lub ukształtowanie wykopu budzi największe wątpliwości.

Wartość ekstremalnych odchyłek nie powinna przekraczać wartości dopuszczalnych podanych w projekcie lub - przy braku ustaleń - w tablicy 3.

Wymiary i rzędne dna wykopu należy kontrolować metodami geodezyjnymi.

W wykopach wąskoprzestrzennych pomiary kontrolne należy wykonywać w punktach położonych w osi wykopu. Liczbę punktów pomiarowych należy ustalać w zależności od długości wykopu. Liczba punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza od 2 (początek i koniec wykopu). Rozstaw pomiędzy punktami pomiarowymi nie powinien być większy od 20 m.

W przypadku wykopów szerokoprzestrzennych punkty pomiarowe należy rozmieszczać na całej powierzchni dna wykopu. W przypadku wykopów fundamentowych - w miejscach usytuowania fundamentów.

Liczba punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza od 5 (w pobliżu naroży wykopu i w środku). Odległość pomiędzy punktami pomiarowymi nie powinna być większa od 20 m.

Wyniki pomiarów powinny być dokumentowane w operacie geodezyjnym. Operat powinien zawierać lokalizację punktu pomiaru oraz wyniki pomiarów, w miarę możliwości na planie rzutu dna wykopu.

Kontrolę prawidłowości wykonania przeprowadza się przez ustalenie odchyłek rzędnej rzeczywistej od rzędnej wynikającej z projektu i porównanie ich z wartościami odchyłek dopuszczalnych.

Wyniki oceny prawidłowości usytuowania dna wykopu powinny być wpisane do dziennika budowy.

Kontrola gruntów w poziomie posadowienia

Kontrola gruntów w poziomie posadowienia obejmuje sprawdzenie właściwości gruntów występujących w dnie wykopu.

Kontrolę należy wykonać po wykonaniu wykopu, bezpośrednio przed rozpoczęciem robót fundamentowych. W przypadku przerwania robót po wykonaniu wykopu na dłuższy okres, należy przeprowadzić dodatkową kontrolę bezpośrednio przed przystąpieniem do robót fundamentowych.

Kontrolę powinna wykonywać osoba z odpowiednimi uprawnieniami geologicznymi. W przypadku obiektów zaliczanych do kategorii geotechnicznej I według kontroli może przeprowadzić również projektant konstrukcji obiektu.

Jeżeli projekt nie stanowi inaczej, zakres kontroli powinien obejmować co najmniej sprawdzenie rodzaju i stanu gruntów w poziomie posadowienia fundamentów.

Kontrolę należy wykonywać na podstawie badań. Zakres i rodzaj badań w ramach odbioru dna wykopu jest uzależniony od kategorii geotechnicznej.

W przypadku kategorii geotechnicznej I wystarcza jakościowe rozpoznanie rodzaju i stanu gruntów, dokonane za pomocą badań makroskopowych, ewentualnie dodatkowo przyrządami terenowymi, takimi jak pentometr tłoczkowy PT lub ścinarka obrotowa SO.

W przypadku kategorii geotechnicznej II wyniki oceny jakościowej muszą być potwierdzone wynikami badań ilościowych: polowych (np. sondowania) lub laboratoryjnych.

Za wystarczające można uznać wykonanie trzech badań na 500 m² powierzchni wykopu.

W przypadku obiektów kategorii geotechnicznej III, jeśli nie ma specjalnych wymagań

dotyczących odbioru, zakres badań powinien być nie mniejszy niż dla kategorii geotechnicznej II.

Jeżeli w poziomie posadowienia występują różne rodzaje gruntów lub grunty spoiste różniące się stanem, w ramach kontroli należy określić granicę pomiędzy wydzielonymi warstwami i zaznaczyć ją na planie.

Kontrolę przeprowadza się poprzez porównanie wyników oceny z warunkami założonymi w projekcie.

Badania kontrolne i ich wynik powinny być udokumentowane w raporcie geotechnicznym. Raport powinien zawierać: opis wykonanych prac, termin ich wykonania, lokalizację punktów badań kontrolnych, wyniki badań oraz wynik kontroli.

Termin wykonania kontroli gruntów w poziomie posadowienia oraz wyniki kontroli powinny być odnotowane również w dzienniku budowy.

Jeżeli warunki gruntowe stwierdzone w wyniku kontroli są gorsze od przyjętych w projekcie fundamentów, projektant fundamentów powinien określić tryb dalszego postępowania (np. zakres dodatkowych badań kontrolnych, sposób wzmocnienia podłoża lub możliwość przystąpienia do robót fundamentowych).

Jeżeli warunki gruntowe w poziomie posadowienia są zgodne z założonymi w projekcie, raport może stanowić podstawę odbioru końcowego wykopu.

7. Wymagania dotyczące przedmiaru i obmiaru robót.

Jednostkami przedmiaru i obmiaru są:

1 m³ wykonanych robót.

8. Opis sposobu odbioru robót budowlanych.

Odbiór końcowy robót ziemnych powinien być przeprowadzony po ich zakończeniu i powinien być dokonywany na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, geotechnicznej lub geotechnicznych warunków posadowienia, oceny aktualnego stanu wykonanych robót oraz protokołów z odbiorów częściowych.

Jeżeli wszystkie przewidziane w rozdziale kontroli prawidłowości wykonania badania, kontrole i odbiory częściowe robót oraz odbiór końcowy wykazują, że zostały spełnione wymagania określone w projekcie, to wykonane roboty ziemne należy uznać za zgodne z wymaganiami.

Wynik odbioru powinien być udokumentowany w formie protokołu i wpisu do dziennika budowy.

9. Opis sposobu rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących.

Rozliczeń należy dokonywać w sposób ustalony z inwestorem.

10. Dokumenty odniesienia.

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2000 r. nr 106, póź. 1126, z późn. zm.)
- [2] Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2001 r. nr 110, póź. 1190)
- [3] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. - Prawo wodne (Dz. U. z 2001 r. nr 115, póź. 115)
- [4] Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2000 r. nr 162, póź. 1568)
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2003 r. nr 120, póź. 1133)
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. z 2005 r. nr 201, póź. 1673)
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47, póź. 401)
- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 1998 r. nr

126, póź. 839)

- [9] PN-B-06050: 1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne
- [10] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
- [11] PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki
- [12] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne
- [13] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [14] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- [15] PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
- [16] PN-88/B-02170 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki
- [17] PN-88/B-02171 Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach
- [18] PN-EN ISO 14688 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Cz. 1: Oznaczanie i opis. Cz. 2: Zasady klasyfikowania
- [19] Instrukcja ITB nr 376/2002 Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów
- [20] Roboty ziemne. Warunki techniczne wykonania i odbioru. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa 1994
- [21] Roboty ziemne. Ogólne specyfikacje techniczne (D - 02.00.00). Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych