

## **WARUNKI GEOTECHNICZNE POSADOWIENIA OBIEKTÓW ZWIĄZANYCH Z ROZBUDOWĄ BUDYNKU D UNIwersYTETU ROLNICZEGO PRZY UL. BALICKIEJ 116 W KRAKOWIE**

## **GEOTECHNICAL CONDITIONS FOR FOUNDATION OF THE BUILDINGS CONNECTED WITH THE EXPANSION OF THE BUILDING D OF UNIVERSITY OF AGRICULTURE 116 BALICKA STREET IN KRAKOW**

Andrzej Gruchot, Eugeniusz Zawisza

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań warunków geotechnicznych posadowienia budynku D Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie przy ul. Balickiej 116 wykonanych dla potrzeb jego rozbudowy o dwa przylegające do niego budynki – od strony północnej (A) i południowej (B). Przeprowadzone badania wykazały, że budynek D jest posadowiony w obrębie warstwy piasku pylastego na ławie betonowej bez odsadzek, o szerokości 0,6 m. Zaproponowano posadowienie obydwu nowo projektowanych budynków na ławach fundamentowych o szerokości 0,60 m i na głębokości 1,20 m (budynek B) i 1,40 m (budynek A) w warstwie piasku pylastego. Przeprowadzone obliczenia wykazały dużą nośność podłoża gruntowego. Dla celów projektowych proponuje się przyjąć wartości oporu granicznego otrzymane z obliczeń wykonanych zgodnie z Eurokodem 7.

**Abstract.** The paper presents tests results of the geotechnical conditions for foundation of the building D of University of Agriculture in Kraków, 116 Balicka Street, which were made because of its planned extension by two adjacent buildings – from the north (A) and south (B). The study showed that the building D is built on a 0.6 m width concrete continuous footing without offsets, within the layer of silty sand. Foundation of both newly designed buildings on continuous footings of 0.60 m width at a depth of 1.20 m (building B) and 1.40 m (building A) in a layer of silty sands was proposed. The calculations showed a high

load-bearing capacity of the ground. For design purposes it is proposed to use the ultimate resistance obtained from calculations made according to Eurocode 7.

**Słowa kluczowe:** posadowienie budynku, nośność podłoża fundamentowego

**Key words:** building foundation, ultimate resistance of the foundation subsoil

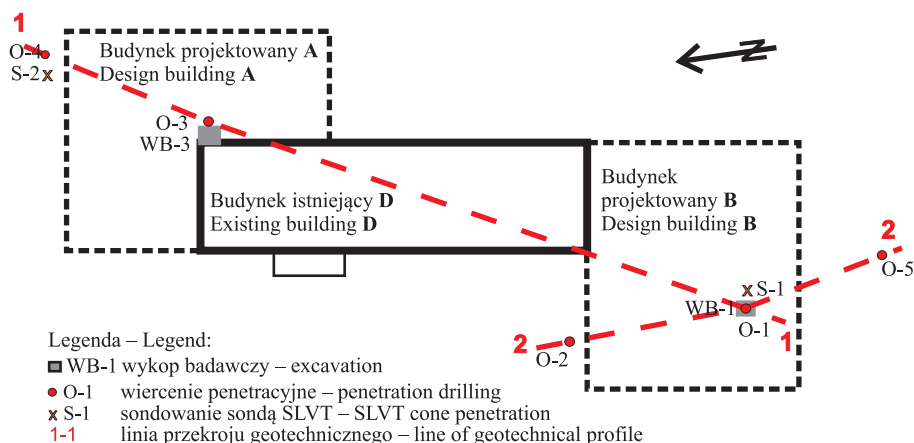
## WSTĘP

Rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych i geotechnicznych podłoża gruntowego jest niezbędne do celów projektowania, budowy, a także modernizacji różnego typu obiektów budowlanych. Właściwe przyjęcie odpowiednich parametrów podłoża w projektowaniu geotechnicznym ma istotny wpływ na bezpieczeństwo projektowanej konstrukcji. W zależności od skomplikowania budowy podłoża gruntowego i ważności obiektu wydzielono kategorie geotechniczne, które określają zakres i rodzaj wymaganych badań [Rozporządzenie... 2012]. Należy jednak pamiętać, że przy pewnej losowości cech podłoża, wynikającej z naturalnej zmienności gruntu, właściwe określenie jego parametrów bywa trudne [Puła 2013]. Funkcjonujący w Polsce od roku 2010 Eurokod 7 [PN-EN 1997-1:2008], który zastąpił normę PN-B-03020:1981, zmienił sposób przyjmowania parametrów charakterystycznych gruntów [Puła 2011], które w dużej mierze stały się parametrami eksperckimi.

## CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań i obliczeń było określenie warunków geotechnicznych posadowienia obiektów związanych z projektowaną rozbudową budynku D Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie przy ul. Balickiej 116. Inwestycja obejmuje budowę dwóch budynków przylegających do budynku istniejącego – D, jednego od strony północnej – A, a drugiego od strony południowej – B (ryc. 1). Projektowane budynki będą, podobnie jak istniejący, niepodpiwniczone, o konstrukcji jednokondygnacyjnej, stanowiąc jeden zwarty kompleks budowlany.

Prace badawcze obejmowały rozpoznanie podłoża gruntowego pod projektowanymi budynkami wraz z określeniem dopuszczalnych obciążeń tego podłoża pod ławami fundamentowymi. Celem badań było także określenie konstrukcji fundamentu i poziomu posadowienia istniejącego budynku D. Zakres prac obejmował badania terenowe i laboratoryjne oraz obliczenia nośności podłoża gruntowego. Badania terenowe przewidywały wykonanie wykopów badawczych do poziomu posadowienia oraz wierceń lekkim świdrem ręcznym z dna wykopu WB-1 (O-1) i z powierzchni terenu (O-2–O-5) do głębokości od 3,1 do 5,0 m p.p.t. W wykopach badawczych oznaczono gęstość objętościową gruntu na wybranych poziomach metodą pierścienia tnącego oraz pobrano próbki z wydzielonych warstw do badań laboratoryjnych. Wykonano również sondowanie sondą dynamiczną SD-10 z końcówką stożkowo-krzyżakową SLVT o wymiarach 40 × 80 mm (ryc. 2), z dna wykopu WB-1 (S-1) oraz z powierzchni terenu obok otworu O-1 (S-2). Sondowanie polegało na rejestracji liczby uderzeń młota o masie 10 kg potrzebnych do zagłębienia sondy na każde 10 cm wpedu ( $N_{10}$ ) oraz pomiarze momentu obrotowego



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny z lokalizacją wykopów, wierceń, sondowań i przekrojów badawczych  
Fig. 1. Location plan with localization of the excavations, penetrations and geotechnical profiles



Ryc. 2. Widok sondy stożkowo-krzyżakowej SLVT i klucza dynamometrycznego (fot. A. Gruchot)  
Fig. 2. View of the SLVT cone and torque wrench (photo A. Gruchot)

końcówki krzyżakowej za pomocą klucza dynamometrycznego (ryc. 2) przy ścinaniu gruntu z prędkością obrotową 60° na minutę.

Na podstawie liczby uderzeń potrzebnych do wbicia sondy na 10 cm ( $N_{10}$ ) obliczono stopień zagęszczenia ( $I_D$ ) gruntów niespoistych podłoża ze wzoru [PN-B-04452:2002]:

$$I_D = 0,429 \cdot \log N_{10} + 0,071 \quad (1)$$

Wykorzystując uzyskane wartości momentu obrotowego sondy ( $M$ ), obliczono wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu ( $\tau_f$ ) ze wzoru:

$$\tau_f = \frac{M \cdot \alpha}{\frac{\pi}{2} \cdot d^2 \cdot h \cdot \left(1 + \frac{d}{3 \cdot h}\right)} \quad (2)$$

gdzie:

$\alpha$  – stała cechowania klucza dynamometrycznego, –,

$d$  – średnica krzyżaka, m,

$h$  – wysokość krzyżaka, m.

Zakres badań laboratoryjnych obejmował oznaczenie składu granulometrycznego metodą analizy sitowej, wilgotności naturalnej metodą suszarkową, minimalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntów sypkich metodą wibracyjną, granic konsystencji gruntów spoistych metodą waleczkowania (granica plastyczności) i Cassagrandego (granica płynności). Wytrzymałość na ścinanie oznaczono w aparacie bezpośredniego ścinania w skrzynce o wymiarach  $10 \times 10$  cm i wysokości próbki 6,95 cm z ramkami pośrednimi tworzącymi strefę ścinania o grubości 0,4 cm. Próbkę zagęszczano w skrzynce aparatu przy wilgotności i gęstości objętościowej odpowiadającej naturalnej. Konsolidację i ścinanie próbek przeprowadzono przy naprężeniach normalnych o wielkości 50, 100, 200 i 300 kPa. Prędkość ścicia wynosiła  $1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Jako kryterium ścicia przyjęto maksymalną wartość naprężeń ścinających.

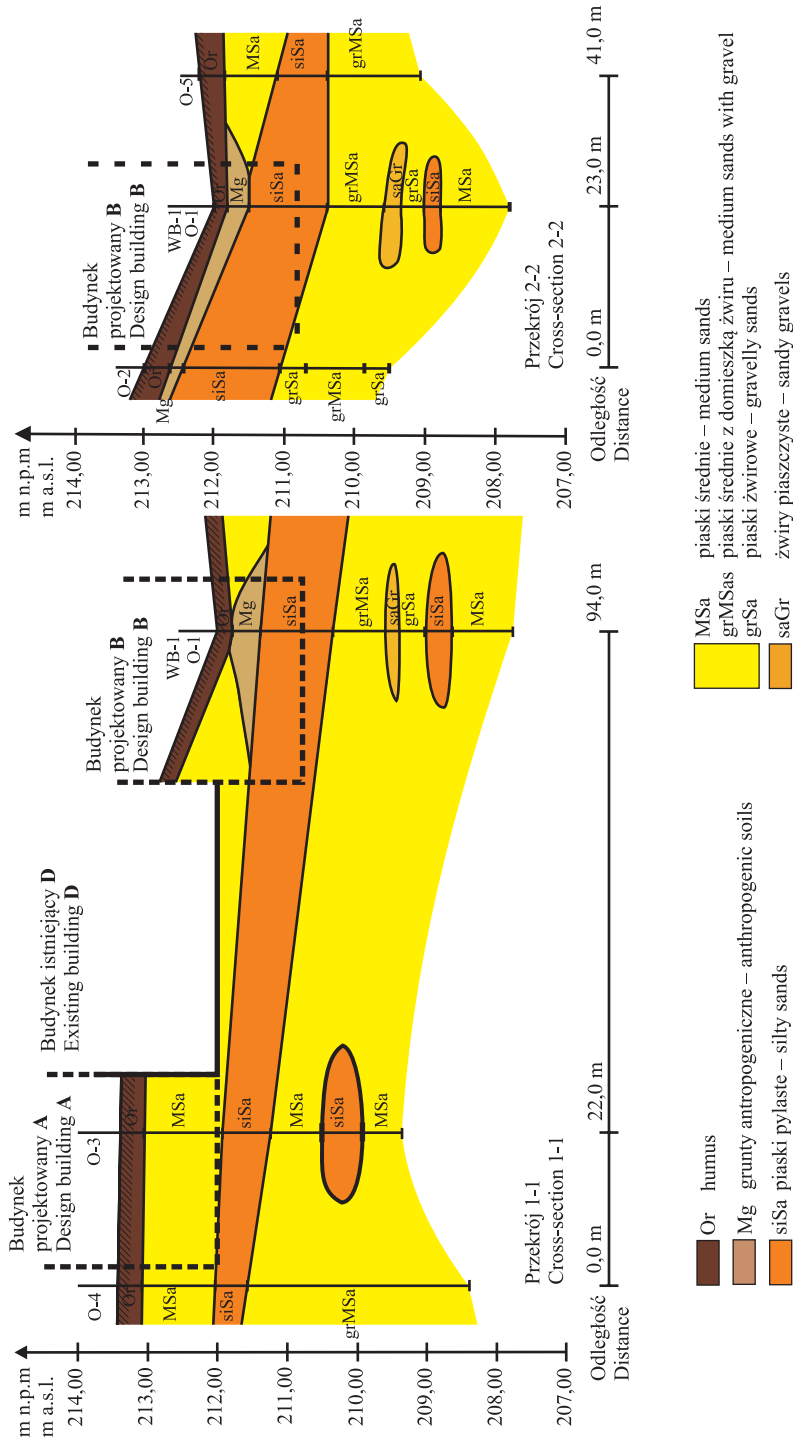
W oparciu o normę PN-B-03020:1981 i PN-EN 1997-1:2008 dokonano obliczeń oporu granicznego podłoża pod ławami fundamentowymi. Pozwoliło to wykazać różnice w ocenie nośności pomiędzy obydwoma metodami. Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych gruntów podłoża przyjęto w oparciu o bezpośrednio ich oznaczenie w badaniach laboratoryjnych, co odpowiada metodzie A oznaczania parametrów geotechnicznych zgodnie z normą PN-B-03020:1981. Parametry obliczeniowe ustalono, stosując współczynnik materiałowy  $\gamma_m = 0,9$  w przypadku normy PN-B-03020:1981 oraz współczynnik częściowy  $\gamma_M = 1,0$  w przypadku normy PN-EN 1997-1:2008.

## CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA FUNDAMENTOWEGO

Powierzchnia terenu w rejonie projektowanych obiektów opada łagodnie z północy na południe wzdłuż dłuższej osi budynków, przy czym różnica pomiędzy najwyższym a najniższym punktem terenu projektowanej zabudowy nie przekracza 1,50 m (ryc. 3).

Bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalega warstwa piasków średnich, miejscami z soczewkami gruntów nasypanych, opadająca zgodnie z nachyleniem powierzchni terenu. Warstwę tę podściela warstwa piasków pylastych o miąższości od 0,50 m od strony projektowanego budynku A do 1,0 m od strony budynku B. Strop tej warstwy również opada zgodnie ze spadkiem terenu i zalega na głębokości od 0,60 do 1,40 m poniżej powierzchni terenu w obrębie projektowanych budynków. Z punktu widzenia projektowania fundamentów jest to warstwa najsłabsza (ryc. 3), a równocześnie stanowi ona bezpośrednio podłożę pod planowymi budynkami A i B. Wilgotność tej warstwy była zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 6 do 11%, a stan gruntu wahał się od półzwartego do plastycznego (tab. 1). Parametry wytrzymałości na ścinanie w przypadku kąta tarcia wewnętrznego wynosiły od 30 do 34°, a spójności od 17 do 20 kPa (tab. 1), co pozwoliło uznać grunt za wystarczająco nośny.

Poniżej warstwy piasków pylastych zalega jednolity kompleks gruntów piaszczysto-żwirowych o wilgotności od 2 do 10%. Zwierciadła wody gruntowej nie nawiercono,



Ryc. 3. Przekroje geotechniczne podłoża gruntowego  
Fig. 3. Geotechnical profile of subsoil

przy czym znajduje się ono na głębokości nie mniejszej niż 7,0 m [Gruchot i Satora 2004, Michalski i in. 2012]. Dlatego nie będzie ono miało wpływu na parametry geotechniczne gruntów zalegających w podłożu fundamentowym, jak również na warunki posadowienia i prowadzenie robót związanych z wykopem fundamentowym.

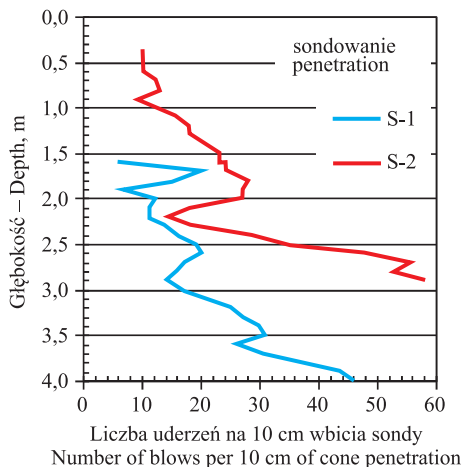
Stopień zagęszczenia wynosił od 0,43 do 0,83, a więc były to grunty średnio zagęszczone i zagęszczone (ryc. 4). Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu określona z badań sondą SLVT wynosiła od 0,26 MPa w piaskach pylastych do ponad 0,51 MPa w piaskach średnich z domieszką żwiru. Uzyskane wyniki wskazują, że kompleks ten cechował się znacznie wyższą nośnością niż zalegającej nad nim warstwy piasków pylastych stanowiących bezpośrednie podłoże fundamentowe.

Tabela 1. Właściwości geotechniczne gruntów podłoża w poziomie posadowienia projektowanych budynków

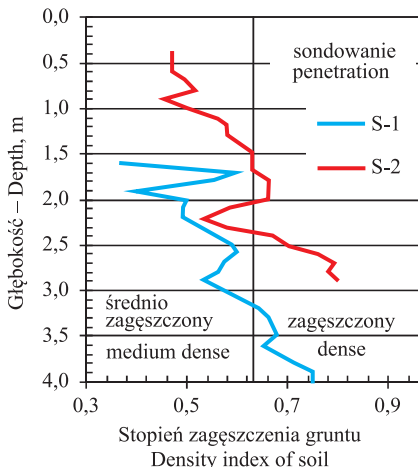
Table 1. Geotechnical characteristics of the subsoil in foundation of level design building

Parametr – Parameters	Symbol	Wartość – Value		
Budynek – Building	—	A		B
Wkop badawczy – Excavation	—	WB-3		WB-4
Przelot warstwy – Penetration drilling m p.p.t – m b.g.l.	—	0,30–1,40	1,40–1,80	1,00–1,65
Zawartość frakcji – Fraction content, %:				
żwirowa – gravel 63–2 mm	Gr	0,3	—	—
piaskowa – sand 2–0,063 mm	Sa	90,6	67,6	78,6
pyłowa – silt 0,063–0,002 mm	Si	9,1	26,3	17,9
iłowa – clay < 0,002 mm	Cl	—	6,1	3,5
Nazwa gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006 Name of the soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	—	MSa	siSa	siSa
Wilgotność naturalna, % Natural moisture content, %	wn	4,7–10,7	11,2–12,3	10,2–10,8
Gęstość objętościowa, $t \cdot m^{-3}$ Bulk density, $t \cdot m^{-3}$	$\rho$	1,67–2,13	1,95–2,19	1,95–2,19
Stopień zagęszczenia Density index	ID	0,93	—	—
Stopień plastyczności Liquidity index	IL	—	—	–0,01
Kąt tarcia wewnętrzznego, ° Angle of internal friction, °	$\varphi$	—	30,2	33,9
Spójność, kPa Cohesion, kPa	c	—	19,8	17,4

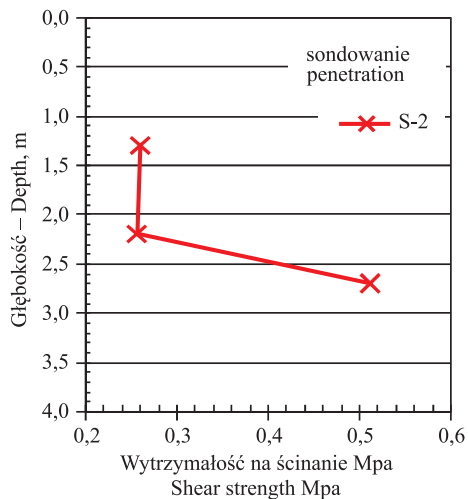
a) zmienność liczby uderzeń wraz z głębokością – changes of the number of blows with depth



b) zmienność stopnia zagęszczenia wraz z głębokością – changes of the density index with depth

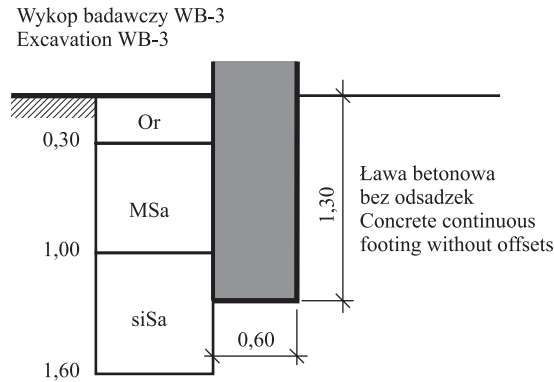


c) zmienność wytrzymałości na ścinanie wraz z głębokością – changes of the shear strength with depth



Ryc. 4. Wyniki sondowań sondą dynamiczną z końcówką SLVT  
Fig. 4. Results of dynamic sounding with the SLVT probe

Istniejący budynek D posadowiono na głębokości 1,3 m, w obrębie warstwy piasków pylastych (ryc. 5). Fundament stanowi łąwa betonowa bez odsadzek.



Ryc. 5. Schemat posadowienia istniejącego budynku D  
Fig. 5. Diagram of foundation existing building D

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono proste warunki gruntowe w podłożu gruntowym, co w połączeniu z wielkością oddziaływań od projektowanych obiektów pozwala prognozować kategorię geotechniczną II obiektu [Dz.U. z 2012 r., poz. 463].

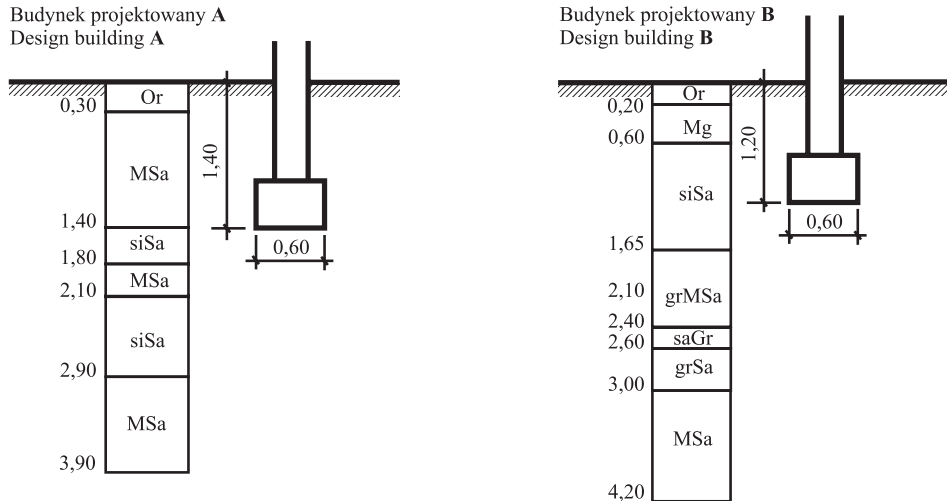
## OBLICZENIA OPORU GRANICZNEGO PODŁOŻA FUNDAMENTOWEGO

Na podstawie wyników badań podłoża gruntowego zaproponowano posadowienie obydwu budynków na ławach fundamentowych o szerokości 0,60 m i w przypadku budynku A na głębokości 1,40 m na stropie piasku pylastego, a budynku B na głębokości 1,20 m w piasku pylastym (ryc. 6). Proponowane poziomy posadowienia są poniżej umownej granicy przemarzania gruntu, która dla Krakowa wynosi 1,0 m. Dla tak przyjętych warunków posadowienia fundamentu przeprowadzono obliczenia oporu granicznego podłoża fundamentowego w oparciu o [PN-B-0320:1981] oraz [PN-EN 1997-1:2008].

Opór graniczny podłoża gruntowego ( $Q_d$ ) zgodnie z PN-B-0320:1981 obliczono z równania:

$$Q_d = m \cdot Q_f = \bar{B} \cdot \bar{L} \cdot \left[ \begin{aligned} & \left( 1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_c \cdot c^{(r)} \\ & + \left( 1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_D \cdot \rho_D^{(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \\ & + \left( 1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_B \cdot \rho_B^{(r)} \cdot g \cdot B \end{aligned} \right] \quad (3)$$





Ryc. 6. Schemat obliczeniowy oporu granicznego podłoża fundamentowego  
Fig. 6. Calculation diagram of the ultimate resistance of the foundation subsoil

Natomiast zgodnie z PN-EN 1997-1:2008 opór graniczny podłoża ( $R_d$ ) obliczono z równania:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \left[ \frac{A' \cdot (c_k \cdot N_c \cdot s_c + q' \cdot N_q \cdot s_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma)}{\gamma_R} \right] \quad (4)$$

gdzie:

- $Q_d$  – wartość obliczeniowa oporu granicznego [PN-B-03020:1981], kN,
- $R_d$  – wartość obliczeniowa oporu granicznego [PN-EN 1997-1:2008], kN,
- $Q_f$  – wartość charakterystyczna oporu granicznego [PN-B-03020:1981], kN,
- $R_k$  – wartość charakterystyczna oporu granicznego [PN-EN 1997-1:2008], kN,
- $m$  – współczynnik korekcyjny,  $m = 0,9$  [PN-B-03020:1981],
- $\gamma_R$  – współczynnik częściowy przy sprawdzaniu oporu granicznego podłoża,  $\gamma_R = 1,4$  [PN-EN 1997-1:2008],
- $A' = B' \cdot L'$  – efektywne pole powierzchni fundamentu,  $m^2$ ,
- $B' = B - 2e_B$ ,  $L' = L - 2e_L$  – efektywna szerokość i długość fundamentu, m,
- $\bar{B} = B - 2e_B$ ,  $\bar{L} = L - 2e_L$  – efektywna szerokość i długość fundamentu, m,
- $B, L$  – szerokość i długość podstawy fundamentu, m,
- $D_{\min}$  – głębokość posadowienia mierzona od najniższego poziomu terenu przy fundamencie, m,
- $\rho_D^{(r)}, \rho_B^{(r)}$  – obliczeniowa średnia gęstość objętościowa gruntów powyżej i poniżej poziomu posadowienia,  $t \cdot m^{-3}$ ,
- $\gamma'$  – charakterystyczna wartość efektywnego ciężaru objętościowego gruntu poniżej poziomu posadowienia,  $kN \cdot m^{-3}$ ,

- $q'$  – charakterystyczna wartość efektywnego naprężenia od nadkładu w poziomie posadowienia fundamentu, kPa,  
 $c^{(r)} = 0,9 \cdot c_k$ ,  $\phi^{(r)} = 0,9 \cdot \phi_k$  – obliczeniowa wartość spójności i kąta tarcia wewnętrznego gruntu zalegającego bezpośrednio poniżej poziomu posadowienia, kPa,  
 $c_k$ ,  $\phi_k$  – charakterystyczna wartość spójności i kąta tarcia wewnętrznego gruntu zalegającego bezpośrednio poniżej poziomu posadowienia, kPa,  
 $N_C, N_D, N_B$  – współczynniki nośności obliczone w oparciu o obliczeniową wartość kąta tarcia wewnętrznego  $\phi^{(r)}$ ,  
 $N_C, N_{q'}, N_\gamma$  – współczynniki nośności obliczone na podstawie charakterystycznej wartości kąta tarcia wewnętrznego  $\phi_k$ ,  
 $s_c, s_{q'}, s_\gamma$  – współczynniki kształtu podstawy fundamentu,  
 $g$  – przyspieszenie ziemskie,  $m \cdot s^{-2}$ .

W obliczeniach pominięto współczynniki nachylenia podstawy fundamentu, ponieważ będzie ona pozioma, i współczynniki nachylenia obciążenia wynikającego z obciążenia poziomego, ponieważ nie przewiduje się wystąpienia tego typu oddziaływania.

Wyniki obliczeń wykazały, że wartości oporu granicznego podłoża, określone zgodnie z PN-B-03020:1981 (tab. 2) oraz PN-EN 1997-1:2008 (tab. 3), różnią się między sobą dla tej samej szerokości ław fundamentowych i tego samego podłoża. Wartości obliczeniowe oporu granicznego uzyskane z obliczeń przeprowadzonych zgodnie z PN-EN 1997-1:2008 były o około 7–14% większe od wartości obliczonych zgodnie z PN-B-03020:1981. Różnice wynikają z przyjętych do obliczeń wartości obliczeniowych parametrów wytrzymałości na ścinanie gruntu podłoża, a głównie kąta tarcia wewnętrznego. Zmniejszenie jego wartości o 10% w przypadku obliczeń według PN-B-03020:1981 spowodowało zmniejszenie wartości współczynników nośności w stosunku do odpowiednich wartości według Eurokodu 7. Podobnie było w przypadku spójności. W odniesieniu do projektowania obydwu budynków proponuje się przyjęcie wartości oporu granicznego podłoża otrzymane z obliczeń wykonanych zgodnie z PN-EN 1997-1:2008.

Tabela 2. Wyniki obliczeń oporu granicznego podłoża projektowanych budynków zgodnie z PN-B-03020:1981

Table 2. The results of calculations of the ultimate resistance of the subsoil of the design buildings according to PN-B-03020:1981

Parametr – Parameter	Symbol	Wartość – Value	
		A	B
Budynek – Building	–	A	B
Szerokość ławy, m Width of continuous footing, m	$B$	0,60	0,60
Głębokość posadowienia, m Depth of foundation, m	$D_{\min}$	1,40	1,20
Nazwa gruntu – Soil name	–	siSa	siSa
Gęstość objętościowa, $t \cdot m^{-3}$ (wartość obliczeniowa) Bulk density, $t \cdot m^{-3}$ (design value)	$\rho_D^{(r)}$	1,52	1,52
	$\rho_B^{(r)}$	1,90	1,88

Kąt tarcia wewnętrznego, ° (wartość obliczeniowa) Angle of internal friction, ° (design value)	$\varphi^{(r)}$	27,2	30,5
Spójność, kPa (wartość obliczeniowa) Cohesion, kPa (design value)	$c^{(r)}$	17,8	15,7
Współczynnik nośności Bearing capacity coefficient	$N_C$	24,26	31,40
	$N_D$	13,46	19,50
	$N_B$	4,80	8,18
<b>Opór graniczny – charakterystyczny, kN</b> <b>Ultimate resistance – characteristic value, kN</b>	<b><math>Q_f</math></b>	<b>654,0</b>	<b>792,3</b>
<b>Opór graniczny – obliczeniowy, kN</b> <b>Ultimate resistance – design value, kN</b>	<b><math>Q_d</math></b>	<b>588,6</b>	<b>713,1</b>

Tabela 3. Wyniki obliczeń oporu granicznego podłoża projektowanych budynków zgodnie z PN-EN 1997-1:2008

Table 3. The results of calculations of the ultimate resistance of the subsoil of the design buildings according to PN-EN 1997-1:2008

Parametr – Parameter	Symbol	Wartość – Value	
Budynek – Building	–	A	B
Szerokość ławy, m Width of continuous footing, m	$B$	0,60	0,60
Głębokość posadowienia, m Depth of foundation, m	$D$	1,40	1,20
Nazwa gruntu – Soil name	–	siSa	siSa
Ciężar objętościowy, kN · m <sup>-3</sup> Unit weight, kN · m <sup>-3</sup>	$\gamma'$	20,7	20,5
Nacisk, kPa Pressure, kPa	$q'$	23,2	19,9
Kąt tarcia wewnętrznego, ° (wartość charakterystyczna) Angle of internal friction, ° (characteristic value)	$\varphi_k$	30,2	33,9
Spójność, kPa (wartość charakterystyczna) Cohesion, kPa (characteristic value)	$c_k$	19,8	17,4
Współczynnik nośności Bearing capacity coefficient	$N_C$	18,82	29,08
	$N_q$	30,62	41,79
	$N_\gamma$	20,75	37,74
Współczynnik kształtu Shape coefficient	$s_C$	1,30	1,33
	$s_q$	1,32	1,35
	$s_\gamma$	0,82	0,82
<b>Opór graniczny – charakterystyczny, kN</b> <b>Ultimate resistance – characteristic value, kN</b>	<b><math>R_k</math></b>	<b>884,4</b>	<b>1165,1</b>
<b>Opór graniczny – obliczeniowy, kN</b> <b>Ultimate resistance – design value, kN</b>	<b><math>R_d</math></b>	<b>631,7</b>	<b>832,2</b>

## PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników badań i obliczeń wykazano dużą nośność podłoża gruntowego charakteryzowaną przez uzyskane wartości oporu granicznego. Do celów projektowych można przyjąć wartość oporu granicznego równą 632 kN na 1 mb ławy fundamentowej w przypadku budynku A oraz 832 kN w przypadku budynku B. Proponowana głębokość posadowienia fundamentu, wynosząca 1,40 m w przypadku budynku A oraz 1,2 m w przypadku budynku B, spełnia normowy wymóg posadowienia poniżej głębokości przemarzania oraz wymogi konstrukcyjne fundamentów bezpośrednich.

Poziom wód gruntowych zalega nisko i nie będzie miał wpływu na części podziemne projektowanych budynków oraz ich użytkowanie. Istnieje jednak niebezpieczeństwo zawilgocenia fundamentów i ścian przez wody opadowe wsiąkające w przepuszczalny grunt ponad poziomem posadowienia. Dlatego zaleca się, by wykonać izolację przeciwwilgociową – poziomą na ławach fundamentowych i pionową na ścianach części podziemnej do wysokości 30 cm ponad poziom terenu.

## PIŚMIENNICTWO

- Gruchot A., Satora S., 2004. Opinia dotycząca warunków geotechnicznych podłoża gruntowego projektowanego budynku Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Krakowie przy ul. Balickiej 253. Katedra Mechaniki Gruntów i Budownictwa Ziemi, Akademia Rolnicza w Krakowie, maszynopis.
- Michalski P., Zawisza E., Gruchot A., 2012. Ekspertyza techniczna w zakresie określenia warunków posadowienia obiektów Uniwersytetu Rolniczego „Spichlerz” i „Budynek inwentarski” zlokalizowanych przy ul. Balickiej 253 w Krakowie. Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, maszynopis.
- PN-B-03020:1981. Grunty budowlane. Fundamenty bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa.
- PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Cz. 1: Zasady ogólne. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa.
- PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Cz. 2: Zasady klasyfikacji. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa.
- PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa.
- Puła O., 2011. Projektowanie fundamentów bezpośrednich według Eurokodu 7. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne Wrocław.
- Puła W., 2013. Wybrane zagadnienia dotyczące wyznaczania wartości charakterystycznych w geotechnice. Mat. I Konferencji Naukowo-Technicznej ProGeotech 2013 „Projektowanie geotechniczne – badania i dobór parametrów”, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz.U. z 2012 r., poz. 463.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.07.2014*