

Kazimierz Woźniak¹
Radosław Burak-Romanowski²

TECHNOLOGIE PRZEBUDOWY SIECI TRAKCYJNEJ

Streszczenie

Niniejszy referat przedstawia zagadnienia związane z procesem budowy/modernizacji sieci trakcyjnej na liniach zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Wyszczególnia akty prawne oraz uregulowania wewnętrzne przyjęte do stosowania w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w zakresie modernizacji sieci trakcyjnej. Ponadto przedstawia proces budowy/modernizacji, skrótowo opisuje poszczególne fazy wykonania jej przebudowy, tj.: technologie posadawiania konstrukcji wsporczych na fundamentach palowych, montaż sieci trakcyjnej z wykorzystaniem pociągu do potokowej wymiany sieci trakcyjnej, demontaż sieci trakcyjnej, wykorzystanie przy likwidacji wyeksploatowanych fundamentów konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej technologii wyburzania metodą minerską.

Słowa kluczowe: sieć trakcyjna, modernizacja, konstrukcje wsporcze, metoda minerska

1. Wprowadzenie

Elektryfikacja lub przebudowa sieci trakcyjnej na modernizowanych liniach kolejowych realizowana jest w oparciu o wymagania techniczne, jakim powinny odpowiadać urządzenia sieci trakcyjnej zawarte w następujących dokumentach:

- 1) Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych

¹ PKP PLK S.A., Biuro Energetyki

² PKP PLK S.A., Biuro Energetyki

- jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. Dziennik Ustaw Nr 151 z dnia 15 grudnia 1998 r.;
- 2) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Dziennik Ustaw 1995 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami;
 - 3) Standardy techniczne, szczegółowe warunki dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości jazdy $V_{\max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) /250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem).
 - 4) Wytyczne projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych. Warszawa 2006;
 - 5) Wytyczne projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uczynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych. Warszawa, grudzień 2004 r.;
 - 6) Wytyczne odbioru i eksploatacji fundamentów palowych stosowanych na liniach kolejowych dla ustawienia konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej;
 - 7) Wytyczne techniczne usuwania fundamentów konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej metodą minerską na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
 - 8) Katalog sieci trakcyjnej. Opracowanie CBPB BK „Kolprojekt” Warszawa 2004, z późniejszymi uzupełnieniami;
 - 9) Dokument Normatywny 01-1/ET/2008. Osprzęt sieci trakcyjnej. Warszawa 2008;
 - 10) Dokument Normatywny 01-2/ET/2008. Konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnych. Warszawa 2008;
 - 11) Dokument Normatywny 01-3/ET/2008. Przewody jezdne profilowane. Warszawa 2008;
 - 12) Dokument Normatywny 01-2-1/ET/2008 Fundamenty konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej;
 - 13) Dokument Normatywny 01-4/ET/2008. Liny (przewody wielodrutowe gołe). Warszawa 2008.

Modernizacja sieci trakcyjnej na liniach zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. według nowoczesnych technologii budowy przewiduje m. in.:

- 1) Zastosowanie specjalistycznego pociągu do tzw. potokowej wymiany sieci trakcyjnej (PWST).

- 2) Przystosowanie i wykorzystanie pociągów sieciowych do wywiezienia przewodów sieci jezdnej pod naciągiem
- 3) Posadawianie nowych konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej na fundamentach palowych z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu do palowania (palownice torowe lub drogowe).
- 4) Wykorzystanie metody minerskiej przy likwidacji fundamentów po demontowanych konstrukcjach wsporczych.

2. Montaż konstrukcji wsporczych

Do posadowienia konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej stosowana jest, wdrożona w Polsce w połowie lat 90. ubiegłego stulecia, metoda fundamentów palowych wbijanych w grunt. W miejscach gdzie parametry geotechniczne lub obciążenia wynikające z konstrukcji sieci jezdnej nie pozwalają na zastosowanie fundamentów palowych, zabudowuje się fundamenty prefabrykowane lub fundamenty wylewane.

Charakterystyczną cechą technologii fundamentów palowanych jest sposób łączenia fundamentów z konstrukcjami wsporczymi. Fundamenty palowe posiadają śruby stalowe trwale połączone z ich uzbrojeniem. Za ich pomocą przykręca się stopy konstrukcji wsporczych do fundamentów palowych (fot. 1). Fundamenty palowe produkowane są w 5 typach (3 typy przeznaczone dla słupów trakcyjnych, 2 - dla ich odciągów) i o długościach w granicach 2,5÷5,0 m dla różnych wielkości obciążeń i rodzajów gruntu. Opracowane zostały również projekty fundamentów pod konstrukcje bramek trakcyjnych.

Wbijanie fundamentów palowych w grunt wykonywane jest przy zastosowaniu specjalistycznej maszyny zwanej potocznie palownicą. Proces wbijania fundamentów nie wpływa negatywnie na parametry nawierzchni kolejowej jak i na możliwość prowadzenia ruchu pociągów na torach sąsiednich. W celu określenia wpływu wibracji związanej z zagłębieniem fundamentów wykonano badania zagęszczenia gruntu w bezpośrednim sąsiedztwie fundamentów, przed i po ich posadowieniu. Wyniki badań wskaźnika zagęszczenia gruntu wykazały, że podłoże nie zmienia znacząco parametrów zagęszczenia. W pięciu na dziesięć pomiarów zauważono nieznaczne, o jedną setną (0,01) zmniejszenie wartości wskaźnika zagęszczenia. Biorąc pod uwagę, że badania wykonano w odległości nieprzekraczającej 0,5 m od wbija-

nych pali można stwierdzić nieznaczny wpływ wibracji na konstrukcję torowiska i uznać, że posadawianie pali może być wykonywane zarówno przed, jak i po wykonaniu podtorza i toru.



Fot. 1. Osadzanie i przytwierdzanie konstrukcji wsporczej do fundamentu palowego

Zastosowanie technologii fundamentów palowych w porównaniu z wcześniej stosowanymi metodami posadawiania konstrukcji wsporczych w fundamentach prefabrykowanych, lub wylewanych na mokro cechuje się następującymi zaletami:

- krótkim czasem osadzania pala – około 10 minut, włączając w to dojazd, ustawienie palownicy i ostateczne wbicie pala,
- bardzo krótkim czasem montażu słupa (około 7 minut). Montaż możliwy bezpośrednio po wbiciu fundamentu palowego,
- eliminacją wszelkich problemów związanych z usuwaniem nadmiaru ziemi lub betonu,
- możliwością bieżącego kontrolowania poszczególnych faz i rezultatów wbijania,
- możliwością stałego kontrolowania w czasie eksploatacji stanu połączenia fundament – słup,
- brakiem potrzeby przekładania istniejących tras kanalizacji kablowej ze względu na niewielką przestrzeń zajmowaną przez fundament palowy,

- możliwość wymiany słupów stalowych z wykorzystaniem tego samego fundamentu palowego,
- mniejszymi wymiarami fundamentów, co pozwala na uzyskanie większej ilości miejsca na uzbrojenie podziemne,
- możliwością prowadzenia ruchu pociągów bez ograniczenia prędkości po torze sąsiednim,
- znacznym ograniczeniem czasu zamknięć torowych, ze względu na krótkie czasy wbijania pali i montażu słupów,
- minimalnym oddziaływaniem na strukturę podtorza i nawierzchni kolejowej w porównaniu z oddziaływaniem wywieranym przez fundamenty prefabrykowane lub wylewane na mokro.

Technologia fundamentów palowych, zastosowana na kolejach polskich po raz pierwszy w 1995 r. jest aktualnie wykorzystywana podczas reelektryfikacji najważniejszych polskich ciągów komunikacyjnych (E-20, E-30, E-59, E-65), przystosowywanych do eksploatacji z prędkością jazdy pociągów 160 km/h oraz wyższymi jak dla ciągu E-65 w tym linii CMK. Na fot. 2 przedstawiono proces zabijania w gruncie fundamentu palowego przy użyciu palownicy.



Fot. 2. Zabijanie w gruncie fundamentu palowego

3. Montaż sieci jezdnej

Na fot. 3 przedstawiono wywieszanie przewodów trakcyjnych wykonywane przez pociąg do potokowej wymiany sieci trakcyjnej (PWST), będące własnością „PKP Energetyka” S.A.



Fot. 3. Pociąg PWST na linii CMK

Po zamocowaniu konstrukcji wsporczych do fundamentów, dalsza część robót reelektryfikacyjnych wykonywana jest kompleksowo przy użyciu pociągów sieciowych/platform, wyposażonych w urządzenia do wywieszania przewodów pod naciągami. Charakterystycznym jest zestaw do tzw. potokowej wymiany sieci trakcyjnej (PWST). Zestaw ten składa się z 2 pojazdów wyposażonych w żuraw prowadzący przewody trakcyjne, żuraw z platformą roboczą oraz urządzenia sterujące bębniami z przewodami trakcyjnymi. Pierwszy z tych pojazdów współpracuje z jednym wagonem pomocniczym, a jego zadaniem jest uprzedni demontaż starej sieci trakcyjnej. Drugi, znacznie bardziej skomplikowany, współpracuje z dwoma wagonami pomocniczymi.

Montaż zespołów podwieszek dokonywany jest przy wykorzystaniu pomostu i platform roboczych umieszczonych na wysięgnikach żurawi zainstalowanych na obu pojazdach, co przedstawiono na fot. 4 i 5.



Fot. 4 i 5. Pomost i platforma robocza umieszczona na wysięgniku żurawia zestawu PWST

W następnej kolejności, po wpięciu w urządzenia kotwiące nowych przewodów, rozwija się linę nośną i przewody jezdne pod stałym napięciem z zadaną siłą naprężającą (nominalną). Jest to możliwe dzięki zastosowaniu złożonego układu sterującego urządzeniami hydraulicznymi napędzającymi i hamującymi bębny. Zaś dzięki zastosowaniu żurawia wyposażonego w zdalnie sterowany układ podajników i rolek prowadzących przewody trakcyjne, sieć jezdna wywieszana jest z zachowaniem docelowego położenia przewodów w poziomie i pionie. Zilustrowano to na fot. 6 i 7.



Fot. 6 i 7. Układ podajników i rolek zestawu PWST, prowadzących liny nośne i przewody jezdne

Po wywieszeniu sieci trakcyjnej przystępuje się do wieszakowania oraz montowania uelastycznienia sieci. Wykonuje się to z wnętrza specjalnych platform roboczych wyposażonych w podnośniki typu nożycowego. Platformy te zamontowane są na wózkach poruszających

się po dachach wagonów pomocniczych. Zostało to przedstawione na fot. 8 i 9.



Fot. 8 i 9. Platformy robocze zamontowane na zestawie PWST

Po dokonaniu przejazdu przez odcinek naprężenia sieci jezdnej przez obie części zestawu, praktycznie nie występuje potrzeba dokonywania czynności regulacyjnych sieci jezdnej. Ruch pociągów może zostać wznowiony z pełną prędkością rozkładową. Czas potrzebny do montażu osprzętu jednego odcinka naprężenia sieci trakcyjnej oraz wymiany przewodów trakcyjnych wynosi $8 \div 10$ godzin.

4. Demontaż sieci trakcyjnej

Przebudowa sieci trakcyjnej zakresem rzeczowym robót obejmuje również demontaż istniejących, wyeksploatowanych elementów i urządzeń sieci trakcyjnej.

Przy wykonywaniu demontażu specjalistycznym pociągiem do potokowej wymiany sieci trakcyjnej możemy wyróżnić następujące fazy przedstawione niżej na fotografiach 10, 11, 12:

- 1) demontaż kotwien krańcowych,
- 2) demontaż wstępny sieci trakcyjnej
- 3) demontaż lin nośnych i przewodów jezdnych pod naciągiem z wykorzystaniem zespołów rolek, analogicznie do wywieszania nowych lin i djp.



Fot. 10. Demontaż kotwienia krańcowego, rozpoczęcie procesu zwijania sieci



Fot. 11. Likwidacja wieszaków i połączeń elektrycznych

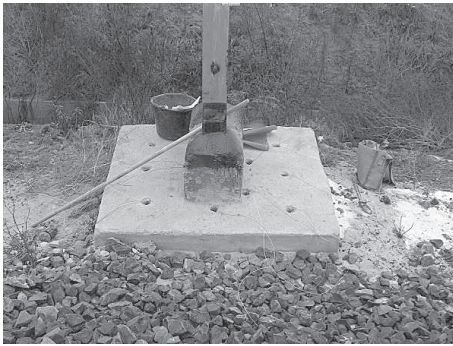


Fot. 12. Proces zwijania sieci trakcyjnej

5. Demontaż fundamentów i konstrukcji wsporczych

Demontaż wyeksploatowanej sieci trakcyjnej wymaga likwidacji starych konstrukcji wsporczych oraz fundamentów betonowych, w których konstrukcje te zostały posadowione. Obecnie, przy likwidacji starych fundamentów powszechnie stosowana jest technologia wyburzania fundamentów wsporczych metoda minerską.

Technologia wyburzania fundamentów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej metodą minerską polega na nawierceniu otworów w likwidowanych fundamentach, umieszczeniu w nich odpowiedniego ładunku - materiałów wybuchowych i ich zdetonowaniu. Kolejne fazy przygotowania i zdetonowania materiałów wybuchowych przedstawiono poniżej na fot. 13, 14, 15, 16.



Fot. 13 i 14. Fundament przygotowany do wyburzenia i kruszenie fundamentu słupowego



Fot. 15. Zagęszczanie



Fot. 16. Ława po odbudowie

Usuwanie fundamentów konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej metodą minerską zaczęto stosować w drugiej połowie lat 90. ubiegłego

wieku. Zalety tej metody zostały dostrzeżone przez wykonawców robót modernizacyjnych, których zakres obejmował przebudowę sieci trakcyjnej z koniecznością wymiany konstrukcji wsporczych. W porównaniu do stosowanej metody mechanicznej, wyburzanie fundamentów metodą minerską charakteryzuje się m.in.:

- znacznie ograniczoną ingerencją w podtorze i nawierzchnię kolejową,
- mniejszym nakładem roboczogodzin pracowników wykonujących likwidację,
- znacznym ograniczeniem pracy sprzętu wykorzystywanego przy likwidacji starych fundamentów (lokomotywa, pociąg sieciowy),
- eliminacją konieczności wyłączania z ruchu toru, przy którym wykonywane jest wyburzanie,
- znacznie wyższym zachowaniem poziomu bezpieczeństwa infrastruktury technicznej linii kolejowych (podtorza, nawierzchni kolejowej, kabli energetycznych, teletechnicznych, srk i innych) usytuowanych w pobliżu likwidowanych fundamentów.

Stosowanie technologii wyburzania fundamentów słupowych metodą minerską poprzedzone zostało wykonaniem szeregu badań i pomiarów, które pozwoliły określić poziom oddziaływania fali wyburzeniowej na pozostałą infrastrukturę kolejową. Badania i pomiary na obszarach kolejowych były wykonywane w latach 2006-2008 m.in. na liniach: nr 401 - odcinek Szczecin Dąbie Świnoujście, nr 353 - na terenie działania Zakładu Linii Kolejowych w Poznaniu i wykonywane były przez Wydział Budownictwa i Architektury Katedrę Geotechniki Politechniki Szczecińskiej, Pracownię Autorską z Kielc dr inż. Sendkowski Jerzy, Biuro Budowlane ANKRA sp. z o.o. Wykonane pomiary pozwoliły określić poziom oddziaływania metody minerskiej na:

- wytrzymałość podłoża gruntowego (podtorze i nawierzchnię kolejową),
- parametry techniczno-eksploatacyjne innych elementów infrastruktury (światłowody, kable teletechniczne, kable energetyczne), znajdujące się w bezpośredniej bliskości wyburzanego fundamentu.

Aby określić oddziaływanie metody minerskiej na podtorze wybrano kilka lokalizacji, w różnych warunkach gruntowych (podłoże piaszczyste, płaskie – Szczecin, lekko skaliste – CMK, nasypy – IZ Poznań linia nr 353).

W czasie wyburzania stosowane były różne technologie strzałowe, różne rodzaje i wielkość ładunków w tym określane, jako tzw. ładunki

skupione o różnych wagomiarach ładunku wybuchowego i mikroładunków (ładunków lontowych).

Analizy wyników pomiarów i ich opracowań wykazały, że oddziaływanie metody minerskiej na elementy infrastruktury jest zależne od zastosowanej technologii strzałowej. Na liniach kolejowych mogą być stosowane tylko te technologie, w których powstająca fala wyburzeniowa zostaje ograniczona praktycznie do objętości wyburzanego fundamentu. W odległości 0,5 m od powierzchni fundamentu, zmiany parametrów podtorza są minimalne i mieszczą się w granicach błędu urządzeń pomiarowych.

W Polskich Liniach Kolejowych prowadzona jest weryfikacja producentów i dostawców elementów i urządzeń elektroenergetyki kolejowej. Na podstawie wcześniej wymienionych *Wytucznych technicznych usuwania fundamentów...*, prowadzona jest również weryfikacja firm prowadzących wyburzanie fundamentów słupowych metodą minerską. Podstawą do pozytywnej weryfikacji jest dowodne poświadczenie (raporty z badań i pomiarów opracowanej przez firmę, technologii wyburzania) spełnienia wymogów zawartych w w/w *Wytucznych*.

TECHNOLOGIES OF OVERHEAD TRACTION NETWORK RECONSTRUCTION

Summary

The problems referring to the process of construction/modernization of overhead traction network managed by PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. have been presented in the paper. The legal act and inner regulations being in force in PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. in the field of overhead traction network modernisation have been specified. Moreover, The process of construction/modernization has been presented and there is a draft of some individual stages of its reconstruction as follows: technologies of supporting constructions on pale foundation, overhead traction network assembly using a train for overhead traction exchange, overhead traction network disassembly, application of the demolition technology by blasting method while liquidation of exploited supporting structures for overhead traction network.

Keywords: *overhead traction network, modernisation, supporting constructions, blasting method*