

Mgr inż. Rafał Frączek
PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Inż. Henryk Malara
PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

WYBRANE KIERUNKI ROZWOJU TECHNOLOGII UTRZYMANIA DRÓG SZYNOWYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ROBÓT INTERWENCYJNYCH

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Planowanie i rodzaje robót torowych
3. Typowe operacje technologiczne wymagające stosowania ciężkich maszyn i urządzeń
4. Regulacja położenia torów a roboty interwencyjne
5. Dwudrogowe maszyny wielozadaniowe jako rozwiązanie problemu różnorodności robót
6. Wnioski

STRESZCZENIE

W poszukiwaniu efektywnych technologii utrzymania linii kolejowych PKP PLK S.A. przedstawiono podstawowe, stosowane współcześnie, metody regulacji i stabilizacji położenia torów, a także koncepcje ich wykorzystywania w różnych zarządach kolejowych. Zwrócono też uwagę na potrzebę upowszechniania na sieci PKP PLK S.A. maszyn wielozadaniowych, które powinny sprawdzić się w rozmaitych warunkach występujących w ramach budowy i utrzymania linii.

1. WSTĘP

Utrzymanie parametrów eksploatacyjnych linii kolejowych wymaga szybkiego reagowania na usterki pojawiające się w elementach infrastruktury. Niektóre z nich są naprawiane metodami tzw. *m a ł e j m e c h a n i z a c j i* dzięki całodobowej pracy *g r u p a w a r y j n y c h*, wyposażonych w środki transportu oraz narzędzia wspomagające *p r a c e r ę c z n e*. Do typowych tego rodzaju robót należy zabezpieczanie pęknięć w stali szynowej torów i rozjazdów.

Nowe struktury organizacyjne PKP PLK S.A. skłaniają do przeanalizowania technologii utrzymania linii kolejowych będących pod zarządem tej spółki, z uwzględnieniem dotychczasowych krajowych i zagranicznych doświadczeń, a także tendencji do zwiększenia obciążenia kolejowych linii europejskich.

Przedstawione w dalszej części przykłady rozwiązywania problemów technologicznych zostały zaczerpnięte z praktyk różnych zarządów kolejowych i uwzględniają aktualne propozycje przemysłu kolejowego w tym zakresie, a także badania prowadzone przez Międzynarodowy Związek Kolei (UIC).

2. PLANOWANIE I RODZAJE ROBÓT TOROWYCH

Roboty związane z bieżącym utrzymaniem linii kolejowych podzielić można pod względem szybkości ich rozpoczęcia na dwie zasadnicze grupy:

- a) interwencyjne, a w tym roboty awaryjne (krótkoterminowe),
- b) kontraktowe (długoterminowe).

Pod pojęciem *r o b ó t i n t e r w e n c y j n y c h* należy rozumieć wszelkie doraźne działania mające utrzymać przejezdność poszczególnych odcinków linii, a także te roboty, które są niezbędne dla zachowania założonych parametrów eksploatacyjnych, lecz nie mogą być przewidziane w długoterminowych planach robót kontraktowych.

Szczególnym rodzajem robót interwencyjnych są likwidacje skutków awarii wywołanych klęskami żywiołowymi i wypadkami. W sytuacjach takich liczy się przede wszystkim uniwersalność stosowanych technologii robót oraz możliwość operatywnej realizacji prac dźwigowych, niezbędnych do usunięcia uszkodzonych elementów konstrukcyjnych i ułożenia nowych. Uwzględnić przy tym należy ograniczone możliwości dotarcia sprzętu torowego do

miejsca robót ze względu na nieprzewidywalny w takich przypadkach zakres dewastacji nawierzchni i podtorza.

Naprawy interwencyjne, o ile nie są awaryjnymi, realizuje się opierając się na planowanych z kilkutygodniowym wyprzedzeniem zamknięciach torowych. Trudność w ich przeprowadzeniu polega jednak na tym, że nie mogą one być precyzyjnie uwzględnione w rozkładach jazdy opracowywanych, jak wiadomo, z ponad rocznym wyprzedzeniem. Z tego względu dążeniem technologów kolejowych i producentów sprzętu torowego jest ciągle podnoszenie wydajności napraw interwencyjnych, nawet kosztem niskich wskaźników rocznego wykorzystania maszyn charakteryzujących się dużą mocą przerobową.

3. TYPOWE OPERACJE TECHNOLOGICZNE WYMAGAJĄCE STOSOWANIA CIĘŻKICH MASZYN I URZĄDZEŃ

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych operacji technologicznych związanych z budową i utrzymaniem nawierzchni kolejowej jest r e g u l a c j a p o ł o ż e n i a t o r u. Zadanie to – wykonywane nierzadko na wielokilometrowych odcinkach – wymaga stosowania ciężkich maszyn, zapewniających odpowiednią wydajność formowania pryzmy tłucznia oraz korygowania i stabilizowania toru. W dziedzinie tej prace ręczne ograniczono wspólnie do ilości marginalnych, aczkolwiek występują sytuacje budzące wątpliwości, dotyczące wyboru technologii, co zostanie przedstawione w dalszej części opracowania.

Drugą grupę prac torowych, które ze względów ekonomicznych również nie powinny być wykonywane ręcznie, ani metodami tzw. małej mechanizacji, są r o b o t y z i e m n o - p o r z ą d k o w e, polegające na formowaniu podsypki, poprawianiu korpusu ziemnego, usuwaniu dużych zatorów w ciągach odwodnieniowych i zamuleń w rejonie przejazdów, usuwaniu usypów wagonowych, przycinaniu roślinności itp.

Demontaż lub montaż elementów nawierzchni torowej oraz rozmaitych szeroko stosowanych w kolejnictwie prefabrykatów, takich jak np. płyty przejazdowe, części ciągów odwodnieniowych, wymagają wykonywania wielu o p e r a c j i d ż w i g o w y c h, charakteryzujących się niewielką, bo ograniczoną zwykle do około 3 m, wysokością podnoszenia. Operatywność i szybkość tej trzeciej, z wyróżnianych dla potrzeb niniejszego opracowania, grupy robót zależy w dużej mierze od możliwości jednoczesnego, stabilnego poruszania się po torze danego urządzenia dźwigowego wraz z podczepionym ładunkiem.

W ramach wymienionych trzech grup robót realizowane są także różne czynności dodatkowe, spośród których za najważniejsze należy uznać o p e r a c j e t r a n s p o r t o w e w obrębie miejsca robót i jego pobliżu – w tym także przemieszczenia niewielkich grup wagonów z użyciem dostępnych na danym obszarze środków trakcyjnych.

Wyróżnione rodzaje operacji technologicznych obejmują większość robót wykonywanych w torach z użyciem ciężkich maszyn i urządzeń (pominięto odchwaszczanie chemiczne i szlifowanie szyn – wykonywane zawsze jako roboty kontraktowe). O ile wykonywanie zadań z grupy pierwszej wymaga stosowania w znakomitej większości przypadków specjalnych maszyn torowych, jakimi są podbijarki, stabilizatory dynamiczne i profilarki tłucznia, o tyle spora część zadań obejmujących trzy ostatnie rodzaje operacji technologicznych może być wykonywana z zastosowaniem zaledwie jednego typu maszyny wielozadaniowej, co zostanie przedstawione w piątym punkcie artykułu.

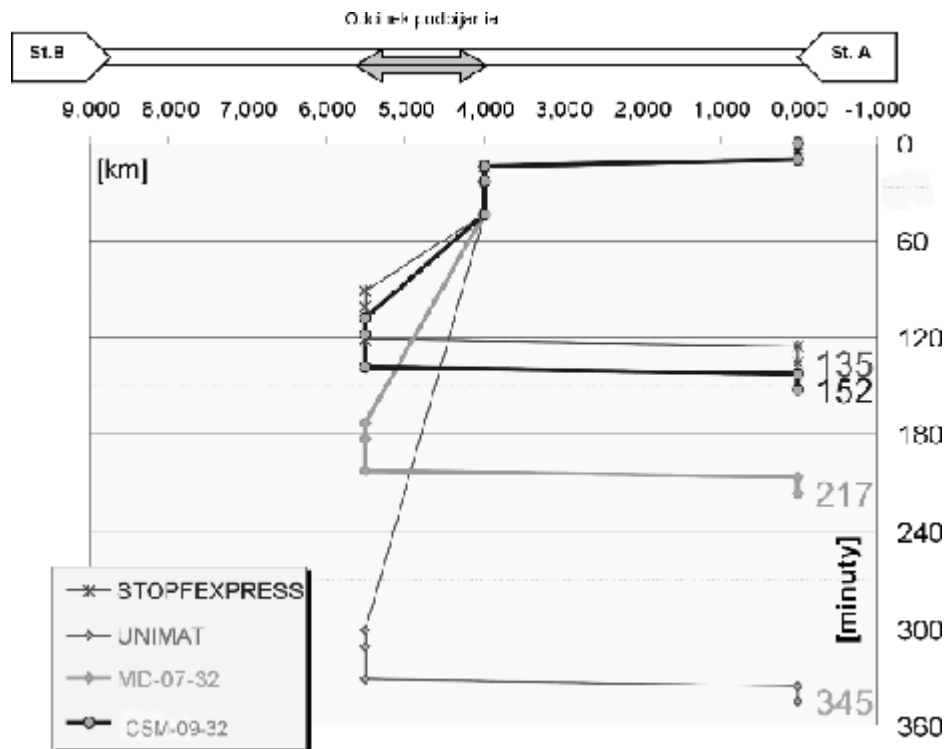
4. REGULACJE POŁOŻENIA TORÓW A ROBOTY INTERWENCYJNE

Interesujące wnioski w zakresie przyszłych technologii utrzymania toru można wyciągnąć analizując rozwój – w ostatnich latach – maszyn do tego przeznaczonych. W skrócie scharakteryzować go można dążeniami producentów do: maksymalizacji wydajności, minimalizacji długości odcinków, podlegających każdorazowej interwencji, oraz podnoszenia trwałości robót.

4.1. Maksymalizacja wydajności

Pierwszy trend rozwojowy jest odzwierciedlony głównie podnoszeniem wydajności podbijarek automatycznych, zaliczanych do grupy najpopularniejszych maszyn torowych. Dobrze znane w Polsce podbijarki CSM-09-32, wyposażone w system roboczej jazdy ciągłej, umożliwiają podbicie torów na długości do 1600 m w ciągu jednej godziny efektywnej pracy. Współcześni następcy tych maszyn (np. tzw. STOPFEXPRESS) mają już wydajność teoretyczną dochodzącą do 2200 m/h. Warto przypomnieć, że w przypadku najstarszej z wciąż eksploatowanych w Polsce generacji maszyn, jaką jest MD-07, parametr ten wynosił około 1000 m/h (praktycznie uzyskiwano ok. 700 m/h). Istnieje też możliwość wykorzystywania na szlakach uniwersalnych podbijarek rozjazdowych, lecz ich tempo pracy w torze jest niezwykle niskie, nie przekraczając około 500 m/h.

Na rysunku 1 przedstawiono korzyści wynikające ze stosowania w naprawach interwencyjnych podbijarek z systemem roboczej jazdy ciągłej. Z przeprowadzonej analizy wynika, że czas trwania zamknięcia szlaku, uwzględniający procedury ruchowe i czterokilometrową odległość dojazdu do miejsca z półtorakilometrową usterką, w przypadku zastosowania podbijarki CSM-09-32 stanowi 70% czasu potrzebnego dla podbijarki MD-07-32. Najgorzej wypadają w takim porównaniu podbijarki rozjazdowe, wymagające o 100% dłuższego zamknięcia szlaku, niż tego wymaga maszyna z systemem roboczej jazdy ciągłej. Mimo więc niewątpliwiej uniwersalności, a tym samym możliwości obniżenia kosztów utrzymania torów i rozjazdów, jaką daje stosowanie podbijarek rozjazdowych, ich niska wydajność w robotach szlakowych dyskwalifikuje je z prac na ciągach o dużym natężeniu ruchu.



Rys. 1. Czas zamknięcia szlaku podbijanego na odcinku 1,5 km, zależny od typu maszyny

4.2. Minimalizacja długości odcinków podlegających każdorazowej interwencji

Właściwe zrozumienie tendencji do skracania odcinków regulacji położenia toru wiąże się z dostrzeganiem także negatywnych skutków podbijania. Mimo, że zdominowało ono regulacje torów, proces ten powoduje także:

- 1) rozgęszczanie ustabilizowanego w efekcie oddziaływań eksploatacyjnych łożyska podkładów;
- 2) zmniejszenie oporów podsypki przeciwko przesunięciom poprzecznym podkładów [7];
- 3) kruszenie części ziaren tłucznia wskutek dynamicznego wprowadzania podbijaków, ich zwierania oraz niekorzystnych warunków występujących na styku podkładu z podsypką, szczególnie w początkowym okresie po podbiciu; według badań brytyjskich technika ta odpowiedzialna jest w skrajnych przypadkach nawet za 50% degradacji podsypki w całym okresie jej eksploatacji [10].

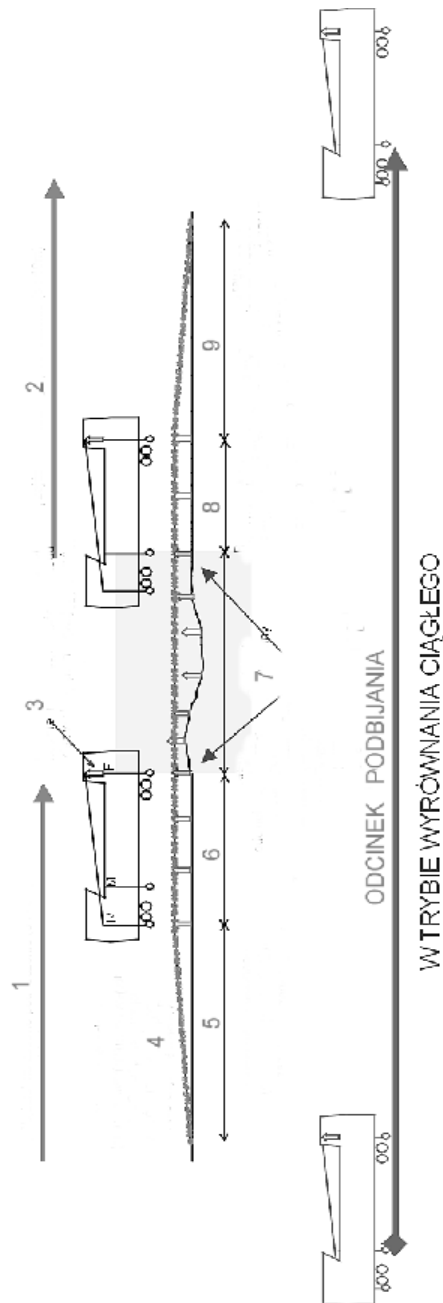
Zbyt częste regulowanie położenia toru, nie poprzedzone pomiarami w terenie, prowadzi również do deformacji całego układu geometrycznego [9]. Z tych względów w karcie UIC 715-1R [6] zawarto jednoznaczne zalecenie, by: *„decyzja o przeprowadzeniu podbijania z podnoszeniem i nasuwaniem bazowata wyłącznie na aktualnym stanie toru i obserwacjach zmian zachodzących w jego geometrii w czasie, a nie na założonych interwałach czasowych lub przeniesionych obciążeniach”*.

Niedoskonałości typowych, stosowanych także w Polsce układów namiarowych sprawiają, że nie da się całkowicie uniknąć podbijania również kilkudziesięciometrowych odcinków przejściowych w sąsiedztwie miejsc występowania deformacji toru, co – uogólniając problem – wynika z trudności w nawiązaniu typowego układu namiarowego podbijarki do układu geometrycznego toru i jego aktualnego stanu.

Warto w tym miejscu podkreślić znaczenie tzw. r e j e s t r a t o r ó w p a r a m e t r ó w g e o m e t r y c z n y c h t o r u, instalowanych na niektórych podbijarkach (w Polsce dotyczy do jedynie typów CSM-09-32 oraz UNIMAT). Urządzenia te, dzięki przesunięciu swego układu pomiarowego do tyłu względem podzespołów wykonawczych maszyny, umożliwiają zobrazowanie również tych usterek, które powstały w miejscu rozpoczynania i kończenia podbijania (tzw. odcinków nawiązania). Powinno to usprawniać ocenę gotowości toru do otwarcia, szczególnie podczas pracy podbijarki w trybie wyrównania ciągłego.

W celu minimalizacji ilości wspomnianych odcinków nawiazania w praktyce stosuje się łączenie pojedynczych, zlokalizowanych blisko siebie usterek w dłuższe odcinki podbijania, co upraszcza organizację robót, zmniejsza prawdopodobieństwo zdeformowania toru podbijarką, ale też powoduje naruszenie stabilności dużej liczby właściwie podpartych podkładów.

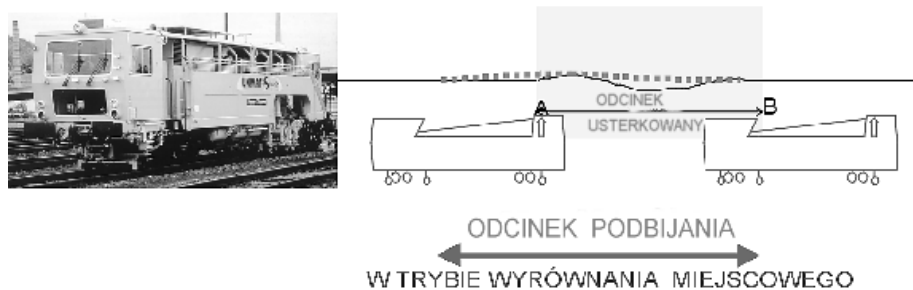
Szczególne problemy stanowią w związku z tym pojedyncze, krótkie, tj. nie przekraczające zwykle 10 m, usterki określane mianem "miejscowych". Usuwane być mogą one podbijarkami wysokowydajnymi lub metodami małej mechanizacji, tj. ręcznie z użyciem serwo-narzędzi (lewarki i podbijaki ręczne typu *Madro*). Wadą pierwszej metody jest duży koszt operacji w przeliczeniu na kilkumetrową usterkę, gdyż typowa podbijarka automatyczna w celu zmniejszenia nierówności położenia toru musi wykonać dodatkowe odcinki podbijania – tzw. przejściowe – długości około $2 \times 50 = 100$ m (rys.2). Metody ręczne natomiast są mało wydajne, a ponadto stwierdzono, że w efekcie ich stosowania powstają uszkodzenia dolnych krawędzi podkładów (spowodowane wprowadzaniem ręcznych serwopodbijaków w sposób niekontrolowany).



Rys. 2. Zakres podbijania w trybie wyrównywania ciągłego, z wykorzystaniem typowych układów namiarowych

1 – „wejście” na zadane podnoszenie (ok. 45 m); 2 – „zejście” z zadanego podnoszenia (ok. 40 m); 3 – namiary (N) (wartości wprowadzane w przedniej kabinie, regulujące ustawienie przodu ciężkiej bazy pomiarowej maszyny); 4 – pożądana niweleta toru (niemożliwa do uzyskania podczas pracy metodą wyrównawczą, tj. bez niwelacji szynowej); 5 – rampa robocza 1:1000 (odcinek dochodzenia do zadanego namiaru); 6 - odcinek uzyskiwania zadanego podnoszenia celem zrealizowania podnoszenia w p. A; 7 – odcinek usterkowany; 8 – odcinek utrzymania zadanego namiaru celem zrealizowania podnoszenia w p. B; 9 – rampa robocza 1:1000 (odcinek zmniejszania namiaru do zera)

W ramach działań mających na celu obniżenie kosztów utrzymania linii, koleje niemieckie wdrożyły w latach 90. nowy typ podbijarek automatycznych, wyposażonych w system likwidacji usterek miejscowych. Tym samym stało się możliwe zmniejszenie zakresu destabilizowania tych podkładów, które znajdują się na odcinkach przyległych do miejsc występowania usterek, a które muszą być podbijane typowymi, dotychczas stosowanymi maszynami (rys.3). Dzięki dodatkowemu wyposażeniu układu namiarowego w odpowiednie oprogramowanie i rejestratory nie zachodzi też potrzeba ręcznego wykonywania pomiarów ani przed podbiciem, ani po jego zakończeniu.



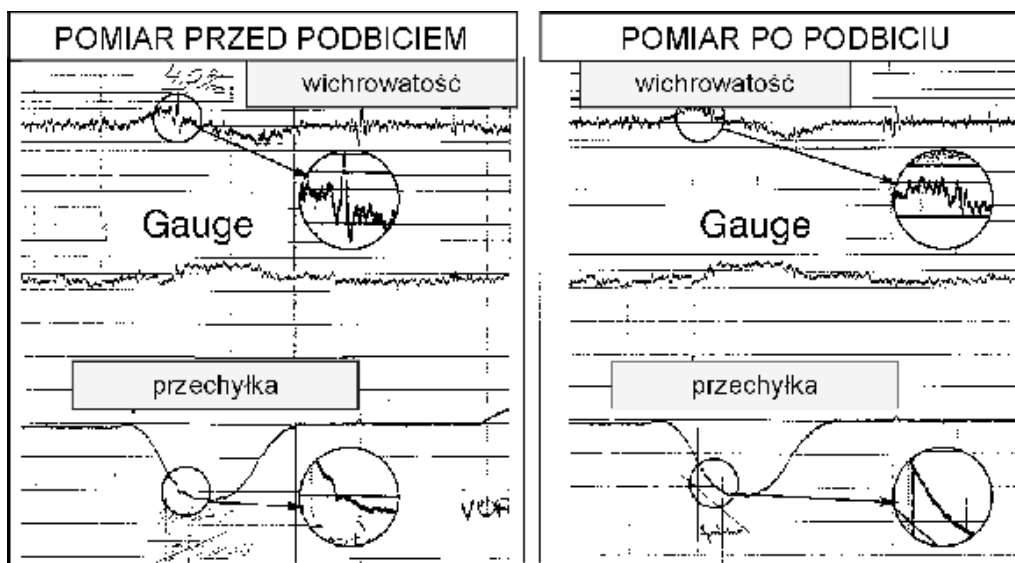
Rys. 3. Zakres podbijania w trybie wyrównywania miejscowego z wykorzystaniem systemu zmniejszania usterek miejscowych

Poprawa wzajemnego położenia wysokościowego toków szynowych w trybie wyrównywania miejscowego jest realizowana układem namiarowym niwelacji, indywidualnie wyrównującym nierówności każdego toku. Dzięki temu na krótkim odcinku podbijania nie jest realizowana zaprojektowana dla danego łuku przechyłka, różniąca się czasami od średniej jej wartości ustabilizowanej w terenie. W trybie tym nie definiuje się w związku z tym tzw. „toku bazowego”, a wahadła służą jedynie dostarczeniu informacji do rejestratora.

Stosowanie nowego systemu przynosi duże korzyści zarówno na odcinkach o stałej krzywiznie (proste, łuki kołowe), jak i na rampach przechyłkowych oraz krzywych przejściowych. Na rysunku 4 przedstawiono efekty likwidacji, z użyciem podbijarki z nowym systemem, usterki powstałej na krzywoliniowej rampie przechyłkowej. Oprócz przywrócenia wymaganych parametrów geometrycznych toru zakres podbijania został zmniejszony do około 1/6 w stosunku do przypadku, w którym zastosowano by klasyczny

tryb wyrównania ciągłego, wymagający podbijania w całości obu krzywych przejściowych, widocznego na wykresie łuku parabolicznego.

W ocenie specjalistów kolei niemieckich w czasie zmiany roboczej powinno stać się możliwe poprawienie 7÷14 miejscowych usterek, a koszt ich usuwania nową maszyną stanowić ma około 75% nakładów wymaganych przy metodzie ręcznej [14]. Dodatkową zaletą systemu jest fakt, że jakość podbicia agregatami jest wyższa niż ręcznymi podbijakami (stosowanymi w metodach małej mechanizacji), co pozwala liczyć na większą trwałość przeprowadzonej regulacji.



Rys. 4. Przykład efektu pracy podbijarek UNIMAT SPRINTER zobrazowany na wykresie uzyskanym z dreżyny pomiarowej (likwidacja usterki na krzywoliniowej rampie przechyłkowej)

Biorąc pod uwagę znane tryby pracy podbijarek automatycznych oraz nowy system wdrożony na kolejach niemieckich warto usystematyzować jeszcze możliwości układów namiarowych, które obecnie mogą być wykorzystywane w następujących trybach pracy:

- 1) praca w trybie dokładnym – polegająca na wprowadzaniu do układu namiarowego wartości przemieszczeń toru, określonych wcześniejszymi pomiarami geodezyjnymi (niwelacja szynowa, tyczenie, rozpisanie przechyłki);
- 2) praca w trybie wyrównania ciągłego, zwana dotychczas na PKP najczęściej metodą wyrównawczą (stałe zadane podnoszenie, zerowe zadane nasuwanie) – zwykle oparta na wrywkowych pomiarach i wzrokowej ocenie nierówności;

3) praca w trybie wyrównania miejscowego (usuwanie usterek miejscowych) – oparta na pomiarze toru podbijarką i dopuszczonych na danym odcinku tolerancjach położenia toru, zależnie od prędkości maksymalnej (wprowadzanej do układu namiarowego podbijarki przed rozpoczęciem pomiarów).

4.3. Podnoszenie trwałości robót

Zagadnienie zwiększania trwałości położenia toru jest przedmiotem ciągłych starań wielu liczących się w świecie producentów. Przejawem tego są m.in. współczesne rozwiązania konstrukcyjne agregatów, wykorzystujące tzw. asynchroniczny system zwierania pobijaków, odpowiednio dobrane do uziarnienia tłucznia wymiary podbijaków oraz częstotliwość ich wibracji itp. Mimo tych zabiegów stabilizacja nawierzchni następować może nierównomiernie. Próby podniesienia jednorodności i czasu trwania tego procesu doprowadziły do skonstruowania stabilizatorów dynamicznych i zagęszczaczy tłucznia w okienkach między podkładami oraz za ich czołami.

Pierwsza grupa maszyn istotnie umożliwia zwiększenie oporów poprzecznych, utraconych wskutek wcześniejszego podbijania, przy czym to niezwykle pożądane zjawisko następuje według, badań UIC, przede wszystkim w przypadku, gdy pryzma tłucznia znajduje się w dobrym stanie, tj. na przykład po oczyszczeniu lub wymianie tego kruszywa [11, 12]. Zastosowanie stabilizatorów pozwala wówczas wprowadzać bezpośrednio po robotach torowych prędkości pociągów dochodzące do 160 km/h. W ramach innych prac torowych korzyści wynikające z zastosowania DGS są kwestią wymagającą bliższego rozpoznania, o czym świadczą różne koncepcje stosowania tych maszyn, na przykład na terenie kolei niemieckich, holenderskich i francuskich [5].

Wymienione zagęszczacze okienek między podkładami zostały w praktyce zastąpione stabilizatorami dynamicznymi – szybszymi i dającymi także pewne korzyści w zakresie symulacji początkowych osiadań toru.

Ubijanie wibracyjne tłucznia za czołami podkładów, umożliwiające odzyskanie 5 – 10% oporów utraconych w efekcie podbijania [7], znalazło powszechne zastosowanie na podbijarkach europejskich. Niestety spośród maszyn torowych, stosowanych na PKP jedynie najnowsze generacje, tj. CSM-09-32, mają specjalne płyty wibracyjne, umieszczone bezpośrednio przy agregatach. Jest to dodatkowym argumentem przemawiającym za preferencyjnym traktowaniem przez PKP PLK S.A. tych podbijarek w robotach interwencyjnych na liniach układu podstawowego, na których szczególnie ważne jest szybkie

przywracanie prędkości rozkładowej, z czym wiąże się konieczność zapewnienia jak największych oporów podsyпки przeciw przesunięciom poprzecznym podkładów.

Najbardziej spektakularnym przejawem działań przemysłu i kolei w kierunku poprawy trwałości regulacji położenia torów, wykonywanych w ramach utrzymania jest opracowana i stosowana w Wielkiej Brytanii maszyna STONEBLOWER (rys.5). Do jej powstania doszło dzięki temu, że w opinii wielu specjalistów kolejowych, w przypadku podsyпки skompresowanej, tj. zagęszczonej i uszczelnionej drobnymi frakcjami, skuteczniejszym od podbijania sposobem utrwalenia położenia toru jest wypełnienie pustki, powstałej po podniesieniu podkładu, w taki sposób, by nie naruszyć zagęszczonej struktury jego łożyska oraz utworzyć stabilną warstwę z drobniejszego niż tłużeń kruszywa. Roboty takie nazywają się podsypywaniem odmierzonem.

Opracowanie wysoce zautomatyzowanej maszyny – wykonującej samodzielnie żmudne operacje: dostarczenia kruszywa na miejsce przeznaczenia, określania potrzebnej jego objętości (jazda pomiarowa), przemieszczenia toru i wprowadzenia materiału pod podkłady – umożliwiło zastosowanie tej technologii na skalę przemysłową, w formie, którą można nazwać z a u t o m a t y z o w a n y m , c i ś n i e n i o w y m p o d s y p y w a n i e m o d m i e r z o n y m. Określenie to wynika z zastosowania sprężonego powietrza, wymuszającego wprowadzenie drobnego kruszywa pod uniesione podkłady.



Rys. 5. Brytyjski STONEBLOWER do odmierzonego podsypywania ciśnieniowego

O stopniu złożoności tych operacji świadczy chociażby fakt, że instrukcja PKP, opisująca sposób realizacji podsypywania ręcznego [2], liczy niemal 50 stron, podczas gdy

opis podbijania wg przepisów D3 [1] zajmuje zaledwie kilka stron podobnego formatu. Mimo to w wielu krajach nie zaniechano wykonywania tych czynności metodami małej mechanizacji. Warto przytoczyć w tym miejscu przykład, zbudowanego z szyn klasycznych, górskiego odcinka linii *Kolonia – Bruksela*, wykorzystywanej przez super-ekspresy THALYSS, który jest od lat skutecznie utrzymywany omawianą techniką w obrębie podkładów podłączowych (rys.6).



Rys. 6. Przykłady złożonego przy stykach szyn klasycznych hałd gysu wykorzystywanego do podsypywania odmierzonego (SNCB. IX. 2002)

5. DWUDROGOWE MASZYNY WIELOZADANIOWE JAKO ROZWIĄZANIE PROBLEMU RÓŻNORODNOŚCI ROBÓT

Różnorodne roboty ziemne, dźwigowe i transportowe mogą być wykonywane za pomocą maszyn wielozadaniowych, do których należy zaliczyć w pierwszym rzędzie koparki dwudrogowe. Ich popularność w Europie wynika z następujących cech:

- 1) praktycznie nieograniczony dostęp do miejsca robót, spowodowany możliwością sprawnego poruszania się zarówno po torach, jak i drogach, a także w trudnym terenie; ostatnia cecha wiąże się z tzw. dużą dzielnością terenową tych maszyn, uzyskiwaną dzięki zastosowaniu napędu na obie osie, odpowiednich opon oraz z możliwością wykorzystania

hydraulicznego ramienia do wyciągnięcia koparki z grząskiego terenu lub podparcia jej na stromych pochyleniach;

- 2) szeroki zakres produkowanego osprzętu, wykorzystywanego nie tylko w robotach ziemnych, lecz także w demontażowo-montażowych oraz typowo torowych, takich jak na przykład profilowanie podsypki i podbijanie;
- 3) stosunkowo duże udźwigi, zarówno podczas jazdy roboczej jak i po zabudowie, co umożliwia przemieszczanie typowych, stosowanych w kolejnictwie, elementów nawierzchni (szyny, części rozjazdowe, podkłady itp.), prefabrykatów odwodnieniowych, płyt przejazdowych, a także krótkich przęseł torowych i rozjazdowych;
- 4) możliwość zastąpienia – w ograniczonym zakresie – środków trakcyjnych dzięki dużej mocy i wyposażeniu w urządzenia sprzęgowe i hamulcowe, kompatybilne z urządzeniami taborowymi;
- 5) wysoki poziom bezpieczeństwa pracy dzięki umieszczeniu osprzętu roboczego w kilkumetrowej odległości od operatora, znajdującego się w obudowanej kabinie;
- 6) oddziaływanie na urządzenia sterowania ruchem kolejowym podobne do oddziaływania innych pojazdów szynowych (m.in. przez zapewnienie odpowiedniej przewodności elektrycznej układu jezdnego);
- 7) wyposażenie w urządzenia specjalistyczne, takie jak na przykład ograniczniki zasięgu pionowego (zapobiegające przed zerwaniem sieci trakcyjnej) oraz ograniczniki zasięgu poziomego (możliwość definiowania granicznego kąta obrotu wieży i ramienia roboczego);
- 8) odpowiedni dobór wymiarów zewnętrznych maszyny do skrajni kolejowej, z uwzględnieniem transportu na typowych wagonach-platformach;
- 9) inne elementy wyposażenia, takie jak sygnały ostrzegawcze świetlne i dźwiękowe, możliwość umieszczenia indywidualnego sygnalisty w kabinie operatora itp.

O skali przydatności koparek dwudrogowych w robotach torowych świadczą duże ich liczby, wykorzystywane na niemal wszystkich kolejach europejskich, szeroka oferta różnych producentów tego typu maszyn oraz fakt, że konstruowane są one w oparciu o specjalnie opracowywane projekty, uwzględniające potrzeby kolei, a nie jak to było dawniej – poprzez adaptację typowych maszyn budowlanych do poruszania się po torach.

Koparki dwudrogowe mogą być stosowane z powodzeniem w naprawach interwencyjnych planowych, a także w ramach konserwacji linii kolejowych (rys.7 i 8). Znajdują one zatrudnienie we wszelkiego rodzaju pracach związanych z naprawami miejscowymi i ciągłymi nawierzchni i podtorza oraz obiektów takich jak przejazdy w poziomie szyn, perony, itp.



Rys. 7. Koparka dwudrogowa ze specjalnym wózkiem w trakcie wykonywania poprawek oprofilowania podsypki (Kolonia – Aachen, IX. 2002)



Rys. 8. Koparka dwudrogowa podczas ustawiania długiej szyny do wymiany (Kolonia – Aachen, IX. 2002)

Swą przydatność ujawniają również tam, gdzie nie można przewidzieć szczegółowo zakresu robót, tj. w miejscach wypadków lub awarii spowodowanych na przykład opadami atmosferycznymi (rys. 9). Wykorzystuje się je także do robót porządkowych, na przykład w regionach aglomeracyjnych.



Rys. 9. Usuwanie skutków powodzi w Niemczech. Na pierwszym planie zdejmowanie pręseł torowych za pomocą koparki dwudrogowej

Dużym obszarem ich zastosowań są także prace związane z utrzymaniem roślinności na terenach przytorowych. Umożliwiają one wysokowydajne przycinanie traw w sąsiedztwie ciągów odwodnieniowych i na międzytorzach oraz usuwanie rosnących wysoko gałęzi drzew, przedostających się w obszar skrajni oraz strefę zawieszenia sieci trakcyjnej. Dzięki możliwości poruszania się zarówno torem, jak terenem przyległym nie zachodzi potrzeba zapewnienia takiej liczby zamknięć torowych na wykonanie robót liniowych, jak to występuje w przypadku zastosowania maszyn poruszających się wyłącznie po torach.

6. WNIOSKI

Rozważając przyszłość technologii robót torowych nie sposób pominąć sprawdzonych w Europie rozwiązań oraz propozycji przemysłu kolejowego.

Podbijarki z systemem roboczej jazdy ciągłej są uznawane powszechnie za najlepsze maszyny do napraw interwencyjnych, wykonywanych na silnie obciążonych liniach kolei europejskich.

Stać się tak powinno także na sieci PKP PLK S.A., tym bardziej, że zakupione w latach 90. maszyny CSM-09-32 umożliwiają nie tylko skrócenie czasu trwania zamknięcia, lecz także zwiększenie oporów poprzecznych podkładów (dzięki zagęszczaczom podsypki za czołami podkładów), w porównaniu z możliwościami, jakie dają krajowe podbijarki MD-07-32 lub PLM. Wbudowane na nowszych maszynach rejestratory powinny ułatwiać ocenę parametrów toru przed otwarciem do ruchu. Ważnym czynnikiem jest też fakt wyposażenia maszyn CSM-09-32 – jako jedynych podbijarek torowych PKP – w komputery wspomagające proces regulowania położenia torów, szczególnie na łukach poziomych.

W świetle jednoznacznych zaleceń UIC, zawartych m.in. w karcie 715-R, jest nieuchronna weryfikacja sposobu wykorzystywania zespołów DPUS na głównych liniach PKP PLK S.A., takich jak CMK i E20, polegająca na ostatecznym odstępianiu od cyklicznych podbijań.

Jednocześnie jest konieczne zwiększenie zakresu stosowania stabilizatorów dynamicznych w ramach wbudowywania podsypki (np. po jej oczyszczeniu). Maszyny te powinny w większym stopniu stać się środkiem umożliwiającym podnoszenie prędkości po robotach torowych, a także przyspieszającym stabilizację całej pryzmy tłucznia.

Ograniczenie nakładów na utrzymanie, z jednoczesnym zapewnieniem wysokiej jakości drogi kolejowej, wymaga z kolei minimalizowania liczby podbijań, realizowanych w ramach napraw interwencyjnych. Zasadne jest zatem przeprowadzenie w najbliższym czasie bliższego rozpoznania korzyści wynikających z adaptacji podbijania w trybie wyrównania miejscowego do warunków PKP.

Ostatnim z wniosków jest bezsprzeczna konieczność zwiększania zakresu stosowania koparek dwudrogowych. Wypełnienie w ten sposób swoistej luki technologicznej, jaka powstała na PKP między procesami wysoce zmechanizowanymi a robotami wykonywanymi ręcznie, powinno wpłynąć na generalną poprawę warunków BHP w robotach torowych, a także podniesienie wydajności i operatywności zespołów wykonawczych. W zależności od skali danego zadania jest możliwe stosowanie maszyn specjalistycznych lub wielozadaniowych, przy czym maszyny wielozadaniowe, jako znacznie tańsze w zakupie i eksploatacji, powinny być łatwo dostępne na niemal każdym kolejowym placu budowy; w warunkach robót realizowanych na sieci PKP PLK S.A. wciąż jest ich za mało. Uwaga ta dedykowana jest w szczególności wykonawcom świadczącym usługi w zakresie remontów i modernizacji infrastruktury kolejowej w Polsce.

BIBLIOGRAFIA

1. D3. Przepisy budowy i utrzymania nawierzchni na kolejach o prześwicie normalnym. Ministerstwo Komunikacji Warszawa 1934.
2. D67. Instrukcja o wykonywaniu podsypywania odmierzonego podkładów na liniach normalnotorowych PKP. Warszawa, WKŁ, 1961.
3. *Esveld C.*: Modern railway track. ISBN, 1989.
4. *Frączek R.*: Praktyczne wykorzystanie układów namiarowych firmy Plasser&Theurer. Materiały szkoleniowe dla PKP, Gdańsk 1994.
5. *Frączek R.*: Przykłady zastosowania maszyn do regulacji toru i kierunku ich rozwoju. Konferencja Drogi Kolejowe. Wrocław, 2001.
6. Karta UIC 715-1R. Factors affecting track maintenance costs and their relative importance. UIC Code 1992.
7. Karta UIC 720-R. Laying and maintenance of CWR Track.
8. *Le Bihan A.*: SNCF starts to renew the first TGV line. *Railway Gazette International* ,1997, nr 2.
9. *Lewiński L.*: O podbijaniu torów. *Przegląd kolejowy*, 1998, nr 7.
10. *Mc Michel Peter L.*: The stoneblower comes of age. Development, testing and operation of a new track maintenance system. *Institution of Civil Engineers*, 1998, nr 5.
11. ORE D117 / RP 12. Dynamic track stabilisation of the track. Utrecht 04/1979.
12. ORE D117 / RP 20. The effectiveness of dynamic track stabilisation using DTS. Utrecht 09. 1981.
13. Organizacja pracy maszyn torowych na kolejach austriackich. Materiały informacyjne PKP opracowane na podstawie danych z ÖBB.
14. *Pech F.*: *Lichtberger B.*: Automatische Einzelfehlerbehebung. ETR, 2000, nr 2.
15. *Selig E. T.*: Stoneblowing Principles. PANDROL JACKSON, 1999 nr 5.
16. *Towpik K.*: Utrzymanie nawierzchni kolejowej. Warszawa, WKŁ , 1990.
17. Unimat sprinter – spot fault elimination machine. PLASER & THEURER.