

PROJEKT BUDOWLANY

TEMAT: POSADOWIENIE POŚREDNIE NA PALACH I MIKROPALACH SCHODÓW
STAŁOWYCH ZEJŚCIA TURYSTYCZNEGO RELACJI KAWCZA GÓRA –
PLAŻA, ZLOKALIZOWANEGO NA TERENIE WOLIŃSKIEGO PARKU
NARODOWEGO.

INWESTOR: Woliński Park Narodowy

ul. Niepodległości 3A, 72-500 Międzyzdroje

PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Krzysztof Walczak

upr. ZAP/0127/POOK/10

SPRAWDZIŁ: mgr inż. Stanisław Walczak

upr. 83/Sz/91

OPRACOWAŁ: mgr inż. Wojciech Ostrowski

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	3
2. Podstawa opracowania	3
3. Charakterystyka geologiczna i geotechniczna podłoża	4
3.1. Opis terenu	
3.2. Budowa geologiczna	
3.3. Warunki wodne	
3.4. Charakterystyka geotechniczna podłoża	
4. Analiza techniczna i obliczenia statyczne pali	5
4.1. Przyjęte obciążenia	
4.2. Obliczenia statyczne	
4.2.1. Trap dolny – POZ. 2.2	
4.2.2. Trap górny – POZ. 2.1	
4.2.3. Oczepy – POZ. 1.1 / POZ. 1.2 / POZ. 1.3	
4.3. Rozwiązania technologiczne	
4.3.1. Trap dolny – POZ. 2.2	
4.3.2. Trap górny – POZ. 2.1	
4.3.3. Oczepy – POZ. 1.1 / POZ. 1.2 / POZ. 1.3	
5. Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru mikropali	13
5.1. Wymagania materiałowe iniekcyjnych mikropali CFG	
5.2. Ochrona antykorozyjna	
5.3. Technologia wykonania mikropali	
6. Kontrola poprawności wykonania pali i mikropali	15
7. Uwagi końcowe	16

ZAŁĄCZNIKI

Z1 – Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na placu budowy.

Z2 – Kopie uprawnień i zaświadczeń o przynależności do izby zawodowej projektantów.

RYSUNKI

K1-A, K1-B, K1-C – Rzut fundamentów

K2 – Rozmieszczenie pali – POZ.1.1; POZ.2.1

K3 – Rozmieszczenie pali – POZ.1.2; POZ.1.3

K4 – Rozmieszczenie pali – POZ.2.2

K5 – Zbrojenie głowicy pala – POZ.2.2

1. Wstęp

Opracowanie niniejsze zawiera projekt budowlany posadowienia pośredniego na palach oczepów schodów stalowych oraz trapu dolnego i górnego zejścia. Projekt wykonano na zlecenie Wolińskiego Parku Narodowego, ul. Niepodległości 3A, 72-500 Międzyzdroje.

Wybór technologii wykonania pali wynika z trudnych warunków ukształtowania terenu ograniczających dostęp do miejsc prowadzenia prac oraz możliwości zastosowania ciężkiego sprzętu.

Posadowienie górnego trapu zejścia (POZ. 2.1) oraz oczepów (POZ. 1.1/1.2/1.3) zaprojektowano w technologii mikropali iniekcyjnych CFG umożliwiających wykonanie prac przy użyciu małogabarytowego sprzętu.

Posadowienie dolnego trapu zejścia (POZ. 2.2), z uwagi na lokalizację na plaży oraz brak ograniczeń ukształtowania terenu, zaprojektowano w technologii pali stalowych rurowych pogrążanych metodą wibracyjną.

W miejscach projektowanych mikropali należy wykonać platformy robocze, do poziomu oczepów żelbetowych, umożliwiające prace związane z palowaniem. Rozwiązanie platform roboczych i przejść pomiędzy nimi, tj. ich wielkość z uwagi na zastosowane narzędzia i urządzenia do wykonywania mikropali oraz z uwzględnieniem ukształtowania terenu – należy do wykonawcy.

Przed rozpoczęciem prac związanych z wykonaniem mikropali należy zlecić uprawnionej osobie wykonanie badań geologicznych w miejscach projektowanych mikropali (w miejscach oczepów POZ. 1.1 / POZ. 1.2 / POZ. 1.3) celem ustalenia miąższości warstwy nienośnej (nN nasypy próchnicze). W przypadku stwierdzenia grubości warstwy nienośnej większej niż 1,5m należy powiadomić projektanta w celu wykonania ponownych obliczeń mikropali.

2. Podstawa opracowania

2.1. Materiały otrzymane od inwestora:

2.1.1. Zlecenie wykonania projektu Zn. Spr. 07-76-1/11 z dnia 24.11.2011r.

2.1.2. Projekt branży konstrukcyjnej „Odbudowa zejścia turystycznego (schody) relacji Kawcza Góra – plaża, zlokalizowanego na działce o numerze geodezyjnym 16/5 w obrębie nr 22 Woliński Park Narodowy jednostki ewidencyjnej gm. Międzyzdroje” wykonany przez „TUES Pracownia Architektury Joanna Strzeszewska” z grudnia 2010r.

2.1.3. Dokumentacja geotechniczna wykonana przez „EKO-GEO Andrzej Piotrowski” z listopada 2010r.

2.2. Obciążenia zebrano zgodnie z:

PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN-82/B-02001	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

2.3. Wymiarowanie konstrukcji zgodnie z:

PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
PN-EN 14199:2008	Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Mikropale.
PN-EN 1997-1	Projektowanie geotechniczne – część 1: zasady ogólne

3. Charakterystyka geologiczna i geotechniczna podłoża

3.1. Opis terenu

Teren położony jest w obrębie wysokiego klifu nadmorskiego, na wysokości Kawcza Góra (56,9m npm), na wschód od m. Międzyzdroje. Dokumentowany obszar stanowi opłotowany teren należący do Urzędu Morskiego. W koronie skarpy teren jest zadrzewiony i stanowi kompleks leśny Wolińskiego Parku Narodowego. Skok klifu jest bardzo nachylony, opadający ku plaży (ok. 1,0m npm).

3.2. Budowa geologiczna

Teren stanowi naturalne odsłonięcie osadów czwartorzędowych rozległego wyniesienia wysoczyznowego, tzw. plateau kemowe, niszczonego przez procesy czynne geodynamiczne. W wyniku abrazyjnej działalności wód morskich oraz ablacji deszczowej i procesów eolicznych brzeg klifowy cofa się z prędkością ~1,0m rocznie. W obrębie stoku zaobserwowano świeże obrywy (w dolnej połowie klifu), nisze osuwiskowe, zniekształcone drzewa. W profilu geologicznym terenu występują głównie osady piaszczyste wodnolodowcowe, barwy żółtej. Na odcinku klifowym plaża jest wąska, a w jej budowie dominuje materiał z abradowanego brzegu. U nasady plaży występują stożki osypiskowe i głazy wyłuskane z glin zwałowych. Bezpośrednio po okresach sztormowych na powierzchni plaży obserwuje się znaczne nagromadzenie minerałów ciężkich.

3.3. Warunki wodne

Występowanie wody gruntowej udokumentowano tylko w otworze zlokalizowanym u podnóża klifu na plaży. Wody te występują swobodnie pozostając w ścisłym reżimie z wodami Zatoki Pomorskiej. Woda gruntowa zasilana jest przez infiltrację wód opadowych, natomiast wahania stanów Zatoki Pomorskiej modyfikują poziom bazowy, w stosunku do którego zachodzi zjawisko powolnego odpływu podziemnego w kierunku w/w akwenów. W związku z tym w okresach intensywnych opadów połączonych z jednoczesnym wezbraniem wód Zatoki Pomorskiej i Świny należy liczyć się z możliwością krótkotrwałego podniesienia ZWG. Raz na kilkadziesiąt lat notuje się wezbrania sztormowe podwyższające poziom wód w zatoce nawet o 2,5m npm.

3.4. Charakterystyka geotechniczna podłoża

Dokumentowane podłoże rodzime jest niejednorodne, zbudowane z gruntów czwartorzędowych holoceniowych. Powierzchniowo występuje warstwa nasypów próchnicznych (nN (PdH)). Warstwy gruntów nośnych:

- warstwa I – piaski drobne barwy jasno żółtej i brązowo-szarej (Pd), wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym $I_d=0,5$ (char.);
- warstwa II – piaski drobne barwy żółtej (Pd), wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym $I_d \geq 0,6$ (char.).

Zgodnie z Rozporządzeniem MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126, poz. 839) warunki gruntowo-wodne omawianego terenu należy określić jako proste.

4. Analiza techniczna i obliczenia statyczne pali

4.1. Przyjęte obciążenia

Obciążenia na pale przyjęto zgodnie z opracowaniem branży konstrukcyjnej wykonanym przez „TUES Pracownia Projektowa”:

- Trap dolny (POZ. 2.2): 80,0 kN na jeden pal,
- Trap górny (POZ. 2.1): 50,0 kN na jeden pal,
- Oczepy POZ. 1.1/1.2/1.3: 80,0 kN na jeden pal.

4.2. Obliczenia statyczne

4.2.1. Trap dolny – POZ. 2.2

A. Założenia:

- a) Maksymalna siła na pal: 80,0kN
- b) Rodzaj pali: stalowe rurowe (RO Ø323,9/10) wypełnione betonem B37,
pograżane metodą wibracyjną.
- c) Rzędne głowic pali: pale 1÷4 – (+1,58)m npm,
pale 5÷6 – (-0,75)m npm.
- d) Profil gruntowy: otwór nr 7 dokumentacji geotechnicznej:
(okresowo poziom plaży może ulegać zmianie)
1,7÷1,3m npm – nN,
1,3 i głębiej – Pd (Id>=0,45).
- e) Ilość pali: 6 szt.

B. Obliczenia:

- a) Nośność pojedynczego pala

Wytrzymałości gruntu na pobocznicy pala wciskanego

Rodzaj gruntu	$z_{sr} [m]$	$h [m]$	S_{si}	$t_i [kN/m^2]$	$N_{si} [kN]$
Namuł nienośny	-0,70	1,40	0,00	0,00	0,00
Piasek drobny	-3,40	3,99	0,80	25,20	68,25
Piasek drobny	-5,70	0,61	0,80	41,94	17,33

Wytrzymałości gruntu pod podstawą pala : $q = 1308,68 \text{ kN/m}^2$ / $S_{pi} = 1,00/$

- b) Nośność pala obciążonego siłą pionową

Nośność:

N_t (w gruncie nośnym)=168,84 kN

($N_p = 83,25$, $N_s = 85,59$)

Nośność: $N_w = - 58,77 \text{ kN}$

c) Nośność pala obciążonego siłą poziomą

Wysokość zaczepienia siły nad poz. Terenu: $h_H = 0,00 \text{ m}$

Obliczeniowy poziom terenu: $z_0 = 0,00 \text{ m}$

Współczynnik podatności bocznej gruntu: $k_x = 29937,51 \text{ kN/m}^2$

Zagłębienie pala w gruncie: $h = 6,00 \text{ m}$

Zagłębienie sprężyste pala: $h_s = 2,92 \text{ m}$

Pal pośredni ($1,5 \cdot h_s < h < 3 \cdot h_s$), nośność: $H_r = 129,23 \text{ kN}$

Moment $M_{\max}$ od siły poziomej 100 kN: $116,82 \text{ kN} \cdot \text{m}$

d) Przemieszczenia pojedynczego pala

Moduł średni odksz. gruntu: $E_0 = 33663,71 \text{ kN/m}^2$

Moduł ściśliwości pala: $E_t = 200000000,00 \text{ kN/m}^2$

Moduł odksz. w podstawie: $E_b = 42079,64 \text{ kN/m}^2$

Poziom warstw nieodksz.: $z_s = -46,00 \text{ m}$

Obliczenia dla pala z warstwą mniej ściśliwą w poziomie podstawy:

$I_{ok} (h/D, K_a) = I_{ok} (15,33, 5941,12) = 1,58$

$R_A = 1,00$

$R_h = 0,96$

Osiadanie s dla $Q_n = 1\,000 \text{ kN}$: $9,8 \text{ mm}$

(bez uwzględniania tarcia negatywnego i ciężaru własnego)

Przemieszczenie y_0 dla $H_n = 100 \text{ kN}$: $11,2 \text{ mm}$

e) Nośność fundamentu palowego:

Liczba pali: $n = 6$

Współczynnik korekc.: $m = 0,90$

Najmniejsza odległość pali: $r = 0,90 \text{ m}$

Zasięg strefy naprężeń wokół pala :

wciskanego: $R = 0,63 \text{ m}$ $m_1 = 0,90$

wyciąganego: $R_w = 0,75 \text{ m}$ $m_1 = 0,80$

Nośność obliczeniowa pala (w grupie):

wciskanego: $Q_r = 0,90 \cdot (0,90 \cdot 85,59 + 83,25) = 144,53 \text{ kN}$

wyciąganego: $Q_{rw} = - 0,90 \cdot 0,80 \cdot 58,77 = -42,32 \text{ kN}$

Ciężar obliczeniowy pala z uwzględnieniem wyporu wody:

$$G_p = 6,41 \text{ kN}$$

Dopuszczalne pionowe obciążenie obliczeniowe przekazywane na pal:

wciskany: $P_{\max} = 138,13 \text{ kN}$

wyciągany: $P_{\min} = -48,72 \text{ kN}$

Wymagana dla nośności długość pala: $L = 4,30 \text{ m}$

PRZYJĘTO PALE ZAGŁĘBIONE 5,0m W GRUNT NOŚNY, PO UWZGLĘDNIENIU
MOŻLIWEJ ZMIANY POZIOMU PLAŻY DO POZIOMU $\pm 0,00$.

4.2.2. Trap górny – POZ. 2.1

A. Założenia:

- a) Maksymalna siła na pal: $50,0 \text{ kN}$
- b) Rodzaj pali: mikropale iniekcyjne CFG
- c) Rzędna spodu oczepu: $+49,17 \text{ m n.p.m.}$
- d) Profil gruntowy: otwór nr 1 dokumentacji geotechnicznej:
 $50,0 \div 48,5 \text{ m n.p.m.} - \text{nN},$
 $48,5 \text{ i głębiej} - \text{Pd (Id} \geq 0,45\text{)}.$
- e) Ilość pali: 8 szt.

B. Obliczenia:

a) Nośność zbrojenia (żerdzi) mikropala:

Gatunek stali żerdzi:	S 460
Średnica zewnętrzna:	$d_z = 40 \text{ mm}$
Średnica wewnętrzna:	$d_w = 20 \text{ mm}$
Pole przekroju:	$A = 730 \text{ mm}^2$
Moment bezwładności:	$I_s = 7,82 \text{ cm}^4$
Wskaźnik wytrzymałości:	$W = 4,31 \text{ cm}^3$
Plastyczny wskaźnik wytrzymałości:	$W_p = 6,7 \text{ cm}^3$
Sztywność giętna:	$EI_s = 15 \text{ kNm}^2$
Granica plastyczności:	$f_{yk} = 590 \text{ N/mm}^2$
Siła uplastyczniająca:	$R_k = 425 \text{ kN}$
Siła zrywająca:	$P_b = 540 \text{ kN}$
Nośność obliczeniowa:	$P_{sw} = 300 \text{ kN}$
Wytrzymałość żerdzi:	$R_d = R_k/\gamma_M = 369 \text{ kN}$, dla $\gamma_M = 1,15$

b) Ustalanie długości buławy iniekcyjnej mikropala:

Obciążenie obliczeniowe:	$E_d = 50,0 \text{ kN}$
Średnica koronki wiertniczej:	150 mm
Współczynnik poszerzenia otworu dla piasków drobnych:	$a = 1,5$
Zasięg strefy nienośnej gruntu:	1,5 m
Długość zakotwienia w oczepie:	0,5 m
Wsp. tarcia płaszczowego na poboczniczy piasku drobnego:	$q_{sk} = 61,82 \text{ kPa}$

Globalny współczynnik bezpieczeństwa: $s = 2,0$

Minimalna długość trzonu iniekcyjnego: $l_b = (E_d \times S) / (q_{sk} \times \pi \times d \times a)$

$$l_b = 2,30 \text{ m}$$

Z UWAGI NA SPOSÓB PRACY MIKROPALI INIEKCYJNYCH (NOŚNOŚĆ
UZYSKIWANA Z TARCIA POBOCZNYCH BUŁAWY) PRZYJĘTO PALE ZAGŁĘBIONE
4,0m W GRUNT NOŚNY.

4.2.3. Oczepy – POZ. 1.1/1.2/1.3

A. Założenia:

- f) Maksymalna siła na pal: 80,0kN
- g) Rodzaj pali: mikropale iniekcyjne CFG
- h) Rzędna spodu oczepu: wg. architektury
- i) Miąższość warstw gruntu: otwór nr 2÷6 dokumentacji geotechnicznej:

max. 0,7m – nN,

głębiej – Pd ($Id \geq 0,45$).
- j) Ilość pali:

POZ. 1.1 – 4 szt.

POZ. 1.2 – 6 szt.

POZ. 1.3 – 9 szt.

B. Obliczenia:

c) Nośność zbrojenia (żerdzi) mikropala:

Gatunek stali żerdzi:	S 460
Średnica zewnętrzna:	$d_z = 40 \text{ mm}$
Średnica wewnętrzna:	$d_w = 20 \text{ mm}$
Pole przekroju:	$A = 730 \text{ mm}^2$
Moment bezwładności:	$I_s = 7,82 \text{ cm}^4$
Wskaźnik wytrzymałości:	$W = 4,31 \text{ cm}^3$

Plastyczny wskaźnik wytrzymałości:	$W_p = 6,7 \text{ cm}^3$
Sztywność giętna:	$EI_s = 15 \text{ kNm}^2$
Granica plastyczności:	$f_{yk} = 590 \text{ N/mm}^2$
Siła uplastyczniająca:	$R_k = 425 \text{ kN}$
Siła zrywająca:	$P_b = 540 \text{ kN}$
Nośność obliczeniowa:	$P_{sw} = 300 \text{ kN}$
Wytrzymałość żerdzi:	$R_d = R_k/\gamma_M = 369 \text{ kN}$, dla $\gamma_M = 1,15$

d) Ustalanie długości buławy iniekcyjnej mikropala:

Obciążenie obliczeniowe:	$E_d = 80,0 \text{ kN}$
Średnica koronki wiertniczej:	150 mm
Współczynnik poszerzenia otworu dla piasków drobnych:	

$$a = 1,5$$

Zasięg strefy nienośnej gruntu:	0,7 m
Długość zakotwienia w oczepie:	0,5 m

Wsp. tarcia płaszczowego na pobocznicę piasku drobnego:

$$q_{sk} = 61,82 \text{ kPa}$$

Globalny współczynnik bezpieczeństwa: $s = 2,0$

Minimalna długość trzonu iniekcyjnego: $l_b = (E_d \times S)/(q_{sk} \times \pi \times d \times a)$

$$l_b = 3,66 \text{ m}$$

Z UWAGI NA SPOSÓB PRACY MIKROPALI INIEKCYJNYCH (NOŚNOŚĆ UZYSKIWANA Z TARCIA POBOCZNICY BUŁAWY) PRZYJĘTO PAŁE ZAGŁĘBIONE 5,0m W GRUNT NOŚNY.

4.3. Rozwiązania technologiczne

4.3.1. Trap dolny – POZ. 2.2

Jako posadowienie trapu dolnego, zlokalizowanego na plaży, zaprojektowano pale stalowe rurowe, pogrążane metodą vibracyjną. Pale należy wykonać z RO 323,9/10 ze stali R35, wypełnionych betonem C30/37 W8 (B37 W8), ze zbrojeniem przy głowicy pała prętami 6#12 A-IIIIN (BSt500S). Zbrojenie głowicy pała należy zakotwić w żelbetowej konstrukcji trapu dolnego wg załączonych rysunków.

DŁUGOŚĆ PALI:

NR 1 ÷ 4: L = 6,50 m

NR 5 ÷ 4: L = 5,00 m

UWAGA: W celu umożliwienia prawidłowego zakotwienia pali nr 5 i 6 o średnicy $\varnothing 323,9\text{mm}$ w konstrukcji trapu dolnego, należy zwiększyć szerokość belki trapu do $\sim 45\text{cm}$.

4.3.2. Trap górny – POZ. 2.1

Jako posadowienie trapu górnego przyjęto mikropale iniekcyjne.

Średnica żerdzi: zewnętrzna - $\varnothing 40\text{mm}$, wewnętrznej - $\varnothing 20\text{mm}$.

Stal żerdzi: S460.

Koronka wiertnicza (średnica wiercenia): $\varnothing 150\text{mm}$.

Długość całkowita mikropala po uwzględnieniu strefy nienośnej gruntu, długości zakotwienia w oczepie oraz możliwości obsypywania się wydmy: L = 6,0m. Nie stosować długości mniejszych niż podane.

Na odcinku przejścia mikropali przez grunt nienośny - aż do płyty trapu - mikropale należy zabezpieczyć dodatkowo odcinkiem rury HDPE długości 2,5m nasuniętej na żerdź po wykonaniu iniekcji końcowej.

UWAGA: maksymalna dopuszczalna miąższość warstwy nienośnej ze względu na wyboczenie mikropala wynosi: 1,5m.

4.3.3. Oczepy – POZ. 1.1 / POZ. 1.2 / POZ. 1.3

Jako posadowienie oczepów przyjęto mikropale iniekcyjne.

Średnica żerdzi: zewnętrzna - $\varnothing 40\text{mm}$, wewnętrznej - $\varnothing 20\text{mm}$.

Stal żerdzi: S460.

Koronka wiertnicza (średnica wiercenia): $\varnothing 150\text{mm}$.

Długość całkowita mikropala po uwzględnieniu strefy nienośnej gruntu, długości zakotwienia w oczepie oraz możliwości obsypywania się wydmy: $L = 6,0\text{m}$. Nie stosować długości mniejszych niż podane.

Na odcinku przejścia mikropali przez grunt nienośny - aż do oczepu – mikropale należy zabezpieczyć dodatkowo odcinkiem rury HDPE długości $1,5\text{m}$ nasuniętej na żerdź po wykonaniu iniekcji końcowej.

UWAGA: maksymalna dopuszczalna miąższość warstwy nienośnej ze względu na wyboczenie mikropala wynosi: $1,0\text{m}$. Przed wykonaniem mikropali należy zlecić uprawnionemu geologowi wykonanie odwiertów w miejscach oczepów żelbetowych (poz.1.1/1.2/1.3) celem dokładnego określenia grubości warstwy nienośnej (nN) i ewentualnej korekty długości mikropali.

5. Specyfikacja techniczna mikropali

5.1. Wymagania materiałowe iniekcyjnych mikropali CFG

- a) Samowierzące mikropale CFG wykonywane są przy użyciu kompletnego zestawu w skład którego wchodzi: końcówka wiertnicza, żerdzie o odpowiedniej wytrzymałości, łączniki do żerdzi / mufy, elementy dystansowe oraz elementy tworzące głowicę mikropala: płyta oporowa, nakrętka. Zestaw ten umożliwia jednocześnie wiercenie, iniekcję oraz montaż zbrojenia mikropala.
- b) Materiały stosowane do wykonania samowierzących mikropali CFG muszą posiadać aprobatę Instytutu Techniki Budowlanej dopuszczającą elementy do stosowania jako iniekcyjne mikropale oraz spełniać wymogi normy PN-EN 14199.
- c) Żerdzie pracujące jako zbrojenie mikropali CFG muszą odpowiadać warunkom norm EN 10210 lub EN 10219.
- d) Materiał użyty do wykonania mikropali CFG musi charakteryzować się odpowiednią ciągliwością. Wymagane jest wydłużenie względne A_{gt} min. 5%.

5.2. Ochrona antykorozyjna

Materiał użyty do wykonania mikropali gruntowych musi spełniać wymogi ochrony antykorozyjnej, właściwe dla elementów trwałych, tj. o okresie użytkowania pow. 2 lat. W projektowanych mikropalach zastosowano ochronę antykorozyjną wynikającą ze szczelnego otulenia kamieniem cementowym, z gwarantowanym maksymalnym rozwarciem rys nie przekraczającym 0,1mm. Szczelny kamień cementowy uzyskiwany jest przez odpowiednie parametry gwintu pokrywającego żerdzie. Względna powierzchnia żeber gwintu $f_R \geq 0,13$. Nachylenie bocznych powierzchni żeber 45° do osi żerdzi. Nominalny rozstaw żeber 13mm. Dla zapewnienia właściwej ochrony antykorozyjnej najbardziej narażona na korozję strefy mikropala, tj. jego przejścia z gruntu w fundament, należy zabezpieczyć dodatkowo odcinkiem rury HDPE. Należy stosować żerdzie i mufy połączeniowe z odpornego na korozję wodorową i naprężeniową gatunku stali S460 o granicy plastyczności 550 - 625 MPa.

5.3. Technologia wykonania mikropali

Żerdzie wraz z łącznikami, elementami dystansowymi i końcówką wiertniczą tworzą kompletny zestaw będący konstrukcją mikropala jednocześnie wykorzystywany do wiercenia otworu (przewód wiertniczy) i iniekcji (przewód iniekcyjny). W trakcie wiercenia należy stosować płuczkę cementową – zaczynem cementowych o stosunku $W/C=0,7$. Zaczyn podawany wewnętrznym otworem żerdzi, jest wytłaczany do otworu wiertniczego poprzez otwory w końcówce wiertniczej. Wiercenie odbywa się bez rur osłonowych. Po dowieczeniu zadanej długości otworu rozpoczyna się iniekcję końcową. Poprzez obracający się przewód wiertniczy tłoczony jest zaczyn cementowy o stosunku $W/C = 0,4$. Zaczyn sporządza się z cementu portlandzkiego typu CEM I lub II 32,5 R. Otwór jest iniekowany od dna do wierzchu. Proces wykonywania mikropala należy uznać za zakończony w momencie pojawienia się iniektu końcowego u wierzchu otworu. Cały zestaw pozostaje w otworze i pełni funkcję zbrojenia mikropala. Po upływie ok. 30 min. od iniekcji końcowej możliwe jest przeprowadzenie iniekcji wtórnej poprzez dotłoczenie wnętrza żerdzi dodatkowej ilości iniektu. Iniekcję wtórną stosuje się w przypadku dużych ucieczek iniektu tzn. gdy ilość wtłaczanego iniektu końcowego przekracza 4x objętość iniektu niezbędną do wypełnienia otworu. W celu minimalizacji ryzyka rozmywania iniektu, zaczyn cementowy do wykonania iniekcji końcowej należy sporządzić z użyciem dodatku UW1 lub UCS, w ilości 1%.

W przypadku wykonywania mikropali w gruncie nawodnionym (poniżej zwierciadła wody gruntowej) zaczyn cementowy do wykonania iniekcji końcowej należy sporządzić z użyciem dodatku UW1 lub UCS, w ilości 1%.

Narzędzia wierzące oraz sprzęt iniekcyjny należy dostosować do warunków gruntowych oraz do typu wykonywanych mikropali. Należy zastosować wiertnicę hydrauliczną, wyposażoną w głowicę obrotowo-udarową. Użyty zestaw iniekcyjny ma zapewnić wydatek min. 90 l/min i ciśnienie tłoczenia min. 4 MPa (40 bar). Nie dopuszcza się stosowania urządzeń wiertniczych pozbawionych udaru, jak również stosowania przewiertów wstępnych.

6. Kontrola poprawności wykonania pali i mikropali

W ramach prac kontrolnych należy wykonać obciążenia próbne jednego pala trapu dolnego (POZ. 2.2) i dwóch mikropali pod oczepami (POZ.1.1/1.2/1.3). Projektant wskaże mikropale do próbnych obciążeń, po uzyskaniu wyników dodatkowych badań geologicznych w miejscach wykonania oczepów oraz po uzgodnieniach z wykonawcą dotyczących możliwości technicznych wykonania próbnych obciążeń. Obciążenia próbne pali należy wykonać zgodnie z normą PN-83/B-02482.

Z uwagi na sposób pracy mikropali iniekcyjnych (nośność uzyskiwana z tarcia pobocznicy buławy) badania można przeprowadzić w oparciu o normę DIN 4125, wg programu:

- Stopniowe obciążanie: począwszy od obciążenia wstępnego 0,2F siła w mikropalu zwiększana jest stopniowo do 0,5F; 0,75F; 1,0F; 1,25F. Na każdym stopniu obciążania dokonuje się odczytu wartości siły 0,2F wykonując odczyty odkształcenia przy każdym stopniu relaksacji. Uwaga: przy obciążeniu 0,2F należy wyzerować urządzenie pomiarowe. Na tym poziomie obciążenia, pomiarów odkształcenia nie dokonuje się.
- Badanie odkształcenia pod stałym obciążeniem: wykonywane podczas stopniowego obciążania – po osiągnięciu kolejnego stopnia obciążenia dokonuje się pomiarów odkształcenia w przedziałach czasowych: dla 0,5F – po 1 min.; dla 0,75F – po 1 min.; dla 1,0F – po 1, 2, 5, 15 min.; dla 1,25F – po 1, 2, 5, 15 min.
- Warunkiem dopuszczenia mikropala do użytkowania jest wartość różnicy odkształceń odczytanych dla obciążenia projektowanego pomiędzy 15 i 5 minutą, nie większa niż 0,20mm: $\Delta s = s_{15'} - s_{5'} \leq 0,20\text{mm}$.

7. Uwagi końcowe

- Wszystkie użyte materiały powinny posiadać odpowiednie aprobaty ITB.
- Materiały stosowane do wykonania samowiercących mikropali CFG muszą posiadać aprobatę Instytutu Techniki Budowlanej dopuszczającą elementy do stosowania jako iniekcyjne mikropale oraz spełniać wymogi normy PN-EN 14199.
- Żerdzie pracujące jako zbrojenie mikropali CFG muszą odpowiadać warunkom norm EN 10210 lub EN 10219.
- Niniejszy projekt należy rozpatrywać łącznie z projektem architektury i konstrukcji „Odbudowa zejścia turystycznego (schody) relacji Kawcza Góra – plaża, zlokalizowanego w Międzyzdrojach” z grudnia 2010r. wykonane przez TUES Pracownia Architektury.
- W trakcie prac przestrzegać warunków technicznych wykonania i odbioru prac budowlano - montażowych tom I i III.
- W przypadku stwierdzenia warunków odmiennych od założonych w projekcie należy powiadomić Projektanta.
- Prace ziemne prowadzić zgodnie z PN-68/B06050 - Roboty ziemne w budownictwie.

Opracował:

mgr inż. Krzysztof Walczak
upr. ZAP/0127/POOK/10

mgr inż. Wojciech Ostrowski