

**INSTRUKCJE
WYTYCZNE
PORADNIKI**

Walery Kotlicki, Stanisław Łukasik

Tomasz Godlewski, Witold Bogusz

**Ochrona zabudowy
w sąsiedztwie
głębokich wykopów**

Wytyczne

Protection of structures adjacent to deep excavations
Guideline



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2020

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny
Zastępca redaktora naczelnego
Sekretarz
Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ
dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof. ITB
mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA
dr inż. JAN BOBROWICZ
dr inż. BARBARA FRANCKE
dr inż. ROMAN GAJOWNIK
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzenci

prof. dr hab. inż. ANNA SIEMIŃSKA-LEWANDOWSKA
mgr inż. FRANCISZEK R. MISIUREK

Redaktor prowadzący serii
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Opracowanie redakcyjne
dr MICHAŁ GAJOWNIK

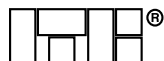
Projekt okładki
EWA KOSSAKOWSKA

Niniejsza publikacja jest nowelizacją Instrukcji nr 376/2002, której autorami byli
L. Wysokiński i W. Kotlicki.

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2020

ISBN 978-83-249-8562-3, 978-83-249-8565-4 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności, ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19
tel.: 22 56 64 208, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Spis treści

<i>Streszczenie</i>	5
<i>Summary</i>	5
1. Wstęp.....	7
1.1. Wprowadzenie.....	7
1.2. Przedmiot i zakres opracowania.....	8
1.3. Terminy i definicje.....	8
1.4. Stosowane oznaczenia i symbole.....	9
2. Wymagania ogólne. Zalecany tryb postępowania.....	11
2.1. Wymagania ogólne.....	11
2.2. Zalecany tryb postępowania przy wykopach w terenie zabudowanym.....	12
3. Strefy oddziaływania wykopu.....	14
3.1. Sposób oceny.....	14
3.2. Dokumentowanie wyników analiz stref oddziaływania wykopu.....	16
4. Ocena przemieszczeń podłoża.....	17
4.1. Zalecenia ogólne.....	17
4.2. Metody oceny przemieszczeń podłoża.....	18
4.3. Uproszczony rozkład przemieszczeń terenu.....	19
4.4. Maksymalne przemieszczenia w bezpośrednim sąsiedztwie obudowy.....	20
4.5. Wpływ odwodnienia.....	22
4.6. Przemieszczenia pionowe podłoża w poziomie posadowienia obiektu.....	23
4.7. Wpływ innych robót budowlanych.....	23
5. Zalecenia projektowe związane z bezpieczeństwem obiektów.....	24
5.1. Zalecenia ogólne.....	24
5.2. Konstrukcja obudowy.....	24
5.3. Ocena przemieszczeń obudowy.....	26
6. Ocena oddziaływań wykopu na stan techniczny budynków.....	26
6.1. Przedmiot i zakres oceny.....	26
6.2. Rozpoznanie konstrukcji budynku i jej stanu technicznego.....	27
6.3. Graniczne wartości przemieszczeń konstrukcji.....	28
6.4. Sposób oceny wpływu przemieszczeń na stan techniczny obiektu.....	30
6.5. Dokumentowanie wyników oceny.....	31
6.6. Inwentaryzacja uszkodzeń występujących w budynku.....	31
7. Metody zabezpieczania budynków przed nadmiernymi uszkodzeniami.....	32
7.1. Stosowane metody zabezpieczeń.....	32
7.2. Zabezpieczenia ograniczające przemieszczenia konstrukcji.....	33
7.3. Wzmocnienie odporności konstrukcji.....	34

8. Monitorowanie obiektów w czasie budowy.....	35
8.1. Zalecenia ogólne.....	35
8.2. Plan monitorowania.....	36
8.3. Zakres pomiarów kontrolnych.....	38
8.4. Baza pomiarowa.....	38
8.5. Częstotliwość pomiarów.....	39
8.6. Graniczne wartości przemieszczeń.....	39
9. Identyfikacja i zarządzanie ryzykiem w ocenie oddziaływania głębokiego wykopu.....	40
9.1. Identyfikacja ryzyka.....	40
9.2. Zarządzanie ryzykiem.....	42
Bibliografia.....	43

1. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój budownictwa na terenach miejskich znacznie zwiększył zapotrzebowanie na przestrzeń podziemną, która może być wykorzystana np. przez realizację budynków posadowionych na wielokondygnacyjnych częściach podziemnych. Posadowienie takich obiektów wiąże się z wykonaniem wykopów, charakteryzujących się znacznymi wymiarami w rzucie i znaczną głębokością, coraz częściej dochodzącą w Polsce do 25 – 30 m. Nowe obiekty tego typu powstają nie tylko na obrzeżach miast, ale bardzo często wśród istniejącej zabudowy. Stąd wynika konieczność oceny oddziaływań związanych z ich budową, jako elementu ochrony obiektów zlokalizowanych w sąsiedztwie głębokich wykopów.

Wytyczne zawierają zalecenia związane z zabezpieczeniem istniejących obiektów budowlanych przed nadmiernymi uszkodzeniami na skutek nierównomiernych przemieszczeń podłoża, występujących w sąsiedztwie głębokiego wykopu. Zakres zawartych w opracowaniu zaleceń dotyczy najczęściej wykonywanych w terenie zabudowanym wykopów o pionowych ścianach, zabezpieczonych obudową przed utratą stateczności. Potrzeba ujednoczenia trybu postępowania wynika z następujących powodów:

- obiekty z kondygnacjami podziemnymi wznoszone są powszechnie w dużych aglomeracjach (często w centrach miast), co może negatywnie wpływać na sąsiednią zabudowę,
- konieczne jest sformalizowanie oceny wpływu głębokich wykopów, w tym ustalenie zasięgu ich oddziaływania, określenie wartości prawdopodobnych i dopuszczalnych przemieszczeń, a także:
 - określenie minimalnych wymagań związanych z oceną stanu technicznego zabudowy w strefie wpływu jako tła porównawczego dla ewentualnych roszczeń,
 - konieczność monitorowania wpływu prowadzonych robót na sąsiednią zabudowę.

Niniejsze opracowanie stanowi uzupełnienie i rozszerzenie wytycznych o tym samym tytule z 2002 r. Nowymi zagadnieniami, które wymagały szerszego omówienia z uwagi na problemy spotykane w praktyce, są: ocena oddziaływań na obiekty inne niż budynki, w tym instalacje podziemne, realizacja wykopów wąskoprzestrzennych, wpływ robót towarzyszących przy wykonywaniu głębokich wykopów, usystematyzowanie kwestii dotyczących oceny stanu technicznego obiektów budowlanych znajdujących się w strefie oddziaływania. Przedstawiono również

działania związane z identyfikacją ryzyk i ich zarządzaniem podczas wykonywania głębokich wykopów na terenach zurbanizowanych, w nawiązaniu do ich klas konsekwencji zniszczenia według obecnych i przygotowywanych wymagań norm europejskich [1 – 4] oraz międzynarodowych ISO [5 – 8].

Zalecenia podane w wytycznych opracowano na podstawie doświadczeń z licznych realizacji głębokich wykopów, głównie na terenie Warszawy, danych dostępnych w literaturze, w tym zaleceń ITA-AITES [9] oraz wieloletnich obserwacji budynków usytuowanych w sąsiedztwie głębokich wykopów. Pomiary pochodzą przede wszystkim z wykopów przy budowie stacji I i II linii metra, prowadzonych przez Zakład Geotechniki i Fundamentowania ITB (obecnie Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu).

1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania są zalecenia związane z zabezpieczeniem istniejących obiektów budowlanych (budynków i budowli) przed uszkodzeniami na skutek wykonywania w ich sąsiedztwie głębokiego wykopu.

Przedstawione zalecenia należy stosować przy projektowaniu i wznoszeniu obiektów budowlanych, wymagających wykonania głębokich wykopów. W przypadku realizowania głębokich wykopów na terenach górniczych dodatkowo należy uwzględnić oddziaływania górnicze.

1.3. Terminy i definicje

Doświadczenie porównywalne – udokumentowane lub w inny sposób jednoznacznie ustalone informacje związane z podłożem gruntowym rozpatrywanym w projekcie, dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, dla których spodziewane są podobne warunki pracy i dotyczące podobnych konstrukcji; informacje miejscowe uznawane są za szczególnie cenne.

Głęboki wykop – wykop o ścianach pionowych, zabezpieczonych obudową, zwykle o głębokości większej niż 3 m, w tym wąsko-przestrzenne wykopy liniowe.

Kategoria geotechniczna (GC) – jakościowa ocena skomplikowania budowy podłoża oraz obiektu, rzutująca na określenie zakresu badań podłoża, poziomu nadzoru nad budową i projektowaniem oraz wymagany zakres monitoringu; w celu sprecyzowania wymagań wobec projektów geotechnicznych wyróżnia się 3 kategorie geotechniczne: GC1, GC2 i GC3 według [3], [4].

Klasa konsekwencji (CC) – jakościowa ocena potencjalnych konsekwencji zniszczenia lub utraty użyteczności obiektu, uwzględniająca zarówno konsekwencje bezpośrednie (m.in. straty materialne, życie ludzkie, koszty napraw), jak i pośrednie, związane z utratą funkcjonalności (np. zamknięcie drogi, linii kolejowej lub linii metra, utrata zdolności produkcyjnej zakładu, odcięcie mieszkańców od wody lub prądu) oraz związane z oddziaływaniem społecznym (np. szkody psy-

chologiczne, utrata reputacji inwestora); wyróżnia się klasy konsekwencji od poziomu najniższego CC0 do najwyższego CC4 [2].

Monitoring geodezyjno-geotechniczny – pomiary geodezyjne (głównie przemieszczeń) w nawiązaniu do oddziaływań geotechnicznych związanych z zachowaniem i wzajemną interakcją istniejącej lub realizowanej konstrukcji z podłożem; zalecenia dotyczące nadzoru i monitorowania jakie powinny być podawane w projekcie geotechnicznym zawiera norma PN-EN 1997-1 [3], [4].

Obiekt (budowlany) – budynek, budowla i infrastruktura podziemna (główne sieci przesyłowe).

Obudowa – konstrukcja oporowa zabezpieczająca ściany wykopu przed utratą stateczności.

Strefa bezpośrednich oddziaływań wykopu – przestrzeń w bezpośrednim sąsiedztwie wykopu, w którym, w szczególnych przypadkach (np. niedostateczna nośność lub nadmierne ugięcie obudowy) mogą wystąpić przemieszczenia podłoża zagrażające nośności konstrukcji obiektu (strefa S_I).

Strefa oddziaływania wykopu – przestrzeń podłoża wokół wykopu, w którym wykonanie wykopu powoduje wystąpienie pionowych i poziomych przemieszczeń gruntu (strefa S).

Strefa wpływów wtórnych – fragment strefy oddziaływań wykopu, w którym występujące przemieszczenia podłoża mogą powodować uszkodzenia obiektu, niezagrażające jednak nośności konstrukcji (strefa S_{II}).

Wykop w terenie zabudowanym – wykop, w którego strefie oddziaływań zlokalizowany jest co najmniej jeden budynek lub inna budowla, w tym infrastruktura komunikacyjna i podziemna.

Zasięg strefy oddziaływań wykopu – odległość od obudowy wykopu do granicy, gdzie zanikają przemieszczenia podłoża spowodowane wykonaniem wykopu (suma stref S_I i S_{II}).

1.4. Stosowane oznaczenia i symbole

Parametry wykopu i stref oddziaływań (rys. 1)

B_w, H_w – szerokość i głębokość wykopu,

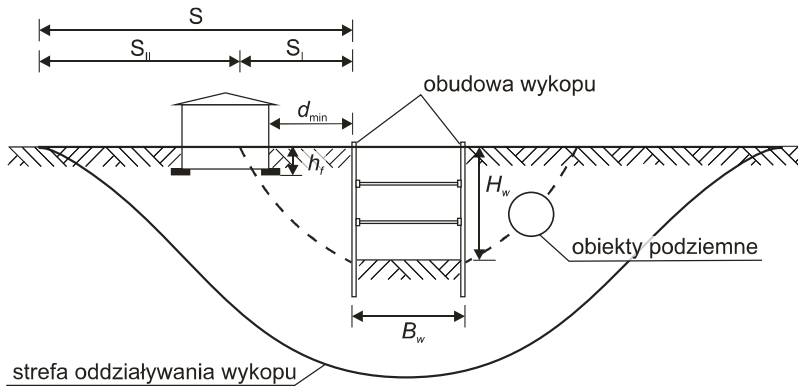
d_{\min} – minimalna odległość obiektu od zewnętrznej krawędzi obudowy wykopu,

h_f – głębokość posadowienia obiektu istniejącego,

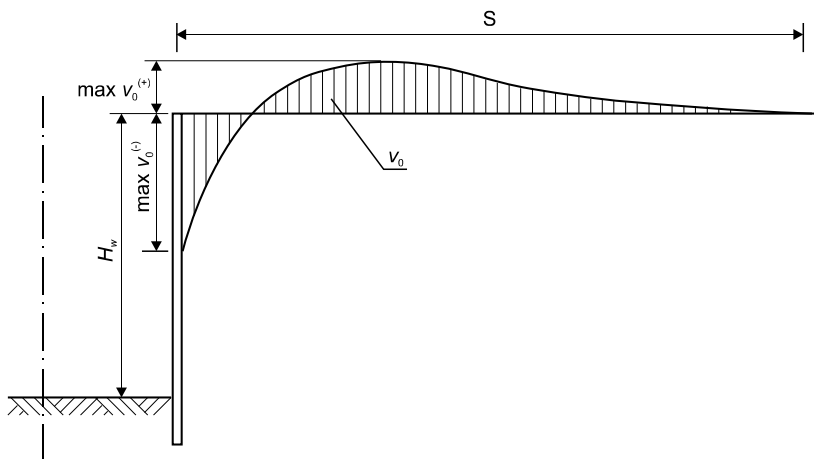
S – zasięg strefy oddziaływań wykopu,

S_I – zasięg strefy bezpośrednich oddziaływań wykopu,

S_{II} – zasięg strefy wpływów wtórnych.



Rys. 1. Oznaczenie parametrów głębokiego wykopu i stref jego oddziaływania
 H_w i B_w – wymiary wykopu, S – zasięg strefy oddziaływania wykopu, S_I – zasięg strefy bezpośredniego oddziaływania wykopu, S_{II} – zasięg wpływów wtórnych, d_{min} – minimalna odległość budynku/objektu od obudowy, h_f – głębokość posadowienia budynku/objektu



Rys. 2. Rozkład pionowych przemieszczeń powierzchni terenu w sąsiedztwie wykopu
 v_0 – wartość przemieszczeń w strefie oddziaływań wykopu, $\max v_0^{(-)}$ – maksymalna wartość przemieszczeń ujemnych (osiadań), $\max v_0^{(+)}$ – maksymalna wartość przemieszczeń dodatnich (wypiętrzeń), S – zasięg strefy oddziaływania wykopu

Przemieszczenia podłoża i obudowy

v_i, v_{max}, v_w – przemieszczenie pionowe podłoża (dodatnie – jeżeli skierowane do góry),

v_0 – przemieszczenie pionowe terenu (rys. 2),

u_k – przemieszczenie poziome obudowy wykopu.

Przemieszczenia konstrukcji

- s_k – przemieszczenie pionowe konstrukcji spowodowane przemieszczeniami podłoża,
- $[s_k]_u$ – graniczna wartość przemieszczenia konstrukcji obiektu, której osiągnięcie sygnalizuje możliwość wystąpienia w obiekcie stanów granicznych użyteczności (np. nadmiernych rys, pęknięć, deformacji),
- $[s_k]_n$ – graniczna wartość przemieszczenia konstrukcji obiektu, osiągnięcie której sygnalizuje możliwość wystąpienia stanów granicznych nośności (np. utraty przez elementy nośności lub stateczności),
- β – względny obrót według [3], [4],
- ω – przechylenie według [3], [4].

2. WYMAGANIA OGÓLNE. ZALECANY TRYB POSTĘPOWANIA

2.1. Wymagania ogólne

Przy projektowaniu obiektu wymagającego wykonania głębokiego wykopu należy określić rodzaj wykopu:

- w terenie zabudowanym,
- w terenie niezabudowanym.

Rodzaj wykopu należy określać poprzez wyznaczenie zasięgu strefy oddziaływania wykopu i stwierdzenia, czy w strefie tej znajduje się zabudowa. Wyznaczanie strefy oddziaływania wykopu można uznać za zbędne i wykop uznać za wykonywany w terenie niezabudowanym, jeżeli minimalna odległość obiektów od obudowy wykopu spełnia warunek (rys. 1):

$$d_{\min} > \Lambda H_w \quad (1)$$

gdzie:

- $\Lambda = 4$ – w przypadkach gdy przy wykonywaniu wykopu nie przewiduje się obniżania poziomu wody gruntowej poza wykopem,
- $\Lambda = 5$ – w przypadkach gdy może wystąpić obniżenie poziomu wody gruntowej poza wykopem.

Obiekty wymagające wykonania głębokiego wykopu w terenie zabudowanym należy projektować i wykonywać tak, aby przemieszczenia podłoża w sąsiedztwie wykopu nie powodowały:

- powstania w obiektach sił i odkształceń zagrażających nośności konstrukcji,
- uszkodzeń (w tym odkształceń) pogarszających w sposób widoczny warunki użytkowania obiektu.