

**Wytyczne odbioru i eksploatacji fundamentów palowych,  
stosowanych na liniach kolejowych  
dla ustawiania konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej  
let-105**

Tekst jednolity uwzględniający:

Załącznik do decyzji Nr 13/2005 Członka Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 13 lipca 2005 r.

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala Biuro Energetyki ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa tel. 022 47 320 72 [www.plk-sa.pl](http://www.plk-sa.pl), e-mail: [ien@plk-sa.pl](mailto:ien@plk-sa.pl)

Wszelkie prawa zastrzeżone. Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji, bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

Spis treści

CZĘŚĆ I WYMAGANIA TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU PREFABRYKOWANYCH FUNDAMENTÓW PALOWYCH, STOSOWANYCH NA LINIACH KOLEJOWYCH DO USTAWIENIA KONSTRUKCJI WSPORCZYCH SIECI TRAKCYJNEJ	4
1. WYMAGANE DANE O TERENIE .....	4
2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PREFABRYKOWANYCH PALI ŻELBETOWYCH .....	5
3. WYKONANIE ROBÓT FUNDAMENTOWYCH .....	5
3.1. Wymagania ogólne .....	5
3.2. Instalowanie fundamentów palowych .....	5
3.3. Dopuszczalne odchyłki i tolerancje .....	6
3.4. Kontrola wykonawstwa w trakcie instalowania fundamentów .....	6
3.5. Montaż konstrukcji wsporczych na fundamentach palowych .....	7
3.6. Dokumentacja powykonawcza .....	8
4. KONTROLA JAKOŚCI WYKONANIA FUNDAMENTÓW .....	8
CZĘŚĆ II KONTROLA I BADANIA EKSPLOATACYJNE FUNDAMENTÓW PALOWYCH .....	9
1. PROGRAM KONTROLI I BADAŃ .....	9
1.1. Planowanie badań .....	9
2. CZYNNOŚCI PRZYGOTOWAWCZE .....	10
2.1. Tworzenie bazy danych .....	10
2.2. Inwentaryzacja .....	11
3. WYTYCZNE KONTROLI .....	13
3.1. Wstęp .....	13
3.2. Poziom I (wytyczne dla wykonującego obchód) .....	14
3.3. Poziom II .....	16
3.4. Poziom III .....	18
3.4.1. Badania geotechniczne .....	18
3.4.2. Badania stanu konstrukcji .....	19
4. ANALIZA WYNIKÓW KONTROLI .....	19
4.1. Wprowadzanie danych do bazy .....	19
4.2. Poziom I – „obchód” .....	19
4.3. Poziom II .....	20
4.4. Poziom III .....	21

5. UWAGI KOŃCOWE .....	22
6. LITERATURA.....	22

## CZĘŚĆ I

### WYMAGANIA TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU PREFABRYKOWANYCH FUNDAMENTÓW PALOWYCH, STOSOWANYCH NA LINIACH KOLEJOWYCH DO USTAWIENIA KONSTRUKCJI WSPORCZYCH SIECI TRAKCYJNEJ

#### 1. WYMAGANE DANE O TERENIE

Przed rozpoczęciem robót, w trakcie opracowywania dokumentacji projektowej należy określić następujące dane:

- a) parametry geotechniczne podłoża gruntowego na podstawie wyników badań geotechnicznych wykonanych do głębokości nie mniejszej niż 1 m poniżej projektowanej głębokości posadowienia danego fundamentu (lub stropu podłoża skalnego albo warstwy nośnej),
- b) wszelkie przeszkody w postaci pozostałości konstrukcji i fundamentów oraz instalacji podziemnych,
- c) zanieczyszczeń podłoża lub zagrożeń,
- d) występowanie materiałów nasypowych,
- e) aktualne dane topograficzne, takie jak:
  - istniejące rzędne terenu, spadki,
  - położenie głównych osi geodezyjnych oraz rzędne wysokościowe terenu,
- f) warunki terenowe i ograniczenia, które mogą wpływać na roboty palowe, takie jak:
  - rozmiary terenu budowy, topografia, spadki,
  - równoczesne prace np. odwodnienie, roboty tunelowe, głębokie wykopy,
  - obecność napowietrznych przewodów lub linii energetycznych, ograniczenia wysokości np. wiadukty,
  - bliskość potencjalnie niestabilnych skarp i zboczy,
- g) warunki i ograniczenia środowiskowe mogące wpływać na roboty palowe, takie jak:
  - obecność i stan zagrożonych budowli lub instalacji w pobliżu robót palowych,
  - ograniczenia środowiskowe np. hałas, drgania lub zanieczyszczenia,
  - wszelkie ograniczenia prawne lub ustawowe, np. dotyczące czasu robót,
- h) inne aspekty, takie jak:
  - możliwość korozji,
  - wcześniejsze doświadczenia z palami i innymi metodami fundamentowania na terenie budowy lub w jej pobliżu,

Przed rozpoczęciem robót palowych należy określić wszelkie dodatkowe wymagania i odstępstwa oraz należy odpowiednio uzupełnić system kontroli jakości, np. o:

- zmniejszone lub powiększone geometryczne odchyłki wykonawcze,
- zastosowanie środków wspomagających zagłębianie (np. wstępne przewiercanie),
- instalowanie fundamentu w skale metodą wiercenia i betonowania.

## **2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PREFABRYKOWANYCH PALI ŻELBETOWYCH**

Wszystkie materiały i wyroby potrzebne do wykonania fundamentów palowych powinny być zgodne z odpowiednimi normami europejskimi, wymaganiami technicznymi i specyfikacją robót. Wymagania dla materiałów użytych w konstrukcji fundamentu, tj. betonu i poszczególnych jego składników, stali konstrukcyjnej i zbrojeniowej, powinny odpowiadać normom ENV 1992-1-1, ENV 1993-1-1.

Przeprowadzane badania powinny być zgodne z Aprobata Techniczną wydaną przez odpowiednio uprawnioną instytucję, a producent do każdej dostawy fundamentów palowych powinien załączać deklarację zgodności.

Należy przestrzegać wytycznych producenta prefabrykatów dotyczących transportu, ustawiania i składowania pali. Jeżeli specjalne wytyczne nie zostały podane, to pale należy tak transportować i składować, aby nie powstały w nich nadmierne naprężenia.

Na placu budowy – przed zabudowaniem, fundamenty palowe powinny podlegać oględzinom.

## **3. WYKONANIE ROBÓT FUNDAMENTOWYCH**

### **3.1. Wymagania ogólne**

Podczas robót palowych (włączając transport pali i sprzętu) powinny zostać podjęte wszelkie środki ostrożności, aby zapewnić bezpieczeństwo na terenie budowy i w jego sąsiedztwie oraz ograniczyć ryzyko uszkodzeń lub wpływu drgań i hałasu na ludzi i przyległe budowle.

Teren robót należy przygotować i utrzymywać w taki sposób, aby wykonawstwo mogło przebiegać bezpiecznie i skutecznie.

### **3.2. Instalowanie fundamentów palowych**

Fundamenty palowe należy wbijać odpowiednią palownicą, która pozwoli zagłębić je do przewidzianej głębokości bez uszkodzeń i z ograniczoną uciążliwością dla otoczenia. Przy uderzaniu młota w wierzch głowicy fundamentu palowego należy zapewnić współosiowość młota i pala oraz uderzenie prostopadłe do wierzchu głowicy. Prędkość uderzenia należy dostosować do rodzaju fundamentu palowego i warunków gruntowych. Głowica betonowego prefabrykowanego fundamentu palowego, która jest

uderzana podczas wbijania, powinna być zabezpieczona podkładką zapewniającą redukcję i równomierny rozkład naprężeń na wierzchu głowicy fundamentu palowego.

### 3.3. Dopuszczalne odchyłki i tolerancje

Do instalowanych fundamentów palowych należy dostosować rodzaj sprzętu i jego cechy, takie jak: wysokość, nośność dźwignicy, energię młota, urządzenia pomocnicze i kontrolne. Wykonawca powinien tak dobrać energię urządzenia wbijającego, aby nie spowodować spękań głowicy fundamentu.

Przy wbijaniu fundamentów palowych szczególnie należy kontrolować:

- a) zgodność z projektem wytyczenia miejsc wbijania pali - dopuszczalna tolerancja:
  - wzdłuż osi toru  $\pm 50$  cm,
  - wzdłuż osi prostopadłej do osi toru wynosi  $-0$  cm,  $+15$  cm,
- b) zgodność z projektem kierunku ustawienia pali,
- c) zachowanie się palownicy w czasie ustawienia i wbijania (ewentualne przemieszczenia),
- d) zachowanie się głowicy w trakcie wbijania.

Powinny być również spełnione wymagania dotyczące wysokości wyniesienia górnej płaszczyzny fundamentów ponad powierzchnią ławy torowiska (zgodnie z projektem). Dopuszczalna odchyłka tej wysokości  $\pm 5$  cm.

Skręcenie w planie osi pojedynczego fundamentu względem osi toru nie powinno przekraczać  $\pm 6^\circ$ . W przypadku zespołu pali (fundament pod słup i fundament kotwy) różnica skręcenia (pomiędzy fundamentem pod słup i fundamentem kotwy) nie powinna przekraczać  $\pm 6^\circ$ .

Fundament palowy po instalacji powinien umożliwiać zamocowanie słupa z odpowiednimi, zgodnymi z projektem, odchyłkami od pionu i na odpowiedniej rzędnej.

Minimalna odległość zewnętrznych powierzchni fundamentu palowego od innych instalacji i urządzeń nie powinna być mniejsza od B (szerokość fundamentu – mniejszy wymiar). W sytuacjach wyjątkowych odległość tą można zmniejszyć do B/2 przy zastosowaniu indywidualnej procedury analizy i kontroli.

### 3.4. Kontrola wykonawstwa w trakcie instalowania fundamentów

Monitorowanie prac, związanych z poszczególnymi etapami instalowania fundamentu palowego, należy prowadzić zgodnie z projektem technicznym i specyfikacją robót.

W celu sprawdzenia jednorodności podłoża oraz czy warunki gruntowe odpowiadają przyjętym w projekcie, należy dla każdego fundamentu od głębokości 1,0 m, obserwować

liczbę uderzeń na jednostkę zagłębienia pala. W przypadku wyników wskazujących na zbyt małą nośność (malejąca liczba uderzeń na jednostkę zagłębienia) przypadek taki należy udokumentować zliczając ilość uderzeń na każde 10 cm ostatniego metra i skonsultować z projektantem.

Wyniki uwidocznić w zestawieniu zbiorczym.

W przypadku stwierdzenia po zainstalowaniu fundamentu zauważalnych gołym okiem spękań powierzchni prefabrykatu należy ją zabezpieczyć powierzchniowo (ponad powierzchnią terenu) przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych wywołujących korozję betonu zgodnie z normami PN-80/B-01800, PN-82/B-01801, PN-86/B-01802.

Wykonaniem robót powinna kierować osoba uprawniona, odpowiedzialna za:

- zgodność robót z przyjętym do realizacji projektem oraz z odpowiednimi przepisami,
- monitorowanie wbudowania pali i przechowywanie wszystkich niezbędnych zapisów i dokumentów,
- informowanie przedstawiciela inwestora i/lub projektanta o wszystkich różnicach lub odstępstwach od oczekiwanych warunków lub sytuacji na budowie albo o każdym przypadku niezgodności.

### 3.5. Montaż konstrukcji wsporczych na fundamentach palowych

Montaż konstrukcji wsporczej na fundamentach palowych należy wykonywać zgodnie z instrukcją montażu określoną przez producenta. Podczas montażu słupów sieci trakcyjnej na prefabrykowanych fundamentach palowych nakrętki mocujące podstawę słupa ze śrubami fundamentu należy dokręcać za pomocą klucza dynamometrycznego z zachowaniem następujących wartości momentów:

- nakrętki M30 do fundamentów 1491      336 Nm,
- nakrętki M36 do fundamentów 1492      780 Nm,
- nakrętki M42 do fundamentów 1493      1321 Nm.

**Uwaga!**

Ponieważ konstrukcja wsporcza sieci trakcyjnej jest izolowana od fundamentu palowego (a więc i jego zbrojenia) za pomocą tulei izolacyjnych, przekroczenie powyższych wartości może spowodować uszkodzenie materiałów izolujących.

Stosowanie dodatkowo metalowych podkładek sferycznych pozwala na regulację odchyłek konstrukcji wsporczej zgodnie z projektem.

### 3.6. Dokumentacja powykonawcza

W dokumentacji powykonawczej należy zamieścić wszelkie zmiany w stosunku do projektu, a w szczególności dotyczące:

- metody wykonania fundamentów,
- rodzaju fundamentu palowego i jego długości,
- rzeczywistego poziomu głowicy fundamentu palowego.

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać również:

- dane dotyczące producenta fundamentów palowych,
- datę ich posadowienia,
- typ użytej palownicy,
- zestawienie zbiorcze przypadków zmniejszenia nośności z punktu 3.4.

Dla fundamentu palowego ze stwierdzonymi uszkodzeniami nie dyskwalifikującymi pala należy sporządzić oddzielne zestawienie z wyszczególnieniem:

- numeru fundamentu palowego (lokalizacja),
- rodzaju fundamentu palowego,
- rodzaju uszkodzenia,
- przyjętej procedury postępowania.

## 4. KONTROLA JAKOŚCI WYKONANIA FUNDAMENTÓW

Procedury kontroli jakości należy określić w Planie Zapewnienia Jakości. Ewentualne próbne obciążenia fundamentów należy określić w projekcie fundamentów. Zagłębianie pali w gruncie powinno być wykonywane pod nadzorem technicznym.

W przypadku występowania warunków geotechnicznych lub obciążeń odbiegających od dokumentacji projektowej, warunków szczególnych (szkody górnicze, zmienne zwierciadło wody gruntowej, sufozja itp.), wskazujących na możliwość zbyt małej nośności podłoża gruntowego lub wystąpienia nadmiernych wartości przemieszczeń fundamentów palowych oraz w przypadkach spornych należy dokonać sprawdzenia tych parametrów metodą próbnych obciążeń z wykorzystaniem metodyki zalecanej w normie PN EN-61773.



## CZĘŚĆ II

### KONTROLA I BADANIA EKSPLOATACYJNE FUNDAMENTÓW PALOWYCH

#### 1. PROGRAM KONTROLI I BADAŃ

Program kontroli i badań eksploatacyjnych fundamentów palowych stanowiących oparcie dla słupów trakcji kolejowej obejmuje:

- gromadzenie i analizę dokumentacji dotyczącej konstrukcji, lokalizacji oraz warunków posadowienia fundamentów danego szlaku kolejowego. (Bardzo przydatna jest stale uzupełniana i aktualizowana baza danych obejmująca wszystkie potrzebne i dostępne informacje. W przypadku braków w dokumentacji niezbędne jest wykonanie inwentaryzacji w terenie;
- „obchody” – przeprowadzane dwa razy w roku – I poziom kontroli,
- „przeeglądy okresowe” – przeprowadzane raz na dwa lata – II poziom kontroli,
- „oceny stanu technicznego i wartości użytkowej” – przeprowadzane co pięć lat – II i III poziom kontroli.

Cel kontroli i badań powinien zostać określony na samym początku, wynika on z przyczyny kontroli np. dążenie do właściwej, długotrwałej eksploatacji, do unikania nieprzewidzianych awarii itp. W przypadku planowania zmiany (zwiększenia) obciążenia szlaku celem może być np. określenie: parametrów geotechnicznych *in-situ*, nośności fundamentu za pomocą próbnego obciążenia czy sposobu zwiększenia nośności fundamentu.

**Kontrola bezpośrednia** (w terenie) składająca się z trzech poziomów: poziomy I i II wykonywane przez służby własne, poziom III wykonywany przez specjalistyczne firmy. Poziom I kontroli stanowi rutynowy „obchód” szlaku. Poziom II i III wymaga odrębnego zaprogramowania.

#### **Analiza wyników badań i ocena stanu fundamentów.**

Na podstawie oceny stanu należy podjąć decyzję co do dalszych działań lub ich zaniechania. Działania takie mogą obejmować zabezpieczenie powierzchniowe fundamentu, naprawę lub przebudowę wymianę (m.in. w przypadku zmiany stanu obciążenia) fundamentu.

Wszystkie informacje powinny być zapisywane do bazy danych.

##### 1.1. Planowanie badań

Tworząc program prac kontrolnych na danym szlaku należy:

- rozpoczynać od badań prostych i tanich, w miarę potrzeby przechodząc do badań droższych;
- sprawdzić wykonalność programu kontroli i badań;

- po kontroli na poziomie I określić stanowiska wymagające kontroli na kolejnych poziomach z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego.

Planując przebieg kontroli i badań (II i III poziomu) należy:

- przeanalizować dostępne informacje (baza danych, dokumentacje projektowe, powykonawcze, geotechniczne);
- określić liczbę i lokalizację stanowisk słupów objętych kontrolą;
- określić zakres kontroli i badań na poszczególnych stanowiskach (nie wszystkie badania danego poziomu muszą być wykonywane za każdym razem);
- określić jednoznacznie zasady interpretacji i opisu wyników.

W planowaniu kontroli należy również uwzględnić istniejącą infrastrukturę, niezbędne zamknięcia szlaku, dostęp, warunki klimatyczne (pora roku) i niezbędny sprzęt techniczny i jego dojazd.

## **2. CZYNNOŚCI PRZYGOTOWAWCZE**

### **2.1. Tworzenie bazy danych**

Baza danych może obejmować w niezależnych zbiorach informacje dotyczące poszczególnych szlaków, bądź łączyć w całość większą liczbę szlaków. W bazie danych każdego szlaku powinny się znajdować następujące informacje:

- ogólne (nazwa, rok wykonania, długość, liczba fundamentów, położenie itp.);
- szczegółowe (dla każdego fundamentu):
  - informacje podstawowe (numer i rodzaj słupa, rodzaj fundamentu itp.);
  - ukształtowanie i sposób użytkowania terenu w bezpośrednim sąsiedztwie stanowiska;
  - warunki geotechniczne podłoża;
  - wszystkie przeprowadzone remonty z podaniem zakresu i czasu wykonania;
  - wszystkie stwierdzone awarie i uszkodzenia;
  - aktualny stan (fundamentu, śrub łączących, słupa, pionowość słupa);
  - informacje o dokonanych kontrolach i przeglądach wraz z decyzjami co do dalszych działań;
  - wszelkie zmiany warunków pracy fundamentu i konstrukcji słupa (w stosunku do pierwotnie projektowanych).

Wszystkie informacje dotyczące danego szlaku i stanowiska powinny być wprowadzane do bazy bezpośrednio po ich uzyskaniu. Należy również aktualizować wszelkie zmiany istniejącego stanu (jak sposób użytkowania, przebudowa stanowiska itp.). Wskazane jest

objęcie zakresem informacji nie tylko dotyczących fundamentów ale również słupów i innych elementów szlaku.

Dobrze zarządzana i na bieżąco uaktualniana baza danych stanowić może bardzo duże udogodnienie w diagnostyce stanu danego szlaku kolejowego. Oprócz tradycyjnego „przeglądania” danych, w zależności od potrzeb, można generować raporty szczegółowe wykazujące np. wszystkie stanowiska, na których stwierdzono uszkodzenia fundamentów, na których wymagane jest uzupełnienie obsypki lub też wykonano w ostatnim roku malowanie słupów. W ten sposób można uzyskiwać przekrojowe zestawienia informacji dotyczących jakiegoś wybranego zagadnienia.

## 2.2. Inwentaryzacja

W celu pozyskania rzeczywistych danych do bazy niezbędna jest inwentaryzacja istniejącego obiektu lub jego dokumentacja powykonawcza.

Inwentaryzację należy wykonać dla fundamentu każdego słupa szlaku, powinna ona obejmować uzyskanie następujących informacji:

- a) rodzaj słupa i fundamentu;
- b) rok wykonania słupa i fundamentu;
- c) wymiary fundamentu (na podstawie dokumentacji);
- d) warunki gruntowe (na podstawie dokumentacji);
- e) obciążenia pierwotne fundamentu (na podstawie dokumentacji);
- f) rodzaj i ukształtowanie terenu;
- g) przeprowadzone konserwacje, remonty;
- h) zmiany warunków pracy;
- i) stwierdzone awarie.

Ad. a) Rodzaj słupa należy podać zgodnie z oznaczeniami katalogowymi na podstawie istniejącej dokumentacji. Analogicznie należy określić rodzaj fundamentu.

Ad. b) Należy podać rok zainstalowania fundamentu i postawienia słupa.

Ad. c) Dla danego rodzaju fundamentu należy podać jego wymiary geometryczne.

Ad. d) Warunki gruntowe należy określić na podstawie istniejącej dokumentacji.

W przypadku braku odpowiednich informacji należy je uzupełnić przy najbliższej kontroli wyższych poziomów.

Ad. e) Należy podać wartości obciążeń projektowych na podstawie dokumentacji.

Informacja ta jest niezbędna w przypadku planowania zmian obciążenia.

Ad. f) Ukształtowanie terenu w miejscu posadowienia fundamentu i w bezpośrednim sąsiedztwie należy określić podając oznaczenie najbardziej odpowiadające rzeczywistości tj. płaski (P), nasyp (N), przy rowie (R), inne (I). W przypadku oznaczenia „inne” wskazane jest podanie dodatkowego opisu słownego lub/i szkicu. Analogicznie należy podać najbardziej właściwe określenie wilgotności terenu: suchy (S), wilgotny (W), mokry (M).

Ad. g) Należy podać – w miarę możliwości – wszystkie przeprowadzone remonty, wzmocnienia i przebudowy od daty wykonania słupa. Wykaz powinien obejmować również wszelkie prace konserwatorskie i zabezpieczające fundament i słup.

Ad. h) Należy określić wszelkie zmiany warunków pracy fundamentu w odniesieniu do stanu pierwotnie projektowanego, szczególnie zmiany dotyczące:

- obciążeń słupa,
- ukształtowania terenu,
- stosunków wodnych (położenie zwierciadła wody gruntowej, agresywność wody),

Ad. i) W tym punkcie należy uwzględnić wszelkie awarie dotyczące w jakikolwiek sposób danego słupa i/lub fundamentu.

Wszystkie uzyskane w ten sposób wyniki należy wprowadzić odpowiednio dla danego szlaku i określonego słupa do bazy danych. Zalecany formularz do inwentaryzacji przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Właściciel:		<b>KARTA INWENTARYZACYJNA FUNDAMENTU</b>		
		<b>SŁUPA NR</b>		
Eksploatacja:		Nazwa szlaku:		
Typ słupa		Rok wykonania fundamentu		Nr linii i toru:
<b>Wilgotność terenu:</b> ( <i>S – suchy; W – wilgotny; M – mokry</i> )				
<b>Ukształtowanie terenu:</b> ( <i>P – płaski; N – nasyp; R – przy rowie; I – inne</i> )				
<b>Rodzaj fundamentu</b> ( <i>typ fundamentu</i> )		<b>Rodzaj powłoki ochronnej</b>		
		<b>Warunki gruntowe określone na podstawie</b> ( <i>D – dokumentacji; B – badań</i> )		
<b>Wymiary fundamentu [m]</b> ( <i>wg D – dokumentacji; P – pomiaru</i> )		<b>Rodzaj gruntu</b> (ponad/poniżej poziomu posadowienia)		
Wymiar podstawy <i>L</i>		Ponad poz. posad.		Poniżej poz. posad.
Wymiar podstawy <i>B</i>				
Wymiar wierzchu fundamentu <i>L<sub>1</sub></i>		<b>Obciążenia</b>	równoległe do toru	prostopadle do toru
Wymiar wierzchu fundamentu <i>B<sub>1</sub></i>		Siła pozioma [kN]		
Wysokość całkowita fundamentu <i>h</i>		Moment [kNm]		
Zagłębienie fundamentu <i>D</i>		Siła pionowa [kN]		
Data:	Wykonał:	Uwagi:	Podpis:	

### 3. WYTYCZNE KONTROLI

#### 3.1. Wstęp

Wydzielono trzy poziomy kontroli. Poziom I podstawowy może być przeprowadzany przez odpowiednio przeszkoloną osobę wykonującą rutynowy obchód szlaku. Poziom II powinien być wykonywany przez odpowiednio przeszkolonego inżyniera o specjalności geotechnicznej lub budowlanej. Przeprowadzenie poziom III kontroli wymaga odpowiedniej jednostki dysponującej odpowiednim sprzętem i zespołem ludzi gwarantującym miarodajne wyniki.

### 3.2. Poziom I (wytyczne dla wykonującego obchód)

Kontrolę poziomu I należy wykonywać zgodnie z planem kontroli nie rzadziej niż dwa razy w roku. Kontrola obejmuje ocenę wizualną stanu konstrukcji (słupa i fundamentu) oraz warunków zewnętrznych. W trakcie oględzin należy określić m.in.:

- a) uszkodzenia fundamentu,
- b) stan połączeń fundamentu z konstrukcją słupa,
- c) przechylenie słupa i przemieszczenia fundamentów, wpisując odpowiednie litery lub liczby w formularzu. W przypadku stwierdzenia wystąpienia przechylenia słupa i przemieszczenia fundamentu usytuowanego na skarpie, nasypie lub przekopie należy niezwłocznie zgłosić tę sytuację do odpowiedniego diagnosty w celu oceny stanu pod kątem zagrożenia ich stateczności.

Ad. a) Rodzaje uszkodzeń fundamentów:

- *powłoka ochronna* – stan powłoki ochronnej fundamentu: uszkodzona (**T**); nieuszkodzona (**N**); brak powłoki ochronnej (**B**);
- *widoczne spękania* – zauważalne pęknięcia, rysy lub zarysowania betonu fundamentu (**T**); brak zauważalnych pęknięć, rys lub zarysowań (**N**);
- *rozkruszenia fundamentu* – zauważalne ubytki i/lub rozkruszenia betonu fundamentu (**T**); brak zauważalnych ubytków i/lub rozkruszeń (**N**);
- *odsłonięte zbrojenie* – widoczne: zbrojenie, znaczne ubytki betonu (**T**); zbrojenie lub części kotwy są widoczne (**N**).

Ad. b) Stan połączeń:

- *Powłoka cynkowana śrub* - uszkodzona (**U**) bez uwag (**B**);
- *Uszczelnienie* – uszkodzone (**U**) bez uwag (**B**);
- *Nakrętki* – uszkodzona (**U**), niedokręcona (**N**), bez uwag (**B**);
- *Przekładki izolacyjne* – uszkodzona (**U**) bez uwag (**B**)

W przypadku występowania uszkodzeń należy podać przy literze liczbę połączeń, przy których występują (np. uszkodzenie trzech połączeń – **U3**).

Ad. c) Przechylenie słupa i przemieszczenia fundamentu:

Należy sprawdzić wizualnie ogólną pionowość słupa oraz stan powierzchni gruntu wokół fundamentu. Pęknięcia powierzchni gruntu lub na styku powierzchnia gruntu-fundament mogą oznaczać przemieszczenie lub obrót fundamentu. W przypadku przechylenia słupa należy podać kierunek przechylenia względem osi szlaku: słup pionowy – bez zastrzeżeń (**B**); odchylony w kierunku (równoległym do toru: zgodnie z kierunkiem szlaku (**R+**); przeciwnie do kierunku szlaku (**R-**); prostopadłym do toru: do

toru (**P+**); od toru (**P-**)). Podobnie należy określić przemieszczenia pionowe, poziome lub obrót fundamentu: bez zastrzeżeń (**B**); przemieszczenie pionowe (**H**), poziome (**V**), obrót (**O**).

Ponadto na karcie wykonanych oględzin powinny znaleźć się następujące informacje uzupełniające wpisane przed wykonaniem kontroli (z bazy danych lub dokumentacji):

- *numer słupa*;
- *typ słupa*;
- *nazwa szlaku*;
- *nr linii i toru*;
- *rok wykonania fundamentu*;

oraz informacje podawane przez wykonującego obchód:

- *zachmurzenie* – brak, czyste niebo (**B**); zachmurzenie częściowe (**C**); zachmurzenie pełne (**P**);
- *opady* – brak (**B**); opady przelotne (**P**); opady ciągłe (**C**);
- *data* – wykonania oględzin;
- *wykonał* – imię i nazwisko wykonującego obchód;
- *podpis* – podpis wykonującego obchód.

Formularz zbiorczy wyników kontroli poziomu I przedstawiono tablicy 2.

Tablica 2

Właściciel:		<b>KARTA WYKONANYCH OGLEDZIN FUNDAMENTU SŁUPA NR</b>		
Eksploatacja:		Nr linii i toru:	Nazwa szlaku:	
<b>Rodzaj uszkodzenia</b>				
Powłoka ochronna (Tak; Nie; Brak)				b
Widoczne spękania (Tak; Nie)				c
Rozkruszenia fundamentu (Tak; Nie)				d
Odslonięte zbrojenie (Tak; Nie)				e
<b>Stan połączeń</b>				
Powłoka cynkowana śrub (U – uszkodzona; B – bez uwag)				f
Uszczelnienie (U – uszkodzone; B – bez uwag)				g
Nakrętki (U – uszkodzona, N – niedokręcona, B – bez uwag)				h
Przekładki izolacyjne (U – uszkodzona, B – bez uwag)				i
<b>Przemieszczenie fundamentu</b>				
Rodzaj przemieszczenia (B – bez zastrzeżeń; V – przemieszcz. pionowe; H – poziome; O – obrót)				h
<b>Przechylenie słupa</b> (B – bez zastrzeżeń; R, P – odchylony w kierunku równoległym, prostopadłym do toru)				
<b>Warunki atmosferyczne:</b>		Zachmurzenie (B – brak; C – częściowe; P – pełne):	Opady (B – brak; P – przelotne; C – ciągłe):	
Data:	Wykonał:		Uwagi:	Podpis
<b>Uwagi:</b>				
<b>Ocena stanu fundamentów:</b> (B – bez zastrzeżeń; N – do naprawy; 2 – do poziomu II; 3 – do poziomu III)				
<b>Przewidywany rodzaj naprawy:</b> B – bez zastrzeżeń; Z – do zabezpieczenia powierzchniowego; N – do naprawy ubytków; P – do przebudowy; W – do wymiany; I – inne				

## 3.3. Poziom II

Kontrolę poziomu II należy wykonywać dla fundamentów wybranych na podstawie analizy wyników kontroli poziomu I. Obejmuje ona:

- ocenę stanu uszkodzeń;
- dokumentację fotograficzną uszkodzonych fundamentów;
- miar przemieszczeń fundamentów;
- badania makroskopowe gruntu;
- określenie poziomu zwierciadła wody gruntowej;
- badania wstępne stanu betonu młotkiem Schmidta;



g) wykonanie odkrywki fundamentu.

W zależności od wyników analizy kontroli poziomu I zakres ten można ograniczyć do niezbędnych badań.

Ad. a) Należy dokonać szczegółowych oględzin uszkodzonych fundamentów celu określenia stopnia uszkodzenia do dalszej analizy.

Ad. b) Dokumentacja fotograficzna obejmuje wykonanie pojedynczego zdjęcia każdego uszkodzonego kontrolowanego fundamentu.

Ad. c) W przypadku stwierdzenia przemieszczeń fundamentu w poziomie I kontroli należy wykonać pomiar przemieszczeń pionowych i poziomych oraz obrotu fundamentów wraz z określeniem ich kierunków.

Ad. d) Badania makroskopowe gruntu wokół fundamentu wykonywać należy zgodnie z p. 3. normy PN-88/B-04481. Pozwalają one na określenie w sposób uproszczony rodzaju gruntu, a w przypadku gruntów spoistych również stanu, wilgotności, barwy i zawartości węgla wapnia. Wyniki badań tą metodą mają charakter przybliżony w stosunku do ustaleń wg PN-86/B-02480. Badania należy przeprowadzić dla gruntów do głębokości około 1 m p.p.t. wykorzystując penetrometr ręczny. Badania makroskopowe należy przeprowadzać jedynie w przypadku stwierdzenia jakichkolwiek przemieszczeń fundamentów.

Ad. f) W przypadku uzasadnionych podejrzeń, że nastąpiła zmiana położenia poziomu wody gruntowej w stosunku do sytuacji projektowej należy określić (np. poprzez odwiert ręczny, penetrometr ręczny) czy rzeczywiście nastąpiła zmiana i w jakim kierunku: podniesienie (P); obniżenie (O); bez zmian (N).

Ad. g) W przypadku stwierdzenia degradacji betonu fundamentów, w celu przybliżonego określenia stanu betonu, można przeprowadzić wstępne badanie metodą sklerometryczną (młotkiem Schmidta), zgodnie z instrukcją nr 210 Instytutu Techniki Budowlanej oraz z normą PN-74/B-06262. Badania powinny być wykonywane przez odpowiednio przeszkolonego operatora. Ze względu na specyficzne warunki przeprowadzania badania (ograniczona powierzchnia fundamentów ponad powierzchnią terenu, niewielkie wymiary fundamentów oraz brak weryfikacji krzywych regresji) wyniki uzyskane z badania młotkiem Schmidta należy traktować jako wartości przybliżone.

Ad. h) W przypadku podejrzenia uszkodzeń fundamentu poniżej poziomu posadowienia należy wykonać odkrywkę. Muszą być przy tym zachowane zasady bezpieczeństwa (ograniczony obszar odkrywki, ograniczony ruch, korzystne

warunki wiatrowe, ewentualne kotwienie, podparcie itp.). Przy makroskopowym oznaczaniu rodzaju gruntu należy poddać badany materiał ocenie wizualnej oraz – w przypadku gruntów skalistych – prostym próbom wytrzymałościowym takim jak uderzanie młotkiem, rysowanie, ścieranie itp.

Szczegółowy opis poszczególnych badań gruntu zawarty jest w normie PN-88/B-04481.

### 3.4. Poziom III

Poziom III kontroli dotyczy jedynie pojedynczych fundamentów wytypowanych na podstawie analizy wyników kontroli poziomu I i II, w przypadku gdy:

- przewiduje się (bądź stwierdzono) zmianę warunków pracy fundamentu (obciążeń, warunków geotechnicznych, modernizacji szlaku, położenia zwierciadła wody gruntowej, ukształtowania powierzchni terenu);
- stwierdzono jakiegokolwiek przemieszczenia fundamentu lub gruntu wokół fundamentu;
- stwierdzono uszkodzenia fundamentu mogące zagrozić jego stateczności.

Poziom III kontroli obejmuje badania szczegółowe:

- badania geotechniczne;
- badanie stanu fundamentu.

W zależności od celu i przyczyny kontroli zakres badań można ograniczyć do badań podłoża lub do badań konstrukcji. W zakresie badań III poziomu, należy uwzględnić czynności i informacje niższych poziomów kontroli.

#### 3.4.1. Badania geotechniczne

Badania geotechniczne mają na celu określenie rodzaju gruntu, jego wytrzymałości i odkształcalności, położenia zwierciadła wody gruntowej.

Rodzaj gruntu można określić na podstawie badań makroskopowych i laboratoryjnych pobranych wcześniej próbek podłoża. Parametry wytrzymałościowe gruntów niespoistych określić można w terenie za pomocą sondy dynamicznej SPT, sondy dynamicznej DP, w laboratorium w badaniu w aparacie bezpośredniego ścinania. W gruntach spoistych parametry wytrzymałościowe w warunkach bez odpływu określa się w terenie za pomocą sondy dynamicznej SPT, sondy statycznej CPT, sondy obrotowej, lub laboratoryjnie w badaniu w aparacie trójosiowego ściskania bez drenażu.

Poziom wody gruntowej należy określać w piezometrach założonych w wykonanych wcześniej odwiertach. Należy pobrać próbki wody w celu określenia stopnia jej agresywności

w stosunku do betonu i stali. Przy wykonywaniu badań gruntu można stosować zasady normy ENV-1997-3 oraz PN-88/B-04481.

### 3.4.2. Badania stanu konstrukcji

Diagnozowanie stanu konstrukcji, w przypadku kontroli na poziomie III, obejmuje następujące badania:

- a) pobieranie próbek rdzeniowych,
- b) pomiar oporności na penetrację (sonda Windsora),
- c) badanie radarem przypowierzchniowym,
- d) badanie ultradźwiękowe,
- e) określenie zawartości węgla wapnia,
- f) określenie szybkości korozji,
- g) pomiar potencjału półogniwa,
- h) pomiary oporności właściwej,

Podane powyżej badania należy wykonywać w zależności od potrzeb i możliwości.

## 4. ANALIZA WYNIKÓW KONTROLI

### 4.1. Wprowadzanie danych do bazy

Wszystkie uzyskane informacje oraz podejmowane decyzje na poszczególnych poziomach kontroli należy na bieżąco wprowadzać do bazy danych.

### 4.2. Poziom I – „obchód”

Na podstawie wyników kontroli poziomu I podejmuje się decyzję dotyczącą stanu fundamentu i podłoża gruntowego oraz dalszych działań lub ich zaniechania. Wyróżnia się następujące stany fundamentu i podłoża:

- **bez zastrzeżeń** – gdy fundament jest w dobrym stanie i nie wymaga żadnych dalszych działań;
- **do naprawy** – gdy fundament wymaga dalszych działań;
- **kwalifikujący do kontroli poziomu II** – gdy:
  - stwierdzono poważne ubytki betonu fundamentu;
  - zaistniało podejrzenie wystąpienia przemieszczeń fundamentu;
  - występują inne przyczyny np. wystąpiła znaczna zmiana poziomu zwierciadła wody gruntowej;
- **kwalifikujący do kontroli poziomu III (z pominięciem poziomu II)** – gdy:
  - przewiduje się (bądź stwierdzono) zmianę warunków pracy słupa (obciążeń,

warunków geotechnicznych, położenia zwierciadła wody gruntowej, ukształtowania powierzchni terenu);

- stwierdzono jakiegokolwiek przemieszczenia fundamentu lub gruntu wokół fundamentu;
- stwierdzono uszkodzenia fundamentu mogące zagrozić jego stateczności.

W przypadku przyjęcia oceny „bez zastrzeżeń” nie ma potrzeby podejmowania żadnych dalszych działań oprócz okresowej kontroli poziomu I.

Jeżeli stan określono jako „do naprawy” w zależności od sytuacji należy przewidzieć:

- wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego – gdy stan fundamentu jest dobry,
- powłoka ochronna jest uszkodzona lub jej brak, a warunki środowiskowe tego wymagają;
- wykonanie naprawy (zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia, uzupełnienie ubytków betonu i zabezpieczenie powierzchniowe) – gdy stwierdzono niewielkie ubytki betonu;
- wykonanie przebudowy (rozbudowy) gdy przewiduje się zmianę warunków pracy fundamentu (wskazany poziom III kontroli);
- inne działania tj.
  - odkopanie lub podsypanie (z zagęszczeniem) fundamentu całkowicie zasypanego lub zbyt odkopanego;
  - umożliwienie odpływu wody gruntowej zbierającej się wokół fundamentu gdy takie zjawisko występuje;

Gdy stan fundamentu wymaga kontroli na poziomie II lub III należy ją przeprowadzić bezzwłocznie.

#### 4.3.Poziom II

Na podstawie wyników kontroli poziomu II należy podjąć decyzję dotyczącą stanu fundamentów i podłoża gruntowego oraz dalszych działań lub ich zaniechania.

Wyróżnia się następujące stany fundamentu i podłoża:

- **zadowalający** – gdy pomimo wskazań do kontroli poziomu II rzeczywisty stan nie wymaga żadnych dalszych działań;
- **do remontu** – gdy fundament wymaga dalszych działań;
- **do wymiany** – gdy stan fundamentu uniemożliwia jego remont lub jego funkcja uległa zmianie;

- **kwalifikujący do wzmocnienia podłoża i/lub fundamentu** – gdy fundament jest w złym stanie i/lub w podłożu zalegają grunty słabe, a ze względów ekonomicznych wymiana fundamentu jest zbyt kosztowna;
- **kwalifikujący do kontroli poziomu III** – gdy:
  - przewiduje się (bądź stwierdzono) zmianę warunków pracy słupa (obciążeń, warunków geotechnicznych, położenia zwierciadła wody gruntowej, ukształtowania powierzchni terenu);
  - stwierdzono jakiegokolwiek przemieszczenia fundamentu lub gruntu wokół fundamentu;
  - stwierdzono uszkodzenia fundamentu mogące zagrozić jego stateczności.

W przypadku przyjęcia oceny „stan zadowalający” nie ma potrzeby podejmowania żadnych dalszych działań oprócz okresowej kontroli poziomu I.

Jeżeli stan określono jako „do remontu” w zależności od sytuacji należy przewidzieć:

- wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego – gdy stan fundamentu jest zadowalający, a powłoka ochronna jest uszkodzona lub jej brak, a warunki środowiskowe tego wymagają;
- wykonanie naprawy (wzmocnienie fundamentu i/lub podłoża, zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia, uzupełnienie ubytków betonu i zabezpieczenie powierzchniowe) – gdy stwierdzono znaczne uszkodzenia betonu;
- wykonanie przebudowy (rozbudowy) – gdy przewiduje się zmianę warunków pracy fundamentu.

#### 4.4. Poziom III

Poziom dotyczy nietypowych przypadków, które należy rozpatrywać indywidualnie.

Po wykonaniu pełnego lub częściowego zakresu kontroli należy podjąć decyzję co do dalszych działań. Na tym etapie kontroli, po przeprowadzeniu pełnej analizy (możliwości m.in. technicznych, czasowych, finansowych i organizacyjnych – planowy remont linii) fundament i podłoże można zakwalifikować do:

- wymiany;
- wzmocnienia podłoża lub przebudowy fundamentu.

Po analizie wyników tego poziomu kontroli, w przypadku kompleksowego remontu danego szlaku, wskazane jest wykonanie, dla wybranych reprezentatywnych stanowisk, próbnych obciążeń fundamentów palowych.

## 5. UWAGI KOŃCOWE

Baza danych powinna być rozbudowywana systematycznie w miarę gromadzenia udokumentowanych materiałów.

Wszystkie prace powinny być wykonywane zgodnie ze sztuką inżynierską i wymaganymi przepisami, włącznie z badaniem materiałów pod kątem ich szkodliwości dla zdrowia.

W koniecznych przypadkach należy wykonać obliczenia sprawdzające wytrzymałość słupa oraz fundamentu przed rozpoczęciem prac terenowych.

Przed wprowadzeniem konkretnych technologii napraw na danym szlaku należy przeprowadzić ich próbne zastosowanie na poletkach doświadczalnych i poddać dokładnej obserwacji i ocenie w okresie minimalnym 1 roku z zachowaniem pełnej sezonowości (lato/zima).

Niezależnie od rodzaju naprawy należy postępować wg następującego planu:

- identyfikacja przyczyny i zakresu uszkodzenia fundamentu na podstawie wizji terenowej;
- usunięcie w razie możliwości przyczyny uszkodzenia;
- podjęcie decyzji czy uszkodzenie jest istotne dla konstrukcji;
- wybór odpowiedniego systemu naprawy, uwzględniającego sposób przygotowania, wykonawstwo oraz czas trwania prac;
- wyszczególnienie wszystkich prac z podaniem dostawców lub wykonawców;
- przeprowadzenie lub zlecenie w koniecznych przypadkach badań proponowanych materiałów;
- obserwacja skutków oraz określenie procedur w przypadku konieczności powtórnej interwencji przy remoncie fundamentu.

## 6. LITERATURA

- [1] – Bolt A.F.: Modelowanie posadowień fundamentów konstrukcji wsporczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Budownictwo Wodne. Gdańsk 1998.
- [2] – Brunarski L.: Określanie klasy betonu na podstawie diagnostycznych badań konstrukcji. XIII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta konstrukcji. Ustroń, 26-28.02.1998.
- [3] – CIGRÉ. Study Committee 22. Working Group 07 Foundations. Refurbishment and Upgrading of Foundations (Naprawa i przebudowa fundamentów). Marzec 1998.
- [4] – Dembicki E. z zespołem: Diagnostyka stanu konstrukcji fundamentów linii elektroenergetycznych. Metodyka oceny stanu fundamentów konstrukcji wsporczych. Etap I. Katedra Geotechniki Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Gdańskiej. Gdańsk, 1998 (maszynopis).

- [5] – Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji. ITB nr 210, Warszawa 1977.
- [6] – Standardy techniczne dot. urządzeń elektroenergetyki kolejowej eksploatowanych na liniach o prędkości jazdy pociągów 160 km/h, Warszawa, 02.1998.
- [7] – Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1988r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie / Dz. U. z d1998r. nr 151 poz. 987.

## 7. NORMY

- [8] – PN-EN ISO 9001:2001. Systemy zarządzania jakością. Wymagania.
- [9] – ENV 1992-1-1 - Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1 General rules and rules for building.
- [10] – ENV 1993-1-1. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1 General rules and rules for building
- [11] – ENV 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical Design. Part 1. General rules.
- [12] – ENV-1997-3. Eurocode 7: Geotechnical Design. Part 3. Geotechnical design assisted by field testing.
- [13] – ENV 1997-3. Geotechnika. Badania polowe. Sondowania.
- [14] – PN-ENV 206:1990. Beton - właściwości, produkcja, układanie i kryteria zgodności, wyd. ITB 1993 (tekst polski ENV 206).
- [15] – PN-EN 996:1998/A1:2004/A2:2005. Sprzęt do palowania. Wymagania bezpieczeństwa.
- [16] – prEN 12794:2003. Precast concrete foundation piles.
- [17] – PN-EN 12699:2002. Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Fundamenty palowe przemieszczeniowe.
- [18] – PN-EN-61773:2000. Linie napowietrzne. Badania fundamentów konstrukcji wsporczych.
- [19] – PN-80/B-01800. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk.
- [20] – PN-82/B-01801. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania
- [21] – PN-86/B-01802. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Nazwy i określenia
- [22] – PN-86/B-01805. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Ogólne zasady ochrony.

- [23] – PN-86/B-01806. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Ogólne zasady użytkowania, konserwacji i napraw.
- [24] – PN-88/B-01807. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady diagnostyki konstrukcji.
- [25] – PN-86/B-01808. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Zasady określania uszkodzeń powłok zabezpieczających konstrukcje stalowe i żelbetowe.
- [26] – PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [27] – PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [28] – PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [29] – PN-80/B-03322. Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Fundamenty konstrukcji wsporczych. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [30] – PN-74/B-04452. Grunty budowlane. Badania polowe.
- [31] – PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [32] – PN-88/B-06250. Beton zwykły.
- [33] – PN-74/B-06262. Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta.
- [34] – PN-69/K-02057. Koleje normalnotorowe. Skrajnie budowli.



