

CHRZAN Marcin¹
RUTKOWSKI Janusz²

Charakterystyka wysokowydajnych maszyn torowych zastosowanych podczas modernizacji linii E 65 część I

Słowa kluczowe ,
Kolej, budowa, modernizacja, maszyny torowe ,

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystykę maszyn torowych wykorzystywanych przy modernizacji linii kolejowej E 65. Artykuł zawiera kompendium wiedzy na temat prac wykonywanych z wykorzystaniem dostępnych maszyn torowych na rynku polskiego operatora kolejowego jakim jest spółka PKP. Przedstawiono spostrzeżenia wynikające z doświadczenia autorów w aspekcie wykorzystania nowoczesnego parku maszynowego przy modernizacji linii kolejowej.

HIGH PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF TRACK MACHINES USED IN MODERNIZATION RAILWAY ROUTE E 65, PART I

Abstract

The article presents the characteristics of track machines used in the modernization of railway track E 65th The article contains a compendium of knowledge about the work done with the use of track machines available on the Polish market, which is the railway operator PKP. The paper presents findings from the experience of authors in terms of the use of modern machinery for modernization of railway track.

1. WSTĘP

Rosnąca potrzeba starzejącego się taboru kolejowego oraz linii kolejowych w Polsce wymusza na spółce PKP prowadzenie prac nad modernizacją ogólnie rozumianej infrastruktury kolejowej. Weście do grupy krajów Wspólnoty Europejskiej wymusiło na PKP dostosowanie infrastruktury do standardów europejskich. Rosnące wymagania podróżnych w tym zakresie nie pozostają bez znaczenia. Skrócenie czasu podróży, spokojność biegu pociągu, dostęp do infrastruktury telekomunikacyjnej to obecnie standardy do których należy dostosować szlaki kolejowe w Polsce[2,3]. Dlatego też nie bez znaczenia pozostaje tempo w jakim te zmiany są dokonywane. Aby umożliwić prace na wysokim poziomie do budowy torów i podtorza wykorzystuje się specjalistyczne maszyny torowe. W części pierwszej artykułu zostaną przedstawione charakterystyka oraz możliwości wykorzystania kombajnu do prac podtorzowych AHM 800 R. wykonywanych na linii E 65.

2. KOMBAJN DO PRAC PODTORZOWYCH AHM – 800 R

Podtorze kolejowe na większości linii PKP wykazuje poważne wady spowodowane ponad 150-cio letnią eksploatacją i wykonywaniem robót utrzymaniowych w śladowym zakresie. Liczne metody wzmacniania i stabilizacji gruntów były próbowane na liniach kolejowych, ale nie doczekały się odpowiedniego zmechanizowania i szerszego zastosowania.[5] Dopiero w roku 1998 została sprowadzona druga na świecie maszyna AHM-800R (Rys.1) w zmodyfikowanej formie w stosunku do pierwszego egzemplarza.

¹Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-00, 361-77-00, Fax: + 48 48 361-77-42, E-mail: m.chrzan@pr.radom.pl

²Przedsiębiorstwo Napraw Infrastruktury;03-816 Warszawa; ul. Chodakowska 100
- Tel: +48-22-47-37-104, E-Mail: j.rutkowski@pni.net.pl



Rys. 1 Kombajn podtorowy AHM 800 R

Modyfikacja polegała na wyposażeniu kombajnu w sieć wodociągową zasilaną z wagonu cysterny stanowiącego integralną część maszyny. Podczas wbudowywania warstwy ochronnej materiał dodatkowo zraszany jest wodą w celu uzyskania lepszego efektu zagęszczenia budulca. Modyfikacja zastała przeprowadzona przez Pracowników Zakładu Maszyn Torowych w Krakowie.

Maszyna ta pozwala na wybranie górnej warstwy podtorza do głębokości 40 cm i wbudowanie nowej warstwy ochronnej o grubości do 40 cm z jednoczesnym wbudowaniem geowłókniny, a gdy zachodzi potrzeba wzmocnienia warstwy ochronnej równolegle wbudowywana jest geosiatka. Cała operacja odbywa się bez rozbierania toru. Wbudowanie geosiatki w warstwę ochronną jest dokonywane w miejscach gdzie grubość tej warstwy musiała by mieć ponad 40 cm. Zastosowanie geosiatki pozwala na zmniejszenie prac ziemnych, gdyż zastępuje ona 15 – 20 cm grubości warstwy ochronnej. Wybierany materiał ładowany jest na wagony MFS i nimi odwożony na miejsce wyładunku, na takich samych wagonach dowożony jest materiał nowy tworzący nową warstwę nośną, (ochronną). Całkowita masa maszyny, (bez wagonów) wynosi 376 t, długość ponad 102 m, a moc silników 1600 kW. Całość w położeniu transportowym spoczywa na 23 osiach, z których 3 są podnoszone na czas pracy. Prędkość transportowa 20/100km/godz., wydajność efektywna zależy od grubości warstw i przy dobrych warunkach wynosi do 40 m/godz. Praktycznie, przeroby mogą przekraczać 300 - 350m na 1 zmianę, tu bardzo istotny wpływ ma organizacja dowozu i odwozu materiałów. Maszyna pracuje na przygotowanych lokalizacjach wymiany podtorza w systemie zamknięć torowych ciągłych.

Wybieranie tłucznia i górnej warstwy podtorza odbywa się przy pomocy dwóch niezależnych łańcuchów wybierakowych (rys.2) i (rys.3).



Rys. 2 Łańcuch wybierający tłuczeń

Wybrany tłuczeń jest transportowany taśmociągami na zabudowaną warstwę ochronną i stanowi on tzw. subwarstwę. Ta operacja jest bardzo korzystna z punktu ekonomicznego, gdyż odzyskany tłuczeń w znaczącym stopniu pozwala obniżyć koszty inwestycji.



Rys. 3 Łańcuch wybierający warstwę podtorza

Wszystkie materiały do i z maszyny są transportowane za pomocą wagonów transporterów MFS (rys.4).



Rys. 4. Wagony transportery MFS

Odsłonięta powierzchnia korony torowiska jest stabilizowana przez wibratory przed rozłożeniem geowłókniny (rys.5).



Rys. 5 Wibratory stabilizują koronę torowiska (źródło: PKP PLK S.A. Zakład Maszyn Torowych w Krakowie)

Na zastabilizowaną powierzchnię korony torowiska maszyna rozkłada geowłókninę (Rys.6), na którą sypany jest materiał stanowiący warstwę ochronną.



Rys. 6 Rozkładanie geowłókniny na zastabilizowaną koronę torowiska

Geowłóknina jest wzmocnieniem podtorza i jednocześnie separatorem między powierzchnią korony torowiska a warstwą ochronną, mającą za zadanie uniemożliwienie przenikania się tych dwóch warstw z jednoczesnym przepuszczeniem wód opadowych.

Geowłóknina stosowana do wzmocnienia podtorza zgodnie z [7] powinna charakteryzować się następującymi właściwościami mechanicznymi zawartymi w niżej podanych wartościach granicznych:

- wytrzymałość na zrywanie wzdłużne - 20 kN/m,
- masa powierzchniowa - 150 g/cm²,
- gramatura materiału - 200 g/m²,
- maksymalne wydłużenie względne w chwili zerwania - 40 ÷ 70 %,
- bezwzględna różnica wydłużenia wzdłużnego i poprzecznego - 30 %,
- siła przebijania , CBR) - 1.5 kN,
- wskaźnik wodoprzepuszczalności prostopadłej i wzdłużnej – k10 1,0 x 10⁻⁴ m/s,
- wymiar porów - 0,06 - 0,12 mm,
- minimalny okres trwałości - 50 lat.

Jak już zostało zasygnalizowane, gdy ilość prac ziemnych musiałaby być większa i grubość warstwy ochronnej przekraczałaby 40 cm wówczas dodatkowo stosuje się geosiatki. Geosiatka wzmacniająca warstwę ochronną do zabudowy mechanicznej przez AHM-800R zgodnie z [7] powinna być wykonana z włókien polimerowych o sztywnych węzłach, dwuosiowe o zbliżonej charakterystyce wzdłuż i w poprzek. Użyte geosiatki powinny charakteryzować się następującymi właściwościami mechanicznymi zawartymi w niżej podanych wartościach granicznych:

- wytrzymałość na rozciąganie - 30 kN/m,
- wymiary oczek od 30x30 do 60x60 mm,
- wytrzymałość węzła – min. 20% wytrzymałości pojedynczego zębra,
- minimalny okres trwałości - 50 lat.

Przez zastosowanie specjalnej konstrukcji przestrzennej, nazwanej grzebieniem zostało osiągnięte jednoczesne rozkładanie geowłókniny i geosiatki (rys.7)



Rys. 7 Rozkładanie geosiatki

Niesort użyty do budowy warstwy ochronnej przesypuje się przez geosiatkę, która zgodnie z projektem pozostaje na 1/3 grubości warstwy co umożliwia zastosowany grzebień. Te rozwiązanie zostało po raz pierwszy zastosowane podczas modernizacji linii E-20 na szlaku Łowicz – Jackowice. Ta metoda pozwoliła udowodnić, że kombajn podtorowy jest w stanie sprostać najbardziej nieoczekiwanym wyzwaniom. Bez tego rozwiązania zabudowa geosiatki musiałaby odbyć się metodą tradycyjną co w sposób znaczący przedłużyłoby czas realizacji wymiany podtorza. Wykonanie ponad 11-sto kilometrowego odcinka z zabudową geowłókniny na całej długości i jednoczesną zabudową czterech kilometrów geosiatki zajęło kombajnowi podtorowemu AHM-800R 50 dni, gdzie czas potrzebny na wykonanie tego zadania metodą tradycyjną wyniósłby minimum 70 dni.

Jakość wykonanych robót podtorowych przy użyciu kombajnu podtorowego AHM-800R pod względem dokładności ułożenia warstwy ochronnej na zaprojektowanej niwelecie jest w sposób ciągły monitorowana przez obsługę geodezyjną (rys.8). Obsługa geodezyjna inwestycji, dziś korzysta z najnowocześniejszych osiągnięć techniki, dokonując pomiarów przy użyciu sprzętu geodezyjnego ustalając punkty pomiarowe za pomocą systemu satelitarnego. Ta metoda pozwala uniknąć błędów pomiarowych, które przy tradycyjnych pomiarach niejednokrotnie się pojawiały.

Sam proces wymiany podtorza odbywa się na podstawie pomiaru geodezyjnego utrwalonego na linie retencyjnej, z której czujnik maszyny odczytuje wartość, następnie przekazuje do pokładowego komputera, który steruje łańcuchami wybierakowymi i dozatorem wbudowywanego materiału.



Rys. 8 Obsługa geodezyjna AHM i widoczna linka retencyjna

Ze zdobytego doświadczenia autorów wynika, że najlepszym materiałem, do mechanicznej zabudowy warstwy ochronnej przy użyciu kombajnu podtorowego AHM-800R, jest niesort kamienny o granulacji od 0 do 31,5 mm [6], gdyż po zastabilizowaniu przez wibratory, stanowi bardzo twardą nieprzepuszczalną warstwę. Bezpośrednie pomiary modułu odkształceń E_0 , MPa) po zabudowaniu warstwy ochronnej wynoszą ponad 80 MPa z wymaganych 120 MPa dla prędkości jazdy $V > 160$ km/h podczas modernizacji linii kolejowych [9]. Wynikająca różnica 40 MPa jest osiągnięta w dalszej fazie robót, gdy budowany tor stabilizują wysokowydajne podbijarki torowe i w ostatniej fazie robót stabilizację wykonuje

dynamiczny stabilizator torowy DGS. Użycie dynamicznego stabilizatora toru DGS powoduje zagęszczenie warstwy ochronnej wraz z podsypką tłuczniową co pozwala na oddanie nowo wyremontowanego toru z projektowaną prędkością.

Parametry techniczne kombajnu podtorzowego AHM-800R [4]

| | |
|--|---|
| Długość ze zderzakami | 106240 mm |
| Szerokość maksymalna | 3150 mm |
| Wysokość maksymalna | 4650 mm |
| Silnik wykonanie zgodnie z DIN 6271 | 764 przy 1800km/min |
| Max. prędkość z własnym napędem | 20 km/h |
| Max. prędkość przy ciągnięciu | 100 km/h , transport na końcu składu pociągu) |
| Max. szerokość wybierania | 6530 mm |
| Max. głębokość wybierania od główki szyny | 1070 mm |
| Min. promień roboczy | 250 m |
| Max. wydajność maszyny - wybieranie łącznie z wbudowaniem nowej warstwy podtorza | 40 mb/h |

Tab. 1 Parametry techniczne transporterów MFS , źródło: PKP PLK S.A. Zakład Maszyn Torowych w Krakowie [1])

| PARAMETRY TECHNICZNE TRANSPORTERA MFS-40YP | | PARAMETRY TECHNICZNE TRANSPORTERA MFS-100P | |
|--|------------------------|--|---------------------------|
| Długość między zderzakami | 19900 mm | Długość między zderzakami | 22900 mm |
| Długość całkowita | 23550 mm | Długość całkowita | 26750 mm |
| Wysokość | 4650 mm | Wysokość | 4650 mm |
| Szerokość | 3150 mm | Szerokość | 3150 mm |
| Masa wagonu | 35 t | Masa wagonu | 57 t |
| Max. pojemność zasobnika | 40 m ³ | Max. pojemność zasobnika | 68 m ³ |
| Wydajność przeładunku | 5000 m ³ /h | Wydajność przeładunku | 700-800 m ³ /h |
| Czas wyładunku | 5 min. | Czas wyładunku | 4 min. |

3. WNIOSKI

Dzięki modernizacji podróż na linii E-65 będzie komfortowa, bezpieczna i przede wszystkim szybsza. Inwestycja realizowana jest na całym odcinku Warszawa – Gdynia, w ramach projektu pn. „Modernizacja linii kolejowej E 65, odcinek Warszawa-Gdynia, etap II”, którego koszty w 84 % pokrywa Fundusz Spójności, w 16 % budżet państwa.

Modernizacja linii kolejowej E65 została wdrożona do realizacji na zasadach „buduj” tzn., że Zamawiający przygotował kompletną dokumentację wraz ze wszystkimi niezbędnymi dokumentami formalno – prawnymi, umożliwiającymi prowadzić budowę zgodnie z Prawem Budowlanym [8]. Zdobyte doświadczenie przez Zamawiającego tj. PKP PLK S.A. Centrum Realizacji Inwestycji pozwoli na pewno lepiej przygotować oczekiwaną w Polsce inwestycję Kolei Dużych Prędkości z Warszawy do Poznania i Wrocławia przez Łódź. W chwili obecnej są prowadzone prace przedprojektowe, które umożliwią sporządzenie studium wykonalności, by do roku 2014 Inwestor mógł ogłosić przetarg na budowę. Środki jakie chce przeznaczyć Rząd Polski na tę inwestycję, planuje się zabezpieczyć w biznesplanie Funduszy europejskich na lata 2014- 2020 .

4. BIBLIOGRAFIA

[1] Batko M.: *Budowa utrzymanie dróg kolejowych*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985, str.52
 [2] Chrzan M.: *Planning of modernization and reconstruction of transport mechanical engineering enterprises*. Transport of the Ural – scientific jurnal Nr 4 , 31)/2011 ISSN 1815 - 9400
 [3] Chrzan M, Lewczuk M.: *Problem modernizacji torów linii dużych prędkości*. Czasopismo Logistyka vol. 6/2009. Poznań 2009. Płyta CD. Artykuł recenzowany. ISSN 1231-5478.
 [4] Dokumentacja Techniczno Rozruchowa AHM 800-R, str.33
 [5] Obuchowicz B.: *Modernizacja podtorza przez budowę nowych struktur jego górnych warstw*. Przegląd Kolejowy 1999, nr 12, str.26
 [6] Opracowanie CNTK z 2001 r.: *Dobór kruszywa na warstwy ochronne zabudowywane maszyną AHM – 800R*, str.32
 [7] PN-EN 13250:2002 Geotekstyliia i wyroby pokrewne . Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg kolejowych, str.30
 [8] Prawo Budowlane Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z dn. 07.07.1994r. str.56
 [9] Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id 3, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2009, str.32.